

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии  
и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации

*На правах рукописи*



САНГИНОВ  
АБДУГАФУР ДЖАББОРОВИЧ

**ПЛАСТИКА ДЕФЕКТА ФИБРОЗНОГО КОЛЬЦА  
ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ  
С ГРЫЖАМИ ПОЯСНИЧНЫХ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ**

14.01.18 – нейрохирургия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

**Научный руководитель:**  
доктор медицинских наук  
Крутько А.В.



Новосибирск  
2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	11
1.1    Современное состояние хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков .....	11
1.2    Рецидив грыжи диска после поясничной микродискэктомии ....	14
1.3    Роль дефекта фиброзного кольца и объема дискэктомии в рецидиве поясничных межпозвонковых грыж.....	17
1.4    Методики восстановления целостности фиброзного кольца и пластики его дефекта .....	21
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	30
2.1    Общая характеристика клинического материала.....	30
2.2    Методы предоперационного обследования пациентов.....	33
2.3    Типы проводимых оперативных вмешательств и послеоперационное ведение пациентов.....	39
2.4    Методы оценки результатов хирургического лечения.....	40
2.5    Статистические методы анализа полученных данных .....	43
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕТРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ .....	47
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ГРЫЖАМИ ПОЯСНИЧНЫХ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ МЕТОДАМИ ЛИМИТИРОВАННОЙ ДИСКЭКТОМИИ И В СОЧЕТАНИИ С ПЛАСТИКОЙ ДЕФЕКТА ФИБРОЗНОГО КОЛЬЦА.....	58
4.1    Общая характеристика пациентов сравниваемых групп .....	58
4.2    Результаты хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков методом лимитированной дискэктомии в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца ..	64

4.3	РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ГРЫЖАМИ ПОЯСНИЧНЫХ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ МЕТОДОМ ЛИМИТИРОВАННОЙ ДИСКЭКТОМИИ .....	71	
4.4	СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ В ГРУППАХ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	78	
4.5	АЛГОРИТМ ВЫБОРА МЕТОДА ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА У ПАЦИЕНТОВ С ГРЫЖАМИ ПОЯСНИЧНЫХ МПД .....	85	
ГЛАВА 5. РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТОМОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО СЕГМЕНТА .....			90
ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА.....			90
5.1	БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО СЕГМЕНТА ПОСЛЕ ЛИМИТИРОВАННОЙ ДИСКЭКТОМИИ И В СОЧЕТАНИИ С ПЛАСТИКОЙ ДЕФЕКТА ФИБРОЗНОГО КОЛЬЦА.....	90	
5.2	ДИСКОВЫЕ И ВНЕДИСКОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО СЕГМЕНТА ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА .....	93	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....			102
ВЫВОДЫ .....			110
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....			112
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....			113
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....			114

## ВВЕДЕНИЕ

Грыжи поясничных межпозвонковых дисков и связанные с ними болевые синдромы охватывают, в основном, лица трудоспособного возраста [6, 19, 22, 24], в связи с чем имеют огромное социально-экономическое значение [18, 89]. Хирургические методы занимают весомое место в лечении пациентов с данной патологией [1, 7, 15]. Несмотря на большие возможности консервативной терапии, по данным разных исследователей, в хирургическом лечении нуждаются от 5 % до 33 % больных [5, 14, 21, 89]. Исследования I уровня доказанности показали преимущества хирургических методов лечения [88, 144, 151].

В настоящее время предложено множество методик удаления грыжи диска на поясничном отделе позвоночника, в том числе минимально инвазивные способы с использованием эндоскопических и микрохирургических технологий [5, 42]. В настоящее время широко применяются стандартная микрохирургическая дискэктомия, предложенная ранее Caspar [56], Yasargil [155] и Williams [154], и дискэктомия с помощью тубулярных ретракторов, предложенная Foley и Smith [68].

По данным отечественных и зарубежных авторов, микрохирургические декомпрессивные вмешательства при грыжах поясничных межпозвонковых дисков в 75-90 % случаев показывают благоприятные результаты. Однако, от 5 до 30 % пациентов в послеоперационном периоде продолжают испытывать болевой синдром разной интенсивности в поясничном отделе позвоночника и/или в нижних конечностях [25, 120, 121]. Частота рецидива болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника достигает 29 % к первому году и 65% к 3 году после микродискэктомии [94].

Удовлетворенность пациентов составляет всего 75 % через год после хирургического вмешательства, частота повторных операций после первичной микродискэктомии варьируется от 9 % до 25 % [2, 28, 53, 139]. По данным Martin et al., частота реопераций после дискэктомии достигает 6% через год и

13% через 4 года после вмешательства [108]. Рецидив грыжи диска является одной из главных причин ревизионного хирургического вмешательства [31, 102, 117, 120] и, в более 50 % случаях, отмечается в течение первого года после операции [109].

Совокупная частота рецидивов поясничных межпозвонковых грыж, по данным различных авторов, составляет от 2 до 38 % [23, 31, 50, 53, 59, 90, 110, 136, 149, 151]. По некоторым сведениям, через 2 года после оперативного вмешательства у 56 % пациентов на основании результатов МРТ-исследования выявляется рецидив грыжи диска [99]. Большая вариабельность объясняется многообразием хирургических методик, различной выборке пациентов, разным сроком наблюдения и отсутствием единой системы, которая бы позволила систематизировать рецидивы грыж дисков и т.п.

Наряду с общепринятыми факторами риска рецидива грыжи диска (возраст, ожирение, курение, род деятельности и т.п.), исследования последних лет выявили, что размер дефекта фиброзного кольца и объем удаляемого пульпозного ядра коррелируют с частотой рецидива грыжи диска [33, 38, 39, 48, 53, 54, 65, 109, 110, 120, 149, 156].

В настоящее время изучаются способы восстановления целостности фиброзного кольца (ФК) или пластики его дефекта после дискэктомии. Проводятся исследования с использованием возможностей клеточной терапии и тканевой инженерии, все же, на данный момент, их применение в клинической практике не представляется возможным [55, 86, 146]. Предложен ряд технологий закрытия дефекта фиброзного кольца [34, 45, 49, 57, 153]. По мнению большинства авторов, одним из перспективных методов в этом направлении является использование имплантата «Barricaid» (Intrinsic Therapeutics Inc., Woburn, MA), хотя, в настоящее время, нет исследования I уровня доказательности, подтверждающие эффективность данной методики [37, 97, 98, 100, 101, 118, 153].

Все вышеизложенное подтверждает необходимость проведения исследований в данном направлении.

### **Цель исследования**

Улучшить результаты хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков путем оптимизации показаний к пластике дефекта фиброзного кольца на основании клинико-неврологического, рентгенологического и нейровизуализационного методов обследования.

### **Задачи исследования**

1. Определить диагностический минимум радиологического предоперационного обследования пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков, выявить корреляционные взаимосвязи клинико-рентгенологических параметров.
2. Уточнить показания для проведения лимитированной дискэктомии и пластики дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» на основании результатов клинических исследований.
3. В проспективном рандомизированном контролируемом исследовании сравнить ближайшие и отдаленные результаты лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков методами лимитированной дискэктомии и в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца.
4. Выявить особенности изменений позвоночно-двигательного сегмента после лимитированной дискэктомии и в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков.
5. Разработать алгоритм выбора метода пластики дефекта фиброзного кольца после лимитированной дискэктомии при хирургическом лечении пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков.

**Научная новизна данного исследования** заключается в том, что впервые:

– в проспективном рандомизированном контролируемом исследовании изучены клинико-рентгенологические результаты применения

имплантата для закрытия дефекта фиброзного кольца при хирургическом лечении пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков;

– научно обосновано выполнение МСКТ поясничного отдела позвоночника перед операцией у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков, оптимизированы показания к пластике дефекта фиброзного кольца после дискэктомии;

– разработан алгоритм выбора пластики дефекта фиброзного кольца после лимитированной дискэктомии при хирургическом лечении пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что:

– применение технологии лимитированной дискэктомии с пластикой дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» у пациентов с грыжами поясничных МПД позволяет минимизировать частоту рецидивов грыж и реопераций, тем самым улучшая результаты хирургического лечения.

– оптимизированы показания к применению технологии пластики дефекта фиброзного кольца у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков и уточнен диагностический минимум предоперационного обследования больных.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Высота межпозвонкового диска и его стадия дегенерации, согласно классификации Pfirrmann, до операции коррелируют с клинкорентгенологическими результатами дискэктомии в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков.
2. Выполнение пластики дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» после лимитированной дискэктомии у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков улучшает результаты лечения, не отягощает течения послеоперационного периода и снижает частоту рецидивов грыж и реопераций в независимости от появления очаговых изменений замыкательных пластинок тел позвонков.

3. Для выбора оптимального метода хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков необходимо выполнять МСКТ поясничного отдела позвоночника.

### **Апробация работы**

Основные положения диссертации доложены на заседании ассоциации нейрохирургов Новосибирской области (май, 2017 г.); VIII, IX, X Всероссийских научно-практических конференций молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения» (г. Новосибирск, 2015, 2016, 2017 гг.). Материалы исследования доложены и обсуждены на:

- Сибирском нейрохирургическом Конгрессе, г. Новосибирск, 2016 г.;
- I Российско-Китайском нейрохирургическом конгрессе, г. Уфа, 2017 г.
- XXI Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 25-летию Центра охраны здоровья шахтеров «Многопрофильная больница: проблемы и решения», г. Ленинск-Кузнецкий, 2018 г.
- VIII Всероссийском съезде нейрохирургов, г. Санкт-Петербург, 2018 г.

### **Публикации и сведения о внедрении в практику**

По материалам диссертации опубликовано 13 печатных работ, три из которых в журналах, рецензируемых ВАК, три – в зарубежных журналах:

1. Сангинов А.Д. Аннулопластика как способ профилактики рецидивов поясничных межпозвонковых грыж: обзор литературы / А. Д. Сангинов // «Хирургия позвоночника». 2017. №2. С. 63 – 69.

2. Крутько А.В. Пластика дефекта фиброзного кольца в хирургическом лечении пациентов с экстрафораминальной грыжей межпозвонкового диска поясничного отдела: первый клинический случай в литературе / А. В. Крутько, А. Д. Сангинов, А. А. Байкалов, А. В. Пелеганчук, С. С. Рабинович, А. А. Народов // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». 2017. № 6.

3. Крутько А.В. К вопросу об объеме предоперационного радиологического и томографического обследования пациентов с

дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника / А. В. Крутько, А. Д. Сангинов // «Хирургия позвоночника». 2018. №2. С. 66–75.

4. Sanginov A. J. Outcomes of Surgical treatment of Lumbar Disk Herniation using Annular Closure Device / A. J. Sanginov, A. V. Krutko, E. S. Baykov, A. A. Lutsik // Coluna / Columna Journal. 2018. Vol. 17 no.3. P. 188-194.

5. Krutko A. V. Surgical treatment of lumbar disc herniation in pregnant: report of 2 cases and systematic review / A. V. Krutko, A. J. Sanginov, A. V. Peleganchuk, A. A. Alshevskaya, A. V. Moskalev, V. A. Byvaltsev // Coluna / Columna Journal. 2018. Vol. 17 no.3. P. 240-248.

6. Krutko A.V. Bone resorption around annular closure device / A. V. Krutko, E. S. Baykov, A. J. Sanginov // Acta Neurochirurgica. 2018. Vol. 160, Issue 9, P. 1865.

Одобрено Ученым Советом ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России и опубликовано пособие для врачей: Пластика дефекта фиброзного кольца в лечении остеохондроза поясничного отдела позвоночника: пособие для врачей / сост. Крутько А.В., Сангинов А.Д. ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России – Новосибирск, 2017. – 29 с.

### **Внедрение результатов исследования**

Результаты исследования внедрены в практику и учебный процесс Новосибирского НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, нейрохирургического отделения КГБУЗ «ККБСМП» Алтайского края. Полученные данные включены и используются в педагогическом процессе при обучении клинических ординаторов ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России.

### **Объем и структура работы**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и библиографического указателя. Текст диссертации изложен на 137 страницах машинописного текста, иллюстрирован 34 таблицами, 27 рисунками. Список литературы содержит 25 работ отечественных и 132 зарубежных авторов.

### **Личный вклад автора в работу**

Автором сформулированы основные цели, задачи исследования и основные положения, выносимые на защиту. Клиническое обследование всех больных с последующим наблюдением проведено лично автором. Также хирургическое лечение более 85 % больных проведено с личным участием автора.

Автор выражает благодарность научному руководителю, доктору мед. наук А. В. Крутько, и.о. директору ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, доктору мед. наук И. А. Кириловой, научному консультанту ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, доктору мед. наук, проф. А. А. Луцику, коллективу нейрохирургического отделения №2.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Современное состояние хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков

Наиболее распространенным вариантом дегенеративного поражения пояснично-крестцового отдела позвоночника, вызывающим болевые и неврологические синдромы, является грыжа межпозвонкового диска. Грыжа поясничных межпозвонковых дисков и связанные с ней болевые синдромы, в основном, охватывают лица трудоспособного возраста [6, 19, 22, 24], в связи с чем имеют огромное социально-экономическое значение [18, 21, 89]. Хирургические методы занимают весомое место в лечении больных с данной патологией. Исследования I уровня доказанности показали преимущества хирургических методов лечения [73, 88, 144, 151]. Показанием к плановому хирургическому лечению является грыжа межпозвонкового диска (МПД), подтвержденная данными томографических исследований, с соответствующим клиническим проявлением, в виде корешкового болевого синдрома и/или неврологических нарушений, и неэффективность консервативного лечения в течение не менее 6 недель. Существуют клинические проявления, при которых хирургическое вмешательство должно проводиться в срочном или экстренном порядке: синдром миелорадикулоишемии, кауда-синдром, дискогенный корешковый синдром с нарастающим неврологическим дефицитом [23, 24].

В настоящее время предложено множество методик удаления грыжи диска на поясничном отделе позвоночника, в том числе минимально инвазивные способы с использованием эндоскопических и микрохирургических технологий [1, 5, 7, 8, 10, 42]. На данный момент широкое применение нашли такие методики, как стандартная микрохирургическая дискэктомия, предложенная ранее Caspar [56], Yasargil [155] и Williams [154], и дискэктомия с помощью тубулярных ретракторов, предложенная Foley и Smith [68].

В последнее десятилетие мы стали свидетелями значительного прогресса методов флюороскопии, интраоперационной визуализации и хирургической эндоскопии, что, вместе с широким распространением систем трубчатых ретракторов, стало предпосылкой для развития такой методики, как минимально инвазивная поясничная микродискэктомия. Минимально инвазивные технологии характеризуются меньшей кровопотерей, минимальной ятрогенной травмой тканей, низкой интенсивностью болевого синдрома в послеоперационном периоде, быстрым заживлением раны, низкой частотой осложнений [1, 14].

Минимально инвазивные способы дискэктомии: дискэктомия с помощью тубулярных ретракторов, под хирургическим микроскопом, микроэндоскопическая дискэктомия, перкутанная эндоскопическая дискэктомия, перкутанная нуклеотомия с микроскопической ассистенцией показывают схожие клинические результаты [69, 130]. В некоторых исследованиях отмечено отличие в продолжительности операции, объеме кровопотери, сроках возвращения пациентов к активному образу жизни после оперативного вмешательства, интенсивности послеоперационного болевого синдрома [30, 47].

Недостатками эндоскопических технологий удаления грыжи диска являются увеличение продолжительности оперативного вмешательства, высокий риск повреждений твердой мозговой оболочки и нервного корешка, образование гематом, повреждение сосудистых структур, высокая вероятность неполного удаления фрагментов грыжи диска [41, 58, 123].

Teli et al., в рандомизированном исследовании, изучали результаты эндоскопической, традиционной и микрохирургической дискэктомии. Было выявлено повреждение твердой мозговой оболочки в 7%, 3%, 3% случаев, повреждение спинномозгового корешка в 3%, 0%, 0% и рецидив грыжи диска в 7%, 4%, 3% случаев, соответственно [140].

Cong et al. проводили мета-анализ для сравнения результатов открытой и эндоскопической микродискэктомии. Работа включала 9 рандомизированных

исследований с 1092 пациентами. В зависимости от типа дискэктомии, такие показатели как: продолжительность оперативного вмешательства, клинический результат по шкале Macnab, частота рецидива грыжи диска, реопераций, осложнений, не имели различий. Отмечалась бóльшая удовлетворенность пациентов после эндоскопической дискэктомии. Также, наблюдалось увеличение продолжительности койко-дня и объема кровопотери у пациентов после открытой дискэктомии [60].

Gadgradj et al. проводили опрос среди 817 хирургов из 89 стран для изучения современного состояния хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков. Участниками опроса ежегодно проводятся около 64477 операций. По их данным, самой часто используемой техникой оперативного вмешательства оказалась микродискэктомия из унилатерального интерламинарного доступа. Что касается объема дискэктомии, большинство респондентов отметили, что выполняют секвестрэктомию (33,4%) и лимитированную дискэктомию (28,3%). По мнению участников опроса, уни- и билатеральная микродискэктомия из срединного доступа и перкутанная лазерная декомпрессия показывают высокую частоту неблагоприятных исходов. Авторы заключили, что настало время разработать единый стандарт подхода к планированию, выбору тактики и объема хирургического лечения, ведения в послеоперационном периоде, оценки результатов хирургического вмешательства у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков [70].

По данным отечественных и зарубежных авторов, микрохирургические декомпрессивные вмешательства при грыжах поясничных межпозвонковых дисков в 75–90% случаев показывают благоприятные результаты. Однако от 5 до 30% пациентов в послеоперационном периоде продолжают испытывать болевой синдром разной интенсивности в поясничном отделе позвоночника и/или в нижних конечностях [120, 121]. По данным Suri et al [138], рецидив болевого синдрома в нижних конечностях после микродискэктомии составляет 20% через 1 год и 45 % через 3 года после оперативного вмешательства.

Частота рецидива болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника достигает 29% к первому году и 65% к 3 году после микродискэктомии [94].

Удовлетворенность пациентов составляет всего 75% через год после хирургического вмешательства, частота повторных операций после первичной микродискэктомии варьируется от 9% до 25% [2, 28, 53, 139]. Частота реопераций достигает 6% в первом году и 13% через 4 года после вмешательства [79, 108]. Рецидив грыжи диска является основной причиной ревизионного хирургического вмешательства [31, 102, 117, 120] и в более половине случаев отмечается в первом году после операции [25, 109]. По данным Leven и др., в 62% случаев причиной реоперации после микродискэктомии был рецидив грыжи диска [102]. Лопарев Е.А. и др. выявили, что причинами повторных хирургических вмешательств у пациентов после первичной микродискэктомии в 83,3 % являются рецидив грыжи межпозвонкового диска и сегментарная нестабильность [20].

## **1.2 Рецидив грыжи диска после поясничной микродискэктомии**

Основными причинами рецидива болевого синдрома после поясничной микродискэктомии являются рецидив грыжи диска, формирование эпидурального фиброза, образование грыж смежных сегментов, наличие нераспознанного дегенеративного стеноза позвоночного канала, развитие сегментарной нестабильности [3, 11, 113].

В литературе встречается достаточное количество исследований по рецидиву межпозвонковых грыж, однако, до сих пор нет общепризнанного определения. Наибольшее распространение получило мнение о том, что рецидивом грыжи диска считается возобновление корешкового болевого синдрома после безболевого периода и наличие грыжевого фрагмента на оперированном уровне с ипси- и/или контрлатеральной стороны, по данным методов лучевой диагностики [28, 50]. Некоторые авторы относят к рецидиву грыжу диска, возникающую на уровне оперативного вмешательства не ранее

чем через 6 месяцев после купирования болевого синдрома [40]. Другие определяют рецидив, как грыжу, возникающую только на уровне и стороне оперативного вмешательства, после некоторого периода купирования корешкового болевого синдрома [62, 139]. Существует мнение, что рецидивом считается грыжа диска после микродискэктомии, требующая ревизионного вмешательства [76]. По мнению других авторов, рецидивом грыжи диска можно считать возобновление болевого синдрома и наличие грыжевого выпячивания на томографических исследованиях, независимо от сроков обнаружения [82]. Тем не менее, в послеоперационном периоде (до 6 месяцев) высока вероятность появления рефлекторных болевых синдромов, резидуальных явлений и болей, связанных с интраоперационной тракцией нервного корешка. В сроке до 6 месяцев, также, могут возникнуть трудности в визуализации рецидивов грыжевых выпячиваний на томографических исследованиях, в виду артефактов от крови, рубцово-спаечных изменений и отека тканей в области оперативного вмешательства [12, 87].

Совокупная частота повторного образования межпозвонковых грыж, по данным различных авторов, составляет от 2 до 38 % [23, 31, 50, 53, 59, 90, 110, 136, 149, 151]. По данным Ikuta et al, после микроэндоскопической дискэктомии в сроках наблюдения от 12 до 88 месяцев частота рецидива грыжи диска и реоперации по этому поводу составили 11,7 % и 4,9 %, соответственно [82]. По некоторым данным, через 2 года после оперативного вмешательства у 56 % пациентов, согласно результатов МРТ, выявляется грыжа диска [99]. По нашему мнению, большая вариабельность частоты рецидива объясняется многообразием хирургических методик, различной выборкой пациентов, разным сроком наблюдения и отсутствием единой системы, определяющей рецидив грыжи диска и т.п.

По литературным данным, основными факторами риска рецидивов поясничных межпозвонковых грыж являются: возраст, курение, пол, травма, сопутствующий сахарный диабет, избыточная масса тела, уровень на котором локализована грыжа диска, стадия дегенерации межпозвонкового диска (МПД)

по Pfirrmann и т.д. [17, 46, 59, 90, 112, 133]. Установлена достоверная связь биомеханических, радиологических и томографических параметров, таких как [4, 26]: высота МПД, гипермобильность позвоночно-двигательного сегмента (ПДС), сглаженность поясничного лордоза, протрузионная форма грыжи, I тип изменений замыкательных пластинок согласно классификации Modic, III стадия дегенерации МПД по Pfirrmann с неблагоприятным исходом микродискэктомии. Выделяют три группы факторов риска рецидива грыжи диска [95]:

- 1) факторы, связанные с анатомо-физиологическими особенностями позвоночника;
- 2) факторы, связанные с биомеханическими параметрами позвоночно-двигательного сегмента;
- 3) факторы, связанные с техникой оперативного вмешательства.

Yucas et al. в рандомизированном исследовании изучали факторы риска рецидива грыжи диска, требующего ревизионного вмешательства и выявили, что работающие пациенты с протрузионным типом грыжи диска в возрасте до 35 лет имеют высокий риск рецидива грыжи диска и ревизионных вмешательств в будущем [157].

В первой декаде нашего века технология динамической межкостистой фиксации рассматривалась как метод профилактики рецидива грыжи диска после микродискэктомии. Исследования последних лет показали, что динамическая межкостистая фиксация на поясничном отделе позвоночника является неэффективной в профилактике рецидива грыжи диска [67, 137]. Более того, обзорные исследования последних лет выявили высокую частоту осложнений и реопераций, неудовлетворительных результатов и необоснованно высокую затратность данной технологии [64].

Диагностика и хирургическое лечение рецидивов грыж поясничных МПД являются актуальными социально-экономическими проблемами. По данным Ambrossi и др., около 65 % пациентов с рецидивом грыжи диска подвергаются ревизионным вмешательствам. Хирургическое лечение одного пациента с

рецидивом грыжи диска в США обойдется 39836 долларов. Это только прямые расходы на стационарное хирургическое лечение. Также необходимо учитывать не прямые расходы, связанные с утратой нетрудоспособности и социальной поддержкой такой категории пациентов [28]. В отечественной литературе нет официальных данных об объеме финансовых затрат для хирургического лечения пациентов с рецидивом грыжи диска после микродискэктомии, но, несомненно эти затраты велики.

### **1.3 Роль дефекта фиброзного кольца и объема дискэктомии в рецидиве поясничных межпозвонковых грыж**

Фиброзное кольцо состоит из 15-25 концентрических параллельных пластин, каждая из которых содержит однонаправленные коллагеновые волокна (преимущественно I типа) или их пучков, расположенные в косом направлении (перекрещиваясь) относительно тел позвонков. Около 50-60 % объема МПД составляет пульпозное ядро (ПЯ), расположенное в капсуле (т.е. в фиброзном кольце) диска несколько асимметрично – ближе к заднему краю позвонка. ПЯ является наиболее специализированным и важным, в функциональном отношении, элементом МПД. Вода, основной компонент пульпозного ядра, составляющим от 65 до 90% его объема, в зависимости от конкретной части диска и возраста человека. Фиброзное кольцо играет важную роль в биомеханической функции позвоночника [49, 95].

Создание дефекта в фиброзном кольце является самым простым и популярным способом воспроизведения дегенеративного процесса межпозвонкового диска в экспериментальных работах [63]. Дефект в фиброзном кольце ускоряет процесс дегенерации межпозвонкового диска и замыкательных пластин, увеличивает риск возникновения грыж дисков [55].

В последние годы встречается множество работ, в которых авторы в качестве прогностического фактора учитывают размер дефекта фиброзного кольца (ФК) и объем удаленного пульпозного ядра. В практике встречается

несколько разновидностей дискэктомии, которые определяются в зависимости от объема удаляемого пульпозного ядра. Агрессивная (субтотальная) дискэктомия характеризуется удалением фрагмента грыжевого выпячивания, тканей пульпозного ядра и проведением кюретажа диска. Лимитированная дискэктомия предполагает удаление грыжи диска, свободных фрагментов задних отделов МПД. При выполнении секвестрэктомии удаляется фрагмента грыжи диска без вмешательства в МПД. По данным разных авторов, лимитированная дискэктомия и секвестрэктомия показывают лучшие клинические результаты в виде снижения частоты послеоперационной люмбалгии, но сопряжены высоким риском рецидива грыжи диска [80, 142, 152].

Субтотальная микродискэктомия является эффективным способом снижения частоты повторного грыжеобразования вследствие удаления большего количества пульпозного ядра. Однако, это приводит к потере высоты диска, ускорению процесса его дегенерации, снижению способности диска противостоять осевым нагрузкам, повышению аксиальных нагрузок на дугоотростчатые суставы, нарушению биомеханики позвоночно-двигательного сегмента и формированию стойкого болевого синдрома [66, 107, 127]. Одной из особенностей субтотальной дискэктомии является проведение кюретажа МПД. Асимметричный, чрезмерный кюретаж полости диска может явиться причиной формирования грыжи с контрлатеральной стороны, развития асептического дисцита в послеоперационном периоде [35]. McGirt et al. в проспективном когортном исследовании из 108 пациентов, оперированных методом микродискэктомии выявили снижение высоты диска более чем на 25% от предоперационных значений у 34% пациентов через 12 месяцев и у 50% пациентов через 24 месяца после операции. При сравнении размера дефекта фиброзного кольца и объема удаленного пульпозного ядра выявили, что у пациентов с рецидивом грыжи диска дефект был крупным ( $46 \pm 18$  и  $32 \pm 14$  мм<sup>2</sup>,  $p < 0,05$ ) и объем дискэктомии был большим (28% и 13%,  $p = 0,08$ ). Также было выявлено, что размеры дефекта фиброзного кольца (ФК) были достоверно

более выражены у пациентов с ранним рецидивом (в течение 4 месяцев после операции), в сравнении с пациентами, у которых отмечался рецидив грыжи диска в отдаленных сроках (57 и 39 мм<sup>2</sup>,  $p < 0,05$ ). У пациентов с площадью дефекта более 54 мм<sup>2</sup> рецидив грыжи диска отмечался в 18% случаев, тогда как у пациентов с площадью дефекта фиброзного кольца менее 36 мм<sup>2</sup> данный показатель равнялся 4,7% [109]. Чтобы избежать коллапса межпозвонкового диска и связанные с ним неблагоприятных исходов, выполняют лимитированную дискэктомию или секвестрэктомию, однако, при данных методиках наблюдается увеличение частоты рецидива грыж дисков до 27% [53, 54, 109, 110, 120, 156].

По данным других авторов, субтотальная дискэктомию не уменьшает риск рецидива грыжи диска, провоцируя возникновение стойкой люмбалгии, вследствие резкого снижения высоты диска [39] и развития нестабильности сегмента [65]. После субтотальной дискэктомии нередко отмечается выпадение фрагментов замыкательной пластинки в позвоночный канал, что провоцирует формирование стойкого, фармакорезистентного болевого синдрома, требующего ревизионных вмешательств [48]. Секвестрэктомию позволяет произвести декомпрессию нервного корешка, сохранить целостность МПД, исключить возможное повреждение важных анатомических структур, расположенных на вентральной поверхности поясничного отдела позвоночника [33].

McGirt et al. [110] провели мета-анализ 54 исследований, включающих в себя 13359 случаев микродискэктомии (лимитированной – 6135 и агрессивной – 7224) и выявили, что в раннем послеоперационном периоде результаты сопоставимы, однако, в сроках наблюдения более 2 лет в группе агрессивной дискэктомии рецидив болевого синдрома наблюдался в 2,5 раз чаще (11,6% и 27,8%, соответственно,  $p = 0,0001$ ). Рецидив грыж МПД в два раза больше встречался в группе лимитированной микродискэктомии (7% и 3,5%, соответственно,  $p = 0,0001$ ). Carragee et al. [54], при проведении проспективного исследования со сроком наблюдения 6 лет обнаружили, что тип грыжи, размер

дефекта фиброзного кольца и объем дискэктомии коррелируют с частотой рецидива грыж поясничных МПД. В зависимости от этих параметров ими выделено 4 типа грыж:

- 1) тип I – экструзия с маленьким (щелевидным) дефектом фиброзного кольца;
- 2) тип II – секвестрированная грыжа с большим дефектом фиброзного кольца (более 6 мм);
- 3) тип III – экструзия без дефекта фиброзного кольца (ятрогенный щелевидный дефект);
- 4) тип IV – протрузионный тип без дефекта фиброзного кольца (ятрогенный большой дефект).

Во всех случаях была выполнена лимитированная микродискэктомия или секвестрэктомия. Установлено, что при II типе рецидив грыжи МПД и реоперация по данному поводу встречались в 27% и 21% случаев, соответственно. При IV типе грыж в 38% случаев был зафиксирован неблагоприятный результат в виде рецидива грыжи диска, вызывающего болевой синдром. Наилучшие результаты прослеживались при I типе – рецидив грыжи диска составил всего 1%. В следующей своей работе Carragee et al. [53] изучали частоту рецидивирования межпозвонковых грыж в зависимости от объема дискэктомии. Оказалось, что в группе пациентов, где выполнялась лимитированная дискэктомия рецидив грыжи диска и реоперации наблюдались в 18% и 10% случаев, в группе агрессивной (субтотальной) дискэктомии данные показатели соответствовали 9% и 7%. В группе лимитированной дискэктомии удовлетворенность пациентов результатами хирургического вмешательства была выше.

Barth et al. в рандомизированном исследовании проследили результаты микродискэктомии и секвестрэктомии у пациентов с грыжами поясничных МПД. Срок наблюдения составил 2 года. Характеристика пациентов – возраст, пол, ИМТ, степень дегенерации диска, высота МПД была сопоставима между группами. Частота рецидива составила 10,5 % после микродискэктомии и 12,5

% после секвестрэктомии, статистической разницы между ними выявлено не было. Согласно данным наблюдения, в группе секвестрэктомии отмечалась низкая интенсивность послеоперационного болевого синдрома, меньшая потребность в анальгетиках, и более ранняя адаптация пациентов к повседневным нагрузкам [38, 39].

McGirt et al. в систематическом обзоре выявили, что объем дискэктомии коррелирует с частотой рецидива грыжи диска. При лимитированной дискэктомии частота рецидивов грыжи диска составила 8,7%, тогда как при субтотальной дискэктомии данный показатель равнялся 3,3% [149].

#### **1.4 Методики восстановления целостности фиброзного кольца и пластики его дефекта**

Разработка новых медицинских технологий в области спинальной нейрохирургии, совершенствование техники хирургического вмешательства, внедрение малоинвазивных методик удаления межпозвонковых грыж позволили улучшить результаты операции, но проблема рецидивирования грыж, в настоящее время, остаётся актуальной.

Основное условие хирургического лечения дегенеративных заболеваний позвоночника, в том числе грыж МПД, предполагает максимальное устранение патоморфологического субстрата с минимальным ятрогенным воздействием на организм. В этом отношении, проблемы восстановления целостности фиброзного кольца, предотвращение или по крайней мере замедление процессов дегенерации МПД, являются актуальными в современной вертебологии [78].

В последние годы прорывы в области тканевой инженерии позволили исследователям задумываться о замещении пораженного дегенеративным процессом межпозвонкового диска на биологические и синтетические материалы. Однако, адаптировать искусственный биологический МПД к биомеханическим нагрузкам, при этом сохраняя его свойства, оказалось

сложной задачей. Еще одной преградой в этом направлении является дефект фиброзного кольца [81].

Разработанные ранее биологические заменители МПД из белковых гидрогелей, покрытых синтетическими полиэфирными тканями, были использованы в клинической практике и способствовали восстановлению высоты диска. В процессе наблюдения отмечалось истечение биологического материала через дефект фиброзного кольца и появлению очагов резорбции замыкательных пластинок тел смежных позвонков [92].

С 1990 года началась активная разработка протезов пульпозного ядра (ППЯ), предназначенных для замещения пораженных дисков. Целью операций по протезированию пульпозного ядра предполагалось не восстановление, а поддержание высоты диска, необходимой для нормального функционирования позвоночно-двигательного сегмента (ПДС). В литературе мы нашли результаты применения трех типов имплантатов пульпозного ядра – PDN (prosthetic disc nucleus), PNR (percutaneous nucleus replacement), NUBAC disc arthroplasty device [104, 131, 125]. PDN – имеющий форму подушки имплантат, изготовлен из эластичного гидрогеля и предназначен для введения в полость МПД после его кюретажа. PNR – эластомерный материал на силиконовой основе, применяется, в основном, на уровне L5-S1. NUBAC disc arthroplasty device состоит из двухкомпонентной шариковой конструкции из полиэфирэфиркетона (PEEK). Из-за большого размера данный имплантат устанавливается из бокового доступа, применяется на уровнях L3-L4, L4-L5. Полученные результаты не оправдали ожидания - почти во всех случаях было выявлено проседание МПД, резорбция замыкательных пластинок, соприкасающихся с имплантатами. Примерно в 20 % случаев потребовалось удаление имплантированных протезов в связи с их миграцией. Вследствие больших прямых нагрузок, действующих на ППЯ, основными проблемами, связанными с их использованием, являются проседание и миграция имплантатов. Подчеркивается, что применение ППЯ возможно при сохранности фиброзного кольца, замыкательных пластинок и

задних элементов сегмента, а также при снижении высоты диска не более чем на 50% [52, 84, 85].

Ahlgren et al. в экспериментальной работе на овцах изучали шов ятрогенного дефекта фиброзного кольца викриловыми нитями. Результаты данной работы не показали преимущества шва дефекта фиброзного кольца [27].

Дракин И.А. с соавт. [9] для профилактики рецидива грыж дисков использовали неразрушающее лазерное излучение, индуцирующее репаративный ответ фиброзного кольца и задней продольной связки после микродискэктомии по Caspar. Однако, результатов применения данной методики авторами не приводится.

С целью профилактики рецидивов грыж поясничных МПД предлагаются различные способы пластики дефекта фиброзного кольца и восстановления его целостности после микродискэктомии. Первые сообщения о восстановлении целостности фиброзного кольца после микродискэктомии принадлежат Yasargil [155].

Актуальность восстановления целостности фиброзного кольца несомненна. В последние годы в экспериментах *in vivo* и *in vitro* активно изучаются биodeградируемые клеи для закрытия дефекта фиброзного кольца. Likhitranchkul et al. [103] описали критерии для клеев, используемых с этой целью:

- 1) высокая адгезивность к фиброзной ткани;
- 2) идентичность со свойствами фиброзного кольца;
- 3) биосовместимость;
- 4) сохранение свойств и структуры при механических нагрузках;
- 5) инъекционная форма применения;
- 6) простота использования во время операции.

Pieter-Paul et al. [124] в экспериментах *ex vivo* изучали прочность и выносливость фиброзного кольца козьего МПД после закрытия его дефекта биodeградируемым клеем. Дефекты были созданы иглой диаметром 2,4 мм. В группе сравнения (n=11) дефекты не закрывались. Были оценены прочность и

выносливость при биомеханических нагрузках в биореакторе с 864000 циклов нагрузки. Серия биомеханических тестов показала прочность и выносливость заклеенного дефекта. В группе сравнения в 40% дисков нагрузка привела к снижению их высоты и образованию грыжи. Авторы пришли к выводу, что биодegradуемые клеи эффективны в восстановлении фиброзного кольца и повышают его прочность при биомеханических нагрузках. Однако, для клинического применения требуются дальнейшие долгосрочные исследования, в том числе *in vivo*.

Wang et al. [146] на модели свиней после удаления грыжи диска, с целью закрытия дефекта, использовали растворимую желатиновую губку, платиновый якорь, костный цемент и тканевой клей. Группа с растворимой желатиновой губкой показала наилучшие результаты. Авторы подчеркивают, что желатиновая губка потенциально может быть использована с целью профилактики рецидивов грыж дисков.

Kang et al. [86] в экспериментальной работе *in vitro* проводили пластику дефекта фиброзного кольца путем накладывания биоткани (bioscaffold) на дефект, наложения швов и дополнительной герметизации медицинским цианоакрилатовым клеем. В лабораторных условиях данная методика пластики показала устойчивость к биомеханическим нагрузкам. Гистологически был верифицирован процесс регенерации в области дефекта. Авторы пришли к выводу, что данная методика заслуживает дальнейших исследований, в том числе, в естественных условиях.

В последние годы проводится немало исследований с использованием технологий клеточной терапии, генной и тканевой инженерии. Большинство этих исследований проводится *in vitro* и *ex vivo*. Пока значимых достижений в этом направлении нет [55]. В связи с множественными ограничениями и трудностями в пути реализации возможностей тканевой инженерии и генной терапии, барьерные технологии представляются оптимальными альтернативными вариантами пластики дефекта ФК.

Inclose Surgical Mesh System (ISMS) (Anulex Technologies Inc., Minnetonka, MN) – это биосовместимая плетенная цилиндрическая гибкая сетка, которая состоит из полиэтилентерефталата (ПЭТФ). Цилиндрической формы имплантат размером 3,5 мм устанавливается под фиброзное кольцо в области его дефекта с помощью устройства доставки. Имплантат после установки расправляется, приобретает свою форму и положение в межтеловом промежутке и удерживает пульпозное ядро [45]. Для адекватного раскрытия и функционирования имплантата высота диска в его задних отделах должна быть не менее 6 мм. Размер дефекта фиброзного кольца должен быть не менее 3 мм в ширину и высоту. Основным преимуществом данного имплантата является его эффективность в профилактике контралатеральных грыж в виду широкого закрытия задних отделов межпозвонкового диска [57].

Другой технологией, используемой с целью аннулопластики, является имплантат Xclose Tissue Repair System (Anulex Technologies, Minnetonka, MN). Он состоит из двух нитей с крючками и одноразовым устройством доставки. Bailey et al. [34] провели проспективное, мультицентровое, простое слепое рандомизированное исследование с целью оценки эффективности пластики дефекта фиброзного кольца с использованием данного имплантата. Первую группу (n=500) составили пациенты, которым выполнена микродискэктомия с последующей пластикой дефекта системой Xclose, во вторую группу – пациенты, оперированные методом микродискэктомии без пластики дефекта фиброзного кольца (n=250). Результаты лечения (оценка болевого синдрома по ВАШ, индекса нетрудоспособности по Освестри, качества жизни по опроснику SF-12, частоты рецидива грыжи МПД и болевого синдрома) были оценены в сроках через 2 недели, 6, 12 и 24 месяцев после операции. В сроках наблюдения не наблюдалось статистически значимого различия между группами по шкалам оценки клинического результата. При анализе рецидива грыж дисков, требующего повторного оперативного вмешательства, отмечено, что в группе Xclose данный показатель был ниже. В сроках через 3, 6, 24 месяцев после операции у 2,4%, 4,1% и 9,7% пациентов в группе «Xclose» и у 4,5%, 6,2% и

11,2% пациентов группы сравнения, соответственно, наблюдался рецидив грыжи диска. Таким образом, частота рецидива была меньше в группе «Xclose», однако, разница была статистически незначимой. Авторы заключили, что технология пластики дефекта фиброзного кольца является перспективным направлением в профилактике рецидивов грыж поясничных межпозвонковых дисков.

Проведено огромное количество исследований по изучению особенностей дегенеративных заболеваний позвоночника, в том числе, грыж МПД. Хотя, некоторые аспекты данной патологии, такие как: течение остеохондроза после хирургического вмешательства, роль дефекта фиброзного кольца в дегенеративном процессе, профилактика рецидивов грыжи диска после микродискэктомии, улучшение результатов хирургического лечения и удовлетворенность пациентов – не теряют актуальности.

Одним из имплантатов, используемых с целью закрытия дефекта фиброзного кольца, является имплантат «Barricaid» (Intrinsic Therapeutics Inc., Woburn, MA). Изделие состоит из двух компонентов: гибкой полиэфестерной сетки, закрывающей дефект фиброзного кольца, и титанового фиксатора (якоря), который закрепляется к одному из тел смежных позвонков.

Wilke et al. [153] в кадаверном исследовании изучали состоятельность и эффективность данной методики. Кадаверные элементы (поясничный отдел позвоночника) были разделены на две группы. В первую группу (n=6) включали диски со средней и тяжелой дегенерацией, во вторую группу (n=6) – диски с умеренной дегенерацией. После создания дефекта в фиброзном кольце и проведении циклических нагрузок (до 100000) в первой группе только в одном случае появилась грыжа диска, в связи с чем дальнейшие испытания в данной группе не проводились. Во второй группе во всех случаях воспроизводилась грыжа МПД, фрагмент грыжи диска удаляли и закрывали дефект имплантатом «Barricaid». Продолжение циклических нагрузок на специальных станках показало состоятельность имплантата, отсутствие грыжевого выпячивания и сохранение высоты диска. Первой работой,

отражающей эффективность данной технологии в клинической практике, является работа Gorenssek и соавторов [74].

Lequin et al. [101] провели проспективное исследование с участием 45 пациентов с периодом наблюдения 2 года. Всем пациентам была выполнена лимитированная дискэктомия и аннулопластика имплантатом «Barricaid». Высота межпозвонкового диска через 12 месяцев составила в среднем 92,8% от дооперационных значений. В трех случаях (6,7%) потребовалось проведение повторного вмешательства: в одном случае по поводу рецидива грыжа диска с ипсилатеральной стороны, в другом – из-за рецидива грыжи диска с контралатеральной стороны, в третьем – в связи с грубыми эпидуральными рубцовыми изменениями.

Parker S.L. и др. [118] в проспективном сравнительном мультицентровом исследовании оценили результаты пластики дефекта фиброзного кольца в сроке 24 месяца. Они установили, что в группе, где применялся имплантат «Barricaid» ни в одном случае рецидива грыжи диска не было зафиксировано, а в группе сравнения (микродискэктомия без пластики дефекта фиброзного кольца) - рецидив грыжи диска обнаружен в 6,5% случаев. Авторы заключили, что применение имплантата закрытия дефекта фиброзного кольца способствует профилактике рецидивов грыж МПД и сокращению связанных с этим экономических затрат.

Darko Ledic et al. [100] в мультицентровом проспективном исследовании изучали частоту рецидивов грыж МПД и изменение высоты диска после операции у 75 пациентов, оперированных методом лимитированной дискэктомии с пластикой дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid». В сроке наблюдения до 2 лет рецидив грыжи диска с ипсилатеральной стороны был выявлен у одного пациента (1,5 %). Высота диска у 97% пациентов через 12 месяцев после операции и у 92% пациентов через 24 месяцев составила более 75% от дооперационных показателей.

Barth et al. [37] в проспективном контролируемом исследовании со сроком наблюдения 18 месяцев отметили статистически достоверное

уменьшение частоты рецидивов грыж МПД при использовании имплантата «Barricaid» в сравнении со стандартной микродискэктомией (2,2 % и 12,5 % соответственно). Vouma G.L. et al [44] проводили проспективное исследование эффективности имплантата закрытия дефекта фиброзного кольца у 75 пациентов после лимитированной дискэктомии. Через 12 месяцев у 1,4 % пациентов выявили рецидив грыжи диска, потребовавший реоперацию, у 1,5 % бессимптомный рецидив грыжи диска. Через 24 месяца бессимптомный рецидив грыжи диска был выявлен у 5,1 % пациентов.

По данным литературы, одним из негативных рентгенологических результатов после установки имплантата «Barricaid» является появление очагов резорбции костной ткани вокруг имплантата. Barth et al. [37] в ретроспективном исследовании изучали дисковые и внедисковые изменения после пластики дефекта фиброзного кольца у 45 пациентов (группа ACD-anular closure device). Группу сравнения составили 40 пациентов, которым была проведена секвестрэктомия (группа S) без вмешательства в МПД. Критерии включения были идентичны между группами, срок наблюдения составил от 18 до 27 месяцев. Было выявлено, что рецидив грыжи диска в группе секвестрэктомии достоверно выше (12,5 % и 2,2 %,  $p=0,095$ ). Изменение по типу Modic в послеоперационном периоде зафиксировано у одного пациента в каждой из групп. Изменения замыкательных пластинок в виде небольших кист, эрозий, резорбции костной ткани было достоверно выше в группе ACD (52,4 % и 10,3 %,  $p=0,001$ ). Такие изменения, в основном, были выявлены вокруг лавсановой сетки. В данном исследовании не была выявлена корреляция между рентгенологическими и клиническими результатами лечения.

Lange et al. [98] был продемонстрирован случай вялотекущего инфекционного процесса вокруг имплантата «Barricaid» через 5 лет после оперативного вмешательства. По данным МСКТ ПОП, выявлена резорбция костной ткани вокруг имплантата. Согласно результатов бактериологического исследования, выявлен рост *Propionibacterium acnes*.

Одной из последних публикаций по исследуемой теме является работа Kursumovich et al. [97]. Их работа включает ретроспективный анализ результатов микродискэктомии и пластики дефекта фиброзного кольца у 171 пациента. Средний срок наблюдения составил 15 месяцев. Рецидив грыжи диска выявлен в 4,1 % случаев, бессимптомный рецидив грыжи диска отмечался у 2,9 % пациентов.

Имеются и возможные риски осложнений, связанные с установкой имплантата «Barricaid». Его имплантация требует достаточного интерламнарного и интраканального пространства для импакции, что достигается достаточной тракцией нервного корешка и дурального мешка и может быть сопряжена их травмированием. Как и при установке любого другого имплантата существует риск его миграции, оседания, механического повреждения и аллергической реакции.

В настоящее время остается ряд недостаточно изученных и дискуссионных аспектов применения данной технологии. В литературе недостаточно освещены результаты применения данного имплантата, отсутствуют результаты рандомизированных исследований. Существующие исследования выполнены на небольших выборках пациентов с максимальным сроком наблюдения 24 месяца, отсутствуют исследования, отражающие отдаленные результаты лечения. Немногочисленные исследования, опубликованные в иностранной литературе, имеют низкий уровень доказанности. Эти обстоятельства явились мотивирующей причиной для проведения данного рандомизированного контролируемого исследования.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Общая характеристика клинического материала

В ретроспективной части исследования проведен анализ историй болезни 2427 пациентов с грыжами поясничных МПД. Все пациенты оперированы в нейрохирургическом отделении №2 ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России в период с 2012 по 2015 гг. Отобраны пациенты, которым была запланирована и фактически выполнена дискэктомия с пластикой дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» (63 и 42 человек соответственно). Оперативные вмешательства были проведены по поводу корешкового компрессионного синдрома, обусловленного остеохондрозом поясничного отдела позвоночника. Критериями для планирования пластики дефекта фиброзного кольца были протрузионные грыжи, высота МПД  $\geq 5$  мм согласно данных МРТ. Из 42 пациентов удалось пригласить 40 для выполнения контрольных осмотра и обследований. Сроки обследования пациентов составил от 24 до 60 месяцев.

Оптимизируя показания к применению данного имплантата, на основании проведенного ретроспективного исследования, за период с 2016 по 2017 гг. нами проводилось клиническое проспективное рандомизированное контролируемое исследование для оценки результатов хирургического лечения больных с грыжами поясничных межпозвонковых дисков. Отбор больных проводили по единому протоколу. Протокол исследования и условия его проведения были одобрены локальным этическим комитетом при ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, протокол №003/16-1 от 12.01.2016 г. Рандомизацию больных по группам в зависимости от типа оперативного вмешательства выполняли с помощью специальной компьютерной программой методом случайных чисел.

Критериями включения в исследование являлись:

- заднебоковая грыжа межпозвонкового диска (МПД) на уровнях L3-L4, L4-L5, L5-S1 сегментов поясничного отдела позвоночника;
- неэффективность консервативного лечения в течение не менее 1,5-2 месяца;
- высота межпозвонкового диска в задних отделах  $\geq 5$  мм по данным МСКТ поясничного отдела позвоночника;
- размер дефекта фиброзного кольца от 7 до 12 мм в ширине.

Критериями невключения являлись:

- дегенеративный стеноз позвоночного канала;
- спондилолистез II и большей степени;
- сегментарная нестабильность;
- рецидив грыжи диска после дискэктомии;
- оссифицированная грыжа диска;
- наличие краевых костных разрастаний задних отделов тел позвонков;
- сколиотическая деформация поясничного отдела позвоночника;
- пациенты с декомпенсацией сопутствующей соматической патологией;
- возраст менее 17 и более 70 лет;
- пациентки, планирующие беременность в последующий 1 год;
- пациенты с остеопорозом (Т-критерий  $< -2,0$ );
- другие недегенеративные заболевания позвоночника, включая травматические, опухолевые и воспалительные поражения поясничного отдела позвоночника.

Критериями досрочного выбывания пациентов были:

- реоперация на уровне оперативного вмешательства, удаление имплантата «Barricaid» в связи с рецидивом грыжи диска и/или болевого синдрома;
- отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании.
- потеря контакта с пациентами.

Все пациенты прооперированы в нейрохирургическом отделении №2 ФГБУ «ННИИТО им. Я. Л. Цивьяна» Минздрава России в период с 2016 по 2017 год включительно.

Пациенты путем рандомизации распределялись на две группы (рисунок 1): в основную группу вошли пациенты, которым была выполнена лимитированная дискэктомия в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» (Intrinsic Therapeutics Inc., Woburn, MA); в группу сравнения вошли пациенты, пролеченные методом лимитированной дискэктомии без пластики дефекта фиброзного кольца.

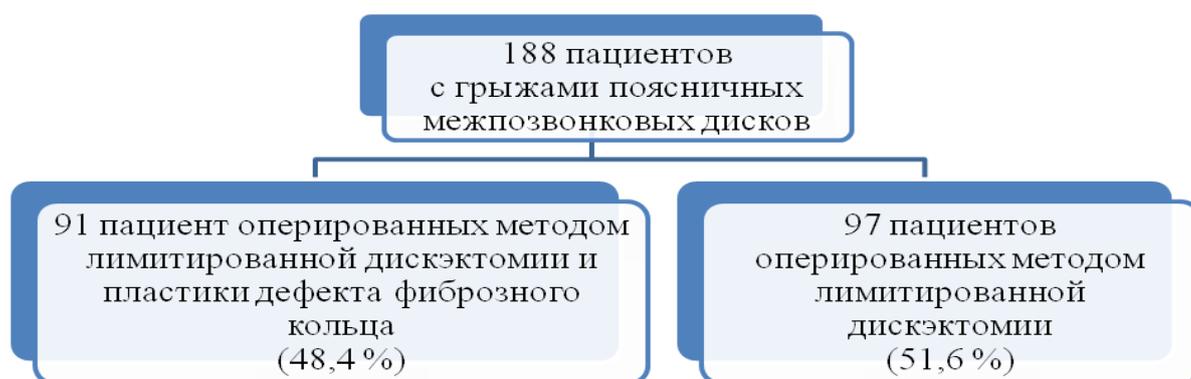


Рисунок 1 – Распределение пациентов на группы в зависимости от типа оперативного вмешательства

Проводилось сравнение групп между собой по основным базовым характеристикам как пол, возраст, факт курения, индекс массы тела и т.п.

Основным проявлением грыжи межпозвонкового диска был корешковый синдром, обусловленный компрессией спинномозгового корешка грыжевым фрагментом (в 150 случаях – 79,8 %). У 38 пациентов (20,2 %) в неврологическом статусе выявлены нарушения в виде слабость в группах мышц, иннервируемых компремированным корешком. Также у пациентов были диагностированы сопутствующие некомпрессионные синдромы. Принципиальной разницы по характеру клинических проявлений остеохондроза поясничного отдела позвоночника в основной и группе сравнения не выявлено.

## 2.2 Методы предоперационного обследования пациентов

Всем пациентам перед операцией проводились клинико-неврологическое, рентгенологическое, томографическое исследований. Диагностические мероприятия были направлены на определение ведущего клинического синдрома, выявление патоморфологического субстрата и клинико-морфологического соответствия. Показанием для хирургического лечения было томографически подтвержденное патоморфологическое изменение межпозвонкового диска в виде грыжевого выпячивания и неэффективность консервативных методов лечения в течение не менее 1,5–2 месяцев.

Радиологические и томографические обследования пациентов проведены с использованием следующей аппаратуры:

- стационарная радиографическая система GE DEFINIUM 8000;
- передвижная С-дуга SXT-1000А и «Ziehm Imaging»;
- магнитно-резонансный томограф HITACHI Echelon 1,5T;
- компьютерный томограф Toshiba Aquilion 32;
- костный денситометр GE Lunar.

*Радиологические методы.* Рентген-диагностика поясничного отдела позвоночника (ПОП) включала обзорную рентгенографию в стандартных проекциях (прямой и боковой), функциональную рентгенографию в боковой проекции в положениях максимального разгибания и сгибания. Пациентам с выраженным болевым синдромом перед этим исследованием проводилась обезболивающая терапия для снижения интенсивности болевого синдрома и снятия болевого функционального блока. Результаты рентгенологического обследования позволили получить представление о состоянии тел позвонков, межтеловых промежутках, суставов, дужек, наличии и степени смещения тел позвонков, о высоте межпозвонкового диска, величине сегментарного объема движения и поясничного лордоза. Поясничный лордоз измеряли на боковой рентгенограмме поясничного отдела позвоночника по методике Cobb через верхние замыкательные пластинки первого поясничного и крестцового

позвонков. Сегментарный объем движения устанавливали, как разницу угла между краями смежных тел позвонков в положении сгибания и разгибания. Индекс высоты диска определяли на боковой рентгенограмме как отношение высоты межпозвонкового диска к высоте тела вышележащего позвонка согласно методике, предложенной Kim et al. (рисунок 2).

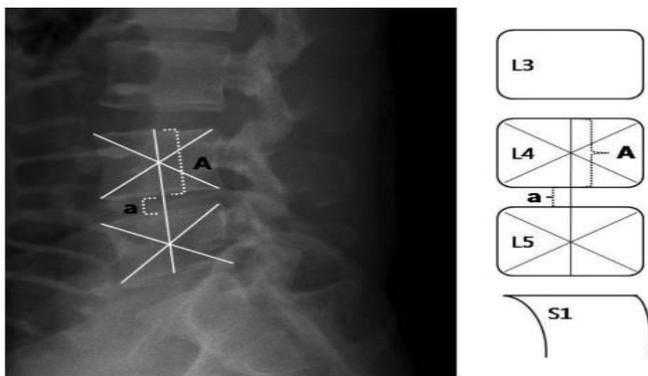


Рисунок 2 – Определение индекса высоты диска на боковой рентгенограмме поясничного отдела позвоночника:  $ИВД = a/A$  [91]

При выявлении косвенных признаков остеопороза (истончение кортикального слоя, крупнопетлистый рисунок кости, подчеркнутость краев кортикального слоя), дополнительно проводилось денситометрическое исследование.

Рентгенологический контроль на этапе разметки проводился у пациентов с переходным люмбо-сакральным позвонком и у пациентов с избыточной массой тела. В остальных случаях, разметка уровня оперативного вмешательства проводилась согласно анатомическим ориентирам (межкостистые промежутки, крылья подвздошных костей) и сопоставлением с данными рентгенографии поясничного отдела позвоночника, выполненной на предоперационном этапе. Интраоперационный рентгенологический контроль выполняли у пациентов основной группы на этапе установки имплантата «Barricaid».

*Нейровизуализационные методы.* МРТ является высокоинформативным методом исследования, практически не имеющая противопоказаний, за

исключением имплантированного искусственного водителя сердечного ритма. На сканах МРТ-исследования оценивали выраженность дегенеративно-дистрофических изменений в позвоночном сегменте: высоту и степень гидратации и дегенерации межпозвонкового диска, структуру позвоночного канала и его содержимого, наличие протрузий, грыж, смещенных секвестров, их размер, локализацию, взаимоотношение грыжевого выпячивания с нервно-сосудистыми образованиями.

Стадию дегенерации пораженного МПД оценивали по классификации Pfirrmann [122], предложенной в 2001 году (таблица 1). Согласно данной классификации выделено 5 стадий, критериями которых являются гомогенность структуры МПД, четкость границы между фиброзным кольцом и пульпозным ядром, интенсивность сигнала и высота МПД.

Таблица 1 – Классификация стадий дегенерации межпозвонкового диска по Pfirrmann

Стадия	Структура межпозвонкового диска	Интенсивность сигнала	Четкость разделения фиброзного кольца и пульпозного ядра	Высота межпозвонкового диска
I	гомогенная	гиперинтенсивный (белый)	четкая	нормальная
II	негомогенная	гиперинтенсивный (белый)	четкая	нормальная
III	негомогенная	промежуточный (серый)	нечеткая	нормальная или слегка уменьшенная
IV	негомогенная	промежуточный (серый)	отсутствует	нормальная или умеренно уменьшенная
V	негомогенная	гипоинтенсивный (черный)	отсутствует	резко снижена

Тип грыжи определяли согласно классификации, предложенной новокузнецкой вертебрологической школой [24]:

1. Эластическая протрузия – выпячивание истонченного участка ФК. (рисунок 3, а).

2. Секвестрированная протрузия – более выраженное и стойкое выпячивание диска, в основе которого лежит ущемившийся в периферических отделах ФК секвестр ПЯ.

3. Частично выпавшая грыжа диска (частичный пролапс) – часть фрагмента ущемляется в трещине фиброзного кольца, другая часть смещается за пределы межпозвонкового диска, сдавливая нервно-сосудистые образования (рисунок 3, б).

4. Полный пролапс – выпадение фрагментов за пределы ФК, которые в некоторых случаях могут мигрировать вверх или вниз, вызывать пролежень в задней продольной связке и даже в ТМО (рисунок 3, в).

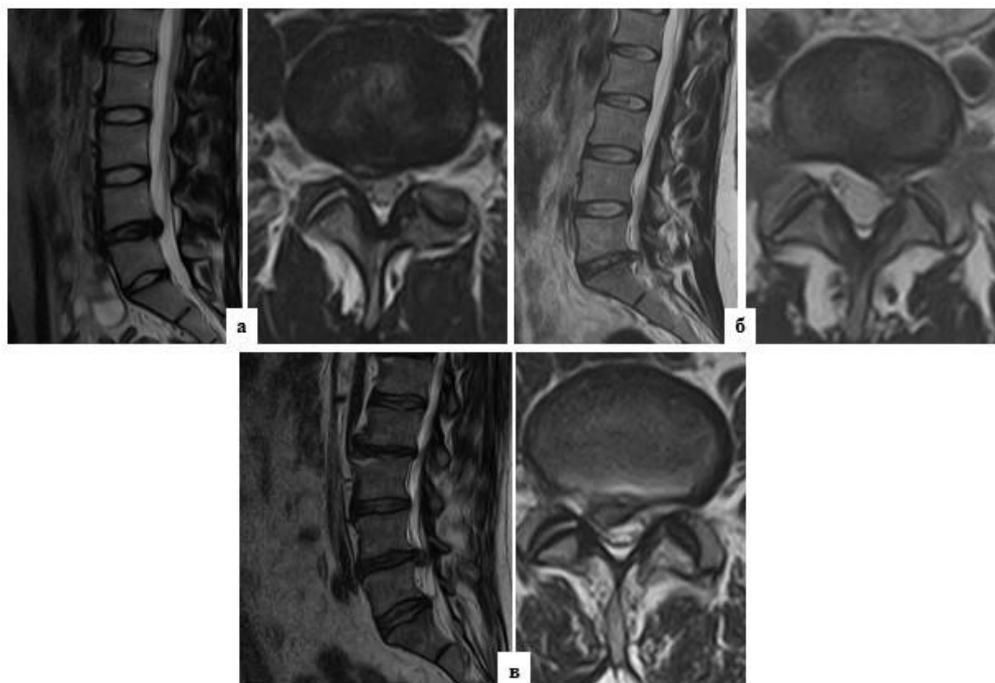


Рисунок 3 – Типы грыж по классификации новокузнецкой вертебрологической школы. Описание в тексте

Также по данным МРТ, оценивали изменения замыкательных пластинок и прилегающего костного мозга тел позвонков по типу Modic (таблица 2), стадии дегенерации суставных хрящей и субхондрального склероза дугоотростчатых суставов (ДС), согласно классификации Grogan (таблица 3).

Таблица 2 – МРТ-признаки изменения замыкательных пластинок по классификации Modic [114]

Типы Modic	Режимы МРТ	
	T1W1	T2W1
I	Гипоинтенсивный сигнал	Гиперинтенсивный сигнал
II	Гиперинтенсивный сигнал	Гипер- или изоинтенсивный сигнал
III	Гипоинтенсивный сигнал	Гипоинтенсивный сигнал

Таблица 3 – Классификация стадий дегенерации суставного хряща и субхондрального склероза дугоотростчатых суставов по Grogan [75]

Стадия	Субхондральный склероз	Дегенерация хряща
I	Суставной отросток имеет тонкий слой кортикальной кости	Равномерно толстый хрящ полностью покрывает суставную поверхность
II	Кортикальная кость суставных отростков локально утолщена	Хрящ покрывает всю поверхность суставных поверхностей, но имеются очевидные элементы эрозии
III	Кортикальная кость утолщена, но меньше, чем на половине поверхности суставных отростков	Хрящ покрывает не всю поверхность суставных поверхностей, имеются оголенные регионы
IV	Плотная кортикальная кость покрывает больше половины поверхности суставных отростков	Хрящ отсутствует, за исключением следов на суставной поверхности

МРТ поясничного отдела позвоночника с внутривенным контрастированием выполнялась при неясных грыжах диска, для дифференциальной диагностики грыжевого фрагмента и рубцовой ткани, объемных образований нервных корешков.

С помощью мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) оценивали состояние костных структур, наличие остеофитов, эрозивных и резорбтивных очагов замыкательных пластинок, наличия вакуум феномена межпозвонкового диска, состояния дугоотростчатых суставов, высоту диска в задних его отделах – входа в диск.

Для измерения объема межпозвонкового диска использовали данные МРТ и МСКТ исследований. Все измерения проводились на специальной программе К-Рас. Для измерения объема межпозвонкового диска использовали формулу:

$V = (\pi r^2) * h$ , где:

- $V$  – объем;
- $\pi$  – математическая константа, которая выражает отношение длины окружности к её диаметру, равна, приблизительно, 3,14;
- $r$  – радиус круга;

Кругом, условно, считали аксиальный срез межпозвонкового диска на МРТ-скане. Сначала измеряли диаметр в двух перпендикулярных точках, определяли радиусы на этих точках и среднее их значение считали радиусом МПД.

- $h$  – высота межпозвонкового диска.

Высоту межпозвонкового диска определяли по данным МСКТ. На сагиттальном срезе на уровне остистых отростков определяли высоту диска в трех точках (в передних, задних и средних отделах). Среднее их значение приняли за высоту МПД. Пример измерения объема диска представлен на рисунке 4.

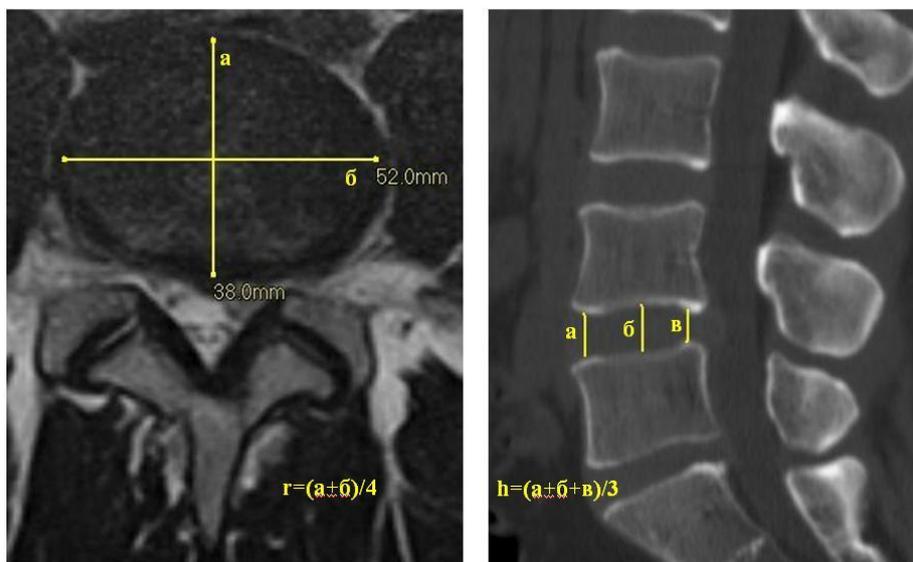


Рисунок 4 – Схема определения радиуса (слева) и высоты (справа) межпозвонкового диска

В ретроспективной части работы оценка высоты диска производилась на основании данных МРТ-исследования по принципу, описанному в мануалах по использованию устройства закрытия дефекта фиброзного кольца («Barricaid»).

## 2.3 Типы проводимых оперативных вмешательств и послеоперационное ведение пациентов

Всем пациентам производили декомпрессию корешков конского хвоста путем удаления грыжи диска. Единственным отличием хирургического вмешательства в основной группе было дополнительное применение имплантата закрытия дефекта фиброзного кольца. Для закрытия дефекта фиброзного кольца использовался имплантат Barricaid® (Intrinsic Therapeutics, Inc., Woburn, USA). Изделие состоит из двух компонентов: гибкой полимерной сетки, закрывающей дефект фиброзного кольца, и титанового фиксатора (якоря), который закрепляется к телу одного из смежных позвонков оперируемого уровня. Для установки имеется устройство доставки (рисунок 5).

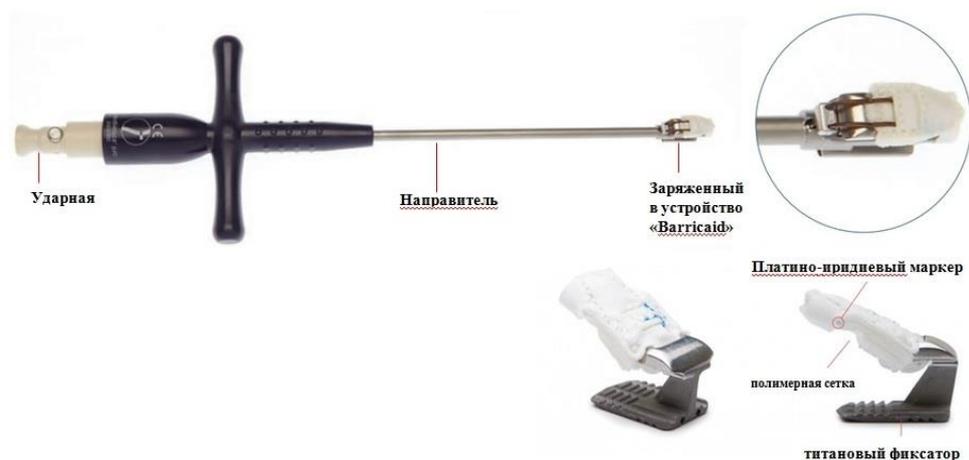


Рисунок 5 – Имплантат «Barricaid» с устройством доставки

Оперативное вмешательство во всех случаях проведено под ингаляционной анестезией. Положение пациента на операционном столе – коленно-грудное. После обработки кожных покровов антисептиком, выполнен разрез кожи по линии остистых отростков на уровне оперативного вмешательства, выделены остистые отростки, междужковый промежуток со стороны расположения грыжи. Далее под хирургическим микроскопом выполнена интерламинэктомия, резекция желтой связки, ревизия позвоночного канала, визуализация грыжи, рассечение заднепродольной связки, удаление

грыжи диска. Во всех случаях выполнена ревизия полости диска, удаление свободных фрагментов. Удаленные фрагменты грыжи диска и материалы пульпозного ядра были собраны и с помощью шприца (2 или 5 мл) был измерен их объем. Значение 1 мл считали равным  $1 \text{ см}^3$ . У пациентов основной группы, далее, с помощью шаблонов измеряли размеры дефекта фиброзного кольца. Согласно размерам дефекта фиброзного кольца под ЭОП-контролем внедряли якорь имплантата «Barticaid» в тело одного смежного позвонка. В группе сравнения основной этап операции заканчивали после удаления грыжи диска. Далее были выполнены гемостаз и послойное зашивание раны. Пациенты активизированы в день оперативного вмешательства. Послеоперационное ведение пациентов проводилось в соответствии с порядками оказания специализированной нейрохирургической помощи пациентам с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. Всем пациентам проводилась симптоматическая терапия, перевязки. В случаях появления болевого синдрома, обусловленного перидуральным отеком, проводилась противоотечная терапия.

## **2.4 Методы оценки результатов хирургического лечения**

Оценка непосредственных и отдаленных результатов хирургического лечения проводилась на основании клинических, рентгенологических исследований, данных МРТ, МСКТ поясничного отдела позвоночника, анкетирования VAS, Oswestry.

Методы обследования пациентов и сроки их проведения приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сроки и методы обследования пациентов согласно этапам проспективного рандомизированного исследования

Методы обследования \ Сроки	До операции	При выписке	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.
Информированное согласие пациента на оперативное вмешательство	+	-	-	-	-
Клинический осмотр, оценка неврологического статуса	+	+	+	+	+
Оценка критериев включения / невключения	+	-	-	-	-
Рандомизация	+	-	-	-	-
Анкетирование VAS	+	+	+	+	+
Анкетирование ODI	+	-	+	+	+
Оценка трудового статуса	+	-	+	+	+
Рентгенография ПОП в двух проекциях с функциональными пробами	+	-	+	+	+
МРТ ПОП	+	-	-	+	+
МСКТ ПОП	+	-	-	+	+

Клинические результаты проведенного хирургического лечения изучены после оперативного вмешательства и в сроках через 3, 6 и 12 месяцев. Объективизация интенсивности болевого синдрома, его оценка в послеоперационном периоде представляются чрезвычайно важными для оценки эффективности хирургического лечения больных с остеохондрозом. Общепринятым методом оценки болевого синдрома в научных работах и в клинической практике является самооценка больными их болевых ощущений. Общим принципом существующих опросников самооценки боли является её трактовка по интенсивности в баллах или в процентах.

В данной работе для оценки интенсивности болевого синдрома мы использовали 10 балльную визуально аналоговую шкалу ВАШ (Visual Analog Scale), где «0» означает отсутствие боли, а «10» – нестерпимую боль. Болевой синдром оценивали до операции, на момент выписки из стационара, через 3, 6 и 12 месяцев после операции. Результат оперативного вмешательства, в

зависимости от болевого синдрома, по шкале ВАШ оценивали следующим образом:

- отличный результат – 0-1 б.;
- хороший результат – снижение интенсивности болевого синдрома на 60 % и более от дооперационного показателя;
- удовлетворительный результат – снижение болевого синдрома на менее 60% от изначального;
- неудовлетворительный результат – без перемен или ухудшение (усиление болевого синдрома).

Болевой синдром, в зависимости от его интенсивности, может не только ограничить ежедневную активность пациента, но в определенной степени инвалидизировать его. В связи с этим для более досконального отражения боли и её влияния на ежедневную физическую активность пациентов мы использовали индекс нарушения функциональной активности Освестри (Oswestry).

Индекс Освестри (ODI – Oswestry Disability Index) вычисляется по специальному опроснику, который состоит из 10 вопросов и выражается в процентах от 0 до 100. Результаты опроса от 0 до 20 % означают минимальные нарушения, от 21 до 40 % – умеренные, от 41 до 60 % – тяжелые, от 61 до 80 % – инвалидизирующие, а значения ODI от 81 до 100 % свидетельствуют о нарушениях, приковывающих к постели, или о наличии элементов аггравации.

На основании полученных данных опросника Освестри, выделили три группы результатов лечения:

- хороший результат – полное или почти полное возвращение к прежнему (до начала или последнего обострения болезни) уровню социальной и физической активности, отсутствие или снижение корешковой боли. Возможно ограничение физических нагрузок; индекс Освестри – до 20 % (минимальные нарушения функциональной активности);
- удовлетворительный результат – бытовая и социальная активность восстановлены не полностью, возможны только небольшие физические

нагрузки; индекс Освестри – 20–40 % (умеренные нарушения функциональной активности);

- неудовлетворительный результат – отсутствие эффекта от операции, ухудшение, рецидив болевого синдрома; индекс Освестри более 40 %.

По данным рентгенологического исследования проводилась оценка индекса высоты диска, поясничного лордоза, сегментарного объема движения, положения имплантата. На МРТ исследовании оценивали стадию дегенерации межпозвонкового диска по классификации Pfirrmann, степень дегенерации и субхондрального склероза ДС согласно классификации Grogan, изменения замыкательных пластинок по типу Modic, состояние позвоночного канала, наличие грыжевых выпячиваний. На основании данных МСКТ-исследования определяли наличие очагов эрозии и резорбции замыкательных пластинок тел смежных позвонков, состояние костной ткани вокруг имплантата, положение полимерной сетки в межпозвонковом диске.

Рецидивом грыжи межпозвонкового диска считали возобновление корешкового болевого синдрома после безболевого периода времени и наличие грыжевого выпячивания на уровне оперативного вмешательства по данным МРТ. Бессимптомный рецидив грыжи диска устанавливали при отсутствии болевого синдрома и неврологических нарушений в нижних конечностях при обнаружении грыжевого выпячивания на сканах МРТ ПОП.

Положение имплантата в межтеловом промежутке оценивали по данным рентгенографии и КТ поясничного отдела позвоночника.

## **2.5 Статистические методы анализа полученных данных**

*Обоснование количества пациентов, включая расчеты для обоснования*

Данное исследование планировалось, как рандомизированное контролируемое исследование, для изучения гипотезы о «превосходстве» (superiority) хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных МПД

методом лимитированной дискэктомии с применением имплантата «Barricaid» над методом-компаратором (лимитированная дискэктомия).

Основной переменной исследования является частота клинической эффективности, определяемая как ожидаемая частота отсутствия рецидива грыжи межпозвоночного диска после хирургического лечения. Данный показатель является частотным.

В соответствии с целью и задачами исследования, нулевая гипотеза ( $H_0$ ) будет сформулирована следующим образом:

$$H_0: \varepsilon \geq \delta$$

Также, альтернативная гипотеза ( $H_a$ ) будет выражена в формуле:

$$H_a: \varepsilon < \delta$$

где  $\varepsilon$  – ожидаемое различие между частотами рецидива грыжи межпозвоночного диска после хирургического лечения апробируемым методом и методом-компаратором,  $\delta$  – граница превосходства.

Учитывая дизайн исследования, тип и характер основной переменной (сравнительное исследование в параллельных группах), размер каждой группы может быть оценен по формуле:

$$n_1 = \kappa n_2$$

$$n_2 = \frac{(z_\alpha + z_\beta)^2}{(\varepsilon - \delta)^2} \left[ \frac{p_1(1-p_1)}{\kappa} + p_2(1-p_2) \right],$$

где:  $z_\alpha$  и  $z_\beta$  – соответствующие значения z-функции для запланированных значений ошибки I и II рода;  $p_1$  и  $p_2$  – частота рецидива грыжи межпозвоночного диска после хирургического лечения в группе исследования и в группе сравнения соответственно;  $\varepsilon$  — ожидаемые различия между группами по основной переменной исследования;  $k$  — коэффициент при неодинаковом количестве субъектов в группах (в данном исследовании  $k=1$ );  $n_1$  и  $n_2$  – планируемое количество субъектов в группе исследования и в группе сравнения соответственно.

Таким образом, размер выборки был рассчитан на основании следующих параметров:

1. Критический уровень значимости при тестировании нулевой гипотезы  $\alpha = 0,05$ .
2. Мощность исследования – не менее 0,8 (80%), вероятность ошибки II рода ( $\beta$ ), таким образом, не превысит 0,2.
3. Ожидаемая частота успешного лечения в группе исследования составит 95%;
4. Согласно литературным данным, в группе сравнения ожидаемая частота успешного лечения составит 80%;

Тогда размер каждой группы пациентов составит:

$$n = \frac{(1,96 + 0,84)^2 \times (0,95 \times (1 - 0,95) + 0,80 \times (1 - 0,80))}{(0,95 - 0,80)^2} = 72,302 \approx 73$$

Таким образом, для тестирования гипотезы о превосходстве апробируемого метода над методом-компаратором потребуется включить в анализ не менее **73 пациентов** в каждую из групп, итого 146 пациентов в обеих группах.

Доля досрочного выбывания пациентов из исследования ожидается на уровне 20%, в связи с чем общий размер выборки для скрининга составит  $146/(1-0,2) = 182,5 \approx 183$  человека или по **92 человека** в каждую группу.

Для категориальных величин приведены частоты и доли в процентах, для количественных величин приведены средние, медианы, минимальные и максимальные значения. Группы сравнивались по количественным показателям при помощи критерия Вилкоксона, по категориальным показателям – при помощи критерия хи-квадрат. Различия считались статистически значимыми, если р-значения были менее 0,05.

Для оценки взаимосвязей между клинико-рентгенологическими параметрами в сроке наблюдения, относительно измерений до операции, были рассчитаны коэффициенты корреляции тау Кендалла. Коэффициенты корреляции считались статистически значимыми, при  $p < 0,05$ .

Для оценки влияния рентгенологических показателей (полученных в сроках наблюдения) на клинический результат хирургического лечения

использовался двухфакторный непараметрический дисперсионный анализ.  
Для статистического анализа было использовано ПО IBM SPSS 21.

### ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕТРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен ретроспективный анализ историй болезни 2427 пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков, прооперированных в период с 2012 по 2015 гг. Судя по протоколам оперативного вмешательства, из них в 63 случаях планировалось проведение оперативного вмешательства в объеме дискэктомии и пластики дефекта фиброзного кольца. Однако, по факту, данное вмешательство было выполнено в 42 случаях (66,7 %). В остальных случаях интраоперационно было принято решение не выполнять пластику дефекта фиброзного кольца. Основания для принятия данного решения приведены на таблице 5.

Таблица 5 – Причины, влияющие на ход оперативного вмешательства

Причины	Количество пациентов	%
Высота МПД < 5 мм	9	42,9
Краевые костные разрастания тел смежных позвонков	3	14,3
Оссифицированная грыжа МПД	2	9,5
Вакуум-феномен МПД	3	14,3
Дефект фиброзного кольца больших размеров (>12 мм в ширине)	4	19
Всего	21	100

В большинстве случаев (42,9 %), выполнить пластику дефекта фиброзного кольца не удалось в связи с низкой высотой МПД (<5 мм). Наличие краевых костных разрастаний и оссификации грыжевого фрагмента (23,8 %) не позволило установить имплантат закрытия дефекта фиброзного кольца. В трех случаях был выявлен вакуум-феномен МПД, в четырех случаях был обнаружен большой дефект фиброзного кольца, в связи с чем, использование имплантата закрытия дефекта ФК считалось не целесообразным.

В данной главе описаны результаты хирургического лечения 42 пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков, оперированных

методом дискэктомии с пластикой дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid». Половозрастная характеристика пациентов приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Половозрастная характеристика пациентов ретроспективного исследования

	Количество	%	Возраст (M ± SD)
Мужчины	24	57,2	38,3 ± 10,9
Женщины	18	42,8	38,5 ± 10,7
Итого	42	100	38,2 ± 10,8

Превалируют пациенты мужского пола, средний возраст пациентов составил  $38,2 \pm 10,8$  лет (от 17 до 63 лет).

Основные радиологические и томографические параметры до оперативного вмешательства приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные радиологические и томографические параметры

Параметры оценки	Количество пациентов	%
Тип грыжи:		
протрузионный	26	61,9
экструзионный	10	23,8
секвестрированный	6	14,3
Уровень грыжи - L3-L4; L4-L5; L5-S1	2; 17; 23	4,8; 40,5; 54,8
Ретролистез (есть : нет)	10 : 32	23,8 : 76,2
Степень дегенерации МПД по Pfirrmann		
I	1	2,4
II	5	11,9
III	27	64,3
IV	9	21,4
Стадия дегенерации дугоотростчатых суставов по Grogan		
I; II; III	18; 20; 4	42,8; 47,6; 9,5
Стадия субхондрального склероза дугоотростчатых суставов по Grogan		
I; II; III	14; 26; 2	33,3; 61,9; 4,8
Изменения тел позвонков по типу Modic		
нет изменений; I; II	32; 8; 2	76,2; 19; 4,8

Чаще встречались пациенты с протрузионным типом грыжи (61,9 %) на уровне L5-S1 (54,8 %), с III стадией дегенерации МПД по Pfirrmann (64,3 %). У

23,8 % пациентов были выявлены изменения замыкательных пластинок по типу Modic. Преобладало количество пациентов с II стадией дегенерации и субхондрального склероза дугоотростчатых суставов, согласно классификации Grogan.

Все пациенты оперированы по поводу компрессионных синдромов, резистентных к консервативному лечению, обусловленных грыжей МПД. Помимо компрессионных синдромов, также, были диагностированы некомпрессионные (рефлекторно-болевые) синдромы. Во всех случаях проведено удаление грыжи диска, микродискэктомия и пластика дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid». Размеры дефекта фиброзного кольца измерялись с помощью шаблонов для подбора соответствующего имплантата. Продолжительность оперативного вмешательства составила  $59,5 \pm 14,8$  минут, объем кровопотери равнялся  $61,1 \pm 32,8$  мл.

Все пациенты активизированы в день оперативного вмешательства, средний показатель койко-дня составил 5,8. В разных сроках, 40 пациентов были доступны контрольному осмотру и обследованию. Контакт с двумя пациентами (4,8 %) был потерян, в связи с чем, они не были включены в исследование. Срок наблюдения составил  $33,6 \pm 10,9$  мес.

В послеоперационном периоде у всех пациентов корешковый болевой синдром прошел полностью (показатели ВАШ снизились с 7,2 до 0,5 баллов,  $p < 0,05$ ) (таблица 8).

Таблица 8 – Показатели ВАШ, Освестри в разных сроках ( $M \pm SD$ )

	До оперативного вмешательства	На момент выписки из стационара	Контроль (через $33,6 \pm 10,9$ мес.)
ВАШ-спина	$4,9 \pm 1,6$	$3,9 \pm 1,1$	$0,8 \pm 1,6$
ВАШ-нижние конечности	$7,2 \pm 1,4$	$0,5 \pm 1$	$0,7 \pm 1,8$
Индекс Освестри	$64,2 \pm 11,4$	-	$8,4 \pm 17,8$

В некоторых случаях, в послеоперационном периоде для лечения некомпрессионных синдромов проводилось консервативное лечение. На

момент выписки из стационара интенсивность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника составила  $3,9 \pm 1,1$  баллов, при сравнении с дооперационными показателями достоверного различия не обнаружено ( $p > 0,05$ ). Индекс Освестри через 33,6 месяцев составил  $8,4 \pm 17,8$ , что указывает на практически полное восстановление трудоспособности пациентов.

В контрольных обследованиях, опираясь на результаты томографических исследований, нами было изучено состояние позвоночного двигательного сегмента. В сроке наблюдения через 33,6 месяцев отмечалось прогрессирование дегенерации МПД согласно классификации Pfirrmann практически у всех пациентов (рисунок 6).

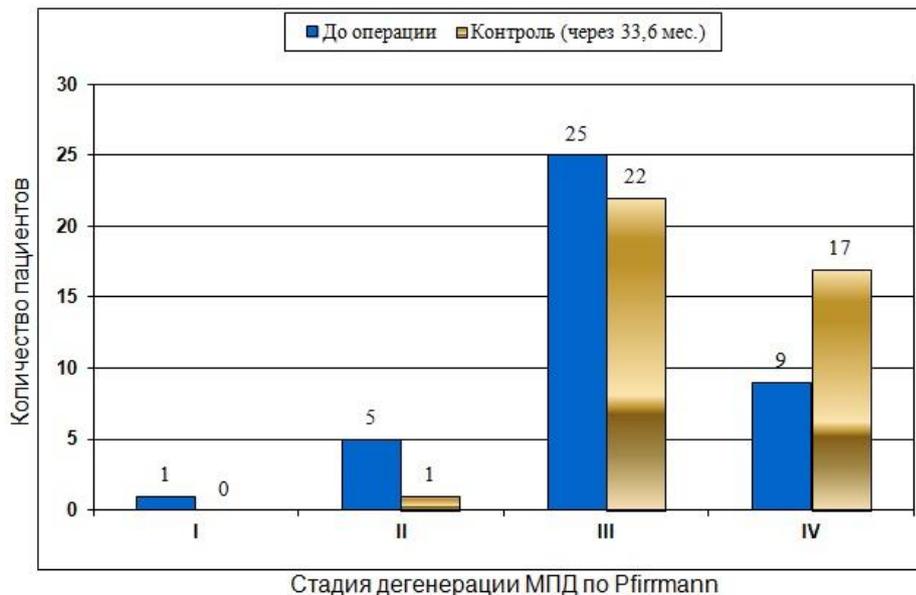


Рисунок 6 – Количество пациентов согласно стадиям дегенерации МПД по классификации Pfirrmann

Через 33,6 месяца у 42,5 % пациентов обнаружена IV стадия дегенерации МПД по Pfirrmann, когда как до операции доля таких пациентов составила 22,5 %. Количество пациентов с I–III стадиями дегенерации МПД уменьшилось с 77,5 % до 57,5 %.

На контрольных обследованиях у всех пациентов было отмечено снижение высоты МПД. Индекс высоты диска снизился с 0,27 до 0,22.

Сравнение этих показателей с использованием критерия Вилкоксона выявило достоверное различие ( $p < 0,05$ ) (рисунок 7).

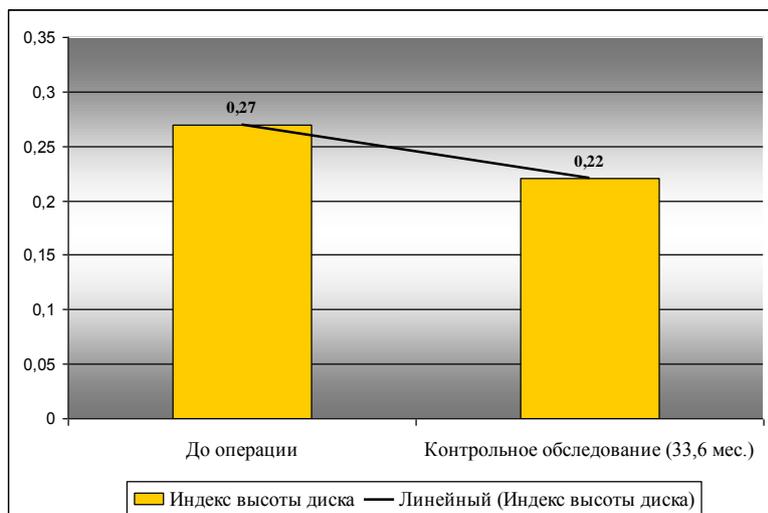


Рисунок 7 – Динамика изменения индекса высоты диска до- и через 33,6 мес. после операции

Частота появления изменений Modic и резорбции замыкательных пластинок в данной выборке приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Частота и структура изменений замыкательных пластинок оперированных позвоночно-двигательных сегментов

Оцениваемые характеристики ПДС		До операции		Через 33,6 ± 10,9 мес.	
		Количество пациентов	%	Количество пациентов	%
Изменения по типу Modic	I	8	19	13	32,5
	II	2	4,8	8	20
	III	-	-	2	5
	Нет изменений	32	76,2	17	42,5
Очаги резорбции замыкательной пластинки вышележащего позвонка		7	17,5	22	55
Очаги резорбции замыкательной пластинки обоих позвонков ПДС		2	5	7	17,5

В сроке через 33,6 месяца у 23 пациентов, по данным МРТ выявлены изменения по типу Modic, что составила 57,5 %. До операции всего 7 пациентам было проведено МСКТ поясничного отдела позвоночника, в которых были выявлены очаги резорбции замыкательных пластинок. Через 33,6 месяца у 22 пациентов (55 %) были выявлены очаги резорбции замыкательных пластинок вышележащего позвонка, у 7 из них очаги резорбции также были обнаружены в нижележащем позвонке (вокруг якоря имплантата). Очаги резорбции на примере пациента Л. приведены на рисунке 8.

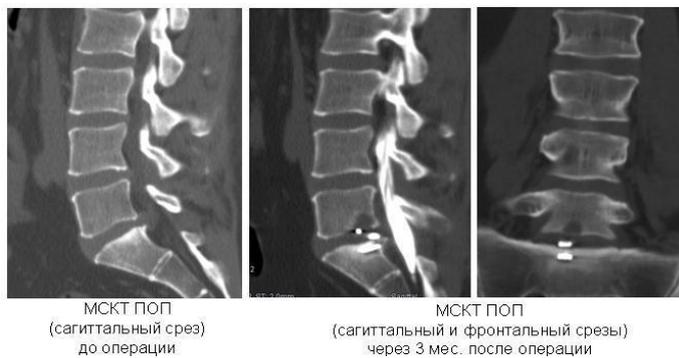


Рисунок 8. МСКТ больного Л. с очагами резорбции вокруг имплантата

Для изучения предикторов неблагоприятных результатов был проведен корреляционный анализ. Основными признаками неблагоприятного результата считались рецидив болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника, в нижних конечностях, повторные хирургические вмешательства. Корреляция этих параметров проведена со всеми базовыми характеристиками пациентов. На таблице 10 приведены наиболее значимые корреляционные взаимосвязи.

Таблица 10 – Параметры коэффициента корреляции Кендалла между клинико-радиологическими и базовыми характеристиками пациентов

	Стат-параметры	ВАШ спина (контроль)	ВАШ нога (контроль)	Овестри (контроль)	Стадия дегенерации МПД по Pfirrmann	ИВД	Очаги резорбции нижележащего позвонка (контроль)	Очаги резорбции вышележащего позвонка (контроль)	Изменения по типу Modic (контроль)	Возраст
ВАШ спина (контроль)	tau	1	-	0,32	<b>0,53</b>	<b>- 0,46</b>	0,38	0,36	0,4	0,3
	p	<0,0001	0,083	0,091	<b>0,002</b>	<b>0,207</b>	0,237	0,119	0,223	0,044
ВАШ нога (контроль)	tau	-	1	0,39	- 0,29	0,28	- 0,32	- 0,19	- 0,21	0,33
	p	0,083	<0,0001	0,091	0,542	0,672	0,193	0,467	0,687	0,091
Овестри (контроль)	tau	0,32	0,39	1	- 0,3	0,35	- 0,17	0,12	0,16	0,36
	p	0,091	0,091	<0,0001	0,831	0,658	0,202	0,377	0,111	0,679
Стадия дегенерации и МПД по Pfirrmann	tau	<b>0,53</b>	- 0,29	- 0,3	1	<b>- 0,47</b>	<b>0,51</b>	<b>0,54</b>	0,19	0,48
	p	<b>0,002</b>	0,542	0,831	<0,0001	<b>0,036</b>	<b>0,042</b>	<b>0,041</b>	0,099	0,155
ИВД	tau	<b>- 0,46</b>	0,28	0,35	<b>- 0,47</b>	1	<b>0,57</b>	<b>0,61</b>	0,44	<b>- 0,45</b>
	p	<b>0,207</b>	0,672	0,658	<b>0,036</b>	<0,0001	<b>0,044</b>	<b>0,037</b>	0,601	<b>0,537</b>
Очаги резорбции нижележащего позвонка (контроль)	tau	0,38	- 0,32	- 0,17	<b>0,51</b>	<b>- 0,57</b>	1	0,22	0,31	<b>0,46</b>
	p	0,237	0,193	0,202	<b>0,042</b>	<b>0,044</b>	<0,0001	0,299	0,928	<b>0,035</b>
Очаги резорбции вышележащего позвонка (контроль)	tau	0,36	- 0,19	0,12	<b>0,54</b>	<b>- 0,61</b>	0,22	1	0,19	<b>0,52</b>
	p	0,119	0,467	0,377	<b>0,041</b>	<b>0,037</b>	0,299	<0,0001	0,339	<b>0,041</b>
Изменения по типу Modic (контроль)	tau	0,4	- 0,21	0,16	0,19	0,44	0,31	0,19	1	0,39
	p	0,223	0,687	0,111	0,099	0,601	0,928	0,339	<0,0001	0,118
Возраст	tau	0,3	0,33	0,36	0,48	<b>- 0,45</b>	<b>0,46</b>	<b>0,52</b>	0,39	1
	p	0,044	0,091	0,679	0,155	<b>0,537</b>	<b>0,035</b>	<b>0,027</b>	0,118	<0,0001

Жирным шрифтом выделены значимые коэффициенты.

Выявлена корреляция между ИВД, возрастом пациента и стадией дегенерации МПД по Pfirrmann с результатами оперативного вмешательства. Возраст пациентов положительно коррелирует с частотой возникновения очагов резорбции верхних и нижних замыкательных пластинок ( $p=0,035$  и  $p=0,027$  соответственно). ИВД имеет отрицательную взаимосвязь с интенсивностью болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника ( $p=0,207$ ), с частотой резорбции верхних и нижних замыкательных пластинок ( $p=0,044$  и  $p=0,037$  соответственно). Стадия дегенерации МПД по Pfirrmann также коррелирует с частотой резорбции верхних и нижних замыкательных пластинок ( $p=0,042$  и  $p=0,041$ , соответственно).

Интраоперационных осложнений в виде повреждения ТМО, нервных образований не было выявлено ни в одном случае. В послеоперационном периоде осложнения выявлены у двух пациентов (4,8 %). У одного пациента (2,4 %) на третьи сутки после операции отмечался рецидив корешкового болевого синдрома. МРТ-исследование выявило наличие эпидуральной гематомы, вызывающей компрессию дурального мешка. Учитывая выраженный болевой синдром и неэффективность консервативной терапии, было проведено ревизионное вмешательство, удаление эпидуральной гематомы, декомпрессия нервных корешков. У одного пациента (2,4 %) в послеоперационном периоде выявлено усугубление неврологического дефицита в виде нарастания пареза в нижней конечности до 3 баллов. Интраоперационно у данного пациента признаков повреждения корешка не было отмечено и усугубление неврологической симптоматики было обусловлено тракцией нервного корешка. Неврологический дефицит полностью регрессировал в течение 8 месяцев.

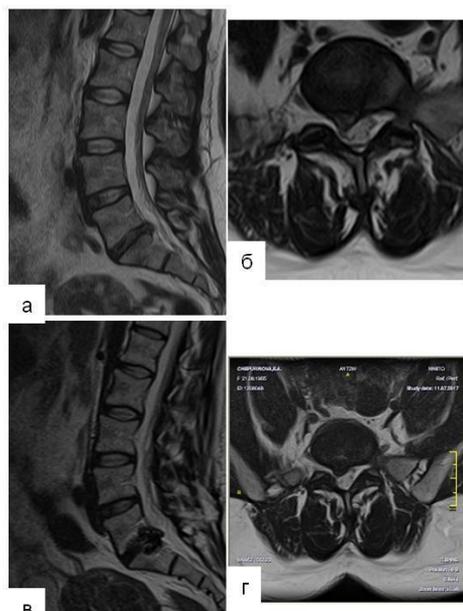
В данной выборке пациентов частота реопераций в сроке 33,6 месяцев составила 10 % (таблица 11).

Таблица 11 – Частота рецидивов грыжи диска и реопераций

Причина реоперации	Кол-во пациентов	%	Срок (мес.)	Тактика лечения
Рецидив грыжи диска с ипсилатеральной стороны	1	2,5	36	Реоперация, декомпрессия, ригидная фиксация
Рецидив грыжи диска с контрлатеральной стороны	1	2,5	6	Реоперация, удаление грыжи диска
Резорбция костной ткани вокруг имплантат, сегментарная нестабильность	2	5	3; 12	Реоперация, удаление имплантата, ригидная фиксация
Всего	4	10	14,3	-

Рецидив грыжи диска на оперированном уровне с ипсилатеральной стороны был выявлен лишь у одного пациента (2,5 %) через 36 месяцев после операции (рисунок 9). В одном случае, рецидив выявлен на оперированном уровне с контрлатеральной стороне. Рецидив грыжи диска на оперированном

уровне без проявления клинических признаков (бессимптомный рецидив), не был выявлен ни у одного пациента. У двух пациентов в сроке через 3 и 12 месяцев появилась стойкая люмбалгия. Радиологический и нейровизуализационный методы лечения выявили потерю высоты диска, очаги резорбции вокруг имплантата и признаки сегментарной нестабильности. Данных за рецидив грыжи диска не было выявлено.



МРТ пациента Ч.: а, б – до операции;  
в, г – через 36 месяцев после операции

Рисунок 9 – МРТ-снимки рецидива грыжи диска на оперированном уровне с ипсилатеральной стороны через 36 месяцев после операции

## Обсуждение

В данной главе проведено изучение результатов хирургического лечения 42 пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков методом дискэктомии и пластики дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid». Срок наблюдения пациентов составил 33,6 месяца. На момент оформления данной работы, в литературе, нам не встречались исследования с таким сроком наблюдения. Существующие работы отражают результаты первых двух лет после оперативного вмешательства [37, 44, 97, 100, 101, 118, 119].

Полученные клинические результаты в данной выборке пациентов сопоставимы с данными литературы [88, 100, 101, 109]. Рецидив грыжи диска и

реоперация на уровне оперативного вмешательства зафиксированы в 5 % и 10 % случаев соответственно. В исследовании Ledic et al. [100] частота реопераций составила 4,2 % через 2 года после операции. В работе Kursumovich et al [97] частота рецидива грыжи диска составляет 4,1 % и реопераций 9,4 % в сроке наблюдения 15 месяцев.

В нашем исследовании, причиной реопераций в половине случаев было появление очагов резорбции вокруг имплантата, снижением высоты межпозвонкового диска и нестабильность сегмента. Основными причинами возникновения эрозивных изменений замыкательных пластинок (ЗП) после дискэктомии считают: их повреждение во время удаления пульпозного ядра [105], прогрессирование дегенерации МПД и, в случаях применения имплантата «Barricaid», механическое давление сетки имплантата на замыкательную пластинку смежного позвонка [36]. Некоторые исследователи считают, что возраст, женский пол и избыточная масса являются провоцирующими факторами возникновения повреждений замыкательных пластинок [115]. Другие авторы не выявили связь между возникновением этих изменений с возрастом, полом, ИМТ или курением [36]. Нами было выявлена корреляционная взаимосвязь между возрастом, ИВД и стадией дегенерации МПД по Pfirrmann с частотой возникновения очагов резорбции замыкательных пластинок тел смежных позвонков.

Наше исследование показало, что в трети случаев интраоперационно не удается провести пластику дефекта фиброзного кольца. Хотя у всех пациентов, запланированных на пластику дефекта ФК, на предоперационном обследовании высота диска равнялась  $\geq 5$  мм, согласно результатов МРТ. По данным Kursumovich et al [96], из 276 пациентов у 9 (3,3 %) из них не удалось выполнить пластику дефекта фиброзного кольца. Авторы не уточняют, по каким причинам не удалось выполнить данную процедуру.

## **Резюме**

Частота рецидива грыжи диска после дискэктомии и пластики дефекта фиброзного кольца составила 5 %, частота реопераций – 10 %. Неблагоприятные результаты операции, требующие повторных вмешательств, в основном зафиксированы в первом году после оперативного вмешательства. В сроке наблюдения  $33,6 \pm 10,9$  мес. у 57,5 % пациентов обнаружены очаги резорбции замыкательных пластинок. ИВД, стадия дегенерации МПД по Pfirrmann и возраст пациентов коррелируют с частотой неблагоприятных результатов оперативного вмешательства.

Пластику дефекта фиброзного кольца после дискэктомии не удалось выполнить в 33,3 % случаев. Выявлены соедующие факторы, препятствующие выполнению данного вмешательства, являлись: высота МПД менее 5 мм (42,9 %), краевые костные разрастания тел позвонков и оссификация грыжевого фрагмента (23,8 %), крупные дефекты ФК (более 12 мм) и вакуум-феномен МПД (14,3 %). Выполнение МСКТ поясничного отдела позвоночника на предоперационном этапе обследования позволяет определить возможности пластики дефекта фиброзного кольца, выбрать оптимальный вариант оперативного вмешательства.

## ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ГРЫЖАМИ ПОЯСНИЧНЫХ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ МЕТОДАМИ ЛИМИТИРОВАННОЙ ДИСКЭКТОМИИ И В СОЧЕТАНИИ С ПЛАСТИКОЙ ДЕФЕКТА ФИБРОЗНОГО КОЛЬЦА

### 4.1 Общая характеристика пациентов сравниваемых групп

В рандомизированное контролируемое исследование включено 188 пациентов. Основные характеристики пациентов (числовые данные) представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Основные характеристики пациентов сравниваемых групп (числовые данные)

Параметры оценки	Основная группа		Группа сравнения		p*
	М	Медиана (квартили) Ме (25%; 75%)	М	Медиана (квартили) Ме (25%; 75%)	
Количество пациентов	91		97		-
Возраст, лет	38,4	37 (29,5 ; 45)	38,5	38 (31 ; 45)	0,839
ИМТ	26,7	25,9 (22,9 ; 29,8)	26,2	25,9 (23,4 ; 28,7)	0,711
ИВД	0,29	0,28 (0,26 ; 0,31)	0,28	0,27 (0,25 ; 0,31)	0,489
Объем сегментарного движения, в °	4,5	4 (3 ; 6)	4,7	4 (3 ; 7)	0,339
Угол поясничного лордоза, в °	41,9	42 (32 ; 53)	42,5	45 (31 ; 53)	0,743
Площадь дефекта фиброзного кольца, в мм <sup>2</sup>	48,1	50 (42 ; 50)	48,2	50 (45 ; 50)	0,819
Объем диска, в см <sup>3</sup>	12,1	11,7 (10 ; 13,9)	12,3	11 (9,5 ; 15)	0,884
Объем дискэктомии (в см <sup>3</sup> )	1,5	1,5 (1 ; 1,9)	1,6	1,5 (1,2 ; 1,8)	0,186
Объем дискэктомии (в % от объема диска)	12,7	11,5 (8,7 ; 15,7)	13,5	12,2 (9,5 ; 17)	0,445
Койко-день	7,3	7 (6 ; 9)	6,9	7 (6 ; 8)	0,203

\* В качестве критерия для сравнения групп мы использовали критерий Вилкоксона. При уровне значимости (p.value) менее 0,05, мы считаем, что существуют значимые различия между группами.

По возрастной характеристике, ИМТ, ИВД, объему сегментарного движения, углу поясничного лордоза, объему диска, объему дискэктомии и

койко-дня исследуемые группы пациентов между собой статистически не различались (по критерий Вилкоксона  $p > 0,05$ ).

Возраст пациентов составил от 17 до 70 лет, среди них 103 мужчин – (54,8 %) и 85 женщин – (45,2 %). Более 85 % пациентов были в трудоспособном возрасте (рисунок 10).



Рисунок 10 – Распределение пациентов по возрасту в группах исследования

Для сравнения групп между собой по параметрам с категориальными данными мы использовали критерий хи-квадрат. Результаты приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Основные характеристики пациентов сравниваемых групп  
(категориальные данные)

Параметры оценки		Основная группа		Группа сравнения		p*
		Кол-во	%	Кол-во	%	
Количество пациентов (n=188)		91		97		-
Пол	мужчины (%)	49	53,8	54	55,7	0,917
	женщины (%)	42	46,2	53	44,3	
Курение	Да (%)	48	52,7	23	23,7	<0,001
	Нет (%)	43	47,3	74	76,3	
Тип грыжи:	• эластическая протрузия	12	13,2	10	10,3	0,303
	• секвестрированная протрузия	28	30,7	37	38,1	
	• частичный пролапс диска	20	22	13	13,4	
	• полный пролапс	31	34,1	37	38,1	
Уровень грыжи	L3-L4	7	7,7	6	6,2	0,754
	L4-L5	44	48,4	52	53,6	
	L5-S1	40	43,9	39	40,2	
Ретролистез	есть	19	20,9	17	17,5	0,690
	нет	72	79,1	80	82,5	
Стадия дегенерации МПД по Pfirrmann	II	14	15,4	11	11,3	0,131
	III	74	81,3	86	88,7	
	IV	3	3,3	-	-	
Стадия дегенерации дугоотростчатых суставов по Grogan	I	11	12,1	4	4,1	0,135
	II	51	56	64	66	
	III	28	30,8	29	29,9	
	IV	1	1,1	-	-	
Стадия субхондрального склероза ДС по Grogan	I	37	40,7	29	29,9	0,225
	II	45	49,4	60	61,9	
	III	9	9,9	8	8,3	
	IV	-	-	-	-	
Изменения тел позвонков по типу Modic	нет изменений	78	85,7	83	85,6	0,998
	I	6	6,6	7	7,2	
	II	6	6,6	6	6,2	
	III	1	1,1	1	1	
Очаги резорбции ЗП вышележащего позвонка	есть	8	8,8	12	12,4	0,576
	нет	83	91,2	85	87,6	
Очаги резорбции ЗП нижележащего позвонка	есть	4	4,4	7	7,2	0,539
	нет	87	95,6	90	92,8	

\* В качестве критерия для сравнения групп мы использовали критерий хи-квадрат. При уровне значимости (p.value) менее 0,05, мы считаем, что существуют значимые различия между группами.

Как видно из таблицы 13, по половому признаку, уровню оперативного вмешательства, типу грыжевого выпячивания, наличию смещения позвонка в

нейтральном положении (ретролистез), стадии дегенерации МПД, согласно классификации Pfirrmann, стадии дегенерации и субхондрального склероза ДС по классификации Grogan, наличию изменений замыкательных пластинок по типу Modic, наличию очагов резорбции замыкательных пластинок тел смежных позвонков исследуемые группы между собой достоверно не отличались (по критерию хи-квадрат  $p > 0,05$ ).

В нашем исследовании наблюдался, в основном, протрузионный тип грыжевого выпячивания (рисунок 11). При сравнении групп между собой по типу грыжевого выпячивания с использованием критерия хи-квадрат, достоверной разницы между ними не было выявлено ( $p = 0,303$ )

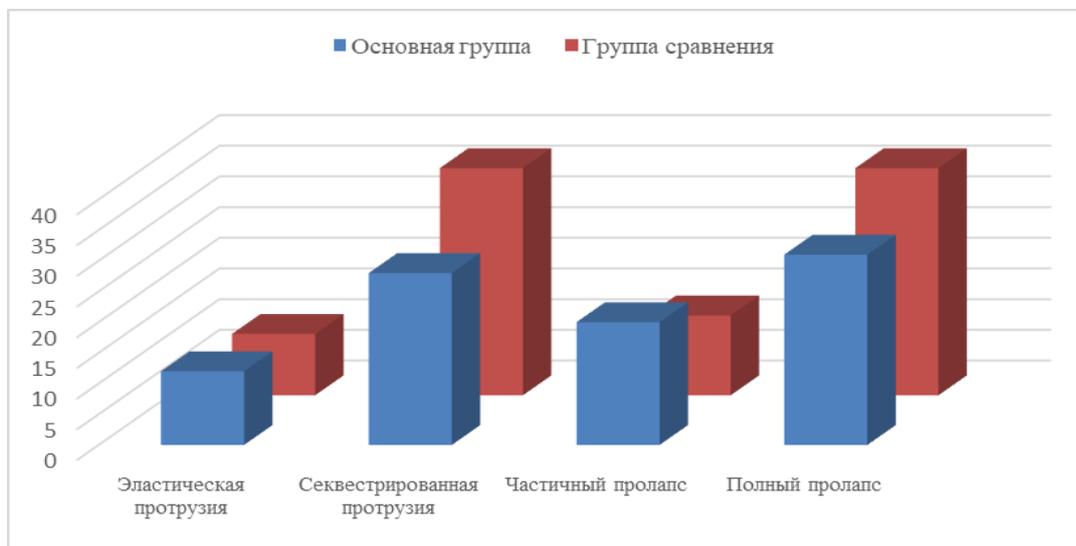


Рисунок 11 – Градация типа грыж между группами

Доминирующей локализацией поражений у пациентов обеих групп был уровень L4–L5. По локализации поражения группы пациентов между собой статистически не различались ( $p = 0,754$ , для сравнения мы использовали критерий хи-квадрат, рисунок 12).

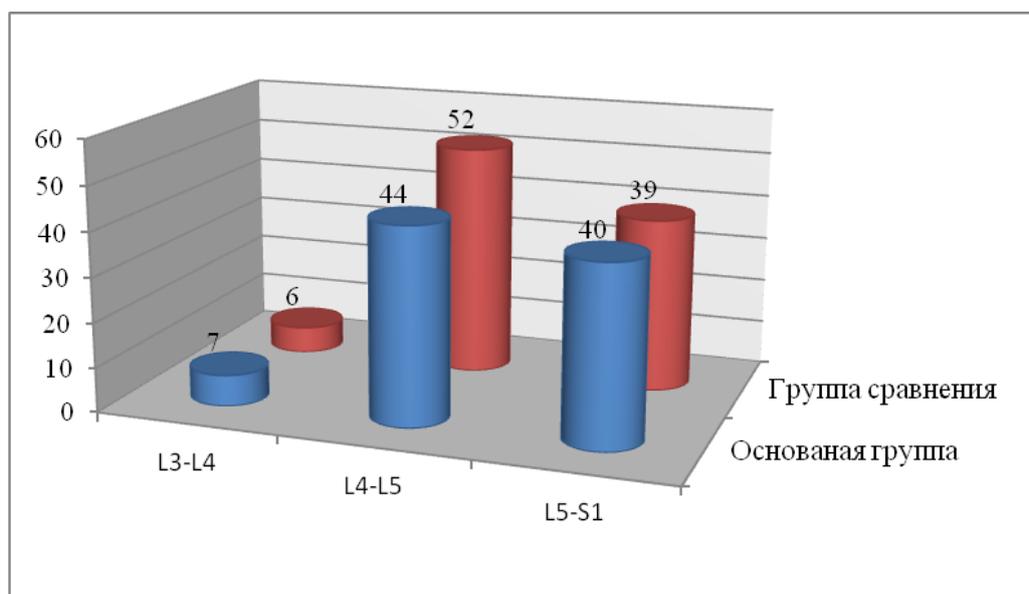


Рисунок 12 – Градация уровней локализации поражения у пациентов двух групп исследования

По одному показателю (факт курения) выявлена достоверная разница между группами ( $p < 0,001$ ) – в основной группе количество пациентов-курильщиков было достоверно больше. Таким образом, из более 20 оцениваемых параметров на дооперационном уровне группы между собой достоверно различались только по одному параметру, что составляет менее 5 %.

В некоторых случаях, для выявления ведущего клинического синдрома проводились пункционные лечебно-диагностические манипуляции. Наряду с компрессионными корешковыми синдромами, также были диагностированы некомпрессионные синдромы остеохондроза поясничного отдела позвоночника (таблица 14).

1. Местные болевые синдромы (люмбалгия, люмбаго).
2. Рефлекторно-болевые отраженные синдромы (люмбоишиалгия, псевдоабдоминальные боли, псевдогенитальные боли).
3. Рефлекторные миосклеротомные или дистрофические синдромы (коленный эпикондилит, трохантериит, голеностопные и стопные периартрозы, метатарзальгия).

4. Рефлекторные миодистонические синдромы, включая рефлекторно-компрессионные или туннельные синдромы (грушевидной мышцы, малой ягодичной мышцы, средней ягодичной мышцы).

Таблица 14 – Рефлекторно-болевые синдромы у пациентов основной и группы сравнения (в абсолютных числах)

Рефлекторно-болевые (некомпрессионные) синдромы	Количество синдромов	
	Основная групп	Группа сравнения
Местные болевые	91	97
Рефлекторно-болевые отраженные	44	49
Рефлекторные дистрофические	20	17
Рефлекторные миодистонические	25	31
Всего синдромов	180	194

В послеоперационном периоде у некоторых пациентов выраженный болевой синдром, обусловленный некомпрессионными синдромами, потребовал проведения комплексного лечения.

Проводилась сравнительная оценка продолжительности оперативного вмешательства и объема интраоперационной кровопотери между исследуемыми группами (таблица 15).

Таблица 15 – Общая сравнительная характеристика параметров оперативного вмешательства

Параметры	Основная группа		Группа сравнения		p*
	Среднее (М)	Ме (квартили) (25%; 75%)	Среднее (М)	Ме (квартили) (25%; 75%)	
Продолжительность хирургического вмешательства, мин	61,5	60 (50 ; 70)	53,8	50 (40 ; 65)	0,002
Объем интраоперационной кровопотери, мл	69,1	50 (40 ; 72,5)	59,1	50 (50 ; 50)	0,721

\* В качестве критерия для сравнения групп мы использовали критерий Вилкоксона. При уровне значимости (p.value) менее 0,05, мы считаем, что существуют значимые различия между группами.

Продолжительность оперативного вмешательства была достоверно больше в основной группе. Это связано с установкой имплантата закрытия дефекта ФК. По объему интраоперационной кровопотери группы между собой

достоверно не различались, хотя объем кровопотери был несколько больше в основной группе.

Количество койко-дней в сравниваемых группах приведено в таблице 16. Около 70 % пациентов лежали в стационаре от 5 до 7 дней.

Таблица 16 – Количество койко-дней в исследуемых группах

Количество койко-дней	Основная группа		Группа сравнения	
	Кол-во пациентов	%	Кол-во пациентов	%
2	2	2,2	-	-
3	2	2,2	2	2,1
4	1	1,1	8	8,2
5	19	20,9	15	15,5
6	14	15,4	16	16,5
7	30	32,9	31	31,9
8	7	7,7	12	12,4
9	11	12,1	6	6,2
10	2	2,2	4	4,1
11	3	3,3	1	1
12	-	-	1	1
13	-	-	1	1

#### **4.2 Результаты хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков методом лимитированной дискэктомии в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца**

Проведен внутригрупповой анализ результатов хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных МПД методом лимитированной дискэктомии и пластики дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid». У всех пациентов в послеоперационном периоде отмечалось достоверное снижение интенсивности болевого синдрома в нижних конечностях. Показатели интенсивности болевого синдрома в спине на момент выписки не отличались от дооперационных, однако, в сроках наблюдения выявлено их достоверное снижение. Сравнение интенсивности болевого синдрома в нижних конечностях

на момент выписки из стационара, через 3, 6 и 12 месяцев после оперативного вмешательства выявило её достоверное снижение,  $p < 0,0001$  (рисунок 13).

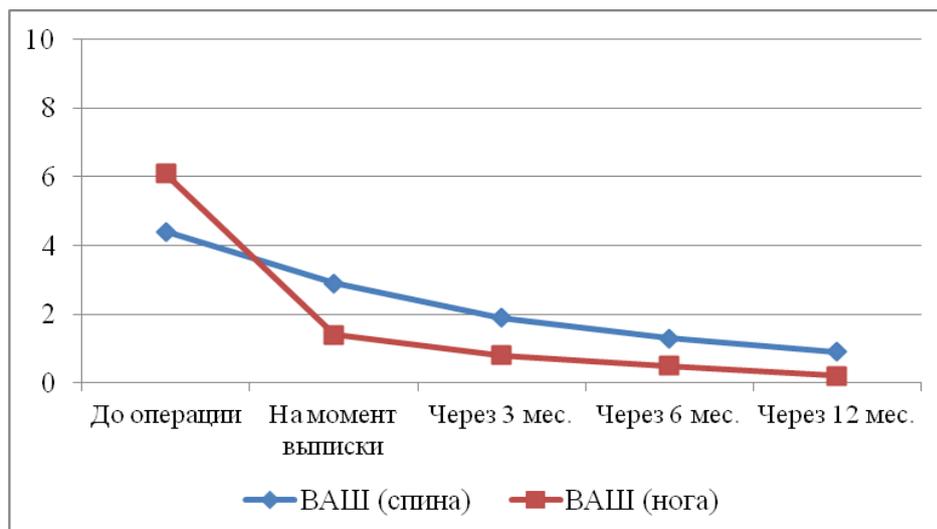


Рисунок 13 – Динамика интенсивности болевого синдрома по VAS

При оценке степени нарушения функциональной активности по опроснику Освестри до оперативного вмешательства были получены следующие данные:  $M \pm SD = 56 \pm 12,7$ ,  $Me (25\%; 75\%) = 53,3 (48; 62)$ , что говорит о значительном нарушении дееспособности пациентов до операции. В сроках наблюдения через 3, 6 и 12 месяцев отмечалось достоверное снижение показателей Освестри ( $p < 0,0001$ ), что свидетельствует о восстановлении повседневной активности пациентов (рисунок 14).

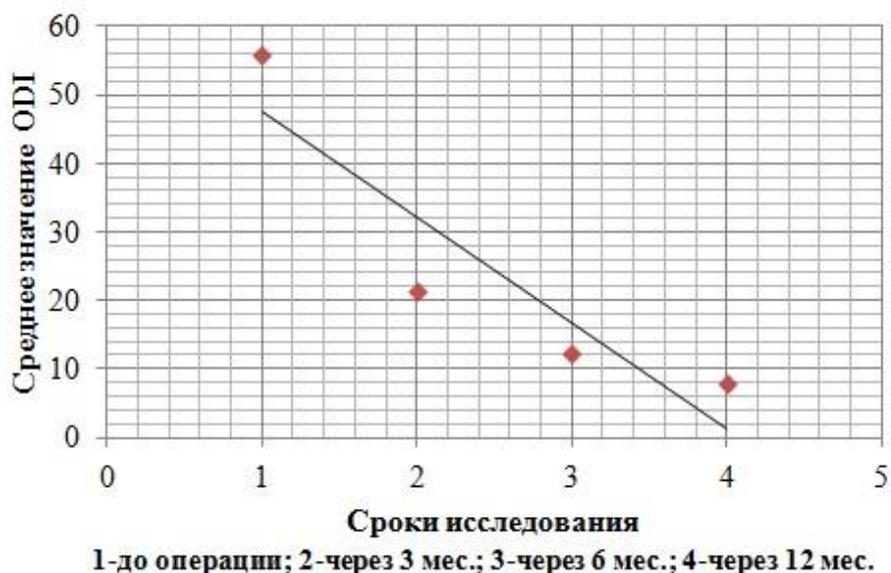


Рисунок 14 – Динамика индекса нетрудоспособности по ODI

Через 3 мес. неудовлетворительный результат отмечен у 4-х пациентов (4,4 %). Неудовлетворительный результат был обусловлен рецидивом болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника. По данным рентгенографии ПОП, сегментарной нестабильности, миграции имплантата не было выявлено. Дополнительно, этим пациентам была проведена МСКТ ПОП, по данным которой, не было выявлено миграции имплантата и резорбции костной ткани вокруг него. Болевой синдром был обусловлен спондилоартрозом позвоночника. Этим пациентам была выполнена радиочастотная денервация дугоотростчатых суставов с положительным эффектом.

При оценке динамики изменения индекса высоты межпозвонкового диска выявлено достоверное его снижение в сроках наблюдения ( $p < 0,0001$ ).

В основной группе частота осложнений составила 6,6 % (6 случаев): повреждение замыкательной пластинки, повреждение ТМО, рефлекторная задержка мочеиспускания, усугубление неврологического дефицита, постинтубационный фарингит, посткатетерный тромбофлебит левой верхней конечности. Рецидив грыжи диска на оперированном уровне с ипсилатеральной стороны ни у одного пациента не выявлен, с контрлатеральной стороны выявлен в одном случае (1,1 %). У данного пациента через 1 месяц после операции появились выраженные боли (по ВАШ 7 баллов) в противоположной ноге. По данным МРТ, выявлена грыжа диска на оперированном уровне с контрлатеральной стороне, при этом, стояние имплантата было правильным. Учитывая выраженный болевой синдром, пациенту проведена повторная операция, выполнено удаление имплантата, грыжи диска с последующей микродискэктомией.

В основной группе у одного пациента (1,1 %) через 6 месяцев после операции выявлен рецидив болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и нижних конечностях. Данных за рецидив грыжи диска, основываясь на МРТ ПОП определено не было. По данным МСКТ ПОП выявлены очаги резорбции костной ткани вокруг якоря и сетки имплантата, снижение высоты МПД. Рентгенография поясничного отдела позвоночника не

выявила сегментарной нестабильности, но, в связи с болевым синдромом, движение в поясничном отделе позвоночника у пациента было ограничено. Пациент был повторно оперирован. Интраоперационно была выявлена несостоятельность имплантата, сегмент был достаточно мобильным. Выполнено удаление имплантата и спондилодез 360°.

Бессимптомный рецидив грыжи диска в основной группе выявлен у 1 пациента (1,1 %). Грыжа выявлена на оперированном уровне с контрлатеральной стороны через 12 месяцев после операции, при этом пациент не предъявлял жалобы на боль в поясничном отделе позвоночника или нижних конечностях.

Таким образом, частота «хороших» и «удовлетворительных» результатов составила 92,3 % через 12 месяцев после операции (оценка по индексу нетрудоспособности Освестри) у пациентов, оперированных методом лимитированной дискэктомии с пластикой дефекта ФК. Рецидив болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника в сроках наблюдения у некоторых пациентов был обусловлен спондилоартрозом. Частота реопераций составила 2,2 %. Рецидив грыжи диска в сроке 12 месяцев выявлен лишь у одного пациента – 1,1 %.

### **Клинический пример №1.**

Пациентка К., 27 лет, поступила в нейрохирургическое отделение №2 с жалобами на боли по задней поверхности правого бедра и голени, наружной поверхности стопы, усиливающиеся при ходьбе.

Из анамнеза известно, что боли в поясничном отделе позвоночника эпизодически беспокоили после физической нагрузки. Боли в правой ноге появлялись семь месяцев назад. Была обследована по месту жительства. По данным МРТ поясничного отдела позвоночника выявлена грыжа диска L5-S1 справа. Получила курс амбулаторной консервативной терапии по месту жительства с временным улучшением. В связи с сохраняющимся болевым синдромом обратилась в Новосибирский НИИТО.

При поступлении в клинику пациентка была соматически компенсирована. В неврологическом статусе: сознание ясное. Зрачки D=S, глазные щели D=S, фотореакции хорошие. Сухожильные рефлексy с рук D=S средней живости, с ног: коленные D=S, ахилловы, стопные D<S. Парезов нет. Тонус в нижних конечностях сохранен. Гипестезия в зоне дерматома S1 справа. Функция тазовых органов в норме. Симптом Ласега справа 45 градусов. Координаторные пробы выполняет четко. В позе Ромберга устойчива. Мозжечковых и менингеальных нарушений нет.

Данные анкетирования: VAS спина – 2, VAS нога – 6, ODI – 52.

На рентгенограммах выявлены характерные признаки дегенеративного поражения поясничного отдела позвоночника с левосторонним грудно-поясничным сколиотическим компонентом (рисунок 15).

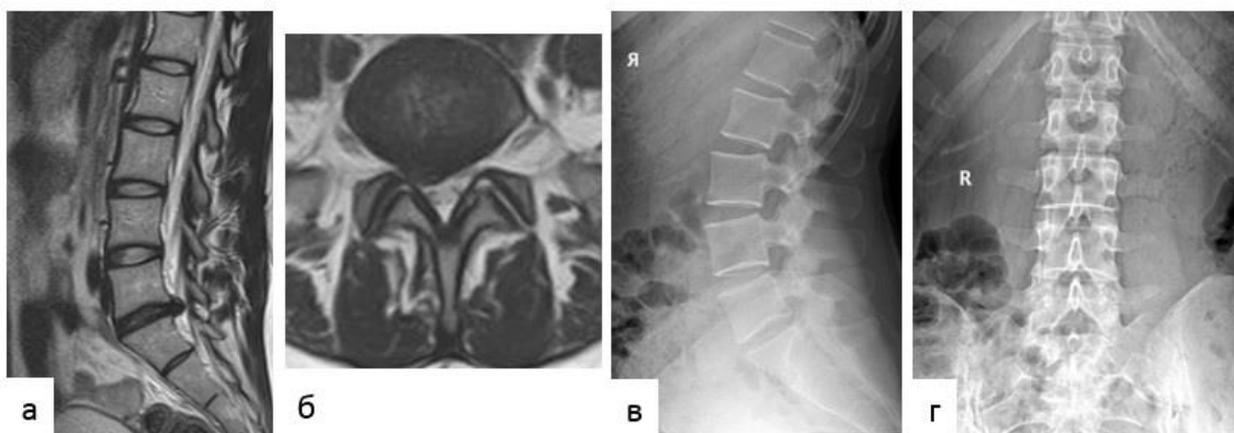


Рисунок 15 – МРТ поясничного отдела позвоночника (а, б), рентгенография ПОП в боковой (в) и прямой проекциях (г)

МРТ поясничного отдела позвоночника (рисунок 16 а, б): дегенеративные изменения межпозвонкового диска L5-S1. Правосторонняя грыжа диска L5-S1 (6,5 мм), вызывающая сужение латерального кармана позвоночного канала. Спондилоартроз 1 степени.

После получения информированного согласия пациентка была включена в данное исследование. Рандомизация определила её в основную группу.

Проведено оперативное лечение в объеме: интерламинэктомия L5-S1 справа, микрохирургическая декомпрессия корешков спинного мозга, удаление грыжи диска, лимитированная дискэктомия L5-S1, пластика дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid». Продолжительность оперативного вмешательства составила 50 минут, объем кровопотери 30 мл, интраоперационно без осложнений. Пациентка активизирована в день оперативного вмешательства. Корешковый болевой синдром регрессировал. На момент выписки из стационара (5-е сутки после операции): VAS спина – 2, VAS нога – 0.

На контрольных осмотрах через 3, 6 и 12 мес. пациентка жалоб не предъявляла. Согласно протоколу исследования выполнены все контрольные обследования (рисунки 16-18). Через 2 месяца после операции пациентка вернулась к своему прежнему роду деятельности.



Рисунок 16 – Рентгенография ПОП (контроль) через 3 месяца (а, б), через 6 (в) и через 12 месяцев (г) после оперативного вмешательства. Стояние имплантата правильное

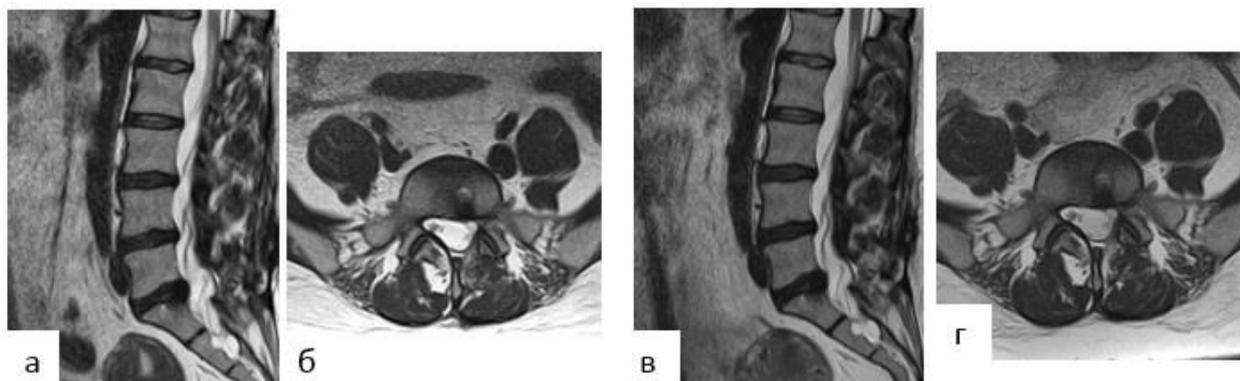


Рисунок 17 – МРТ ПОП через 6 (а, б) и 12 месяцев после оперативного вмешательства (в, г). Прогрессирования дегенерации МПД и ДС нет, данных за грыжи диска нет

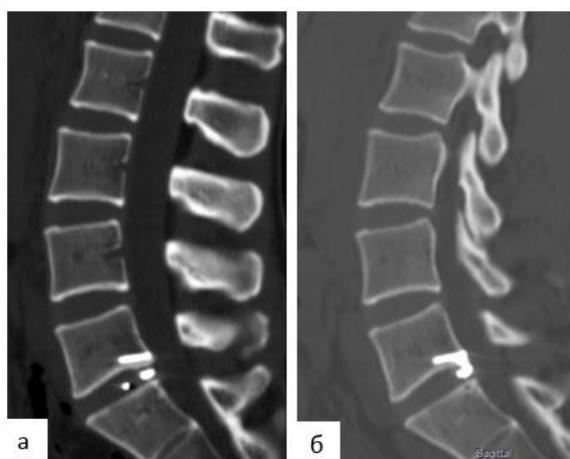


Рисунок 18 – МСКТ ПОП через 6 (а) и 12 месяцев после оперативного вмешательства. Положение имплантата в МПД правильное. Очагов резорбции костной ткани вокруг якоря имплантата его сетки нет. Эрозивных изменений замыкательных пластинок тел L4, L5 позвонков нет

В приведенном примере лимитированная дискэктомия и пластика дефекта фиброзного кольца позволили выполнить адекватную декомпрессию компремированного грыжей диска корешка, сохраняя при этом структуру и функции МПД, предотвратить рецидив грыжи диска на оперированном уровне, способствовать быстрому возвращению пациента в трудовую деятельность.

### 4.3 Результаты хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков методом лимитированной дискэктомии

Проведена оценка результатов хирургического лечения пациентов группы сравнения. У всех пациентов в раннем послеоперационном периоде отмечалось достоверное снижение интенсивности болевого синдрома в нижних конечностях. Сравнение интенсивности болевого синдрома в нижних конечностях до оперативного вмешательства и в сроках наблюдения (через 3, 6 и 12 месяцев) выявило её достоверное снижение. Показатель боль в спине по ВАШ на момент выписки не отличался от дооперационного, тем не менее, выявлено достоверное его снижение в сроках наблюдения,  $p < 0,0001$  (рисунок 19).

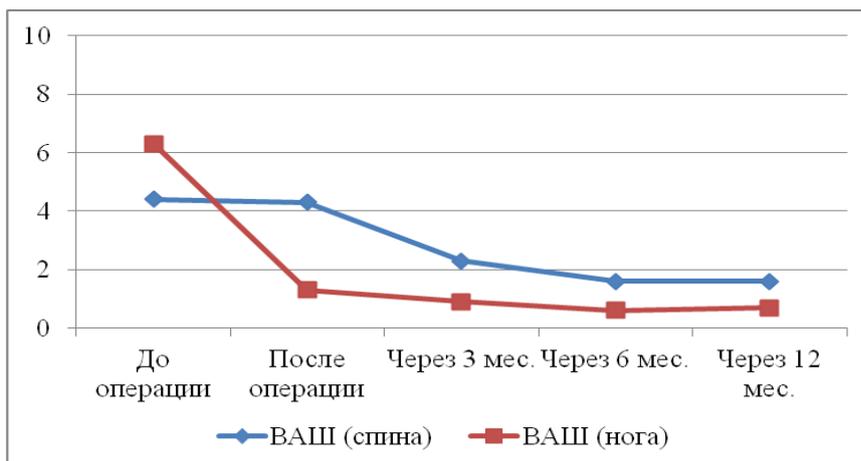


Рисунок 19 – Динамика интенсивности болевого синдрома по VAS

При оценке степени нарушения функциональной активности по опроснику Освестри, до оперативного вмешательства были получены следующие данные:  $M \pm SD = 57,4 \pm 7$ ;  $Me (25\%; 75\%) = 56 (52; 62)$ , что говорит о достаточном ограничении функциональной активности пациентов. В сроках наблюдения через 3, 6 и 12 месяцев отмечалось достоверное снижение показателей Освестри ( $p < 0,0001$ ), что свидетельствует о восстановлении повседневной активности пациентов (рисунок 20).

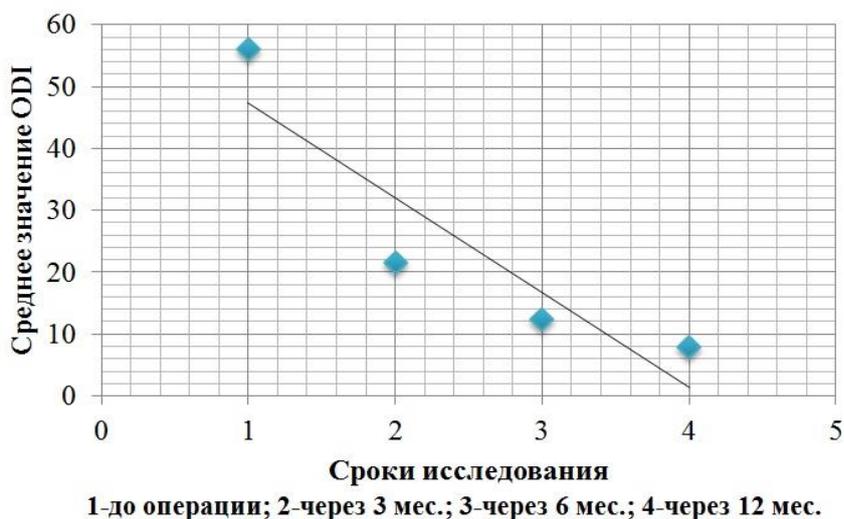


Рисунок 20 – Динамика индекса нетрудоспособности по ODI

В разных сроках наблюдения у 7 пациентов (7,2 %) выявлен рецидив болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника. По данным радиологического и нейровизуализационного методов обследования данных за сегментарную нестабильность, рецидив грыжи диска, стеноз позвоночного канала не было обнаружено. Болевой синдром был трактован как некомпрессионный (рефлекторный). Было проведено консервативное лечение четырьмя пациентами (4,1 %), радиочастотная денервация дугоотростчатых суставов трем пациентам (3,1 %) с удовлетворительным эффектом.

При оценке динамики изменения индекса высоты межпозвонкового диска, в сроках наблюдения, выявлено достоверное его снижение ( $p < 0,0001$ ).

Развитие осложнений в группе сравнения зарегистрировано в 6 случаях (6,2 %). У двух больных (2,1 %) в послеоперационном периоде отмечалось усугубление неврологического дефицита в виде пареза разгибателей стопы до 3-х баллов. Также отмечены: декомпенсация сахарного диабета (1 %), повреждение ТМО (1 %), рефлекторная задержка мочеиспускания (1 %), ранняя поверхностная инфекция области хирургического вмешательства (1 %). Поверхностная ИОХВ выявлена через 3 недели с момента оперативного вмешательства, в виде расхождения краев послеоперационной раны, скудного гнойного отделяемого из раны. При ревизии области оперативного

вмешательства обнаружено, что инфекционный процесс ограничивается кожей и подкожной жировой клетчаткой. Выполнено иссечение краев раны, наложение вторичных швов. По данным бактериологического исследования интраоперационных материалов (раневого отделяемое, фрагменты кожи и подкожной жировой клетчатки), зафиксирован рост *Staphylococcus aureus*. У пациентов с усугублением неврологического дефицита в течение 6 месяцев отмечено восстановление до предоперационного статуса.

Рецидив грыжи диска с ипсилатеральной стороны зафиксирован у 6 больных (6,2 %), рецидив грыжи диска с контрлатеральной стороны не выявлен. Сегментарная нестабильность на оперированном уровне была выявлена у одного пациента (1 %). По данным функциональных спондилограмм было отмечено увеличение объема сегментарного движения, трансляция вышележащего позвонка в положении флексии на 3 мм вперед. Во всех этих случаях проведена реоперация, выполнен спондилодез 360°. У одного пациента (1 %) через 6 месяцев после операции появились выраженные боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в нижние конечности (VAS спина – 8 баллов, VAS нога – 4 балла, ODI – 68%). По данным МРТ, МСКТ ПОП рецидив грыжи диска не выявлен. Отмечалось прогрессирование существующего до операции изменения замыкательных пластинок по типу Modic II, выявлены множественные эрозивные и резорбтивные очаги замыкательных пластинок тел смежных позвонков, спондилодисцит на уровне оперативного вмешательства (L4-L5), постспондилитическая стадия, грубая потеря высоты диска, локальный кифоз на уровне L4-L5 (11°). Больной проведена пункция МПД L4-L5, взят биоптат на бактериологическое исследование, по результатам которого, роста микрофлоры обнаружено не было. С учетом полученных данных, пациенту выполнен вентральный межтеловой спондилодез с транспедикулярной фиксацией L4-L5 сегмента.

Бессимптомный рецидив грыжи диска обнаружен у 5 пациентов (5,2 %). Средний срок обнаружения рецидивов грыж составил 7,8 месяцев. В четырех случаях рецидив грыжи диска, по данным МРТ-исследования, выявлен с

ипсилатеральной стороны, в одном случае – с контрлатеральной. Учитывая отсутствие клинических проявлений в виде болевого синдрома и неврологических нарушений, принято решение продолжить динамическое наблюдение этих пациентов.

Анализ результатов хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных МПД методом лимитированной дискэктомии показал, что через 12 месяцев после операции «хороший» и «удовлетворительный» результаты получены у 82,5 % пациентов. Частота рецидива грыжи диска, потребовавшего реоперацию составила 6,2 %, реопераций – 8,2 %, бессимптомных рецидивов – 5,2 %.

### **Клинический пример №2.**

Больная Ч., 21 год, поступила в нейрохирургическое отделение №2 с жалобами на боли в поясничном отделе позвоночника, боли в левой ноге по наружной поверхности бедра, переднелатеральной поверхности голени, усиливающиеся при статических и динамических нагрузках, онемение по тылу левой стопы.

Из анамнеза стало известно, что боли в поясничном отделе позвоночника эпизодически беспокоят в течение 4-х лет, боли в ноге появились 5 месяцев назад. Была обследована по месту жительства. По данным МРТ поясничного отдела позвоночника, выявлена грыжа диска L4-L5 справа. Получала курс консервативной терапии по месту жительства без улучшения, в связи с чем поступила на плановое оперативное лечение.

Неврологический статус при поступлении: сознание ясное. Зрачки D=S, глазные щели D=S, фотореакции хорошие. Язык по средней линии, глотание не нарушено. Сила мышц сохранена, парезов нет. Тонус в нижних конечностях сохранен. Сухожильные рефлексy с рук D=S средней живости, с ног: коленные D=S, ахилловы, стопные S=D. Гипестезия в зоне дерматома L5 слева. Функция тазовых органов в норме. Симптом Ласега слева 60 градусов. Координаторные пробы выполняет четко. В позе Ромберга устойчива. Мозжечковых и менингеальных нарушений нет.

Данные анкетирования: VAS спина – 5, VAS нога – 6, ODI – 62.

На рентгенограммах выявлены признаки дегенеративного поражения на уровнях L4-L5, L5-S1, анталгический наклон грудно-поясничного отдела позвоночника вправо, спондилоартроз 1-2 степени (рисунок 21 в, г).



Рисунок 21 – МРТ поясничного отдела позвоночника (а, б), рентгенография ПОП в боковой и прямой проекциях (в, г)

МРТ поясничного отдела позвоночника (рисунок 21 а, б): дегенеративные изменения межпозвонкового диска L4-L5. Правосторонняя парамедианная грыжа диска L4-L5 (5,5 мм), вызывающая стеноз позвоночного канала.

После получения информированного согласия больная была включена в данное исследование. Рандомизация определила её в группу сравнения.

В данном случае, обращает на себя внимание патоморфологический субстрат в виде грыжи МПД L4-L5 справа с контрлатеральной клинической симптоматикой. Согласно МРТ-исследования, на уровне L5-S1 слева данных за компрессии корешка в пределах межпозвонкового отверстия и вне его не было выявлено. Контрлатеральная симптоматика была обусловлена тракцией противоположного корешка на фоне умеренной гипертрофии дугоотростчатых суставов. Это было верифицировано проведением пункционного лечебно-диагностического воздействия. После пункции МПД L4-L5 слева и введении 1,5 мл физраствора пациентка отмечала усиление характерного ей болевого синдрома. В связи с этим проведено оперативное лечение в объеме: интерламинэктомия L4-L5 слева, микрохирургическая декомпрессия корешков спинного мозга, удаление грыжи диска, лимитированная дискэктомия L4-L5.

Продолжительность оперативного вмешательства составила 40 минут, объем кровопотери 20 мл, интраоперационно осложнений не зафиксировано. Пациентка активизирована в день оперативного вмешательства. Корешковый болевой синдром прошел. На момент выписки из стационара (6-е сутки после операции) VAS спина – 2, VAS нога – 0.

На контрольных осмотрах пациентка жалоб не предъявляла. Период нетрудоспособности составил 2 месяца с момента операции. Согласно протоколу исследования выполнены все контрольные обследования (рисунки 22-24).

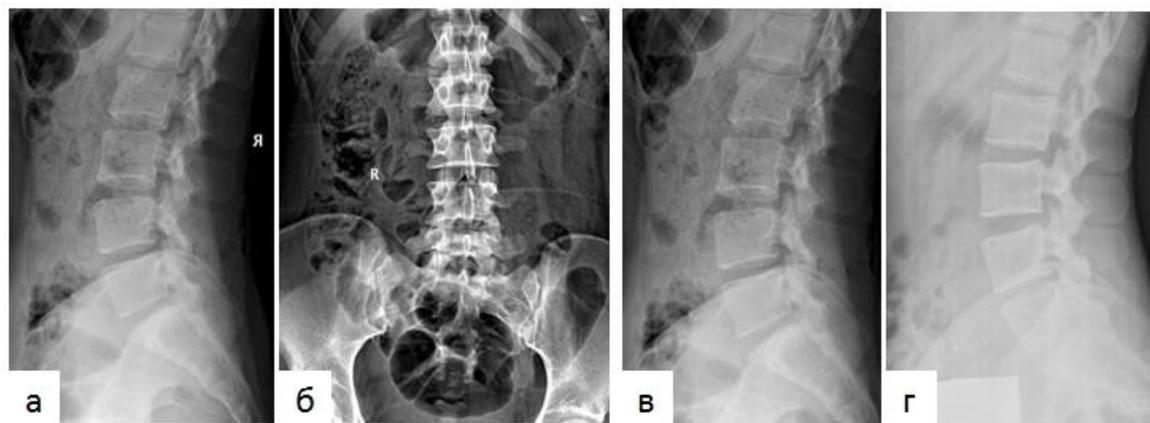


Рисунок 22 – Рентгенография ПОП (контроль) через 3 (а, б), 6 (в) и 12 месяцев (г) после оперативного вмешательства

На контрольном осмотре через 12 месяцев после оперативного вмешательства больная предъявляла жалобы на боли в поясничном отделе позвоночника, в левом бедре до его середины, усиливающиеся в положении сидя, при наклонах, физической нагрузке. Данные анкетирования: VAS спина – 6 б., VAS нога – 0 б., ODI – 48 %.

По результатам радиологических и томографических обследований, данных за рецидив грыжи диска, сегментарной нестабильности не выявлено. Однако, отмечалось прогрессирование дегенерации МПД (рисунок 24) по классификации Pfirrmann до IV степени (до операции – III степень). Также выявлено усугубление процессов дегенерации и субхондрального склероза дугоотростчатых суставов на уровне L4-L5 по классификации Grogan.

Учитывая жалобы пациента, данных радиологических и нейровизуализационных обследований пациенту рекомендовано консервативное лечение под наблюдение невролога по месту жительства.

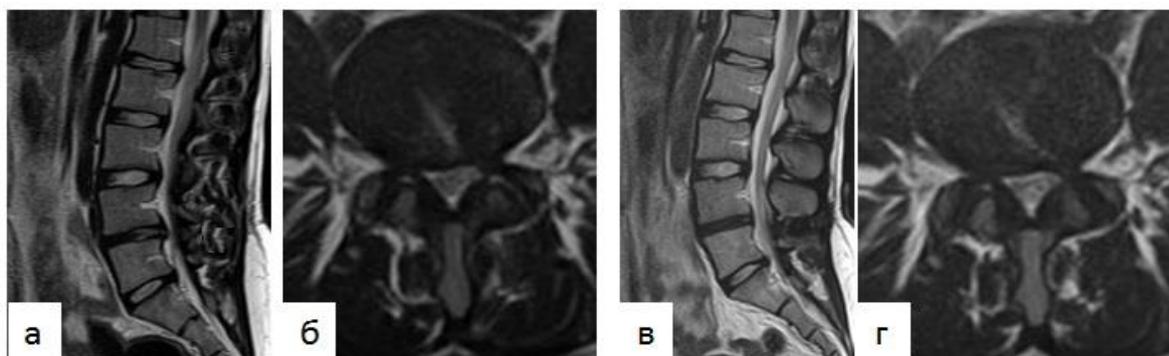


Рисунок 23 – МРТ ПОП через 6 (а, б) и 12 месяцев после оперативного вмешательства (в, г)

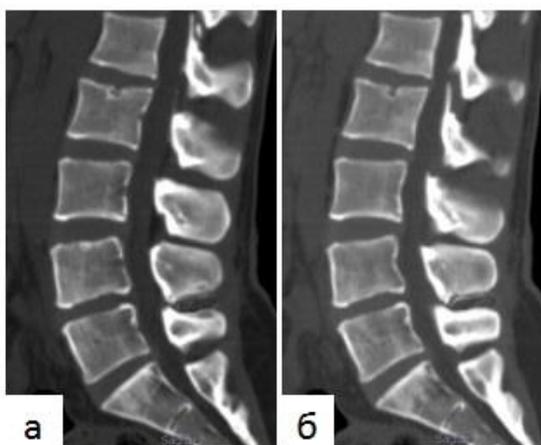


Рисунок 24 – МСКТ ПОП через 6 (а) и 12 месяцев после оперативного вмешательства. Очагов резорбции костной ткани и эрозивных изменений замыкательных пластинок тел L4, L5 позвонков нет

В приведенном примере удаление грыжи диска позволило ликвидировать патоморфологический субстрат, что привело к исчезновению корешкового болевого синдрома, купированию анталгического сколиоза. Однако через 12 месяцев у больной отмечен рецидив болевого синдрома, что потребовал проведения дополнительного консервативного лечения.

#### 4.4 Сравнение результатов лечения в группах исследования

Результаты хирургического лечения больных с грыжами поясничных МПД мы сравнивали в двух группах, рандомизация которых осуществлялась методом случайных чисел.

Длительность хирургического вмешательства у пациентов, которым была выполнена лимитированная дискэктомия, составила  $53,8 \pm 14,9$  мин., а в группе пациентов, которым была проведена лимитированная дискэктомия с пластикой дефекта фиброзного кольца –  $61,5 \pm 17,5$  мин. При сравнении длительности оперативного лечения у пациентов обеих групп, основываясь на расчете по критерию  $\chi^2$ , получено высоко достоверное различие ( $p=0,002$ ). Увеличение продолжительности оперативного вмешательства обусловлено установкой имплантата «Barricaid» под ЭОП-контролем. Объем кровопотери в основной группе составил  $69,1 \pm 61,6$  мл, в группе сравнения  $59,1 \pm 34,6$  мл. Небольшое, статистически незначимое, преобладание основной группы по объему кровопотери обусловлено продолжительностью оперативного вмешательства.

При сравнении интенсивности болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника в сроках наблюдения между группами отмечено, что в основной группе она на всех временных точках была несколько меньше, однако статистически значимое отличие обнаружено только на раннем послеоперационном периоде (таблица 17).

Таблица 17 – Динамика интенсивности болевого синдрома в спине по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в группах исследования (М, Ме, квартили)

Срок наблюдения	Основная группа		Группа сравнения		Критерий Вилкоксона
	Среднее (М)	Ме (квартили) (25%; 75%)	Среднее (М)	Ме (квартили) (25%; 75%)	
До операции	4,4	4 (4; 5)	4,4	4 (4; 5)	0,759
На момент выписки	2,9	3 (2; 4)	4,3	4 (4; 5)	<0,001
Через 3 мес.	1,9	2 (1; 3)	2,3	2 (2; 2,75)	0,052
Через 6 мес.	1,3	1 (0; 2)	1,6	2 (0; 2)	0,068
Через 12 мес.	0,9	0 (0; 2)	1,6	1 (0; 2)	0,005

Необходимо отметить, что в послеоперационном периоде отмечается существенное снижение болевого синдрома в нижних конечностях у пациентов, оперированных как методом лимитированной дискэктомии, так и в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца. В группе сравнения, через 12 месяцев интенсивность болевого синдрома в нижних конечностях была достоверно выше (таблица 18). Это обусловлено рецидивом болевого синдрома и/или грыжи диска у некоторых пациентов данной группы.

Таблица 18 – Динамика интенсивности болевого синдрома в ногах по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) после хирургического лечения (М, Ме, квартили)

Срок наблюдения	Основная группа		Группа сравнения		Критерий Вилкоксона
	Среднее (М)	Ме (квартили) (25%; 75%)	Среднее (М)	Ме (квартили) (25%; 75%)	
До операции	6,1	6 (5; 7)	6,3	6 (6; 7)	0,125
На момент выписки	1,4	1 (0; 2)	1,3	1 (0; 2)	0,949
Через 3 мес.	0,8	0 (0; 1)	0,6	0 (0; 0)	0,052
Через 6 мес.	0,5	0 (0; 0)	0,6	0 (0; 0)	0,688
Через 12 мес.	0,2	0 (0; 0)	0,7	0 (0; 1)	0,001

Индекс нетрудоспособности по опроснику Освестри, также, достоверно оставался более низким в сравнении с дооперационными показателями обеих групп ( $p < 0,0001$ ), и который также сохранялся в течение наблюдаемого срока (таблица 19). Межгрупповое сравнение, по данному показателю, выявило достоверно низкие показатели Освестри в основной группе во всех сроках наблюдения, что свидетельствует о значительном улучшении в повседневной жизни пациентов.

Таблица 19 – Динамика нарушений функциональной активности по индексу Освестри (ODI) до и после хирургического лечения (М, Ме, квартили)

Срок наблюдения	Основная группа		Группа сравнения		Критерий Вилкоксона
	Среднее (М)	Ме (квартили) (25%; 75%)	Среднее (М)	Ме (квартили) (25%; 75%)	
До операции	56	53,3 (48 ; 62)	57,4	56 (52 ; 62)	0,027
Через 3 мес.	21,5	20 (9,5 ; 32,33)	27,9	28 (22 ; 32)	0,001
Через 6 мес.	12,3	8 (0 ; 20)	16,3	12 (8 ; 21)	0,002
Через 12 мес.	7,9	8 (0 ; 10)	13,3	8,45 (3,5 ; 18)	0,005

Оценку эффективности хирургического лечения проводили на момент выписки пациентов из стационара, через 3, 6 и 12 месяцев после операции. Для оценки результатов лечения использовали параметры интенсивности болевого синдрома в нижних конечностях по ВАШ и результаты индекса нетрудоспособности по Освестри. Результаты лечения в исследуемых группах приведены на таблице 20.

Таблица 20 – Результаты лечения пациентов исследуемых групп в раннем послеоперационном периоде и в сроках наблюдения по ВАШ (нижние конечности)

Сроки	Результат	Основная группа, n (%)	Группа сравнения, n (%)	P
Через 3 мес.	Отличный	68 (77,3)	80 (85,1)	0,579
	Хороший	9 (10,2)	6 (6,4)	
	Удовлетворительный	6 (6,8)	5 (5,3)	
	Неудовлетворительный	5 (5,7)	3 (3,2)	
Через 6 мес.	Отличный	77 (87,5)	76 (87,4)	0,974
	Хороший	4 (4,6)	3 (3,5)	
	Удовлетворительный	6 (6,8)	7 (8,1)	
	Неудовлетворительный	1 (1,1)	1 (1,2)	
Через 12 мес.	Отличный	79 (92,9)	69 (82,1)	0,145
	Хороший	4 (4,7)	7 (8,3)	
	Удовлетворительный	1 (1,2)	6 (7,1)	
	Неудовлетворительный	1 (1,2)	2 (2,4)	

При сравнении результатов лечения, в зависимости от параметров ВАШ (нижние конечности), между группами в сроках наблюдения статистически значимой разницы не наблюдалась.

Мы также проводили анализ результатов лечения в зависимости от улучшения показателей Освестри и получили следующие результаты. В сроках через 3 и 6 месяцев после операции «хорошие» и «удовлетворительные» результаты, в совокупности, в обеих группах находятся, практически, на одном уровне (в основной группе – 93,1 % и 95,5 %, в группе сравнения – 92,6 % и 94,2 %), однако, в основной группе через 3 мес. превалирует доля «хороших» результатов ( $p < 0,001$ ). В сроке через 12 месяцев «неудовлетворительные» результаты больше в группе сравнения, но различия статистически незначимы ( $p = 0,142$ ) (таблица 21).

Таблица 21 – Результаты лечения пациентов исследуемых групп в сроках наблюдения по Освестри

Сроки	Результат	Основная группа, n (%)	Группа сравнения, n (%)	P
Через 3 мес.	Хороший	39 (44,3)	15 (16)	<0,001
	Удовлетворительный	43 (48,8)	72 (76,6)	
	Неудовлетворительный	6 (6,8)	7 (7,5)	
Через 6 мес.	Хороший	65 (73,9)	59 (67,8)	0,678
	Удовлетворительный	19 (21,6)	23 (26,4)	
	Неудовлетворительный	4 (4,6)	5 (5,75)	
Через 12 мес.	Хороший	74 (87,1)	64 (76,2)	0,142
	Удовлетворительный	10 (11,7)	16 (76,2)	
	Неудовлетворительный	1 (1,2)	4 (4,7)	

Нами проведен анализ продолжительности нетрудоспособности после оперативного вмешательства у пациентов обеих групп. В таблице 22 приведена описательная статистика.

Таблица 22 – Описательные статистики для продолжительности временной нетрудоспособности в анализируемых группах пациентов

Продолжительности временной нетрудоспособности	Группа пациентов		p*	
	Основная	Сравнения		
Среднее	86,6	107,2	0,010	
Стандартное отклонение	47,7	70,6		
Максимум	210	560		
Минимум	30	30		
Медиана	70	90		
95% доверительный интервал для среднего	Нижняя граница	73,63		100,24
	Верхняя граница	98,75		170,97
Кол-во проанализированных пациентов	89	94		

\* В качестве критерия для сравнения групп мы использовали критерий Вилкоксона. При уровне значимости (p.value) менее 0,05, мы считаем, что существуют значимые различия между группами.

Сравнение продолжительности временной нетрудоспособности пациентов в группах исследования продемонстрировало наличие статистически значимой разницы (по критерию Вилкоксона  $p=0,010$ ). Продолжительность нетрудоспособности в основной группе была на 20 дней меньше по медианным

значениям, что говорит о более раннем восстановлении и возвращении к трудовой деятельности пациентов.

Частота рецидива грыжи диска в основной группе составила 1,1 %, в группе сравнения – 6,2 %, сравнение частот по критерию Хи-квадрат показало статистически значимую разницу ( $p=0,047$ ). Частота реопераций также была выше в группе сравнения, хотя, различие не было статистически достоверным (таблица 23).

Таблица 23 – Сравнительная оценка частоты рецидивов грыж дисков и реопераций между группами

	Основная группа		Группа сравнения		P*
Количество пациентов	91		97		
Рецидив грыжи диска (бессимптомный)	1	1,1 %	5	5,2 %	0,047
Рецидив грыжи диска (симптомный)	1	1,1 %	6	6,2 %	
Реоперация	2	2,2 %	8	8,2 %	0,102

Рецидивы грыж дисков выявлены в среднем через 6,7 месяцев, в основной группе – через 1 месяц (1 пациент). Сроки рецидива, реопераций, их частота и тактика лечения данных пациентов приведено в таблице 24.

Таблица 24 – Частота рецидивов грыжи диска и реопераций, тактика их лечения в группах исследования

Причина реоперации	Основная группа			Группа сравнения		
	Кол-во пациентов (%)	Срок (мес)	Тактика и объем хирургического лечения	Кол-во пациентов (%)	Срок (мес)	Тактика и объем хирургического лечения
Рецидив грыжи диска	1 (1,1)	1	Реоперация, удаление имплантата, спондилодез 360°	6 (6,2)	6,7	Реоперация, спондилодез 360°
Сегментарная нестабильность	1 (1,1)	6	Реоперация, удаление имплантата, спондилодез 360°	1 (1)	3	Реоперация, спондилодез 360°
Спондилодисцит	-	-	-	1 (1)	6	1 этап: пункция МПД, взятие биоптатов на бактериологическое исследование. 2 этап: Реоперация, вентральный межтеловой спондилодез с ТПФ

Бессимптомный рецидив грыжи диска в основной группе выявлен у 1 пациента (1,1 %), в группе сравнения у 5 пациентов (5,2 %). Сроки обнаружения бессимптомных рецидивов грыж приведены на таблице 25.

Таблица 25 – Сроки обнаружения бессимптомных рецидивов грыж в исследуемых группах

Сроки	Основная группа		Группа сравнения	
	Количество случаев	%	Количество случаев	%
3 месяца после операции	-	-	1	1
6 месяцев после операции	-	-	2	2,1
12 месяцев после операции	1	1,1	2	2,1

Как видно из таблицы, бессимптомный рецидив грыжи диска, преимущественно, выявлен в сроке через 12 месяцев с момента оперативного вмешательства. При осмотре, пациентами не предъявлялось жалоб на боль в поясничном отделе позвоночника и/или нижних конечностях не предъявляли, в неврологическом статусе явных неврологических нарушений не было выявлено. Ведется динамическое наблюдение данной группы пациентов.

Частота осложнений составила 6,6 % в основной и 6,2 % в группе сравнения (таблица 26).

Таблица 26 – Частота осложнений в группах исследования

Осложнения	Основная группа		Группа сравнения	
	Количество пациентов	%	Количество пациентов	%
Связанные с имплантатом	1	1,1	0	0
Не связанные с имплантатом				
Повреждение ТМО	1	1,1	1	1
Рефлекторная задержка мочеиспускания	1	1,1	1	1
Усугубление неврологического дефицита	1	1,1	2	2,1
Декомпенсация сопутствующей патологии	0	0	1	1
Ранняя ИОХВ	0	0	1	1
Постинтубационный фарингит	1	1,1	0	0
Посткатетерный тромбофлебит вен верхней конечности	1	1,1	0	0
Итого:	6	6,6	6	6,2

В основной группе в одном случае после имплантации «Barricaid» выявлена перфорация замыкательной пластинки и несостоятельность имплантата, в связи с чем было принято решение об извлечении имплантата и его установки в вышележащий позвонок. В данном случае повреждения корешка, ТМО, усугубления неврологических нарушений не было выявлено. В каждой группе зафиксированы единичные случаи повреждения ТМО во время основного этапа операции. Однако, учитывая размеры дефекта, его пластика не проводилась. В послеоперационном периоде признаков ликвореи у этих пациентов не наблюдалось. Рефлекторная задержка мочеиспускания в раннем послеоперационном периоде отмечалась у двух пациентов (по одному в каждой группе), которая потребовала однократной катетеризации мочевого пузыря. Усугубление неврологического дефицита выявлено у одного пациента основной и у двух пациентов группы сравнения. Интраоперационно, признаков повреждения корешков у этих пациентов выявлено не было. Усугубление неврологического дефицита, вероятно, было связано с тракцией нервного корешка. Во всех случаях в течение последующих 6 месяцев отмечалось полное купирование неврологического дефицита. В группе сравнения у одного пациента выявлена ранняя поверхностная ИОХВ, потребовавшая проведения ревизионного вмешательства. В основной группе инфекционных осложнений не было выявлено. У двух пациентов основной группы выявлены постинтубационный фарингит и посткатетерный тромбофлебит вен верхней конечности, которые потребовали проведения симптоматической терапии. В группе сравнения таких осложнений не было зафиксировано.

Сравнение результатов хирургического лечения в исследуемых группах показало преимущество основной группы: в виде более низкой интенсивности люмбалгии в раннем послеоперационном периоде, раннего восстановления физической активности и возвращения к трудовой деятельности, низкой частоты рецидивов грыж, реопераций и бессимптомных рецидивов грыж поясничных межпозвонковых дисков.

#### **4.5 Алгоритм выбора метода хирургического вмешательства у пациентов с грыжами поясничных МПД**

Методы пластики дефекта фиброзного кольца после декомпрессивных операций по поводу грыж поясничных МПД ещё находятся на стадии изучения, и отсутствуют рекомендательные протоколы высокой степени доказанности по применению данной технологии. Целесообразно определение более четких показаний для лимитированной дискэктомии и пластики дефекта ФК в зависимости от особенностей дегенеративных изменений поясничного отдела позвоночника.

В результате проведенного рандомизированного контролируемого исследования можно прийти к выводу, что применение лимитированной дискэктомии в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца в лечении больных с грыжами поясничных МПД, позволяет получить «хорошие» и «удовлетворительные» результаты в 92,3 % случаев. Однако, как было отмечено выше, не всегда удаётся выполнить пластику дефекта ФК после удаления грыжи диска. Основным определяющим фактором является высота МПД в задних отделах.

Исследование, проведенное нами ранее, выявило, достоверное различие в высоте МПД, по данным МРТ и МСКТ исследований. Высота поясничного МПД, по данным МСКТ, была меньше в среднем на 3 мм ( $p=0,0017$ ).

На основании проведенных исследований разработан алгоритм выбора метода хирургического вмешательства у пациентов с грыжами поясничных МПД в зависимости от морфологических и биомеханических особенностей позвоночно-двигательного сегмента (рисунок 25). Применение данного алгоритма, основанного на доступных практическому здравоохранению методах обследования, позволяет улучшить результаты хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных МПД.

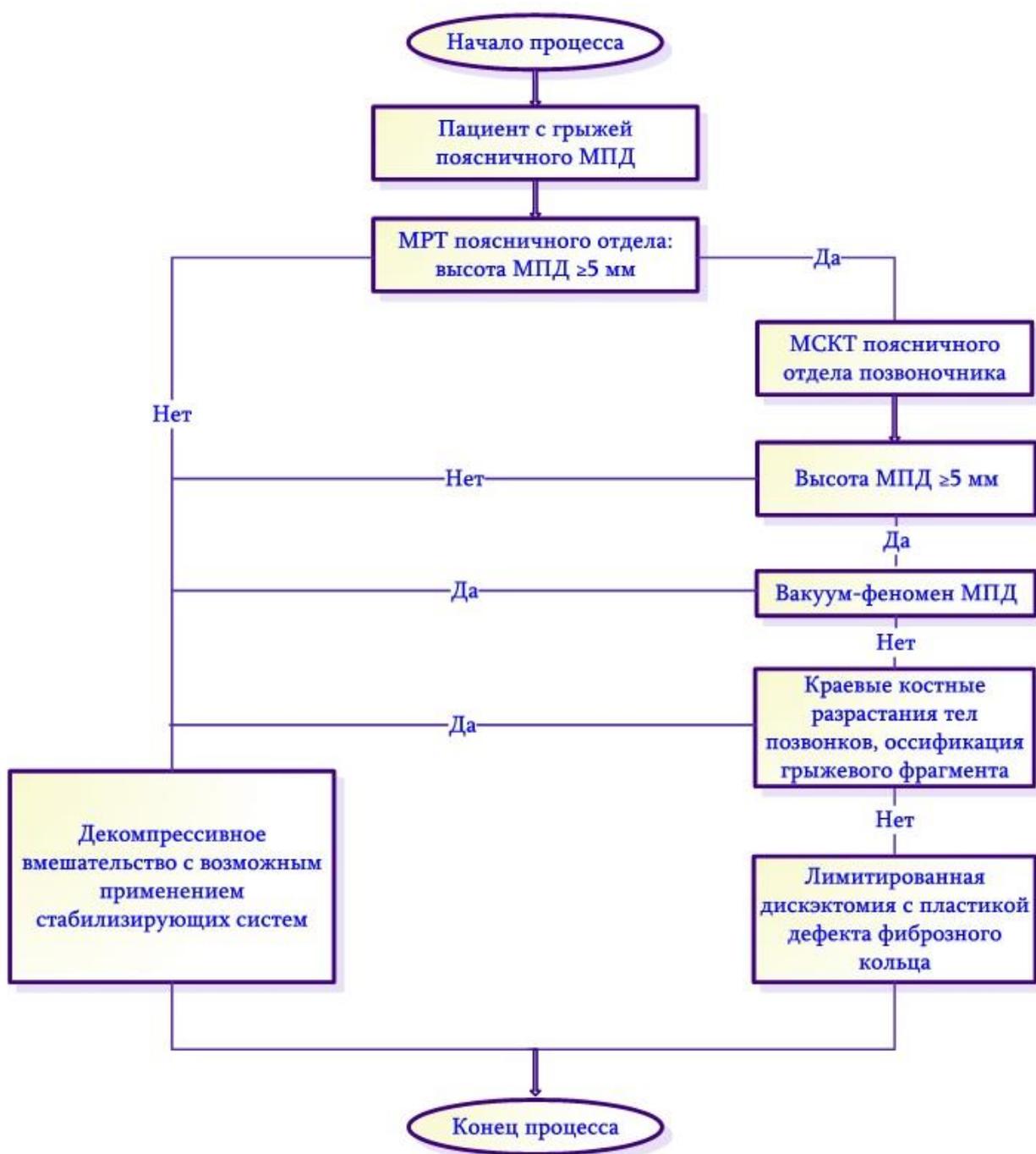


Рисунок 25 – Алгоритм выбора метода хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных МПД

Согласно алгоритму, пациенты поступают в нейрохирургическую клинику с компрессионными корешковыми синдромами поясничного остеохондроза, обусловленными грыжами дисков. В соответствии с результатами проведенного МРТ исследования, оценивается высота МПД и при высоте  $\geq 5$  мм пациенту проводится МСКТ ПОП. При высоте МПД в задних

отделах, по данным МСКТ, более 5 мм, отсутствии вакуум-феномена МПД, краевых костных разрастаний тел смежных позвонков, оссификации грыжевого фрагмента, проводится лимитированная дискэктомия и пластика дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid».

### **Обсуждение**

Проведенное исследование позволило нам получить «отличные» и «хорошие» результаты в 91,2 % случаев при лечении пациентов с грыжами поясничных МПД с применением имплантата закрытия дефекта фиброзного кольца. Soliman et al. обнаружили хорошие результаты при лимитированной дискэктомии у около 90 % пациентов. Однако, в их исследовании частота рецидивов грыж, требующих ревизионного вмешательства, составила 11,1 % [135]. В нашем исследовании частота реопераций составила 2,2 %.

По данным некоторых авторов, частота люмбалгии после микродискэктомии составляет около 20-25 %, в 9-13 % случаев отмечается тяжелая люмбалгия с нарушением функциональной активности пациентов [43, 72]. DePalma et al. установили, что люмбалгия после микродискэктомии, в большинстве случаев, имеет дискогенный характер [61]. Такое состояние наблюдается чаще у пациентов моложе 35 лет после первичной микродискэктомии [156]. В основной группе нами выявлена люмбалгия у 8,8 % пациентов в разных сроках наблюдения, однако, только у одного пациента (1,1 %) было отмечено нарушение функциональной активности (ODI>40 %).

Применение пластики дефекта фиброзного кольца позволило нам снизить частоту рецидивов грыж поясничных межпозвонковых дисков до 1,1 %, реопераций до 2,2 %. По данным литературы, частота рецидива грыжи диска после дискэктомии с пластикой дефекта фиброзного кольца несколько выше полученных нами результатов и составляет от 1,4 до 4,1 %, частота бессимптомных рецидивов равняется от 2,8 до 5,1 %, частота реопераций составляет от 1,3 до 9,4 % в зависимости от сроков наблюдения [37, 44, 93, 97,

100, 101, 118]. Большинство этих исследований проведено на небольших выборках из 40-50 пациентов.

Частота рецидива грыжи диска без признаков компрессии нервных структур, в нашем исследовании, в основной группе составила 1,1 %, в группе сравнения – 5,2 %. Barth et al установили, что у 66 % пациентов после дискэктомии и у 68 % пациентов после секвестрэктомии выявляются протрузии или экструзии, по данным нейровизуализационных методов исследования [39]. По данным Lebow, частота бессимптомных рецидивов грыж дисков составляет около 13 % [99]. Полученные нами результаты намного ниже в сравнении с данными литературы. По нашему мнению, это обусловлено тем, что наличие небольших протрузий на МРТ-сканах мы не считали рецидивом грыжи диска ввиду сложности их дифференцирования с рубцовыми изменениями.

Частота повреждений ТМО при микродискэктомии варьирует от 1 до 17 %, усугубление неврологического дефицита в послеоперационном периоде встречается до 5,6 %, инфекционные осложнения достигают 4 %, симптомные гематомы могут образовываться в 1,2 % случаев [51, 71, 77, 126, 134]. В нашем исследовании, повреждение ТМО зафиксировано по одному случаю в каждой группе (1,1 % и 1 %). ИОХВ выявлена в одном случае в группе сравнения (1 %), и усугубление неврологических нарушений отмечено одним случае в основной группе (1,1 %), в двух случаях в группе сравнения (2,1 %). Повреждения корешков конского хвоста во время операции не было.

Улучшение результатов лечения и снижение частоты рецидивов грыж поясничных межпозвонковых дисков способствуют более быстрому возвращению пациентов основной группы к трудовой деятельности, что имеет огромное социально-экономическое значение. Средняя продолжительность нетрудоспособности в основной группе составила 86,6 дней, в группе сравнения – 107,2 дней ( $p=0,01$ ). В исследовании Than et al. отмечено, что 88 % пациентов после микродискэктомии в течение 3-х месяцев вернулись на работу. Средняя продолжительность нетрудоспособности в их исследовании несколько меньше и составляет 67 дней [141]. Andersen et al. [29], в проспективном

исследовании изучали продолжительность нетрудоспособности пациентов после микродискэктомии, влиянии продолжительности нетрудоспособности на возвращение больных к прежней трудовой деятельности. В проспективное исследование ими было включено 678 пациентов. Через год после оперативного вмешательства 72 % из них вернулись к прежней трудовой деятельности. Было выявлено, что количество пациентов, не вернувшихся к прежней трудовой деятельности, достоверно возрастает с увеличением продолжительности нетрудоспособности. В отечественной литературе нам не встречались работы по изучению продолжительности нетрудоспособности после микродискэктомии.

### **Резюме**

В результате проведенного рандомизированного контролируемого исследования, можно прийти к выводу, что применение лимитированной дискэктомии в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца в лечении больных с грыжами поясничных МПД, позволяет получить «хорошие» и «удовлетворительные» результаты в 92,3 % случаев. Сравнение продолжительности временной нетрудоспособности пациентов в группах исследования, продемонстрировало наличие статистически значимой разницы (по критерию Вилкоксона  $p = 0,010$ ), продолжительность нетрудоспособности в основной группе была на 20 дней меньше по медианным значениям, что говорит о более раннем восстановлении и возвращении пациентов к трудовой деятельности. Пластика дефекта фиброзного кольца после лимитированной дискэктомии позволяет минимизировать частоту рецидива грыжи диска до 1,1 %, реопераций до 2,2 %, в сроки до 12 месяцев после хирургического вмешательства. Применение данной технологии, также, снижает частоту бессимптомных рецидивов грыжи диска до 1,1 %. Частота осложнений после лимитированной дискэктомии и в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца составила 6,2 % и 6,6 %, соответственно. Применение разработанного алгоритма, основанного на доступных практическому здравоохранению

методах обследования, позволяет улучшить результаты хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных МПД.

## ГЛАВА 5. РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТОМОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО СЕГМЕНТА ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

### 5.1 Биомеханические изменения позвоночно-двигательного сегмента после лимитированной дискэктомии и в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца

На основании радиологических и томографических исследований были изучены особенности позвоночно-двигательного сегмента.

Оценка высоты диска в послеоперационном периоде показала, что ИВД в обеих группах уменьшился, изменения были статистически достоверными (рисунок 26).

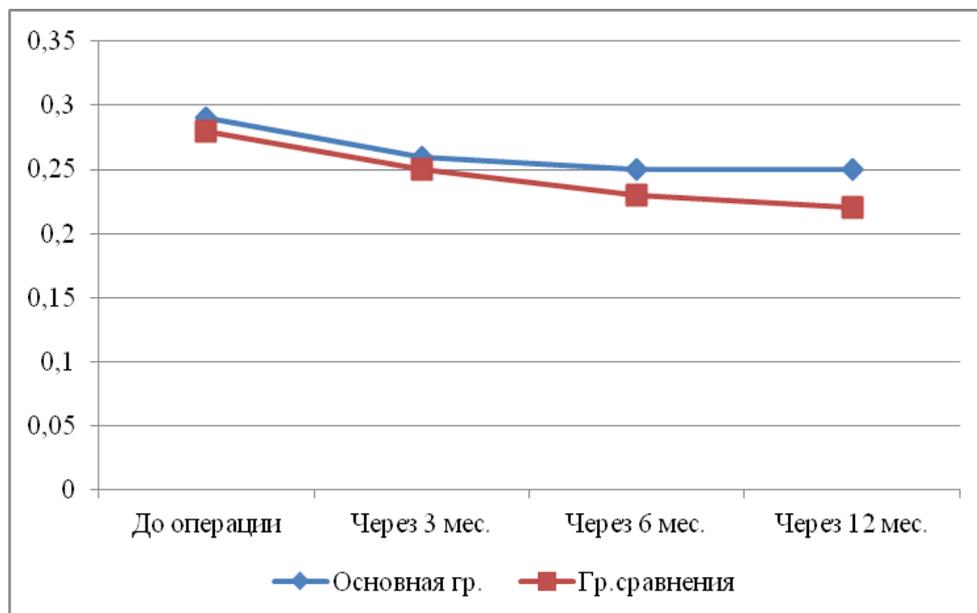


Рисунок 26 – Динамика изменения индекса высоты диска в сроках наблюдения в обеих группах

Во всех сроках наблюдения отмечается статистически значимая разница между группами, хотя на дооперационном этапе эти показатели были

сопоставимы. Чем больше срок наблюдения, тем явнее разница между группами (таблица 27).

Таблица 27 – Сравнение ИВД в сроках наблюдения между группами

Индекс высоты диска (ИВД)	Основная группа		Группа сравнения		p*
	М	Ме (25% ; 75%)	М	Ме (25% ; 75%)	
ИВД до операции	0,28	0,28 (0,26 ; 0,31)	0,28	0,27 (0,25 ; 0,31)	0,489
ИВД через 3 мес.	0,27	0,26 (0,24 ; 0,3)	0,25	0,24 (0,22 ; 0,27)	0,017
ИВД через 6 мес.	0,25	0,25 (0,22 ; 0,28)	0,23	0,22 (0,2 ; 0,26)	0,002
ИВД через 12 мес.	0,24	0,24 (0,21 ; 0,28)	0,22	0,21 (0,2 ; 0,24)	0,000

\*Критерий Вилкоксона для межгруппового сравнения

Уменьшение показателей ИВД через 12 месяцев после операции отражено в таблице 28.

Таблица 28 – Потеря высоты диска (ИВД) через 12 месяцев после операции

Группы исследования	Через 12 месяцев после операции		
	Снижение высоты диска (ИВД) в %	Количество пациентов с потерей более 25%	%
Основная группа	15,1	10	11,7
Группа сравнения	22,8	34	42

Через 12 месяцев после оперативного вмешательства ИВД уменьшился в основной группе на 15,1 %, а в группе сравнения на 22,8 %. У 11,7 % основной группы и 42 % пациентов группы сравнения обнаружено снижение ИВД, более чем 25 % от дооперационных показателей.

Как было отмечено, одной из причин неблагоприятного результата микродискэктомии является коллапс диска вследствие удаления большей части пульпозного ядра. Для изучения зависимости объема удаленного пульпозного ядра и изменения индекса высоты диска использовалась линейная регрессия (рисунок 27).

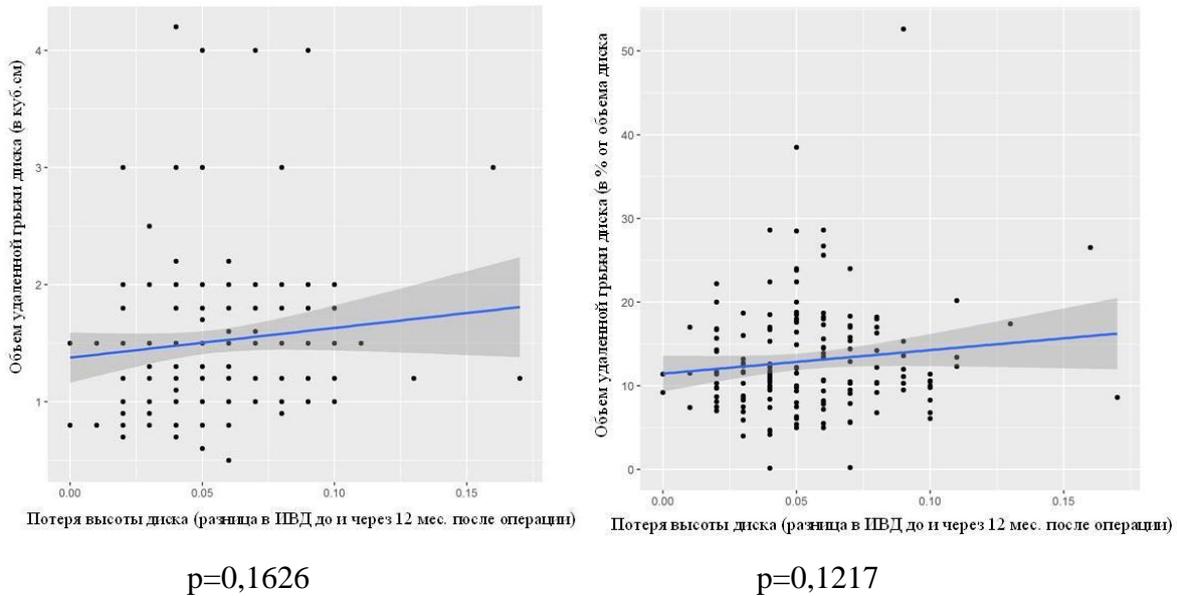


Рисунок 27 – Зависимость разницы ИВД до операции и через 12 месяцев после операции от величины удаленного пульпозного ядра: слева – объем удаленного пульпозного ядра в см<sup>3</sup>, справа в % от объема диска

Для сравнения мы взяли величину снижения ДНІ через 12 месяцев после операции, в сравнении с дооперационными показателями. Выявлено, что снижение ИВД в сроке 12 месяцев после оперативного вмешательства коррелирует с объемом выполненной дискэктомии, хотя зависимость статистически не достоверная (в обоих случаях  $p>0,05$ ). Снижение ИВД обусловлено прогрессированием дегенерации в МПД, выпячиванием фрагментов пульпозного ядра через дефект фиброзного кольца (преимущественно в группе сравнения).

Сегментарный объем движения в сроках наблюдения немного увеличился в связи с купированием болевого синдрома и снятием болевого функционального блока. Показатели поясничного лордоза ожидаемо улучшились после операции в обеих группах (таблица 29).

Таблица 29 – Угловые параметры в сроках наблюдения в группах исследования

Угловые параметры	Основная группа				Группа сравнения			
	До операции	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	До операции	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.
Сегментарный объем движения (°)	4,5	4,9	5,3	5,5	4,7	5,4	5,8	6,1
LL – поясничный лордоз (°)	41,9	47,7	50	51	42,5	47,6	49,4	50

## 5.2 Дисковые и внедисковые изменения позвоночно-двигательного сегмента после оперативного вмешательства

Мы проанализировали такие показатели, как: степень дегенерации МПД, характер, частоту и сроки появления изменений замыкательных пластинок по типу Modic и очаги эрозии и резорбции замыкательных пластинок. Как было отмечено выше, по этим параметрам до операции группы между собой не различались. Через 12 месяцев после оперативного вмешательства в группе сравнения у большинства пациентов отмечалось прогрессирование дегенерации МПД. Различие между группами было статистически значимым (таблица 30).

Таблица 30 – Сравнительная оценка стадий дегенерации межпозвонковых дисков по классификации Pfirrmann в группах.

Сроки исследования	Стадии Pfirrmann	Основная группа		Группа сравнения		p*
		Значение	%	Значение	%	
До операции	II	14	15,4	11	11,3	0,131
	III	74	81,3	86	88,7	
	IV	3	3,3	-	-	
Через 6 месяцев после операции	II	10	11,4	10	11,5	0,753
	III	75	85,2	72	82,7	
	IV	3	3,4	4	4,6	
	V	-	-	1	1,2	
Через 12 месяцев после операции	II	6	7,1	3	3,6	0,003
	III	76	89,4	64	76,2	
	IV	3	3,5	17	20,2	

\*Сравнение частот с помощью критерий хи-квадрат

В группе сравнения увеличилось число МПД с IV стадией дегенерации ( $p=0,003$ ).

Дегенеративные изменения дугоотростчатых суставов и их субхондральный склероз во всех сроках наблюдения остались сопоставимыми между группами (таблица 31).

Таблица 31 – Сравнительная оценка стадий дегенерации и субхондрального склероза дугоотростчатых суставов по классификации Grogan в группах

Сроки исследования	Стадия дегенерации дугоотростчатых суставов	Основная группа		Группа сравнения		p*
		Значение	%	Значение	%	
До операции	I	11	12,1	4	4,1	0,135
	II	51	56	64	66	
	III	28	30,8	29	30	
	IV	1	1,1	-	-	
Через 6 месяцев после операции	I	9	10,2	3	3,5	0,098
	II	47	53,4	59	67,8	
	III	30	34,1	24	27,6	
	IV	2	2,3	1	1,2	
Через 12 месяцев после операции	I	5	5,9	1	1,2	0,118
	II	43	50,6	39	46,4	
	III	35	41,2	44	52,4	
	IV	2	2,4	-	-	
Сроки исследования	Стадия субхондрального склероза дугоотростчатых суставов					
До операции	I	37	40,7	29	29,9	0,225
	II	45	49,5	60	61,8	
	III	9	9,9	8	8,3	
	IV	-	-	-	-	
Через 6 месяцев после операции	I	34	38,6	24	27,6	0,218
	II	43	48,8	54	62,1	
	III	11	12,5	8	9,2	
	IV	-	-	1	1,2	
Через 12 месяцев после операции	I	31	36,5	20	23,8	0,193
	II	40	47,1	46	54,7	
	III	14	16,5	18	21,4	
	IV	-	-	-	-	

\*Сравнение частот с помощью критерий хи-квадрат

Как видно из таблицы, в основном, у пациентов отмечалась II стадия дегенерации дугоотростчатых суставов. В сроках наблюдения через 6 и 12 месяцев отмечалось уменьшение количество пациентов с I–II стадиями и увеличение количество пациентов с III стадией дегенерации ДС.

Что касается субхондрального склероза ДС, то преобладали пациенты с I–II стадиями, в сроках наблюдения совокупное количество данных пациентов уменьшилось, у некоторых пациентов субхондральный склероз переходил в III стадию.

По данным МРТ поясничного отдела позвоночника, до операции у 13 пациентов (14,3%) основной группы и 14 пациентов (14,4 %) группы сравнения выявлены изменения замыкательных пластинок по типу Modic (I, II, III). В сроке через 12 месяцев после операции эти изменения были выявлены у 28 (30,7 %) и 39 (40,2 %) пациентов основной и группы сравнения. Пациентам, у которых были выявлены изменения Modic на дооперационном этапе, отмечается увеличение зоны этих изменений. Типы и сроки появления изменений Modic по группам приведены на таблице 32.

Таблица 32 – Динамика возникновения изменения по типу Modic по срокам в группах исследования и их сравнение

Сроки исследования	Изменения по типу Modic	Основная группа		Группа сравнения		p*
		Значение	%	Значение	%	
До операции	Нет изменений	78	85,7	83	85,6	0,998
	I тип	6	6,6	7	7,2	
	II тип	6	6,6	6	6,2	
	III тип	1	1,1	1	1	
Через 6 месяцев	Нет изменений	66	75	64	73,6	0,994
	I тип**	8	9,1	9	10,3	
	II тип	13	14,8	13	14,9	
	III тип	1	1,1	1	1,2	
Через 12 месяцев	Нет изменений	57	67,1	45	53,6	0,297
	I тип	11	12,9	18	21,4	
	II тип	16	18,8	19	22,6	
	III тип	1	1,2	2	2,4	

\*Сравнение частот с помощью критерий хи-квадрат

\*\* в т.ч. пациенты у которых были выявлены изменения Modic до операции.

По данным МСКТ поясничного отдела позвоночника, на дооперационном этапе, у 8 пациентов (8,8 %) основной и 12 пациентов (12,4 %) группы сравнения, выявлены очаги резорбции замыкательных пластинок вышележащего позвонка. В нижележащих позвонках такие очаги были обнаружены у 4 пациентов (4,4 %) основной и у 7 пациентов (7,2 %) группы

сравнения. В сроках через 6 и 12 месяцев после операции, по данным радиологических исследований, отмечено расширение зоны этих очагов.

Анализ состояния замыкательных пластинок, в которых не были выявлены изменения до оперативного вмешательства, показал, что в основной группе эти очаги появились через 6 месяцев у 7 пациентов – 7,2 % (в группе сравнения у 6 – 6,2 %), через 12 месяцев у 18 пациентов – 19,8 % (в группе сравнения у 15 – 15,5 %) (таблица 33).

Таблица 33 – Сравнительная оценка вновь появившихся эрозивных очагов замыкательных пластинок между группами

Сроки исследования	Основная группа		Группа сравнения		p
	Значение	%	Значение	%	
Очаги вышележащего позвонка					
Через 6 месяцев	10	13,3	7	9,5	0,627
Через 12 месяцев	18	24,7	18	25	>0,999
Очаги нижележащего позвонка					
Через 6 месяцев	2	2,7	4	5,4	0,442
Через 12 месяцев	8	11	5	6,9	0,579

В основной группе у 5 пациентов (5,5 %) через 12 месяцев после операции обнаружены очаги резорбции замыкательных пластинок тел обоих смежных позвонков (вокруг якоря и сетки имплантата). В сроке через 6 месяцев, таких случаев не было зарегистрировано. В группе сравнения, очаги на обоих позвонках были выявлены лишь у одного пациента (1 %) через 6 месяцев. У всех остальных пациентов очаги резорбции появились только в одном позвонке, чаще, вышележащем.

Путем двухфакторного непараметрического дисперсионного анализа выявлено, что данные томографические изменения не влияют на клиническую картину заболевания (таблица 34). Параметры ВАШ и Освестри не коррелировали с дисковыми и внедисковыми изменениями позвоночно-двигательного сегмента.

Таблица 34 – Корреляционный анализ дисковых и внедисковых изменений позвоночно-двигательного сегмента с клиническими результатами лечения

	VAS спина	VAS нога	ODI
Есть изменения по типу Modic	2 (1.5:2.65)	1.75 (1.5:2.31)	22.08 (17.58:30)
Нет изменения по типу Modic	2.33 (1.82:3)	1.8 (1.5:3)	25 (21.17:34.42)
p (критерия Манна-Уитни)*	0,095	0,287	0,119
r (коэффициент корреляции Спирмена)**	0,088	0,019	0,037
Есть очаги резорбции замыкательных пластин смежных позвонков	5 ( 2 : 6 )	7 ( 6 : 8 )	60 ( 52 : 62 )
Нет очагов резорбции замыкательных пластин смежных позвонков	4 ( 4 : 6 )	6 ( 5 : 7.25 )	57 ( 48.67 : 68.5 )
p (критерия Манна-Уитни)	0,831	0,223	0,728
r (коэффициент корреляции Спирмена)	0,049	0,054	0,097

\* достоверная значимость при  $p < 0,05$

\*\* коэффициент корреляции значим ( $\rho > 0,3$ )

### Обсуждение

В данной главе проведено исследование с целью оценки морфологических и биомеханических параметров позвоночно-двигательного сегмента после оперативного вмешательства.

В сроках наблюдения в обеих группах отмечалось снижение ИВД, однако, только в группе сравнения эти изменения были статистически значимыми. В исследованиях ряда авторов выявлено, что умеренная (до 30 % от исходной величины) и тяжелая потеря (более 30 %) высоты диска наблюдается в 63 % случаев после субтотальной и в 38 % случаев после лимитированной дискэктомии [39, 132]. Rahme et al. [128] обнаружили, что у всех пациентов после дискэктомии отмечается потеря высоты диска с медианой наблюдения 41 месяц. Потеря высоты диска в их исследовании составила от 5 до 66 % (в среднем 20 %).

Trummer et al. доказали, что использование аннулопластики замедляет процесс дегенерации дугоотростчатых суставов [143]. Нами проведена оценка дегенерации дугоотростчатых суставов и межпозвонкового диска, и выявлено, что достоверного их прогрессирования в сторону утяжеления процесса, за отчетный период, не происходило.

Проведенное исследование позволило выявить очаговые изменения замыкательных пластинок по типу Modic и эрозивных поражений в сроках наблюдения. В основной группе у 16 пациентов (17,6 %) и в группе сравнения у 27 пациентов (27,8 %) через 12 месяцев после операции выявлены изменения по типу Modic (I, II, III). Очаги резорбции выявлены у 25 пациентов (27,5 %) основной группы и 19 пациентов (19,6 %) группы сравнения в сроке через 12 месяцев после операции. У этих пациентов, до оперативного вмешательства, изменений замыкательных пластинок по типу Modic и эрозивных поражений не было выявлено. В нашем исследовании эти изменения не коррелировали с клиническими результатами (см. таблицу 34).

По данным литературы, в раннем послеоперационном периоде после микродискэктомии изменения по типу Modic I появляются в 20 % случаев [32, 106, 129]. Через 3 года с момента операции такие изменения выявляются в 30-40 % случаев, через 5 лет такие изменения возникают у 80 % пациентов [150]. Изменения по типу Modic были выявлены у 47 % пациентов после субтотальной и лишь у 14 % после лимитированной дискэктомии, через 24 месяца после оперативного вмешательства [39, 132].

В исследовании Barth et al. [36], также, не было выявлено влияние изменений замыкательных пластинок после оперативного вмешательства на клинический результат операции. В их исследовании изменение замыкательных пластинок было выявлено в основной группе (с применением имплантата «Barricaid») и в группе сравнения (лимитированная дискэктомия), однако, при межгрупповом сравнении, количество пациентов с эрозивными изменениями замыкательных пластинок было достоверно больше в основной группе.

Размеры эрозивных изменений были достоверно больше в верхних замыкательных пластинках.

Rahme и др. [128], Ohtori [116] также не выявили корреляции изменений Modic с клиническими проявлениями.

Jensen et al. выявили, что наличие изменений замыкательных пластинок по типу Modic до оперативного вмешательства достоверно влияет на клинический результат хирургического лечения [83] и эти изменения имеют более значимое клиническое значение нежели очаги эрозии и резорбции в них.

Имеются в литературе исследования, в которых авторы связывают рецидив болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника после дискэктомии с повреждением замыкательных пластинок [145, 147].

В литературе широко не изучены изменения замыкательных пластинок после дискэктомии. Некоторые авторы оценивают эти изменения, как грыжи Шморля [115]. Но изменения, выявляемые после дискэктомии не похожи с грыжами Шморля. Wang et al. [148] выделили следующие виды изменения замыкательных пластинок:

- Грыжа Шморля;
- Очаги отлома замыкательных пластинок;
- Очаги эрозии замыкательных пластинок;
- Очаги обызвествления замыкательных пластинок.

Чаще всего встречается грыжа Шморля (22 %), очаги эрозии выявляются в 14,1 % случаев. Частота возникновения этих изменений коррелировала с возрастом и степенью дегенерации МПД [148].

Barth et al. [39] выявили изменения замыкательных пластинок у 47 % пациентов после микродискэктомии и 14 % после секвестрэктомии через 2 года после оперативного вмешательства. По их данным, эрозивные изменения замыкательных пластинок могут присутствовать у 10-15 % пациентов с грыжами поясничных МПД и в послеоперационном периоде эти очаги будут увеличиваться в размерах.

Kursumovich и др. [96] в рандомизированном исследовании выявили изменения замыкательных пластинок в 85 % случаев через 2 года после операции с применением «Barricaid» (в группе сравнения лишь 33 %). В группе «Barricaid» клинические результаты лечения были идентичны у пациентов с изменениями замыкательных пластинок и без них.

Эрозивные изменения замыкательных пластинок чаще возникают в первом году после оперативного вмешательства и, в течение последующих 3 лет, не изменяются в размере. Повреждается чаще замыкательная пластинка вышележащего позвонка [150].

Выше изложены данные, определяющие роль дефекта фиброзного кольца и объема дискэктомии в рецидиве грыж поясничных МПД. В нашем исследовании у пациентов группы сравнения с площадью дефекта фиброзного кольца  $48,2 \pm 6,2$  мм<sup>2</sup> выявлен рецидив грыжи диска в 6,2 % случаев. Miller et al. [111] в систематическом обзоре и метаанализе выявили высокий риск рецидива болевого синдрома и реоперации после микродискэктомии, в независимости от размеров дефекта фиброзного кольца. Размер дефекта фиброзного кольца более 6 мм в ширину, классифицировали как большой дефект, менее 6 мм - как маленький дефект. В работе проанализировано 7 исследований с общим количеством дискэктомий 1653, из них у 30% (499) был большой дефект, у 70% (1154) небольшой дефект. Анализ полученных данных выявил корреляцию дефекта фиброзного кольца, независимо от его размеров и частоты неблагоприятных результатов. Ji Nan Neo et al. [79], также отмечают, что объем дискэктомии коррелируют с биомеханическими и морфологическими изменениями ПДС. Ими не была выявлена корреляция между объемом дискэктомии и клиническими результатами лечения.

## **Резюме**

Анализ морфологических, структурных и биомеханических изменений позвоночно-двигательного сегмента после лимитированной дискэктомии с пластикой дефекта фиброзного кольца, показал снижение высоты диска на

более 25 % от исходных значений лишь у 11,7 % пациентов. Через 12 месяцев после операции изменения по типу Modic появились у 16 пациентов (17,6 %) основной и 27 пациентов (27,8 %) группы сравнения. Очаги резорбции замыкательных пластинок обнаружены у 25 больных (27,5 %) основной и 19 больных (19,6 %) группы сравнения. Чаще всего очаги эрозии и резорбции выявлялись в замыкательных пластинках вышележащих позвонков.

Данные радиологические и томографические изменения замыкательных пластинок, в виде изменения по типу Modic, эрозивные и резорбтивные изменения ЗП не коррелируют с клиническими результатами лечения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Самым распространенным вариантом дегенеративного поражения пояснично-крестцового отдела позвоночника, вызывающим болевые и неврологические синдромы, является грыжа межпозвонкового диска. Исследования I уровня доказанности показали преимущества хирургических методов лечения [31, 73, 88, 144, 151].

Удовлетворенность пациентов составляет всего 75% через год после хирургического вмешательства, частота повторных операций после первичной микродискэктомии варьируется от 9% до 25% [2, 28, 53, 139]. Рецидив грыжи диска является одной из главных причин ревизионного хирургического вмешательства [31, 102, 117, 120] и, в более половины случаев, отмечается в первом году после операции [109].

Совокупная частота повторного образования межпозвонковых грыж по данным различных авторов составляет от 2 до 38 % [23, 31, 50, 53, 59, 90, 110, 136, 149, 151].

Основным условием хирургического лечения дегенеративных заболеваний позвоночника, в том числе грыж МПД, является максимальное устранение патоморфологического субстрата с минимальным ятрогенным воздействием на анатомические структуры. В этом отношении, проблема восстановления целостности фиброзного кольца, предотвращения или, по крайней мере, замедления дегенеративного процесса МПД является актуальной проблемой современной вертебрологии [78].

В связи с множественными ограничениями и трудностями в пути реализации процессов тканевой инженерии и генной терапии, барьерные технологии закрытия дефекта представляются оптимальными вариантами лечения. Разработанные ранее импланты для закрытия дефекта фиброзного кольца не показали своей эффективности в клинической практике [34, 45, 49, 57].

Одним из имплантатов, используемых с целью закрытия дефекта фиброзного кольца, является «Barricaid» (Intrinsic Therapeutics Inc., Woburn, MA). Изделие состоит из двух компонентов: гибкой полиэстерной сетки, закрывающей дефект фиброзного кольца, и титанового фиксатора (якоря), который закрепляется к одному из тел смежных позвонков.

Wilke et al. [153] в кадаверном исследовании доказали состоятельность и эффективность данной методики в профилактике рецидива грыжи диска.

Немногочисленные исследования, опубликованные в иностранной и отечественной литературе, имеют низкий уровень доказанности. Эти обстоятельства явились мотивирующей причиной для проведения данного исследования.

Целью нашего исследования явилось улучшение результатов хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков, путем оптимизации показаний к пластике дефекта фиброзного кольца, на основании клинико-неврологического, рентгенологического и нейровизуализационного методов обследования. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- Определить диагностический минимум радиологического предоперационного обследования пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков, выявить корреляционные взаимосвязи клинико-рентгенологических параметров.
- Уточнить показания для проведения лимитированной дискэктомии и пластики дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» на основании результатов клинических исследований.
- В проспективном рандомизированном контролируемом исследовании сравнить ближайшие и отдаленные результаты лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков методами лимитированной дискэктомии и в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца.

- Выявить особенности изменений позвоночно-двигательного сегмента после лимитированной дискэктомии и в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков.
- Разработать алгоритм выбора метода пластики дефекта фиброзного кольца после лимитированной дискэктомии при хирургическом лечении пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков.

В ретроспективной части исследования проведен анализ историй болезни 2427 пациентов с грыжами поясничных МПД, оперированных в нейрохирургическом отделении №2 ФГБУ «ННИИТО им. Я. Л. Цивьяна» Минздрава России в период с 2012 по 2015 гг. Отобраны пациенты, которым была запланирована и фактически выполнена дискэктомии с пластикой дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» (63 и 42 человек соответственно). Пластику дефекта фиброзного кольца после дискэктомии не удалось выполнить в 33,3 % случаев. Определены следующие факторы, препятствующие выполнению данного вмешательства: высота МПД менее 5 мм (42,9 %), краевые костные разрастания и оссификация грыжевого фрагмента (23,8 %), крупные дефекты ФК (более 12 мм) и вакуум-феномен МПД (14,3 %).

Все пациенты прооперированы по поводу компрессионных синдромов, резистентных к консервативному лечению, обусловленных грыжей МПД. Во всех случаях проведено удаление грыжи диска, микродискэктомия и пластика дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid». Все пациенты активизированы в день оперативного вмешательства, койко-день составил 5,8. В разных сроках, 40 пациентов были доступны контрольному осмотру и обследованию. Срок наблюдения составил  $33,6 \pm 10,9$  мес.

В послеоперационном периоде у всех пациентов корешковый болевой синдром прошел полностью (показатель ВАШ снизился с 7,2 до 0,5 баллов,  $p < 0,05$ ). Индекс Освестри через 33,6 месяцев составил  $8,4 \pm 17,8$ , что указывает на практически полное восстановление трудоспособности пациентов.

Для изучения предикторов неблагоприятных результатов был проведен корреляционный анализ. Неблагоприятным результатом считались рецидив болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника, в нижних конечностях, повторные хирургические вмешательства.

Выявлена корреляция между ИВД, возрастом пациента и стадией дегенерации МПД, по Pfirrmann, с неблагоприятными результатами оперативного вмешательства. Возраст пациентов положительно коррелирует с частотой возникновения очагов резорбции замыкательных пластинок ( $p < 0,05$ ). ИВД имеет отрицательную взаимосвязь с интенсивностью болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника ( $p = 0,207$ ), с частотой резорбции верхних и нижних замыкательных пластинок ( $p = 0,044$  и  $p = 0,037$  соответственно). Стадия дегенерации МПД, по Pfirrmann, также коррелирует с частотой резорбции верхних и нижних замыкательных пластинок ( $p = 0,042$  и  $p = 0,041$ , соответственно).

Интраоперационных осложнений в виде повреждения ТМО, нервных образований ни в одном случае не было выявлено. В послеоперационном периоде осложнения выявлены у двух пациентов (4,8 %).

Частота рецидива грыжи диска после дискэктомии и пластики дефекта фиброзного кольца составила 4,8 %, частота реопераций – 9,5 %. Неблагоприятные результаты, требующие повторных вмешательств, в основном, зафиксированы в первом году после оперативного вмешательства. В сроке наблюдения  $33,6 \pm 10,9$  месяцев у 57,5 % пациентов обнаружены очаги резорбции замыкательных пластинок.

За период с 2016 по 2017 гг. нами проводилось клиническое проспективное рандомизированное контролируемое исследование путём хирургического лечения 188 больных с грыжами поясничных межпозвонковых дисков. Пациенты распределялись на две группы: в основную группу вошли пациенты, которым была выполнена лимитированная дискэктомия и пластика дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» (Intrinsic Therapeutics Inc., Woburn, MA); в группу сравнения вошли пациенты, пролеченные методом

лимитированной дискэктомии без пластики дефекта фиброзного кольца. Возраст пациентов составил от 17 до 70 лет, из них: 103 (54,8 %) - мужчин, 85 (45,2 %) - женщин. Более 80 % пациентов были в трудоспособном возрасте.

Пациентам обеих групп производили декомпрессию корешков конского хвоста путем удаления грыжи диска. Единственным отличием хирургического вмешательства в основной группе было дополнительное применение имплантата закрытия дефекта фиброзного кольца.

Оценка непосредственных и отдаленных результатов хирургического лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника проводилась на основании клинических, рентгенологических исследований, данных МРТ, МСКТ поясничного отдела позвоночника. Клинические результаты проведенного хирургического лечения изучены после оперативного вмешательства и в сроках через 3, 6 и 12 месяцев.

По количественным и категориальным параметрам между группами статистически значимых различий выявлено не было (таблицы 12 и 13).

Длительность оперативного лечения у пациентов, которым была выполнена лимитированная дискэктомия, составила  $53,8 \pm 14,9$  мин., а в группе пациентов, которым была проведена лимитированная дискэктомия с пластикой дефекта фиброзного кольца –  $61,5 \pm 17,5$  мин. ( $p=0,002$ ). Данные показатели обусловлены характером оперативного вмешательства. Объем кровопотери в основной группе составил  $69,1 \pm 61,6$  мл, в группе сравнения  $59,1 \pm 34,6$  мл. Небольшое, статистически незначимое преобладание основной группы в объеме кровопотери обусловлено продолжительностью оперативного вмешательства и внедрением имплантата закрытия дефекта в тело позвонка.

При сравнении интенсивности болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника в сроках наблюдения между группами отмечено, что в основной группе она во всех временных точках была несколько меньше, чем в группе сравнения, однако, статистически значимое различие обнаружено только в раннем послеоперационном периоде. Также, в послеоперационном периоде отмечается существенное снижение болевого синдрома в нижних конечностях

у пациентов, оперированных как методом лимитированной дискэктомии, так и в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца ( $p < 0,0001$ ). Различий между группами, по данному показателю, на раннем послеоперационном периоде, через 3 и 6 месяцев после операции выявлено не было. Следует отметить, что через 12 месяцев интенсивность болевого синдрома в нижних конечностях по шкале ВАШ была достоверно выше в группе сравнения. Это обусловлено рецидивом болевого синдрома и/или грыжи диска у некоторых пациентов группы сравнения в этом сроке.

Индекс нетрудоспособности по опроснику Освестри, также, достоверно оставался более низким, в сравнении с дооперационными показателями в сроках наблюдения в обеих группах ( $p < 0,0001$ ), оставаясь неизменным в течение наблюдаемого срока. Межгрупповое сравнение, по данному показателю, выявило достоверно низкие показатели Освестри в основной группе во всех сроках наблюдения, что свидетельствует о значительном улучшении в повседневной жизни пациентов.

В сроках через 3 и 6 месяцев после операции «хорошие» и «удовлетворительные» результаты в совокупности в обеих группах находятся практически на одном уровне (в основной группе – 93,1 % и 95,5 %, в группе сравнения – 92,6 % и 94,2 %), хотя, в основной группе через 3 мес. превалирует доля «хороших» результатов ( $p = 0,000$ ). В сроке через 12 месяцев «неудовлетворительные» результаты больше в группе сравнения ( $p = 0,142$ ).

Сравнение продолжительности временной нетрудоспособности пациентов в группах исследования, продемонстрировало наличие статистически значимой разницы (по критерию Вилкоксона  $p = 0,010$ ), продолжительность нетрудоспособности в основной группе была на 20 дней меньше по медианным значениям, что говорит о более быстром восстановлении и возвращении к трудовой деятельности пациентов.

Частота рецидивов грыж дисков в основной группе составила 1,1 %, в группе сравнения – 6,2 %, сравнение частот по критерию Хи-квадрат показало статистически значимую разницу ( $p = 0,029$ ). Бессимптомный рецидив грыжи

диска в основной группе выявлен у 1 пациента (1,1 %), в группе сравнения у 5 пациентов (5,2 %), преимущественно, в сроке через 12 месяцев с момента оперативного вмешательства. Сегментарная нестабильность на оперированном уровне в группе сравнения выявлена у одного пациента (1 %), ещё у одного пациента (1 %) через 6 месяцев после операции диагностирован спондилодисцит на уровне оперативного вмешательства, постспондилитическая стадия, грубая потеря высоты диска, локальный кифоз (11°).

Частота осложнений в данном исследовании составила 6,6 % и 6,2 % в основной и группы сравнения, соответственно. В основной группе осложнение, связанное с имплантатом, отмечалось в одном случае: выявлено повреждение замыкательной пластинки, которое потребовало установки имплантата в смежный позвонок.

Оценка высоты диска в послеоперационном периоде показала, что ИВД в обеих группах уменьшился, причем, в группе сравнения различия с дооперационными значениями были статистически значимыми. Во всех сроках наблюдения отмечается статистически значимая разница между группами, хотя, на дооперационном этапе эти показатели были сопоставимы. Чем больше срок наблюдения, тем отчетливее разница между группами.

Анализ состояния замыкательных пластинок, в которых не были выявлены эрозивные изменения до оперативного вмешательства, показал, что в основной группе через 6 месяцев эти очаги появились у 7 пациентов – 7,2 % (в группе сравнения у 6 – 6,2 %), через 12 месяцев у 18 пациентов – 19,8 % (в группе сравнения у 15 – 15,5 %).

В основной группе у 5 пациентов (5,5 %) через 12 месяцев после операции обнаружены очаги резорбции замыкательных пластинок тел обоих смежных позвонков (вокруг якоря и сетки имплантата). При этом, положение сетки имплантата было правильным. В сроке через 6 месяцев таких случаев не было зарегистрировано. В группе сравнения очаги в обоих позвонках было выявлено лишь у одного пациента (1 %) через 6 месяцев. У всех остальных

пациентов очаги резорбции появились только в одной из замыкательных пластинках, больше вышележащих позвонков.

Путем двухфакторного непараметрического дисперсионного анализа выявлено, что изменения Modic, очаги эрозии ЗП не влияют на клинический результат операции. Параметры ВАШ нога ( $p=0,095$ ), спина ( $p=0,287$ ) и Освестри ( $p=0,119$ ) не коррелировали с дисковыми и внедисковыми изменениями позвоночно-двигательного сегмента.

На основании проведенных исследований, разработан алгоритм принятия решения о пластике дефекта фиброзного кольца после лимитированной дискэктомии у пациентов с грыжами поясничных МПД, в зависимости от морфологических и биомеханических особенностей позвоночно-двигательного сегмента. Согласно алгоритму, у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков при II-III стадиях дегенерации МПД по Pfirrmann, высоте МПД в задних отделах, по данным МСКТ, более 5 мм, отсутствии вакуум-феномена МПД, краевых костных разрастаний тел смежных позвонков, оссификации грыжи МПД - целесообразно проводить лимитированную дискэктомию с пластикой дефекта фиброзного кольца имплантатом «Varicaid». Применение данного алгоритма, основанного на доступных практическому здравоохранению методах обследования, позволяет улучшить результаты хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных МПД.

Сравнение результатов лечения в исследуемых группах показало преимущество основной группы: более низкая интенсивность люмбалгии в раннем послеоперационном периоде ( $p=0,000$ ), раннее возвращение к трудовой деятельности ( $p=0,010$ ), низкая частота рецидивов грыж ( $p=0,047$ ), реопераций и бессимптомных рецидивов грыж поясничных межпозвонковых дисков ( $p=0,102$ ).

## ВЫВОДЫ

1. Выполнение комплекса предоперационного обследования, в том числе, рентгенографии, МРТ и МСКТ поясничного отдела позвоночника, позволяет выявить истинную высоту межпозвонкового диска у всех пациентов, оссификацию грыжевого фрагмента и краевые костные разрастания смежных тел позвонков у 23,8 %, вакуум-феномен межпозвонкового диска у 14,3 % пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков.
2. У пациентов с компрессионной корешковой симптоматикой, обусловленной грыжами поясничных межпозвонковых дисков, при высоте межпозвонкового диска более 5 мм, по данным МСКТ поясничного отдела позвоночника и II–III стадиях дегенерации межпозвонкового диска по Pfirrmann, методом выбора хирургического лечения является лимитированная дискэктомия в сочетании с пластикой дефекта фиброзного кольца.
3. Лимитированная дискэктомия и пластика дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» позволяет получить хорошие и удовлетворительные результаты в 92,3 % случаев, снизить частоту рецидивов грыж поясничных межпозвонковых дисков до 1,1 %, реопераций – до 2,2 %; обеспечить раннее возвращение пациентов к трудовой деятельности.
4. Выполнение пластики дефекта фиброзного кольца после лимитированной дискэктомии у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков позволяет сохранить высоту диска у 88,3 % пациентов, предотвратить прогрессирование дегенерации межпозвонковых дисков у 90,1 % пациентов и дугоотростчатых суставов у 85,7 % пациентов.
5. Разработанный алгоритм выбора метода хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков позволяет

дифференцированно определять показания к пластике дефекта фиброзного кольца после лимитированной дискэктомии.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Выполнение МРТ и МСКТ поясничного отдела позвоночника у пациентов с грыжами межпозвонковых дисков перед планируемым хирургическим лечением позволяет оценить радиологические и биомеханические особенности позвоночно-двигательного сегмента, определить на дооперационном этапе возможности применения технологии пластики дефекта фиброзного кольца.
2. Для лечения больных с фармакорезистентными компрессионными корешковыми синдромами, обусловленными грыжами поясничных межпозвонковых дисков, при II–III стадиях дегенерации по Pfirrmann и высоте диска в задних отделах не менее 5 мм по данным МСКТ, целесообразно использовать пластику дефекта фиброзного кольца имплантатом «Barricaid» после лимитированной дискэктомии.
3. Пластика дефекта фиброзного кольца должна основываться на тщательной оценке ключевых биомеханических и интраоперационных характеристик оперируемого сегмента: высота межпозвонкового диска, его стадия дегенерации по Pfirrmann, размеры дефекта фиброзного кольца, объем дискэктомии.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

- ВАШ – 10-балльная визуально-аналоговая шкала;
- ODI – Oswestry disability index (индекс функциональной дееспособности для поясничного отдела позвоночника);
- ДИ – доверительный интервал;
- Rg – рентгенография;
- КТ – компьютерная томография;
- МРТ – магнитно-резонансная томография;
- МСКТ – мультисрезовая компьютерная томография;
- ПДС – позвоночно-двигательный сегмент;
- МПД – межпозвонковый диск;
- ЭОП – электронно-оптический преобразователь;
- ИВД – индекс высоты диска;
- ФК – фиброзное кольцо;
- ПЯ – пульпозное ядро;
- ЗП – замыкательная пластинка;
- ДС – дугоотростчатые суставы;

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Арестов, С. О. Современные подходы к лечению грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / С. О. Арестов, А. О. Гуца, А. Кашеев, А. В. Вершинин, М. Д. Древаль, Е. Н. Полторако // Нервные болезни. – 2017. – №3. – С. 19–23.
2. Ахметьянов, Ш. А. Результаты хирургического лечения дегенеративно-дистрофических поражений пояснично-крестцового отдела позвоночника / Ш. А. Ахметьянов, А. В. Крутько // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №5. – С. 324.
3. Байкалов, А. А. Хирургическое лечение рецидивов болевых синдромов после удаления грыж поясничных межпозвонковых дисков : дис. ... канд. мед. наук / А. А. Байкалов. – Новосибирск, 2006. – 103 с.
4. Байков, Е. С. Прогнозирование результатов хирургического лечения грыж поясничных межпозвонковых дисков : дис. ... канд. мед. наук : / Е. С. Байков. – Новосибирск, 2014. – 138 с.
5. Бывальцев, В. А. История хирургического лечения корешковой боли при патологии межпозвонкового диска / В. А. Бывальцев, Е. Г. Белых, А. А. Калинин, Л. А. Бардонова, Г. С. Жданович // Хирургия позвоночника. – 2016. – № 3. – С. 78–89.
6. Бывальцев, В. А. Клиника, диагностика и хирургическое лечение грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника : монография / В. А. Бывальцев, Е. Г. Белых, А. А. Калинин, В. А. Сороковиков. – Иркутск : ИНЦХТ, 2016. – 275 с.
7. Гуца, А. О. Оценка исходов хирургического лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника / А. О. Гуца, А. Р. Юсупова // Хирургия позвоночника. – 2017. – №4. – С. 85–94.
8. Долженко, Д. А. Видеоэндоскопия в оптимизации хирургического лечения поясничных межпозвонковых грыж / Д. А. Долженко, Ш. А. Аул // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 4. – С. 97–102.

9. Дракин, И. А. Факторы риска рецидивов грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника и методы их профилактики / И. А. Дракин, В. А. Басков, О. Н. Древаль [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2015. – №4. – С. 11–16.
10. Зорин, Н. А. Пункционное лазерное выпаривание секвестрированных грыж межпозвонковых дисков / Н. А. Зорин, Ю. И. Кирпа, В. А. Сабош // Украинский нейрохирургический журнал. – 2000. – № 1.– С. 65–67.
11. Кадыров, А. А. Хирургическое лечение синдрома оперированного позвоночника у больных с поясничным остеохондрозом / А. А. Кадыров, А. К. Абдухаликов // Поленовские чтения : Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 84.
12. Козлов, Д. М. Хирургическое лечение рецидивов болевого синдрома после операций на поясничном отделе позвоночника с применением минимально инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств / Д. М. Козлов, А. В. Крутько, А. В. Пелеганчук // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 9-1. – С. 53–56.
13. Козлов Д. М. Хирургическое лечение рецидивов болевого синдрома после операций на поясничном отделе позвоночника с применением минимально-инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств / Д. М. Козлов, А. В. Крутько, А. В. Пелеганчук // Успехи современного естествознания. – 2015. – №9-1. – С. 53–56.
14. Коновалов, Н. А. Новые технологии и алгоритмы диагностики и хирургического лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника : дис. ... д-ра мед. наук / Н. А. Коновалов. – М., 2010. – 387 с.
15. Крутько, А. В. Анализ критериев прогнозирования результатов хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков: обзор современной литературы / А. В. Крутько, Е. С. Байков // Гений ортопедии. – 2012. – №1. – С. 140–145.
16. Крутько А. В. Хирургическое лечение грыжи поясничного

- межпозвонокового диска в детском возрасте / А. В. Крутько, А. И. Васильев, А. В. Пелеганчук // Политравма. – 2012. – №1. – С. 88–92.
17. Крутько, А. В. Роль радиологических параметров позвоночно-двигательного сегмента в исходе хирургического лечения грыж поясничных межпозвоноковых дисков / А. В. Крутько, Е. С. Байков // Хирургия позвоночника. – 2013. – №1. – С. 55–63.
  18. Крутько, А. В. Хирургическая тактика и организация специализированной помощи больным с дегенеративно-дистрофическим заболеванием поясничного отдела позвоночника : дис. ... д-ра мед. наук / А. В. Крутько. – Н., 2013. – 258 с.
  19. Крылов, В. В. Состояние нейрохирургической помощи больным с травмами и заболеваниями позвоночника и спинного мозга в г. Москве / В. В. Крылов, В. В. Лебедев, А. А. Гринь // Нейрохирургия. – 2001. – № 1. – С. 60–66.
  20. Лопарев, Е. А. Повторные оперативные вмешательства у пациентов с дегенеративно-дистрофическим заболеванием поясничного отдела позвоночника после удаления грыж дисков / Е. А. Лопарев, В. С. Климов А. В. Евсюков // Хирургия позвоночника. – 2017. – №14(1). С. 51–59.
  21. Луцик, А. А. Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника / А. А. Луцик, М. А. Садовой, А. В. Крутько, А. Г. Епифанцев. – Новосибирск : Наука, 2012. – 264 с.
  22. Луцик, А. А. Дискуссионные и бесспорные аспекты остеохондроза позвоночника / А. А. Луцик, Н. Г. Фомичев, А. М. Зайдман, Г. Ю. Бондаренко, А. В. Крутько, Г. И. Окладников // Хирургия позвоночника. – 2012. – №2. – С. 63–69.
  23. Луцик, А. А. Новые подходы к оперативному лечению рецидивов грыж поясничных межпозвоноковых дисков / А. А. Луцик, И. В. Гаврилов, Г. Ю. Бондаренко, А. Г. Епифанцев, А. И. Пеганов // Хирургия позвоночника. – 2015. – №1. – С. 36–45.

24. Луцик, А. А. Диагностика и нейрохирургическое лечение остеохондроза позвоночника: рекомендательный протокол / А. А. Луцик. – Новокузнецк, 2006. – 38 с.
25. Маркин, С. П. Задняя динамическая фиксация в хирургическом лечении поясничного остеохондроза : дис. ... канд. мед. наук / С. П. Маркин. – Новосибирск, 2010. – 135 с.
26. Belykh, E. Preoperative estimation of disc herniation recurrence after microdiscectomy : predictive value of a multivariate model based on radiographic parameters / E. Belykh, A. V. Krutko, E. S. Baykov, M. B. Giers [et al.] // Spine J. – Mar 2017. – №17(3). – P. 390–400.
27. Ahlgren, B. D. Effect of annular repair on the healing strength of the intervertebral disc: A sheep model / B. D. Ahlgren, W. Lui, H. N. Herkowitz [et al.] // Spine. – 2000. – Vol. 25. – P. 2165–2170.
28. Ambrossi, G. L. Recurrent lumbar disc herniation after single-level lumbar discectomy: incidence and health care cost analysis / G. L. Ambrossi, M. J. McGirt [et al.] // Neurosurgery. – 2009. – Vol. 65. – P. 574–578.
29. Andersen, M. O. Return to work after lumbar disc surgery is related to the length of preoperative sick leave / M. O. Andersen, C. Ernst, J. Rasmussen, S. Dahl, L. Y. Carreon // Dan Med J. – 2017. – № 64(7). – P. A5392.
30. Arts, M. P. Tubular discectomy vs conventional microdiscectomy for sciatica: a randomized controlled trial / M. P. Arts, R. Brand, M. E. van den Akker, B. W. Koes, R. H. Bartels, W. C. Peul // JAMA. – 2009. – 302(2). – P. 149–158.
31. Atlas, S. J. Long-Term Outcomes of Surgical and Nonsurgical Management of Sciatica Secondary to a Lumbar Disc Herniation: 10 Year Results from the Maine Lumbar Spine Study / S. J. Atlas, R. B. Keller [et al.] // Spine. – 2005. – Vol. 30 (8). – P. 927–935.
32. Babar, S. MRI of the post-discectomy lumbar spine / S. Babar, A. Saifuddin // Clin Radiol. – 2002. – № 57. – P. 969–981.
33. Baek, G. S. Fragmentectomy versus conventional microdiscectomy in single-level lumbar disc herniations: comparison of clinical results and recurrence

- rates / G. S. Baek, Y. S. Kim, M. C. Lee [et al.] // J Korean Neurosurg Soc. – 2012. – № 52(3). – P. 210–214.
34. Bailey, A. Prospective, multicenter, randomized, controlled study of annular repair in lumbar discectomy: two-year follow-up / A. Bailey, A. Araghi, S. Blumenthal [et al.] // Spine. – 2013. – Vol. 38, №14. – P. 1161–1169.
35. Balderston, R. A. The treatment of lumbar disc herniation: simple fragment excision versus disc space curettage / R. A. Balderston, G. G. Gilyard, A. A. Jones // J. Spinal. Disord. – Vol. 4. – 1991. – P. 22–25.
36. Barth, M. Endplate changes after lumbar discectomy with and without implantation of an annular closure device / M. Barth, C. Weiss, G. J. Bouma, R. Bostelmann, A. Kursumovic, J. Fandino, C. Thomé // Acta Neurochir (Wien). – 2018. – Apr;160(4). – P. 855–862.
37. Barth, M. Occurrence of discal and non-discal changes after sequestrectomy alone versus sequestrectomy and implantation of an anulus closure device / M. Barth, J. Fontana, C. Thome [et al.] // Journal of Clinical Neuroscience. – 2016. – Vol. 34. – P. 288–293.
38. Barth, M. Two-year outcome after lumbar microdiscectomy versus microscopic sequestrectomy: part 1: evaluation of clinical outcome / M. Barth, C. Weiss, C. Thome // Spine (Phila Pa 1976). – 2008. – Vol. 33. – P. 265–272.
39. Barth, M. Two-year outcome after lumbar microdiscectomy versus microscopic sequestrectomy: part 2: radiographic evaluation and correlation with clinical outcome / M. Barth, M. Diepers [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2008. – № 33(3). – P. 273–279.
40. Berjano, P. Microdiscectomy for recurrent L5-S1 disc herniation / P. Berjano, M. Pejrona, M. Damilano // Eur Spine J. – 2013. – №22. – P. 2915–2917.
41. Bhaisare, R. Long-Term Results of Endoscopic Lumbar Discectomy by «Destandau's Technique» / R. Bhaisare, B. Kamble, K. Patond // Asian Spine Journal. – 2016. – № 10(2). – P. 289–297.

42. Blamoutier, A. Surgical discectomy for lumbar disc herniation: Surgical techniques / A. Blamoutier // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2013. – № 99. – P. 187–196.
43. Boskovic, K. The quality of life of patients after a lumbar microdiscectomy: A four-year monitoring study / K. Boskovic, T. Cigic, M. Grajic, S. Todorovic-Tomasevic, A. Knezevic // *Clin Neurol Neurosurg.* – 2010. – № 112. – P. 557–562.
44. Bouma, G. J. The high-risk discectomy patient: prevention of reherniation in patients with large anular defects using an anular closure device / G. J. Bouma, M. Barth, D. Ledic, M. Vilendecic // *Eur Spine J.* – 2013. – 22 (5). – P. 1030–1036.
45. Bourgeault, C. Biomechanical assessment of annulus fibrosus repair with suture tethered anchors / C. Bourgeault, B. Beaubien, S. Griffith // *Spine Arthroplasty Society.* – 2007. – Vol. 7. – Berlin.
46. Bridwell, K. H. What's new in spine surgery / K. H. Bridwell, P. A. Anderson, S. D. Boden, A. R. Vaccaro, J. C. Wang // *J Bone Joint Surg. Am.* – 2011. – Vol. 93, № 16. – P. 1560–1566.
47. Brock, M. Lumbar microdiscectomy: subperiosteal versus transmuscular approach and influence on the early postoperative analgesic consumption / M. Brock, P. Kunkel, L. Papavero // *Eur Spine J.* – 2008. – 17(4). – P. 518–522.
48. Brock, M. The form and structure of the extruded disc / M. Brock, S. Patt, H. M. Mayer // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1992. – №17(12). – P. 1457–1461.
49. Bron, J. L. Repair, regenerative and supportive therapies of the annulus fibrosus : Achievements and challenges / J. L. Bron, M. N. Helder [et al.] // *European Spine Journal.* – 2009. – Vol. 18 (3). – P. 301–313.
50. Byung-Joon, S. Risk Factors for Recurrent Lumbar Disc Herniations / S. Byung-Joon // *Asian Spine J.* – 2014. – Vol 8, № 2. – P. 211–215.
51. Cahill, K. S. A comparison of acute hospital charges after tubular versus open microdiscectomy / K. S. Cahill, A. D. Levi, M. D. Cummock, W. Liao, M. Y. Wang // *World Neurosurg.* – 2013. – № 80. – P. 208–212.

52. Carl, A. New developments in nucleus pulposus replacement technology / A. Carl, E. Ledet, H. Yuan, A. Sharan // *Spine J.* – 2004. – № 4(6 Suppl). – P. 325S–329S.
53. Carragee, E. J. A prospective controlled study of limited versus subtotal posterior discectomy: Short-term outcomes in patients with herniated lumbar intervertebral discs and large posterior anular defect / E. J. Carragee, A. O. Spinnickie, T. F. Alamin, S. Paragioudakis. – *Spine.* – 2006. – Vol. 31. – P. 653–657.
54. Carragee, E. J. Clinical outcomes after lumbar discectomy for sciatica: the effects of fragment type and anular competence / E. J. Carragee, M. Y. Han, P. W. Suen, D. Kim // *J Bone Joint Surg Am.* – 2003. – Vol. 85. – P. 102–108.
55. Carragee, E. J. Does discography cause accelerated progression of degeneration changes in the lumbar disc: a ten-year matched cohort study / E. J. Carragee, A. S. Don, E. L. Hurwitz [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2009. – Vol. 34. – P. 2338–2345.
56. Caspar, W. A new surgical procedure for lumbar disc herniation causing less damage through a microsurgical approach / W. A. Caspar, R. Wullenweber, M. Brocck [et al.] // *Advances in neurosurgery.* – Berlin: Springer. – 1977. – P. 74–77.
57. Cauthen, J. C. Motion preservation surgery of the spine : advanced techniques and controversies / J. C. Cauthen, S. L. Griffith [et al.] // – 2008. – P. 623–628.
58. Choi, K. A strategy of percutaneous endoscopic lumbar discectomy formigrated disc herniation / K. Choi, D. C. Lee, H. Shim, S. Shin, C. Park // *World Neurosurg.* – 2017. – № 99. – P. 259–266.
59. Cinotti, G. Ipsilateral recurrent lumbar disc herniation: a prospective, controlled study / G. Cinotti, G. S. Roysam, S. M. Eisenstein // *J Bone Joint Surg Br.* – 1998. – Vol. 80. – P. 825–832.
60. Cong, L. A meta-analysis of endoscopic discectomy versus open discectomy for symptomatic lumbar disk herniation / L. Cong, Y. Zhu, G. Tu // *Eur Spine J.* – 2016. – Jan;25(1). – P. 134–143.

61. DePalma, M. J. What is the source of chronic low back pain and does age play a role? / M. J. DePalma, J. M. Ketchum, T. Saullo // *Pain Med.* – 2011. – № 12 (2). – P. 224–233.
62. Dower, A. Surgical management of recurrent lumbar disc herniation and the role of fusion / A. Dower, R. Chatterj, A. Swar, M. J. Winder // *J Clin Neurosci.* – 2016. – Jan;23. – P. 44–50.
63. Elliott, D. M. The effect of relative needle diameter in puncture and sham injection animal models of degeneration / D. M. Elliott, C. S. Yerramalli, J. C. Beckstein [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2008. – Vol. 33. – P. 588–596.
64. Epstein, N. E. A review of interspinous fusion devices: High complication, reoperation rates, and costs with poor outcomes / N. E. Epstein // *Surg Neurol Int.* – 2012. – №3. – P. 7.
65. Fakouri, B. Lumbar microdiscectomy versus sequestrectomy/free fragmentectomy: a long-term (>2 y) retrospective study of the clinical outcome / B. Fakouri, V. Patel, E. Bayley [et al.] // *J Spinal Disord Tech.* – 2011. – № 24(1). – P. 6–10.
66. Findlay, G. F. A 10-year follow-up of the outcome of lumbar microdiscectomy / G. F. Findlay, B. I. Hall, B. S. Musa [et al.] // *Spine.* – 1998. – № 23. – P. 1168–1171.
67. Floman, Y. Failure of the Wallis interspinous implant to lower the incidence of recurrent lumbar disc herniations in patients undergoing primary disc excision / Y. Floman, M. A. Millgram [et al.] // *J Spinal Disord Tech.* – 2007. – № 20(5). – P. 337–341.
68. Foley, K. Microendoscopic discectomy / K. Foley, M. M. Smith // *Tech Neurosurg.* – 1997. – № 3. – P. 301–307.
69. Franke, J. Comparison of a minimally invasive procedure versus standard microscopic discotomy: a prospective randomised controlled clinical trial / J. Franke, R. Greiner-Perth, H. Boehm [et al.] // *Eur Spine J.* – 2009. – 18(7). – P. 992–1000.

70. Gadjradj, P. S. Management of Symptomatic Lumbar Disk Herniation: An International Perspective / P. S. Gadjradj, M. P. Arts, M. W. van Tulder [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2017. – № 42(23). – P. 1826–1834.
71. Garg, B. Microendoscopic versus open discectomy for lumbar disc herniation: a prospective randomised study / B. Garg, U. B. Nagraja, A. J. Jayaswal // *Orthop Surg (Hong Kong)*. – 2011. – № 19. – P. 30–34.
72. Gepstein, R. Treatment of postdiscectomy low back pain by percutaneous posterior lumbar interbody fusion versus open posterior lumbar fusion with pedicle screws / R. Gepstein, S. Shabat, M. Reichel, I. Pikarsky, Y. Folman // *Spine J*. – 2008. – № 8. – P. 741–746.
73. Gibson, J. N. Surgical interventions for lumbar disc prolapse / J. N. Gibson, G. Waddell // *Cochrane Database Syst Rev*. – 2007. – № 32. – P. 1735–1747.
74. Gorenek, M. Clinical investigation of the intrinsic therapeutics Barricaid, a novel device for closing defects in the annulus / M. Gorenek, M. Vilendecic, S. Eustacchio [et al.] // *Spine*. – 2006. – Vol. 6. – P. 161.
75. Grogan, J. Lumbar facet joint tropism does not accelerate degeneration of the facet joints / J. Grogan, B. H. Nowicki, T. A. Schmidt [et al.] // *AJNR Am J Neuroradiol*. – 1997. – №18. – P. 1325–1329.
76. Gruber, P. Von der Streckbank zur Mikrodiskektomie / P. Gruber, T. Böni // *Unfallchirurg*. – 2015. – № 118(December Suppl). – P. 53–65.
77. Harrington, J. F. Open versus minimally invasive lumbar microdiscectomy: comparison of operative times, length of hospital stay, narcotic use and complications / J. F. Harrington, P. French // *Minim Invasive Neurosurg*. – 2008. – № 51. – P. 30–35.
78. Hegewald, A. A. Regenerative treatment strategies in spinal surgery / A. A. Hegewald, J. Ringe, M. Sittinger, C. Thome // *Front Biosci*. – 2008. – №13. – P. 1507–1525.
79. Heindel, P. Reoperation Rates After Single-level Lumbar Discectomy / P. Heindel, A. Tuchman, P. C. Hsieh [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2017. – № 42(8). – P. E496–E501.

80. Heo, J. H. Quantity of Disc Removal and Radiological Outcomes of Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy / J. H. Heo, C. H. Kim, C. K. Chung, Y. Choi, Y. G. Seo, D. H. Kim, S. B. Park, J. H. Moon, W. Heo, J. M. Jung // *Pain Physician*. – 2017. – № 20(5). – P. E737–E746.
81. Iatridis, J. C. Role of biomechanics in intervertebral disc degeneration and regenerative therapies: what needs repairing in the disc and what are promising biomaterials for its repair? / J. C. Iatridis, S. B. Nicoll, A. J. Michalek, B. A. Walter, M. S. Gupta // *Spine J*. – 2013. – № 13(3). – P. 243–262.
82. Ikuta, K. Characterization and Risk Factor Analysis for Recurrence Following Microendoscopic Discectomy for Lumbar Disk Herniation / K. Ikuta, K. Tarukado, K. Masuda // *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*. – 2017. – Mar;78(2). – P. 154–160.
83. Jensen, R. K. Is the development of Modic changes associated with clinical symptoms? A 14-month cohort study with MRI / R. K. Jensen, Y. C. Leboeuf, N. Wedderkopp, J. S. Sorensen, T. S. Jensen, C. Manniche // *Eur Spine J*. – 2012. – № 21(11). – P. 2271–2279.
84. Jin, A. M. Prosthetic disc nucleus replacement for treatment of lumbar intervertebral disc herniation: A follow-up observation on 33 cases / A. M. Jin, H. Zhang, J. G. Wu // *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation*. – 2005. – Volume 9, Issue 22. – P. 208–209.
85. Jin, D. Prosthetic disc nucleus (PDN) replacement for lumbar disc herniation: preliminary report with six months follow-up / D. Jin, D. Qu, L. Zhao, J. Chen, J. Jiang // *J Spinal Disord Tech*. – 2003. – № 16 (4). – P. 331–337.
86. Kang, R. Cyanoacrylate medical glue application in intervertebral disc annulus defect repair: Mechanical and biocompatible evaluation / R. Kang, H. Li [et al.] // *Journal of biomedical materials research B: applied biomaterials*. – 2017. – Vol. 105, №1. – P. 14–20.
87. Karin, R. K. Recurrent lumbar disc herniation / R. K. Swartz, G. R. Trost // *Neurosurg Focus*. – 2003. – № 15 (3). – P. E10.

88. Katayama, Y. Comparison of surgical outcomes between macro discectomy and microdiscectomy for lumbar disc herniation: a prospective randomized study with surgery performed by the same spine surgeon / Y. Katayama, Y. Matsuyama, H. Yoshihara, Y. Sakai [et al.] // *J Spinal Disord Tech.* – 2006. – № 19(5). – P. 344–347.
89. Katz, J. N. Lumbar disc disorders and low-back pain: socioeconomic factors and consequences / J. N. Katz // *Bone Joint Surg Am.* – 2006. – № 88 (Suppl 2). – P. 21–24.
90. Kim, J. M. Recurrence after successful percutaneous endoscopic lumbar discectomy / J. M. Kim, S. H. Lee, Y. Ahn [et al.] // *Minim Invasive Neurosurg.* – 2007. – Vol. 50. – P. 82–85.
91. Kim, K. T. Disc height and segmental motion as risk factors for recurrent lumbar disc herniation / K. T. Kim, S. W. Park, Y. B. Kim // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2009. – № 34(24). – P. 2674–2678.
92. Klara, P. M. Artificial nucleus replacement: clinical experience / P. M. Klara, C. D. Ray // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2002. – № 27(12). – P. 1374–1377.
93. Klassen, P. D. Bone-anchored annular closure following lumbar discectomy reduces risk of complications and reoperations within 90 days of discharge / P. D. Klassen, D. T. Bernstein, H. P. Kahler [et al.] // *J Pain Res.* – 2017. – № 26(10). – P. 2047–2055.
94. Kraemer, J. Bandscheibenbedingte Erkrankungen, 4th edn / J. Kraemer // Thieme, Stuttgart. – 1997. – 408 p.
95. Kunwar, K. Recurrent disc herniation: etiology, evaluation, treatment, outcomes, and prevention (annular repair) / K. Kunwar, F. Louis // *Amorosa. – Seminars in Spine Surgery.* – № 28:1. – P. 37–42.
96. Kursumovic, A. Annular Closure RCT study group. Morphology and Clinical Relevance of Vertebral Endplate Changes Following Limited Lumbar Discectomy with or without Bone-anchored Annular Closure / A. Kursumovic, J. C. Kienzler, G. J. Bouma [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2018. – Mar 13. – Epub ahead of print.

97. Kursumovich, A. Performance of an Annular Closure Device in a ‘Real-World’, Heterogeneous, At-Risk, Lumbar Discectomy Population / A. Kursumovich, S. Rath // *Cureus*. – 2017. – № 9(11). – P. 1824.
98. Lange, N. Symptomatic annulus-repair-device loosening due to a low-grade infection / N. Lange, B. Meyer, E. Shiban // *Acta Neurochir (Wien)*. – Jan 2017. – № 160(1). – P. 199–203.
99. Lebow, R. L. Asymptomatic same-site recurrent disc herniation after lumbar discectomy: results of a prospective longitudinal study with 2-year serial imaging / R. L. Lebow, O. Adogwa, S. L. Parker, A. Sharma, J. Cheng, M. J. McGirt // *Spine*. – 2011. – №36. – P. 2147–2151.
100. Ledic, D. Effect of Anular Closure on Disk Height Maintenance and Reoperated Recurrent Herniation Following Lumbar Discectomy: Two-Year Data / D. Ledic, D. Vukas, G. Grahovac, M. Barth, G. J. Bouma, M. Vilendecic // *J Neural Surgery A*. – 2015. – Vol. 76. – P. 211–218.
101. Lequin, M. B. Primary limited lumbar discectomy with an annulus closure device : one-year clinical and radiographic results from a prospective multi-center study / M. B. Lequin, M. Barth, C. Thome, G. J. Bouma // *Korean J Spine*. – 2012. – Vol. 9. – № 4. – P. 340–347.
102. Leven, D. D. Risk factors for reoperation in patients treated surgically for intervertebral disc herniation: a subanalysis of eight – year SPORT Data / D. D. Leven, P. G. Passias, T. J. Errico [et al.] // *J Bone Joint Surg Am*. – 2015. – Vol. 97 (16). – P. 1316–1325.
103. Likhitpanichkul, M. Fibrin-genipin adhesive hydrogel for annulus fibrosus repair: performance evaluation with large animal organ culture, in situ biomechanics, and in vivo degradation tests / M. Likhitpanichkul, M. Dreischarf, S. Illien-Junger [et al.] // *Eur Cell Mater*. – 2014. – Vol. 28. – P. 25–38.
104. Lindley, E. M. Nucleus replacement device failure: a case report and biomechanical study / E. M. Lindley, S. Jaafar, A. Noshchenko, T. Baldini [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2010. – № 35 (22). – P. E1241–E1247.

105. Malinin, T. Changes in vertebral bodies adjacent to acutely narrowed intervertebral discs: observations in baboons / T. Malinin, M. Brown // *Spine*. – 2007. – № 32(21). – P. E603.
106. Mariconda, M. Frequency and clinical meaning of long-term degenerative changes after lumbar discectomy visualized on imaging tests / M. Mariconda, O. Galasso, P. Attingenti, G. Federico, C. Milano // *Eur Spine J*. – 2010. – Vol. 19, № 1. – P. 136–143.
107. Maroon, J. Current concepts in minimally invasive discectomy / J. Maroon // *Neurosurgery*. – 2002. – № 51 (suppl 2). – P. 137–145.
108. Martin, B. I. Repeat surgery after lumbar decompression for herniated disc: the quality implications of hospital and surgeon variation / B. I. Martin, S. K. Mirza, D. R. Flum [et al.] // *Spine J*. – 2012. – № 12 (2). – P. 89–97.
109. McGirt, M. J. A Prospective Cohort Study of Close Interval Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging After Primary Lumbar Discectomy. Factors Associated With Recurrent Disc Herniation and Disc Height Loss / M. G. McGirt, S. Eustacchio, P. Varga [et al.] // *Spine*. – 2009. – Vol. 34. – P. 2044–2051.
110. McGirt, M. J. Recurrent disc herniation and long-term back pain after primary lumbar discectomy: review of outcomes reported for limited versus aggressive disc removal / M. J. McGirt, G. L. Ambrossi, G. Dattoo [et al.] // *Neurosurgery*. – 2009. – Vol. 64. – P. 338–344.
111. Miller, L. E. Association of Annular Defect Width After Lumbar Discectomy With Risk of Symptom Recurrence and Reoperation: Systematic Review and Meta-analysis of Comparative Studies / L. E. Miller, M. J. McGirt, S. R. Garfin, C. M. Bono // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2018 Mar 1. – № 43(5). – E308–E315.
112. Miwa, S. Risk factors of recurrent lumbar disc herniation: a single center study and review of the literature / S. Miwa, A. Yokogawa, T. Kobayashi [et al.] // *J Spinal Disord Tech*. – 2012. – Vol. 28. – P. 265–269.
113. Mobbs, R. J. Lumbar discectomy and the diabetic patient: incidence and

- outcome / R. J. Mobbs, R. L. Newcombe, K. N. Chandran // *J. Clin. Neurosci.* – 2001. – Vol. 8. – P. 10–13.
114. Modic, M. T. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging / M. T. Modic, P. M. Steinberg, J. S. Ross, T. J. Masaryk, J. R. Carter // *Radiology.* – 1988. – № 166. P. 193–199.
115. Mok, F. P. ISSLS prize winner: prevalence, determinants, and association of Schmorl nodes of the lumbar spine with disc degeneration: a population-based study of 2449 individuals / F. P. Mok, D. Samartzis, J. Karppinen, K. D. Luk, D. Y. Fong, K. M. Cheung // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2010. – №35. – P. 1944–1952.
116. Ohtori, S. Low back pain after lumbar discectomy in patients showing endplate modic type 1 change / S. Ohtori, M. Yamashita, K. Yamauchi, G. Inoue, T. Koshi [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2010. – № 35(13). – P. 596–600.
117. Osterman, H. Risk of multiple reoperations after lumbar discectomy: a population-based study / H. Osterman, R. Sund, S. Seitsalo, I. Keskimaki // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2003. – Vol. 28. – P. 621–627.
118. Parker, S. L. Cost savings associated with prevention of recurrent lumbar disc herniation with a novel annular closure device: a multicenter prospective cohort study / S. L. Parker, G. Grahovac, D. Vukas, D. Ledic, M. Vilendecic, M. J. McGirt // *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* – 2013. – Vol. 74, № 5. – P. 285–289.
119. Parker, S. L. Effect of An Annular Closure Device (Barricaid) on Same Level Recurrent Disc Herniation and Disc Height Loss After Primary Lumbar Discectomy: Two-Year Results of a Multi-Center Prospective Cohort Study / S. L. Parker, G. Grahovac, D. Vukas, M. Vilendecic, D. Ledic, M. J. McGirt, E. J. Carragee // *Clin Spine Surg.* – 2016 Dec. – № 29(10). – P. 454–460.
120. Parker, S. L. Long-term back pain after a single-level discectomy for radiculopathy: incidence and health care cost analysis / S. L. Parker, R. Xu, M. J. McGirt, T. F. Witham, D. M. Long, A. Bydon // *Journal of Neurosurgery: Spine.* – 2010. – Vol. 12 (2). – P. 178–182.

121. Peul, W. C. Prolonged conservative care versus early surgery in patients with sciatica caused by lumbar disc herniation: Two year results of a randomised controlled trial / W. C. Peul, V. D. Hout, W. B. // *British Medical Journal*. – 2008. – Vol. 336. – P. 1355–1358.
122. Pfirrmann, C. W. Magnetic Resonance Classification of Lumbar Intervertebral Disc Degeneration / Pfirrmann C. W., Metzdorf A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. // *Spine*. – 2001. – Vol. 26, № 17. – P. 1873–1878.
123. Phan, K. Full-endoscopic versus microendoscopic and open discectomy: a systematic review and metaanalysis of outcomes and complications / K. Phan, J. Xu, K. Schultz [et al.] // *Clin Neurol Neurosurg*. – 2017. – № 154. – P. 1–12.
124. Pieter-Paul, A. V. A Biodegradable Glue for Annulus Closure (Evaluation of Strength and Endurance) / A. V. Pieter-Paul, I. B. Agnieszka [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2015. – Vol. 40, № 9. – P. 622–628.
125. Pimenta L. Lessons Learned After 9 Years' Clinical Experience with 3 Different Nucleus Replacement Devices / L. Pimenta, L. Marchi, E. Coutinho, L. Oliveira // *Seminars in Spine Surgery*. – 2012. – № 24(1). – P. 43–47.
126. Puvanesarajah, V. The true cost of a dural tear / V. Puvanesarajah, H. Hassanzadeh // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2017. – № 42(10). – P. 770–776.
127. Quigly, M. Outcome after microdiscectomy: results of a prospective single institutional study / M. Quigly, J. Bost, J. Maroon [et al.] // *Surg Neurol*. – 1998. – № 49. – P. 263–268.
128. Rahme, R. What happens to Modic changes following lumbar discectomy? Analysis of a cohort of 41 patients with a 3- to 5-year follow-up period / R. Rahme, R. Moussa, R. Bou-Nassif // *J Neurosurg Spine*. – 2010. – № 13(5). – P. 562–567.
129. Ross, J. S. The postoperative lumbar spine: enhanced MR evaluation of the intervertebral disk / J. S. Ross, R. Zepp, M. T. Modic // *AJNR Am J Neuroradiol*. – 1996. – № 17. – P. 323–331.
130. Ryang, Y. M. Standard open microdiscectomy versus minimal access trocar microdiscectomy: results of a prospective randomized study / Y. M. Ryang, M.

- F. Oertel, L. Mayfrank, J. M. Gilsbach, V. Rohde // *Neurosurgery*. – 2008. – № 62(1). – P. 174–181.
131. Selviaridis, P. Long-term outcome after implantation of prosthetic disc nucleus device (PDN) in lumbar disc disease / P. Selviaridis, N. Foroglou, A. Tsitlakidis, A. Hatzisotiriou, I. Magras, I. Patsalas // *Hippokratia*. – 2010. – № 14(3). – P. 176–184.
132. Shamji, M. F. Treatment of herniated lumbar disk by sequestrectomy or conventional discectomy / M. F. Shamji, I. Bains, E. Yong, G. Sutherland, R. J. Hurlbert // *World Neurosurg*. – 2014. – № 82. – P. 879–883.
133. Shimia, M. Risk factors of recurrent lumbar disk herniation / M. Shimia, A. Babaei-Ghazani, B. E. Sadat, B. Habibi, A. Habibzadeh // *Asian Journal of Neurosurgery*. – 2013. – № 8 (2). – P. 93–96.
134. Shriver, M. F. Lumbar microdiscectomy complication rates: a systematic review and meta-analysis / M. F. Shriver, J. J. Xie, E. Y. Tye [et al.] // *Neurosurg Focus*. – 2015. – № 39 (4). – P. E6.
135. Soliman, J. Limited microdiscectomy for lumbar disk herniation: a retrospective long-term outcome analysis / J. Soliman, A. Harvey, G. Howes, J. Seibly, J. Dossey, E. Nardone // *J Spinal Disord Tech*. – 2014. – № 27(1). P. E8–E13.
136. Spengler, D. M. Elective discectomy for herniation of a lumbar disc. Additional experience with an objective method / D. M. Spengler, E. A. Ouellette, M. Battie, J. Zeh // *J Bone Joint Surg Am*. – 1990. – Vol. 72. – P. 230–237.
137. Sur, Y. J. Survivorship analysis of 150 consecutive patients with DIAM implantation for surgery of lumbar spinal stenosis and disc herniation / Y. Sur, C. G. Kong, J. B. Park // *Eur Spine J*. – 2011. – № 20(2). – P. 280–288.
138. Suri, P. Pain Recurrence After Discectomy for Symptomatic Lumbar Disc Herniation / P. Suri, A. M. Pearson, W. Zhao [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2017. – May 15. – № 42(10). – P. 755–763.

139. Swartz, K. R. Recurrent lumbar disc herniation / K. R. Swartz, G. R. Trost // *Neurosurg focus.* – 2003. – № 15. – P. 1–4.
140. Teli, M. Higher risk of dural tears and recurrent herniation with lumbar micro-endoscopic discectomy / M. Teli, A. Lovi, M. Brayda-Bruno, A. Zagra [et al.] // *Eur Spine J.* – 2010. – № 19(3). – P. 443–450.
141. Than, K. D. How to predict return to work after lumbar discectomy: answers from the NeuroPoint-SD registry / K. D. Than, J. N. Curran, D. K. Resnick, C. I. Shaffrey, Z. Ghogawala, P. V. Mummaneni // *J Neurosurg Spine.* – 2016. – № 25 (2). – P. 181–186.
142. Thome, C. Outcome after lumbar sequestrectomy compared with microdiscectomy: a prospective randomized study / C. Thome, M. Barth, J. Scharf [et al.] // *J Neurosurg Spine.* – 2005. – № 2. – P. 271–278.
143. Trummer, M. Protecting facet joints post-lumbar discectomy: Barricaid annular closure device reduces risk of facet degeneration / M. Trummer, S. Eustacchio, M. Barth, P. D. Klassen, S. Stein // *Clin Neurol Neurosurg.* – 2013. – № 115. – P. 1440–1445.
144. Tullberg, T. Does microscopic removal of lumbar disc herniation lead to better results than the standard procedure? Results of a one-year randomized study / T. Tullberg, J. Isacson, L. Weidenhielm // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1993. – № 18(1). – P. 24–27.
145. Van Dieen, J. H. Fractures of the lumbar vertebral endplate in the etiology of low back pain: a hypothesis on the causative role of spinal compression in a specific low back pain / J. H. Van Dieen, H. Weinans, H. M. Toussaint // *Med Hypotheses.* – 1999. – № 53. – P. 246–252.
146. Wang, Y. H. The implantation of noncell-based materials to prevent the recurrent disc herniation: an in vivo porcine model using quantitative discomanometry examination / Y. H. Wang, T. F. Kuo, J. L. Wang // *Eur Spine J.* – 2007. – Vol. 16, №7. – P. 1021–1027.
147. Wang, Y. Lumbar vertebral endplate lesions: prevalence, classification, and association with age / Y. Wang, T. Videman, M. C. Battie // *Spine.* – 2012. –

- № 37(17). – P. 1432–1439.
148. Wang, Y. Morphometrics and lesions of vertebral end plates are associated with lumbar disc degeneration: evidence from cadaveric spines / Y. Wang, T. Videman, M. C. Battie // *J Bone Joint Surg Am.* – 2013. – № 95. – P. 26.
  149. Watters, W. C. An evidence-based review of the literature on the consequences of conservative versus aggressive discectomy for the treatment of primary disc herniation with radiculopathy / W. C. Watters, M. J. McGirt // *Spine J.* – 2009. – Vol. 9. – P. 240–257.
  150. Weiner, B. K. Endplate changes following discectomy: natural history and associations between imaging and clinical data / B. K. Weiner, M. Vilendecic, D. Ledic, S. Eustacchio, P. Varga, M. Gorenssek, J. Fernandez-Moure, J. A. Hipp // *Eur Spine J.* – 2015. – № 24 (11). – P. 2449–2457.
  151. Weinstein, J. N. Surgical Versus Nonoperative Treatment for Lumbar Disc Herniation: Four-Year Results for the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) / J. N. Weinstein, J. D. Lurie, T. D. Tosteson [et al.] // *Spine.* – 2008. Vol. 33 (25). – P. 2789–2800.
  152. Wenger, N. Long-term outcome of 104 patients after lumbar sequestrectomy according to Williams / N. Wenger, L. Mariana, A. Kalbarczyk [et al.] // *Neurosurgery.* – 2001. – № 49. – P. 329–333.
  153. Wilke, H. J. Can prevention of a reherniation be investigated? Establishment of a herniation model and experiments with an annular closure device / H. J. Wilke, L. Ressel, F. Heuer, N. Graf, S. Rath // *Spine.* – 2013. – № 38(10). – P. E587–E593.
  154. Williams, R. W. Microlumbar discectomy: a conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc / R. W. Williams // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1978. – № 3(2). – P. 175–182.
  155. Yasargil, M. Microsurgical operation of the herniated lumbar disc / In: R. Wullenweber, M. Brocck, J. Hamer, editors // *Advances in neurosurgery.* – Berlin: Springer. – 1977. – P. 81–84.

156. Yorimitsu, E. Long-Term Outcomes of Standard Discectomy for Lumbar Disc Herniation: A Follow-Up Study of More Than 10 Years / E. Yorimitsu, K. Chiba, Y. Toyama, K. Hirabayashi // *Spine*. – 2001. – Vol. 26. – P. 652–657.
157. Yurac, R. Risk factors for the need of surgical treatment of a first recurrent lumbar disc herniation / R. Yurac, J. J. Zamorano, F. Lira, D. Valiente, V. Ballesteros, A. Urzúa // *Eur Spine J*. – 2016. – May 25(5). – P. 1403–1408.