

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Российский университет дружбы народов  
имени Патриса Лумумбы»

*На правах рукописи*

Муса Джералд

**Хирургическое лечение рецидивных грыж при дегенеративных  
заболеваниях поясничного отдела позвоночника**

3.1.10. Нейрохирургия

Диссертация на соискание учёной степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Чмутин Геннадий Егорович

Москва, 2024

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение.....	5
Глава 1. Обзор литературы.....	13
1.1 Общая концепция рецидивных грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника.....	13
1.1.1 Патофизиология рецидивной грыжи и дегенеративного заболевания межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника .....	16
1.2 Причины боли при рецидивных грыжах и дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника .....	19
1.2.1 Дискогенная боль .....	19
1.2.2 Корешковая боль .....	20
1.2.3 Фасеточная боль .....	21
1.2.4 Миофасциальная боль .....	21
1.3 Выбор тактики хирургического лечения рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника .....	22
1.3.1 Описание методов спондилодеза со стабилизацией и их показаний .....	23
1.3.2 Описание вариантов дискэктомии без спондилодеза и стабилизации для лечения рецидивной грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника. ....	28
1.4 Современное представление о влиянии общеклинических, рентгенологических и интраоперационных параметров на развитие повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника .....	32
1.4.1 Роль общеклинических факторов риска повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника .....	32
1.4.2 Роль рентгенологических факторов риска повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника .....	36

1.4.3 Роль интраоперационных факторов во время предыдущей дискэктомии в развитии повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника .	38
Глава 2. Материалы и методы исследования .....	41
2.1 Дизайн исследования .....	41
2.2 Материалы исследования .....	44
2.2.1 Общие характеристики пациентов .....	44
2.3 Методы исследования.....	49
2.3.1 Общеклинические методы исследования.....	50
2.3.2 Шкала Oswestry - оценка степени нарушения жизнедеятельности, вызванного патологией позвоночника.....	50
2.3.3 Шкала MacNab - оценка результатов лечения .....	51
2.4 Инструментальные методы исследования.....	52
2.4.1 Визуализация нервных тканей и оценка изменений Modic.....	52
2.4.2 Оценка сегментарной нестабильности поясничного отдела позвоночника .....	54
2.5 Статистическая обработка данных.....	56
2.5.1 Анализ данных.....	56
2.5.2 Наглядная статистика .....	56
2.5.3 Выведенная статистика.....	57
Глава 3. Тактика хирургического лечения пациентов с рецидивной грыжей межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника.....	58
3.1 Перкутанная трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия.....	58
3.2 Трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез (TLIF) .....	59
3.3 Открытая повторная микродискэктомия .....	62
Глава 4. Результаты.....	63

4.1 Анализ клинических и рентгенологических факторов риска развития повторной рецидивной грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника..	63
4.1.1 Анализ общеклинических факторов риска.....	63
4.2 Оценка результатов повторной микродискэктомии, трансфораминальной эндоскопической дискэктомии и микродискэктомии с TLIF и транспедикулярной фиксацией у пациентов с рецидивными грыжами поясничного отдела позвоночника .....	69
4.2.1 Оценка интраоперационных параметров и продолжительности госпитализации.....	69
4.2.2 Оценка ранних и отдаленных результатов повторной микродискэктомии, трансфораминальной эндоскопической дискэктомии и микродискэктомии с TLIF и транспедикулярной фиксацией у пациентов с рецидивной грыжей поясничного отдела позвоночника.....	74
4.3 Оценка нашей классификации рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника и выбор хирургической техники.....	79
Заключение .....	88
Выводы .....	98
Практические рекомендации.....	100
Список сокращений .....	101
Список литературы .....	102
Приложения .....	126

## Введение

### Актуальность исследования

Дегенеративное заболевание межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника является одним из наиболее распространенных патологических состояний у пожилых пациентов [1, 2]. Около 40% лиц старше 40 лет и до 80% лиц старше 80 лет страдают остеохондрозом поясничного отдела позвоночника [3]. Несмотря на то, что обычно это заболевание характерно для пожилых людей, наблюдается увеличение числа пациентов молодого и среднего возраста [4]. У этих пациентов основными клиническими проявлениями являются механическая боль в спине, радикулярные симптомы и симптомы нейрогенной перемежающейся хромоты, ограничение подвижности, снижение качества жизни и, в редких случаях, симптомы «конского хвоста» с нарушением функций малого таза [4-8].

Межпозвонковая грыжа является наиболее распространенным проявлением дегенеративного заболевания позвоночника [9]. Основным методом лечения первичной межпозвонковой грыжи является дискэктомия и ее различные варианты (открытая, микроскопическая, эндоскопическая и т.д.) [10-13]. Однако риск рецидива межпозвонковой грыжи после дискэктомии колеблется в пределах 10-60% [14-16], а прогрессирование до значительной нестабильности, вызывающей хроническую боль и деформацию позвоночника, составляет около 25-62% [17, 18].

Несмотря на общепринятое мнение о применении дискэктомии при лечении первичной межпозвонковой грыжи [19-21], лечение рецидивных грыж остается предметом дискуссий [22]. Отсутствие общепринятой классификации рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника означает, что выбор хирургической техники зависит от мнения и опыта хирурга, а не от данных научных исследований. Многие авторы рекомендуют повторную дискэктомию благодаря ее минимальной инвазивности, сокращению срока пребывания в стационаре (2-5 дней) и экономической эффективности [23-25]. Однако этот метод по-прежнему связан с повышенным риском развития повторной рецидивной грыжи в случае нестабильности позвоночника до операции или прогрессирования нестабильности

из-за чрезмерной резекции опорных структур [17, 26-28]. Каждая последующая операция будет менее эффективной для пациента из-за нарастания эпидурального фиброза.

Факторы риска повторной рецидивной грыжи межпозвонкового диска до конца не изучены в литературе. Некоторые авторы сообщают, что изменения типа Modic-2 связаны с повышенным риском повторных рецидивных грыж, однако это не является общепризнанным. Размер дефекта фиброзного кольца, по-видимому, напрямую связан с рецидивом [6, 29, 30]. В литературе сообщалось о дефекте фиброзного кольца размером более 6 мм как факторе риска повторных рецидивных грыж [31-33]. Результаты исследований также выявили, что индекс массы тела (ИМТ) пациентов является фактором риска развития повторной рецидивной грыжи [27, 30, 34-38]. Другие факторы риска, детально изученные при первичных грыжах межпозвонковых дисков, включают: сохраненную высоту диска и подвижность сегмента, молодой возраст, курение и наличие сопутствующих заболеваний, таких как сахарный диабет и гиперлипидемия. Эти факторы в равной степени были выявлены результатами исследований, посвящённых первичной грыже межпозвонкового диска, и не рассматривались при анализе случаев повторных рецидивных грыж [39, 40].

Стабилизация двигательного сегмента, с другой стороны, устраняет риск повторной рецидивной грыжи оперированного сегмента и формирования нестабильности [13], однако она также связана с рядом последствий, таких как синдром смежного сегмента, псевдоартроз, нестабильность конструкции у ряда пациентов с низкой плотностью костной ткани, которые также могут повлиять на долгосрочные результаты [7, 18, 41-44]. Доводы против методов спондилодеза в основном сосредоточены на стоимости имплантатов. Литературы, анализирующей продолжительность госпитализации, продолжительность операции, кровопотерю и отдаленные результаты эндоскопической дискэктомии, повторной микродискэктомии и спондилодеза для лечения рецидивной грыжи, недостаточно [45-47].

### **Степень разработанности темы исследования**

Учитывая, что каждое хирургическое вмешательство связано с прогрессирующим усилением послеоперационной боли [48], увеличением риска применения лекарственных средств под общим наркозом и экономической нагрузкой, важно выбрать тактику лечения пациентов с рецидивной грыжей межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника, которая связана с меньшим риском развития повторной рецидивной грыжи или необходимости повторной операции, уменьшением послеоперационной боли, более ранним возвращением к нормальной жизнедеятельности и имеет сравнительно небольшой риск осложнений. Это приведет к повышению удовлетворенности пациентов и снижению инвалидности среди трудоспособного населения, улучшению качества жизнедеятельности в целом и снижению экономических издержек, связанных с лечением рецидивных грыж поясничного межпозвонкового диска.

Вышеуказанные нерешенные проблемы в области улучшения хирургического лечения рецидивных грыж межпозвонковых дисков в поясничной области подчеркивают актуальность и практическую значимость данного исследования.

### **Цель исследования**

Оптимизировать выбор хирургической техники для лечения пациентов с рецидивными грыжами межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника.

### **Задачи исследования**

1. Разработать новую классификацию рецидивных грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, основанную на анализе предоперационной рентгенологической визуализации, факторов риска

повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника и эффективности хирургических методов.

2. Разработать алгоритм обследования пациентов с рецидивными грыжами межпозвонковых дисков с использованием современных методов нейровизуализации.

3. Проанализировать факторы риска, причины развития и частоту возникновения повторных рецидивных грыж межпозвонковых дисков в поясничном отделе позвоночника.

4. Оценить эффективность различных методов хирургического лечения пациентов с рецидивными грыжами поясничного отдела позвоночника.

5. Проанализировать частоту встречаемости сегментарной нестабильности у пациентов с повторными рецидивными грыжами поясничного отдела позвоночника, перенесших повторную микродискэктомию и трансфораминальную эндоскопическую дискэктомию.

### **Научная новизна**

1. Впервые разработана практическая классификация рецидивных грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, разделяющая их на три типа в зависимости от отсутствия или наличия изменений Modic-2 и сегментарной нестабильности, а также определяющая оптимальную хирургическую тактику.

2. Разработан алгоритм лечения и отбора пациентов с рецидивными грыжами межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, основанный на наличии или отсутствии факторов риска развития повторных рецидивных грыж и выборе наиболее эффективной и менее травматичной хирургической тактики для каждого пациента

3. Проведено сравнение послеоперационных функциональных рентгенограмм у пациентов с повторной рецидивной грыжей поясничного отдела позвоночника, которым была выполнена повторная микродискэктомию и трансфораминальная эндоскопическая дискэктомию.

### **Теоретическая и практическая значимость**

1. Выбор оптимальной хирургической тактики при лечении рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника является важным фактором, определяющим результаты лечения. Предложенный алгоритм обладает практической значимостью благодаря тому, что в нем учитываются предоперационные функциональные рентгенологические исследования, а также результаты компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии для определения наиболее подходящего метода лечения.

2. Разработанная автором классификация рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника позволяет эффективнее осуществить выбор между такими методами хирургического вмешательства, как трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия, микродискэктомия с трансфораминальным межтеловым спондилодезом и транспедикулярной фиксацией для успешного лечения пациентов

3. Предложенный автором подход вносит существенный вклад в развитие дальнейших исследований в данной области.

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

1. При отсутствии изменений типа Modic-2 и признаков нестабильности пояснично-двигательного сегмента трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия имеет больше преимуществ перед повторной микродискэктомией при лечении рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника.

2. При наличии нестабильности пояснично-двигательного сегмента или изменений типа Modic-2 у пациентов старше 40 лет с рецидивными грыжами поясничного отдела позвоночника микродискэктомия с трансфораминальным межтеловым спондилодезом и транспедикулярной фиксацией является оптимальным хирургическим методом лечения.

3. Алгоритм лечения и новая классификация рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника оптимизируют процедуру отбора пациентов и улучшают результаты хирургического лечения пациентов с рецидивными грыжами межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника.

### **Методология и методы исследования**

Научно-исследовательская работа, представленная на защиту, проводилась в соответствии с принципами доказательной медицины и этическими нормами. Методология диссертационной работы включала разработку дизайна исследования, формирование выборки пациентов и обеспечение ее репрезентативности путем определения ее характеристик и объема, а также отбор специализированных статистических методов для анализа полученных результатов. При обследовании пациентов использовались современные методы лучевой и клиничко-лабораторной диагностики.

В данном исследовании анализировалось состояние пациентов, которым ранее была выполнена дискэктомия без спондилодеза по удалению поясничной дегенеративной грыжи межпозвонкового диска, и у которых затем возникла рецидивная грыжа поясничного отдела позвоночника на том же уровне. Затем эти пациенты были распределены в три группы: пациенты с рецидивной грыжей межпозвонковых дисков, которым была выполнена повторная микродискэктомия без спондилодеза, микродискэктомия с трансфораминальным межтеловым спондилодезом с транспедикулярной фиксацией, и пациенты, которым была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия. Эти пациенты были обследованы, а их состояние подверглось дальнейшему анализу.

### **Степень достоверности результатов**

Наличие репрезентативной выборки пациентов, отобранных в соответствии с целью и задачами исследования, а также использование статистических методов обработки данных, обусловили достоверность и обоснованность диссертационного исследования, проведенного в соответствии с принципами доказательной

медицины. В настоящее время Научно-практический центр Семейной клиники и Городская клиническая больница № 68 имени Демикова накопили обширный опыт хирургического лечения первичных и рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Это позволило провести сравнительный анализ двух наиболее распространенных тактик хирургического лечения рецидивной грыжи межпозвонкового диска, а именно повторной микродискэктомии без стабилизации, микродискэктомии со стабилизацией и более новой малоинвазивной методики, т.е. трансфораминальной эндоскопической дискэктомии, а также разработать оптимизированный алгоритм лечения рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника. История болезни пациентов была детальной и доступной для анализа, что позволило изучить несколько общих клинических, рентгенологических и хирургических характеристик в соответствии с принципами доказательной медицины.

### **Личный вклад**

Материал был получен, обобщен и проанализирован лично автором. Автор определил цели и задачи исследования, изучил литературные данные, собрал необходимый материал, спланировал и провел лечение пациентов, включая хирургическое вмешательство в качестве ассистента. Был проведен анализ полученных результатов, сформулированы выводы, и с участием автора подготовлены публикации по теме диссертационной работы. Текст диссертации и автореферата были написаны самостоятельно автором.

### **Апробация работы**

Основные положения исследования докладывались и обсуждались на следующих съездах, конгрессах, конференциях: 18<sup>th</sup> Congress of the World federation of Neurosurgeons (WFNS) - [Capetown, South Africa, 4<sup>th</sup>-8<sup>th</sup> December, 2023г.], XIV International science conference- Science4Health [Москва, 14-15 апреля 2023г.], Innovations in traumatology and orthopedics [Astana, Kazakhstan, 27-28 июля 2023 г.],

2<sup>nd</sup> congress of young neurosurgeons (YNS ACNS) [Indonesia, 28 июля – 1 августа 2023].

### **Публикации по теме диссертации**

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (2 статьи — в журналах, индексируемых Scopus, 2 статьи — в журналах, индексируемых Web of science, 2 статьи – в журналах, индексируемых Scopus/ВАК, 1 статья – в журналах, индексируемых ВАК и рекомендованных РУДН им. Патриса Лумумбы).

### **Внедрение в практику**

Результаты выполненного исследования используются в клинической практике в научно-практическом центре клиники «Семейная», ГБУЗ «ГКБ имени В. П. Демикова ДЗМ», и в медицинском центре «СМ-Клиника» в г. Москве, Российская Федерация

### **Структура и объём диссертации**

Диссертация изложена на 133 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, четырех глав собственных исследований с обсуждением полученных результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 196 источников, из них 42 публикаций отечественных авторов и 154 зарубежных. Работа иллюстрирована 10 таблицами и 31 рисунком.

## Глава 1. Обзор литературы

### 1.1 Общая концепция рецидивных грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника

#### Понимание эпидемиологии рецидивных грыж межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника

Одними из главных проблем современной медицины являются растущая частота дегенеративных заболеваний, поражающих поясничный отдел позвоночника, и возникновение неврологических симптомов, связанных с этой категорией расстройств. Дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника (ДЗПОП) страдают примерно 40% людей старше 40 лет и до 80% людей старше 80 лет [49]. Отмечается рост заболеваемости остеохондрозом среди молодого населения [50]. Согласно классификации, принятой Североамериканским обществом позвоночника, миграция компонентов межпозвонкового диска за пределы их нормальных границ, сопровождающаяся радикулопатией, проявляется через боль и/или нарушения чувствительности в соответствующих дерматомах, а также слабость в соответствующих миотомах [17, 51]. Общие клинические признаки включают механическую боль в спине, симптомы радикулярного болевого синдрома, нейрогенную перемежающую хромоту и ограничение подвижности пациента. Приблизительно 22% людей в возрасте до 60 лет и около 60% людей старше 60 лет имеют явные признаки дегенерации, которые протекают бессимптомно и могут быть обнаружены только при проведении МРТ [52, 53]. Это создает сложности при диагностике боли в спине. Заболеваемость этим расстройством продолжает увеличиваться среди трудоспособного населения, особенно в возрасте от 40 до 50 лет [43, 54]. Боль в спине может возникать из различных структур, включая паравертебральные мышцы, фасеточные суставы, патологические переломы и т. д. [55].

Рецидивная грыжа диска является серьезным осложнением при лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями диска [56]. Общеизвестным определением рецидивной грыжи межпозвонкового диска является образование выпячивания диска за его границы на том же уровне, что и при предыдущей операции. Важно отметить, что определение не зависит от того, является ли грыжа односторонней или двусторонней [57, 58]. Однако до сих пор существуют дискуссии о продолжительности безболезненного периода после дискэктомии, при котором можно поставить диагноз рецидивной грыжи межпозвонкового диска. Yao Y. и соавт. описали критерии определения рецидивной грыжи диска: пациент должен был успешно перенести дискэктомию; пациент не должен испытывать боли в течение как минимум 1 месяца после операции; у пациента должны быть повторяющиеся симптомы, соответствующие уровню поражения, и МРТ должна подтвердить наличие рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника на том же уровне, что и при предыдущей дискэктомии [47, 59]. Этот критерий исключает повторяющуюся боль или наличие грыжи межпозвонкового диска в течение 1 месяца после операции, поскольку в таком случае это считается неудачным хирургическим вмешательством, а не рецидивной грыжей. Однако некоторые авторы предполагают, что безболезненный период может длиться до 6 месяцев после дискэктомии [60].

Вопрос о рецидивных грыжах поясничного отдела позвоночника остается актуальным, несмотря на быстрое внедрение различных современных диагностических и хирургических подходов в нейрохирургии [61, 62]. Согласно исследованию, проведенному Benzakour A. и Benzakour T., которые проанализировали отдаленные послеоперационные результаты 552 пациентов, перенесших микродискэктомию по удалению грыжи поясничного отдела позвоночника. Ученые сообщили о частоте рецидивных грыж в 9,2%. Из этих пациентов спондилодез был выполнен после первой рецидивной грыжи у 6,52% и после второй рецидивной грыжи у 1,08%. Несмотря на риск образования рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника, исследователи пришли к выводу, что малоинвазивная дискэктомия является надежной тактикой лечения

грыжи диска поясничного отдела позвоночника [63-65]. Другое исследование, проведенное Heindel и др., содержало анализ состояния 13 654 пациентов, которым проводили дискэктомию, и обнаружило, что риск повторной операции в течение 3 месяцев составлял 3,95%, а в течение 4 лет - 12,2% [66]. Спондилодез был проведен 5,9% пациентов в течение 4 лет после дискэктомии. Ламинэктомия и спондилодез пояснично-двигательного сегмента были выполнены 38,4% (48,125) пациентов, перенесших повторную дискэктомию, в течение 4 лет после повторной дискэктомии [67, 68]. Эти результаты еще раз подчеркивают эффективность хирургического вмешательства в решении данной нейрохирургической патологии. Однако они также вызывают опасения относительно выбора наиболее подходящего метода лечения рецидивной грыжи межпозвонкового диска в каждом отдельном случае [69-71].

Согласно современным исследованиям, частота развития рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника колеблется от 5% до 25%. Однако в исследованиях с более длительным наблюдением сообщалось о частоте более 30%. [72, 73]. Рецидивная грыжа межпозвонкового диска в поясничном отделе позвоночника является основным фактором, способствующим развитию стойкого болевого синдрома, который ограничивает трудоспособность и часто требует повторной операции на ранее оперированном сегменте позвоночника [74-76]. Это негативно влияет на успех последующего хирургического вмешательства, поскольку каждая повторная операция на позвоночнике приносит неудовлетворительные результаты, поскольку сохраняются болевые ощущения [77, 78]. Помимо потенциальных рисков и затрат для пациента, рецидивная грыжа диска оказывает значительную нагрузку на систему здравоохранения [79-81]. Исследование Heindel P. и др. показало, что в среднем дополнительные затраты на любую повторную операцию на поясничном отделе позвоночника составляют около 11 161 долларов на пациента в год, согласно страховому возмещению. Для пациентов, перенесших спондилодез, средняя годовая стоимость лечения в два раза превышала стоимость лечения пациентов, которым требовалась только дополнительная дискэктомию (12 298 долларов на пациента в год против 26 579

долларов на пациента в год) [54, 66, 82, 83]. Другое исследование, которое проводилось для анализа экономических аспектов ревизионной операции, продемонстрировало, что расходы, связанные с диагностикой и лечением пациентов, требующих повторную операцию по поводу рецидивной грыжи диска, могут быть в 17 раз выше по сравнению с расходами на консервативное лечение пациентов с аналогичным заболеванием. [84]. Эти результаты подчеркивают важность решения проблемы рецидивной грыжи диска поясничного отдела позвоночника.

Существует несколько факторов, связанных с риском возникновения рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника. Было описано несколько факторов, влияющих на формирование волокнистой соединительной ткани. После дискэктомии ожидаемой реакцией является образование фиброзной ткани для замещения удаленного диска и закрытия дефекта фиброзного кольца [85-87]. Согласно этой концепции, слабое или неадекватное формирование фиброзной ткани увеличивает риск рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника. Другие факторы, описанные в литературе, включают невозможность выполнения радикальной дискэктомии и прогрессирование дегенеративного процесса в диске [88, 89]. Другие менее изученные факторы включают иммунологический и биохимический, которые подробно обсуждаются в работе далее.

### **1.1.1 Патопфизиология рецидивной грыжи и дегенеративного заболевания межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника**

Каждый поясничный сегмент позвоночника состоит из трехсуставной системы, то есть из двух фасеточных суставов и одного межпозвонкового сустава с диском (Рисунок 1) [90, 91]. Пульпозное ядро расположено в центре диска и содержит клетки, продуцирующие коллаген II типа, гликозаминогликаны, в то время как фиброзное кольцо, расположенное снаружи, в основном состоит из коллагеновых волокон I типа [92].

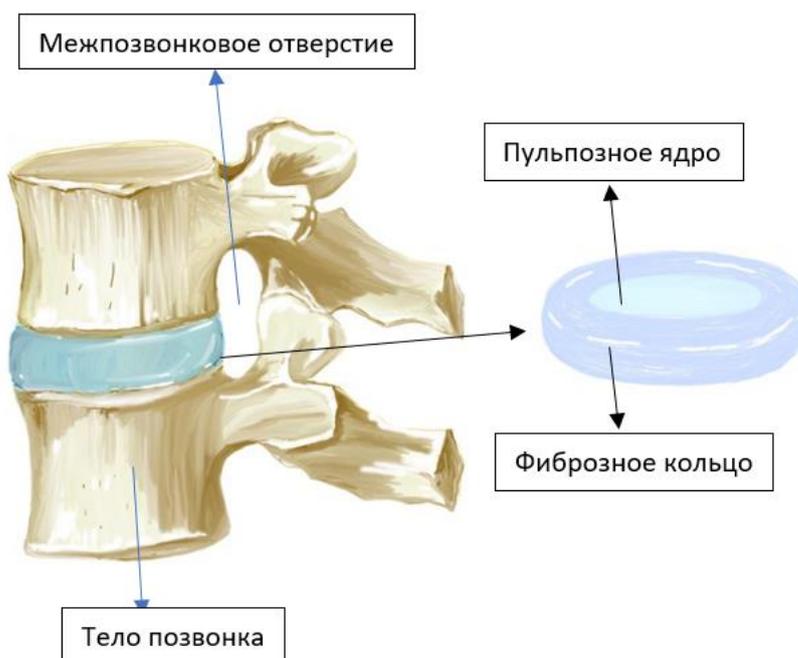


Рисунок 1 – Межпозвонковые диски с пульпозным кольцом и фиброзным  
кольцом

Дегенеративное заболевание межпозвонковых дисков – многогранный процесс, характеризующийся возрастными изменениями в межпозвонковых дисках. Эти изменения включают высыхание диска, потерю содержания протеогликанов и структурные изменения. Пораженные диски менее эластичны и более восприимчивы к механическим воздействиям, что делает их склонными к повреждениям и рецидивным грыжам [93, 94]. Доказано, что несколько факторов играют определенную роль в развитии дегенеративного заболевания межпозвонковых дисков, к ним относятся агрекан (ACAN) [95], металлопротеиназы и интерлейкины, такие как IL1 и IL-6 [91, 96]. Эти медиаторы инициируют и закрепляют воспалительную реакцию, способствуя повреждению межпозвонковых дисков и усилению восприятия боли. Воспаление может еще больше нарушить целостность диска, увеличивая риск рецидивных грыж межпозвонковых дисков [51, 91, 96].

Дегенеративные изменения вызывают уменьшение количества клеток в пульпозном ядре. Это приводит к снижению синтеза протеогликанов и коллагена

[86, 97]. В результате содержание жидкости и внутридискное давление в ядре межпозвоночного диска увеличиваются, что приводит к нарушению механической функции диска [59, 89, 98]. В сочетании с нарушением баланса между образованием протеогликанов и их восстановлением это приводит к дальнейшей механической дисфункции, которая предрасполагает к рецидивной грыже поясничного отдела позвоночника [59, 74, 89, 98]. На ранних стадиях пульпозное ядро входит в контакт с иммунной системой, что приводит к возбуждению аутоиммунной реакции с участием В-лимфоцитов и Т-лимфоцитов, продуцирующих антитела [51, 91, 99]. Это приводит к формированию интерлейкинов фактора некроза опухоли альфа ( $TNF\alpha$ ), других медиаторов воспаления [59, 78, 89, 98] и факторов роста, включая фактор роста эндотелия сосудов (VEGF) и трансформирующие факторы роста ( $TGF\beta 1$ ) [100, 101]. Этот процесс приводит к нарушению баланса синтеза и распада протеогликанов, клиническим невровакулярным нарушениям, связанным с обострением эндотелиальной дисфункции периферического сосудистого русла и нарушением регионарной гемодинамики [79, 102].

Согласно результатам недавних исследований, причиной и двигателем процесса «дегенерации» позвоночника является не возрастное снижение содержания воды в диске или дисфункция диска, а мышечная слабость, вызывающая вертикальную спинальную нестабильность. Предполагается, что острое проявление грыжи диска либо является результатом, либо причиной спинальной нестабильности. Ненормальные или избыточные движения в позвоночнике могут быть причиной симптомов, которые исчезают, когда такие движения прекращаются. Однако остается неясным, могут ли эти движения сжимать выпячивание диска или усиливать грыжу диска и последующее сжатие. Возникает вопрос о том, является ли грыжа диска причиной или следствием спинальной нестабильности и обладает ли она естественной защитной функцией [103, 104]. Аналогично другим патологическим процессам в позвоночнике, таким как формирование остеофитов и выпячивание связок, выпячивание диска также может являться естественной реакцией на спинальную нестабильность. Боль,

возникающая в результате мышечных и связочных повреждений, а также мышечные спазмы, имеют защитный характер. Они направлены на предотвращение или ограничение движений позвоночника, связанных с нестабильностью, и создание условий для заживления и спонтанного срачивания или стабилизации [105-107]. Грыжа межпозвонкового диска и связанные с ней симптомы, включая корешковую боль, покалывание и слабость, также могут быть естественными явлениями, направленными на ограничение движений и обеспечение покоя для восстановления стабильности позвоночника. По мере заживления местных тканей симптомы постепенно исчезают, и начинается процесс рассасывания грыжи диска. Это может объяснить наблюдение, что симптомы дегенеративного заболевания диска могут улучшаться только при спондилодезе [108].

Однако это указывает на отсутствие единой концепции, полностью объясняющей патофизиологию грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела. Таким образом, исследования патофизиологии и лечения грыжи диска остаются актуальными в современной науке.

## **1.2 Причины боли при рецидивных грыжах и дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника**

### **1.2.1 Дискогенная боль**

Фиброзное кольцо содержит ноцицепторы, которые обычно раздражаются при образовании радиальных трещин фиброзного кольца в случае дегенерации, вызывающей дискогенную боль. Трещины и разрывы кольца вызывают высвобождение вещества Р и других химических веществ, которые стимулируют ноцицепторы, вызывая боль [59, 79, 89, 109]. При наличии нестабильности аномальные движения позвонков могут вызвать прямое или косвенное раздражение этих ноцицепторов. Пониженная оксигенация диска при дегенеративном заболевании позвоночника вызывает лактоацидоз и пониженный рН, раздражающий нервные окончания [110, 111]. В диске, как и в любой ткани

организма, происходят процессы регенерации после травмы или дегенеративного повреждения. Происходит инфильтрация тучных клеток и других воспалительных клеток и образование грануляционной ткани с неоваскуляризацией, новой нервной тканью из кольца, идущей в пульпозное ядро, фиброзом, деграцией диска и высвобождением фактора некроза опухоли (TNF) и интерлейкинов. Повышенная концентрация этих медиаторов воспаления стимулирует ноцицепторы и вызывает боль [39, 112, 113]. При прогрессирующей дегенерации и повреждении фиброзного кольца пульпозное ядро может выдавиться через фиброзное кольцо. Экструзия может происходить в различных направлениях. Выдавливание в замыкательные пластины образует узел Шморля, который также может сопровождаться неспецифической болью в спине.

### **1.2.2 Корешковая боль**

Рецидивные грыжи поясничного отдела позвоночника сопровождаются ишиасом, который представляет собой корешковую боль, распространяющуюся вниз по нижней конечности. Патофизиология этой боли является многофакторной [109, 114, 115]. Первая теория основана на механической стимуляции, вызванной прямым компрессионным воздействием рецидивной грыжи межпозвонкового диска на нервный корешок. Компрессия приводит к ишемии нервной ткани, что может повысить чувствительность нерва к болевым раздражителям [74, 112, 115]. Вторая теория связана с воспалительными процессами. Выпадающий диск через заднюю продольную связку подвергается эпидуральному сплетению сосудов, что приводит к усилению воспалительной реакции. Присутствие воспалительных клеток в окружающей ткани может непосредственно раздражать нервные корешки и вызывать интенсивную радикулярную боль [63, 111, 116]. Следовательно, было отмечено, что некоторое количество грыж рассасывается самостоятельно, что приводит к регрессии болевого синдрома.

### **1.2.3 Фасеточная боль**

Фасеточные суставы играют существенную роль в болевом синдроме, связанном с дегенеративными заболеваниями позвоночника. Дегенеративные изменения, такие как фасеточная гипертрофия, хрящевая деградация, синовит и капсульное растяжение, значительно способствуют возникновению и поддержанию фасеточной боли. Эти структурные изменения нарушают функциональность фасеточных суставов, увеличивая механическое напряжение и стимулируя ноцицептивные рецепторы [59, 117, 118]. Воспалительные процессы, сопровождающиеся высвобождением противовоспалительных цитокинов, также играют значимую роль в усилении болевого восприятия и чувствительности ноцицептивных нервных волокон в фасеточных суставах. В результате пациенты испытывают локализованные болевые ощущения в пораженных суставах, а также у них могут наблюдаться обратные невропатические болевые реакции вследствие взаимодействия невропатических механизмов и центральной сенсibilизации [119-121]. Понимание этих патофизиологических механизмов имеет важное значение для оптимизации диагностики, разработки целенаправленных методов лечения и улучшения долгосрочного управления фасеточной боли с целью снижения болевой интенсивности и улучшения результатов у пациентов.

### **1.2.4 Миофасциальная боль**

Дегенерация межпозвонковых дисков, остеоартроз фасеточных суставов, спинальный стеноз и спондилолистез способствуют развитию миофасциальной боли. Эти факторы могут вызывать механическое напряжение окружающих тканей, активируя болезненно-чувствительные структуры, такие как миофасциальные ткани.

Миофасциальная боль характеризуется присутствием триггерных точек в скелетных мышцах и их фасциальных структурах. Эти триггерные точки представляют собой гиперчувствительные узлы, которые вызывают локальные и отраженные болевые ощущения при стимуляции [122]. При рецидивных грыжах межпозвонковых дисков и дегенеративных заболеваниях поясничного отдела

позвоночника триггерные точки миофасциальной боли часто формируются в параспинальных мышцах, включая многораздельные мышцы, и илиокоставальные мышцы. Триггерные точки в этих мышцах могут вызывать локализованную боль в пояснице, а также отраженную боль, распространяющуюся в область ягодиц, таза и нижних конечностей [123, 124].

Развитие и устойчивость миофасциальной боли при рецидивных грыжах межпозвонковых дисков и дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника обусловлены различными механизмами. Хроническое механическое напряжение на мышцы и фасцию, вызванное измененной биомеханикой позвоночника, приводит к образованию триггерных точек [80, 113, 125]. Кроме того, воспалительные процессы, такие как высвобождение провоспалительных веществ, способствуют сенсibilизации ноцицептивных волокон в миофасциальных тканях, что еще больше усиливает восприятие боли.

Болевой синдром, связанный с рецидивной грыжей межпозвонкового диска и дегенеративным заболеванием поясничного отдела позвоночника, является полимодальным, что затрудняет полное купирование боли. Хирургические вмешательства, включая спондилез и дискэктомию, в том числе и их варианты без спондилодеза, способны снизить дискогенную боль и болевые проявления, связанные с фасеточными структурами [47, 61, 126]. Тем не менее, миофасциальная боль может сохраняться в обоих случаях, снижая удовлетворенность пациента после оперативного вмешательства.

### **1.3 Выбор тактики хирургического лечения рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника**

На данный момент остается нерешенным вопрос тактики хирургического лечения рецидивов дисковой грыжи на уровне поясничного отдела позвоночника. Широко признано, что прогноз уменьшения болевого синдрома постепенно ухудшается после каждой повторной операции на позвоночнике [127]. Это подчеркивает актуальность выбора правильной хирургической тактики,

включающей выбор конкретной хирургической процедуры и определение показаний для различных хирургических подходов. Главный вопрос заключается в том, чтобы решить, в каких случаях необходимо выполнять повторную дискэктомию, а в каких – спондилодез. В настоящее время не существует общепринятой классификации, которой можно было бы руководствоваться при выборе метода лечения. Следовательно, выбор зависит от мнения оперирующего хирурга. Многие авторы предпочитают повторную микродискэктомию из-за ее минимальной инвазивности и более низкой стоимости. Однако, учитывая, что нестабильность связана с прогрессирующим дегенеративным заболеванием диска и рецидивом грыжи диска, многие хирурги рассматривают стабилизацию двигательного сегмента поясничного позвоночника как основное лечение [106]. На данный момент не существует универсально принятого четкого алгоритма для управления повторными случаями грыжи диска на поясничном уровне позвоночника.

### **1.3.1 Описание методов спондилодеза со стабилизацией и их показаний**

В связи с растущей популярностью теории о нестабильности, являющейся основной причиной рецидивной грыжи, многие хирурги предпочитают использовать микродискэктомию со спондилодезом для стабилизации поясничного двигательного сегмента. Спондилодез выполняется с использованием различных подходов, включая задний поясничный межтеловой спондилодез (PLIF), трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез (TLIF или MI-TLIF), косой поясничный межтеловой спондилодез/кпереди от поясничной области (OLIF/ATP), передний поясничный межтеловой спондилодез (ALIF) и латеральный поясничный межтеловой спондилодез (LLIF) [41, 46, 128-130]. Эти операции также могут быть выполнены с использованием малоинвазивных методов. При рецидивных грыжах межпозвонковых дисков чаще всего проводятся операции PLIF, TLIF и ALIF. Однако нет четких доказательств того, что один подход

превосходит другие с точки зрения успешного спондилодеза или клинических исходов. Каждый подход имеет свои собственные принципы и соображения [47].

Задний поясничный межтеловой спондилодез (PLIF) — это хирургическая техника, разработанная Brigsson и Millingham в 1944 году для стабилизации позвоночника. Он часто используется при рецидивных грыжах поясничного отдела позвоночника, требующих обширной резекции костной ткани для доступа к дискам, а также при боковых или массивных межпозвонковых грыжах, неудачном предыдущем спондилодезе альтернативными методами и дискогенной поясничной боли [131, 132].

При PLIF хирургический доступ к межпозвонковому диску осуществляется задним доступом. Сначала пациента помещают в положение лежа на животе на стол Джексона. Хирург может выбрать открытый срединный доступ с двусторонним разделением мышц или малоинвазивный парамедиальный метод Wiltse [133]. После идентификации остистого отростка и пластинок на соответствующих уровнях (L1-S1) выполняется медиальная ламинотомия фасеточного сустава, что позволяет мягко оттянуть твердую мозговую оболочку и создать доступ к межпозвонковому пространству. Затем замыкательные пластины и межпозвонковое пространство готовятся для облегчения вставки имплантатов. В некоторых случаях, при нестабильности позвоночно-двигательного сегмента, таких как спондилолистез, к PLIF добавляется инструментальная фиксация позвонков с использованием транспедикулярных винтов, ламинарных крючков и других методов.

PLIF обладает несколькими преимуществами, включая обученность спинальных хирургов проводить подобные операции, хорошую визуализацию нервных корешков и возможность восстановления межтеловой высоты и декомпрессии нервов. Однако существуют риски, связанные с повреждениями при ретракции мышц, трудностями в коррекции коронарного дисбаланса и восстановлении лордоза, а также трудностями в подготовке концевой пластины и риском осложнений, таких как дуротомия и повреждение нервов [134-136]. Ревизионные операции, такие как при лечении рецидивной грыжи поясничного

отдела позвоночника с использованием PLIF, также сопряжены с повышенным риском повреждения нервного корешка и твердой мозговой оболочки из-за наличия рубцовой ткани. Для снижения этих рисков был разработан трансфораминальный метод, направленный на уменьшение осложнений.

### **Трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез (TLIF)**

Трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез (TLIF) за последние 40 лет приобрел популярность при лечении рецидивирующей грыжи межпозвонкового диска с момента его первого описания в 1982 году Harmson и Rolinger [137]. Он имеет некоторые преимущества по сравнению с традиционным PLIF. TLIF включает одностороннее удаление фасеточного сустава, позволяющее добраться до межпозвонкового диска. Некоторые авторы пытались продемонстрировать, что удаление ипсилатерального фасеточного сустава может привести к нестабильности, но результаты таких исследований оказались неубедительными [138, 139]. Удаление фасеточного сустава полностью сводит к минимуму ретракцию дурального мешка, снижая риск дуротомии и возможных неврологических травм. TLIF позволяет разместить кейдж в передней или средней части межпозвонкового диска для восстановления поясничного лордоза [41, 43, 47, 70, 140]. Наконец, поскольку контралатеральные пластины и остистые отростки могут быть сохранены, появляется дополнительная площадь поверхности, которая помогает достичь заднего сращения. По той же причине TLIF также может быть выполнена на верхних поясничных уровнях, где наличие мозгового конуса препятствует максимальному втягиванию твердой мозговой оболочки, необходимому при PLIF [55, 107, 141]. Кроме того, TLIF может быть выполнена контралатерально месту предыдущей ламинотомии, что позволяет избежать рубцовой ткани.

### **Передний поясничный межтеловой спондилодез (ALIF)**

Передний поясничный межтеловой спондилодез (ALIF) был впервые описан Carpenter в 1932 году для лечения дегенеративного спондилолистеза [142]. Передний забрюшинный доступ облегчает адекватный доступ ко всей вентральной

поверхности обнаженного диска, позволяя выполнить полную дискэктомию и прямое введение имплантата.

Для уровней L4–5 и L5–S1 пациент находится в положении лежа на спине. Однако для более высоких уровней или многоуровневых антеролатеральных межпозвоноковых фиксаций (ALIF) может быть полезно расположить пациента в положении легкой правобочковой облегченной латеральной декубитальной позиции [128, 140, 143]. В связи с более высокой прочностью аорты по сравнению с полой веной предпочтительным доступом является левосторонний доступ через левую половину брюшной полости. Для обеспечения расслабления илиопоясничной области во время процедуры может быть полезно сгибать бедра. Подходы могут варьироваться в зависимости от целевых уровней. Разрез кожи может быть горизонтальным по срединной линии (Pfannenstiel) для L5–S1 или горизонтальным парамедиальным для более высоких уровней [139, 144].

Продольный разрез связан с повышенным риском денервации и атонии прямой мышцы живота. Трансверсальная фасция и изогнутая линия идентифицируются и отделяются от боковой брюшной стенки путем тщательного осмотра и аккуратного разделения с помощью пальца. После отделения трансверсальной фасции брюшной полости ее перемещают медиально для доступа к ретроперитонеальному пространству с помощью тупой диссекции. В случае проникновения в брюшную полость она должна быть тщательно осмотрена для исключения сопутствующего повреждения кишечника, а затем немедленно закрыта рассасывающимися швами размером 3-0 или 4-0 для предотвращения послеоперационной грыжи и повреждения кишечника.

Ориентиры для пальпации на этой стадии включают поясничные мышцы и пульсацию общей подвздошной артерии, которая обычно ощущается сбоку. Следующей заметной анатомической особенностью является диск L5-S1 и крестцовая гребешковая область. На уровне L5–S1 видны срединные крестцовые сосуды, исходящие из аорты и полой вены, которые следует пережечь. Также в этой области перед диском L5–S1 присутствуют вегетативные нервы. Эти нервы могут

быть легко повреждены монополярной электрокоагуляцией, что приводит к нарушению вегетативной функции, включая ретроградную эякуляцию.

Левая общая подвздошная артерия и вена на уровне L4–5 должны быть мобилизованы слева направо. Следует помнить, что подвздошно-поясничная вена может присутствовать на уровне L5. Ее следует перевязать перед мобилизацией левой общей подвздошной вены, чтобы избежать отрыва и обильного кровотечения. После рентгенологического подтверждения правильного уровня выполняется передняя аннулотомия, дискэктомия и подготовка замыкательных пластин. Следует избегать избыточной дискэктомии, чтобы предотвратить проникновение в заднее фиброзное кольцо, что может привести к эпидуральному кровотечению или утечке церебрально-спинномозговой жидкости. После выполнения адекватной дискэктомии может быть проведено исследование для проверки размера межпозвонкового кейджа, а затем в межпозвонковое пространство вставляется кейдж с фрагментированным автогенным или аллогенным костным трансплантатом [107, 145, 146].

В рамках исследования, проведенного Kevin F. и соавторами, была проанализирована эффективность применения антеролатеральной межпозвонковой фиксации (ALIF) в лечении рецидивных грыж межпозвонковых дисков. Их систематический обзор включал 181 пациента. Исследователи пришли к выводу, что ALIF представляет собой эффективный метод лечения рецидивных грыж межпозвонковых дисков со значительным улучшением по показателям Индекса нетрудоспособности Oswestry и индекса боли в ноге и спине по шкале ВАШ [147]. Среднее значение кровопотери составило 120 мл, время операции – 89 минут, а средняя продолжительность пребывания в больнице – 5,28 дней [143]. ALIF рассматривается как метод с биомеханическими преимуществами по сравнению с задними подходами. Он позволяет восстановить высоту диска и поясничный лордоз, снизить передний листез и достичь коронального и сагиттального баланса. Процедура исключает необходимость ретракции мышц спины и обеспечивает отличную визуализацию переднего столба и пространства диска. ALIF демонстрирует более низкую частоту развития заболевания смежного

сегмента и меньшее количество осложнений в периоперационном периоде, связанных с повреждением дуральной оболочки и нервных структур благодаря прямой визуализации и доступу к пространству диска [128, 148-150]. Кроме того, она обладает преимуществами, такими как более короткая длительность операции, меньшая потеря крови и сниженная периоперационная морбидность. Однако осложнения, связанные с доступом при ALIF, в основном связаны с внутренними органами и сосудами, включая частоту повреждения сосудов, которая варьируется от 1,9% до 24%. Осложнения, связанные с органами, встречаются редко, но повреждения нервов могут привести к осложнениям, таким как паралич бедренного нерва, ретроградная эякуляция, эректильная дисфункция и симпатэктомия. Также возможны осложнения, такие как раневые осложнения, переломы костей, разрывы дуральной оболочки и отрыв мочеточников, хотя они встречаются редко. Ограничениями для проведения ALIF являются высокая трудность обучения проведению операции, необходимость наличия опытного абдоминального и сосудистого хирурга для выполнения первой части операции и риск серьезных повреждений сосудов [145, 146, 148, 151, 152]. ALIF особенно полезен для нижних уровней, таких как L5-S1, но менее эффективен для высоких уровней. Передний доступ исключает риск, связанный с перидуральным фиброзом. Как итог, сравнение с TLIF и PLIF показывает сопоставимые результаты.

### **1.3.2 Описание вариантов дискэктомии без спондилодеза и стабилизации для лечения рецидивной грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника.**

Несмотря на то, что многие хирурги считают дискэктомию со спондилодезом методом, который необходимо выбирать при удалении рецидивных межпозвонковых грыж, не все согласны с этим аргументом. В результате многие хирурги по-прежнему предпочитают повторную дискэктомию спондилодезу. Дискэктомия без спондилодеза обычно показана пациентам без признаков нестабильности или деформации. Распространенные варианты дискэктомии,

используемые при лечении рецидивных грыж межпозвонковых дисков, включают микродискэктомию и эндоскопическую дискэктомию и ее вариации [50, 153-155].

Микродискэктомия проводится при рецидивных межпозвонковых грыжах через предыдущий кожный разрез, при этом пациент находится в положении лежа на животе. Выполняется острое и тупое разделение тканей, чтобы достичь дефекта ламинэктомии, оставшегося после предыдущей операции. Ламинэктомия обычно расширяется до верхней части области грануляции, а также выполняется частичная медиальная фасетэктомия. После раскрытия и визуализации нервных структур выполняется дискэктомия. В некоторых случаях, в соответствии с сообщениями различных авторов, при наличии обширных фиброзных тканей выполняется фасетэктомия для предотвращения повреждения твердой мозговой оболочки. Было доказано, что это связано с нестабильностью и хронической болью при долгосрочном наблюдении. Риск повреждения нервного корешка и твердой мозговой оболочки значительно повышается, поскольку микродискэктомия требует прямого прохождения через фиброзную ткань [134, 156, 157].

Эндоскопическая дискэктомия становится распространенным малоинвазивным хирургическим методом лечения первичных и рецидивных межпозвонковых грыж. Отмечается несколько вариантов этой процедуры, в зависимости от места доступа. Для трансфораминальных доступов делается небольшой разрез как можно ближе сбоку, и эндоскоп вводится через безопасный треугольник Kambin вдали от спаек. Такой более боковой подход снижает риск повреждения нервного корешка и твердой мозговой оболочки. При эндоскопическом интраламинарном доступе делается небольшой разрез ближе к средней линии, и эндоскоп вводится через фиброзную ткань, чтобы достичь грыжи. Риск повреждения твердой мозговой оболочки и нервного корешка значительно повышен [126, 155, 158].

При лечении рецидивных грыж межпозвонковых дисков техника может быть немного сложнее, а риск повреждения нервного корешка и твердой мозговой оболочки выше [159, 160]. Kerezoudis P. и др. проанализировали ведение 74 пациентов с тем же уровнем рецидивных грыж межпозвонковых дисков после

чрескожной эндоскопической дискэктомии. Эти пациенты были распределены в три группы в соответствии с методом ведения: спондилодез – 26 пациентов, микроэндоскопическая дискэктомия – 20 пациентов, повторная чрескожная эндоскопическая дискэктомия – 28 пациентов. За ними наблюдали в течение 12 месяцев. При наблюдении за этими пациентами в группе спондилодеза повторных рецидивных грыж обнаружено не было. Однако в обеих группах дискэктомии были повторные рецидивные грыжи: 3 – в микроэндоскопической группе и 7 – в группе чрескожной эндоскопии. Исследователи также отметили, что через месяц дискэктомия без спондилодеза давала лучшее облегчение боли, чем спондилодез. Но к 3-м месяцам облегчение боли было таким же. Интересно, что они также отметили ухудшение оценки боли по шкале VAS через 12 месяцев после операции и объяснили это прогрессирующей нестабильностью и 25%-ной частотой повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника после чрескожной эндоскопической дискэктомии [67].

Хотя клинический эффект повторной дискэктомии в целом сопоставим с точки зрения облегчения боли и неврологического восстановления с результатом первичной операции, повторная операция связана с большей нестабильностью сегмента из-за повреждения позвоночного сегмента, фасетного сустава и образования слабой фиброзной ткани [60, 73, 161]. В результате повторная дискэктомия может вызвать значительную нестабильность ПДС и эпидуральный фиброз.

В дополнение к созданию нестабильности, частота ятрогенного повреждения ТМО и неврологического дефицита выше после дискэктомии [162]. Kerezoudis P. и др. пришли к выводу, что добавление артродеза снижает риск повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника и нестабильности поясничного отдела [67]. Hubbe U. и соавт. сообщили о своих результатах, полученных в ходе анализа состояния 30 пациентов с рецидивной грыжей межпозвонкового диска, которым была выполнена микродискэктомия. Они сообщили об успешном снижении показателя ВАШ при болях в ногах с 5,9 до 1,7, но не сообщили о продолжительности наблюдения. Ятрогенное повреждение ТМО

было отмечено у 16,7%, в то время как 6,7% пациентов в конечном итоге потребовалась операция по спондилодезу [163].

Хотя дискэктомия и спондилодез приносят сопоставимое удовлетворение пациентов в раннем периоде наблюдения, долгосрочное наблюдение показывает снижение удовлетворенности пациентов после дискэктомии из-за повторяющихся болей в спине [121, 159, 162]. Дискэктомия, хотя и частично уменьшает дискогенную боль, не устраняет другие причины боли, что приводит к сохранению послеоперационной боли с прогрессированием дегенерации в других сегментах, что в конечном итоге требует спондилодеза [39, 93, 164]. Исследование Yuan и соавт. выполнено группе из 74 пациентов с рецидивной грыжей поясничного отдела позвоночника на том же уровне после чрескожной эндоскопической дискэктомии. Пациенты были разделены на три группы: спондилодез - 26 пациентов, микроэндоскопическая дискэктомия - 20 пациентов и повторная чрескожная эндоскопическая дискэктомия - 28 пациентов. За ними наблюдали в течение 12 месяцев. В группе спондилодеза не было повторных рецидивных грыж, но были повторные рецидивные грыжи поясничного отдела позвоночника в обеих группах дискэктомии: 3 – в группе микроэндоскопической дискэктомии и 7 – в группе чрескожной эндоскопии. Было также отмечено, что через месяц после операции дискэктомия без спондилодеза привела к более значительному облегчению боли, чем дискэктомия со спондилодезом. Однако к трехмесячному периоду облегчение боли было сопоставимым [47]. Интересно, что через 12 месяцев после операции наблюдалось ухудшение оценки боли [158]. Другие исследователи сообщили о более низком риске рецидивных грыж и поздней нестабильности [165].

Учитывая приведенную выше литературу, следует отметить, что четких показаний для лечения рецидивных грыж поясничного диска нет. Спондилодез, по-видимому, устраняет риск повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника, но неясно, каким пациентам требуется спондилодез. Повторная дискэктомия, с другой стороны, менее травматична, но связана со значительным риском повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Тем не

менее следует отметить, что четко описанных факторов риска повторного образования рецидивной грыжи не существует. Далее мы рассмотрим некоторые факторы риска, описанные в литературе.

#### **1.4 Современное представление о влиянии общеклинических, рентгенологических и интраоперационных параметров на развитие повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника**

Несмотря на развитие малоинвазивных методов лечения рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника и современных методов нейровизуализации, риск повторных рецидивных грыж по-прежнему остается серьезной проблемой в хирургии позвоночника. Факторы риска повторного образования рецидивной грыжи недостаточно изучены в литературе, и это приводит к неадекватному лечению пациентов с данным диагнозом. Эти факторы можно разделить на общеклинические факторы, включающие пол, образ жизни и сопутствующие заболевания; рентгенологические факторы, такие как возраст, изменения типа Modic-2 и т.д.; и факторы, связанные с предыдущей операцией, такие как степень фасетэктомии.

##### **1.4.1 Роль общеклинических факторов риска повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника**

###### **Возраст**

В исследовании Abdu R. и соавторов было обнаружено, что возраст является наиболее значимым предиктором повторной рецидивной межпозвонковой грыжи, с уменьшением риска на 4% с каждым дополнительным годом жизни [59, 166]. Эксперименты *in vitro* показали, что молодые хорошо гидратированные межпозвонковые диски имеют более высокую подверженность повторным грыжам по сравнению со старыми дегенеративными дисками старше 55 лет, из-за фиброзного превращения пульпозного ядра. Это свидетельствует о возможной

защитной роли дегенерации диска [112, 167]. Эти результаты согласуются с выводами исследования Kim M. S и соавторов, которые проанализировали частоту повторной рецидивной межпозвонковой грыжи у молодых мужчин в течение 14 лет. В их исследовании было зарегистрировано 7,1% случаев повторной рецидивной межпозвонковой грыжи, которые последовательно сокращались до 0% после 9 лет наблюдения [168]. Другие исследования, проведенные на выборке из 111 пациентов, показали, что возраст старше 50 лет является непосредственным предиктором развития повторной рецидивной межпозвонковой грыжи, тогда как некоторые другие исследования не обнаружили прямой связи с возрастом [87, 90, 169]. Однако необходимы дальнейшие исследования для более глубокого анализа влияния возраста на развитие рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника.

### **Индекс массы тела (ИМТ)**

Влияние веса на развитие повторных грыж межпозвонковых дисков хорошо изучено и является предметом активных исследований в медицинской области. Индекс массы тела (ИМТ) является важным показателем, характеризующим весовую категорию пациента [52]. Высокий ИМТ ассоциирован с повышенным риском развития рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Исследование, проведенное Bohl D.D. и соавторами, включало 226 пациентов, которым была выполнена дискэктомия. Пациенты были разделены на группы в соответствии с их весовой категорией: нормальный вес (ИМТ 18,5-24,9), избыточный вес (ИМТ 25,0-29,9), ожирение (ИМТ 30,0-39,9) и крайняя степень ожирения (ИМТ >40). Общая частота повторных операций составила 10,2% в первые 2 года после операции. Наблюдалось различное распределение рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника в зависимости от категории веса пациентов. Было выявлено, что более высокий ИМТ связан с повышенным риском развития рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника [52, 170]. Однако некоторые исследования не подтвердили прямую связь между весом и развитием рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Возможно, существует несколько факторов, которые могут предрасполагать пациентов с избыточным весом к повышенному риску рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника.

У пациентов с ожирением наблюдается повышенная биомеханическая нагрузка на поясничный отдел позвоночника и межпозвонковые диски по сравнению с пациентами с нормальным весом [55, 66, 90, 171]. Кроме того, у пациентов с избыточным жировым отложением может быть ограничен доступ для полного удаления диска во время хирургического вмешательства.

Для более глубокого понимания роли индекса массы тела в контексте риска повторных ревизий грыжи межпозвонковых дисков требуются дальнейшие исследования. Важно отметить, что результаты исследований, связанных с ожирением и развитием повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника по-прежнему противоречивы, и необходимы дополнительные исследования для подтверждения этих связей.

### **Избыточное хроническое курение**

Никотин, содержащийся в сигаретах, вызывает дегенерацию межпозвонковых дисков. Сосудосуживающий эффект никотина на микрососуды ускоряет дегенерацию замыкательных пластин позвонков и снижает перфузию дисков, которая полностью зависит от этих артериальных сосудов и диффузии через замыкательные пластинки для обеспечения их питания и оксигенации [86, 172, 173]. Это хроническое воздействие никотина и уменьшение притока кислорода к диску также влияет на заживление фиброзного кольца после стандартной повторной дискэктомии, что еще больше снижает качество рубца фиброзного кольца и возможность замыкания кольцевого дефекта.

### **Пол**

Некоторые исследования указывают на возможную роль пола в развитии повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Некоторые авторы отмечают, что у мужчин риск повторного образования рецидивной грыжи повышен по сравнению с женским полом [174, 175]. В целом несмотря на то, что существуют некоторые теории о потенциальном влиянии пола на риск повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника, имеющиеся данные ограничены и противоречивы. Для более глубокого понимания потенциальной роли пола в развитии повторных рецидивных грыж поясничного отдела

позвоночника и исследования других факторов, влияющих на его возникновение, требуются дальнейшие исследования.

### **Неконтролируемый сахарный диабет**

Согласно современным медицинским исследованиям, сахарный диабет оказывает значительное влияние на формирование повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника и других осложнений [160, 166, 176]. Пациенты, страдающие сахарным диабетом, имеют высокий риск развития повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника по сравнению с пациентами без этого заболевания. В исследовании, проведенном Mobbs R.J и соавторами, повторная рецидивная грыжа была выявлена у 28% пациентов с сахарным диабетом, оперированных на поясничном уровне, по сравнению с 3,5% у пациентов без диабета [118]. Существует несколько факторов, связанных с высоким риском повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника, ассоциированных с сахарным диабетом. Во-первых, сахарный диабет связан с повреждением микрососудов, которое, как было показано, приводит к плохому заживлению ран, а также может привести к снижению перфузии тел позвонков и межпозвонкового диска. Это приводит к неадекватному образованию рубцовой ткани после повторной дискэктомии. Сахарный диабет 2 типа непосредственно связан с ожирением, которое, как было показано, увеличивает нагрузку на поясничный отдел позвоночника и, следовательно, увеличивает риск развития повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника.

### **Вид трудовой деятельности**

Тяжелый физический труд выделяется как один из основных предикторов повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника в соответствии с результатами нескольких исследований [56, 70, 172, 177]. В то время как некоторые авторы показали, что определенные виды работ, связанные с поднятием тяжестей, длительным сидением и использованием вибрирующего оборудования, могут увеличить риск повторных рецидивных грыж, другие исследования не подтверждают значительно повышенный риск рецидивных грыж у пациентов, занятых физическим трудом, по сравнению с теми, чья работа не связана с

тяжелыми физическими нагрузками. Отмечается, что после операции, по мнению некоторых авторов, для предотвращения повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника хирурги могут рекомендовать ограничить интенсивные физические нагрузки. После проведения повторной микродискэктомии в раннем послеоперационном периоде также ограничиваются повседневные действия, такие как сидение и сгибание [26, 27]. В исследованиях, оценивающих возможность раннего возвращения к трудовой деятельности после микродискэктомии на поясничном уровне, пациенты, подвергшиеся операциям по поводу повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника грыжи дисков, были исключены из анализа [63, 69].

#### **1.4.2 Роль рентгенологических факторов риска повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника**

##### **Изменения по типу Modic**

Современные исследования все больше уделяют внимание изменениям в телах позвонков, сопровождающим дегенеративные процессы диска. В 1998 году Modic M. впервые подробно описал изменения интенсивности МР-сигнала в субхондральных областях позвонков при дегенерации позвоночника, что послужило основой для их классификации [178]. Изменения типа Modic свидетельствуют о воспалительной фазе и обнаруживаются на МР-изображениях с уменьшением сигнала в режиме T1 и увеличением сигнала в режиме T2. Исследования, проведенные современными авторами [83, 100, 179], подтверждают связь между изменениями типа Modic и дегенеративными процессами в позвоночнике. Вопрос о роли асептического воспаления и анаэробных бактерий пропионовой группы [180] в формировании данных изменений остается предметом обсуждения. Исследователи [181] отмечают, что изменения типа Modic-2 происходят в группе пациентов с повторными рецидивными грыжами поясничного отдела позвоночника в значительно большем количестве, чем в контрольной группе пациентов без повторных рецидивных грыж.

### **Высота межпозвонкового диска**

Общеклинические факторы риска, рассмотренные выше, непосредственно не влияют на биомеханическую стабильность позвоночника. Изменение высоты диска и увеличение подвижности сегмента напрямую влияют на стабильность и, следовательно, могут увеличивать риск повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Исследования выявили взаимосвязь между высотой диска и риском развития повторных рецидивных грыж, классифицируя их на три стадии дегенерации диска: дисфункция, нестабильность и рестабилизация [88]. При остеохондрозе сохранение высоты диска связано с более высокой степенью нестабильности по сравнению с разрушенными дисками. Axelsson P, and Karlsson B. S обнаружили, что повторная стабилизация происходит только в случае, когда высота диска сокращается не менее чем на 50%, указывая на биомеханическую стабильность разрушенных дисков по сравнению с сохраненными дисками [182].

### **Сегментарная нестабильность**

Сегментарный диапазон движений является еще одним важным фактором риска повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника [116, 183]. Некоторые авторы недавно показали, что грыжа межпозвонкового диска возникает в результате нестабильности поясничного отдела позвоночника. Также предполагается, что все грыжи межпозвонковых дисков, независимо от того, являются ли они первичными или рецидивирующими, следует лечить с помощью спондилодеза для стабилизации поясничного двигательного сегмента [104]. Так, исследование Kim M. S показало, что проксимальный замкнутый угол (ПЗУ) является наиболее существенным предиктором повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Было замечено, что диапазон движений более 10 градусов был связан с повторной рецидивной грыжей в 26,5% случаев, в то время как при диапазоне менее 10 градусов этот риск составлял всего 4,1%. Однако основным ограничением этого исследования ПЗУ является возможное влияние механической боли. В данном случае были рассмотрены только виды сгибания/разгибания и использована адекватная анальгезия для снижения ограничения от боли [104].

### **Наличие феномена люмболизации/сакрализации.**

Наличие переходных позвонков может быть связано с повышенным риском повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника, так как они могут влиять на биомеханическое напряжение в диске, особенно на уровне L4–L5 [184, 185]. Современные исследования указывают на значимость переходных позвонков, таких как люмбализация и сакрализация, в качестве факторов риска развития повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Особое внимание уделяется классификации по Castellvi, включающей 4 типа изменений. Тип I характеризуется увеличением или диспластичностью поперечного отростка, а тип II связан с псевдоарткуляцией и неполной люмбализацией/сакрализацией. Тип III представляет собой полное слияние поперечного отростка с крестцом и формирование полной люмбализации или сакрализации [186].

#### **1.4.3 Роль интраоперационных факторов во время предыдущей дискэктомии в развитии повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника**

##### **Дефект фиброзного кольца**

Размер дефекта фиброзного кольца после поясничной дискэктомии играет существенную роль, однако его значимость часто недооценивается. В рамках систематического обзора литературы, проведенного Miller и соавторами, было проанализировано 1653 случая поясничной дискэктомии. Основной целью исследования было сравнение риска повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника в зависимости от размера дефекта фиброзного кольца [31]. Размер разреза считался малым, если составлял менее 6 мм, и большим, если превышал 6 мм. Пациенты были под наблюдением в течение почти 3 лет, и было выявлено, что частота повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника и повторных операций была выше у пациентов с большими дефектами фиброзного кольца [31, 187]. Фиброзное кольцо, аналогично другим волокнистым тканям, обладает ограниченными возможностями заживления. Этот факт был подтвержден несколькими экспериментальными исследованиями на

животных, описанными в литературе. Заживление фиброзного кольца приводит к формированию биомеханически слабой ткани, неспособной выдерживать растяжение, связанное с силами сжатия позвонков. При очень больших дефектах кольца зазор заполняется менее прочной волокнистой тканью, что увеличивает вероятность выдавливания содержимого диска при минимальных биомеханических нагрузках. Этот фактор независим от других рисков факторов, таких как возраст, пол, индекс массы тела и прочие[31].

### **Степень резекции фасеточного сустава**

Степень резекции фасеточного сустава, учитывая его существенную роль в биомеханике поясничного отдела позвоночника, привлекает внимание исследователей как потенциальный фактор риска рецидива грыжи диска [188]. Недавно была изучена степень нестабильности, вызванной фасетэктомией, чтобы понять риск повторной рецидивной грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника после дискэктомии. Однако нет единого мнения о степени фасетэктомии, которая считается безопасной. Некоторые авторы считают, что риск нестабильности отсутствует до тех пор, пока степень фасетэктомии составляет менее 50% [189, 190]. Однако другие исследования указывают на то, что тотальная односторонняя и двусторонняя фасетэктомия оказывает незначительное влияние на диапазон межпозвонковой ротации при сгибании и боковом сгибании. Однако после двусторонней фасетэктомии отмечается увеличение осевого вращения на 354,3% для правой оси ротации и 265,3% для левой оси ротации, что может привести к нестабильности позвоночника и разрыву фиброзного кольца [190, 191]. В контексте исследования на 187 пациентах, которым была выполнена односторонняя фасетэктомия, 12 пациентов (7%) потребовали фиксации в течение года после операции [192]. Однако в исследовании Ahuja S. было обнаружено, что при фасетэктомии на 30% наблюдалось связанное с этим увеличение нестабильности в поясничном двигательном сегменте. Это подчеркивает необходимость проведения дополнительных исследований, чтобы ответить на данный вопрос [193].

На основании результатов вышеупомянутых исследований можно сделать вывод, что в настоящее время нет единого мнения о выборе тактики хирургического вмешательства у пациентов с рецидивной грыжей межпозвонковых дисков. Из обзора литературы становится ясно, что четких рекомендаций по хирургическому лечению рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника не существует. Причина этого заключалась в отсутствии многоцентровых рандомизированных исследований и четкой классификации рецидивных грыж, которая определяла бы и стандартизировала показания к каждой хирургической технике. Необходимо более детально изучить факторы риска повторного образования рецидивной грыжи, чтобы оптимизировать выбор хирургических методов. Разработка классификации, учитывающей эти факторы, улучшила бы и стандартизировала научные исследования. Поэтому проведение дальнейших исследований по этой проблеме является актуальным и обоснованным.

## Глава 2. Материалы и методы исследования

### 2.1 Дизайн исследования

В рамках данного диссертационного исследования был проведен проспективный анализ результатов лечения 127 пациентов, проходивших лечение по поводу рецидивной грыжи диска поясничного отдела позвоночника в научно-практическом центре семейной клиники и городской клинической больницы № 68 имени Демикова г. Москвы в период с 2018 по 2021 год. Исследование было одобрено комитетом по этике Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы и проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией. От всех пациентов, участвовавших в исследовании, было получено письменное информированное согласие.

Yaо Y. определяет наличие рецидивной грыжи межпозвонкового диска следующим образом: пациенту должна быть успешно проведена дискэктомия без спондилодеза, пациент не должен испытывать боли по крайней мере в течение 1 месяца после операции, у него должны быть повторяющиеся симптомы, соответствующие пораженному уровню, а также МРТ должна подтвердить наличие рецидива грыжи межпозвонкового диска того же уровня, что и при предыдущей дискэктомии.

Критерии включения: возраст от 18 лет до 74 лет; пациенты с рецидивной грыжей межпозвонкового диска на том же уровне; радикулопатия, вызванная сдавлением корешка в месте рецидива; МРТ показывает наличие рецидива грыжи межпозвонкового диска на том же уровне; пациенты, которые были доступны для последующего наблюдения; пациенты с имеющимися выписками после предыдущей операции.

Критерии невключения: пациенты с рецидивом болевого синдрома в течение 1 месяца после операции, поскольку это считается неудачной операцией; отсутствует история болезни пациента; пациент недоступен для последующего наблюдения; рецидивная грыжа межпозвонкового диска возникла на других

уровнях; недоступно предоперационное МРТ; возраст моложе 18 лет и старше 74 лет; наличие серьезных физических заболеваний в состоянии декомпенсации; постановка на учет в психоневрологический диспансер; наличие гнойно-септического процесса в области планируемой хирургической операции; сочетание грыж или повторных грыж межпозвонковых дисков с дегенеративным стенозом позвоночного канала, спондилолистезом; травматические повреждения позвоночника.

На основании рентгенологических признаков, таких как предоперационное МРТ, компьютерная томография и функциональная рентгенограмма, мы классифицировали и разделили рецидивные грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника на три группы (Таблица 1).

Таблица 1 - Первоначальная классификация рецидивной грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника

<b>Тип</b>	<b>Описание</b>	<b>Лечение</b>
<b>I</b>	Рецидивная грыжа без признаков нестабильности или изменений Modic-2.	Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия.
<b>II</b>	Рецидивная грыжа с изменениями Modic-2, но без признаков нестабильности.	Повторная микродискэктомия.
<b>III</b>	Рецидивная грыжа с: 1. Нестабильностью пояснично-двигательного сегмента; 2. Деформация позвоночника.	Микродискэктомия с TLIF и ТПФ.

Пациенты, у которых не было признаков нестабильности на функциональных рентгенограммах или изменений Modic-2, были распределены в группу пациентов с рецидивной грыжей поясничного диска I типа. Пациенты с изменениями modic-2, но без признаков нестабильности на функциональных рентгенограммах, были

распределены в группу пациентов с рецидивной грыжей поясничного диска II типа. Состояние всех пациентов с признаками нестабильности на функциональных рентгенограммах, сопутствующим костным стенозом или деформацией было отнесено к III типу.

На основании разработанной классификации все пациенты были разделены на три группы в зависимости от хирургической тактики, применяемой для лечения рецидивной грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника (Рисунок 2).

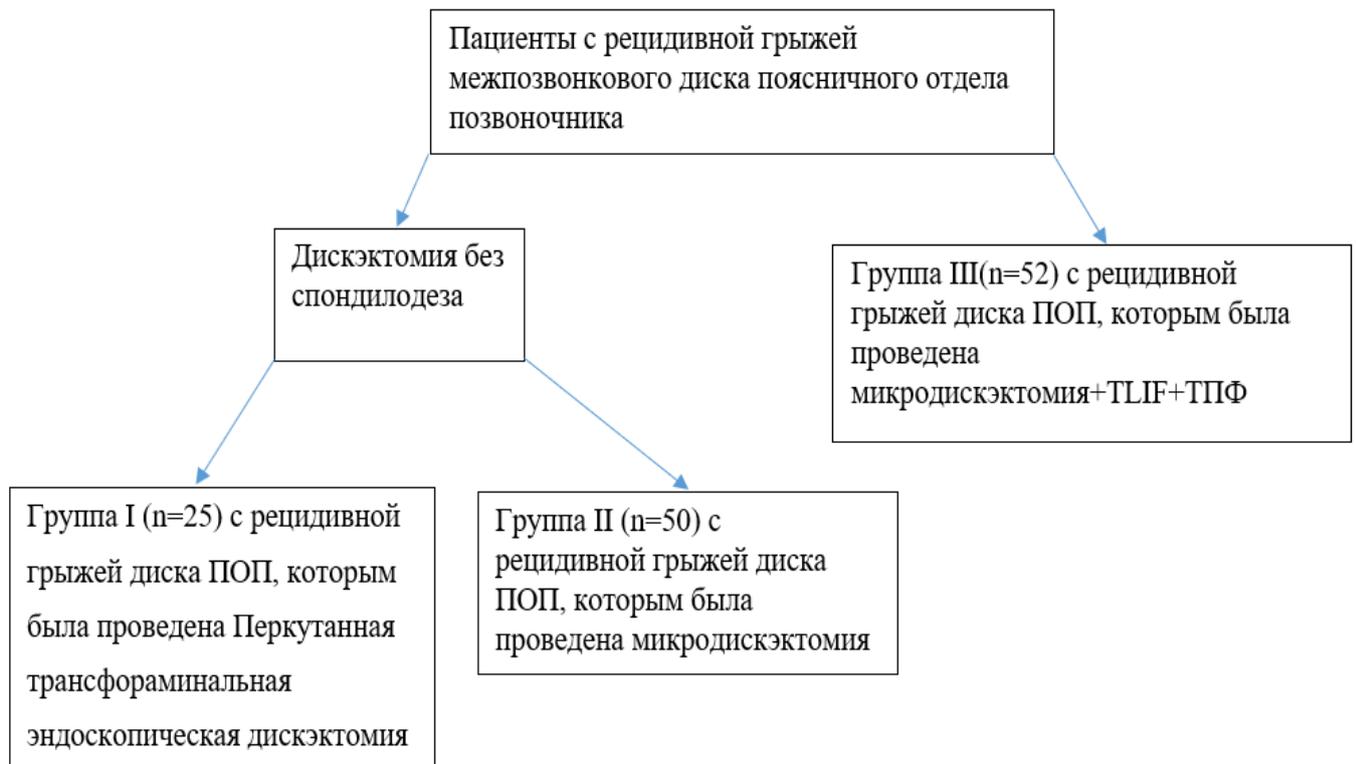


Рисунок 2 – Структура исследуемой когорты пациентов

Группа 1: 25 пациентов с рецидивной грыжей межпозвонкового диска I типа, которым была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия без спондилодеза.

Группа 2: 50 пациентов с рецидивной грыжей межпозвонкового диска 2-го типа, которым была проведена повторная микродискэктомия без спондилодеза.

Группа 3: 52 пациента с рецидивной грыжей межпозвонкового диска III типа, которым было проведено лечение дискэктомией с трансфораминальным поясничным межтеловым спондилодезом и транспедикулярной фиксацией.

Средний период наблюдения составил 3,6 лет (мин. 2 и макс. 6 лет). В раннем послеоперационном периоде мы наблюдали пациентов в 3 визита, то есть через 4, 8 и 12 недель. после этого периода пациенты наблюдались через 6, 12, 18 и 24 месяца после операции. В течение периода наблюдения состояние пациентов, у которых развилась повторная рецидивная грыжа, также было проанализировано и сравнено с состоянием пациентов, у которых не было повторной рецидивной грыжи, чтобы проанализировать риск возникновения повторной рецидивной грыжи.

## **2.2 Материалы исследования**

### **2.2.1 Общие характеристики пациентов**

В исследовании приняли участие 66 (52%) мужчин и 61 (48%) женщин (Рисунок 3). Медианный возраст пациентов составил 48 лет (мин. 22 и макс. 72 года).

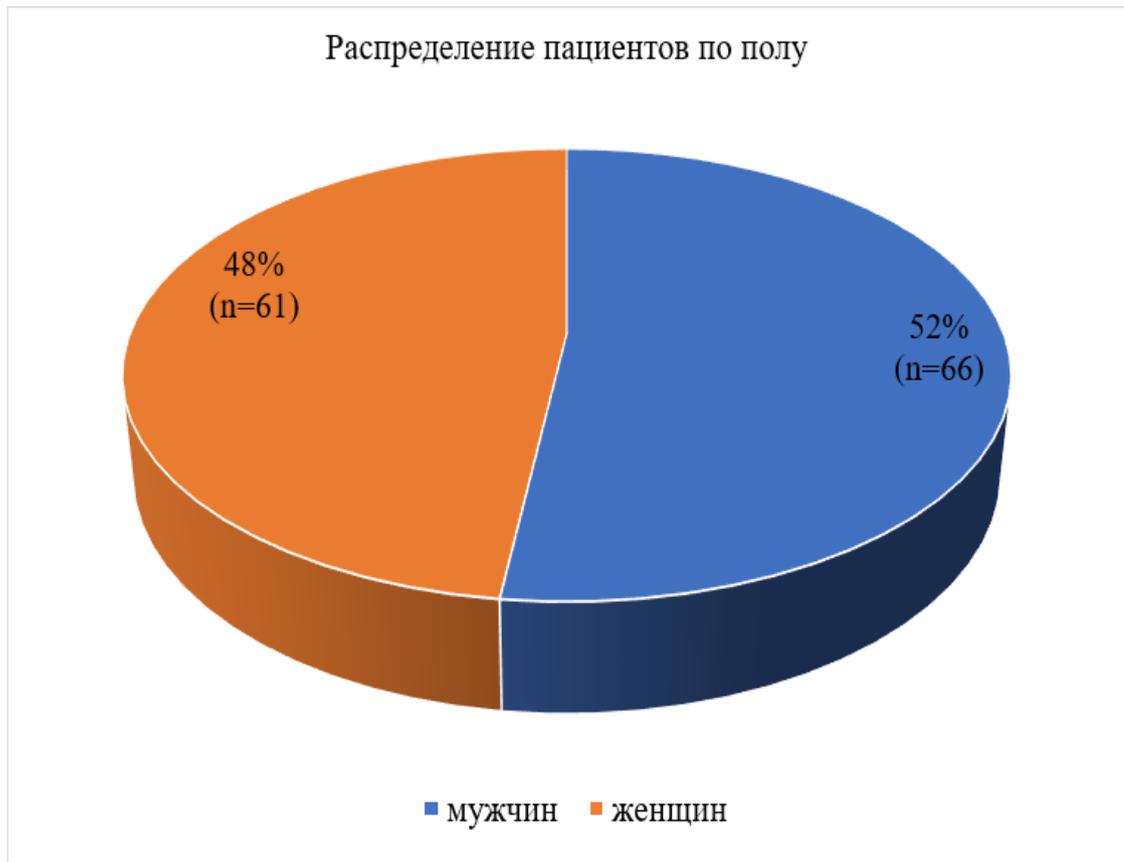


Рисунок 3 – Распределение пациентов по полу

Из 127 пациентов большинство (56,7%) было среднего возраста, т.е. от 40 до 64 лет. Молодые и пожилые люди составили только 22,8% и 20,5% соответственно (Таблица 2).

Таблица 2 – Общие характеристики пациентов

Параметры		Количество (%)
Возраст	18 - 39 лет	29 (22,8)
	40 - 64 лет	72 (56,7)
	>64 лет	26 (20,5)
Пораженный уровень	L1 - L2	1 (0,8)
	L2 - L3	4 (3,1)
	L3 - L4	9 (7,1)
	L4 - L5	36 (28,3)
	L5 - S1	77 (60,6)

Количество предыдущих дискэктомий	Одиночный	63 (49,6)
	Множественный	64 (50,4)
Тип предыдущих дискэктомий	Микродискэктомия	67 (52,8)
	Открытая дискэктомия	46 (36,2)
	Эндоскопическая дискэктомия	14 (11)
Период с момента последней операции	<2 лет	33 (26,0)
	2 - 4 года	61 (48,0)
	>4 - 10 лет	26 (20,5)
	>10 лет	7 (5,5)
Изменения Modic-2	Отсутствуют	53 (41,7)
	Присутствуют	74 (58,3)
Продолжительность наблюдения	< 3 лет	55 (43,3)
	3 - 6 лет	72 (56,7)

Пораженные уровни были зарегистрированы у всех пациентов, участвовавших в исследовании. Наиболее часто поражаемым уровнем был L5-S1 (60,6%). Вместе с уровнем L4-L5 поражения нижнего отдела поясничного отдела позвоночника составляли около 88,9%. Поражения верхних уровней, т.е. L1-L4, составили менее 12% случаев у пациентов. 49,6% пациентов ранее перенесли однократную дискэктомию, в то время как 50,4% ранее перенесли множественные дискэктомии. Максимальное количество предыдущих дискэктомий у одного пациента составляло 5 микродискэктомий.

Также был проанализирован тип предыдущих дискэктомий. Наиболее часто предыдущей дискэктомией была микродискэктомия (52,8%), за которой следовала открытая дискэктомия (36,2%). Период между предыдущей дискэктомией и включением в исследование был разделен на <2 лет, 2-4 года, >4-10 лет и более 10 лет. У большинства пациентов (64%) рецидивные грыжи наблюдались в течение первых 4 лет после операции. Только у 5,5% рецидивные грыжи наблюдались через 10 лет после предыдущей операции. Самый длительный зарегистрированный

интервал составил 23 года. На предоперационной МРТ изменения Modic-2 присутствовали у 58,3% пациентов.

Пациенты, включенные в исследование, были распределены в 3 группы: группа 1 – трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия, группа 2 – повторная микродискэктомия и группа 3 – микродискэктомия с TLIF. Распределение по полу в 3-х группах показано в таблице 3. Состояние этих групп пациентов было дополнительно проанализировано и сравнено, как показано в главе «Результаты».

Таблица 3 – Распределение пациентов по полу

	Пол	
	Женщины	Мужчины
Группа I – Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия	12	13
Группа II – повторная микродискэктомия	27	23
Группа III – микродискэктомия с TLIF	22	30

Пациенты наблюдались в течение 3,6 лет (мин. 2 и макс. 6 лет). 43,3% наблюдались в течение <3 лет, в то время как 56,7% наблюдались в течение 3-х и более лет. Запланированные визиты длились до 2-х лет. В случае осложнений или новых жалоб пациенты наблюдались дольше.

В конце этого периода наблюдения из 127 пациентов, участвовавших в исследовании, у 10,2% были повторные рецидивные грыжи поясничного отдела позвоночника (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Анализ общего риска повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника в исследовании

Большинство пациентов провели в больнице от 1 до 3 койко-дней (70,9%) (Рисунок 5).

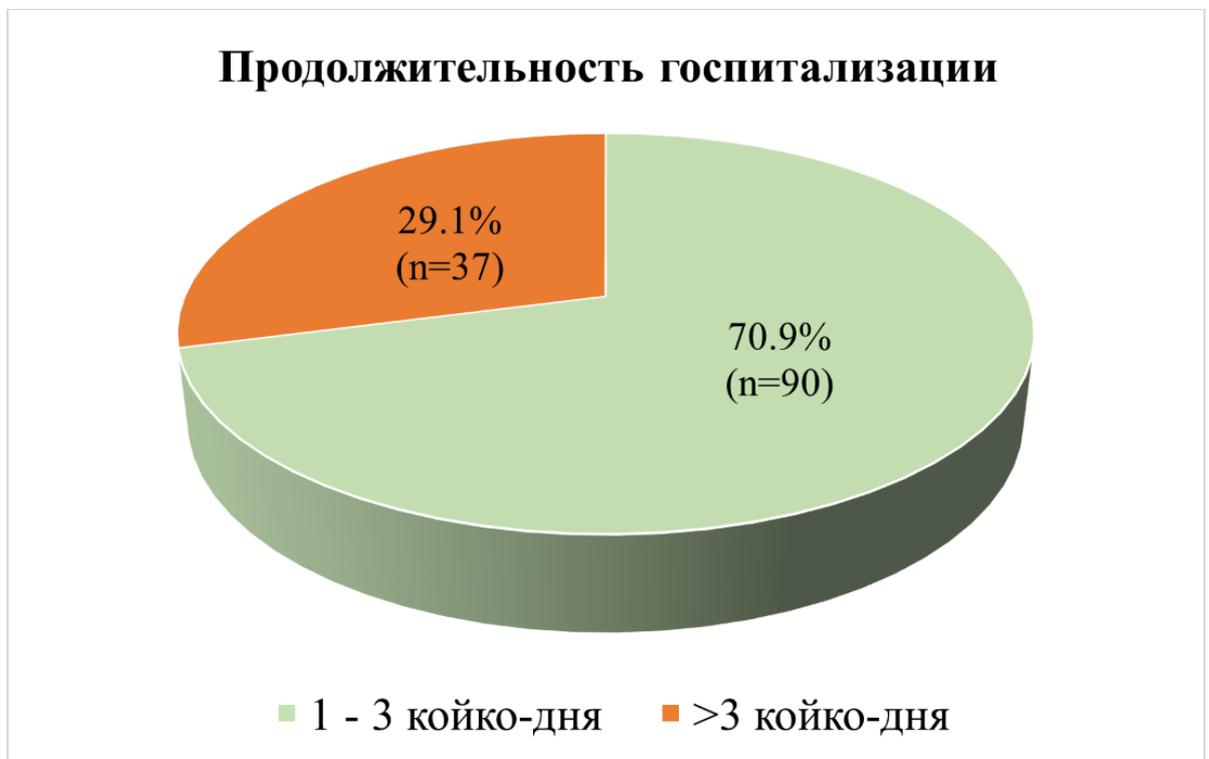


Рисунок 5 - Анализ продолжительности госпитализации

Наибольшее количество койко-дней в больнице составило 8. Наиболее распространенным осложнением была дуротомия – 7% (Рисунок 6).

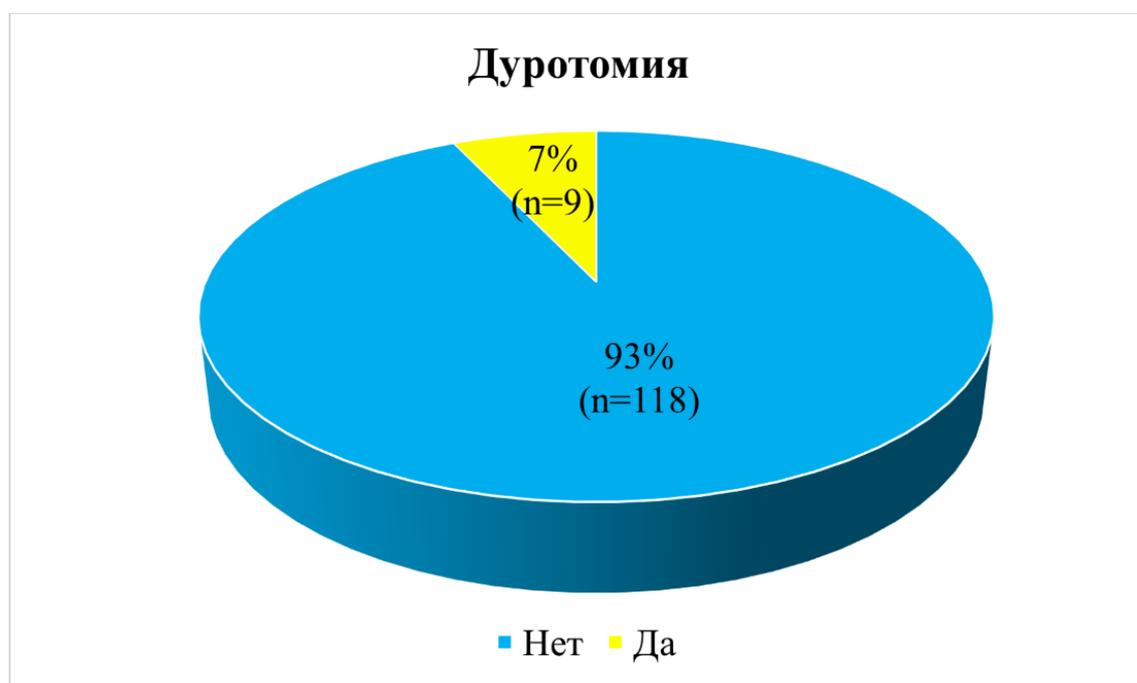


Рисунок 6 – Анализ риска дуротомии в исследовании

### 2.3 Методы исследования

Предоперационный и послеоперационный диагностический анализ включал в себя следующие этапы: общеклиническое обследование, неврологическую оценку, проведение рентгенологических исследований, а также нейровизуализационное обследование. К общеклиническому анализу относились: полное неврологическое обследование, оценка результатов (ВАШ, MacNab, качество шкала Oswestry). К рентгенологическому анализу относились: предоперационная МРТ и функциональная рентгенография, а также послеоперационная функциональная рентгенография у пациентов с неблагоприятными исходами.

### 2.3.1 Общеклинические методы исследования

#### Визуально-аналоговая шкала (ВАШ)

Для оценки уровня болевого синдрома использовалась визуально-аналоговая шкала (ВАШ), которая представляет градации боли от 0 (отсутствие боли) до 10 (нестерпимая боль) в сантиметрах. Для определения уровня боли с использованием ВАШ пациентам требовалось отметить уровень болевого синдрома линией, перпендикулярной шкале боли, на которой были указаны значения от 0 до 10 см. При этом 0 обозначает отсутствие боли, 1-3 см – слабую боль, 4-6 см – умеренную до сильной боль, 7-9 см – очень сильную боль, а 10 см – самую сильную боль, которую человек может себе представить [194] (Рисунок 7).

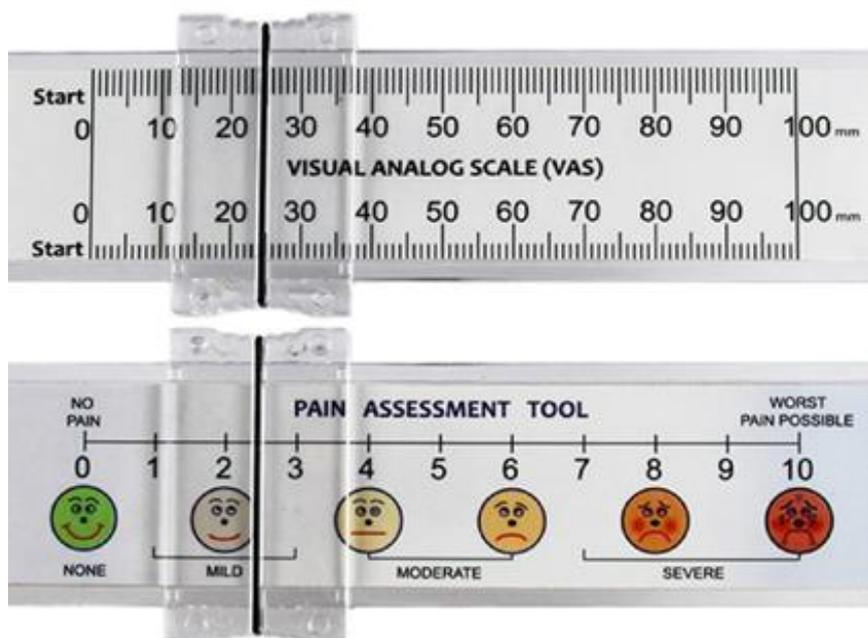


Рисунок 7 – Визуальная аналоговая шкала боли

#### 2.3.2 Шкала Oswestry - оценка степени нарушения жизнедеятельности, вызванного патологией позвоночника

Для оценки степени нарушения жизнедеятельности, вызванного патологией позвоночника, использовалась анкета Oswestry [66]. Эта анкета включает 10

разделов, оценивающих различные аспекты, такие как интенсивность боли, способность к самообслуживанию, поднятие предметов, ходьбу, положение сидя, положение стоя, сон, сексуальную жизнь, досуг и поездки. В каждом разделе максимальный балл составляет 5, а минимальный – 0. Значения индекса ODI до 20% считаются минимальными нарушениями, от 21 до 40% – умеренными нарушениями, от 41 до 60% – тяжелыми нарушениями, от 61 до 80% – инвалидизирующими нарушениями, от 81 до 100% – ограничивающими пациента и приводящими к постельному режиму. Пример анкеты можно увидеть в приложении А.

### 2.3.3 Шкала MacNab - оценка клинических исходов

Для оценки результатов лечения использовалась субъективная оценочная модифицированная шкала MacNab (Таблица 4), которая основана на наличии или регрессе предыдущей симптоматики. Оценка «отлично» указывает на полный регресс симптоматики, а «неудовлетворительно» означает рецидив грыжи, требующий повторной операции.

Таблица 4 – Шкала MacNab

Результат по шкале	Симптоматика
Отличный	Полный регресс симптоматики
Хороший	Умеренные боли полностью регрессировали к выписке из стационара
Удовлетворительный	Умеренная боль тянущего характера, исчезнувшая в течение 1 нед. после выписки

Плохой	Сохраняющийся болевой корешковый синдром к моменту выписки из стационара
Неудовлетворительный	Рецидив грыжи межпозвонкового диска, потребовавший повторной операции

## 2.4 Инструментальные методы исследования

Для проведения обследования пациентов использовалась следующая медицинская аппаратура: цифровой рентгеновский аппарат DEFINIUM 8000 (General Electric Medical System), магнитно-резонансный томограф "Aperto" фирмы "HITACHI Medical Corporation" (1,5T) и компьютерный томограф фирмы "Siemens Somatom Definition AS 64".

### 2.4.1 Визуализация нервных тканей и оценка изменений Modic

С целью визуализации невралных структур всем пациентам проводили магнитно-резонансную томографию (МРТ) поясничного отдела позвоночника. Оценивали следующие параметры: сторона и уровень поражения, а также изменения по типу Modic. Modic-1 (сигнал гипоинтенсивности при T1-взвешенной визуализации (T1WI) и сигнал гиперинтенсивности при T2-взвешенной визуализации (T2WI)), характеризующиеся отеком и гипертрофизацией смежных замыкательных пластин и прилежащих отделов костного мозга. Изменения типа Modic-2 (сигнал повышенной интенсивности в T1WI и сигнал повышенной интенсивности в T2WI) связаны с жировым замещением костного мозга, а изменения Modic-3 (гипоинтенсивный сигнал в T1WI и гипоинтенсивный

сигнал в T2WI) характеризуются остеосклерозом и замещением костного мозга утолщенными костными трабекулами (Рисунок 8).

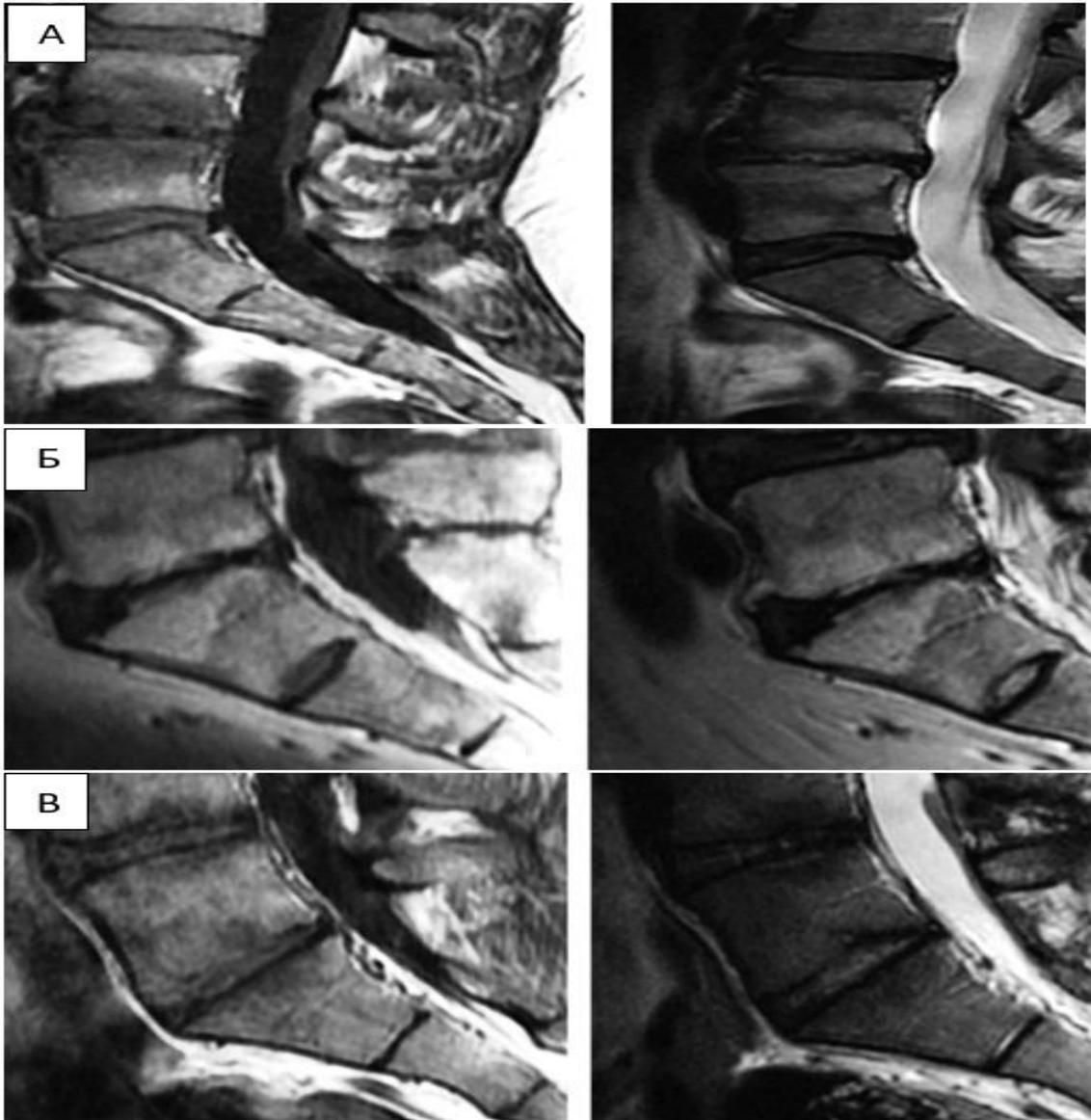


Рисунок 8 - Изменение замыкательных пластинок позвонков межпозвонкового диска по типу Modic. А- Modic -1: гипоинтенсивность при T1-взвешенной визуализации (T1WI) и гиперинтенсивность при T2-взвешенной визуализации (T2WI). Б - Modic-2: гиперинтенсивность на T1WI и изоинтенсивность или небольшая гиперинтенсивность на T2WI. Г- Modic-3: гипоинтенсивность как на T1WI, так и на T2WI

## **2.4.2 Оценка сегментарной нестабильности поясничного отдела позвоночника**

Для оценки сегментарной нестабильности поясничного отдела позвоночника каждому пациенту были сделаны рентгенограммы в сгибании-разгибании в вертикальном положении с использованием специализированного аппарата для стабилизации таза. Обычная рентгенография проводилась, как правило, в вертикальном положении или на спине и фиксировала три проекции: боковой вид и переднезадний вид всего поясничного отдела позвоночника, а также отдельный боковой вид позвонка L5.

Рентгенографический анализ выполнялся тем же рентгенологом. Были изучены рентгенограммы сгибания-разгибания, а также проведены количественные измерения угла и скольжения с помощью программы просмотра *spotfilm* с увеличением в 3,5 раза.

На основе рентгенограмм в сгибании-разгибании, в научной литературе описаны четыре типа сегментарной нестабильности [195, 196]:

1. Передняя скользящая нестабильность: суммарное переднее смещение одного позвонка относительно другого.
2. Задняя скользящая нестабильность: суммарное заднее смещение одного позвонка относительно другого.
3. Угловая нестабильность: чрезмерное угловое смещение пояснично-двигательного сегмента.
4. Аномальное осевое вращение: наблюдается локальный двойной контур на заднем крае позвоночного тела во время сгибания, за исключением грудопоясничной области, где это явление может быть обусловлено проекцией. Постоянный двойной контур всего поясничного отдела позвоночника является результатом наклонной проекции изображения.

Поступательное и угловое перемещение измерялись как динамическое смещение. Критериями для определения аномального перемещения были

следующие: поступательное перемещение более 4 мм, аномальное осевое вращение сегмента движения и чрезмерное угловое перемещение, превышающее на  $9^\circ$  значения соседнего сегмента (Рисунок 9).

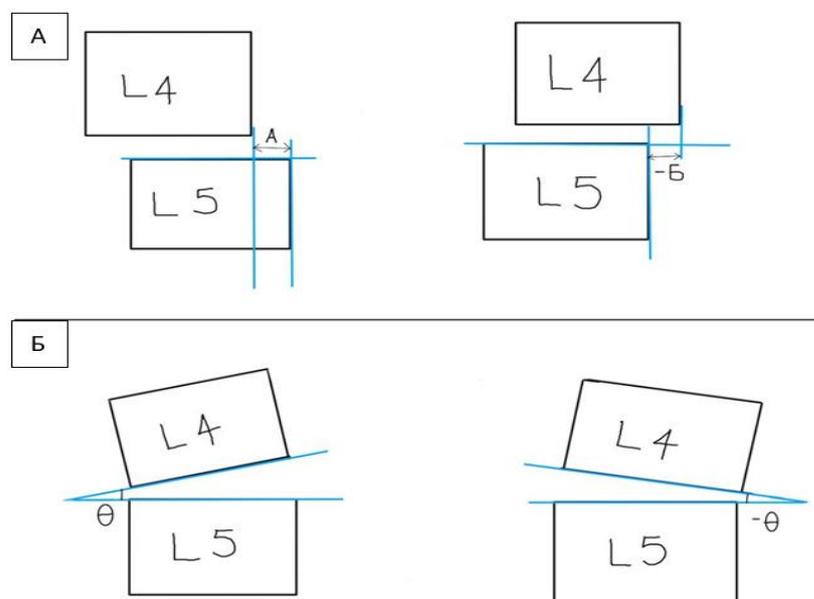


Рисунок 9 – Сегментарная сагиттальная нестабильность

А - Сагиттальный угол наклона - Две прямые линии проводятся вдоль нижней замыкательной пластины верхнего позвонка и верхней замыкательной пластины нижнего позвонка. Пересечение этих двух линий является углом наклона при сгибании ( $\Theta+$ ) и разгибании ( $\Theta-$ ). Разница межпозвоноковых углов между  $\Theta-$  и  $\Theta+$  - это сагиттальная нестабильность (Сегментарный угол наклона=  $\Theta-$  ( $-\Theta$ )); Б - Сагиттальный перенос - На задней стенке позвонков проведены две вертикальные линии, расстояние между ними при сгибании равно А, а при разгибании - Б. Разница между двумя расстояниями при сгибании (А) и разгибании (Б) - это сагиттальное смещение (сегментарный перенос=  $A-(-B)$ )

Функциональные рентгенографические снимки были проведены до операции с целью распределения пациентов в три исследуемые группы. Также во время периода наблюдения изучались случаи пациентов, у которых после операции

возникла повторная рецидивная грыжа межпозвонкового диска или развилась хроническая боль.

## **2.5 Статистическая обработка данных**

В начале исследования была собрана информация о демографических данных, клинических характеристиках и результатах хирургического вмешательства для трех групп пациентов. Первой группе была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия, второй группе была выполнена повторная дискэктомия без спондилодеза, а третьей группе была выполнена микродискэктомия с TLIF и ТПФ по поводу рецидивной межпозвонковой грыжи поясничного отдела позвоночника.

### **2.5.1 Анализ данных**

Данные, полученные в ходе исследования, были проанализированы с использованием Microsoft® Excel® 2020, а затем импортированы в статистическое программное обеспечение Stata statistical Software® версии 26 (IBM Corp., Армонк, Нью-Йорк, США) MP Edition для статистического анализа.

### **2.5.2 Наглядная статистика**

Статистический анализ данных был проведен с использованием непараметрических тестов из-за ненормального распределения данных и порядкового характера показателей результатов. Отклонение от нормы, наблюдаемое в наших данных, вероятно, обусловлено малой выборкой, а не характерными особенностями испытуемых. Методы описательной статистики были использованы для обобщения исходных характеристик пациентов в каждой группе, таких как возраст, пол, интраоперационная кровопотеря,

продолжительность операции и т.д. Чтобы обобщить характеристики трех групп, для непрерывных переменных были указаны медианы и межквартильные диапазоны (IQR), в то время как категориальные переменные были суммированы в виде частот и процентов.

### 2.5.3 Выведенная статистика

Чтобы определить, были ли существенные различия в непрерывных переменных результатах таких как возраст, продолжительность операции, продолжительность госпитализации и показатели исходов (шкала Oswestry, ВАШ) между тремя хирургическими вмешательствами, был использован тест Kruskal-Wallis. Этот непараметрический тест используется для сравнения медиан более чем двух независимых групп. Когда тест Kruskal-Wallis давал значимые результаты, проводился пост-хок тест Dunn-Bonferroni для выявления конкретных групповых различий.

Категориальные переменные, такие как частота послеоперационных осложнений или повторной рецидивной грыжи, были проанализированы с использованием критерия хи-квадрат. Если ожидаемое количество ячеек в таблицах непредвиденных обстоятельств было меньше пяти, использовался точный критерий Fischer. Чтобы изучить факторы, связанные с исходами, принимая во внимание потенциальные помехи, были использованы модели логистической регрессии для бинарных исходов (например, наличие или отсутствие осложнений). Порядковая логистическая регрессия использовалась для определения порядковых исходов (например, показателей удовлетворенности пациентов), когда соблюдалось предположение о пропорциональных шансах.

Статистическая значимость была установлена на уровне р-значения менее 0,05. Это означает, что, если значение р было меньше 0,05, результаты считаются статистически значимыми и нулевая гипотеза может быть отклонена. 95% доверительный интервал использовался для выявления точности оцененных различий между двумя группами.

### **Глава 3. Тактики хирургического лечения пациентов с рецидивными грыжами межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника**

В данном исследовании были использованы три хирургических метода: трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия, повторная микродискэктомия и трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез.

#### **3.1 Перкутанная трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия**

Нашими показаниями к выполнению чрескожной трансфораминальной эндоскопической дискэктомии были: возраст менее 40 лет; отсутствие изменений по типу Modic; максимальное изменение Modic 1 на предоперационной МРТ; отсутствие признаков нестабильности на функциональной рентгенограмме; латеральное расположение рецидивной грыжи.

В положении пациента, лежа на животе с согнутыми в коленных и тазобедренных суставах ногами, мы отметили пораженный сегмент с помощью интраоперационных рентгеновских снимков. Хирургическая тактика включала три этапа: (i) Доступ: Место доступа зависело от телосложения пациента и пораженного уровня поясничного отдела позвоночника. Обычно оно располагалось на 1-3 см выше гребня подвздошной кости и на 8-12 см от средней линии остистого отростка. С помощью С-дуги мы ввели спинальную иглу 18-го калибра через безопасный треугольник Камбина, чтобы добраться до межпозвонкового диска. (ii) Фораминопластика: мы сделали приблизительно 8-миллиметровый разрез кожи и постепенно расширили его с использованием дилататоров для введения эндоскопа. Межпозвонковое отверстие расширялось при необходимости с использованием костных сверлов для умеренного удаления верхнего суставного отростка. (iii) Дискэктомия: после введения рабочего троакара мы установили эндоскоп. Мы удалили выступающую грыжу межпозвонкового

диска, соблюдая осторожность при работе с трокаром. Затем мы осмотрели и освободили нервный корень. В конце мы наблюдали отклонение нервного корешка назад и пульсацию твердой мозговой оболочки, свидетельствующие о полной декомпрессии окружающего пространства (Рисунок 10).

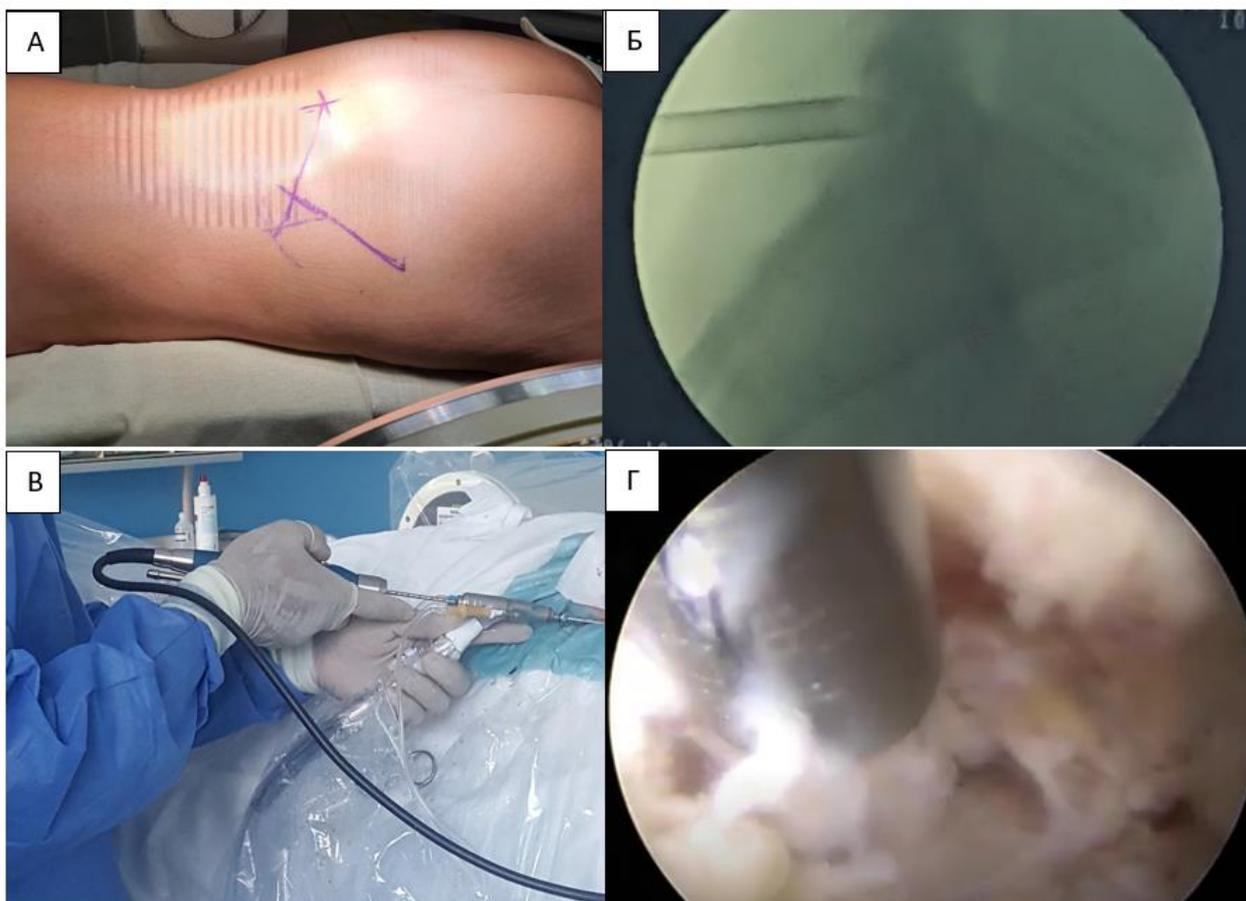


Рисунок 10 - интраоперационные снимки. А – положение пациента и разметка точки входа. Б – интраоперационный рентген, показывает эндоскоп в межпозвонковом отверстии L5-S1. В – положение руки во время трансфораминальной эндоскопической дискэктомии. Г – удаление грыжи межпозвонкового диска

### 3.2 Трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез (TLIF)

Нашими показаниями к выполнению трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза были: наличие нестабильности сегмента на

функциональных рентгенограммах, возраст старше 40 лет, изменения Modic-2 на предоперационной МРТ, наличие спондилолистеза (Рисунок 11).

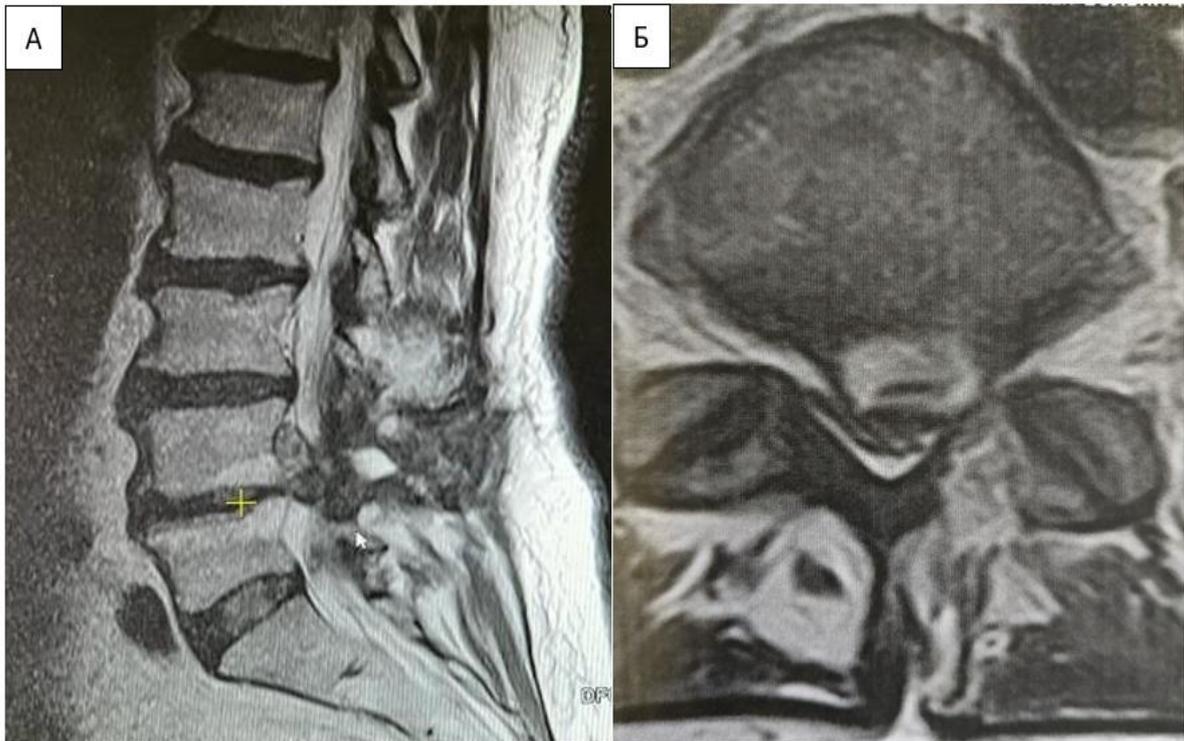


Рисунок 11 - Предоперационная МРТ у пациента с рецидивной грыжей межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника. А – Сагиттальная МРТ, показывающая рецидив грыжи на уровне L4-L5 с изменениями Modic-2. В – Аксиальная МРТ, показывающая грыжу межпозвонкового диска и предыдущую гемиламинэктомию

В положении пациента, лежа на животе с согнутыми в коленных и тазобедренных суставах ногами, мы отметили пораженный сегмент с помощью интраоперационных рентгеновских снимков. После обработки зоны операции антисептиком мы выполнили разрез через старую рубцовую ткань. Мы применили электрокоагуляцию, чтобы отделить мышцы от остистого отростка, обнажив фасеточные суставы и точки входа винтов. Далее мы вставили винты и выполнили полную фасетэктомию на пораженной стороне. Это позволило нам избежать прохождения через рубцовую ткань. Мы выполнили дискэктомию и вставили кейдж, заполненный костными фрагментами. Наконец, мы соединили винты

стержнями и послойно зашили рану. Нами не использовалась дренажная система после операции (Рисунок 12).

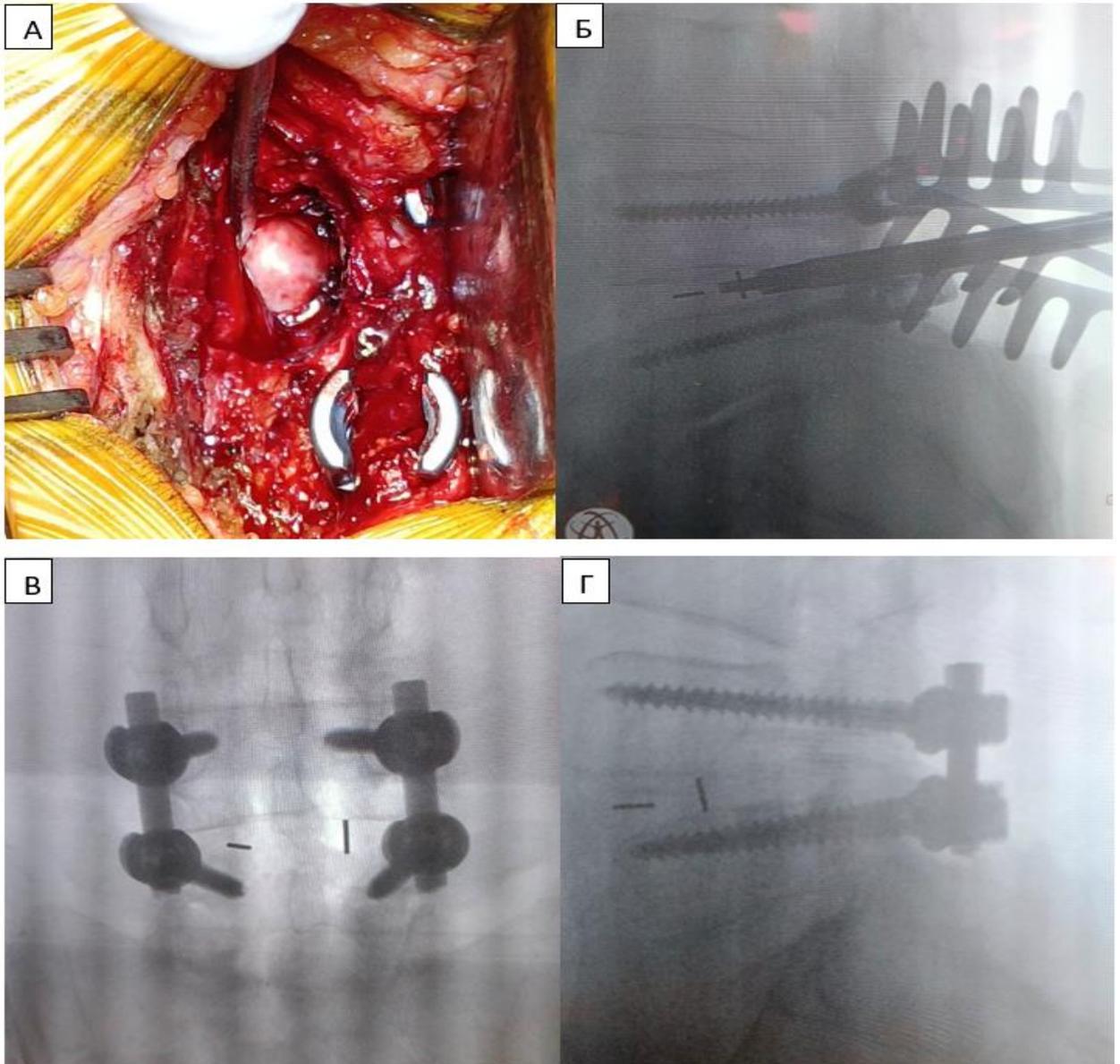


Рисунок 12 - Интраоперационные снимки при трансфораминальном межтеловом спондилодезе. А – После фасетэктомии четко визуализируется грыжа межпозвонкового диска с минимальным втягиванием твердой мозговой оболочки. Б – Интраоперационный рентген при установке кейджа. В и Г – интраоперационный рентген, подтверждающий положение металлоконструкции

### 3.3 Открытая повторная микродискэктомия

Выявленные нами показания к проведению повторной микродискэктомии включали: возраст менее 50 лет; отсутствие признаков нестабильности на функциональной рентгенограмме; наличие изменений типа Modic 2.

Мы определили пораженный сегмент с помощью интраоперационного рентгена. Основными этапами нашей тактики являлись следующие: (1) мы выполняли вертикальный разрез кожи длиной 2-4 см через старый шрам и создавали коридор к пластинке, тщательно отделяя мышцы и фиброзную ткань. Мы вводили самоподдерживающиеся ретракторы Caspar и использовали микроскоп или увеличительные лупы; (2) мы подтверждали уровень хирургического вмешательства с помощью рентгенологических методов как до разреза, так и после достижения пластины.

Затем мы рассекали фиброзную ткань, чтобы идентифицировать пластинки и твердую мозговую оболочку; (3) мы увеличивали объем ламинотомии и, при необходимости, выполняли частичную фасетэктомию при наличии выраженных рубцов. Мы также мобилизовали проходящий нервный корешок и твердую мозговую оболочку медиально; (4) последним этапом нашей тактики были аннулотомия и дискэктомия.

## Глава 4. Результаты

### 4.1 Анализ клинических и рентгенологических факторов риска развития повторной рецидивной грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника

#### 4.1.1 Анализ общеклинических факторов риска

В течение периода мониторинга проводилось наблюдение всех пациентов, и состояние тех, у которых развилась повторная рецидивная грыжа, было проанализировано и сравнено с состоянием пациентов без данного заболевания, что позволило изучить риск его возникновения.

Нами было проведено комплексное исследование с целью изучения влияния различных ранее выявленных и новых факторов риска на вероятность развития повторной рецидивной грыжи. Общее распределение случаев повторных рецидивных грыж в зависимости от возраста пациентов, участвовавших в исследовании, представлено на рисунке 13.

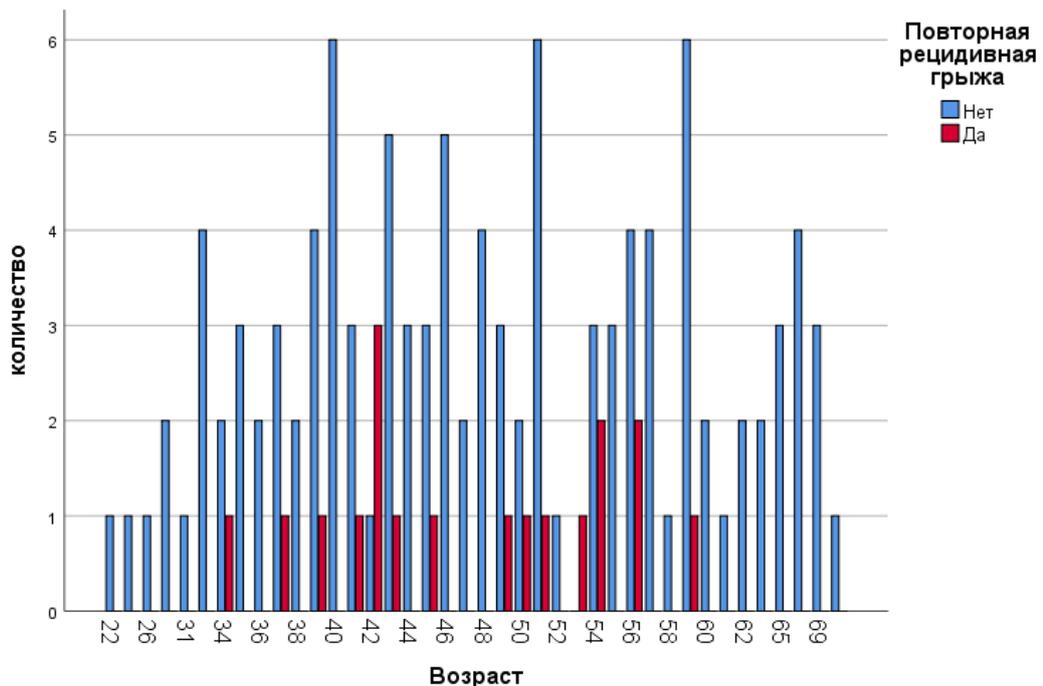


Рисунок 13 - Соотношение между возрастом и повторной рецидивной грыжей

Согласно нашим результатам, у мужчин максимальный риск повторного образования рецидивной грыжи наблюдался в возрасте от 45 до 55 лет, в то время как у женщин этот пик приходится на период от 51 до 60 лет (Рисунок 14).

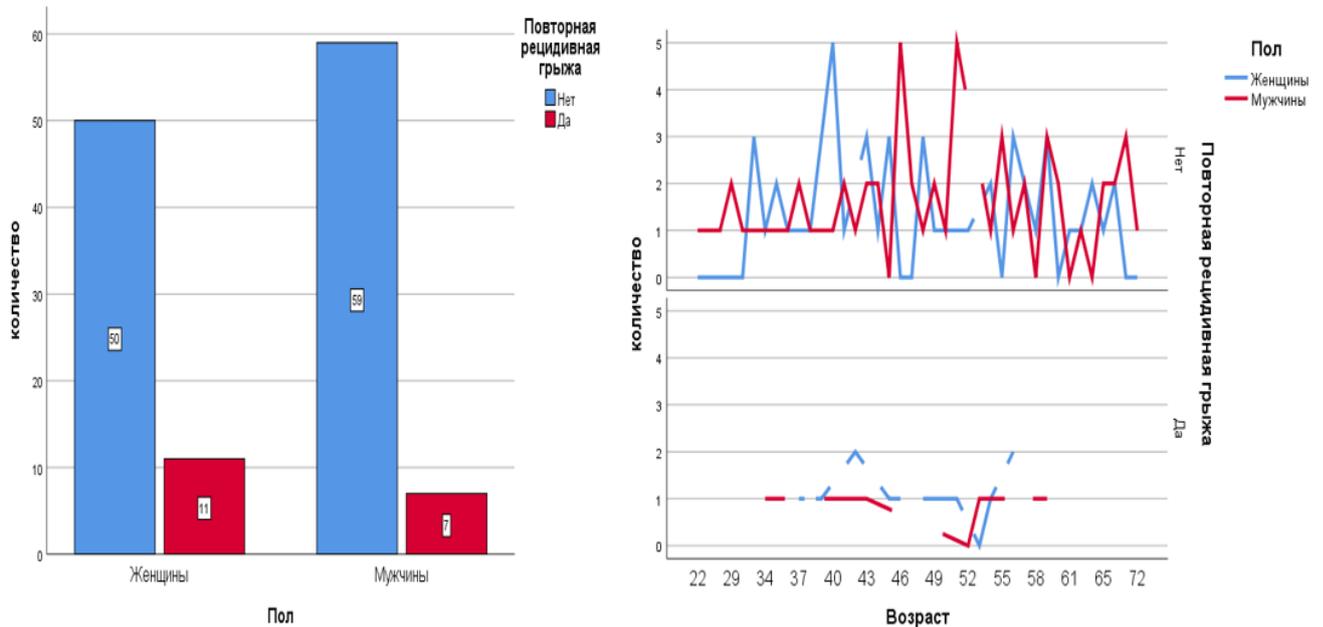


Рисунок 14 - Сравнение риска рецидива грыжи у мужчин и женщин

Эта особенность не наблюдалась у пациентов без повторных рецидивных грыж межпозвонкового диска. Хотя возраст повышенного риска развития повторной рецидивной грыжи был разным у мужчин и женщин, статистически значимой разницы в риске повторной рецидивной грыжи между мужчинами и женщинами не было выявлено (Таблица 5).

Таблица 5 - Соотношение между полом и повторными рецидивными грыжами

	Повторная рецидивная грыжа		Итого
	Нет	Да	
Женщины	53	8	61
Мужчины	61	5	66
Итого	114	13	127

#### 4.1.2 Анализ лучевых факторов риска

Изменения типа Modic-1 связаны с острыми воспалительными изменениями и, как правило, неспецифичны. Изменения типа Modic-2 обусловлены жировой дегенерацией замыкательных пластин позвонков, в то время как изменения по типу Modic-3 связаны со склерозом замыкательных пластин. Мы проанализировали взаимосвязь между изменениями типа Modic-2 и развитием повторной рецидивной грыжи межпозвонкового диска. Из 13 пациентов с повторными рецидивными грыжами в этом исследовании у 84,6% (n=11) были выявлены изменения типа Modic-2, в то время как у 15,4% (n=2) не было выявлено изменений на предоперационной МРТ при  $p=0,003$  (таблица 6). Следует отметить, что в этом исследовании были проанализированы только изменения типа Modic-2 с учётом их связи с нестабильностью и дегенерацией межпозвонкового диска, описанной в литературе.

В отличие от этого, когда мы проанализировали состояние пациентов без повторных рецидивных грыж, у 44,7% (n=51) не было признаков изменений типа Modic-2, в то время как у 55,3% (n=63) были изменения типа Modic-2 на предоперационной МРТ. При сравнении наличия изменений Modic-2 в группах с повторными рецидивными грыжами и в группе без повторных рецидивных грыж, мы обнаружили, что между ними была статистически значимая разница  $p<0,001$  (Таблица 6).

Таблица 6 - соотношение наличия изменений Modic-2 и повторной рецидивной грыжи

		Повторная рецидивная грыжа	
		Нет	Да
Изменения Modic-2	Отсутствуют	44,7% (n=51)	15,4% (n=2)
	Присутствуют	55,3% (n=63)	84,6% (n=11)
Итого		114	13

Этот результат был более значимым, когда мы проанализировали корреляцию между риском развития повторной рецидивной грыжи и наличием изменений типа Modic-2 в каждой исследуемой группе (Рисунок 15).

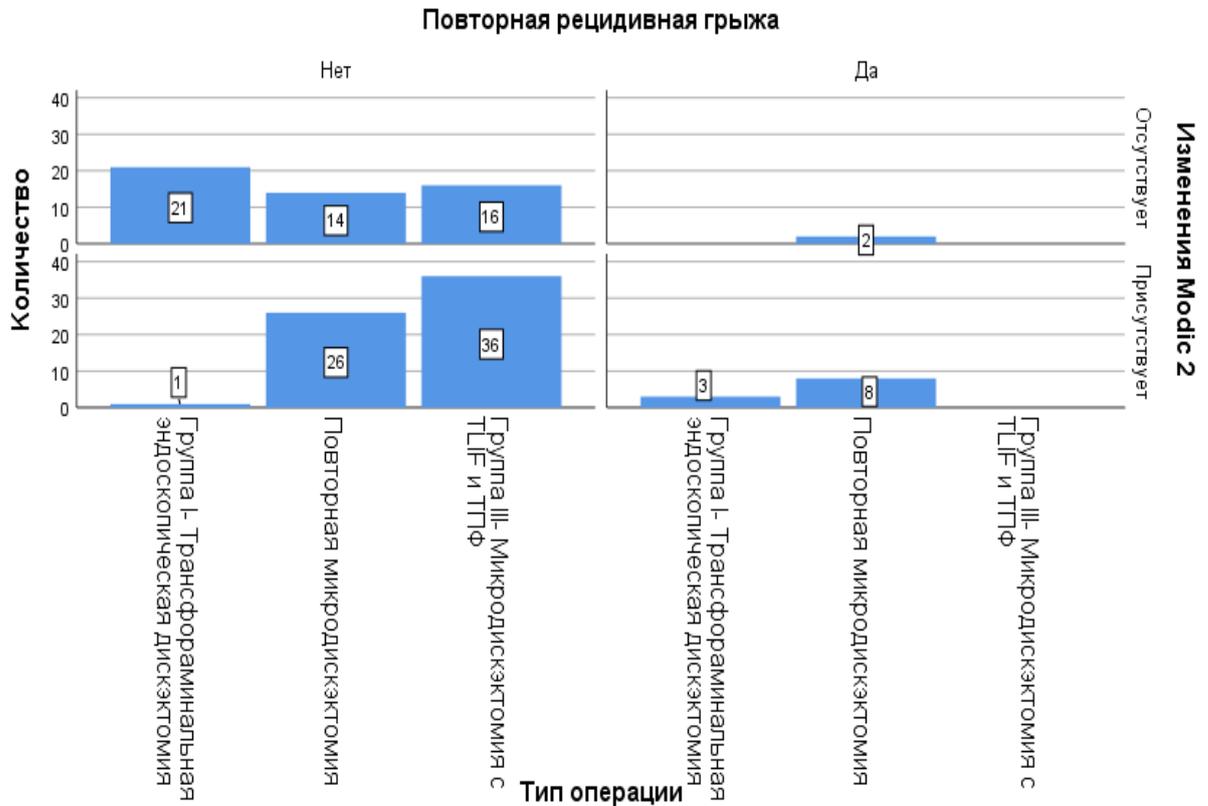


Рисунок 15 - Сравнение риска развития повторной рецидивной грыжи при наличии изменений типа Modic-2 в трех исследовательских группах

У пациентов, перенесших микродискэктомию с использованием TLIF и TPФ, рецидив не был зарегистрирован ни на том же уровне, ни на соседнем. Однако следует отметить, что повторная рецидивная грыжа наблюдалась у 84,6% (n=11) пациентов с изменениями Modic-2 в группе микродискэктомии и у 100% пациентов с изменениями Modic-2 в группе трансфораминальной эндоскопической дискэктомии. Этот результат был статистически значимым с р-значением <0,001.

Мы проанализировали роль нестабильности в прогрессировании дегенеративных изменений позвоночника и развитии повторных рецидивных грыж. Чтобы изучить эту зависимость, мы проанализировали взаимосвязь между смещением сегментов и углом наклона, а также развитием повторных рецидивных

грыж (Рисунок 16А). У всех пациентов (100%) со смещением сегмента в течение периода наблюдения развилась повторная рецидивная грыжа. Только у 15,4% (n=2) был повторная рецидивная грыжа со смещением менее 4 мм.

Наблюдалось резкое увеличение частоты повторных рецидивных грыж при смещении > 3 мм (6,17 мм +/- 2,3). Следует отметить, что в данном исследовании у всех пациентов без повторной рецидивной грыжи смещение составило менее 5 мм. Разница в степени патологического сегментарного смещения между пациентами с повторной рецидивной грыжей и пациентами без повторной рецидивной грыжи была статистически значимой, при значении  $p < 0,01$ .

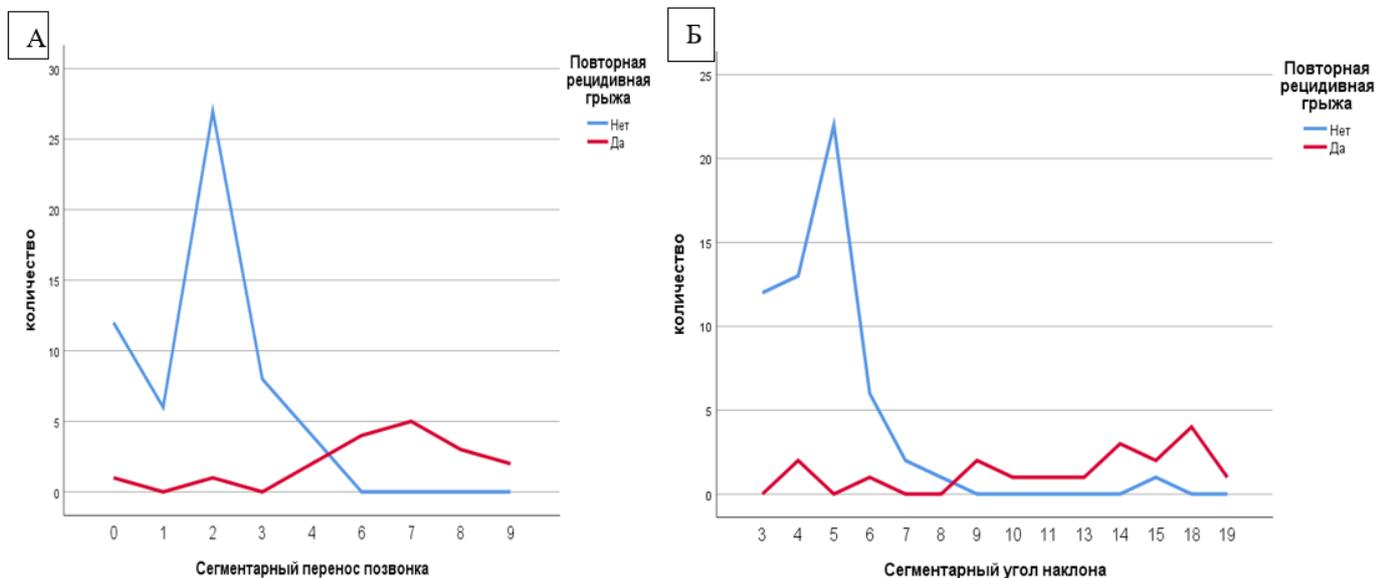


Рисунок 16 – Анализ связи между сегментарной нестабильностью и риском развития повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника. А – Увеличение сегментарного смещения более 3 мм связано с увеличением частоты повторных рецидивных грыж. Б – Угол наклона сегмента более 8 градусов связан с увеличением частоты повторных рецидивных грыж

Угол наклона сегмента показал аналогичные результаты (Рисунок 16Б). Наблюдалось резкое увеличение частоты повторных рецидивных грыж при угле наклона более 9 градусов. Только у 15,4% (n=2) пациентов с повторными рецидивными грыжами при функциональной рентгенографии не было обнаружено

патологического искривления. У всех пациентов с патологическим углом наклона развилась повторная рецидивная грыжа. Этот результат был статистически значимым р-значении  $<0,001$ .

В текущем исследовании оценивалось, увеличивает ли степень резекции фасеточного сустава во время операции на поясничном отделе позвоночника без спондилодеза риск развития повторной рецидивной грыжи.

С этой целью степень резекции фасеточного сустава была условно разделена на три категории в процентном соотношении:  $<50\%$ ,  $50-75\%$  и  $76-100\%$ . Несмотря на технические трудности исследования, данные послеоперационной компьютерной томографии позвоночника в поясничной области были предоставлены только у 13 пациентов из группы без повторной рецидивной грыжи. Тем не менее, оценка процентного значения полученных данных однозначно подтверждает прогностическую значимость этого показателя в отношении развития повторных рецидивных грыж. Всем пациентам с повторными рецидивными грыжами была проведена компьютерная томография.

В результате проведенного исследования мы выявили, что в группе пациентов с повторными рецидивными грыжами доля случаев с резекцией фасеточного сустава менее  $50\%$  составила всего 1 ( $10\%$ ) пациента, в категории  $50-75\%$  - 1 ( $33,3\%$ ) пациента и 11 ( $84,6\%$ ) пациентам была выполнена резекция одного фасеточного сустава на  $76-100\%$ . Пациенты, которым была выполнена резекция фасеточного сустава на  $76-100\%$ , чаще сталкивались с развитием повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника,  $p= 0,015$ . Анализ этого показателя в группе без повторных рецидивных грыж показал, что у 9 ( $82\%$ ) пациентов резекции не было или она составила менее  $50\%$ , что также указывает на важность степени резекции фасеточных суставов как прогностического фактора. Стоит отметить, что функциональная рентгенография не выявила никаких признаков нестабильности в поясничном отделе позвоночника при фасеточной резекции менее чем на  $50\%$  (Таблица 7).

Таблица 7 - Оценка степени резекции фасеточного сустава с учетом отсутствия и наличия повторных рецидивных грыж.

Повторная рецидивная грыжа	Степень резекции фасеточного сустава		
	<50%	50-75%	76-100%
Да	10% (n=1)	33,3% (n=1)	84,6% (n=11) *
Нет	82% (n=9)	66,7% (n=2)	15,4% (n=2)
	10	3	13

\*статистически значимый

#### 4.2 Оценка результатов повторной микродискэктомии, трансфораминальной эндоскопической дискэктомии и микродискэктомии с TLIF и транспедикулярной фиксацией у пациентов с рецидивными грыжами поясничного отдела позвоночника

##### 4.2.1 Оценка интраоперационных параметров и продолжительности госпитализации

Интраоперационные показатели действительно важны для определения подходящей хирургической техники у пациентов с рецидивной грыжей межпозвонкового диска. В этом исследовании учитывались интраоперационные факторы, такие как кровопотеря, продолжительность операции и риск дуротомии. Другие рассматриваемые факторы включали продолжительность госпитализации после операции, которая напрямую связана с хирургической нагрузкой на пациента (Таблица 8).

Таблица 8 – Анализ интраоперационной кровопотери, продолжительности операции, госпитализации и послеоперационного наблюдения

Тип операции		Кровопотеря (мл)	Продолж. Операции (мин.)	Продолж. Госпитализации (койко-день)
Группа I- Перкутанная трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия	N	25	25	25
	Медиана	30,00*	70,00*	2,00*
	Минимальный	20	50	1
	Диапазон	30	60	3
	Максимальный	50	110	4
Группа II- повторная микродискэктомия	N	50	50	50
	Медиана	80,00	85,00	4,00
	Минимальный	50	60	2
	Диапазон	100	145	6
	Максимальный	150	140	8
Группа III микродискэктомия с TLIF	N	52	52	52
	Медиана	100,00	100,00	3,00
	Минимальный	30	70	2
	Диапазон	220	145	6
	Максимальный	250	195	8

\*достоверность различий между группами ( $p < 0,05$ )

Микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией привела к наибольшей интраоперационной кровопотере – 100 мл (межквартильный диапазон: 80 – 138). При сравнении с пациентами, перенесшими повторную микродискэктомию без спондилодеза 80 мл (межквартильный диапазон: 60 – 100), разница была статистически значимой,  $p = 0,009$ . Однако у пациентов, перенесших трансфораминальную эндоскопическую дискэктомию, наблюдалась наименьшая интраоперационная кровопотеря – 30 мл (межквартильный диапазон: 30 – 35). При

непосредственном сравнении с двумя другими группами наблюдалась статистически значимая разница, т.е.  $p < 0,001$  по сравнению с микродискэктомией без спондилодеза и  $p < 0,001$  по сравнению с микродискэктомией с TLIF. Это логично, поскольку эндоскопическая дискэктомия является наименее инвазивным из трех методов (Рисунок. 17).

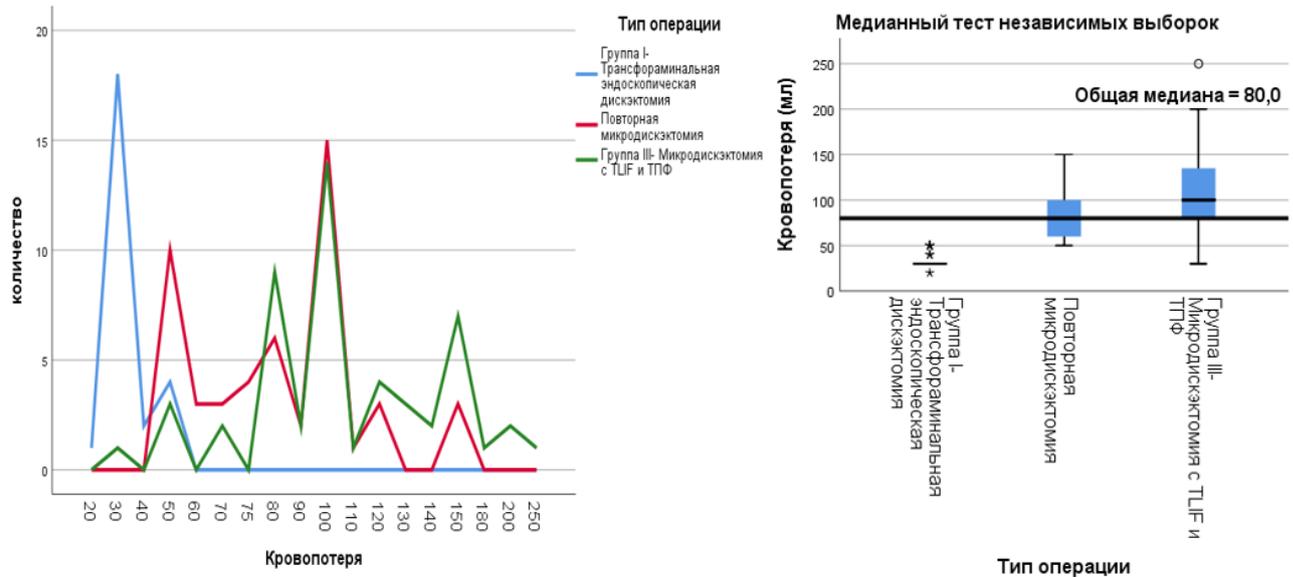


Рисунок 17 – Анализ интраоперационной кровопотери при трансфореминальной эндоскопической дискэктомии, повторной микродискэктомии без спондилодеза и микродискэктомии с TLIF и транспедикулярной фиксацией при рецидивной грыже поясничного отдела позвоночника

Продолжительность операции в этом исследовании определялась как время от разреза кожи до наложения последнего шва на кожу. Не было выявлено существенной разницы в продолжительности повторной микродискэктомии без спондилодеза и микродискэктомии с TLIF и транспедикулярной фиксацией – 85 минут (межквартильный диапазон: 79 – 115) и 100 минут (межквартильный диапазон: 89 – 120) соответственно,  $p = 0,65$  (Рисунок. 18). Трансфореминальная эндоскопическая дискэктомия была связана с более короткой продолжительностью операции – 70 минут (межквартильный диапазон: 60 – 80). При непосредственном

сравнении с двумя другими группами наблюдалась статистически значимая разница, т.е.  $p < 0,001$  по сравнению с микродискэктомией без спондилодеза и  $p < 0,001$  по сравнению с микродискэктомией с TLIF.

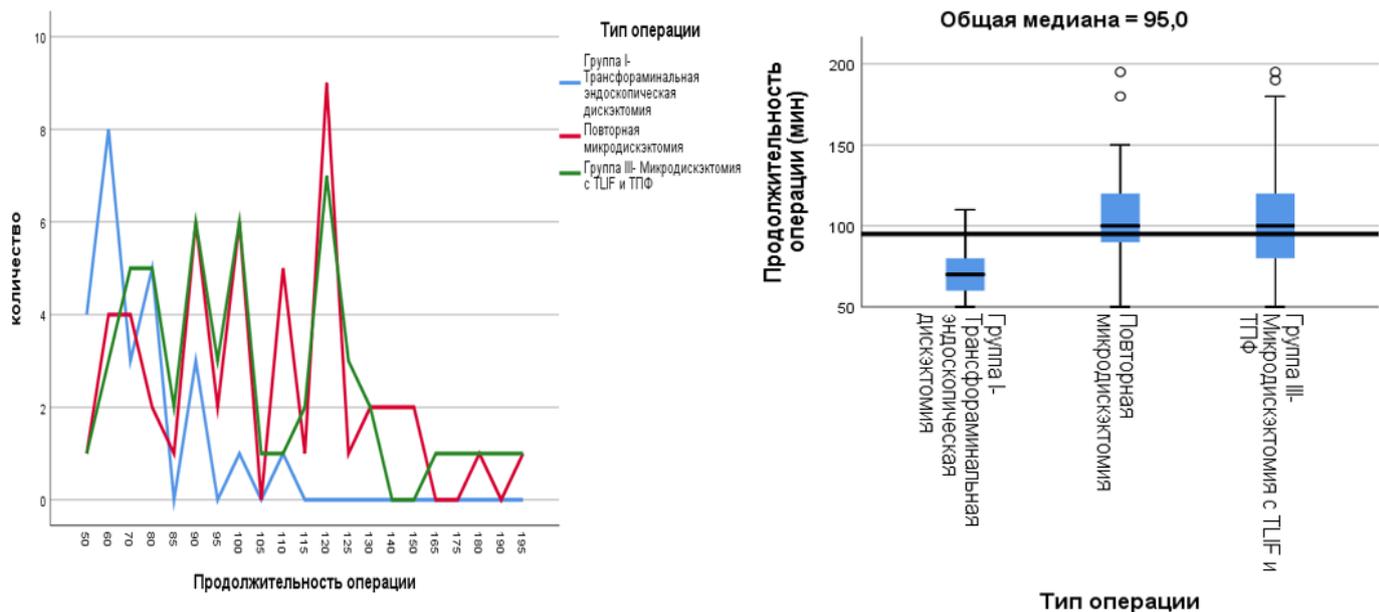


Рисунок 18 – Анализ продолжительности операции при трансформинальной эндоскопической дискэктомии, повторной микродискэктомии без спондилодеза и микродискэктомии с TLIF и транспедикулярной фиксацией при рецидивной грыже поясничного отдела позвоночника

Продолжительность госпитализации является важным критерием при выборе хирургического вмешательства. Не было выявлено статистически значимой разницы в продолжительности госпитализации между пациентами, перенесшими повторную микродискэктомию без спондилодеза, и пациентами, перенесшими микродискэктомию с TLIF и транспедикулярной фиксацией – 4 койко-дня (межквартильный диапазон: 3 – 5) и 3 койко-дня (межквартильный диапазон: 2,3 – 5) соответственно,  $p = 0,156$ . В то же время трансформинальная эндоскопическая дискэктомия имела самую короткую продолжительность госпитализации среди всех хирургических методов – 2 койко-дня (межквартильный диапазон: 2 – 3) (Таблица 8). Большинство пациентов после трансформинальной эндоскопической

дискэктомии были выписаны на второй день после операции, за исключением тех, кто был прооперирован в пятницу и выписан в понедельник. При непосредственном сравнении с двумя другими группами наблюдалась статистически значимая разница по сравнению с микродискэктомией без спондилодеза ( $p = 0,01$ ) и по сравнению с микродискэктомией с TLIF ( $p = 0,04$ ).

Риск дуротомии и повреждения нервных структур является существенным фактором при выборе оптимальной методики лечения у пациентов с повторной дискэктомией (Рисунок 19). Частота дуротомии была выше у пациентов, перенесших повторную микродискэктомию - 10% ( $n=5$ ), по сравнению с 5,8% ( $n=3$ ) у пациентов, перенесших микродискэктомию с TLIF и транспедикулярной фиксацией. Самый низкий риск был отмечен в группе, которой была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия – 4% ( $n=1$ ),  $p=0,017$ . Как микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией, так и трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия осуществляются через боковой доступ, что позволяет избежать пересечения рубцовой ткани и, таким образом, снизить риск дуротомии.

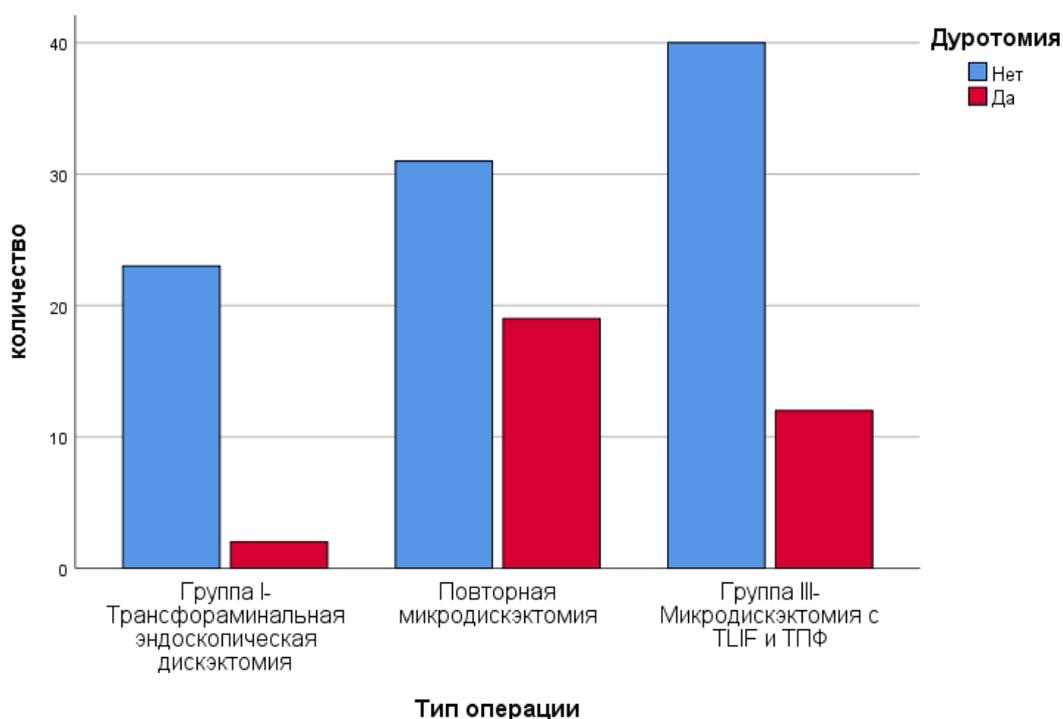


Рисунок 19 – Сравнение наличия и отсутствия дуротомии в каждой из исследуемых групп

#### 4.2.2 Оценка ранних и отдаленных результатов повторной микродискэктомии, трансфораминальной эндоскопической дискэктомии и микродискэктомии с TLIF и транспедикулярной фиксацией у пациентов с рецидивной грыжей поясничного отдела позвоночника

Послеоперационные показатели являются очень важными факторами, которые следует учитывать при выборе хирургической техники. В данном исследовании непосредственным послеоперационным показателем, который мы детально рассмотрели, была визуальная аналоговая шкала боли (ВАШ). Оценка проводилась в течение первых 3 месяцев после операции через 4 регулярных интервала: в день выписки, на 4-й, 8-й и 12-й неделях после операции (Рисунок 20).



Рисунок 20 – Оценка боли с использованием визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) в трех исследуемых группах

Другой оценочной шкалой, использованной для анализа результатов операции в трех группах пациентов, была шкала MacNab. Пациенты были разделены на три группы в зависимости от наличия боли в послеоперационном периоде, т.е. группы с «отличными», «хорошими» и «удовлетворительными» результатами. Оценка была выполнена в момент выписки, через 6 месяцев, 12 месяцев и 24 месяца после операции.

Следует отметить, что на момент выписки все группы имели одинаковый результат по шкале MacNab – «отлично». У пациентов, которым была выполнена повторная микродискэктомия без спондилодеза, наблюдалось прогрессирующее ухудшение исхода в течение периода наблюдения от 6 месяцев до 2 лет, тогда как у пациентов, которым была выполнена микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией, а также трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия, мы наблюдали прогрессирующее улучшение исхода в течение 2-летнего наблюдения (Рисунок 21).



Рисунок 21 – Показатели MacNab с момента выписки до 24 месяцев после операции в каждой группе

Также была проведена оценка степени нарушения жизнедеятельности, вызванного патологией позвоночника с использованием балльной системы индекса нетрудоспособности Oswestry. Оценка осуществлялась во время выписки, через 6 месяцев, 12 месяцев и 24 месяца (Рисунок 22). Следует отметить, что трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия была связана с самыми низкими послеоперационными оценками по шкале Oswestry, т.е. 4, 4, 2 и 2 при выписке, через 6 месяцев, 12 месяцев и 24 месяца соответственно (Рисунок 22).

Сосредоточив внимание на пациентах, перенесших микродискэктомию с TLIF и транспедикулярной фиксацией, мы отметили, что она имеет самый высокий средний балл по шкале Oswestry (18), что указывает на более высокий уровень нарушения жизнедеятельности в ближайшем послеоперационном периоде по сравнению с повторной микродискэктомией без спондилодеза и трансфораминальной эндоскопической дискэктомией.

Однако у этих пациентов наблюдалось прогрессирующее улучшение показателей по шкале Oswestry в течение 24 месяцев наблюдения, т.е. 18, 14, 9 и 6, соответственно.

Результаты пациентов, которым была выполнена повторная микродискэктомия без спондилодеза, при выписке были оценены как «приемлемые» по шкале Oswestry (8). Однако через 6 месяцев мы наблюдали прогрессирующее ухудшение показателя Oswestry по сравнению с трансфораминальной эндоскопической дискэктомией и микродискэктомией с группами TLIF, т.е. 8, 10, 14 и 10. После 2-х лет наблюдения у пациентов в группе повторной микродискэктомии наблюдалось более выраженное нарушение жизнедеятельности по сравнению с двумя другими группами,  $p < 0,001$ . Это связано с развитием повторных рецидивных грыж и хронической боли из-за нестабильности.

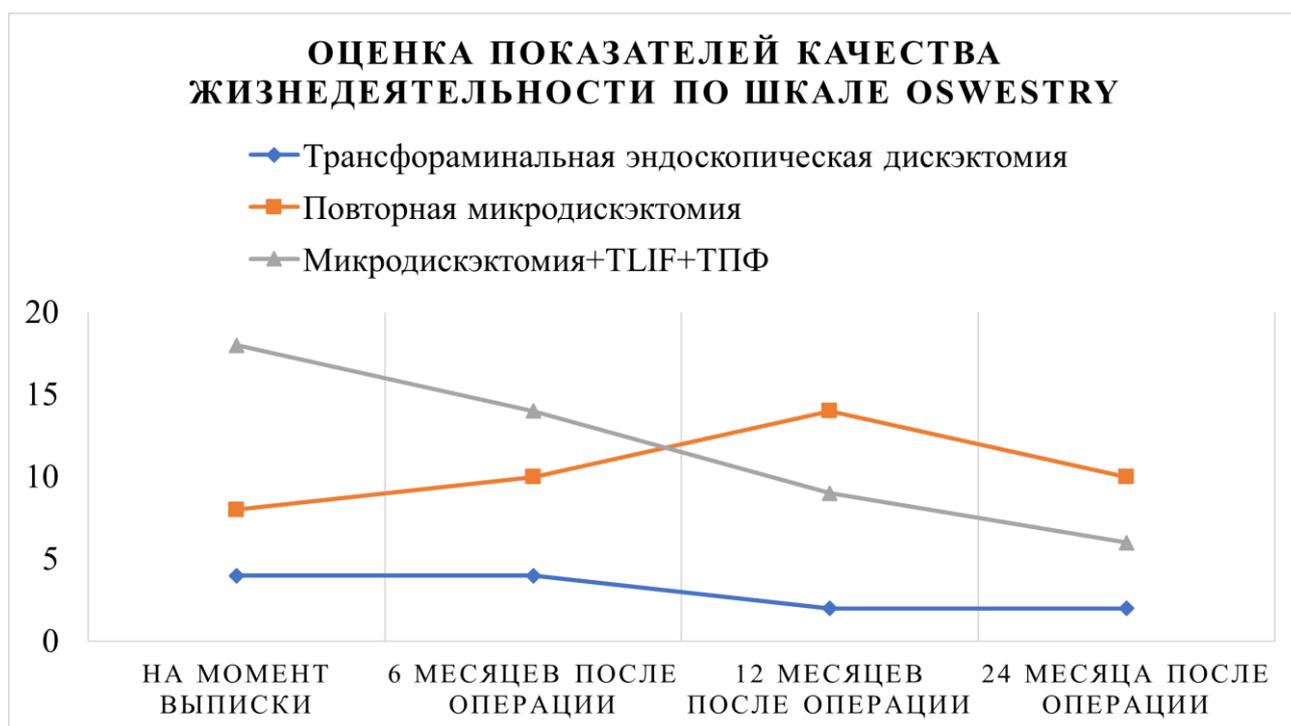


Рисунок 22 - Изменения в качестве жизнедеятельности больных в течение 24 месяцев наблюдения в зависимости от вида хирургического лечения

Для определения влияния хирургического подхода на конкретные показатели была проведена оценка индивидуальных параметров степени нарушения жизнедеятельности по шкале Oswestry. Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия показала статистически значимые улучшения в выраженности боли (0,5(IQR: 0,1 – 1,2))  $p= 0,03$ , личной гигиены (0,6(IQR: 0,2 – 1,0))  $p= 0,04$ , ходьбы (0,4(IQR: 0,1 – 0,9))  $p= 0,001$ , сексуальной функции (1,5(IQR: 0,6 – 2,2))  $p= 0,01$  и социальной жизни (1,5(IQR: 0,9 – 1,9)) по сравнению с повторной дискэктомией без спондилодеза и микродискэктомией с TLIF и транспедикулярной фиксацией.

Также был проведен анализ риска развития повторной рецидивной грыжи в течение периода наблюдения (Рисунок 23). Следует отметить, что минимальный период наблюдения для данного исследования составил 2 года. В ходе исследования было зарегистрировано 13 случаев повторных рецидивных грыж, что составляет 10,2% от общего числа пациентов. Важно отметить, что в группе, где применялась микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией, случаев повторных рецидивных грыж выявлено не было. Спондилодез стабилизирует

поясничный двигательный сегмент и устраняет риск рецидива. Самый высокий риск развития повторной рецидивной грыжи был зарегистрирован в группе, которой была выполнена повторная микродискэктомия без спондилодеза – 20% (n=10). Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия показала самый низкий риск повторной рецидивной грыжи, т.е. 12% (n=3).

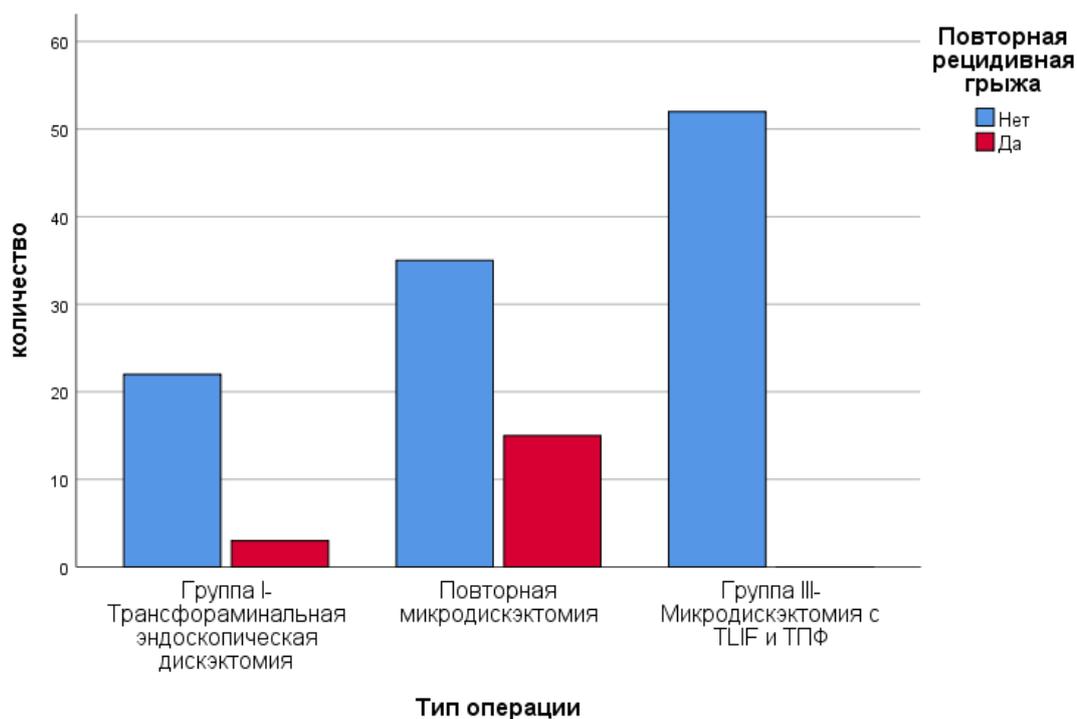


Рисунок 23 – Анализ риска образования повторной рецидивной грыжи у пациентов, перенесших повторную микродискэктомия без спондилодеза, микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксации и трансфораминальную эндоскопическую дискэктомия

### 4.3 Оценка нашей классификации рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника и выбор хирургической техники

В этом исследовании выбор хирургической техники был основан на нашей классификации рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Как описано в разделе «Методы» диссертации, рецидивные грыжи были классифицированы на I, II и III типы на основании рентгенологических особенностей. Далее мы оценили эффективность этой классификации, проанализировав результаты в каждой группе (Таблица 9).

Таблица 9 - Анализ оценки эффективности классификации

	Классификация рецидивных грыж межпозвонковых дисков		
	ПОП		
	Тип I	Тип II	Тип III
	Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия	Повторная микродискэктомия	Микродискэктомия с TLIF
"отлично" по шкале MacNab на 2-ой год	92,9%	67,9%	92,9%
Изменение шкалы Oswestry	28	20	24
ВАШ на 3-м месяце (0 - 4cm)	98%	80%	80%
Повторная операция	12%	20%	5,7%

Всем пациентам с рецидивной грыжей поясничного диска I типа была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия. В эту группу

включили 25 пациентов без признаков нестабильности или изменений Modic-2. В этой группе риск повторного образования рецидивной грыжи составил 12% (Рисунок 24). Мы дополнительно проанализировали состояние этих пациентов, чтобы выявить причины повторного рецидива. У всех трех пациентов (100%) с повторной рецидивной грыжей при комплексном анализе предоперационной МРТ были выявлены изменения Modic-2. У двух из этих трех пациентов были признаки сегментарной нестабильности на функциональных рентгенограммах (66,7%). Мы также проанализировали ранние и отдаленные исходы у пациентов этой группы. Так, рецидивная грыжа поясничного отдела позвоночника I типа при лечении с помощью трансфораминальной эндоскопической дискэктомии была связана с отличными показателями ВАШ. У 98% пациентов к 12 неделям после операции боль была легкой или отсутствовала полностью. Через 2 года 92,9% пациентов с рецидивной грыжей поясничного диска I типа были отнесены к группе «отлично» по шкале MacNab. Изменение показателя Oswestry в этой группе составило 28 от дооперационного до 2-летнего послеоперационного наблюдения.

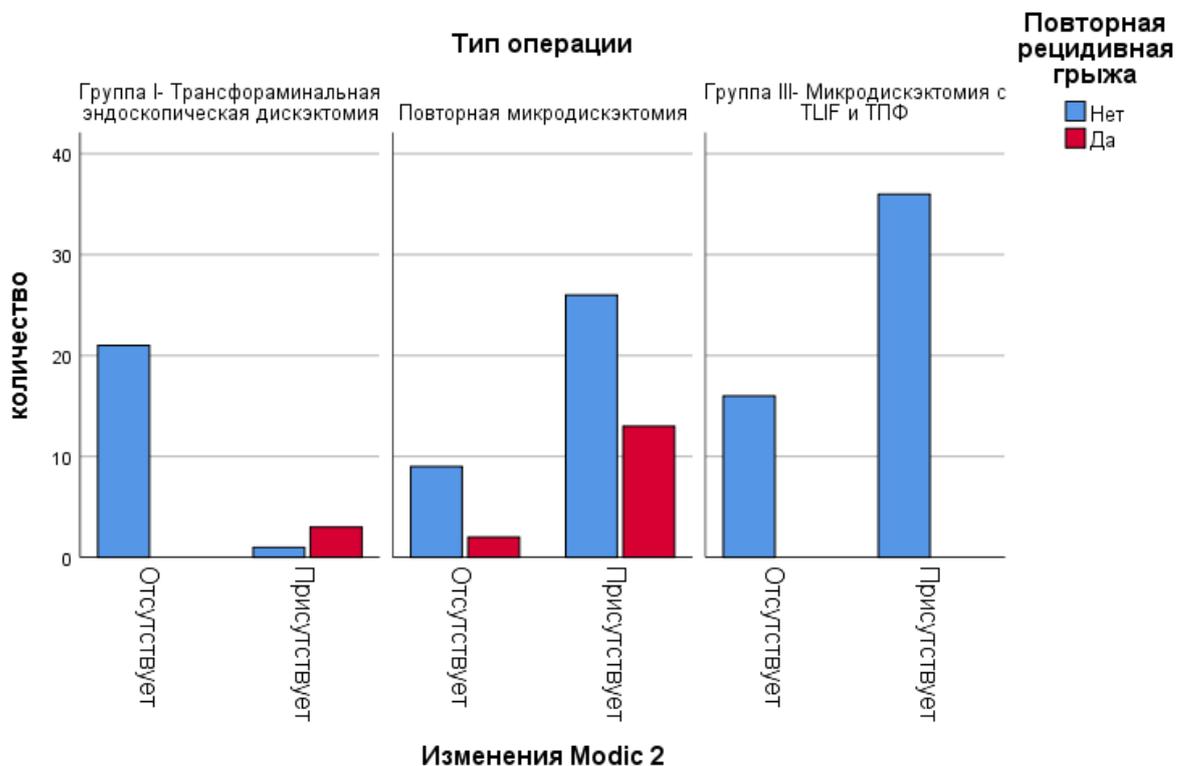


Рисунок 24 – Взаимосвязь между риском развития повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника и наличием изменений по Modic-2 у пациентов с рецидивной грыжей

Всем пациентам с рецидивной грыжей межпозвонкового диска II типа была проведена повторная микродискэктомия. У этих пациентов были изменения Modic-2 на предоперационной МРТ без признаков сагиттальной сегментарной нестабильности на функциональных рентгенограммах. Из 50 пациентов этой группы у 10 (20%) пациентов в течение периода наблюдения развились повторные рецидивные грыжи. Наличие изменений по Modic-2 на послеоперационной МРТ у пациентов, перенесших повторную микродискэктомию без спондилодеза, было связано с 80%-ным риском развития повторной рецидивной грыжи в течение первых 3 лет наблюдения (Рисунок 24). При дальнейшем анализе состояния пациентов с рецидивной грыжей поясничного диска II типа мы отметили, что 84,6% пациентов с повторной рецидивной грыжей имели сагиттальную сегментарную нестабильность. Только у 2 пациентов (15,4%) были повторные рецидивные грыжи без нестабильности (Рисунок 25).

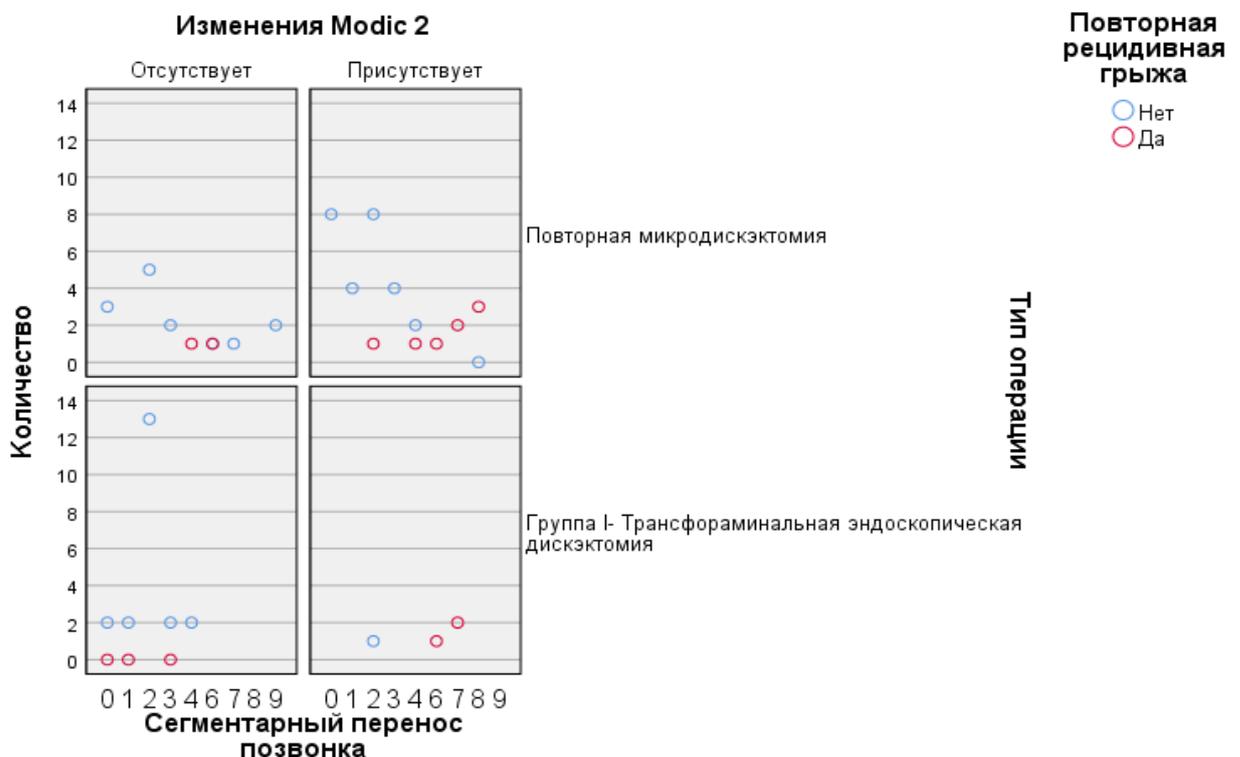


Рисунок 25 – Взаимосвязь между риском развития повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника и наличием изменений типа Modic-2 и сегментарной нестабильности у пациентов с рецидивной грыжей

При послеоперационной компьютерной томографии 84,6% этих пациентов перенесли >75% фасетэктомии во время повторной микродискэктомии. Через 12 недель у 88% этих пациентов наблюдалась умеренная боль или ее полное отсутствие при оценке ВАШ. При 2-летнем наблюдении результаты лечения 67,9% пациентов были классифицированы как «отличные» по шкале MacNab. Изменение показателя Oswestry у пациентов с рецидивной грыжей поясничного диска II типа составило 20 баллов в период от предоперационного до 2-летнего послеоперационного наблюдения.

Рецидивная грыжа поясничного отдела позвоночника III типа возникала у пациентов с признаками нестабильности на функциональных рентгенограммах, сопутствующей деформацией или пациентов с сопутствующим костным стенозом. В этой группе мы не наблюдали повторных рецидивных грыж на том же уровне или синдрома смежного уровня. Однако частота повторных операций составила 5,7% (n=3). Их причинами являлись 2 раневые инфекции и 1 сломанный стержень. Оценка боли по ВАШ через 12 недель показала, что у 80% пациентов боль была легкой или полностью отсутствовала (0-4 см). Через 2 года наблюдения 92,9% были классифицированы как «отличные» по шкале MacNab. Изменение показателя Oswestry у пациентов с рецидивной грыжей поясничного диска III типа составило 24 балла от дооперационного до 2-летнего послеоперационного наблюдения.

### **Клинический случай 1**

38-летний мужчина обратился с повторяющимися болями в пояснице и левосторонним ишиасом. В анамнезе у него была микродискэктомия, выполненная двумя годами ранее по поводу первичной грыжи межпозвонкового диска на уровне L4-L5. Первоначально он испытывал облегчение симптомов в течение 1 года, но в течение последних нескольких месяцев он сообщил о постепенном повторении боли и онемения в задней части левой ноги. Он лечился консервативно в течение 5 месяцев без существенного улучшения. Неврологическое обследование выявило симптомы напряжения до 30 градусов и снижение силы в тыльном сгибании левой лодыжки. Магнитно-резонансная томография (МРТ) подтвердила наличие

рецидивной грыжи межпозвонкового диска на том же уровне L4-L5. Фрагмент диска задевал левый корешок L5-го нерва, что соответствовало клинической картине пациента. На МРТ не было обнаружено изменений Modic-2 или нестабильности на функциональных рентгенограммах (Рисунок 26).

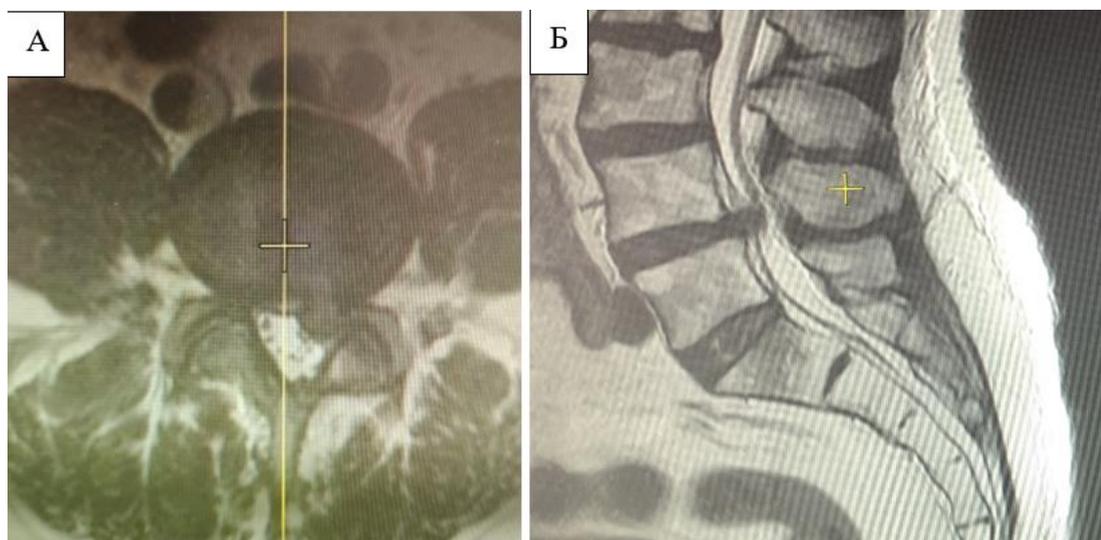


Рисунок 26 – Предоперационная магнитно-резонансная томография. А – Аксиальная МРТ, показывающая латерально расположенную грыжу диска. Б – Сагиттальная МРТ, показывающая отсутствие изменений типа Modic-2

С учётом отсутствия изменений типа Modic-2 и признаков сегментарной нестабильности на функциональных рентгенограммах, эта грыжа была классифицирована как рецидивная грыжа поясничного диска I типа. Пациенту была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия (Рисунок 27).

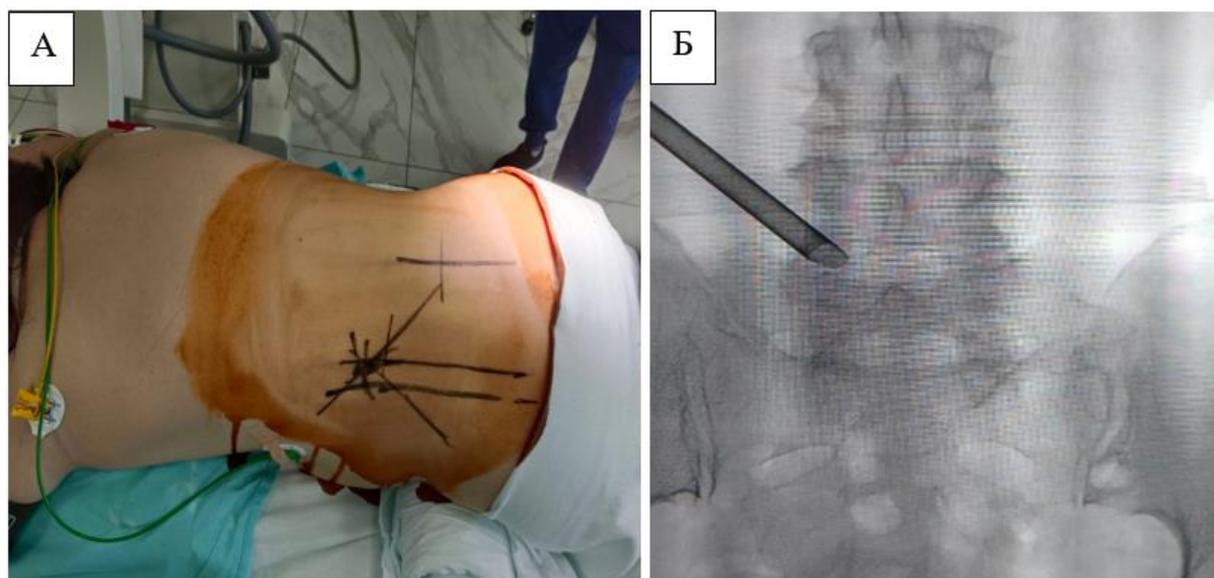


Рисунок 27 - Интраоперационные снимки. А - расположение пациента. Б - интраоперационный рентген во время доступа

Пациент испытал немедленное облегчение боли в ноге после операции. Он был способен двигаться самостоятельно в тот же день и выписан из больницы на следующий день. Последующие обследования через 1 месяц, 3 месяца и 6 месяцев после операции выявили устойчивое уменьшение боли, онемения ног и слабости. Симптомы натяжения исчезли, и мышечная сила в тыльном сгибании левой лодыжки вернулась к норме. При последнем плановом наблюдении через 2 года у пациента не было жалоб.

### **Клинический случай 2**

62-летний мужчина обратился к нам с жалобами на хронические боли в пояснице, радикулопатию задней поверхности бедра и слабость стопы в анамнезе. Пациенту ранее 2 раза проводилась микродискэктомия в другом учреждении по поводу грыжи поясничного отдела позвоночника на том же уровне (Рисунок 28).

После первой микродискэктомии у него наблюдался полный регресс симптомов в течение 4 лет, затем развилась рецидивная грыжа поясничного отдела позвоночника на том же уровне.

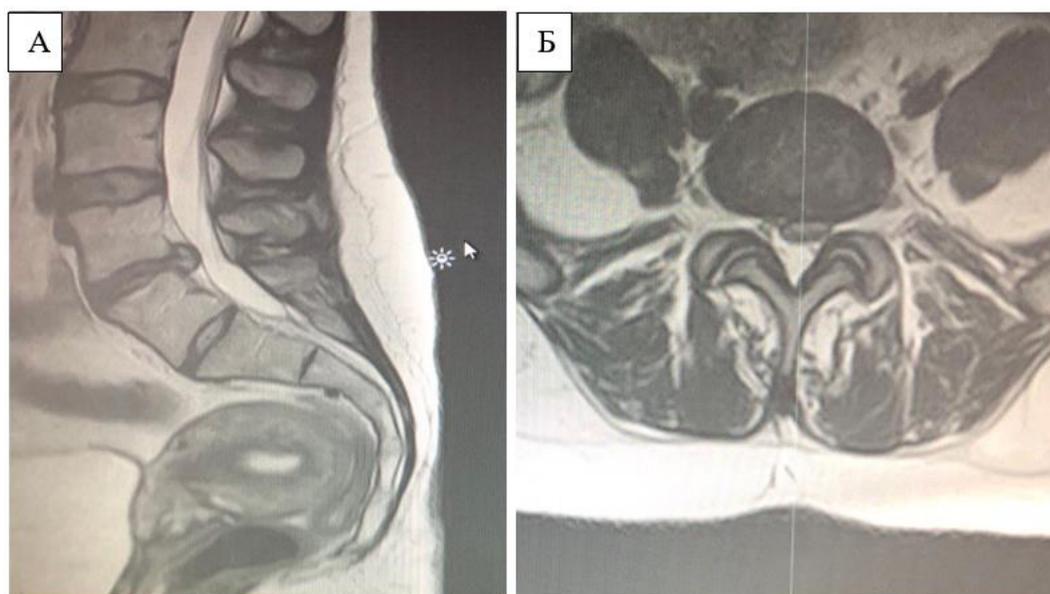


Рисунок 28 – МРТ первой грыжи поясничного диска на уровне L4-L5

Это также лечилось повторной микродискэктомией. У пациента наблюдалось облегчение боли только в течение первых 6 месяцев, но затем появились боли в спине. Ему было проведено консервативное лечение с блокадой нервных корешков и радиочастотной абляцией. Это принесло лишь временное облегчение. 6 месяцев спустя он перенес еще одну микродискэктомию. Несмотря на первоначальную регрессию боли, через 1 год у него появились рецидивы болей в спине и ногах. Неврологическое обследование выявило симптомы натяжения и снижение чувствительности в левом дерматоме L5, а также напряжение в мышцах спины.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) подтвердила наличие повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника на уровне L4-L5. Кроме того, были обнаружены признаки дегенерации диска и изменения Modic-2. На рентгенограммах функционального сгибания и разгибания у пациента было смещение на 6 мм на уровне L4-L5 (Рисунок 29).

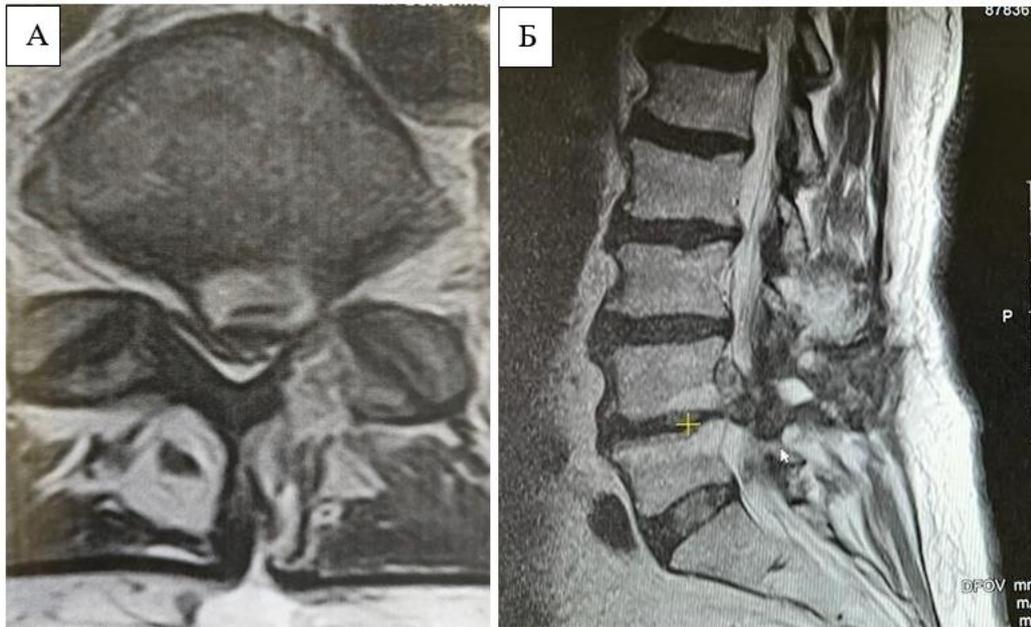


Рисунок 29 – Предоперационная магнитно-резонансная томография. А – центральное расположение грыжи, предыдущая ламинэктомия и частичная фасетэктомия. В – Сагиттальная МРТ, показывающая наличие изменений Modic-2 на уровне L4-L5

С учетом наличия изменений Modic-2 на предоперационной МРТ и сагиттальной нестабильности, эта грыжа была классифицирована как рецидивная грыжа поясничного диска III типа. Пациенту был проведен трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез и транспедикулярная фиксация (Рисунок 30).

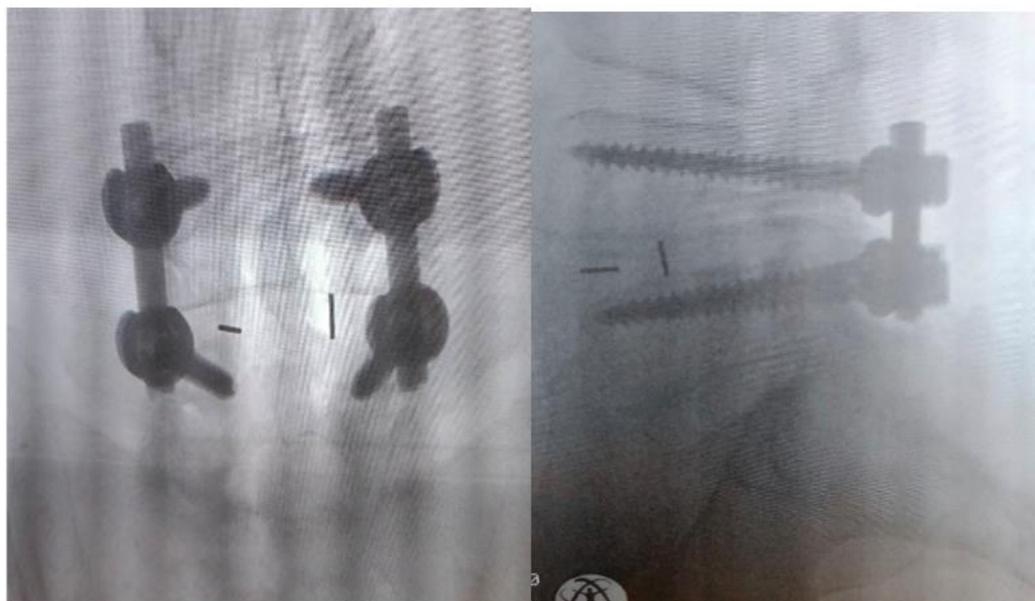


Рисунок 30 – Интраоперационные рентгеновские снимки, показывающие кейдж и металлоконструкцию на месте

После операции у пациента наблюдалось значительное улучшение симптомов. Боль в ноге уменьшилась, но нарушение чувствительности сохранялось в течение 6 месяцев и постепенно улучшалось. Тест на симптомы натяжения был отрицательным, и мышечная сила в пораженной ноге улучшилась через 6 месяцев после операции. Состояние пациента оставалось стабильным в течение 2 лет активного наблюдения.

## Заключение

Дискэктомия остается одной из наиболее часто выполняемых процедур в хирургии позвоночника. Несмотря на то, что существует консенсус относительно лечения первичных межпозвонковых грыж и связанных с ними факторов риска, нет рекомендаций по лечению рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника и факторов риска развития повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. В данном исследовании мы проанализировали использование разработанной нами классификации для определения наилучшей хирургической техники лечения рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Мы также дополнительно рассмотрели факторы риска развития повторных рецидивных грыж и оценили отдаленные результаты хирургического лечения.

Большое количество предыдущих исследований было посвящено анализу влияния возраста на вероятность рецидива после лечения первичной межпозвонковой грыжи поясничного отдела позвоночника. Однако имеется очень мало исследований о влиянии возраста на риск развития повторной рецидивной грыжи после лечения рецидивной грыжи межпозвонкового диска.

Обобщенные результаты проведенных исследований подтверждают имеющиеся данные. В возрастной группе от 40 до 60 лет, с учетом фактора пола, выявлены достоверные различия в частоте повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Это имеет важное значение при выборе хирургического вмешательства, поскольку при этом учитываются не только ожидаемые ограничения активности, связанные с каждой хирургической техникой.

Изменения типа Modic-2 привлекают внимание и становятся предметом исследования в последние годы. Роль таких изменений в рецидивах грыжи диска не ясна полностью, но существуют предположения о факторах, которые влияют на их развитие, например: воспалительная реакция – считается, что Modic-2 изменения связаны с хроническим воспалительным процессом внутри тела позвонка; дегенерация межпозвонкового диска – предполагается, что изменения Modic-2 могут быть следствием продолжающихся дегенеративных изменений

межпозвоночного диска; боль и симптомы – Modic-2 изменения ассоциируются с хронической болью в поясничной области и инвалидностью; в случае рецидива грыжи диска, эти изменения могут способствовать наличию симптомов и боли, даже после хирургического вмешательства; прогностический маркер – некоторые исследования предполагают, что наличие Modic-2 изменений может служить прогностическим маркером для рецидива грыжи диска; пациенты с Modic-2 изменениями могут иметь более высокий риск рецидива после операции. Однако важно отметить, что взаимосвязь между изменениями Modic-2 и повторной рецидивной грыжей поясничного отдела позвоночника все еще является активной областью исследований, и не все исследования однозначно выявили сильную взаимосвязь. Кроме того, точные механизмы, объясняющие связь между Modic-2 изменениями и повторной рецидивной грыжей, остаются предметом исследования. В данном исследовании мы попытались проанализировать прогностическую роль Modic-2 изменений в развитии повторной рецидивной грыжи. Мы выявили взаимосвязь между изменениями Modic-2 и повторными рецидивными грыжами после лечения рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника. У 84,6% пациентов с повторными рецидивными грыжами также наблюдались изменения, связанные с Modic-2.

Роль резекции фасеточного сустава в развитии повторной рецидивной грыжи поясничного отдела является предметом дискуссий и исследований. Существует несколько потенциальных последствий, о которых следует знать:

- 1) стабильность позвоночника: удаление части фасеточного сустава может изменить биомеханику позвоночника. Это изменение стабильности может повлиять на распределение нагрузки на межпозвоночные диски и потенциально привести к увеличению нагрузки на оставшиеся диски;
- 2) повышенная нагрузка на соседние диски: изменение биомеханики, вызванное резекцией фасеточного сустава, может привести к повышенной нагрузке на соседние диски, которая может ускорить дегенеративный процесс в этих дисках, делая их более восприимчивыми к образованию грыж или повторным рецидивным грыжам с течением времени;

- 3) заболевание смежного сегмента: резекция фасеточного сустава также может быть связана с развитием заболевания смежного сегмента. Это относится к дегенерации или грыжам межпозвонковых дисков, прилегающих к месту операции.

Наше исследование показало, что резекция более 75% фасеточного сустава связана с высоким риском развития повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника из-за нестабильности и составляет 84,6% риска повторных рецидивных грыж. При повторной микродискэтомии может потребоваться частичная или полная фасетэктомия, особенно при наличии выраженной рубцовой ткани, чтобы избежать травмирования твердой мозговой оболочки и радикаса. Это в итоге приводит к повышению риска повторного образования рецидивной грыжи в долгосрочной перспективе.

Роль нестабильности в прогрессировании и развитии грыжи межпозвонкового диска и рецидива у оперированных пациентов остается открытой и актуальной в современной хирургии позвоночника. Общепринятые в настоящее время пороговые значения для диагностики нестабильности были предложены Panjabi M.M. и White A.A. и составляют 4 мм смещения сагиттальной плоскости вперед или 2 мм смещения сагиттальной плоскости назад для поступательной нестабильности и ротационной нестабильности как  $>15^\circ$  при L1-L4,  $>20^\circ$  при L4-L5 и  $>25^\circ$  при L5-S1. Угол наклона более  $9^\circ$  в сагиттальной плоскости также получил широкое признание. Некоторые авторы описали, что движение в поясничном двигательном сегменте происходит в трех измерениях и, следовательно, нестабильность должна быть исследована в сагиттальной и ротационной плоскостях. В этом исследовании мы показали взаимосвязь между сегментарной нестабильностью и развитием повторных рецидивных грыж. Мы отметили, что у всех пациентов, у которых развилась сегментарная нестабильность после трансфораминальной эндоскопической дискэтомии и повторной микродискэтомии при лечении рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника также наблюдалась повторная рецидивная грыжа в течение периода наблюдения, значение  $p$  составило  $<0,001$ . Это очень важно, поскольку

подразумевает, что спондилодез является оптимальным хирургическим методом в данном случае.

Оптимальный метод хирургического лечения рецидивных грыж межпозвонкового диска в поясничном отделе позвоночника остается актуальным. В отличие от первичной грыжи межпозвонкового диска, которая обычно лечится с помощью дискэктомии, единого мнения о лечении рецидивных грыж не существует. В данном исследовании проанализированы три хирургических метода: трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия, повторная микродискэктомия, а также микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией. Мы провели анализ, основанный на риске развития повторной рецидивной грыжи, продолжительности операции, интраоперационной кровопотере, осложнениях, ранней послеоперационной боли и влиянии на жизнедеятельность.

Интраоперационная кровопотеря является важным фактором при выборе хирургической техники. В литературе спондилодез, как правило, ассоциируется с большей кровопотерей по сравнению с другими малоинвазивными методами, такими как микродискэктомия. Наше исследование показало аналогичные результаты. По сравнению с повторной микродискэктомией без спондилодеза, микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией была связана с более высокой интраоперационной кровопотерей, т.е. 100 мл (IQR: 80 – 138) и 80 мл (IQR: 60 – 100) соответственно,  $p$ -значение 0,009. Как и предполагалось, трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия была связана с наименьшей интраоперационной кровопотерей - 30 мл (IQR: 30 – 35). При сравнении с повторной микродискэктомией и микродискэктомией с TLIF и транспедикулярной фиксацией этот результат статистически значим  $p < 0,001$ . Это можно объяснить малой инвазивностью данного хирургического метода.

Литературные данные указывают на то, что методы спондилодеза требуют значительно больше времени, чем микродискэктомия. Хотя это может быть верно при первичной грыже межпозвонкового диска, это не относится к лечению рецидивных грыж. Наше исследование не выявило статистически значимой

разницы между повторной микродискэктомией и микродискэктомией с TLIF и транспедикулярной фиксацией,  $p=0,65$ . Это связано с тем, что повторная микродискэктомия требует рассечения рубцовой ткани, чего не требуется при TLIF. Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия была связана со статистически значимо более низким временем операции по сравнению с другими двумя методами 70 минут (IQR: 60 – 80).

Продолжительность госпитализации является важным фактором. Более длительное пребывание в больнице увеличивает риск внутрибольничных инфекций и других осложнений. В литературе описаны более продолжительные сроки госпитализации при операциях по спондилодезу. Однако данное исследование не выявило статистически значимой разницы между повторной дискэктомией и микродискэктомией с использованием TLIF - 4 койко-дня (IQR: 3 – 5) и 3 койко-дня (IQR: 2 – 3) соответственно,  $p=0,156$ . С другой стороны, трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия связана со значительно более коротким сроком госпитализации. Это связано с малоинвазивностью эндоскопической дискэктомии, а также с меньшей послеоперационной болью и ограничениями.

Дуротомия и повреждение нервных корешков являются распространенными осложнениями при повторных операциях, а наличие обширных спаек при повторных операциях затрудняет идентификацию и рассечение структур. Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия связана с наименьшим риском дуротомии, поскольку в большинстве случаев позволяет избежать прохождения спаек. У 1 пациента (4%) с дуротомией в этой группе были выраженные спайки твердой мозговой оболочки. Микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией также позволяет избежать прохождения спаек путем удаления фасеточного сустава. Однако в случае тяжелых спаек риск дуротомии по-прежнему составляет 5,8%. С другой стороны, повторная микродискэктомия требует рассечения спаек или выполнения частичной или полной фасетэктомии в некоторых случаях. Риск дуротомии в этих случаях составляет 10%, что

соответствует данным, описанным в литературе. Мы не зарегистрировали никаких повреждений спинномозговых нервов.

Послеоперационная боль является важным фактором, который следует учитывать при сравнении хирургических методик. Послеоперационная боль влияет на качество жизни пациентов и их жизнедеятельность. Мы проанализировали раннюю послеоперационную боль с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ).

Измерения проводились во время выписки из стационара, а также через 4, 8 и 12 недель после операции. Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия обеспечивала лучший контроль боли в раннем послеоперационном периоде по сравнению с двумя другими методами. Микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией и повторная микродискэктомия были связаны со снижением контроля боли в раннем послеоперационном периоде (4 недели), которая улучшилась через 3 месяца до уровня пациентов, перенесших трансфораминальную эндоскопическую дискэктомию. Микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией и повторная микродискэктомия являются более инвазивными с большими разрезами, что приводит к более выраженной боли в ближайшем послеоперационном периоде по сравнению с трансфораминальной эндоскопической дискэктомией.

Долгосрочные результаты были оценены с использованием шкалы MacNab. Пациенты были распределены в три группы: с отличными, хорошими и удовлетворительными результатами. Пациенты, которые прошли трансфораминальную эндоскопическую дискэктомию, показали хорошие результаты на момент выписки и на 2-летнем периоде наблюдения. Пациенты, перенесшие повторную микродискэктомию, первоначально имели хорошие результаты сразу после операции, аналогичные микродискэктомии с TLIF и транспедикулярной фиксацией и трансфораминальной эндоскопической дискэктомии, однако через 2 года после операции у них ухудшились результаты из-за повторной рецидивной грыжи межпозвонкового диска и хронической боли.

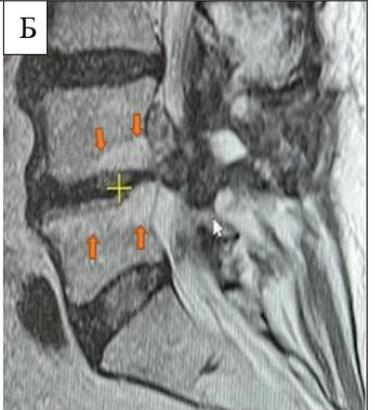
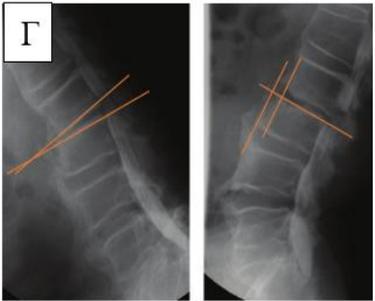
Влияние хирургического вмешательства на жизнедеятельность оценивалось с использованием шкалы индекса Oswestry. Индекс Oswestry показал аналогичную картину, что и шкала MacNab, при этом трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия показала улучшение жизнедеятельности на каждом этапе периода наблюдения. Основные параметры индекса Oswestry, значительно затронутые хирургическим вмешательством, представляли собой степень боли (0,5(IQR: 0,1 – 1,2)), личный уход (0,6(IQR: 0,2 – 1,0)), ходьбу (0,4(IQR: 0,1 – 0,9)), половую жизнь (1,5(IQR: 0,6 – 2,2)) и социальную жизнь (1,5(IQR: 0,9 – 1,9)). Как показано выше в шкале MacNab, в то время как микродискэктомия с TLIF и ТПФ показывает постепенное улучшение индекса Oswestry, повторная дискэктомия показала лучшие результаты на момент выписки, но прогрессирующее ухудшение жизнедеятельности в течение всего периода наблюдения. Причинами ухудшения результатов были повышенный риск повторного образования рецидивной грыжи и хроническая боль после повторной микродискэктомии.

Классификации рецидивной грыжи поясничного диска для оптимизации выбора хирургической техники не существует. В дополнение к алгоритму лечения, описанному ниже, мы предлагаем новую классификацию рецидивной грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника. Эта классификация подразделяет рецидивные грыжи поясничных дисков на I, II и III типы (Таблица 10). Мы продемонстрировали, что рецидивная грыжа поясничного диска I типа при лечении трансфораминальной эндоскопической дискэктомией связана с очень хорошим исходом, т.е. с 98%-м ранним контролем боли, 92,9%-м отличным результатом по шкале MacNab и низким риском повторного рецидива грыжи (12%).

Рецидивная грыжа поясничного диска II типа была связана с более высокой частотой повторных рецидивных грыж (20%), особенно у пациентов в возрасте от 40 до 60 лет. Несмотря на осуществление контроля боли на раннем этапе у 80% пациентов, только в 67,9% случаев результат лечения был классифицирован как «отличный» по шкале MacNab за 2-летний период. В результате мы разделили этот тип на пациентов типа IIa – моложе 40 лет и IIb – старше 40 лет, как показано в таблице ниже. Рецидивная грыжа поясничного диска III типа была связана с очень

хорошим контролем боли и отдаленными результатами. Однако частота повторных операций составила 5,6% из-за инфекции и поломки стержня.

Таблица 10 – Новая классификация рецидивных грыж межпозвонкового диска

	Описание	Лечение	
<b>Тип I</b>	Рецидивная грыжа без рентгенологических признаков высокого риска*. (Рисунок- А)	Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия или повторная микродискэктомия	
<b>Тип II</b>	Рецидивная грыжа с изменениями Modic-2 (Рисунок- Б)		
	<b>IIa</b> < 40 лет или более 60	Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия или повторная микродискэктомия	
	<b>IIб</b> 40-60 лет	Рассмотрите микродискэктомию с TLIF и ТПФ	
<b>Тип III</b>	Рецидивная грыжа с:  1. Деформация позвоночника (Рисунок- В)  2. фасетэктомией >75% или;  3. нестабильностью сегмента, т.е. смещение сегмента >4 мм и угол наклона >9 градусов. (Рисунок- Г)	Микродискэктомия с TLIF и ТПФ	 

\*Рентгенологические признаки высокого риска: изменения Modic-2, фасетэктомия >75%, сегментарная нестабильность

После анализа вышеуказанных факторов риска, сравнения хирургических вмешательств и результатов повторной микродискэктомии без спондилодеза, микродискэктомии с TLIF и транспедикулярной фиксации и трансфораминальной эндоскопической дискэктомии мы предлагаем следующий алгоритм лечения рецидивной грыжи межпозвонкового диска (Рисунок 31):

Для пациента старше 40 лет, поступившего в больницу с более чем 75% фасетэктомией после предыдущей операции, признаками сегментарной нестабильности (т.е. сагиттальным смещением сегмента более чем на 4 мм и/или сагиттальным угловым смещением сегмента более чем на 9 градусов) и изменениями Modic-2 показана микродискэктомия с TLIF и транспедикулярной фиксацией как оптимальный метод лечения. Однако, если у пациента менее 75% фасетэктомии, отсутствует сегментарная нестабильность или изменения Modic-2, то, с учетом представленных выше результатов и осложнений, в качестве более предпочтительного варианта перед повторной микродискэктомией следует рассматривать трансфораминальную эндоскопическую дискэктомию.

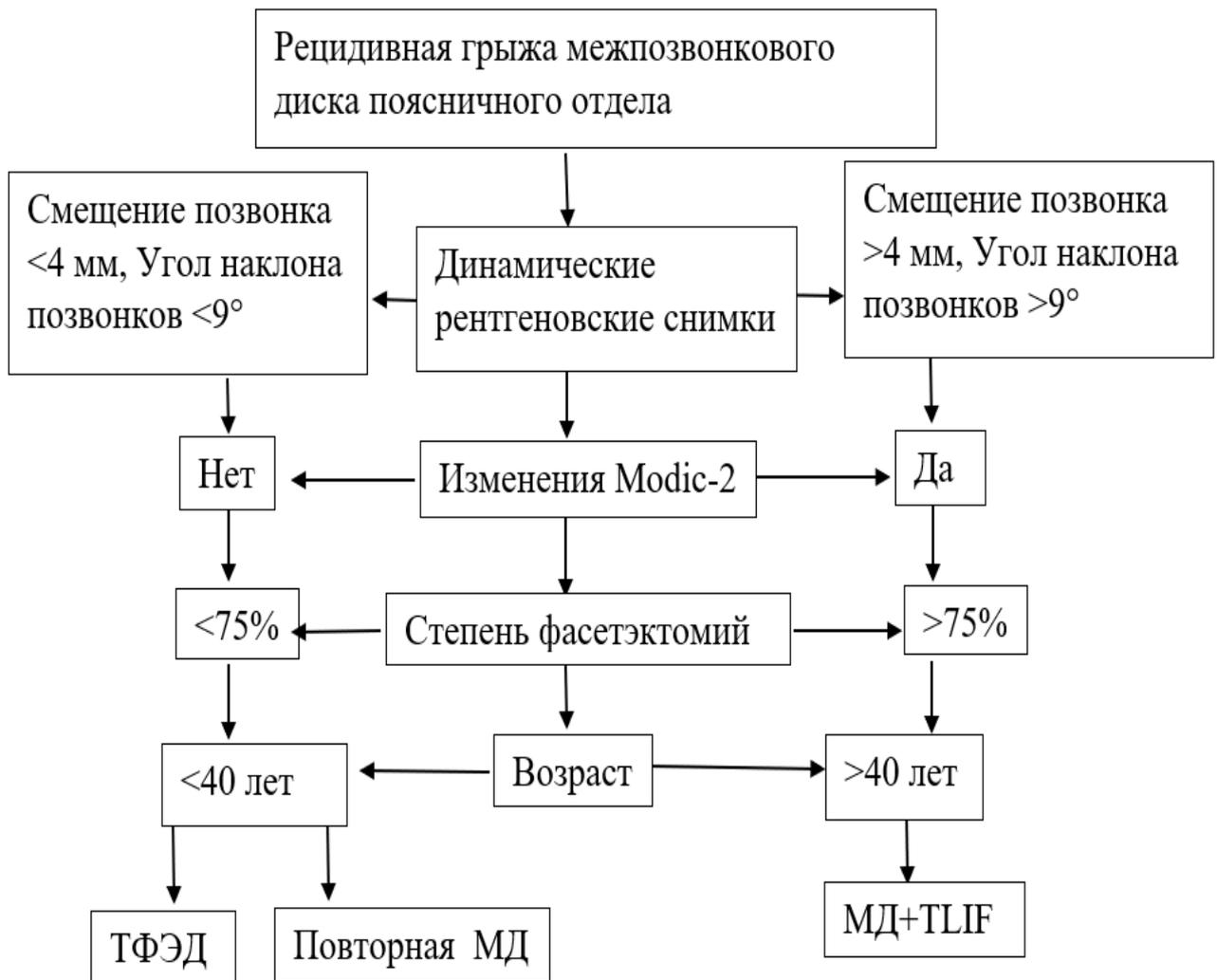


Рисунок 31 – Алгоритм лечения и отбора пациентов с рецидивной грыжей межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника.

## Выводы

1. Разработана классификация повторных рецидивных грыж поясничного отдела позвоночника. Рецидивная грыжа поясничного отдела позвоночника I типа — это грыжа без изменений Modic-2 и без нестабильности на функциональных рентгенограммах. Если у пациента имеются изменения Modic-2 на МРТ, но без нестабильности на функциональных рентгенограммах, это тип II. Рецидивная грыжа III типа — это грыжа с признаками нестабильности на функциональных рентгенограммах независимо от других признаков. Оптимальными методами лечения являются трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия, повторная микродискэктомия и микродискэктомия с TLIF для I, II и III типов соответственно.

2. Разработан алгоритм для оптимизации отбора пациентов в зависимости от возраста, МРТ (изменения Modic-2, локализация грыжи диска), КТ (степень фасеточной резекции) и функциональных рентгенограмм для выявления сегментарной нестабильности. Данный алгоритм направлен на улучшение процедуры выбора метода лечения и обеспечение эффективности результатов у пациентов с рецидивной грыжей поясничного отдела позвоночника.

3. При анализе частоты развития повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника было выявлено, что она составила 12% при трансфораминальной эндоскопической дискэктомии и 20% при повторной микродискэктомии. Исследование продемонстрировало, что более 75% резекций фасеточного сустава связаны с 84,6%-м риском повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника ( $p < 0,001$ ). Другие факторы риска включают наличие изменений Modic-2, которые присутствовали у 84,6% пациентов с повторными рецидивными грыжами ( $p=0,003$ ) и наличие сегментарной нестабильности ( $p < 0,001$ ).

4. Трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия ассоциируется с улучшением степени нарушения жизнедеятельности, вызванного патологией позвоночника по шкале Oswestry (т.е. улучшение на 28 баллов),  $p < 0,001$  и сопоставима с трансфораминальным межтеловым спондилодезом по шкале

MacNab (92,9% «отличные» по шкале MacNab). При повторной микродискэтомии имеет место большее нарушение жизнедеятельности по шкале Oswestry (т.е. улучшение на 20 баллов) и MacNab (67,9% пациентов «отличные» по шкале MacNab).

5. Сегментарная нестабильность пояснично-двигательного сегмента была выявлена у 84,6% пациентов с повторными рецидивными грыжами. У этих пациентов послеоперационная сегментарная нестабильность чаще отмечается после повторной микродискэтомии (77,8%), чем после эндоскопической трансфораминальной дискэтомии (22,2%),  $p < 0,001$ .

## Практические рекомендации

1. Во время предоперационного планирования операции по удалению рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника рекомендуется тщательно проанализировать МРТ как в T1-взвешенной визуализации (T1WI), так и в T2-взвешенной визуализации (T2WI) для выявления изменений Modic-2. Изменения Modic-2 связаны с повышенным риском развития повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника, поэтому следует выполнить микродискэктомию с спондилодезом.

2. Прежде чем выбрать хирургическую технику, необходимо провести рентгенографию поясничного отдела позвоночника при сгибании-разгибании, чтобы исключить сегментарную нестабильность. Наличие нестабильности связано с высоким риском повторных рецидивных грыж и является абсолютным показанием к микродискэктомии со спондилодезом.

3. Во время операции по поводу латеральной или фораминальной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника следует избегать выполнения фасетэктомии более чем на 75%. Это увеличивает риск развития повторной рецидивной грыжи поясничного отдела позвоночника. При латеральной рецидивной грыже рекомендуется выполнить трансфораминальную эндоскопическую дискэктомию, если нет противопоказаний, или микродискэктомию со спондилодезом при наличии изменений Modic-2 или нестабильности.

**Список сокращений**

ALIF – передний межтеловой спондилодез

IL– интерлейкин

PLIF – задний межтеловой спондилодез

TGF $\beta$ 1– трансформирующие факторы роста

TLIF – трансфораминальный межтеловой спондилодез

TNF $\alpha$ – фактор некроза опухоли альфа

VEGF– фактор роста эндотелия сосудов

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

ДЗПОП– Дегенеративные заболевания поясничного отдела позвоночника

ИИО – Индекс инвалидности Oswestry

КТ– Компьютерная томография

ММР– ферменты металлопротеиназ

МПД– Межпозвоночный диск

МРТ– Магнитно–резонансная томография

ТМО – твердая мозговая оболочка

ТПФ – транспедикулярная фиксация

Мин – Минимум

Макс – Максимум

Мл – Миллилитр

IQR - Межквартильный диапазон

## Список литературы

1. Абакиров М. Д., Алехин А. И., Нурмухаметов Р. М. Использование титановой сетки для закрытия дефекта после задней декомпрессии позвоночника / Абакиров М. Д., Алехин А. И., Нурмухаметов Р. М. // Coluna/Columna. - 2019. - Vol. 18 - P. 78 - 82.
2. Климов В. С., Лопарев Е. А., Евсюков А. В. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с грыжей межпозвонкового диска разных возрастных групп / Климов В. С., Лопарев Е. А., Евсюков А. В. // Хирургия позвоночника. - 2020. - Vol. 13 (3 (eng)). - P. 66-80.
3. Новикова А. В., Правдюк Н. Г., Давыгора К. С. Остеохондроз у молодых людей: цитокиновый профиль и ангиогенные факторы / Новикова А. В., Правдюк Н. Г., Давыгора К. С. // Вестник Российского государственного медицинского университета. - 2021. - Vol. (6). - P. 75-83.
4. Кулешов А. А., Крутько А. В., Исхаков О. С. Хирургическое лечение грыжи межпозвонкового диска у детей и подростков / Кулешов А. А., Крутько А. В., Исхаков О. С. // Хирургия позвоночника. - 2017. - Vol. 14 (1). - P. 68-77.
5. Парфенов В. А., Яхно Н. Н., Давыдов О. С. Дискогенная пояснично-крестцовая радикулопатия. Рекомендации Российской ассоциации по изучению боли / Парфенов В. А., Яхно Н. Н., Давыдов О. С. // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. - 2020. - Vol. 12 (4). - P. 15-24.
6. Кулешов А. А., Ветрилэ М. С., Лисянский И. Н. Опыт хирургического лечения грыжи поясничного диска у подростков с использованием аннулопластики: анализ небольшой клинической серии / Кулешов А. А., Ветрилэ М. С., Лисянский И. Н. // Хирургия позвоночника. - 2020. - Vol. 17 (1 (eng)). - P. 78-86.
7. Афаунов А. А., Басанкин И. В., Кузьменко А. В. Осложнения хирургического лечения дегенеративного поясничного стеноза / Афаунов А. А., Басанкин И. В., Кузьменко А. В. // Хирургия позвоночника. - 2016. - Vol. 13 (4). - P. 66-72.

8. Лапин В. И., Крюков Е. В., Кудряков С. А. Применение трансфораминальной эндоскопической дискэктомии и фораминопластики после транс-фораминального спондилодеза в поясничном отделе позвоночника / Лапин В. И., Крюков Е. В., Кудряков С. А. // Военно-медицинский журнал. - 2020. - Vol. 341 (10). - P. 27-33.

9. Алексанян М. М., Хейло А. Л., Микаэлян К. П. Микрохирургическая дискэктомия поясничного отдела позвоночника: эффективность, болевой синдром и ожирение / Алексанян М. М., Хейло А. Л., Микаэлян К. П. // Хирургия позвоночника. - 2018. - Vol. 15 (1 (eng)). - P. 42-48.

10. Шатурсунов Ш. Ш., Шатурсунов Ш. Ш., Мирзахонов С. А. Анализ результатов хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника с использованием эндоскопической микродискэктомии и стандартной микродискэктомии / Шатурсунов Ш. Ш., Шатурсунов Ш. Ш., Мирзахонов С. А. // Травматология, ортопедия и реабилитация. - 2023. - Vol. 1. - P. 101-106.

11. Волков И. В., Карабаев И. Ш., Пташников Д. А. Результаты трансфораминальной эндоскопической дискэктомии по поводу грыжи пояснично-крестцового диска / Волков И. В., Карабаев И. Ш., Пташников Д. А. // Травматология и ортопедия России. - 2017. - Vol. 23 (3). - P. 32-42.

12. Мереджи А. М., Орлов А. Ю., Назаров А. С. Перкутанное, полностью эндоскопическое трансфораминальное субаннулярное удаление больших срединных грыж «протрузионного» типа поясничного отдела позвоночника / Мереджи А. М., Орлов А. Ю., Назаров А. С. // Новости хирургии. - 2022. - Vol. 30 (6). - P. 540-551.

13. Булатов А. В., Козлов Д. М., Крутько А. В. Эффективность применения минимально-инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств в хирургическом лечении рецидивов болевого синдрома после операций на поясничном отделе позвоночника / Булатов А. В., Козлов Д. М., Крутько А. В. // Хирургия позвоночника. - 2014. - Vol. (2). - P. 60-66.

14. Гиоев П. М., Зуев И. В., Щедренюк В. В. Диагностика и повторная операция у пациентов, ранее оперированных по поводу грыжи поясничного диска / Гиоев П. М., Зуев И. В., Щедренюк В. В. // Хирургия позвоночника. - 2013. - Vol. (1). - P. 064-70.

15. Тюлькин О. Н., Назаров А. С., Давыдов Е. А. Особенности клинических проявлений синдрома оперированного позвоночника / Тюлькин О. Н., Назаров А. С., Давыдов Е. А. // Трансляционная медицина. - 2015. - Vol. (2-3). - P. 69-75.

16. Русова Т. В., Байков Е. С., Байкалов А. А. Биохимические особенности рецидивирующих грыж поясничных межпозвонковых дисков при различных стадиях их дегенерации / Русова Т. В., Байков Е. С., Байкалов А. А. // Хирургия позвоночника. - 2012. - Vol. (2). - P. 87-93.

17. Лопарев Е. А., Климов В. С., Евсюков А. В. Повторная операция после удаления грыжи межпозвонкового диска у пациентов с поясничным дегенеративным заболеванием межпозвонковых дисков / Лопарев Е. А., Климов В. С., Евсюков А. В. // Хирургия позвоночника. - 2017. - Vol. 14 (1). - P. 51-59.

18. Булатов А. В., Козлов Д. М., Крутько А. В. Эффективность малоинвазивной декомпрессии и стабилизации при хирургическом лечении рецидивирующих болей после операций на поясничном отделе позвоночника / Булатов А. В., Козлов Д. М., Крутько А. В. // Хирургия позвоночника. - 2014. - Vol. (2). - P. 60-66.

19. Байков Е. С., Байкалов А. А. Связь биомеханических и биохимических параметров позвоночно-двигательных сегментов с рецидивом грыж поясничных межпозвонковых дисков / Байков Е. С., Байкалов А. А. // Хирургия позвоночника. - 2017. - Vol. 14 (4). - P. 61-68.

20. Абакиров М. Д., Нурмухаметов Р. М., Мамырбаев С. Т. Результаты ревизионных операций при дегенеративно-дистрофических заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника / Абакиров М. Д., Нурмухаметов Р. М., Мамырбаев С. Т. // Политравма. - 2020. - Vol. 7 (1). - P. 31-40.

21. Городнина А. В., Иваненко А. В., Орлов А. Ю. Персонализированная нейрохирургическая тактика при лечении межпозвонковых грыж поясничного

отдела позвоночника / Городнина А. В., Иваненко А. В., Орлов А. Ю. // Российский журнал персонализированной медицины. - 2022. - Vol. 2 (5). - P. 6-15.

22. Крутько А. В., Байков Е. С. Анализ критериев прогнозирования результатов хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков: обзор современной литературы / Крутько А. В., Байков Е. С. // Гений ортопедии. - 2012. - Vol. (1). - P. 140-45.

23. Dai L.-Y., Zhou Q., Yao W.-F. [et al.] Recurrent lumbar disc herniation after discectomy: outcome of repeat discectomy / Dai L.-Y., Zhou Q., Yao W.-F. [et al.] // Surg. Neurol. - 2005. - Vol. 64 (3). - P. 226-31.

24. Herron L. Recurrent lumbar disc herniation: results of repeat laminectomy and discectomy / Herron L. // Clinical Spine Surgery. - 1994. - Vol. 7 (2). - P. 161-66.

25. Hlubek R. J., Mundis G. M. Treatment for recurrent lumbar disc herniation / Hlubek R. J., Mundis G. M. // Curr. Rev. Musculoskelet. Med. - 2017. - Vol. 10 - P. 517-20.

26. Древаль О. Н., Кузнецов А. В., Чехонацкая В. А. Патогенетические аспекты и факторы риска рецидива грыжи поясничного диска: обзор литературы / Древаль О. Н., Кузнецов А. В., Чехонацкая В. А. // Хирургия позвоночника. - 2021. - Vol. 18 (1 (eng)). - P. 47-52.

27. Коновалов Н. А., Назаренко А. Г., Бринюк Е. С. Факторы риска рецидива грыжи поясничного диска / Коновалов Н. А., Назаренко А. Г., Бринюк Е. С. // Coluna/Columna. - 2022. - Vol. 21 - P.

28. Коновалов Н. А., Назаренко А. Г., Крутько А. В. Результаты хирургического лечения сегментарной нестабильности поясничного отдела позвоночника / Коновалов Н. А., Назаренко А. Г., Крутько А. В. // Журнал Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. - 2017. - Vol. 81 (6). - P. 69-80.

29. Сангинов А. Д. Аннулопластика как способ профилактики рецидивов поясничных межпозвонковых грыж: обзор литературы / Сангинов А. Д. // Хирургия позвоночника. - 2017. - Vol. 14 (2). - P. 63-69.

30. Люлин С. В., Ефимов Д. В., Колотвинов В. С. Факторы риска возникновения рецидива грыжи диска после поясничной микродискэктомии у

взрослых. Обзор литературы. / Люлин С. В., Ефимов Д. В., Колотвинов В. С. // Российский нейрохирургический журнал им. профессора АЛ Поленова. - 2021. - Vol. 13 (3). - P. 72-78.

31. Miller L. E., McGirt M. J., Garfin S. R. [et al.] Association of Annular Defect Width After Lumbar Discectomy With Risk of Symptom Recurrence and Reoperation: Systematic Review and Meta-analysis of Comparative Studies / Miller L. E., McGirt M. J., Garfin S. R. [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). - 2018. - Vol. 43 (5). - P. E308-E15.

32. Древаль О. Н., Кузнецов А. В., Чехонацкий В. А. Патогенетические аспекты и факторы риска развития рецидива грыжи диска поясничного отдела позвоночника: обзор литературы / Древаль О. Н., Кузнецов А. В., Чехонацкий В. А. // Хирургия позвоночника. - 2021. - Vol. 18 (1). - P. 47-52.

33. Яриков А. В., Перльмуттер О. А., Смирнов И. И. Рецидив грыж диска после поясничной микродискэктомии / Яриков А. В., Перльмуттер О. А., Смирнов И. И. // Врач. - 2021. - Vol. 32 (7). - P. 25-31.

34. Quah C., Syme G., Swamy G. [et al.] Obesity and recurrent intervertebral disc prolapse after lumbar microdiscectomy / Quah C., Syme G., Swamy G. [et al.] // The Annals of The Royal College of Surgeons of England. - 2014. - Vol. 96 (2). - P. 140-43.

35. Meredith D. S., Huang R. C., Nguyen J. [et al.] Obesity increases the risk of recurrent herniated nucleus pulposus after lumbar microdiscectomy / Meredith D. S., Huang R. C., Nguyen J. [et al.] // The Spine Journal. - 2010. - Vol. 10 (7). - P. 575-80.

36. Fotakopoulos G., Makris D., Kotlia P. [et al.] Recurrence is associated with body mass index in patients undergoing a single-level lumbar disc herniation surgery / Fotakopoulos G., Makris D., Kotlia P. [et al.] // J. Clin. Med. Res. - 2018. - Vol. 10 (6). - P. 486.

37. Чехонацкий В. А., Древаль О. Н., Кузнецов А. В. Роль медиаторов воспаления, факторов роста и остеодистрофических процессов в развитии рецидивов грыж диска поясничного отдела позвоночника / Чехонацкий В. А., Древаль О. Н., Кузнецов А. В. // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. - 2023. - Vol. 17 (2). - P. 36-42.

38. Дракин И. А., Басков В. А., Древаль О. Н. Факторы риска рецидивов грыж межпозвоноковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника и методы их профилактики / Дракин И. А., Басков В. А., Древаль О. Н. // Тихоокеанский медицинский журнал. - 2015. - Vol. (4 (62)). - P. 11-16.
39. Shimia M., Babaei-Ghazani A., Sadat B. [et al.] Risk factors of recurrent lumbar disk herniation / Shimia M., Babaei-Ghazani A., Sadat B. [et al.] // Asian. J. Neurosurg. - 2013. - Vol. 8 (02). - P. 93-96.
40. Yaman M., Kazanci A., Yaman N. [et al.] Factors that influence recurrent lumbar disc herniation / Yaman M., Kazanci A., Yaman N. [et al.] // Hong Kong Medical Journal. - 2017. - Vol. 23 (3). - P. 258-63.
41. Abd El-Kader H. E.-B. Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for Management of Recurrent Lumbar Disc Herniation / Abd El-Kader H. E.-B. // Asian spine journal. - 2016. - Vol. 10 (1). - P. 52-58.
42. Ahmed O. E. F., Morad S. H., Abdelbar A. S. Management of recurrent unilateral lumbar disc herniation in a single level: unilateral versus bilateral pedicle screws fixation with interbody fusion / Ahmed O. E. F., Morad S. H., Abdelbar A. S. // The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery. - 2020. - Vol. 56 (1). - P. 1-10.
43. Çaçan M. A., Uçar B. Y. What every spine surgeon should know about transforaminal lumbar interbody fusion surgery for herniated discs / Çaçan M. A., Uçar B. Y. // Int. Orthop. - 2019. - Vol. 43 (4). - P. 883-89.
44. Chitnavis B., Barbagallo G., Selway R. [et al.] Posterior lumbar interbody fusion for revision disc surgery: review of 50 cases in which carbon fiber cages were implanted / Chitnavis B., Barbagallo G., Selway R. [et al.] // J. Neurosurg. Spine. - 2001. - Vol. 95 (2). - P. 190-95.
45. Wang A., Yu Z. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy with minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion as a revision surgery for recurrent lumbar disc herniation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy / Wang A., Yu Z. // Ther. Clin. Risk Manag. - 2020. - Vol. - P. 1185-93.

46. Yan D., Pei F., Li J. [et al.] Comparative study of PILF and TLIF treatment in adult degenerative spondylolisthesis / Yan D., Pei F., Li J. [et al.] // *Eur. Spine J.* - 2008. - Vol. 17 (10). - P. 1311-16.
47. Yao Y., Zhang H., Wu J. [et al.] Comparison of Three Minimally Invasive Spine Surgery Methods for Revision Surgery for Recurrent Herniation After Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy / Yao Y., Zhang H., Wu J. [et al.] // *World Neurosurg.* - 2017. - Vol. 100 - P. 641-47.
48. Кривошапкин А. Л., Семин П. А., Некрасов А. Д. Причины и профилактика синдрома неудачной операции на спине после микродискэктомии / Кривошапкин А. Л., Семин П. А., Некрасов А. Д. // *Вестник Сибирского отделения Российской академии медицинских наук.* - 2013. - Vol. 33 (3). - P. 20-3.
49. Park H.-Y., Kim Y.-H., Ha K.-Y. [et al.] Minimally invasive lateral lumbar interbody fusion for clinical adjacent segment pathology: a comparative study with conventional posterior lumbar interbody fusion / Park H.-Y., Kim Y.-H., Ha K.-Y. [et al.] // *Clinical spine surgery.* - 2019. - Vol. 32 (10). - P. E426-E33.
50. Belykh E. G, Krutko A. V., Baykov E. S. [et al.] Preoperative estimation of disc herniation recurrence after microdiscectomy: predictive value of a multivariate model based on radiographic parameters / Belykh E., Krutko A. V., Baykov E. S. [et al.] // *The Spine Journal.* - 2017. - Vol. 17 (3). - P. 390-400.
51. Benzakour T., Igoumenou V., Mavrogenis A. F. [et al.] Current concepts for lumbar disc herniation / Benzakour T., Igoumenou V., Mavrogenis A. F. [et al.] // *Int. Orthop.* - 2019. - Vol. 43 (4). - P. 841-51.
52. Bohl D. D., Ahn J., Mayo B. C. [et al.] Does Greater Body Mass Index Increase the Risk for Revision Procedures Following a Single-Level Minimally Invasive Lumbar Discectomy? / Bohl D. D., Ahn J., Mayo B. C. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* - 2016. - Vol. 41 (9). - P. 816-21.
53. Boshuizen H. C., Bongers P. M., Hulshof C. Self-reported back pain in fork-lift truck and freight-container tractor drivers exposed to whole-body vibration / Boshuizen H. C., Bongers P. M., Hulshof C. // *Spine (Phila Pa 1976).* - 1992. - Vol. 17 (1). - P. 59-65.

54. Hannerz H., Tüchsen F. Hospital admissions among male drivers in Denmark / Hannerz H., Tüchsen F. // *Occup. Environ. Med.* - 2001. - Vol. 58 (4). - P. 253-60.
55. Dave B. R., Degulmadi D., Krishnan A. [et al.] Risk Factors and Surgical Treatment for Recurrent Lumbar Disc Prolapse: A Review of the Literature / Dave B. R., Degulmadi D., Krishnan A. [et al.] // *Asian Spine J.* - 2020. - Vol. 14 (1). - P. 113-21.
56. Cummins J., Lurie J. D., Tosteson T. [et al.] Descriptive epidemiology and prior healthcare utilization of patients in the spine patient outcomes research trial's (sport) three observational cohorts: disc herniation, spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis / Cummins J., Lurie J. D., Tosteson T. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2006. - Vol. 31 (7). - P. 806.
57. Кравцов М. Н., Круглов И. А., Мирзаматов С. Д. Оценка эффективности хирургических методов лечения рецидивирующей грыжи поясничного диска: когортное ретроспективное исследование / Кравцов М. Н., Круглов И. А., Мирзаматов С. Д. // *Хирургия позвоночника*. - 2021. - Vol. 18 (2 (eng)). - P. 34-43.
58. Луцик А. А., Гаврилов И. В., Бондаренко Г. Ю. Современные подходы к хирургическому лечению рецидивирующей грыжи поясничного межпозвонкового диска / Луцик А. А., Гаврилов И. В., Бондаренко Г. Ю. // *Хирургия позвоночника*. - 2015. - Vol. (S1). - P. 6-13.
59. Yong-Hing K., Kirkaldy-Willis W. H. The pathophysiology of degenerative disease of the lumbar spine / Yong-Hing K., Kirkaldy-Willis W. H. // *Orthop. Clin. North Am.* - 1983. - Vol. 14 (3). - P. 491-504.
60. Tanavalee C., Limthongkul W., Yingsakmongkol W. [et al.] A comparison between repeat discectomy versus fusion for the treatment of recurrent lumbar disc herniation: Systematic review and meta-analysis / Tanavalee C., Limthongkul W., Yingsakmongkol W. [et al.] // *J. Clin. Neurosci.* - 2019. - Vol. 66 - P. 202-08.
61. Zaater A., Azzazi A., Sakr S. [et al.] Recurrent Lumbar Disk Herniation With or Without Posterolateral Fusion / Zaater A., Azzazi A., Sakr S. [et al.] // *Neurosurg. Q.* - 2016. - Vol. 26 (1). - P. 42-46.

62. Zhuo X., Hu J., Li B. [et al.] Comparative study of treating recurrent lumbar disc protrusion by three different surgical procedures / Zhuo X., Hu J., Li B. [et al.] // *Chin J Repar Reconstr Surg.* - 2009. - Vol. 23 (12). - P. 1422-26.
63. Phan K., Rao P. J., Kam A. C. [et al.] Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion for treatment of degenerative lumbar disease: systematic review and meta-analysis / Phan K., Rao P. J., Kam A. C. [et al.] // *Eur. Spine J.* - 2015. - Vol. 24 (5). - P. 1017-30.
64. Radcliff K., Curry P., Hilibrand A. [et al.] Risk for Adjacent Segment and Same Segment Reoperation After Surgery for Lumbar Stenosis: A Subgroup Analysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) / Radcliff K., Curry P., Hilibrand A. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* - 2013. - Vol. 38 (7). - P. 531-39.
65. Reid P. C., Morr S., Kaiser M. G. State of the union: a review of lumbar fusion indications and techniques for degenerative spine disease: JNSPG 75th Anniversary Invited Review Article / Reid P. C., Morr S., Kaiser M. G. // *J. Neurosurg. Spine.* - 2019. - Vol. 31 (1). - P. 1-14.
66. Heindel P., Tuchman A., Hsieh P. C. [et al.] Reoperation rates after single-level lumbar discectomy / Heindel P., Tuchman A., Hsieh P. C. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* - 2017. - Vol. 42 (8). - P. E496-E501.
67. Kerezoudis P., Goncalves S., Cesare J. D. [et al.] Comparing outcomes of fusion versus repeat discectomy for recurrent lumbar disc herniation: A systematic review and meta-analysis / Kerezoudis P., Goncalves S., Cesare J. D. [et al.] // *Clin. Neurol. Neurosurg.* - 2018. - Vol. 171 - P. 70-78.
68. Khadilkar A., Odebiyi D. O., Brosseau L. [et al.] Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) versus placebo for chronic low-back pain / Khadilkar A., Odebiyi D. O., Brosseau L. [et al.] // *Cochrane Database Syst. Rev.* - 2008. - Vol. (4). - P.
69. Li X., Hu Z., Cui J. [et al.] Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for recurrent lumbar disc herniation / Li X., Hu Z., Cui J. [et al.] // *Int. J. Surg.* - 2016. - Vol. 27 - P. 8-16.

70. Li Z., Tang J., Hou S. [et al.] Four-year follow-up results of transforaminal lumbar interbody fusion as revision surgery for recurrent lumbar disc herniation after conventional discectomy / Li Z., Tang J., Hou S. [et al.] // *J. Clin. Neurosci.* - 2015. - Vol. 22 (2). - P. 331-37.
71. Liu K.-C., Hsieh M.-H., Yang C.-C. [et al.] Full endoscopic interlaminar discectomy (FEID) for recurrent lumbar disc herniation: surgical technique, clinical outcome, and prognostic factors / Liu K.-C., Hsieh M.-H., Yang C.-C. [et al.] // *Journal of Spine Surgery.* - 2020. - Vol. 6 (2). - P. 483-94.
72. Li Z., Yang H., Liu M. [et al.] Clinical Characteristics and Risk Factors of Recurrent Lumbar Disk Herniation: A Retrospective Analysis of Three Hundred Twenty-One Cases / Li Z., Yang H., Liu M. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* - 2018. - Vol. 43 (21). - P. 1463-69.
73. Musa G., Barrientos R. E. C., Makirov S. K. [et al.] Repeat discectomy for recurrent same level disc herniation: A literature review of the past 5 years / Musa G., Barrientos R. E. C., Makirov S. K. [et al.] // *Surg. Neurol. Int.* - 2023. - Vol. 14 - P. 100.
74. Olmarker K., Rydevik B., Holm S. Edema formation in spinal nerve roots induced by experimental, graded compression. An experimental study on the pig cauda equina with special reference to differences in effects between rapid and slow onset of compression / Olmarker K., Rydevik B., Holm S. // *Spine (Phila Pa 1976).* - 1989. - Vol. 14 (6). - P. 569-73.
75. Onyia C., Menon S. Impact of comorbidities on outcome following revision of recurrent single-level lumbar disc prolapse between revision microdiscectomy and posterior lumbar interbody fusion: a single-institutional analysis / Onyia C., Menon S. // *Asian. J. Neurosurg.* - 2019. - Vol. 14 (02). - P. 392-98.
76. Osna A., Kel'makov V. Spinal osteochondrosis as a multisegmental disease / Osna A., Kel'makov V. // *Zhurnal voprosy neirokhirurgii imeni NN Burdenko.* - 1983. - Vol. (1). - P. 43-47.
77. Yorimitsu E., Chiba K., Toyama Y. [et al.] Long-term outcomes of standard discectomy for lumbar disc herniation: a follow-up study of more than 10 years /

Yorimitsu E., Chiba K., Toyama Y. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2001. - Vol. 26 (6). - P. 652-57.

78. Yumashev G. Furman ME Osteokhondrozy pozvonochnika [Spinal osteochondrosis] / Yumashev G. // Moscow: Meditsina publ. - 1984. - Vol. - P.

79. Tsiv'yan Y. L. Operativnoe lechenie spondilolisteza/Ya. L. Tsiv'yan / Tsiv'yan Y. L. // *Patologiya pozvonochnika*. - 1966. - Vol. - P. 238-42.

80. van den Hout W. B., Peul W. C., Koes B. W. [et al.] Prolonged conservative care versus early surgery in patients with sciatica from lumbar disc herniation: cost utility analysis alongside a randomised controlled trial / van den Hout W. B., Peul W. C., Koes B. W. [et al.] // *BMJ*. - 2008. - Vol. 336 (7657). - P. 1351-54.

81. Yao Y., Liu H., Zhang H. [et al.] Risk factors for recurrent herniation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy / Yao Y., Liu H., Zhang H. [et al.] // *World Neurosurg*. - 2017. - Vol. 100 - P. 1-6.

82. Hasegawa K., Kitahara K., Hara T. [et al.] Evaluation of lumbar segmental instability in degenerative diseases by using a new intraoperative measurement system / Hasegawa K., Kitahara K., Hara T. [et al.] // *J. Neurosurg. Spine*. - 2008. - Vol. 8 (3). - P. 255-62.

83. Hayashi T., Daubs M. D., Suzuki A. [et al.] Motion characteristics and related factors of Modic changes in the lumbar spine / Hayashi T., Daubs M. D., Suzuki A. [et al.] // *Journal of Neurosurgery: Spine SPI*. - 2015. - Vol. 22 (5). - P. 511-17.

84. Mallio C. A., Vadalà G., Russo F. [et al.] Novel Magnetic Resonance Imaging Tools for the Diagnosis of Degenerative Disc Disease: A Narrative Review / Mallio C. A., Vadalà G., Russo F. [et al.] // *Diagnostics*. - 2022. - Vol. 12 (2). - P. 420.

85. Borkar S. A., Bansal T. Recurrent lumbar disk herniation–Fusion is the answer / Borkar S. A., Bansal T. // *Journal of Spinal Surgery*. - 2022. - Vol. 9 (3). - P. 141.

86. Bron J. L., Helder M. N., Meisel H.-J. [et al.] Repair, regenerative and supportive therapies of the annulus fibrosus: achievements and challenges / Bron J. L., Helder M. N., Meisel H.-J. [et al.] // *Eur. Spine J*. - 2009. - Vol. 18 (3). - P. 301-13.

87. Canseco J. A., Karamian B. A., Minetos P. D. [et al.] Risk Factors for 30-day and 90-day Readmission After Lumbar Decompression / Canseco J. A., Karamian B. A., Minetos P. D. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2022. - Vol. 47 (9). - P. 672-79.
88. Kim K.-T., Park S.-W., Kim Y.-B. Disc Height and Segmental Motion as Risk Factors for Recurrent Lumbar Disc Herniation / Kim K.-T., Park S.-W., Kim Y.-B. // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2009. - Vol. 34 (24). - P. 2674-78.
89. Youmans and Winn neurological surgery. / Winn H. R.: Elsevier Health Sciences, 2022.
90. Ankrah N. K., Eli I. M., Magge S. N. [et al.] Age, body mass index, and osteoporosis are more predictive than imaging for adjacent-segment reoperation after lumbar fusion / Ankrah N. K., Eli I. M., Magge S. N. [et al.] // *Surg. Neurol. Int.* - 2021. - Vol. 12 - P. 453.
91. Annunen S., Paassilta P., Lohiniva J. [et al.] An allele of COL9A2 associated with intervertebral disc disease / Annunen S., Paassilta P., Lohiniva J. [et al.] // *Science*. - 1999. - Vol. 285 (5426). - P. 409-12.
92. Huang W., Han Z., Liu J. [et al.] Risk Factors for Recurrent Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review and Meta-Analysis / Huang W., Han Z., Liu J. [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. - 2016. - Vol. 95 (2). - P. e2378.
93. Hilibrand A. S., Rand N. Degenerative lumbar stenosis: diagnosis and management / Hilibrand A. S., Rand N. // *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. - 1999. - Vol. 7 (4). - P. 239-49.
94. Kanayama M., Cunningham B. W., Haggerty C. J. [et al.] In vitro biomechanical investigation of the stability and stress-shielding effect of lumbar interbody fusion devices / Kanayama M., Cunningham B. W., Haggerty C. J. [et al.] // *J. Neurosurg. Spine*. - 2000. - Vol. 93 (2). - P. 259-65.
95. Baikov E. S., Baikalov A. A. Relationship between biomechanical and biochemical parameters of spinal motion segments and recurrent lumbar disc herniation / Baikov E. S., Baikalov A. A. // *Хирургия позвоночника*. - 2017. - Vol. 14 (4 (eng)). - P. 61-68.

96. Korzh A., Khvisiuk N., Sak N. Certain problems of etiology and pathogenesis of osteochondrosis of the lumbar segment of the spine / Korzh A., Khvisiuk N., Sak N. // *Ortop. Travmatol. Protez.* - 1974. - Vol. (11). - P. 1-10.
97. Battié M. C., Joshi A. B., Gibbons L. E. [et al.] Degenerative Disc Disease: What is in a Name? / Battié M. C., Joshi A. B., Gibbons L. E. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2019. - Vol. 44 (21). - P. 1523-29.
98. Weiler C., Lopez-Ramos M., Mayer H. M. [et al.] Histological analysis of surgical lumbar intervertebral disc tissue provides evidence for an association between disc degeneration and increased body mass index / Weiler C., Lopez-Ramos M., Mayer H. M. [et al.] // *BMC Res. Notes.* - 2011. - Vol. 4 (1). - P. 1-10.
99. Benini A. Die segmentale Instabilität und die lumbale Wirbelkanalstenose / Benini A. // *Neurochirurgia (Stuttg.)*. - 1990. - Vol. 33 (05). - P. 146-57.
100. Kjaer P., Korsholm L., Bendix T. [et al.] Modic changes and their associations with clinical findings / Kjaer P., Korsholm L., Bendix T. [et al.] // *Eur. Spine J.* - 2006. - Vol. 15 (9). - P. 1312-19.
101. Koenders N., Rushton A., Verra M. L. [et al.] Pain and disability after first-time spinal fusion for lumbar degenerative disorders: a systematic review and meta-analysis / Koenders N., Rushton A., Verra M. L. [et al.] // *Eur. Spine J.* - 2019. - Vol. 28 (4). - P. 696-709.
102. Nachemson A. L., Schultz A. B., Berkson M. H. Mechanical properties of human lumbar spine motion segments. Influence of age, sex, disc level, and degeneration / Nachemson A. L., Schultz A. B., Berkson M. H. // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 1979. - Vol. 4 (1). - P. 1-8.
103. Фраерман А. П., Яриков А. В., Котельников А. О. Сегментарная нестабильность в поясничном отделе позвоночника при дегенеративно-дистрофических заболеваниях / Фраерман А. П., Яриков А. В., Котельников А. О. // *Наука и инновации в медицине.* - 2020. - Vol. 5 (3). - P. 164-69.
104. Goel A. Indicators of spinal instability in degenerative spinal disease / Goel A. // *J Craniovertebr Junction Spine.* - 2020. - Vol. 11 (3). - P. 155-56.

105. Abd El-Kader Hel B. Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for Management of Recurrent Lumbar Disc Herniation / Abd El-Kader Hel B. // *Asian Spine J.* - 2016. - Vol. 10 (1). - P. 52-8.

106. Arif S., Brady Z., Enchev Y. [et al.] Is fusion the most suitable treatment option for recurrent lumbar disc herniation? A systematic review / Arif S., Brady Z., Enchev Y. [et al.] // *Neurol. Res.* - 2020. - Vol. 42 (12). - P. 1034-42.

107. Kuang L., Wang B., Lü G. Transforaminal Lumbar Interbody Fusion Versus Mini-open Anterior Lumbar Interbody Fusion With Oblique Self-anchored Stand-alone Cages for the Treatment of Lumbar Disc Herniation: A Retrospective Study With 2-year Follow-up / Kuang L., Wang B., Lü G. // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2017. - Vol. 42 (21). - P. E1259-e65.

108. Greenleaf R. M., Harris M. B., Bono C. M. The Role of Fusion for Recurrent Disk Herniations / Greenleaf R. M., Harris M. B., Bono C. M. // *Semin. Spine Surg.* - 2011. - Vol. 23 (4). - P. 242-48.

109. Vialle L. R., Vialle E. N., Suárez Henao J. E. [et al.] Lumbar disc herniation / Vialle L. R., Vialle E. N., Suárez Henao J. E. [et al.] // *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*. - 2010. - Vol. 45 (1). - P. 17-22.

110. Takahashi K., Miyazaki T., Ohnari H. [et al.] Schmorl's nodes and low-back pain / Takahashi K., Miyazaki T., Ohnari H. [et al.] // *Eur. Spine J.* - 1995. - Vol. 4 (1). - P. 56-59.

111. Wang H., Wang T., Wang Q. [et al.] Incidence and risk factors of persistent low back pain following posterior decompression and instrumented fusion for lumbar disk herniation / Wang H., Wang T., Wang Q. [et al.] // *J. Pain Res.* - 2017. - Vol. 10 - P. 1019-1025.

112. Sengupta D. K., Herkowitz H. N. Degenerative Spondylolisthesis: Review of Current Trends and Controversies / Sengupta D. K., Herkowitz H. N. // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2005. - Vol. 30 (6S). - P. S71-S81.

113. Tsantrizos A., Ito K., Aebi M. [et al.] Internal strains in healthy and degenerated lumbar intervertebral discs / Tsantrizos A., Ito K., Aebi M. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2005. - Vol. 30 (19). - P. 2129-37.

114. Obukhov S. K., Hankenson L., Manka M. [et al.] Multilevel lumbar disc herniation in 12-year-old twins / Obukhov S. K., Hankenson L., Manka M. [et al.] // Childs Nerv. Syst. - 1996. - Vol. 12 (3). - P. 169-71.
115. Schroeder G. D., Guyre C. A., Vaccaro A. R. The epidemiology and pathophysiology of lumbar disc herniations / Schroeder G. D., Guyre C. A., Vaccaro A. R. // Semin. Spine Surg. - 2016. - Vol. 28 (1). - P. 2-7.
116. Posner I., White III A. A., Edwards W. T. [et al.] A biomechanical analysis of the clinical stability of the lumbar and lumbosacral spine / Posner I., White III A. A., Edwards W. T. [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). - 1982. - Vol. 7 (4). - P. 374-89.
117. Mobbs R. J., Newcombe R. L., Chandran K. N. Lumbar discectomy and the diabetic patient: incidence and outcome / Mobbs R. J., Newcombe R. L., Chandran K. N. // J. Clin. Neurosci. - 2001. - Vol. 8 (1). - P. 10-13.
118. Musalatov K. A., Chensky A., Makirov S. [et al.] Syndrome of the intervertebral and sacroiliac joints ("facet syndrome") in the pathology of the lumbosacral spine / Musalatov K. A., Chensky A., Makirov S. [et al.] // NN Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. - 2002. - Vol. 9 (3). - P. 25-30.
119. Morgan F. P., King T. Primary instability of lumbar vertebrae as a common cause of low back pain / Morgan F. P., King T. // J. Bone Joint Surg. Br. - 1957. - Vol. 39-b (1). - P. 6-22.
120. Niosi C. A., Oxland T. R. Degenerative mechanics of the lumbar spine / Niosi C. A., Oxland T. R. // The Spine Journal. - 2004. - Vol. 4 (6). - P. S202-S08.
121. Oh J. T., Park K. S., Jung S. S. [et al.] Surgical results and risk factors for recurrence of lumbar disc herniation / Oh J. T., Park K. S., Jung S. S. [et al.] // Korean J Spine. - 2012. - Vol. 9 (3). - P. 170-5.
122. Chen C. K., Nizar A. J. Myofascial pain syndrome in chronic back pain patients / Chen C. K., Nizar A. J. // Korean J. Pain. - 2011. - Vol. 24 (2). - P. 100-4.
123. Marcus N. J. Failure to diagnose pain of muscular origin leads to unnecessary surgery / Marcus N. J. // Pain Med. - 2002. - Vol. 3 (2). - P. 161-6.
124. Mashhadinezhad H., Sarabi E., Mashhadinezhad S. [et al.] Clinical outcomes after microdiscectomy for recurrent lumbar disk herniation: a single-center study /

Mashhadinezhad H., Sarabi E., Mashhadinezhad S. [et al.] // Archives of Bone and Joint Surgery. - 2018. - Vol. 6 (5). - P. 397.

125. Seidler A., Bergmann A., Jäger M. [et al.] Cumulative occupational lumbar load and lumbar disc disease—results of a German multi-center case-control study (EPILIFT) / Seidler A., Bergmann A., Jäger M. [et al.] // BMC Musculoskelet. Disord. - 2009. - Vol. 10 (1). - P. 1-13.

126. Yao Y., Zhang H., Wu J. [et al.] Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion Versus Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy: Revision Surgery for Recurrent Herniation After Microendoscopic Discectomy / Yao Y., Zhang H., Wu J. [et al.] // World Neurosurg. - 2017. - Vol. 99 - P. 89-95.

127. Yang Y., Yan X., Li W. [et al.] Long-Term Clinical Outcomes and Pain Assessment after Posterior Lumbar Interbody Fusion for Recurrent Lumbar Disc Herniation / Yang Y., Yan X., Li W. [et al.] // Orthop. Surg. - 2020. - Vol. 12 (3). - P. 907-16.

128. Allain J., Dufour T. Anterior lumbar fusion techniques: ALIF, OLIF, DLIF, LLIF, IXLIF / Allain J., Dufour T. // Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. - 2020. - Vol. 106 (1). - P. S149-S57.

129. Boschert E. N., Hagan D. P., Christ A. S. [et al.] Transpsoas Lateral Lumbar Interbody Fusion Technique and Indications // Seminars in Spine Surgery --Elsevier, 2022. -- C. 100945.

130. Burke P. J. Anterior lumbar interbody fusion / Burke P. J. // Radiol. Technol. - 2001. - Vol. 72 (5). - P. 423-30.

131. Fenton-White H. A. Trailblazing: the historical development of the posterior lumbar interbody fusion (PLIF) / Fenton-White H. A. // Spine J. - 2021. - Vol. 21 (9). - P. 1528-41.

132. Schnake K. J., Rappert D., Storzer B. [et al.] [Lumbar fusion-Indications and techniques] / Schnake K. J., Rappert D., Storzer B. [et al.] // Orthopade. - 2019. - Vol. 48 (1). - P. 50-58.

133. Guiroy A., Sícoli A., Masanés N. G. [et al.] How to perform the Wiltse posterolateral spinal approach: Technical note / Guiroy A., Sícoli A., Masanés N. G. [et al.] // *Surg. Neurol. Int.* - 2018. - Vol. 9 - P. 38.

134. Cao P., Chen Z., Zheng Y. [et al.] Comparison of simple discectomy and instrumented posterior lumbar interbody fusion for treatment of lumbar disc herniation combined with Modic endplate changes / Cao P., Chen Z., Zheng Y. [et al.] // *Chin. Med. J.* - 2014. - Vol. 127 (15). - P. 2789-94.

135. Mobbs R. J., Phan K., Malham G. [et al.] Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF / Mobbs R. J., Phan K., Malham G. [et al.] // *J Spine Surg.* - 2015. - Vol. 1 (1). - P. 2-18.

136. Oh K. W., Lee J. H., Lee J.-H. [et al.] The Correlation Between Cage Subsidence, Bone Mineral Density, and Clinical Results in Posterior Lumbar Interbody Fusion / Oh K. W., Lee J. H., Lee J.-H. [et al.] // *Clinical Spine Surgery.* - 2017. - Vol. 30 (6). - P. E683-E89.

137. Momin A. A., Steinmetz M. P. Evolution of Minimally Invasive Lumbar Spine Surgery / Momin A. A., Steinmetz M. P. // *World Neurosurg.* - 2020. - Vol. 140 - P. 622-26.

138. Sembrano J. N., Tohmeh A., Isaacs R. Two-year Comparative Outcomes of MIS Lateral and MIS Transforaminal Interbody Fusion in the Treatment of Degenerative Spondylolisthesis: Part I: Clinical Findings / Sembrano J. N., Tohmeh A., Isaacs R. // *Spine (Phila Pa 1976).* - 2016. - Vol. 41 Suppl 8 - P. S123-32.

139. Watkins R. G. I., Hanna R., Chang D. [et al.] Sagittal Alignment After Lumbar Interbody Fusion: Comparing Anterior, Lateral, and Transforaminal Approaches / Watkins R. G. I., Hanna R., Chang D. [et al.] // *Clinical Spine Surgery.* - 2014. - Vol. 27 (5). - P. 253-56.

140. Guigui P., Ferrero E. Surgical treatment of degenerative spondylolisthesis / Guigui P., Ferrero E. // *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* - 2017. - Vol. 103 (1, Supplement). - P. S11-S20.

141. Lan T., Hu S. Y., Zhang Y. T. [et al.] Comparison Between Posterior Lumbar Interbody Fusion and Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for the Treatment of Lumbar Degenerative Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis / Lan T., Hu S. Y., Zhang Y. T. [et al.] // *World Neurosurg.* - 2018. - Vol. 112 - P. 86-93.

142. Carpenter B. T., Sundaram C. P. Training the next generation of surgeons in robotic surgery / Carpenter B. T., Sundaram C. P. // *Robotic Surgery: Research and Reviews.* - 2017. - Vol. - P. 39-44.

143. Phan K., Lackey A., Chang N. [et al.] Anterior lumbar interbody fusion (ALIF) as an option for recurrent disc herniations: a systematic review and meta-analysis / Phan K., Lackey A., Chang N. [et al.] // *J Spine Surg.* - 2017. - Vol. 3 (4). - P. 587-95.

144. Xu D. S., Bach K., Uribe J. S. Minimally invasive anterior and lateral transpsoas approaches for closed reduction of grade II spondylolisthesis: initial clinical and radiographic experience / Xu D. S., Bach K., Uribe J. S. // *Neurosurg. Focus.* - 2018. - Vol. 44 (1). - P. E4.

145. Härtl R., Joeris A., McGuire R. A. Comparison of the safety outcomes between two surgical approaches for anterior lumbar fusion surgery: anterior lumbar interbody fusion (ALIF) and extreme lateral interbody fusion (ELIF) / Härtl R., Joeris A., McGuire R. A. // *Eur. Spine J.* - 2016. - Vol. 25 (5). - P. 1484-521.

146. Mamuti M., Fan S., Liu J. [et al.] Mini-open Anterior Lumbar Interbody Fusion for Recurrent Lumbar Disc Herniation Following Posterior Instrumentation / Mamuti M., Fan S., Liu J. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* - 2016. - Vol. 41 (18). - P. E1104-e14.

147. Абакиров М. Д., Круглов И. А., Абдрахманов Р. Р. Эндопротезирование межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника / Абакиров М. Д., Круглов И. А., Абдрахманов Р. Р. // *Хирургия позвоночника.* - 2016. - Vol. 13 (1). - P. 59-66.

148. Sandhu H., Zdeblick T., Foley K. [et al.] Anterior lumbar interbody fusion with LT-cages: the influence of workers compensation status on chronological clinical outcome / Sandhu H., Zdeblick T., Foley K. [et al.] // *The Spine Journal.* - 2002. - Vol. 2 (5, Supplement). - P. 123-24.

149. Teng I., Han J., Phan K. [et al.] A meta-analysis comparing alif, plif, tlif and llif / Teng I., Han J., Phan K. [et al.] // *J. Clin. Neurosci.* - 2017. - Vol. 44 - P. 11-17.
150. Winder M. J., Gambhir S. Comparison of ALIF vs. XLIF for L4/5 interbody fusion: pros, cons, and literature review / Winder M. J., Gambhir S. // *Journal of Spine Surgery.* - 2016. - Vol. 2 (1). - P. 2.
151. Kapustka B., Pawel C., Kiwic G. [et al.] Anterior Lumbar Interbody Fusion (ALIF): Biometrical Results and Own Experiences / Kapustka B., Pawel C., Kiwic G. [et al.] // *Global Spine Journal.* - 2016. - Vol. 6 (1\_suppl). - P. s-0036-1583012-s-0036-12.
152. Rao P. J., Phan K., Giang G. [et al.] Subsidence following anterior lumbar interbody fusion (ALIF): a prospective study / Rao P. J., Phan K., Giang G. [et al.] // *Journal of Spine Surgery.* - 2017. - Vol. 3 (2). - P. 168.
153. Azarhomayoun A., Chou R., Shirdel S. [et al.] Sequestrectomy Versus Conventional Microdiscectomy for the Treatment of a Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review / Azarhomayoun A., Chou R., Shirdel S. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* - 2015. - Vol. 40 (24). - P. E1330-E39.
154. Chen Z., Zhang L., Dong J. [et al.] Percutaneous Transforaminal Endoscopic Discectomy Versus Microendoscopic Discectomy for Lumbar Disc Herniation: 5-year Long-term Results of a Randomized Controlled Trial / Chen Z., Zhang L., Dong J. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* - 9900. - Vol. - P. 10.
155. Goker B., Aydin S. Endoscopic surgery for recurrent disc herniation after microscopic or endoscopic lumbar discectomy / Goker B., Aydin S. // - 2020. - Vol. - P.
156. Benzakour A., Benzakour T. Lumbar disc herniation: long-term outcomes after mini-open discectomy / Benzakour A., Benzakour T. // *Int. Orthop.* - 2019. - Vol. 43 (4). - P. 869-74.
157. Delamarter R. Microdiscectomy and microsurgical laminotomies / Delamarter R. // *The adult spine: principles and practice.* - 1996. - Vol. - P.
158. Yoshikane K., Kikuchi K., Izumi T. [et al.] Full-Endoscopic Lumbar Discectomy for Recurrent Lumbar Disc Herniation: A Retrospective Study with Patient-Reported Outcome Measures / Yoshikane K., Kikuchi K., Izumi T. [et al.] // *Spine Surgery and Related Research.* - 2021. - Vol. 5 (4). - P. 272-77.

159. Burkhardt B. W., Grimm M., Schwerdtfeger K. [et al.] The Microsurgical Treatment of Lumbar Disc Herniation: A Report of 158 Patients With a Mean Follow-up of More Than 32 Years / Burkhardt B. W., Grimm M., Schwerdtfeger K. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2019. - Vol. 44 (20). - P. 1426-34.

160. Heindel P., Tuchman A., Hsieh P. C. [et al.] Reoperation Rates After Single-level Lumbar Discectomy / Heindel P., Tuchman A., Hsieh P. C. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2017. - Vol. 42 (8). - P. E496-E501.

161. Suk K.-S., Lee H.-M., Moon S.-H. [et al.] Recurrent Lumbar Disc Herniation: Results of Operative Management / Suk K.-S., Lee H.-M., Moon S.-H. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2001. - Vol. 26 (6). - P. 672-76.

162. Guan J., Ravindra V. M., Schmidt M. H. [et al.] Comparing clinical outcomes of repeat discectomy versus fusion for recurrent disc herniation utilizing the N2QOD / Guan J., Ravindra V. M., Schmidt M. H. [et al.] // *J. Neurosurg. Spine*. - 2017. - Vol. 26 (1). - P. 39-44.

163. Hubbe U., Franco-Jimenez P., Klingler J.-H. [et al.] Minimally invasive tubular microdiscectomy for recurrent lumbar disc herniation / Hubbe U., Franco-Jimenez P., Klingler J.-H. [et al.] // *Journal of Neurosurgery: Spine SPI*. - 2016. - Vol. 24 (1). - P. 48-53.

164. Shepard N., Cho W. Recurrent lumbar disc herniation: a review / Shepard N., Cho W. // *Global spine journal*. - 2019. - Vol. 9 (2). - P. 202-09.

165. Chen Z., Zhang L., Dong J. [et al.] Percutaneous Transforaminal Endoscopic Discectomy Versus Microendoscopic Discectomy for Lumbar Disc Herniation: Two-Year Results of a Randomized Controlled Trial / Chen Z., Zhang L., Dong J. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2020. - Vol. 45 (8). - P. 493-503.

166. Abdu R. W., Abdu W. A., Pearson A. M. [et al.] Reoperation for Recurrent Intervertebral Disc Herniation In The Spine Patient Outcomes Research Trial: Analysis of Rate, Risk Factors and Outcomes / Abdu R. W., Abdu W. A., Pearson A. M. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2017. - Vol. 42 (14). - P. 1106.

167. Shin E.-H., Cho K.-J., Kim Y.-T. [et al.] Risk factors for recurrent lumbar disc herniation after discectomy / Shin E.-H., Cho K.-J., Kim Y.-T. [et al.] // *Int. Orthop.* - 2019. - Vol. 43 (4). - P. 963-67.
168. Kim M. S., Park K.-W., Hwang C. [et al.] Recurrence Rate of Lumbar Disc Herniation After Open Discectomy in Active Young Men / Kim M. S., Park K.-W., Hwang C. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2009. - Vol. 34 (1). - P. 24-29.
169. Reith C., Lausberg G. Risk factors of recurrent disc herniation / Reith C., Lausberg G. // *Neurosurg. Rev.* - 1989. - Vol. 12 (2). - P. 147-50.
170. Bohl D. D., Narain A. S., Hijji F. Y. [et al.] Narcotic consumption following anterior and lateral lumbar interbody fusion procedures / Bohl D. D., Narain A. S., Hijji F. Y. [et al.] // *Clinical Spine Surgery*. - 2017. - Vol. 30 (9). - P. E1190-E200.
171. Bovenzi M., Betta A. Low-back disorders in agricultural tractor drivers exposed to whole-body vibration and postural stress / Bovenzi M., Betta A. // *Appl. Ergon.* - 1994. - Vol. 25 (4). - P. 231-41.
172. El Shazly A., El Wardany M., Morsi A. Recurrent lumbar disc herniation: a prospective comparative study of three surgical management procedures / El Shazly A., El Wardany M., Morsi A. // *Asian. J. Neurosurg.* - 2013. - Vol. 8 (03). - P. 139-46.
173. Floman Y. Progression of lumbosacral isthmic spondylolisthesis in adults / Floman Y. // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2000. - Vol. 25 (3). - P. 342-47.
174. Smith W., Christian G., Serrano S. A Comparison of Perioperative Charges and Outcome between Open Anterior and Mini-Open Lateral Approaches for Lumbar Discectomy and Fusion / Smith W., Christian G., Serrano S. // *The Spine Journal*. - 2011. - Vol. 11 (10). - P. S102.
175. Johnson R. M., McGUIRE E. J. Urogenital complications of anterior approaches to the lumbar spine / Johnson R. M., McGUIRE E. J. // *Clin. Orthop. Relat. Res.* - 1981. - Vol. (154). - P. 114-18.
176. Irmola T. M., Häkkinen A., Järvenpää S. [et al.] Reoperation Rates Following Instrumented Lumbar Spine Fusion / Irmola T. M., Häkkinen A., Järvenpää S. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2018. - Vol. 43 (4). - P. 295-301.

177. Ahsan M. K., Hossain M. R., Khan M. S. I. [et al.] Lumbar revision microdiscectomy in patients with recurrent lumbar disc herniation: A single-center prospective series / Ahsan M. K., Hossain M. R., Khan M. S. I. [et al.] // *Surg. Neurol. Int.* - 2020. - Vol. 11 - P.

178. Modic M. T., Masaryk T. J., Ross J. S. [et al.] Imaging of degenerative disk disease / Modic M. T., Masaryk T. J., Ross J. S. [et al.] // *Radiology.* - 1988. - Vol. 168 (1). - P. 177-86.

179. Zhang Y.-H., Zhao C.-Q., Jiang L.-S. [et al.] Modic changes: a systematic review of the literature / Zhang Y.-H., Zhao C.-Q., Jiang L.-S. [et al.] // *Eur. Spine J.* - 2008. - Vol. 17 (10). - P. 1289-99.

180. Rahme R., Moussa R. The modic vertebral endplate and marrow changes: pathologic significance and relation to low back pain and segmental instability of the lumbar spine / Rahme R., Moussa R. // *American Journal of Neuroradiology.* - 2008. - Vol. 29 (5). - P. 838-42.

181. Li Y., Wang B., Li H. [et al.] Adjuvant surgical decision-making system for lumbar intervertebral disc herniation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a retrospective nonlinear multiple logistic regression prediction model based on a large sample / Li Y., Wang B., Li H. [et al.] // *The Spine Journal.* - 2021. - Vol. 21 (12). - P. 2035-48.

182. Axelsson P., Karlsson B. S. Intervertebral mobility in the progressive degenerative process. A radiostereometric analysis / Axelsson P., Karlsson B. S. // *Eur. Spine J.* - 2004. - Vol. 13 (6). - P. 567-72.

183. Makirov S. K., Yuz A. A., Jahaf M. T. [et al.] Quantitative evaluation of the lumbosacral sagittal alignment in degenerative lumbar spinal stenosis / Makirov S. K., Yuz A. A., Jahaf M. T. [et al.] // *International Journal of Spine Surgery.* - 2015. - Vol. 9 - P.

184. Farshad-Amacker N. A., Farshad M., Winklehner A. [et al.] MR imaging of degenerative disc disease / Farshad-Amacker N. A., Farshad M., Winklehner A. [et al.] // *Eur. J. Radiol.* - 2015. - Vol. 84 (9). - P. 1768-76.

185. Hasz M. W. Diagnostic Testing for Degenerative Disc Disease / Hasz M. W. // *Adv. Orthop.* - 2012. - Vol. 2012 - P. 413913.
186. Castellvi A. E., Goldstein L. A., Chan D. P. Lumbosacral transitional vertebrae and their relationship with lumbar extradural defects / Castellvi A. E., Goldstein L. A., Chan D. P. // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 1984. - Vol. 9 (5). - P. 493-5.
187. Carragee E. J., Spinnickie A. O., Alamin T. F. [et al.] 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 / Carragee E. J., Spinnickie A. O., Alamin T. F. [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. - 2006. - Vol. 31 (6). - P. 653-57.
188. Sebai M. A., Kerezoudis P., Alvi M. A. [et al.] Need for arthrodesis following facetectomy for spinal peripheral nerve sheath tumors: an institutional experience and review of the current literature / Sebai M. A., Kerezoudis P., Alvi M. A. [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* - 2019. - Vol. 31 (1). - P. 112-22.
189. Cawley D. T., Shenoy R., Benton A. [et al.] The evolution of partial undercutting facetectomy in the treatment of lumbar spinal stenosis / Cawley D. T., Shenoy R., Benton A. [et al.] // *J Spine Surg.* - 2018. - Vol. 4 (2). - P. 451-55.
190. Hartmann F., Janssen C., Böhm S. [et al.] Biomechanical effect of graded minimal-invasive decompression procedures on lumbar spinal stability / Hartmann F., Janssen C., Böhm S. [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* - 2012. - Vol. 132 (9). - P. 1233-9.
191. Hamasaki T., Tanaka N., Kim J. [et al.] Biomechanical assessment of minimally invasive decompression for lumbar spinal canal stenosis: a cadaver study / Hamasaki T., Tanaka N., Kim J. [et al.] // *J Spinal Disord Tech.* - 2009. - Vol. 22 (7). - P. 486-91.
192. Zeng Z. L., Zhu R., Wu Y. C. [et al.] Effect of Graded Facetectomy on Lumbar Biomechanics / Zeng Z. L., Zhu R., Wu Y. C. [et al.] // *J. Healthc. Eng.* - 2017. - Vol. 2017 - P. 1 - 6.
193. Ahuja S., Moideen A. N., Dudhniwala A. G. [et al.] Lumbar stability following graded unilateral and bilateral facetectomy: A finite element model study /

Ahuja S., Moideen A. N., Dudhniwala A. G. [et al.] // *Clinical Biomechanics*. - 2020. - Vol. 75 - P. 105011.

194. Bodian Carol A., Freedman G., Hossain S. [et al.] The Visual Analog Scale for Pain: Clinical Significance in Postoperative Patients / Bodian Carol A., Freedman G., Hossain S. [et al.] // *Anesthesiology*. - 2001. - Vol. 95 (6). - P. 1356-61.

195. Alam A. Radiological evaluation of lumbar intervertebral instability / Alam A. // *Indian Journal of Aerospace Medicine*. - 2002. - Vol. 46 (2). - P. 48 - 53.

196. Gopinath P. Lumbar segmental instability: Points to ponder / Gopinath P. // *J Orthop*. - 2015. - Vol. 12 (4). - P. 165-7.

## Приложения

### Приложение А. Шкала Oswestry

Шкала Oswestry – оценка степени нарушения жизнедеятельности, вызванного патологией позвоночника (подраздел 2.3.2 диссертации)

Инструкции по подсчету баллов.

Для каждого раздела общий возможный балл равен 5. Если отмечено первое утверждение, оценка раздела = 0. Если отмечено последнее утверждение, оценка = 5. Если все 10 разделов пройдены, оценка рассчитывается следующим образом:

Пример: 16 (общее количество набранных очков)

$50$  (общий возможный балл)  $\times 100 = 32\%$

Если один раздел пропущен или неприменим, подсчитывается оценка:

16 (общее количество набранных очков)

$45$  (общий возможный балл)  $\times 100 = 35,5\%$

Минимальное обнаруживаемое изменение (90% достоверности): 10% баллов (изменение меньше этого может быть связано с ошибкой в измерении)

Таблица А – Интерпретация результатов оценки инвалидности Oswestry

от 0% до 20%: минимальная инвалидность	Пациент может справляться с большинством видов жизнедеятельности. Как правило, никакое лечение не показано, кроме рекомендаций по подъему сидя и физическим упражнениям.
21% -40%: умеренная инвалидность	Пациент испытывает больше боли и трудностей при сидении, подъеме и стоянии. Путешествия и общественная жизнь становятся более трудными, и они могут быть лишены возможности работать. Личная гигиена, сексуальная активность и сон сильно не затрагиваются, и пациента обычно можно лечить консервативными средствами.

41%-60%: тяжелая инвалидность	Боль остается основной проблемой в этой группе, но это влияет на повседневную деятельность. Эти пациенты нуждаются в детальном обследовании.
61%-80%: калека	Боль в спине затрагивает все аспекты жизни пациента. Требуется позитивное вмешательство.
81%-100%:	Эти пациенты либо прикованы к постели, либо преувеличивают свои симптомы.

Анкета инвалидности Oswestry при болях в пояснице.

Инструкции:

Эта анкета была разработана для того, чтобы предоставить нам информацию о том, как ваши боли в спине или ногах влияют на вашу способность справляться с повседневной жизнью. Пожалуйста, ответьте, поставив галочку в ОДНОМ поле в каждом разделе для утверждения, которое лучше всего относится к вам. Мы понимаем, что вы можете считать, что два или более утверждений в любом разделе применимы, но, пожалуйста, отметьте только то место, которое указывает на утверждение, наиболее четко описывающее вашу проблему.

#### Раздел 1 – Интенсивность боли

- Я могу терпеть боль, которую испытываю, не прибегая к обезболивающим препаратам.
- Боль сильная, но я справляюсь без необходимости принимать обезболивающие.
- Обезболивающее дает мне полное облегчение от боли.
- Обезболивающее дает мне умеренное облегчение от боли.
- Обезболивающее дает мне небольшое облегчение от боли.
- Обезболивающее не влияет на боль

## Раздел 2 – Личная гигиена (мытьё, одевание и т.д.)

- Я могу нормально позаботиться о себе, не вызывая усиления боли.
- Я могу нормально позаботиться о себе, но это усиливает мою боль.
- Мне больно заботиться о себе, и я действую медленно и осторожно.
- Мне нужна помощь, но я в состоянии справиться с большей частью своего личного ухода.
- Мне каждый день нужна помощь в большинстве аспектов моего ухода.
- Я не одеваюсь, с трудом умываюсь и остаюсь в постели.

## Раздел 3 – Подъем тяжестей

- Я могу поднимать тяжести без усиления боли.
- Я могу поднимать тяжести, но это вызывает сильную боль.
- Боль мешает мне поднимать тяжелые предметы (гири) с пола, но я могу справиться, если они удобно расположены, например, на столе.
- Боль мешает мне поднимать тяжести, но я могу предметы малого или среднего веса, если они удобно расположены.
- Я могу поднимать только очень легкие предметы.
- Я вообще ничего не могу поднять или унести.

## Раздел 4 - Ходьба

- Боль при ходьбе не мешает мне ходить на любое расстояние.
- Боль мешает мне пройти более 1 километра.
- Боль мешает мне пройти более ½ километра
- Боль мешает мне пройти более ¼ километра
- Я могу ходить только с помощью костылей или трости.
- Большую часть времени я провожу в постели, и мне приходится ползти в туалет.

## Раздел 5 – Возможность сидеть

- Я могу сидеть на любом стуле столько, сколько захочу.
- Я могу сидеть в своем любимом кресле столько, сколько захочу.
- Боль мешает мне сидеть более 1 часа.
- Боль не дает мне сидеть больше получаса.
- Боль мешает мне сидеть более 10 минут.
- Боль вообще мешает мне сидеть.

## Раздел 6 – Возможность стоять

- Я могу стоять столько, сколько захочу, без усиления боли.
- Я могу стоять так долго, как захочу, но это усиливает мою боль.
- Боль мешает мне стоять более 1 часа.
- Боль не позволяет мне стоять более получаса.
- Боль не позволяет мне стоять более 10 минут.
- Боль мешает мне вообще стоять.

## Раздел 7 – Сон

- Боль во сне не мешает мне хорошо спать.
- Я могу хорошо спать, только принимая обезболивающие.
- Даже когда я принимаю обезболивающие, я сплю меньше 6 часов.
- Даже когда я принимаю обезболивающие, я сплю меньше 4 часов.
- Даже когда я принимаю обезболивающие, я сплю меньше 2 часов.
- Боль мешает мне спать вообще

## Раздел 8 – Социальная жизнь

- Моя социальная жизнь нормальна и не усиливает мою боль.
- Моя социальная жизнь нормальна, но это увеличивает мой уровень боли.
- Боль мешает мне участвовать в более энергичных занятиях (например, спортом, танцами и т.д.)
- Боль мешает мне очень часто выходить на улицу.
- Боль ограничила мою социальную жизнь рамками моего дома.
- У меня почти нет никакой общественной жизни из-за моей боли.

## Раздел 9 – Путешествия

- Я могу путешествовать куда угодно без усиления боли.
- Я могу путешествовать куда угодно, но это усиливает мою боль.
- Боль ограничивает передвижение более чем на 2 часа.
- Боль ограничивает передвижение более чем на 1 час.
- Боль ограничивает мои поездки короткими необходимыми поездками менее чем на ½ часа.
- Боль препятствует любым поездкам, за исключением визитов к врачу / терапевту или в больницу.

## Раздел 10 – Занятость / Ведение домашнего хозяйства

- Мои обычные занятия домашним хозяйством / работой не причиняют боли.
- Мои обычные занятия домашним хозяйством / работой усиливают мою боль, но я все еще могу выполнять все, что от меня требуется.
- Я могу выполнять большую часть своих обязанностей по дому / работе, но боль мешает мне выполнять более физически напряженные действия (например, мытье полов).
- Боль мешает мне делать что-либо, кроме легких обязанностей.
- Боль мешает мне выполнять даже легкие обязанности.
- Боль мешает мне выполнять любую работу / домашние дела.