

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

*На правах рукописи*

**Аль Баварид Омар Абед Аль Хафез Мофлех**

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ГРЫЖЕЙ  
МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО  
ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ТРАНСФОРАМИНАЛЬНОЙ ЭНДОСКОПИИ С  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПУНКЦИОННОЙ НУКЛЕОПЛАСТИКОЙ**

3.1.8. Травматология и ортопедия

3.1.10. Нейрохирургия

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научные руководители:  
**Абакиров Медетбек Джумабекович**  
доктор медицинских наук, доцент  
**Чмутин Геннадий Егорович**  
доктор медицинских наук, профессор

Москва – 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>11</b>
1.1 Эпидемиология и диагностика грыж межпозвонковых дисков .....	11
1.2 Лечение межпозвонковых грыж .....	12
1.3. Сравнительная оценка результатов и осложнений хирургического лечения грыж межпозвонкового диска. ....	25
<b>Глава 2. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>29</b>
2.1. Характеристика собственного клинического материала .....	29
2.2. Методы исследования.....	34
2.2.1 Клинические методы обследования .....	34
2.2.2 Инструментальные методы обследования.....	40
2.3 Статистические методы .....	47
<b>Глава 3. ТРАНСФОРАМИНАЛЬНАЯ ЭНДОСКОПИЯ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПУНКЦИОННОЙ НУКЛЕОПЛАСТИКОЙ ПРИ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫХ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ГРЫЖАХ.....</b>	<b>48</b>
3.1. Показания и противопоказания к трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой при пояснично-крестцовых межпозвонковых грыжах.....	48
3.2. Стандартная хирургическая техника.....	49
3.2.1 Доступ к межпозвонковому диску.....	50
3.2.2 Эндоскопическое удаление поврежденного межпозвонкового диска.....	53
3.3. Модифицированная хирургическая техника.....	54
3.3.1 Доступ к межпозвонковому диску.....	55
3.3.2 Измененная эндоскопическая техника удаление .....	57
межпозвонкового диска .....	57
<b>Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....</b>	<b>62</b>
4.1. Клинические характеристики исследуемых пациентов .....	62
4.2. Обсуждение полученных результатов .....	66
4.3. Клинические примеры .....	70
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>76</b>
<b>ВЫВОДЫ .....</b>	<b>87</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....</b>	<b>89</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>90</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>91</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность и степень разработанности темы исследования**

Боли в области поясницы – одна из наиболее часто встречаемых жалоб пациентов. При этом боли могут быть как изолированными, так и сопровождаться иррадиацией в нижние конечности [Абакиров М. Д., 2019].

В 10% случаев причиной появления боли является грыжа межпозвонкового диска [Арестов С. О., 2014].

В настоящее время отмечается постоянный рост количества этих больных в разных возрастных группах, в том числе за счет пациентов молодого возраста.

Большое влияние на понимание частоты и характера повреждения межпозвоночных дисков оказало улучшение качества и доступности магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Большинство дегенераций межпозвонковых дисков протекают бессимптомно, что затрудняет их диагностику, а значит и профилактику на ранних стадиях. Это приводит к поздним обращениям, утяжелению стадии заболевания, а значит и затрудняет консервативное лечение. [Арджун С., 2015, Волков И. В., 2019].

При этом следует отметить, что консервативная терапия во многих случаях, хотя и обеспечивает регресс основных симптомов заболевания, но не устраняет причину их появления, что приводит к частым рецидивам и появлению показаний к хирургическому лечению.

Методы хирургического лечения данной патологии достаточно разнообразны. От объемных и травматичных открытых методик до малоинвазивных эндоскопических операций.

Постоянное усовершенствование оборудования и методик малоинвазивных вмешательств позволяет минимизировать травматизацию мягких тканей при доступе к поврежденному межпозвонковому диску и удалении грыжевого выпячивания.

В свою очередь, это приводит к сокращению периода стационарного лечения [Волков И. В., 2018; Габечия Г. В., 2018].

При подобном подходе к лечению грыж межпозвонковых дисков снижается риск инфекционных осложнений, уменьшается интраоперационная кровопотеря, травматизация мягких тканей, ускоряется процесс реабилитации и восстановления трудоспособности у работающих лиц.

Выбор метода хирургического лечения определяется клинической картиной заболевания, данными выполненных исследований, профессиональными навыками хирурга, оснащением клиники, личностными особенностями каждого пациента. До настоящего время не существует единого мнения о том, какие методы лечения и профилактики межпозвонковой грыжи пояснично-крестцового отдела позвоночника наиболее эффективны [Кокина М. С., 2011; Кравцов М. Н., 2018], рекомендован индивидуальный подход к пациентам.

Одной из таких методик лечения является эндоскопическое трансфораминальное удаление грыж межпозвонкового диска. Особенность данного метода, заключается в использовании бокового трансфораминального доступа через межпозвонковое отверстие, при этом корешок нерва визуализируется лишь после удаления грыжи [Кравцов М. Н., 2018].

При таком доступе отсутствует необходимость в тракции корешка и обеспечивается хорошая эндоскопическая визуализация, что благоприятно сказывается на результатах проводимого лечения.

Эндоскопическая операция обычно проводится в амбулаторных или стационарных условиях и может быть выполнена под местной или общей анестезией.

Сохранение структурной целостности и иннервации околопозвоночной мускулатуры, а также уменьшение количества эпидуральных рубцов облегчают ранние послеоперационные движения.

Данный подход улучшает функциональные результаты и повышает удовлетворенность пациентов полученным результатом. Эти факторы в сочетании с сокращением длительности хирургического вмешательства и необязательной необходимостью наркоза приводят к сокращению срока пребывания больного в

стационаре, что влияет на качество оказываемой помощи [Кравцов М. Н., 2021; Максимов Ю. Н., 2017].

Рецидивы корешкового синдрома после удаления грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника, по данным разных авторов, составляют от 6% до 15% [Leven D., 2015; Lewandrowski K. U., 2018] оперированных больных.

Рецидивирующая грыжа межпозвонкового диска пояснично-крестцового отдела позвоночника является наиболее распространенным показанием для повторной операции после поясничной дискэктомии.

Частота рецидивов и частота повторных операций при грыже диска поясничного отдела позвоночника после микроэндоскопической дискэктомии достигает 10,8% [Li K., 2019].

«Таким образом, подавляющее большинство специалистов, занимающихся чрескожной эндоскопической хирургией поясничного отдела позвоночника, отмечает ее преимущество перед открытыми малоинвазивными доступами по ряду существенных параметров таких как объем интраоперационной кровопотери, продолжительность операции, время пребывания пациента в стационаре и продолжительность реабилитационного периода.

Однако результаты оценки выраженности послеоперационного болевого синдрома, исходов операции по критериям MacNab, частоты осложнений, рецидивов и повторных операций требуют дальнейшего изучения» [Булыщенко Г. Г., 2018].

### **Цель исследования**

Улучшение результатов эндоскопического лечения пациентов межпозвонковыми грыжами пояснично-крестцового отдела позвоночника.

### **Задачи исследования**

1) разработать хирургическую технику трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой;

2) уточнить показания и противопоказания к трансфораминальной эндоскопической дискэктомии с последовательной пункционной нуклеопластикой межпозвонкового диска;

3) Оценить эффективность и безопасность разработанной оптимизированной техники трансфораминальной эндоскопической дискэктомии;

4) сравнить результаты хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков в пояснично-крестцовом отделе с помощью разработанной оптимизированной и стандартной техники трансфораминальной эндоскопии;

### **Научная новизна исследования**

Впервые в России разработаны показания к проведению техники трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой у пациентов с пояснично-крестцовыми межпозвонковыми грыжами.

Впервые усовершенствована и запатентована техника проведения трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой при грыжах межпозвонковых дисков (патент на изобретение № 2296509 от 2021 г. «Способ профилактики рецидива грыжи межпозвонкового диска.»), и доказана высокая эффективность разработанной техники хирургического вмешательства.

Впервые применена трансфораминальная эндоскопия с последовательной пункционной нуклеопластикой у пациентов с межпозвонковыми грыжами в пояснично-крестцовом отделе.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Применение разработанной нами методики проведения трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой при пояснично-крестцовых межпозвонковых грыжах позволило расширить показания к данному малоинвазивному вмешательству, что в большинстве случаев помогло избежать проведения более травматичного открытого удаления грыж через большие разрезы и избежать рецидивов в последующем среднесрочном периоде.

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

1. Трансфораминальная эндоскопия с последовательной пункционной нуклеопластикой при пояснично-крестцовых межпозвонковых грыжах является эффективным методом лечения данной патологии.

2. Применение оптимизированной методики трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой при пояснично-крестцовых межпозвонковых грыжах улучшает ближайшие и среднесрочные результаты лечения данной патологии.

3. Трансфораминальная эндоскопия с последовательной пункционной нуклеопластикой является эффективным методом профилактики рецидивов пояснично-крестцовых грыж после ранее проведенных операций.

## **Внедрение в практику**

Основные положения и разработки исследования внедрены в практику ортопедического отделения ГБУЗ ГКБ № 17 ДЗМ, а также используются в учебном процессе на кафедре травматологии и ортопедии медицинского факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (г. Москва).

## **Личный вклад соискателя**

Автором определены цели и задачи исследования, собран клинический материал, все оперативные вмешательства проведены с его личным участием, выполнен анализ полученных результатов.

Автором усовершенствована техника трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой при пояснично-крестцовых межпозвонковых грыжах.

## **Апробация диссертации**

Материалы диссертации доложены на:

1. Научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Дагестанского государственного медицинского университета «Современные подходы к лечению травматологических и ортопедических больных» в г. Махачкале (2018 год.). Доклад по

теме: «Трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой при пояснично-крестцовых межпозвонковых грыжах»;

2. «Агаджаньяновских чтениях» РУДН в г. Москве (2018 год). Доклад по теме: «Сравнение результатов эндоскопического лечение пациентов с межпозвонковыми грыжами пояснично-крестцового отдела позвоночника»;

3. XVIII всероссийском симпозиуме с международным участием «Эколого-физиологические проблемы адаптации» в г. Сочи (2019 год) Доклад по теме: «Сравнение результатов при хирургических методах лечения межпозвонковых грыжах пояснично-крестцового отдела позвоночника у пациентов детского и молодого возраста»;

4. форуме «Эколого-физиологические проблемы адаптации» в г. Сочи (2019 год). Доклад по теме: «Результаты эндоскопического лечения пациентов межпозвонковыми грыжами пояснично-крестцового отдела позвоночника»;

5. IV Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов (Москва, 2020), доклад по теме: «Дифференцированное применение малоинвазивных хирургических методов при лечение пациентов с межпозвонковыми грыжами пояснично-крестцового отдела позвоночника»;

6. Межвузовский научный конгресс «Высшая школа: научные исследования»

(Москва, 2020), доклад по «Результаты ревизионных операций при дегенеративно-дистрофических заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника»;

#### **Публикация результатов исследования**

По теме проведенного исследования опубликовано 8 печатных работ, из них 3 – в журналах Scopus, 1 – в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ. 4 – тезисы. В стадии оформления находится патент на изобретение (патент РФ № 2296509 от 2021 г).

#### **Объем и структура работы**

Диссертация изложена на 110 страницах печатного текста и включает введение, главу «Обзор литературы», главу «Материал и методы исследования», главу собственных клинических исследований, заключение, выводы, практические



рекомендации и указатель литературы, включающий 27 источника отечественных и 148 источников иностранных авторов. Работа проиллюстрирована 9 таблицами и 22 рисунками.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации:

1. Результаты ревизионных операций при дегенеративно-дистрофических заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника / Абакиров М.Дж., Нурмухаметов Р. М., Мамырбаев С.Т., **Аль-Баварид О.А.** // Политравма. – 2020. – № 1, С. 31-40. DOI: 10.24411/1819-1495-2020-10005.

2. Ревизионная хирургия у пациентов с псевдартрозом и заболеванием смежного сегмента при дегенеративно-дистрофических заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника / Абакиров М.Д., Нурмухаметов Р.М., Мамырбаев С.Т., **Аль-Баварид Омар** // Политравма. – 2020. – № 3, С. 85-93. DOI: 10.24411/1819-1495-2020-10036.

3. Результаты трансфораминального эндоскопического удаления грыжи диска пояснично-крестцового отдела позвоночника, дополненного нуклеопластикой / М.Д. Абакиров, **О.А. Аль-Баварид**, М.А. Па-нин, Р.М. Нурмухаметов, С.Т. Мамырбаев, А.А. Аленизи // Гений ортопедии. – 2021. – Т. 27, № 2. С. 243-248. DOI 10.18019/1028-4427-202127-2-243-248.

4. Трансфораминальное эндоскопическое удаление грыжи межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника с пункционной нуклеопластикой / Абакиров М. Д., **Аль Баварид О. А.**, Мамырбаев С. Т., Панин М. А., Нурмухаметов Р. М., Абдрахманов Р. Р., Алавайда В., Рамулгон К., Аленизи А. А. // Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2020. – Т. 24 (3). С. 227—236. DOI: 10.22363/2313- 0245-2020-24-3-227-236.

5. Абакиров М. Д., **Аль-Баварид О. А.** Эндоскопическое трансфораминальное удаление грыжи позвоночника. Сравнение эффективности и возможностей с микрохирургическим методом удаления грыж // Сборник тезисов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Дагестанского государственного медицинского университета. «Современные подходы к диагностике и лечению

травматологических и ортопедических больных» (г. Махачкала, 2018 г.).  
Махачкала, 2018. С. 7.

6. Абакиров М. Д., Торшин В. И., **Аль-Баварид О.А.**, Мамырбаев С. Т., Алсмади Я. М. Опыт применения пункционной нуклеопластики после трансфораминальной эндоскопической дискэктомии при грыжах межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела // Материалы XVIII Всероссийского симпозиума с международным участием «Эколого-физиологические проблемы адаптации» (г. Сочи, 2019 г.). Сочи, 2019. С. 15–18.

7. Абакиров М. Д., Торшин В. И., **Аль-Баварид О. А.**, Мамырбаев С. Т., Алсмади Я. М. Повторные операции на пояснично-крестцовом отделе позвоночника при дегенеративных заболеваниях. // Материалы XVIII Всероссийского симпозиума с международным участием «Эколого-физиологические проблемы адаптации» (г. Сочи, 2019 г.). Сочи, 2019. С. 48.

8. Абакиров М. Д., Торшин В. И., **Аль Баварид О. А.**, Мамырбаев С. Т. Результаты ревизионных операций при дегенеративных заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника // Материалы XVIII Всероссийского симпозиума с международным участием «Эколого-физиологические проблемы адаптации» (г. Сочи, 2019 г.). М., 2019. С. 65.

## Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Эпидемиология и диагностика грыж межпозвонковых дисков

По различным литературным источникам, до 80% всех обследованных пациентов в течение жизни переносили, по крайней мере, один эпизод боли в пояснице с наличием или отсутствием боли в нижних конечностях [Абакиров М. Д., 2019].

«До 70% людей хотя бы раз в жизни испытывали такую боль в спине, которая заставила их обратиться к невропатологу, а 19% из обратившихся были вынуждены прибегнуть к операции из-за отсутствия достаточного лечебного эффекта от консервативной терапии» [Абакиров М. Д., 2020;].

У 5–10% пациентов боль в пояснице обусловлена грыжами межпозвонковых дисков, в 43% случаев она сопровождается радикулопатией и ишиасом [Арестов С. О., 2014].

Таким образом, грыжа межпозвонкового диска остается актуальной проблемой современности, являясь этапом дегенерации диска, и выявляется у лиц любого возраста в 54–79% случаев [Абакиров М. Д., 2020; Абакиров М. Д., 2020].

Число пациентов, имеющих грыжу межпозвонкового диска, увеличивается во всем мире, в том числе и за счет лиц молодого возраста.

Данное заболевание представляет собой выпячивание диска за пределы замыкательных пластинок тел позвонков или выпадение фрагментов диска в позвоночный канал [Абакиров М. Д., 2020].

Основной причиной грыж межпозвонкового диска является его дегенеративные изменения на фоне постоянно меняющихся нагрузок и множества перенесенных микротравм.

В 90% случаев основной локализацией является пояснично-крестцовый отдел позвоночника в дисковом пространстве L4–L5 или L5–S1 [Абакиров М. Д., 2020; Арестов С. О., 2014; Арестов С. О., 2017].

Большое влияние на изучение частоты и характера повреждения межпозвонковых дисков оказало улучшение качества и доступность МРТ. Большинство дегенераций межпозвонковых дисков протекают бессимптомно, что

затрудняет их диагностику, а значит и профилактику на ранних стадиях. Пациенты, как правило, обращаются к врачу уже с выраженной болевой симптоматикой. Многообразие определений дегенерации дисков и его грыж усложняет процесс статистического анализа данного заболевания [Арджун С., 2015; Волков И. В., 2017].

## **1.2 Лечение межпозвонковых грыж**

Консервативная терапия во многих случаях обеспечивает регресс основных симптомов заболевания, но не устраняет причину их появления, что приводит к частым рецидивам у ряда пациентов и необходимости хирургического лечения.

Первые попытки хирургического лечения болевого синдрома в области спины были предприняты более 100 лет назад.

Так Oppenheim и Krause в 1909 году и Streinke в 1918 году, используя задний доступ к межпозвонковым дискам поясничного отдела позвоночника, произвели иссечение грыжевых выпячиваний, ошибочно принимая их за опухоли позвоночника [Knight M. T., 2001].

Исправили эту ситуацию Mixter и Barr в 1934 году, связав ткани в удаленных грыжах с нормальной структурой межпозвонковых дисков [McGrath L. V. Jr., 2016; McGrath L. V. Jr., 2016].

На протяжении длительного времени основным способом лечения грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника была открытая гемиламинэктомия с последующим их иссечением [Mayer H. M., 1999].

Все изменилось с появлением и усовершенствованием методики использования операционного микроскопа [Caspar W. A., 1977; Choudhri T. F., 2014; Goald H. J., 1980; Williams R. W., 1978; Wilson D. H., 1979; Yasargil M. G., 1977]. Это позволило уменьшить травматичность операции и улучшить её результаты [Kambin P., 1986].

Дальнейшему развитию данной методики способствовало появление специальных ретракторов и многих других хирургических инструментов для выполнения доступа и работы в эпидуральном пространстве.

Разработанная таким образом методика малоинвазивной микродискэктомии задним хирургическим доступом широко используется и в настоящее время [Mathews H. H., 1996; Thongtrangan I., 2004].

По мере развития эндоскопического оборудования, от ригидных устройств до полугибких и волоконно-оптических, с целью дальнейшего снижения травматического воздействия в ходе операции Foley и Smith предложили использовать его при микрохирургическом удалении межпозвонковых грыж поясничного отдела позвоночника [Старков Ю. Г., 2004; Fan G., 2017]. В данном случае также использовался задний оперативный доступ, иссечение же самой грыжи выполнялось под контролем эндоскопа.

Одним из основоположников малоинвазивной хирургии позвоночника можно назвать Lumen Smith, который в 1963 году одним из первых начал лечение межпозвонковых грыж путем инъекции хемопапаина, что в последующем получило название хемонуклеолиз (chemonucleolysis) [Булыщенко Г. Г., 2018].

Простота вмешательства, полное отсутствие инвазии в позвоночном канале стали залогом высокой распространенности данной методики как первой альтернативы открытой нуклеотомии [Kambin P., 2005; Koebbe C. J., 2002].

В 1975 году Hijikata и соавт. [Hosni H. S. et al., 2019] из Японии самостоятельно выполнили механическую нуклеотомию через заднебоковой доступ к центру диска под рентгенологическим контролем и сообщили о 64%-м успехе. Kambin и Gellmann в 1983 году подробно описали и обосновали схожую методику [Kambin P., 2005].

В последующем Schreiber и Suezawa на основании опыта Hijikata's разработали серию канюль для нуклеотомии, которые телескопически накладывались одна на другую и помещались в центр межпозвонкового диска из двустороннего двупортального заднебокового доступа с видеоэндоскопической визуализацией [Schreiber A., 1986].

Большие канюли с 7-8-миллиметровым внутренним диаметром позволяли вводить более крупные кусачки и быстрее удалять ткань пульпозного ядра.

По мнению авторов, данный подход был более предпочтительным и безопасным по сравнению с флюороскопическим контролем.

Однако двусторонний доступ, как показала практика, удлинял время операции, лучевую нагрузку и тем самым повышал риск инфицирования [Schreiber A., 1986]

В 1985 году Onik и соавт. [Okuda S. et al., 2018] выдвинули концепцию центральной нуклеотомии с помощью механического инструмента, называемого нуклеотомом. Малый калибр инструментов и простота процедуры способствовали популяризации данной хирургической техники в последующие годы. Воодушевленный этими результатами и опытом хемонуклеолиза, Kambin в сотрудничестве с фирмой “Dyonies” разработал ригидные артроскопы с рабочим каналом и оригинальные инструменты для дискэктомии в жидкой среде физиологического раствора [Kambin P., 2005].

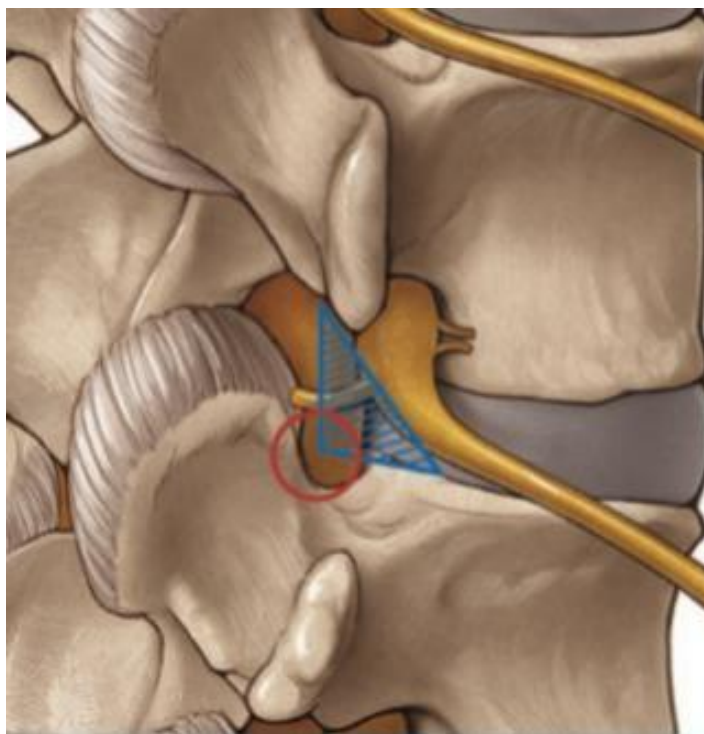
Но «широкое внедрение в хирургическую практику эндоскопической нуклеотомии межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника путем чрескожного заднебокового доступа стала возможным после описания Kambin в 1991 году безопасной треугольной рабочей зоны в области межпозвонкового отверстия» [Kambin P., 2005].

Границы этой зоны, в последующем получившей название треугольник Камбина (Рис.1), образованы в области основания верхней концевой пластинкой нижележащего поясничного позвонка.

Передняя граница образована выходящим корешком спинномозгового нерва. Последняя же его грань представлена дуральным мешком и проходящим нервным корешком.

Треугольник слабо покрыт жировой тканью и мелкими поверхностными прожилками [Волков И. В., 2017; Волков И. В., 2018; Коновалов Н. А., 2017].

Kambin также проиллюстрировал радиографическое позиционирование иглы в переднезаднем и боковой проекции.



**Рисунок 1** – Треугольник Камбина (Kambin P. History of the surgical treatment of herniated discs from cauterization to arthroscopic and endoscopic spinal surgery in Kambin P (ed.): Arthroscopic and endoscopic spinal surgery. ed.Totowa: Humana Press Inc. 2005.1–27)

Friedman и Jacobson начали использовать дальний боковой доступ (far lateral approach) при лечении грыжи диска поясничного отдела позвоночника, пользуясь плевральной дренажной трубкой номером 40Fr.

Технически данная трубка вводилась через разрез над подвздошным гребнем к внутренней поверхности межпозвонкового диска. После ручной нуклеотомии фрагменты диска удаляли с помощью кусачек [Арестов С. О., 2014].

Этот подход был широко распространен с незначительными модификациями Ruetten и соавт. [Муродов Р. Р., 2015].

Разработка заднебокового доступа с определением границ безопасной рабочей зоны дало старт многочисленным работам, посвященным данной тематике в применении к непрямой декомпрессии невралжных структур на фоне болевого синдрома, вызванного деформацией межпозвонкового диска. При этом происходило усовершенствование самого доступа, внедрялось множество

различного инструментария, в том числе и с использованием лазерных технологий. [Chiu J. C., 2001; Choy D. S. J., 1987; Mathews H. H., 1996].

Внедрение лазера открыло новые рубежи в малоинвазивной хирургии позвоночника.

Так в 1990 году Kambin [Габечия Г. В., 2018] начал использовать лазер для выпаривания фрагментов межпозвонкового диска, но высокий риск повреждения нервных структур ограничил возможности для адекватной декомпрессии оперируемого сегмента позвоночника.

Возвращаясь к истории появления задненаружного доступа, первоначально он использовался в основном для забора биопсийного материала из позвонков, хемонуклеолиза, дискографии и автоматизированной нуклеотомии [Jaikumar S., 2002; Kambin P., 2005; Koebbe C. J., 2002].

С целью снижения гидростатического давления Nult производил перфорацию межпозвонкового диска через заднебоковой доступ при выраженном дискогенном поясничном болевом синдроме.

Его коллега Feffer также пытался уменьшить болевой синдром путем введения гидрокортизона [Kambin P., 2005; Koebbe C. J., 2002].

Merkovic и его резидент Schwartz независимо друг от друга на рентгенограммах 12 трупов определили размеры рабочей зоны и безопасную точку для введения иглы в переднезадние и боковые отделы при эндоскопической хирургии позвоночника.

Было установлено, что внутренняя треть или середина педикулярного положения могут быть использованы при сублигаментной или интраканаликулярной (фораминальной) грыже межпозвонкового диска [Кравцов М. Н., 2021].

Но сами размеры безопасной зоны для установки инструментов не были четко определены. Именно Kambin подробно на трупном материале изучил и описал границы данной зоны при заднебоковом доступе.



В 1990 году многие хирурги вертебрологи начали делать малоинвазивные операции на позвоночнике при помощи увеличительной лупы или под микроскопом с привлечением эндоскопа для лучшей визуализации.

Destandau и Kevin Foley независимо друг от друга разработали трубчатую ретракторную систему и эндоскопическую хирургическую систему для чрезламинарного заднего доступа. И хотя Kevin Foley первым опубликовал результаты своей работы, именно Destandau первым разработал и начал использовать свою систему [Абакиров М. Д., 2020; Морев А. В., 2019].

В 1991 году Kambin и Sampson [Кравцов М. Н., 2018] разработали специальную канюлю (ID 10–23 мм) для чрезламинарной и трансфораминальной эндоскопии.

В 1997 году Anthony Yeung разработал эндоскоп YESS, изготовленный компанией Richard Wolf Surgical Instrument Company и одобренный FDA, многоканальный жидкостной интегрированный рабочий канал жесткого эндоскопа, после чего началась современная эра эндоскопической хирургии при лечении межпозвонковых грыж.

Основным отличием системы Destandau от применявшихся тогда систем была полная визуализация процесса посредством видеоэндоскопа. С 1999 по 2001 годы автором было выполнено 1562 операции с использованием коммерческого варианта данной системы – Endospine [Destandau J., 2006].

Широкого распространения данная методика не получила в виду наступления эры чрескожной однопортальной эндоскопии [Кравцов М. Н., 2021].

Появление чрескожной однопортальной эндоскопической методики при лечении межпозвонковых грыж поясничного отдела позвоночника стало возможным после появления и усовершенствования трансфораминального и интерламинарного доступов.

Немалую роль в этом сыграло появление на рубеже 2000-х годов ригидных эндоскопов и соответствующего инструментария [Hoogland T., 2006; Telfeian A. E., 2015; Yasargil M. G., 1977].

Так, были разработаны эндоскопические системы THESSYS (Thjmas Yjgland Endoscopic Spine Sestem) и YESS (Yeung Endoscopic Spine System), были представлены ригидные интегрированные многоканальные операционные спинальные эндоскопы, позволившие многократно улучшить визуализацию структур позвоночного канала [Hoogland T., 2006; Kim C., 1976; Williams R. W., 1978; Schreiber A., 1986; Telfeian A. E., 2015; Yeung A. T., 2000, 2002; Yeung A. T., 2000].

Kambin и Sampson описали самостоятельную эндоскопическую технику визуализации при несеквестрированной грыже диска при экстрафораминальном доступе, но эта техника постепенно превратилась в трансламинарный доступ для дискэктомии [Кравцов М. Н., 2018].

В 1996 году Mathews, разрабатывавший волоконно-оптический эндоскоп для Sofamor Danek, начал использовать трансфораминальную эндоскопическую дискэктомию через межпозвонковое отверстие [Кравцов М. Н., 2018].

Появление трансфораминального доступа было во многом обусловлено необходимостью достижения эпидурального пространства для лучшей визуализации внутридисковой декомпрессии через треугольник Kambin на этапе извлечения инструментов и эндоскопа с угловой оптикой [Кравцов М. Н., 2021; Mayer H. M., 1992].

В дальнейшем трансфораминальный доступ стали использовать для выполнения операций на межпозвонковых дисках поясничного отдела позвоночника [Ditsworth D. A., 1998; Koebbe C. J., 2002; Mathews H. H., 1996].

С этого момента кардинально меняется подход к чрескожной видеоэндоскопической хирургии, где вместо использования внутридисковой техники через треугольника Kambin, все чаще начинают использовать трансфораминальный внутриканальный метод [Кравцов М. Н., 2021; Старков Ю. Г., 2009].

Hoogland описал подход “Outside in” для трансфораминальной эндоскопической техники путем пересечения фасетки и прямого попадания в эпидуральное пространство, но эта техника требует фораминопластики для доступа к

поврежденному диску, что может вызвать кровотечение и затруднить визуализацию [Булыщенко Г. Г., 2018].

В дальнейшем эта проблема была решена посредством увеличения давления при ирригации рабочей зоны физиологическим раствором [Krugluger J., 2009]

Choi и соавт. внесли свой вклад в модификацию эндоскопической техники при доступе к глубоким боковым грыжам диска. Также он разработал чрезламинарный и интраламинарный подход при сложных грыжах диска на уровне L5–S1, каудально и краниально мигрирующих грыжах, чрезламинарный доступ при высоко расположенных грыжах диска, для эндоскопического лечения стеноза позвоночного канала [Абакиров М. Д. и др., 2019; Кравцов М. Н. и др., 2018].

Теоретическое обоснование чрескожной однопортальной эндоскопической интерламинальной дискэктомии сделал Ruetten [Ruetten S., 1976].

В своей работе Ruetten описывал данную методику как альтернативу трансфораминальному доступу при эндоскопическом удалении грыж межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника.

С 2001 по 2002 гг. Ruetten «выполнил 423 чрескожных видеоэндоскопических поясничных дискэктомии интерламинарным доступом в жидкой среде» [Ruetten S., 2006].

В другом исследовании Reutten с соавторами убедительно обосновал преимущества эндоскопической дискэктомии перед стандартной микродискэктомией, что позволило начать широкое внедрение данного метода в хирургическую практику [Nagahama K., 2019; Ruetten S., 2006; Wang L., 2013].

Свой вклад в систематизацию подходов, к выявлению и лечению основных причин боли в межпозвонковом отверстии и диске внес Yeung, предложивший принцип "inside out".

Этот принцип основывался на декомпрессии выходящих и проходящих спинномозговых корешков, удалении фрагментов диска, визуализации и пластике разрывов фиброзного кольца путем абляции и ирригации.

Дальнейшее развитие техники было направлено на решение проблемы декомпрессии бокового канала и скрытой зоны, которое было достигнуто путем частичной резекции верхнего суставного отростка.

Различные режущие и сочлененные инструменты были разработаны Gore и Yeung [Арестов С. О., 2017; Педаченко Е. Г., 2004; Продан А.И, 2005].

При выборе метода оперативного лечения следует руководствоваться клинической картиной заболевания, данными выполненных исследований, профессиональными навыками хирурга, оснащением клиники, индивидуальными особенностями каждого пациента.

До настоящего время не существует единого мнения о том, какие методы лечения и профилактики межпозвонковой грыжи пояснично-крестцового отдела позвоночника наиболее эффективны [Кокина М. С., 2011; Кравцов М. Н., 2018; Evgenii Belykh, 2016], рекомендован персонифицированный подход к каждому пациенту.

Постоянно проводятся многоцентровые исследования, направленные на изучение эффективности различных методик, что указывает на отсутствие единой принятой тактики при выявлении грыж межпозвонкового диска.

Наибольшее распространение при лечении грыж межпозвонковых дисков в поясничном отделе позвоночника получили эндоскопические, микрохирургические методики и различные их комбинации. Все эти методы малоинвазивны и приводят к сопоставимым клиническим результатам [Belykh E. et al., 2016; Heider F. C., Mayer H. M., 2017].

В эндоскопической хирургии поясничного отдела позвоночника наибольшее распространение получили два подхода: трансфораминальный и чрезламинарный.

При трансфораминальной эндоскопической дискэктомии удаление грыжи и декомпрессия выполняются через межпозвонковое отверстие, поэтому важно учитывать его анатомию.

Межпозвонковое отверстие ограничено двумя подвижными соединениями: зигапофизарные суставы сзади и межпозвонковый диск спереди.

Из-за подвижности двух суставов размеры межпозвонкового отверстия динамично изменяются при движениях позвоночника и в связи с возрастной дегенерацией.

Крыша и основание образованы нижней и верхней вырезкой соответствующих позвоночных ножек позвонков, внутренняя стенка – дуральным мешком.

Содержимым межпозвонкового отверстия являются:

- спинномозговые нервы (комбинированные дорсальные и вентральные корешки в корневой оболочке с дорсальными корневыми ганглиями);

- дуральная оболочка;

- лимфатическая система;

- спинномозговая ветвь сегментарной артерии;

- сообщающиеся вены между внутренним и наружным позвоночным венозным сплетением;

- синувентральный нерв в количестве от двух до четырех и окружающая эти структуры жировая клетчатка.

Суть трансфораминальной эндоскопической поясничной дискэктомии заключается в точном введении иглы в диск через безопасный треугольник Kambin, который лежит между выходящим и проходящим спинномозговыми корешками, дуральным мешком и верхней замыкательной пластинкой нижележащего позвонка.

Ножка позвонка и соответствующее дисковое пространство выбираются в качестве ориентира для рентгенологического контроля в процессе чрескожного введения инструмента.

Точка введения иглы при рентгенографическом контроле делится на вертикальные линии по медиальной, средней и боковой педикулярным линиям и горизонтальные линии, параллельные замыкательным пластинам на переднезаднем снимке.

Внутренняя педикулярная линия и задняя позвоночная линия обычно используются для ориентира при большинстве процедур, выполняемых через трансфораминальный доступ.

Размер рабочей зоны также важен для безопасного применения самой толстой рабочей канюли в отверстии. Mirkovic и соавт. [Mirkovic S. R. et al., 2021] оценили размер рабочей зоны на 12 трупных образцах в сегменте от L1 до S1. По их данным канюлю 6,3 мм безопасно размещать на средней педикулярной линии, а канюлю 7,5 мм – на медиальной педикулярной линии при рентгенографии в переднезадней проекции. Большинство рабочих канюль имеют диаметр около 7,5 мм.

Так, при сравнении обычной дискэктомии и эндоскопической трансфораминальной, Ruetten S. и соавт. (проспективное рандомизированное исследование) указывали на купирование болей в нижних конечностях в послеоперационном периоде у 79% пациентов, а у 16% – отмечались периодические боли. Клинические результаты были идентичными в обеих группах. Частота рецидивов составила 5,7% без различий между группами.

Эндоскопические методы обладают рядом преимуществ: ранняя реабилитация, минимальная частота осложнения и малая травматичность [Ruetten S et al., 2008].

В своем исследовании Level D. и соавт. сообщили, что 69% пациентов перенесли повторную операцию из-за рецидивирующей грыжи межпозвонкового диска [Leven D. et al., 2015].

К преимуществам эндоскопического трансфораминального удаления грыж межпозвонкового диска следует отнести использование бокового трансфораминального доступа, при этом корешок спинномозгового нерва визуализируется лишь после удаления грыжи в межпозвонковом отверстии [Кравцов М. Н, Мирзаметов С. Д., Свистов Д. В., 2018]. При таком доступе отсутствует необходимость в натяжении корешка, и обеспечивается достаточная эндоскопическая визуализация, что благоприятно сказывается на результатах проводимого лечения.

Эндоскопическая операция обычно проводится в амбулаторных или стационарных условиях и может быть выполнена под местной анестезией или наркозом.

Сохранение целостности и иннервации околопозвоночной мускулатуры, а также уменьшение количества эпидуральных рубцов облегчают ранние послеоперационные движения.

Данный подход улучшает функциональные результаты и повышает удовлетворенность пациентов полученным результатом. Эти факторы в сочетании с сокращением длительности операционного вмешательства и отсутствием необходимости наркоза приводят к сокращению срока пребывания пациентов в клинике при стационарном лечении, что влияет на качество оказываемой помощи [Кравцов М. Н., 2021; Максимов Ю. Н., Хайбуллина Д. Х., Губеев Б. Э., 2017]

По литературным данным [Волков И. В. и др., 2018; 62, 100] показаниями для эндоскопической дискэктомии межпозвонкового диска в пояснично-крестцовом отделе позвоночника трансфораминальным доступом являются:

- положительный симптом Ласега;
- иррадирующая боль в нижних конечностях с неврологическим дефицитом или без него;
- боль в нижних конечностях выражена сильнее, чем боль в поясничном отделе позвоночника;
- адекватное консервативное лечение в течение 8 недель без достаточного лечебного эффекта;
- корреляция результатов рентгенологического исследования и клинических симптомов.

Абсолютным противопоказанием к трансфораминальной дискэктомии являются:

- обширная миграция диска с его кальцификацией;
- локализация грыжи на уровне L5–S1, особенно у пациентов мужского пола, и пациентов с длинными подвздошными крыльями;
- спондилолистез;
- рецидивирующая грыжа межпозвонкового диска;
- аномалии нервных корешков, такие как конъюгированный корешок;
- синдром конского хвоста.

Относительным:

- многоуровневые грыжи дисков;
- стеноз позвоночного канала и межпозвонкового отверстия.

Говоря о перспективах современной эндоскопической хирургии межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, нельзя упомянуть о постоянно расширяющейся области применения данной методики. Еще совсем недавно перкутанная эндоскопия применялась всего при трех состояниях:

- 1) грыжи межпозвонковых дисков,
- 2) стеноз позвоночного канала и межпозвонкового отверстия,
- 3) кисты межпозвонковых суставов [Birkenmaier C. et al., 2014].

В настоящее время с каждым годом появляются все новые публикации о применении малоинвазивных, эндоскопических методов при таких заболеваниях:

- рецидивы грыж межпозвонковых дисков;
- осложнения после остеосинтеза;
- деформации позвоночника;
- хроническая боль в спине;
- эндопротезирование межпозвонковых дисков;
- аугментация позвонков;
- спондилолистезы;
- радикулопатия на фоне патологических переломов;
- опухоли;
- хроническая эпидуральная гематома позвоночника;
- для стабилизации позвоночника;
- спондилодисциты;
- огнестрельные ранения [Кравцов М. Н. и др., 2018а, 2018b; Кравцов М. Н., Мирзаметов С. Д., Свистов Д. В., 2018; Кравцов М. Н., 2021; Cheng Y. P. et al., 2014; Hoogland T. et al., 2008; Ipreburg M., 2007; Jasper G. P. et al., 2014a, 2014b; Jha S. C. et al., 2015; Liuke M. et al., 2005; Mayer H. M., 2006; Miwa S. et al., 2015; Ruetten S., Komp M., Godolias G., 2005; Schubert M., Hoogland T., 2005; Telfeian A. E., 2015;



Telfeian A. E., Jasper G. P., Francisco G. M., 2015; Thongtrangan I. et al., 2004; Wagner R., Ipreburg M., Telfeian A. E., 2016].

### **1.3. Сравнительная оценка результатов и осложнений хирургического лечения грыж межпозвонкового диска**

В своем когортном исследовании Ziquan Li с соавторами, сравнивая результаты чрескожной эндоскопической трансфораминальной дискэктомии с обычной открытой поясничной дискэктомией при грыже верхнего поясничного диска на 42 пациентах, указывали на отсутствие статистически достоверных различий в полученных результатах, кроме всех тех преимуществ, которые дает использование малоинвазивных техник [Ziquan Li, et al., 2020].

В других многочисленных исследованиях, начиная с 2000-х годов сообщается о бесспорной клинической эффективности трансфораминальной декомпрессии структур спинного мозга и отходящих от него корешков в поясничном отделе позвоночного канала при чрескожной монопортальной эндоскопии [Ahn Y. et al., 2009; Chiu J., 2004; Choi G. et al., 2007; Ito M. et al., 2007; Jang J. S. et al., 2006; Leven D. et al., 2015; Lew S. M., Mehalic T. F., Fagone K. L., 2001; Ruetten S., 2009; [Yasargil M. G., 1977]

К неоспоримым преимуществам чрескожного эндоскопического удаления грыжи диска по сравнению с открытыми вмешательствами относят:

- меньший разрез,
- сохранность мышечной и костной структур,
- сокращение периода стационарного лечения [Волков И. В. и др., 2018; Габечия Г. В., Древаль О. Н., 2018].

При применении малоинвазивного хирургического доступа:

- снижается риск инфекционных осложнений,
- уменьшается интраоперационная кровопотеря
- уменьшается травматизация мягких тканей.

Чрескожная трансфораминальная эндоскопическая поясничная дискэктомия:

- не нарушает структуру позвоночного канала,

- не влияет на стабильность позвоночника,
- не приводит к значительному послеоперационному фиброзу в позвоночном канале [Волков И. В., 2017; Волков И. В. и др., 2017].

Несмотря на очевидные преимущества, данная методика имеет и свои недостатки, в частности, достаточно высокую частоту рецидивов грыжи, которая достигает по разным оценкам от 10,9% и до 13,9% [Волков И. В. и др., 2018]. Установлено, что причиной рецидивов межпозвонковой грыжи являются микроразрывы фиброзного кольца. В связи с этим представляется актуальным поиск путей снижения частоты рецидивов грыжи.

Сравнивая между собой микрохирургические, эндоскопические и комбинации этих методик, Белых Е. с соавторами на 131 пациенте в контролируемом проспективном рандомизированном исследовании и на 617 пациентах, изученных ретроспективно, указали на более частые рецидивы межпозвонковых грыж именно при эндоскопических методах [Evgenii Belykh et al., 2016].

В своем исследовании исследователи также отмечают схожие клинические результаты в течение первого года. А для более точной окончательной оценки возможных хирургических различий, осложнений и исходов, предлагается проведение более обширных исследований.

Оценивая отдаленные результаты трансфораминальной эндоскопической поясничной дискэктомии в сравнении с открытой поясничной микродискэктомией, Yong Ahn. с соавторами в течение 5 лет отмечали сопоставимые клинические результаты по сравнению с обычной открытой микродискэктомии [Yong Ahn et al., 2019]. В исследовании на 298 пациентах положительные результаты были достигнуты в 88,36% случаев при использовании эндоскопического метода, 87,5% случаев при использовании открытого метода. Повторные хирургические вмешательства потребовалось в 4,2% и 3,3% случаев соответственно.

Одним из методов, который может быть использован для профилактики рецидива, является нуклеопластика в качестве второго этапа малоинвазивной хирургии межпозвонковой грыжи пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Механизм действия пункционной нуклеопластики заключается в припаивании грыжевого отверстия в фиброзном кольце.

Кроме того, воздействие на диск радиочастотной энергией позволяет блокировать повторное пролабирование за счет склеротических изменений.

В настоящее время нуклеопластика (чрескожная декомпрессия поясничного диска) – это самостоятельная минимально инвазивная процедура, которая применяется для лечения симптоматических грыж поясничного диска [Габечия Г. В., Древаль О. Н., 2018; Кокина М. С. Филатова Е. Г., 2011]; 12].

Рецидивы корешкового синдрома после дискэктомии по данным разных авторов составляет от 6% до 15% [Leven D. et.al., 2015; Lew S. M., Mehalic T. F., Fagone K. L., 2001; Lewandrowski K. U., 2008, 2018] оперированных больных.

Рецидивирующая грыжа межпозвонкового диска пояснично-крестцового отдела позвоночника является наиболее распространенным показанием для повторной операции после поясничной дискэктомии.

Частота рецидивов и частота повторных операций при грыже диска поясничного отдела позвоночника после микроэндоскопической дискэктомии составляет 10,8% [Li K. et al., 2019].

«Таким образом, подавляющее большинство специалистов, занимающихся чрескожной эндоскопической хирургией поясничного отдела позвоночника, отмечает ее преимущество перед открытыми малоинвазивными доступами по ряду существенных параметров:

- объем интраоперационной кровопотери,
- продолжительность операции,
- время пребывания пациента в стационаре,
- продолжительность реабилитационного периода.

Однако результаты оценки выраженности послеоперационного болевого синдрома, исходов операции по критериям MacNab, частоты осложнений, рецидивов и повторных операций требуют дальнейшего изучения» [Булыщенко Г. Г., 2018].

Требующими уточнения остаются и показания для трансфораминальной эндоскопии с последовательной нуклеопластикой.

Высокий процент рецидивов после эндоскопической нуклеоэктомии делает исключительно важным дальнейшее совершенствование операционной техники.

## **Глава 2. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1. Характеристика собственного клинического материала**

Проведение данного исследования было одобрено этическим комитетом РУДН.

До начала исследования у всех пациентов было получено информированное согласие на участие в исследовании согласно Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации и на обработку персональных данных.

Работа основана на анализе результатов хирургического лечения 172 пациентов с грыжами межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника за период с 2018 по 2021 гг.

В качестве основного критерия включения в исследование принималось наличие симптоматических первичных грыж межпозвонковых дисков у пациентов на уровне пояснично-крестцового отдела позвоночника, подтвержденных с помощью КТ или МРТ, на фоне неэффективности адекватного консервативного лечения более 8 недель. К критериям исключения относились:

- наличие дегенеративного стеноза позвоночного канала;
- наличие спондилолистеза;
- деформации позвоночника, имевшие вторичную спондилогенную природу (заболевания инфекционного, онкологического и травматического характера).

Всем пациентам, включенным в исследование, было проведено хирургическое вмешательство на одном уровне» [Волков И. В. и др., 2017].

Исследуемая группа была разделена на основную и контрольную группы.

В I группу вошли 87 больных, которым была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомии с использованием аппарата радиочастотной деструкции и нуклеопластикой грыжи межпозвонкового диска или нескольких грыж.

II группа составили 85 человек, которым была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомии без использования аппарата радиочастотной деструкции и нуклеопластики.

Были изучены характеристики I группы 87 пациентов (43 (46,5%) мужчины и 44 (53,5%) женщины, в возрасте от 19 до 62 лет) и II группы – 85 больных (45 (57,9%) мужчин и 40 (52,1%) женщин). (Таблица 1)

**Таблица 1.** Предоперационное демографическое и клиническое сравнение данных между группами.

<i>Характеристика</i>	<i>I группа</i>	<i>II группа</i>	<i>P*</i>
Количество пациентов, в т.ч.	87	85	> 0,05
мужчин	43 (46,5%)	45 (57,9%)	
женщин	44 (53,5%)	40 (52,1%)	
Возраст M ± SD, лет	31,62 ± 1,58	31,63±1,58	> 0,05
Возрастной диапазон, лет	25,0 – 55,0	25,0 – 55,0	
Индекс массы тела M ± SD	35,1±4,9	30,3±10,2	0,05
ODI M ± SD	60,4 ± 9,5	51,4 ± 10,3	0,05
ВАШ M± SD	6,9 ± 0,9	7,1 ± 0,6	> 0,05

Длительность наблюдения в послеоперационном периоде составила в среднем 18,7±6 месяцев (от 7,2 до 28 месяцев).

«Исходя из данных анамнеза заболевания и дооперационных МРТ, анализировались следующие факторы:

- вид и локализация грыжи межпозвонкового диска по рекомендациям Американской ассоциации нейрорадиологов,
- степень дегенерации оперируемого МПД по С.W. Pfirrmann,
- степень дегенеративных изменений костной ткани в оперируемом и смежных сегментах по М.Т. Modic».

Дополнительно выполнялась оценка спондилографии пояснично-крестцового отдела позвоночника.

**Таблица 2.** Распределение больных в группах по характеристикам межпозвонковых грыж и их локализации.

Характеристика	I группа	II группа	P*
Уровень оперативного вмешательства			
Уровень L4/L5	47 (58,14%)	50 (61,22%)	0,05
Уровень L5/S1	40 (41,86%)	35 (38,78%)	> 0,05
Степень дегенерации МПД по Pfirrmann			
I	3 (6,98 %)	4 (8,16%)	> 0,05
II	13 (9,30%)	8 (11,63%)	> 0,05
III	38 (41,86%)	39 (44,19%)	0,05
IV	28 (34,88%)	27 (34,69%)	>0,05
V	3 (6,98 %)	7 (9,30%)	> 0,05
Modic I	7 (16,28%)	9 (18,37%)	> 0,05
Modic II	12 (27,91%)	13 (26,53%)	> 0,05
Фораминальный стеноз по Lee	8 (18,60%)	9 (18,37%)	> 0,05
<i>Примечание.</i> * – уровень значимости различий по U- критерию Манна – Уитни.			

Локализация грыж в I группе отмечалась на уровне L4-L5 и L5-S1 (47 (58,14%) и 40(41,86%), соответственно).

В контрольной группе также чаще всего грыжи определялись на уровне L4-L5 и L5-S1 – 50 (61,22%) и 35 (38,78%) соответственно. (Таблица 2)

По виду грыж относительно позвоночного канала и корешковых отверстий выделялись:

- срединные грыжи дисков,
- заднебоковые грыжи дисков,
- фораминальные грыжи дисков,

– экстрафораминальные грыжи дисков (Таблица 3).

**Таблица 3** – Распределение больных по видам грыж МПД относительно позвоночного канала

<b>Виды МПД грыж</b>	<b>I группа</b>	<b>II группа</b>
Срединная Medial	12(14%)	9(10%)
Заднебоковая Posterolateral	48(55%)	49(57%)
Фораминальная Foraminal	17(20%)	20(25%)
Экстрафораминальная Extraforaminal	10(11%)	7(8%)
Общее количество:	87	85

У всех исследуемых больных в обеих группах, грыжи МПД относительно позвоночного канала распределялись следующим образом:

- 1) заднебоковые – 48 (55,17%) в I группе и 49(57,14%) в II группе;
- 2) фораминальные – 17 (19,54%) и 20 (23,52%), соответственно.
- 3) срединные – 12 (13,79%) среди всех в первой группе и 9 (10,58%) во второй
- 4) самым малочисленным оказалось экстрафораминальное расположение у 10 (11,50%) и 7(8,23%), соответственно.

У большинства пациентов отмечали III и IV степени тяжести дегенерации дисков по Phirrtman.

В I группе III степень отмечена у 36 (41,86%) и IV степень – у 30 (34,88%) пациентов, в II группе III степень выявлена у 37 (44,19%) и IV степень – у 29 (34,69%) больных.

На I степень приходилось 6,98% (3) случая в I группе и 8,16% (4) во II группе наблюдений.

При помощи МРТ проводилась оценка изменений тел, смежных с поврежденными дисками позвонков.



Были выявлены изменения по Modic I у 14 (16,28%) пациентов в I группе и у 15(18,37%) – в II группе, по Modic II – 24 (27,91%) и 22 (26,53%), соответственно.

Фораминальный стеноз по S. Lee выявлен у 16 (18,60%) пациентов I группы и у 15(18,37%) пациентов II группы.

Достоверных различий между I и II группами по полу, возрасту, по характеру и локализации грыж пояснично-крестцовых межпозвонковых дисков выявлено не было ( $p > 0,05$ ).

Клиническую эффективность выполненных оперативных вмешательств динамика болевого синдрома мы проанализировали при помощи визуальной аналоговой шкалы (ВАШ).

Так до операции в обеих группах усредненный показатель визуальной аналоговой шкалы соответствовал 7,9. Если рассматривать данный показатель применительно к каждой из групп, то в первой группе он был равен 7,94, в то время как во второй 7,84.

Состояние пациентов, болевой синдром и степень нарушения жизнедеятельности были оценены по индексу Освестри (ODI).

Среди всех пролеченных пациентов, до операции индекс Освестри соответствовал в среднем 71,09. В первой группе обследуемых данный показатель соответствовал 71,9, во второй 78,1.

Оценка состояния пациентов осуществлялась до операции, через три месяца после операции, а также спустя полгода после нее.

Для оценки результатов операции также были проанализированы следующие послеоперационные осложнения:

- повреждение твердой мозговой оболочки,
- повреждение корешка спинномозгового нерва,
- нарастание неврологического дефицита,
- необходимость конверсии эндоскопического вмешательства на открытое,
- необходимость проведения повторной операции в связи с рецидивом грыжи в срок до 3 месяцев после первичной.

## **2.2. Методы исследования**

### **2.2.1 Клинические методы обследования**

У пациентов во время первичной консультации выяснялись основные жалобы, которые привели к обращению в клинику. Ведущей причиной обращения был болевой синдром, который отличался большим разнообразием проявлений. Пациенты отмечали боли в пояснице, в нижней конечности выше или ниже колена, возникающие в покое, после ходьбы, меняющиеся при изменении положения тела, иррадиирующие по задней, наружной поверхности. Выраженность боли у пациентов оценивалась по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), которая представляет собой линию, длиной 10 см, с шагом 1 см. Пациент самостоятельно оценивает интенсивность боли, выбирая на шкале ее уровень от 0 баллов, что соответствует полному отсутствию боли, до 10 баллов, что соответствует представлению пациента о невыносимой боли.

Оценка результатов лечения осуществлялась при помощи:

- визуальной аналоговой шкале (ВАШ),
- опросника качества жизни пациентов с заболеваниями позвоночника Овестри (ODI),
- шкалы послеоперационных исходов MacNab.
- статистические методы.

#### **Визуальная аналоговая шкала (ВАШ)**

«Данный метод оценки боли самим пациентом заключается в том, что больного просят самостоятельно отметить на неградуированной линии длиной 100 см точку, которая соответствует степени выраженности боли.

Левая граница линии соответствует определению «боли нет», правая – «худшая боль, какую можно себе представить».

С обратной стороны линейки нанесены сантиметровые деления, по которым врач отмечает полученное значение и заносит в лист наблюдения.

Главным преимуществом этой шкалы является ее простота и удобство использования.

При динамической оценке изменение интенсивности болевого синдрома считается объективным и существенным, если настоящее значение ВАШ отличается от предыдущего более чем на 1,3 см» [Применение шкал и анкет ..., 2013].

### **Опросник качества жизни пациентов с заболеваниями позвоночника Освестри (ODI)**

«Освестри – широко применяемая шкала для оценки степени нарушения жизнедеятельности, обусловленного патологией позвоночника.

Опросник Oswestry Disability Index (ODI) разработан в 1980 г. Jeremy C.T. Fairbank в период работы в Agnes Hunt Orthopaedic Hospital в городе Освестри, Великобритания.

В настоящее время анкета Освестри доступна в версии 2.1a (Таблица 4) и состоит из 10 разделов.

Для каждого раздела максимальный балл равен 5.

Если отмечен первый пункт – это 0 баллов, если последний – 5.

В случае, когда заполнены все 10 разделов, индекс Освестри высчитывается так:

$$16 (\text{сумма набранных баллов}) / 50 (\text{максимально возможное количество баллов}) \times 100 = 32.$$

Если один из разделов не заполнен или не поддается оценке, то индекс высчитывается так:

$$16 (\text{сумма набранных баллов}) / 50 (\text{максимально возможное количество баллов}) \times 100 = 32.$$

Если один из разделов не заполнен или не поддается оценке, то индекс высчитывается так,

16 (сумма набранных баллов) / 45 (максимально возможно количество баллов) x 100 = 35,5» [Муродов Р. Р. и др., 2015; Продан А. И, Сиренко А. А. Колесниченко В. А., 2005].

**Таблица 4 – Анкета Освестри**

<i>РАЗДЕЛ 1 – интенсивность боли</i>		<i>Баллы</i>
В данный момент у меня нет боли		0
В данный момент боль очень слабая		1
В данный момент боль умеренная		2
В данный момент боль весьма сильная		3
В данный момент боль очень сильная		4
В данный момент боль настолько сильная, что даже трудно себе представить		5
<i>РАЗДЕЛ 2 – Самообслуживание (например, умывание, одевание)</i>		
Я могу нормально о себе заботиться и это не вызывает особой боли		0
Я могу нормально о себе заботиться, но это весьма болезненно		1
Чтобы заботиться о себе, я вынужден из-за боли быть медленным и осторожным		2
Чтобы заботиться о себе, я вынужден обращаться за некоторой посторонней помощью, хотя большую часть действий могу выполнять самостоятельно		3
Чтобы заботиться о себе, я вынужден обращаться за посторонней помощью при выполнении большей части действий		4
Я не могу одеться, с трудом умываюсь и остаюсь в постели		5
<i>РАЗДЕЛ 3 – Поднятие предметов</i>		
Я могу поднимать тяжелые предметы без особой боли		0
Я могу поднимать тяжелые предметы, но это вызывает усиление боли		1
Боль не дает мне поднимать тяжелые предметы с пола, но я могу с ними обращаться, если они удобно расположены (например, на столе)		2
Боль не дает мне поднимать тяжелые предметы, но я могу обращаться с легкими или средними предметами, если они удобно расположены (например, на столе)		3
Я могу поднимать только очень легкие предметы		4
Я вообще не могу поднимать или носить что-либо		5
<i>РАЗДЕЛ 4 – Ходьба</i>		
Боль не мешает мне ходить на любые расстояния		0
Боль не позволяет мне пройти более 1 километра		1
Боль не позволяет мне пройти более 500 метров		2
Боль не позволяет мне пройти более 100 метров		3
Я могу ходить только при помощи трости или костылей		4
Я большую часть времени нахожусь в постели и вынужден ползком добираться до туалета		5

Продолжение таблицы 4

<i>РАЗДЕЛ 5 – Положение сидя</i>		<i>Баллы</i>
Я могу сидеть на любом стуле столько, сколько захочу		0
Я могу сидеть столько, сколько захочу, только на моем любимом стуле		1
Боль не позволяет мне сидеть более 1 часа		2
Боль не позволяет мне сидеть более получаса		3
Боль не позволяет мне сидеть более чем 10 минут		4
Боль совсем лишает меня возможности сидеть		5
<i>РАЗДЕЛ 6 – Положение стоя</i>		
Я могу стоять столько, сколько захочу, без особой боли		0
Я могу стоять столько, сколько захочу, но при этом боль усиливается		1
Боль не позволяет мне стоять более 1 часа		2
Боль не позволяет мне стоять более получаса		3
Боль не позволяет мне стоять более 10 минут		4
Боль совсем лишает меня возможности стоять		5
<i>РАЗДЕЛ 7 – Сон</i>		
Мой сон никогда не прерывается из-за боли		0
Мой сон редко прерывается из-за боли		1
Из-за боли я сплю менее 6 часов		2
Из-за боли я сплю менее 4 часов		3
Из-за боли я сплю менее 2 часов		4
Боль совсем лишает меня возможности спать		5
<i>РАЗДЕЛ 8 – Сексуальная жизнь (если возможна)</i>		
Моя сексуальная жизнь нормальна и не вызывает особой боли		0
Моя сексуальная жизнь нормальна, но немного усиливает боль		1
Моя сексуальная жизнь почти нормальна, но значительно усиливает боль		2
Моя сексуальная жизнь существенно ограничена из-за боли		3
У меня почти нет сексуальной жизни из-за боли		4
Боль полностью лишает меня сексуальных отношений		5

Продолжение таблицы 4

<i>РАЗДЕЛ 9 – Досуг</i>	<i>Баллы</i>
Я могу нормально проводить досуг и не испытываю при этом особой боли	0
Я могу нормально проводить досуг, но испытываю усиление боли	1
Боль не оказывает значительного влияния на мой досуг, за исключением интересов, требующих наибольшей активности, таких как спорт, танцы и т. д.	2
Боль ограничивает мой досуг, и я часто не выхожу из дома	3
Боль ограничивает мой досуг пределами моего дома	4
Боль лишает меня досуга	5
<i>РАЗДЕЛ 10– Поездки</i>	
Я могу ездить куда угодно без боли	0
Я могу ездить куда угодно, но это вызывает усиление боли	1
Несмотря на сильную боль, я выдерживаю поездки в пределах 2 часов	2
Боль сокращает мои поездки менее чем до 1 часа	3
Боль сокращает самые необходимые поездки до 30 минут	4
Боль совсем не дает мне совершать поездки, я могу отправиться только за медицинской помощью	5

### **Шкала послеоперационных исходов MacNab**

Шкала послеоперационных исходов MacNab является наиболее часто упоминаемой и простой в использовании.

Шкалу послеоперационных исходов MacNab описал в 1971 г. профессор ортопедии Ian Macnab – талантливый спинальный хирург, ученый, внесший весомый вклад в понимание патогенеза боли в позвоночнике, который работал в Университете г. Торонто, Канада.

По Шкале послеоперационных исходов MacNab пациент оценивает результат своего лечения как отличный, хороший, удовлетворительный либо неудовлетворительный (Таблица 5).

**Таблица 5 – Шкала Macnab**

<i>Результат</i>	<i>Симптоматика</i>
Отлично	Полный регресс симптоматики
Хорошо	Умеренные боли, полностью регрессировавшие к выписке из стационара
Удовлетворительно	Умеренная боль тянущего характера, исчезнувшая в течение недели после выписки
Неудовлетворительно	Рецидив грыжи, потребовавший повторную операцию

Также в литературе используется модифицированный вариант этой шкалы (Таблица 6).

**Таблица 6 – Модифицированная шкала Macnab**

<i>Результат</i>	<i>Критерии</i>
Отлично	Нет боли Нет ограничения мобильности Может вернуться к обычному образу жизни
Хорошо	Редкая нерегулярная боль Облегчение предшествующих симптомов Может частично вернуться к обычному образу жизни
Удовлетворительно	Некоторое улучшение функциональных возможностей Инвалидизация или невозможность работать
Неудовлетворительно	Сохранение неврологической симптоматики. Требуется дополнительное оперативное вмешательство на данном уровне, вне зависимости от продолжительности и частоты послеоперационного наблюдения.

Модифицированный вариант отличается тем, что каждому из уровней удовлетворенности пациента соответствуют критерии. В соответствии с этими критериями, исследователь определяет исход операции для пациента» [Chan V. B., 2009].

### **2.2.2 Инструментальные методы обследования**

В комплекс предоперационной диагностики входили спондилография в прямой и боковой проекциях и функциональная рентгенография в положении максимального сгибания и разгибания. На стандартных рентгенограммах определяли положение и целостность металлофиксаторов, наличие деформации



позвоночника в сагиттальной и фронтальной плоскости, деформацию тел позвонков. Для определения костного блока по рентгенограмме после спондилодеза использовалась классификация Ленке [Lenke LG, 1992]. Степень спондилодеза А – массивные трабекулярные костные массы с обеих сторон; В – плотная костная масса с одной стороны и тонкий костный мостик с другой. Lenke С – тонкие сломанные костные мостики билатерально; Lenke D – резорбция аутотрансплантата и явный псевдоартроз с обеих сторон. Lenke А и В считались полноценным спондилодезом позвоночно-двигательного сегмента, а Lenke С и D – отсутствие спондилодеза. По стандартным рентгенограммам возможно оценить грубые дегенеративные изменения – снижение высоты смежных межтеловых промежутков, остеофиты, гипертрофию фасетчатых суставов. На боковых снимках в положении сгибания и разгибания определяли признаки избыточной сагиттальной ротации, спондилолистеза. Магнитно-резонансная томография является самым информативным методом визуализации при стенозе позвоночного канала, патологии межпозвонковых дисков, оценки состояния суставов, гипертрофию мягких тканей. МРТ не инвазивный метод, не связан с ионизирующим облучением пациента, позволяет получить изображение с высоким разрешением в трех проекциях. Центральный стеноз оценивали по классификации Schizas et al., основанной на соотношении спинномозговой жидкости, корешков конского хвоста, эпидуральной клетчатки на T2-взвешенных МР-томограммах в аксиальной плоскости [Schizas С, 2010]. Степень стеноза А – спинно-мозговая жидкость и корешки хорошо различимы, но распределены не гомогенно. В –

49 корешки различимы, но заполняют весь дуральный мешок. Визуализируется некоторое количество СМЖ. С – корешки неразличимы, сигнал равномерно серый, СМЖ не визуализируется. Кзади от дурального мешка – эпидуральная жировая клетчатка. D – нет визуализации корешков и эпидурального жира.

Латеральный стеноз оценивали на основании классификации W.S. Bartynski (Рисунок 3) 1-я степень – деформация и сужение латерального кармана по сравнению с противоположной стороной; 2-я степень – деформация или медиальное смещение

корешка с наличием полосы ликвора; 3-я степень – грубая компрессия за счет гипертрофии фасеток с облитерацией ликворных пространств [Bartynski WS, 2003].

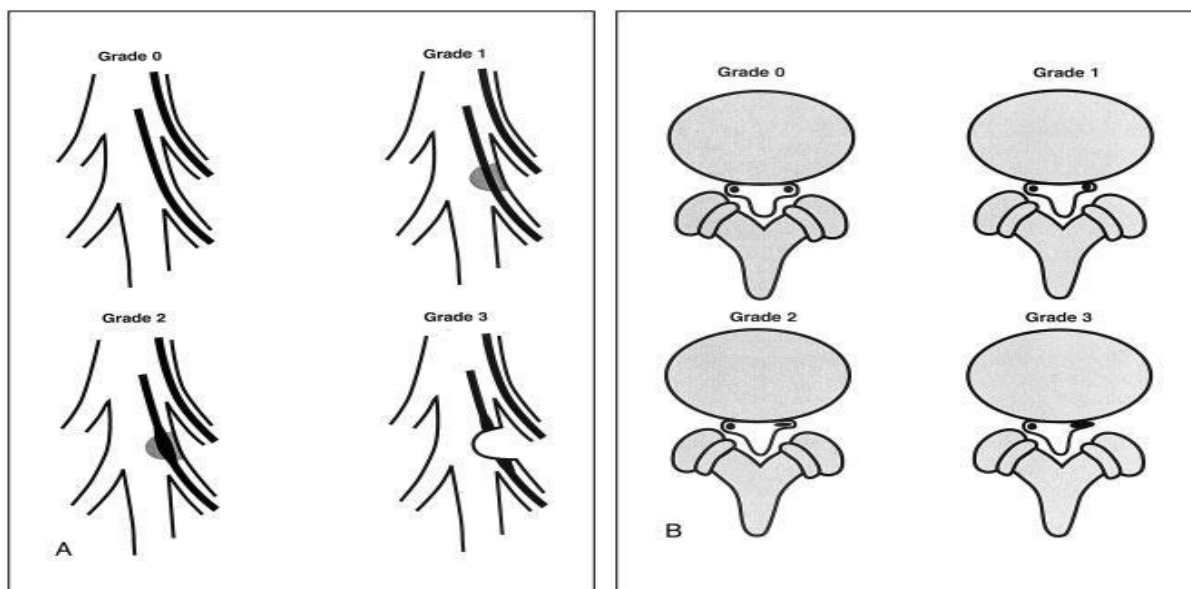


Рисунок 3 – Классификация стеноза латерального кармана по Bartynsky

Для диагностики фораминального стеноза использовали классификацию S. Lee et al. [Lee S, 2010], где 1-я степень – это облитерация эпидуральной жировой прослойки с двух сторон от корешка в межпозвонковом отверстии на сагиттальных сканах в T1ВИ МРТ; 2-я степень – облитерация эпидуральной жировой прослойки со всех сторон от корешка, но без морфологических изменений; 3-я степень – облитерация с морфологическими изменениями (Рисунок 4).

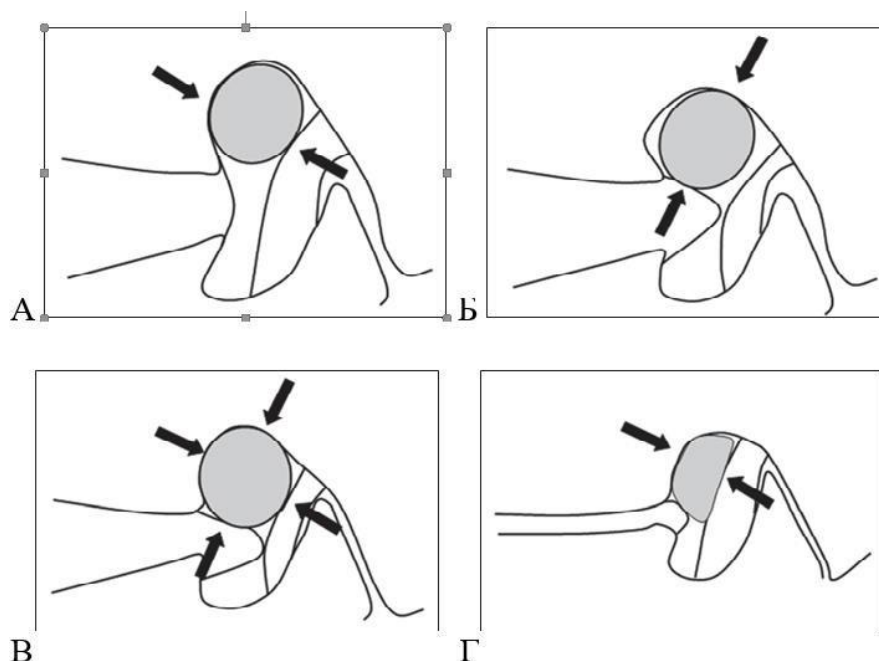


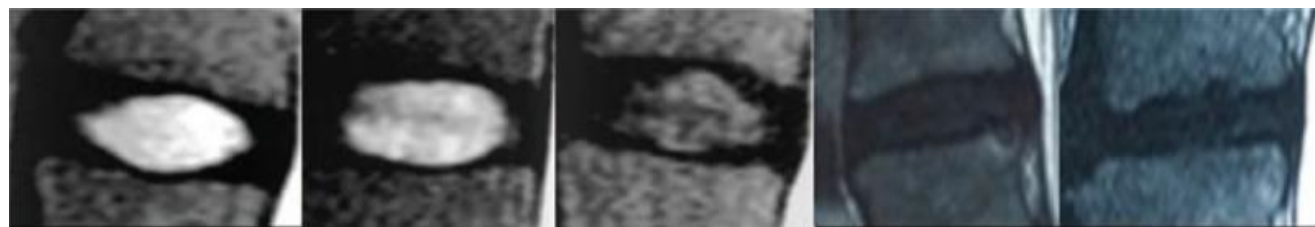
Рисунок 4 – Классификация фораминального стеноза по Lee. А, Б – 1 степень; В – 2 степень; Г – 3 степень.

Диагностика рецидива грыжи МПД основывалась на клинической и лучевой диагностике. Сочетание типичного корешкового синдрома и изменений в T2 взвешенном режиме МРТ в ранее оперированном сегменте говорило о наличии рецидива. По данным МРТ отсутствие компрессии (I степень) признавалась, если в T2 режиме определяется прослойка жировой ткани между корешком и диском. Контакт (II степень компрессии) - прослойка жировой ткани отсутствует, но спинномозговой корешок не смещен; III степень – корешок смещен грыжей, но не сдавлен; IV степень – компрессия спинномозгового корешка.

Дегенеративные изменения в межпозвонковых дисках оценивались по классификации Pffirman et al. Дегенерация IV и V стадий считалась значительной (Таблица 7 и Рисунок 5).

**Таблица 7** – Классификация стадий дегенерации межпозвонкового диска по Pffirman

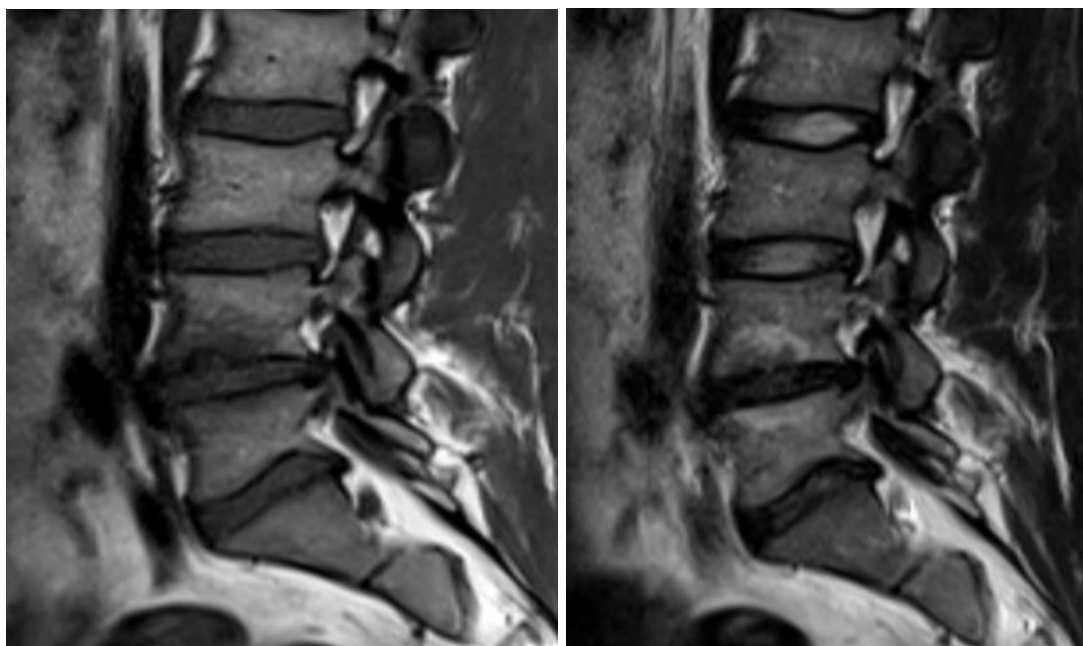
Стадия	Структура МПД	Интенсивность сигнала	Граница, разделяющая ПЯ и ФК	Высота МПД
I	Гомогенная	Гиперинтенсивный (белый)	Четкая граница	Нормальная
II	Негомогенная	Гиперинтенсивный (белый)	Четкая граница	Нормальная
III	Негомогенная	Промежуточный (серый)	Нечеткая граница	Нормальная или уменьшена незначительно
IV	Негомогенная	Промежуточный (серый)	Граница отсутствует	Нормальная или уменьшена умеренно
V	Негомогенная	Гипоинтенсивный (черный)	Граница отсутствует	Коллапс дискового пространства



**Рисунок 5** – МРТ картина изменений межпозвонковых дисков по Pffirman  
Состояние замыкательных пластинок тел позвонков оценивалось по классификации Modic (Таблица 8 и Рисунок 6)

**Таблица 8** – Классификация Modic

Изменения Modic	Сигнал в T1 режиме	Сигнал в T2 режиме
Modic I	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный
Modic II	Гиперинтенсивный	Гиперинтенсивный
Modic III	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный



**Рисунок 6** – Изменения тел позвонков по типу Modic I (слева) и Modic II (справа)

Кроме того, по данным МРТ возможно оценить состояние межпозвонковых суставов. Среди признаков артропатии, как источника боли, выделяли истончение суставного хряща и его исчезновение, гипертрофия фасеток, субхондральный склероз, образование остеофитов, выпот в суставной щели с ее расширением более 1,5 мм. Определяли послеоперационные изменения – эпидуральный фиброз, гипотрофия и жировое перерождение паравертебральных мышц, изменения тканей по ходу доступа.

Мультиспиральная компьютерная томография – рентгенологический метод, который позволяет оценить состояние костной ткани и имплантов. МСКТ выполнялась всем пациентам перед операцией и через 1 год после спондилодеза

для оценки ранних признаков псевдоартроза. КТ позволяет детально оценить анатомию позвонков, структуру позвоночного канала, послеоперационные изменения, гипертрофию суставных фасеток во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях. На различных срезах отчетливо определяется положение и целостность педикулярных винтов и межтеловых кейджей, участки резорбции вокруг винтов, наличие костных мостиков через импланты или вокруг них, воздействие их на нервные структуры. Интраоперационная КТ на аппарате —BodyTom<sup>®</sup> дает возможность оценить объем декомпрессии и положение винтов и кейджей, внести изменения в хирургическую тактику в течение операции.

Для диагностики псевдоартроза по МСКТ оценивали наличие костного блока по рекомендации Choudhri T.F. et al [Choudhri TF, 2014]. Кроме того, КТ позволяет косвенно оценить качество костной ткани и определить остеопению. Золотым стандартом диагностики остеопороза является денситометрия, однако ряд исследований показал высокую корреляцию между T-критерием и коэффициентом затухания (ослабления, аттенуации) рентгеновских лучей при прохождении через разные среды. Коэффициент аттенуации выражается в единицах Хаунсфилда (е.Х. или HU – Hounsfield unit), измеряется на аксиальных срезах КТ и позволяет оценить прочность губчатой костной ткани. Нормальная плотность костной ткани характеризуется T-критерием  $> -1,0$  и  $133,0 \pm 37,6$  е.Х. Остеопения (T-критерий от  $-1,0$  до  $-2,5$ ) определяется при  $100,8 \pm 24,5$  е.Х.; при остеопорозе T-критерий составляет менее  $-2,5$  и  $78,5 \pm 32,4$  HU (Rompe E, 2016). Пороговое значение для нормальной плотности костной ткани - 100 е.Х., более низкие значения говорят о наличии остеопении или остеопороза. Оценка качества костной ткани имеет важное значения для предоперационного планирования [Абдрахманов Р.Р., 2018].

Пациентам выполнялись стандартные предоперационные исследования и осмотры специалистов для исключения острой или хронической соматической патологии. Если риск предполагаемой операции превышал потенциальную пользу, вмешательство откладывалось для компенсации заболеваний, применялись консервативные либо малоинвазивные мероприятия

### 2.3 Статистические методы

Полученные материалы исследования проанализированы с применением пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2016 и IBM SPSS Statistics v.20. Использовались методы параметрического и непараметрического анализа. Нормально распределенные величины представлены в виде средних  $\pm$  стандартное квадратичное отклонение ( $M \pm SD$ ), при распределении, отличном от нормального использовались медианы. При анализе несвязанных выборок применялся U-критерий Манна-Уитни, при анализе парных выборок – T-критерий Уилкоксона. При сравнении между тремя и более группами применялся дисперсионный анализ (критерий Крускала–Уоллиса) с последующими парными сравнениями (критерий Данна). При анализе частоты качественных признаков применялся критерий хи-квадрат Пирсона или точный критерий Фишера. Различия рассматривались как статистически достоверные при  $p$  менее 0,05. Проведенное исследование соответствует стандартам, изложенным в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека». Информированное согласие пациентов на обработку своих персональных данных получено, Статистически достоверными принимали различия при  $p < 0,05$ .

### **Глава 3. ТРАНСФОРАМИНАЛЬНАЯ ЭНДОСКОПИЯ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПУНКЦИОННОЙ НУКЛЕОПЛАСТИКОЙ ПРИ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫХ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ГРЫЖАХ**

#### **3.1. Показания и противопоказания к трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой при пояснично-крестцовых межпозвонковых грыжах**

Показания к стандартной методике трансфораминального эндоскопического удаления грыжи МПД пояснично-крестцового отдела (группа сравнения): грыжа диска дегенеративного характера, осложненная стойким компрессионно-радикулярным синдромом, при неэффективной адекватной консервативной терапии, проводимой более 3 месяцев.

Противопоказаниями к трансфораминальной эндоскопической дискэтомии были:

- идиопатический и приобретенный стеноз позвоночного канала,
- миграция секвестра,
- фораминальная грыжа,
- спондилолистез II и более степени,
- онкологические, инфекционные и травматологические заболевания позвоночника.

При проведении трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой (I группа) показания были расширены, а противопоказания разделены на абсолютные и относительные.

Так, в отличие от пациентов группы сравнения, данная методика применялась в следующих случаях: при клинически значимых грыжах межпозвонковых дисков в пояснично-крестцовом отделе, вне зависимости от локализации относительно позвоночного канала и наличия или отсутствия секвестрации.

**Абсолютными противопоказаниями** к трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой являлись спондилолистез II



и более степени, опухолевые, инфекционные и травматические изменения позвоночника.

**Относительными противопоказаниями** были идиопатический или приобретенный стеноз позвоночного канала.

### **3.2. Стандартная хирургическая техника**

Трансфораминальное эндоскопическое удаление межпозвонковых грыж пояснично-крестцового отдела позвоночника с последовательной пункционной нуклеопластикой проводилось под наркозом с интубацией трахеи в положении пациента лежа на животе на раме Wilson (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Укладка больного на столе, в положении лежа на боку

### 3.2.1 Доступ к межпозвонковому диску

Точка входа в кожу для введения иглы планировалось на основе предоперационной магнитно-резонансной томографии и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ).

Измерялось расстояния от средней линии и траектории иглы, направленной на разрыв фрагмента без входа в брюшную полость.

Производилась предварительная разметка специализированным маркером на коже пациента.

После предварительной разметки под контролем электронного оптического преобразователя «выбиралась оптимальная траектория проведения инструментов (Рисунок 3).

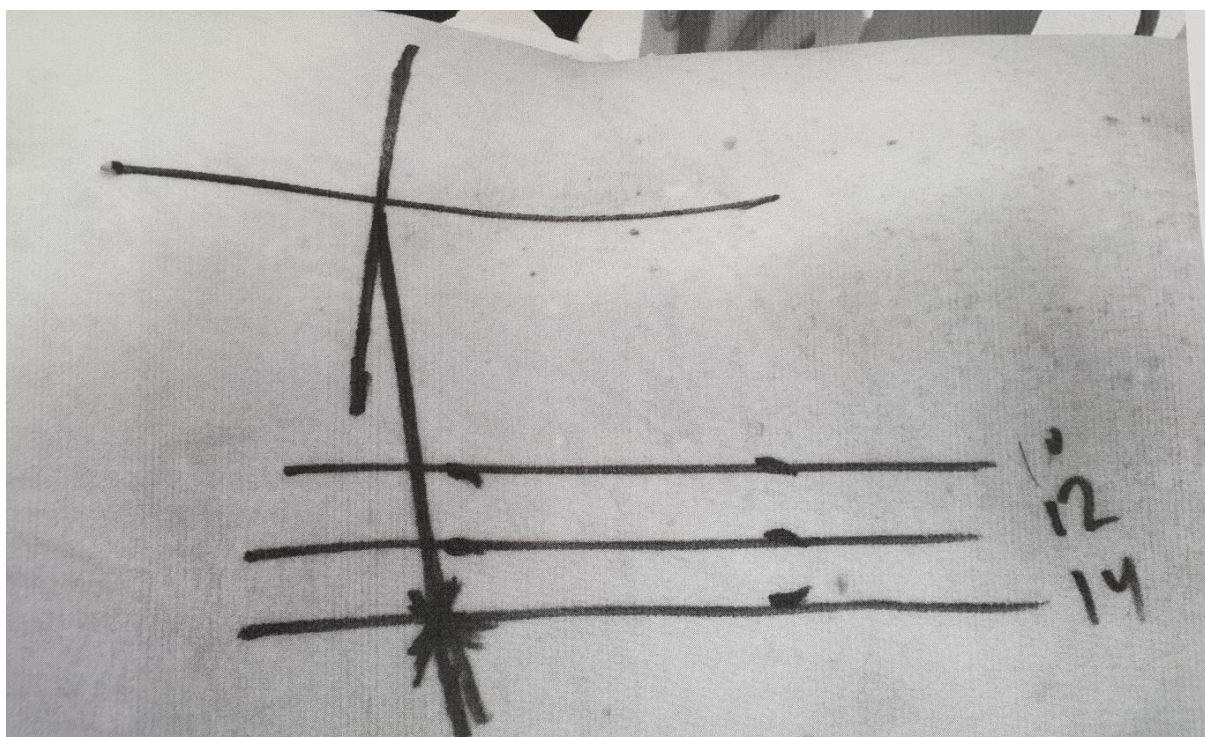


Рисунок 3 – Предварительная разметка под контролем ЭОПа

В большинстве случаев доступ осуществлялся на расстоянии 12–14 см от линии остистых отростков на уровне L5-SI, 10–12 см – на уровне L4–L5, 6–8 см – на вышележащих уровнях.

В переднезадней проекции при планировании учитывалась локализация выпячивания с учетом положения гребня подвздошной кости.

Так, при каудальной миграции и/или наружном положении траектория доступа становилась более крутой коронарной плоскости, при краниальной миграции и/или медиальной локализации – более пологой.

В боковой проекции условная линия доступа должна была пересекать задневерхний край тела нижележащего позвонка и верхушку верхнего суставного отростка» [Волков И. В. и др., 2017].

Таким образом, после прокола кожного покрова инструмент направляется на 10 градусов вниз, чтобы сделать угол в 10 градусов с верхней и нижней концевыми пластинами выше и ниже расположенных позвонков соответственно, и далее расширяется до тех пор, пока первое костное сопротивление фасетки не будет зафиксировано в переднезадней проекции на ЭОП.

Незначительная корректировка траектории может быть выполнена скосом инструмента, удерживая его вверх, что позволяет идти более поверхностно и легко, и наоборот.

Теперь в боковой проекции при взгляде на монитор ЭОП инструмент немного отодвигается, приподнимаем его и вставляем в отверстие, слегка задев одну из фасеток.

По литературным данным, наиболее безопасной точкой посадкой инструмента является нижняя часть треугольника Kambin.

Местом проникновения через кольцевую связку является медиальная педикулярная линия в переднезадней проекции и задняя позвоночная линия в боковой проекции в нижнем поясничном отделе позвоночника. В этом месте кортикальный слой толще. Поэтому вероятность проваливания в дуральный мешок минимальна.

Риск повреждения дурального мешка выше при заведении инструмента по медиальной педикулярной линии в области верхних поясничных позвонков. При прокалывании кольцевидной связки очень важна тактильная чувствительность во

избежание проваливания в дуральный мешок и травматизация расположенных вокруг нервных корешков (ощущается как резиновая пробка) (Рисунки 4, 5).



Рисунок 4 – Боковое расположение обтуратора на экране ЭОПа

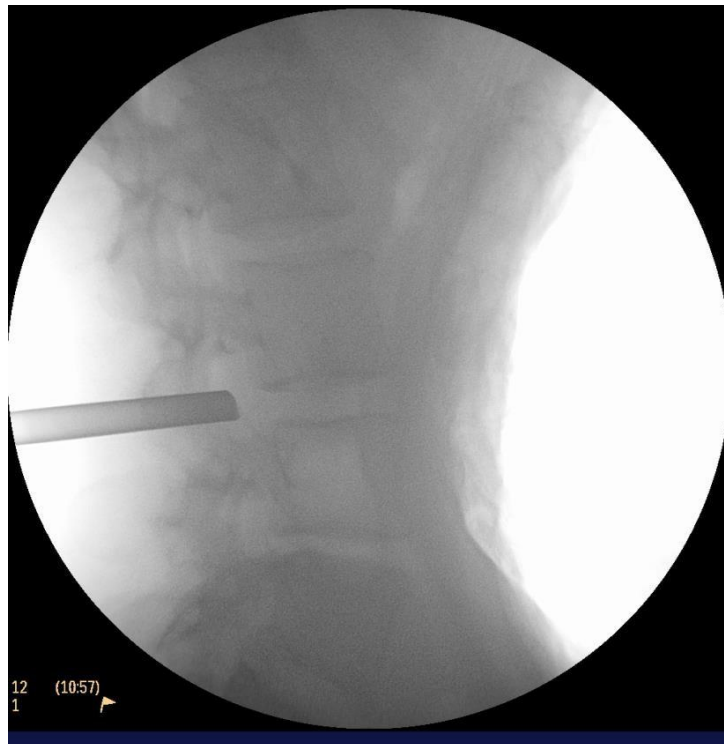


Рисунок 5 – Переднезаднее расположение канюли на экране ЭОПа

### 3.2.2 Эндоскопическое удаление поврежденного межпозвонкового диска

По достижении центра поврежденного межпозвонкового диска обтуратор меняют на рабочую канюлю, после чего в нее заводится эндоскоп.

После введения эндоскопа следует верифицировать такие структуры:

- эпидуральная жировая клетчатка,
- кольцевая связка вместе с прикрепленным фрагментом пульпозного ядра,
- задняя продольная связка, пересекающая нервный корешок,
- выходящая из-под нервного корешка верхняя фасетка позвонка,
- верхние и нижние педикулярные вырезки.

Крупные фрагменты пульпозного ядра поврежденного межпозвонкового диска удаляются различными типами кусачек, после чего при необходимости осуществляется очистка кольцевого разрыва с помощью биполярной холодной коагуляции (Рисунок 6).

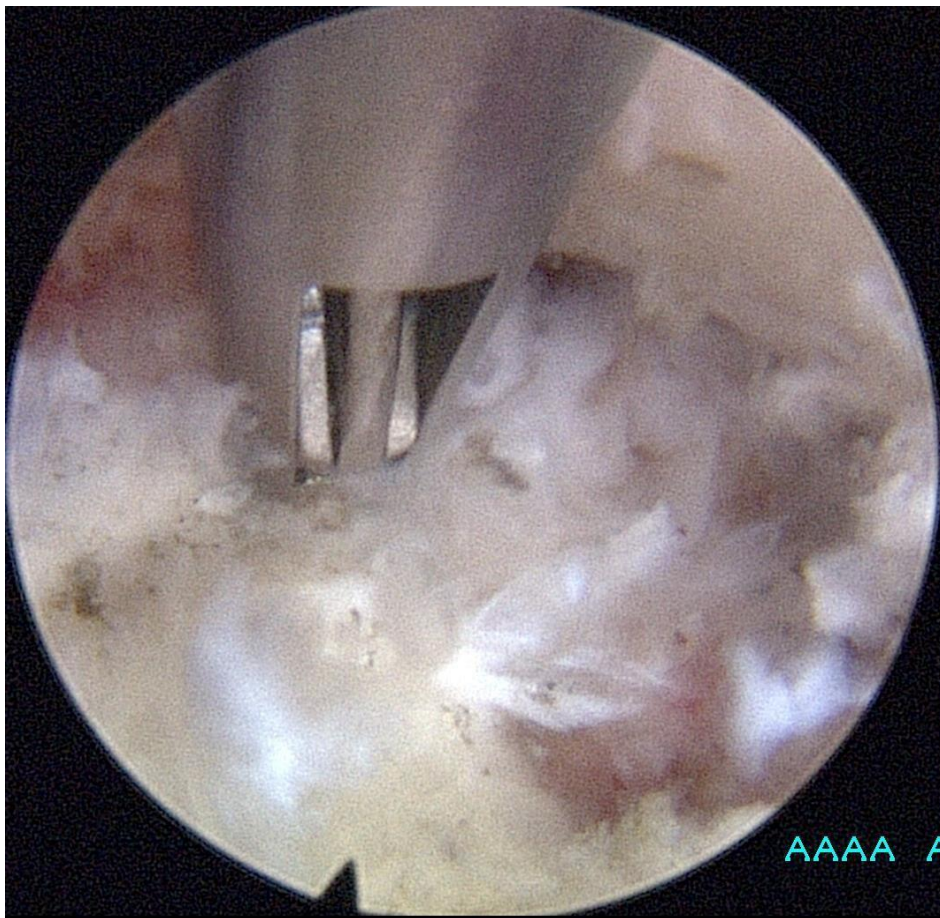


Рисунок 6 – Удаление крупных фрагментов диска при помощи кусачек под эндоскопическим контролем.

Свободное движение дурального мешочка и проходящего нервного корешка, свежее кровотечение из эпидурального пространства являются признаками адекватной декомпрессии.

Контроль за правильно выполненным вмешательством осуществляется послеоперационной магнитно-резонансной томографией.

### **3.3. Модифицированная хирургическая техника**

«Планирование операционного вмешательства осуществляли по стандартной методике, описанной выше.

Проведение эндоскопического вмешательства осуществлялось с применением комбинированного эндотрахеального наркоза в положении пациента на животе на раме Wilson.

### 3.3.1 Доступ к межпозвонковому диску

После выполнения предварительной разметки операционного поля под флуороскопическим контролем определяется оптимальная траектория проведения инструментов.

Хирургический доступ выполняли на расстоянии:

- 12–14 см от линии остистых отростков на уровне L5-S1,
- 10–12 см – на уровне L4-L5,
- от 6 до 8 см – на вышележащих уровнях.

В процессе планирования доступа учитывали локализацию грыжевого выпячивания в прямой проекции.

В случае каудальной миграции грыжи и (или) ее латерального расположения, траектория доступа в коронарной плоскости была более «крутой».

При краниальной миграции и (или) медиальной локализации грыжи выбирали более «пологую» траекторию.

В боковой проекции линия доступа отображалась как пересечение задневерхнего края тела нижележащего позвонка.

Пункционная игла, гибкий проводник, дилататоры и рабочая канюля были установлены под контролем ЭОП в двух проекциях, переднезадней и боковой. Установка дилататора выполнялась сквозь межпозвонковое отверстие до момента соприкосновения с межпозвонковым диском.

Соприкосновение инструмента и межпозвонкового диска производили в позвоночном канале субартулярной зоны вдоль медиальной педикулярной линии.

После установки дилататоров на участок верхнего суставного отростка того позвонка, который был нижележащим, применяли корончатые фрезы для краевой резекции кости.

На завершающем этапе обеспечения доступа осуществляли установку рабочей канюли.

При этом последнее действие проводилось строго трансфораминальным способом через позвоночный канал, а не в МПД. Эта процедура проиллюстрирована на Рисунках 7, 8.

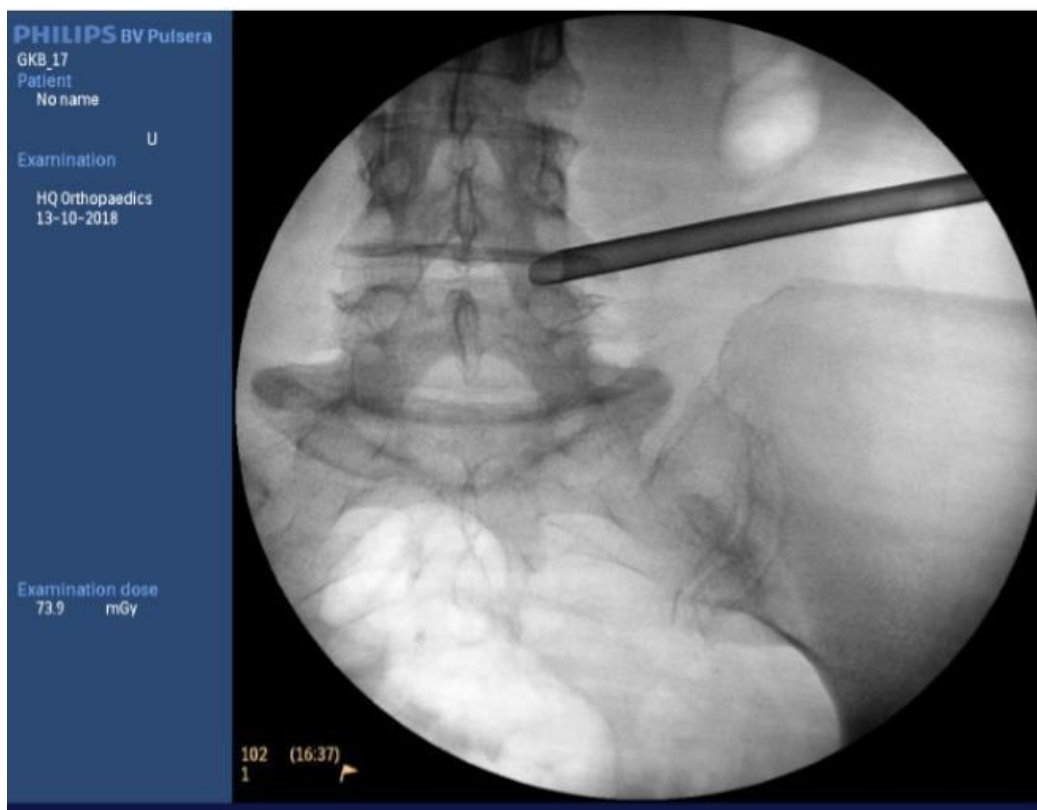


Рисунок 7 – Положение диллятора в прямой проекции



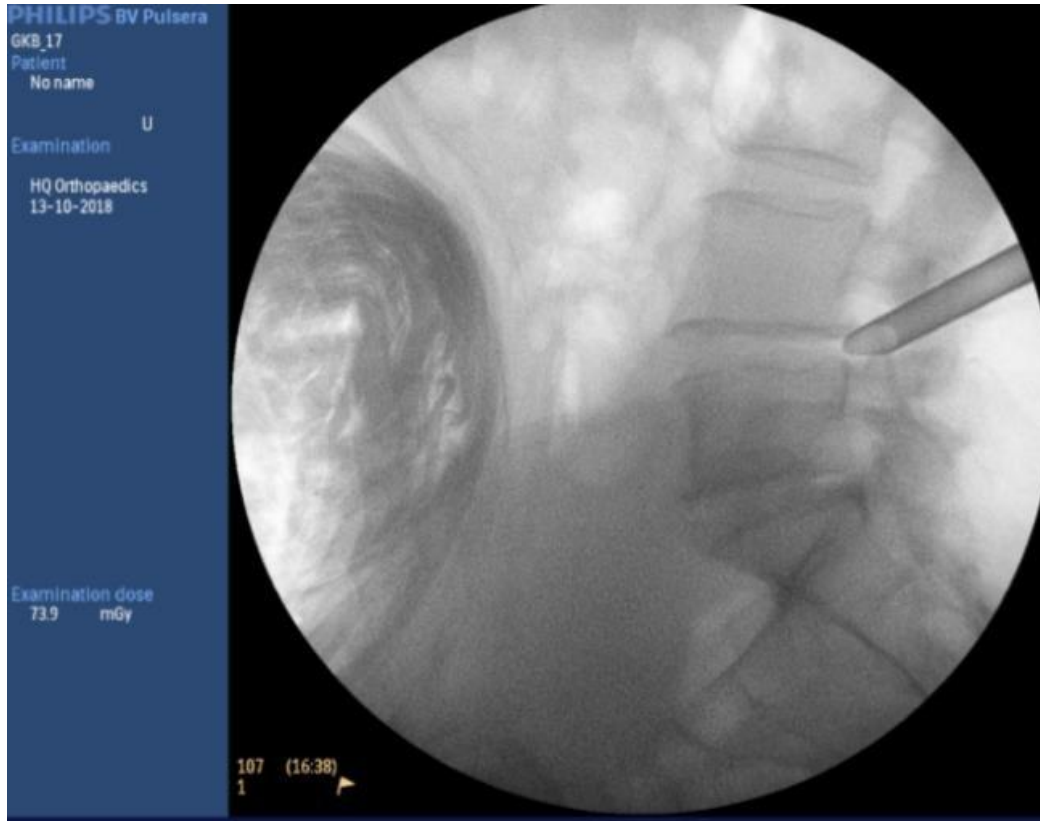


Рисунок 8 – Положение диллятора в боковой проекции

Для дополнительного расширения межпозвонкового отверстия под визуальным контролем использовалась эндоскопическая шейверная система с алмазным бором.

### **3.3.2 Измененная эндоскопическая техника удаление межпозвонкового диска**

После установки фораминоскопа проводили ревизию эпидурального пространства с удалением свободных фрагментов» [Волков И. В. и др., 2017] и (или) пульпозного ядра.

Также проводили ревизию полости межпозвонкового диска. Для осуществления пункционной нуклеопластики применяли электрод с изогнутой канюлей марки 17G, Cosman Medical (Рисунок 9). Установку электрода проводили

сквозь тубус эндоскопа в область задних отделов фиброзного кольца со стороны грыжи межпозвонкового диска.

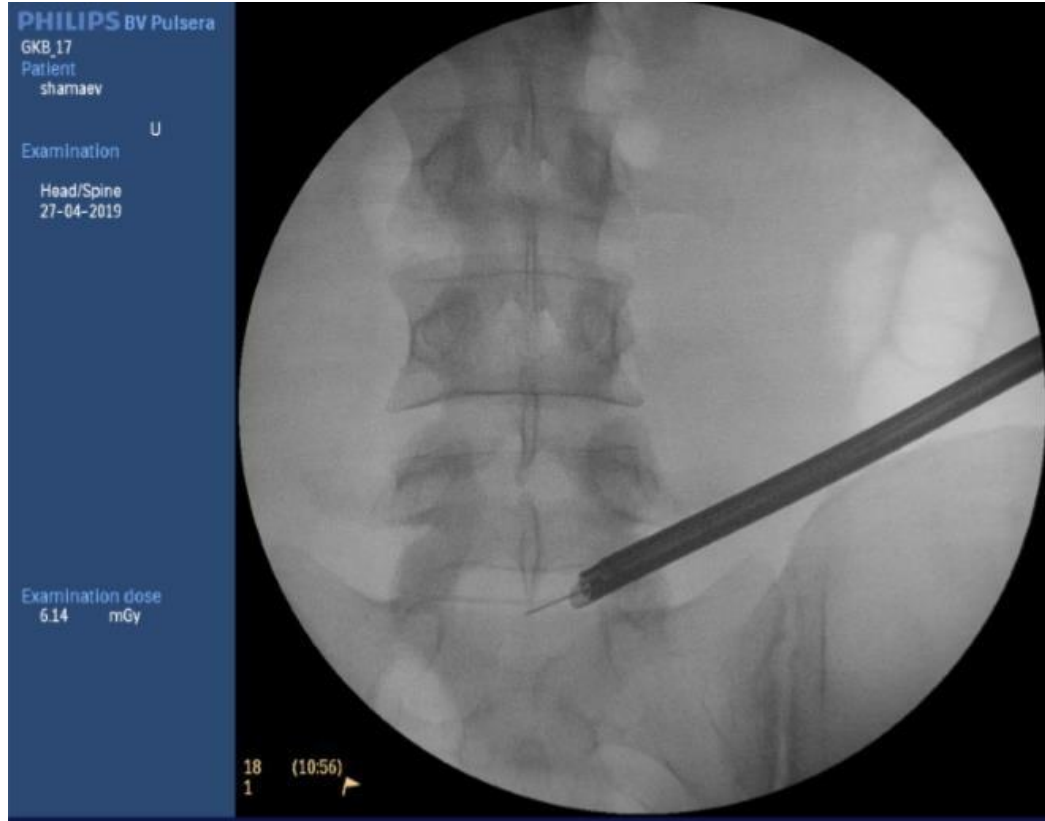


Рисунок 9 – Положение электрода через тубус

Выполнение процедуры нуклеопластики проводили с помощью аппарата радиочастотной деструкции. При этом происходил контролируемый нагрев ткани диска до 60 °С в течение 6 мин. (Рисунок 10.)



Рисунок 10 – Внешний вид аппарата радиочастотной деструкции

Гемостаз выполняли с использованием биполярной коагуляции. Рану ушивали при помощи одиночного шва (Рисунок 11).

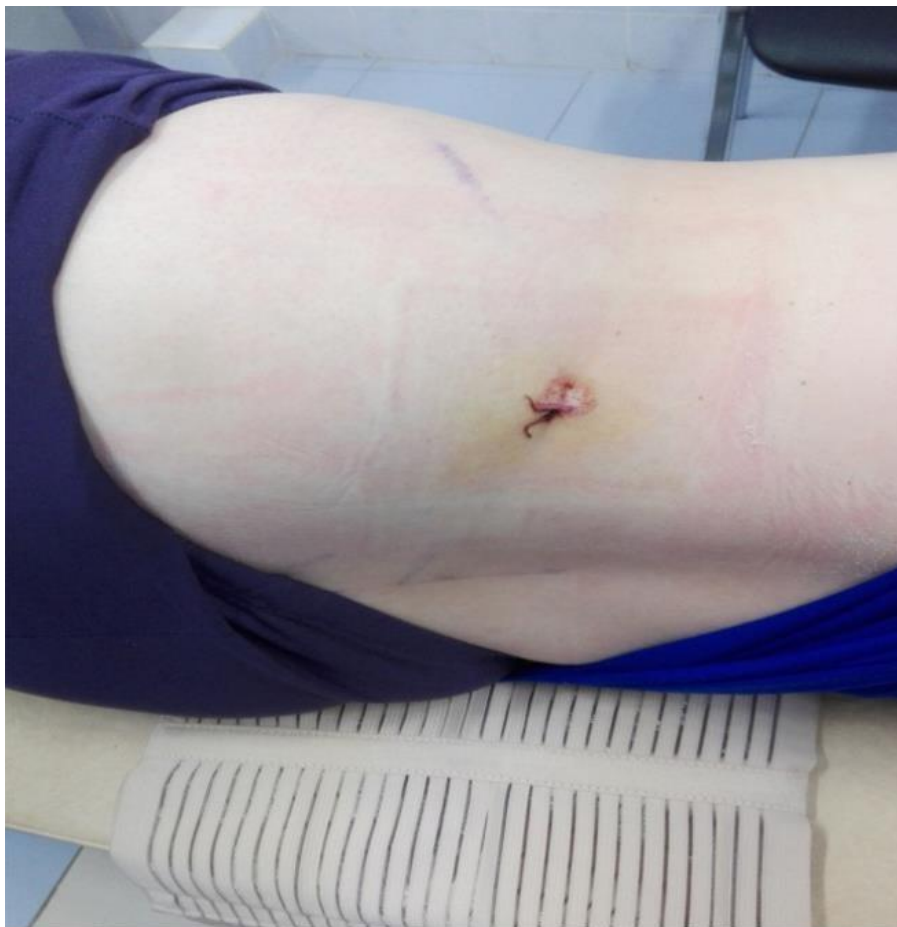


Рисунок 11 – Внешний вид после ушивания раны

Выписку пациентов из стационара проводили на следующий день после операции.

Реабилитация больных и восстановление после перенесенного вмешательства осуществлялись амбулаторно в поликлинике по месту прикрепления под наблюдением врача лечебной физкультуры.

Осмотр больного проводили через месяц и полгода после оперативного вмешательства.

В обязательном порядке, даже при отсутствии неврологической симптоматики, проводилась магнитно-резонансная томография оперированного сегмента, как показано на Рисунках 12, 13.

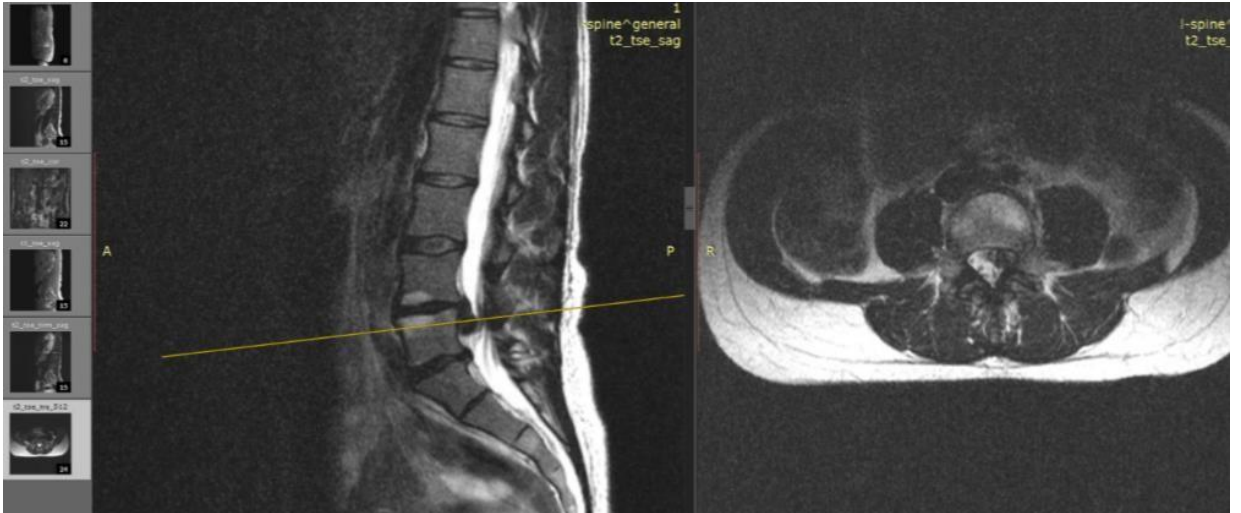


Рисунок 12 – Секвестрированная грыжа межпозвонкового диска на уровне L4-L5, до операции на МРТ

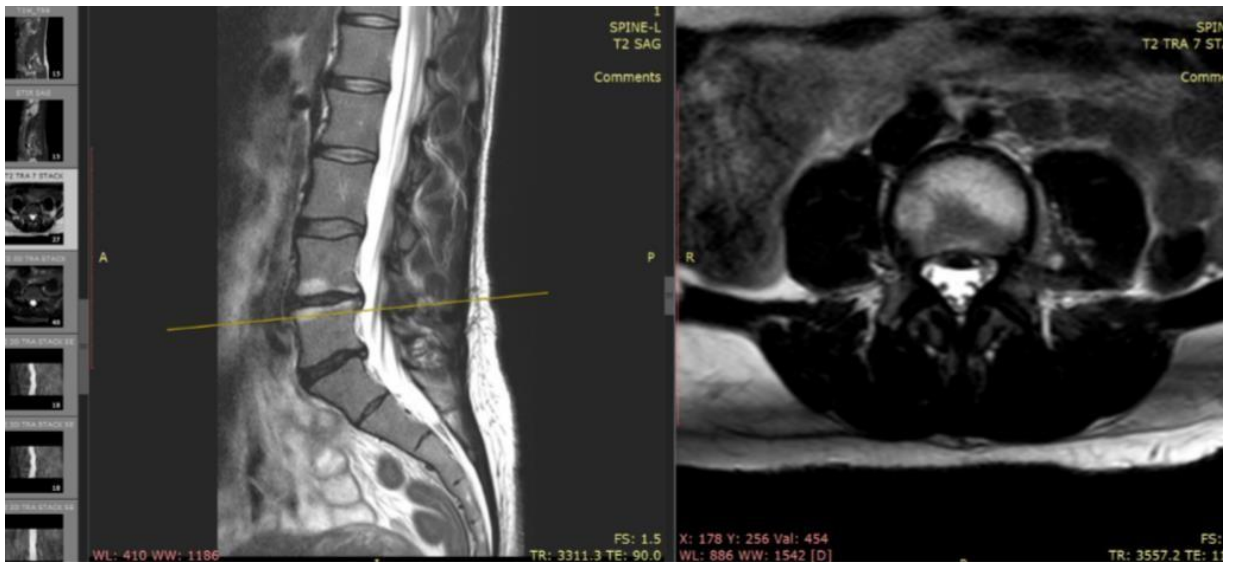


Рисунок 13 – Тот же сегмент через 6 месяцев после операции

## Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 4.1. Клинические характеристики исследуемых пациентов

После операции в каждой из групп выявили статистически значимое снижение показателей, включенных в исследование ( $p < 0,001$ ).

Анализ результатов оперативного лечения между группами не выявил достоверных различий ( $p > 0,05$ ).

Статистический анализ, проводившийся для оценки влияния учитываемых факторов на конечные результаты хирургического лечения, не выявил корреляции.

Динамика показателей ВАШ ( $M \pm SD$ ), ODI  $M \pm SD$  до и после проведенного лечения у пациентов двух групп представлена на Рисунке 14. Представленные данные свидетельствуют о достоверном улучшении результатов ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,001$ ) показателей ВАШ и ODI у пациентов двух групп.



Рисунок 14 – Результаты показателей ВАШ, ODI в обеих группах до и после лечения (в количественном соотношении)

Данные показатели отдельно для пациентов I и II групп представлены на Рисунке 15.



Рисунок 15 – Сравнительная характеристика показателей ВАШ, ODI у пациентов I и II групп (в количественном соотношении)

Представленные данные свидетельствуют о достоверном ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,001$ ) улучшении результатов до и после лечения по опросникам ВАШ и ODI как среди пациентов I, так и II групп.

Результаты субъективной оценки оперативных вмешательств среди пациентов I и II групп по шкале MacNab представлены на Рисунке 16.

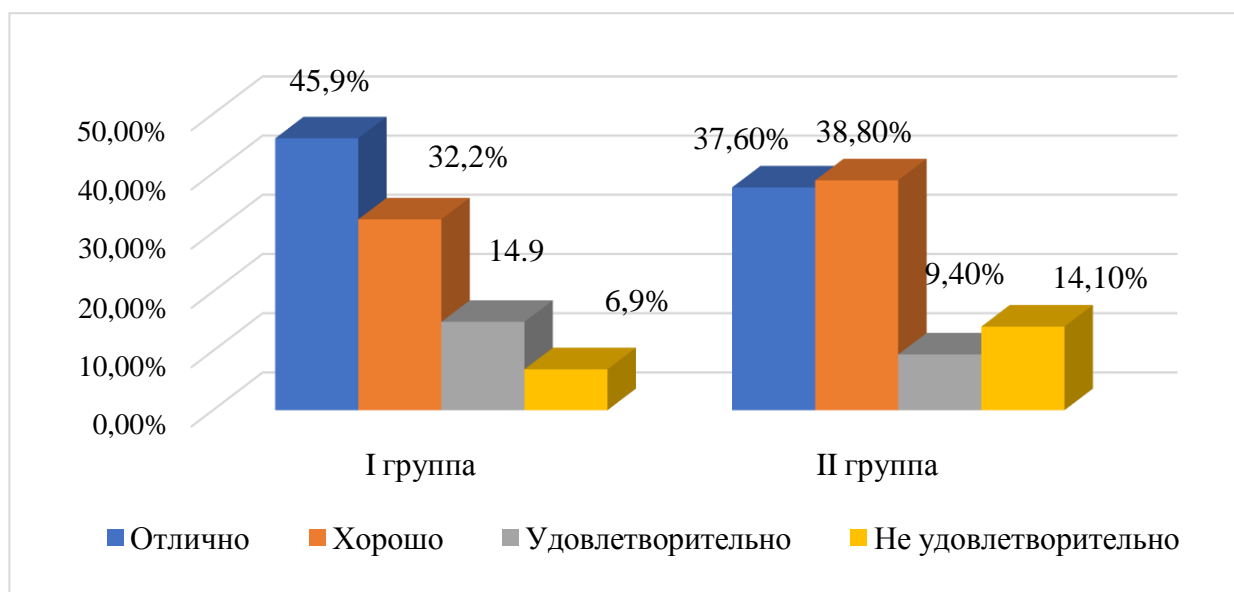


Рисунок 16 – Сравнительная характеристика субъективной оценки оперативных вмешательств среди пациентов I и II групп (в процентном соотношении) по шкале MacNab

Представленные данные свидетельствуют о том, что наибольшее количество пациентов (40 человек – 45,9% случаев), отмечающих состояние своего здоровья как «отличное», зарегистрировано среди респондентов I группы. Наибольшее количество пациентов (33 человек – 38,8% случаев) среди респондентов контрольной группы полагают, что в послеоперационном периоде их состояние здоровья – «хорошее».

Небольшое количество пациентов, соотносимое между группами, считали результаты лечения неудовлетворительными: 6 (6,9%) пациентов в I группе и 12 (14,1%) пациентов в II группе.

Данный факт может быть обусловлен:

- сниженным порогом чувствительности,
- наличием сопутствующей патологии,
- психологическими особенностями личности.

Сравнительная характеристика развития осложнений и рецидива после вмешательств у пациентов обеих групп представлена в Таблице 9.



**Таблица 9** – Сравнительная характеристика развития осложнений и рецидива у пациентов обеих групп

<i>Осложнение/рецидив</i>	<i>I группа (n = 87)</i>		<i>II группа n = 85)</i>	
	<i>абс.</i>	<i>%</i>	<i>абс.</i>	<i>%</i>
Повреждение ТМО	3	3,44	2	2,34
Повреждение корешка	1	1,15	1	1,17
Проведение повторного вмешательства	0	0	5	5,88
Рецидивы	0	0	12	14,11
Отсутствие осложнений	83	95,41	65	76,50

У большинства пациентов осложнения отсутствовали – у 83 (95,41%) в I группе и у 65 (76,50%) в II группе.

В обеих группах исследуемых пациентов повреждение твердой мозговой оболочки выявлялось визуально после осуществления доступа. Размер выявленных дефектов твердой мозговой оболочки не превышал 1-2 мм. Сразу по выявлении дефекта или подозрения на это, прекращалась подача раствора. Затем в течение нескольких минут определялось наличие ликвореи. При выявлении протекания ликвора через дефект твердой мозговой оболочки, изменялось положение тела пациента (головной конец опускался, ножной наоборот поднимался вверх на 15-25 гр.). После остановки ликвореи, операция заканчивалась в обычном порядке.

После операции больным придавалось положение с приподнятыми ногами на все время пребывания в стационаре. Среди всех выявленных случаев повреждения твердой мозговой оболочки, дополнительных манипуляций или медикаментозной поддержки не потребовалось.

В одном случае повреждение корешка было диагностировано в послеоперационном периоде и характеризовалось появлением парестезии в пальцах нижних конечностей. При дальнейшем наблюдении за данным пациентом данные явления прошли в течение первых двух месяцев и так же не потребовали дополнительной медикаментозной коррекции в виду их незначительность.

## 4.2. Обсуждение полученных результатов

Высокая частота болевого синдрома в области грудопоясничного отдела позвоночника приводит у большинства людей к необходимости обратиться к медицинской помощи. При этом только у 5–10% пациентов боль в пояснице обусловлена грыжами межпозвонковых дисков. Таким образом, грыжа межпозвонкового диска является актуальной проблемой современной медицины и может быть обнаружена у лиц любого возраста в 54–79% случаев. Число пациентов, имеющих грыжу межпозвонкового диска, увеличивается во всем мире, в том числе и за счет лиц молодого возраста, на фоне повсеместной урбанизации и автоматизации жизни.

Данное заболевание представляет собой выпячивание диска за пределы замыкательных пластин тел позвонков или выпадение фрагментов диска в позвоночный канал. Основной причиной грыж межпозвонкового диска являются его дегенеративные изменения на фоне постоянно меняющихся нагрузок и множества перенесенных микротравм. В 90% случаев основной локализацией является пояснично-крестцовый отдел позвоночника, в дисковом пространстве L4-L5 или L5-S1 [Абакиров М. Д. и др., 2019; Арестов С. О., Вершинин А. В., Гуца А. О., 2014; Арестов С. О., и др., 2017].

Появление МРТ дало новый толчок к пониманию частоты и характера повреждения межпозвонковых дисков. Бессимптомное течение дегенеративных изменений в межпозвонковых дисках затрудняет диагностику, а значит и профилактику на ранних стадиях. Первое обращение к врачу, как правило, происходит уже при выраженной болевой симптоматике. Консервативная терапия во многих случаях обеспечивает регресс основных симптомов заболевания, но не устраняет причину их появления, это приводит к частым рецидивам у ряда пациентов и появлению показаний для хирургического лечения.

Хирургическое лечение данной патологии достаточно разнообразно и включает в себя как объемные и травматичные открытые методики, так и

малоинвазивные эндоскопические операции. Неоспоримые преимущества при этом имеют чрескожные эндоскопические удаления межпозвонковых грыж диска, к которым относятся;

- меньший разрез,
- сохранение мышечной и костной структур,
- сокращение периода стационарного лечения [Волков И. В. и др., 2018;

Габечия Г. В., Древаль О. Н., 2018].

Выбор метода оперативного лечения определяется:

- клинической картиной заболевания,
- объективными данными выполненных исследований,
- профессиональными навыками хирурга,
- оснащением клиники,
- характерологическими и личностными особенностями каждого пациента.

До настоящего время не существует устоявшегося мнения о том, какие методы лечения и профилактики межпозвонковой грыжи пояснично-крестцового отдела позвоночника наиболее эффективны [Кокина М. С. Филатова Е. Г., 2011; Коновалов Н. А. и др., 2017; Кравцов М. Н. и др., 2018а, 2018б], рекомендован персонифицированный подход к каждому пациенту. Постоянно проводятся многоцентровые исследования, направленные на изучение эффективности различных методик.

В данном исследовании, в период с 2018 по 2021 гг. участвовало 172 пациента, в возрасте от 19 до 62 лет. Среди них мужчин и женщин было практически поровну, 87 и 85 человек соответственно. Возрастные различия также не прослеживались, на что указывает возрастной диапазон 25,0–55,0 лет.

У всех больных были диагностированы грыжи межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. При этом следует отметить: превалирование заднебоковой локализации межпозвонковых грыж относительно позвоночного канала отмечено у 94 пациентов, что составило 54,7% от всех пролеченных больных. Второй по количеству наблюдений была фораминальная

локализация грыж, которая составила 37 человек или 21,5% от всех пациентов. На срединную и экстрафораминальную локализацию пришлось 23,8% случаев или 31 человек.

Оценивая степень дегенерации межпозвонковых дисков, наиболее часто выявлялась III и IV степени, что в сумме составила 132 или 76,7% от всех обследованных больных. При этом на более легкие I и II степени пришлось 28 (16,3%) наблюдений. В то же время на самую тяжелую V степень пришлось всего 12 человек или 6,7%.

Всем этим пациентам было выполнено оперативное вмешательство на уровне L4/L5 у 97 человек или 56,4% и L5/S1 у 75 больных или 43,6%.

По виду оперативного вмешательства все больные были разделены на две группы: I группа, в которую вошли 87 человек, и II группа, 85 человек. В I группе выполнялась трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия с использованием аппарата радиочастотной деструкции и нуклеопластикой грыжи межпозвонкового диска. Больным в II группе была произведена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия без использования аппарата радиочастотной деструкции и нуклеопластики.

Оценка результатов до операции и после проводилась по:

- визуальной аналоговой шкале (ВАШ),
- опроснику качества жизни пациентов с заболеваниями позвоночника Овестри (ODI);
- шкале послеоперационных исходов MacNab.

Так, по данным визуальной аналоговой шкалы боли у всех прооперированных больных отмечено достоверное снижение интенсивности болевого синдрома с 7,9 до 3,1. Полученный результат коррелируется с аналогичными результатами в схожих исследованиях [Волков И. В. и др., 2017; Толумбаева Н. С., 2011; Chan V. B., 2009].

При анализе полученных результатов по шкале ODI также отмечено улучшение качества жизни больных по сравнению с дооперационным периодом,

количественное снижение баллов с 71,9 до 18,58. Что так же совпадает с многочисленными публикациями по данной тематике [Волков И. В. и др., 2017; Толумбаева Н. С., 2011; Chan V. B., 2009].

По шкале MacNab у всех прооперированных больных:

- отличные результаты достигнуты у 72 (41,86%),
- хорошие – у 61 (35,46%),
- удовлетворительные – у 21(12,21%),
- неудовлетворительные результаты отмечены у 18 (10,47) пациентов.

Количество неудовлетворительных результатов у всех пациентов в сумме меньше, чем в других аналогичных исследованиях [Волков И. В. и др., 2017; Толумбаева Н. С., 2011; Chan V. B., 2009; Yong Ahn et al., 2019].

Если же рассматривать полученные результаты по группам, то обращает на себя внимание значительное снижение неудовлетворительных результатов в I группе пациентов, которым была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомия с использованием аппарата радиочастотной деструкции и нуклеопластикой грыжи межпозвонкового диска.

В обеих группах было выявлено следующее осложнение: повреждение твердой мозговой оболочки и корешка спинномозгового нерва во время выполнения операционного пособия. Данное осложнение в I группе было выявлено у 4 пациентов, в II группе – у 3.

Такое осложнение характерно для эндоскопического удаления межпозвонковых грыж. Частота повреждения корешка по данным анализа более 10000 операций, проведенного Bin Zhu и соавт., колеблется от 1 до 6,7 %, в нашем исследовании – 1,15% для I группы и 1,17% для II группы. Следует отметить, что указанное выше осложнение связано исключительно с эндоскопическим этапом операции, а не с непосредственным использованием пункционной нуклеопластики.

Такие осложнения как повторные вмешательства потребовались в 5 (5,88%) случаях, а рецидивы грыж были обнаружены у 12 (14,11%) пациентов, причем отмечены они были в контрольной группе исследования.

Рецидивы болевого корешкового синдрома после удаления грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника по данным разных авторов составляют от 6% до 15% оперированных больных» [Leven D. et.al., 2015; Lew S. M., Mehalic T. F., Fagone K. L., 2001; Lewandrowski K. U., 2008, Lewandrowski K. U., 2018].

Рецидивирующая грыжа межпозвонкового диска пояснично-крестцового отдела позвоночника является наиболее распространенным показанием для повторной операции после поясничной дискэктомии. Частота рецидивов и повторных операций при грыже диска поясничного отдела позвоночника после микроэндоскопической дискэктомии составляет 10,8% [Li K. et al., 2019].

Таким образом, эффективность нуклеопластики следует оценивать по частоте рецидивов грыж межпозвонкового диска и, следовательно, по необходимости повторного вмешательства, что в нашем исследовании убедительно показывает эффективность трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой.

### **4.3. Клинические примеры**

#### **Клинический пример № 1**

Больная N, 39 лет.

Обратилась в консультационно диагностическое отделение ГКБ №17 с жалобами на боли в области поясничного отдела позвоночника, с иррадиацией боли по задней поверхности правого бедра.

При МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника у больной была выявлена межпозвонковая грыжа в сегменте L4-L5 (Рисунки 17, 18).



Рисунок 17 – МРТ больной N до операции в сагиттальной проекции

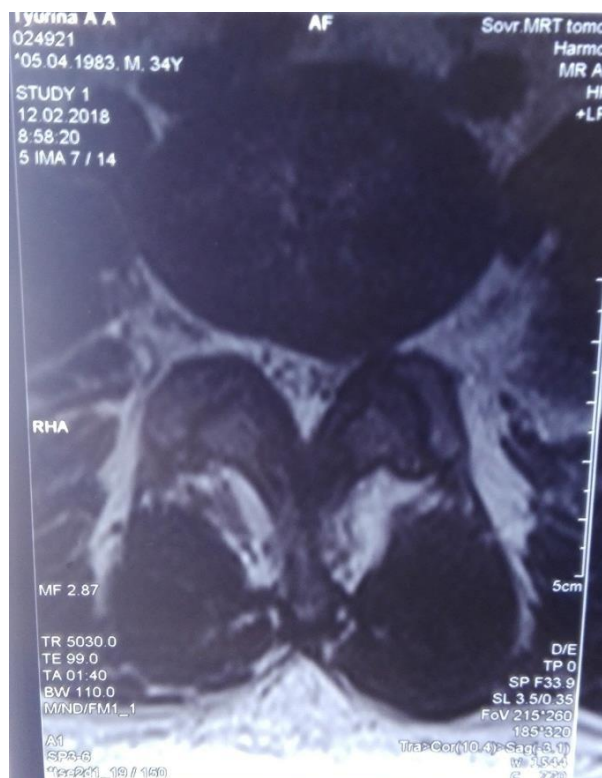


Рисунок 18 – МРТ больной N до операции во фронтальной проекции

Пациентка получила курс консервативного, восстановительного лечения в поликлинике по месту прикрепления. Курс включал в себя ЛФК и ФТЛ. Эффект от проводимой терапии был отмечен в течение нескольких недель.

В связи с выраженным болевым синдромом и отсутствием эффекта от проводимой консервативной терапии пациентке было выполнено оперативное лечение: трансфораминальная эндоскопия с последовательной пункционной нуклеопластикой межпозвонкового диска в сегменте L4-L5.

На следующий день пациентка активизирована в поясничном ортезе.

После операции больная отметила отсутствие болей в области поясницы и их иррадиации в конечности. (Рисунок 19).



Рисунок 19 – Внешний вид больной N на следующие сутки после операции

Через 6 месяцев после операции у пациентки отсутствовал болевой синдром. При контрольном МРТ поясничного отдела позвоночника данных за компрессию межпозвоночного канала, как и сдавления спинномозговых корешков не выявлено. (Рисунок 20)



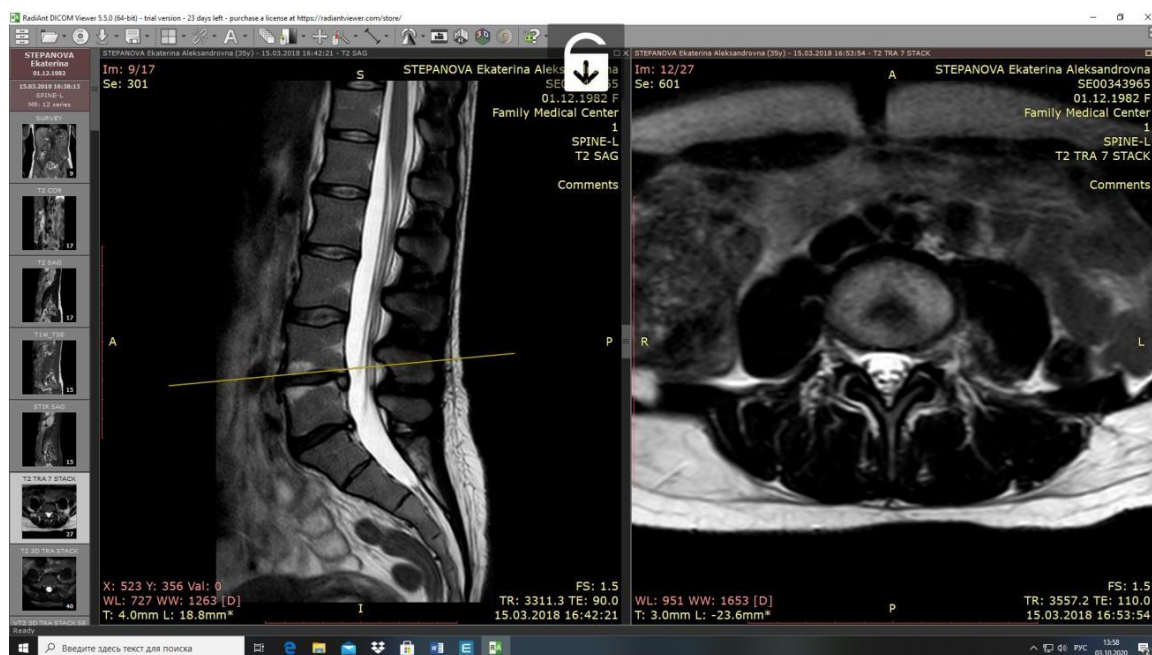


Рисунок 20 – МРТ контроль больной N, через 6 месяцев после операции

## Клинический пример № 2

Больной А., 38 лет.

Обратился в консультационно диагностическое отделение ГКБ № 17 с жалобами на боли в области поясничного отдела позвоночника, с иррадиацией боли по задней поверхности обоих бедер, невозможность разогнуться в пояснице при длительном статическом положении.

При МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника у больного была выявлена межпозвонковая грыжа в сегменте L5-S1 со сдавлением дурального мешка. (Рисунок 21).

Пациентка получила курс консервативного, восстановительного лечения в поликлинике по месту прикрепления. Курс включал в себя ЛФК и ФТЛ. Эффект от проводимой терапии был отмечен в течение нескольких недель. В связи с выраженным болевым синдромом и временным эффектом от проводимой консервативной терапии пациенту была выполнена операция: трансфораминальная эндоскопия с последовательной пункционной нуклеопластикой межпозвонкового диска в сегменте L4-L5.

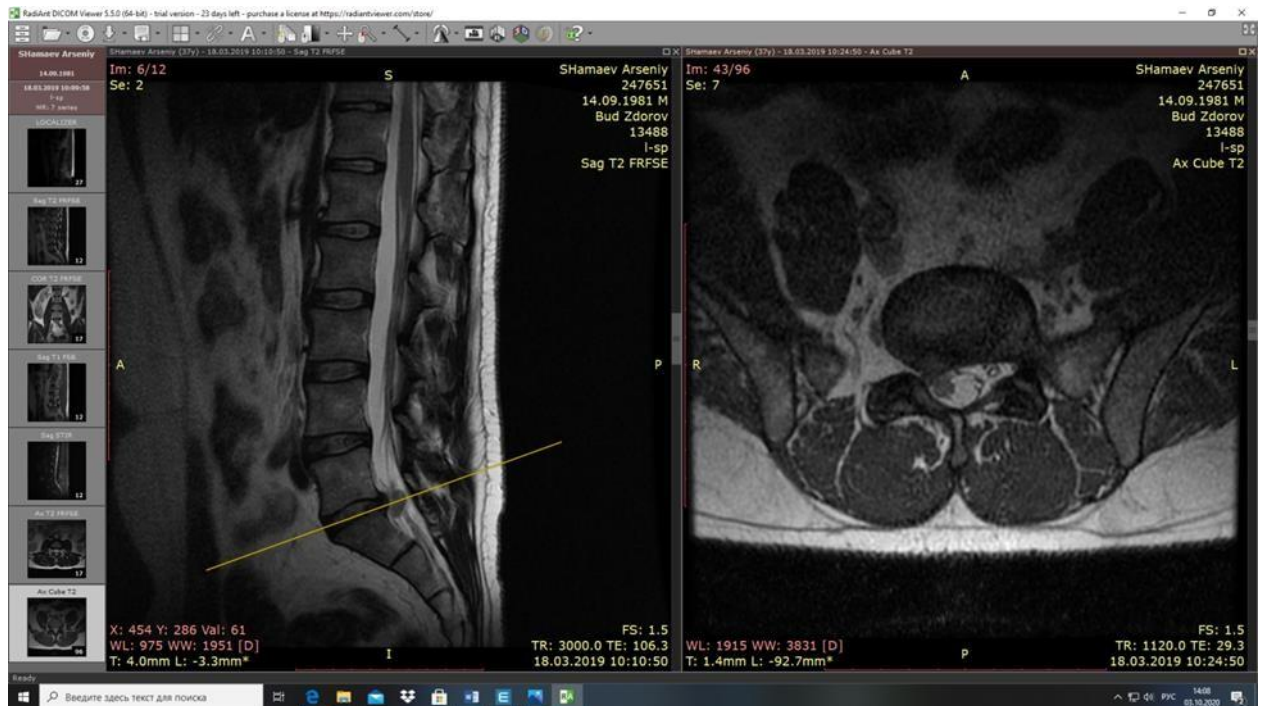


Рисунок 21 – МРТ больного А, до операции

В течение 6 месяцев после операции у пациента отсутствовал болевой синдром. При контрольном МРТ поясничного отдела позвоночника данных за компрессию межпозвоночного канала, как и сдавления спинномозговых корешков не выявлено (Рисунок 22)

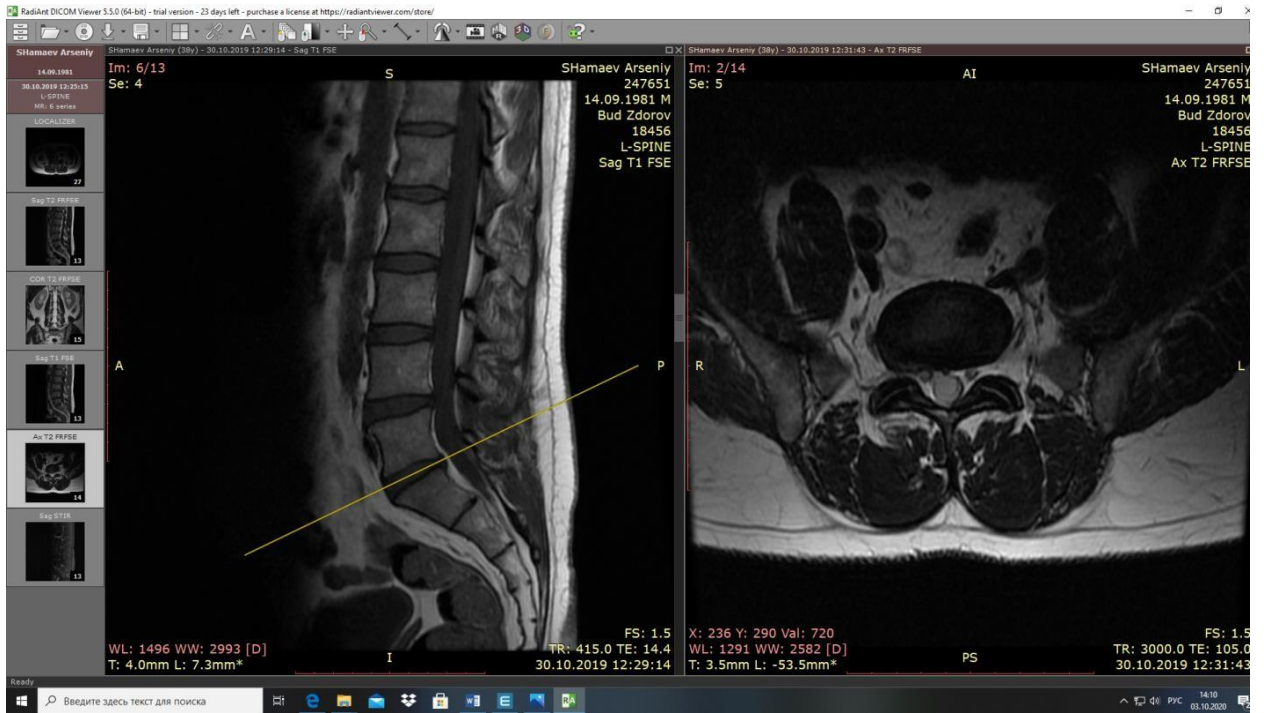


Рисунок 22 – МРТ контроль больного А. через 6 месяцев после операции

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По различным литературным источникам, до 80% людей в течение жизни переносили по крайней мере один эпизод боли в пояснице с наличием или отсутствием боли в нижних конечностях. До 70% людей хотя бы раз в жизни испытывали такую боль в спине, которая заставила их обратиться к невропатологу, а 19% из обратившихся были вынуждены прибегнуть к операции из-за отсутствия ощутимого эффекта от консервативной терапии. У 5–10% пациентов боль в пояснице обусловлена грыжами межпозвонковых дисков и в 43% случаев сопровождается радикулопатией и ишиасом. В связи со всем вышеперечисленным грыжа межпозвонкового диска остается актуальной проблемой современности, являясь этапом дегенерации диска, и выявляется у лиц любого возраста в 54–79% случаев. Число пациентов, имеющих грыжу межпозвонкового диска, увеличивается во всем мире, в том числе и за счет лиц молодого возраста.

Данное заболевание представляет собой выпячивание диска за пределы замыкательных пластин тел позвонков или выпадение фрагментов диска в позвоночный канал. Основной причиной грыж межпозвоночного диска является его дегенеративные изменения на фоне постоянно меняющихся нагрузок и множества перенесенных микротравм. В 90% случаев основной локализацией является пояснично-крестцовый отдел позвоночника, в дисковом пространстве L4-L5 или L5-S1.

Большое влияние на понимание частоты и характера повреждения межпозвоночных дисков оказало улучшение качества и доступности МРТ. Большинство дегенераций межпозвонковых дисков протекают бессимптомно, что затрудняет диагностику, а значит и профилактику на ранних стадиях. Пациенты, как правило, обращаются к врачу уже при выраженной болевой симптоматике. Многообразие определений дегенерации дисков и его грыж усложняет процесс статистического анализа данного заболевания. В связи с тем, что консервативная терапия во многих случаях обеспечивает регресс основных симптомов

заболевания, но не устраняет причину их появления, это приводит к частым рецидивам у ряда пациентов и появлению показаний для хирургического лечения.

Методы хирургического лечения данной патологии достаточно разнообразны. От объемных и травматичных открытых методик до малоинвазивных эндоскопических операций. Чрескожное эндоскопическое удаление грыжи диска обладает рядом преимуществ в сравнении с открытыми вмешательствами, к которым относятся:

- меньший разрез,
- сохранение мышечной и костной структур,
- сокращение периода стационарного лечения.

С меньшим хирургическим разрезом и доступом:

- снижается риск инфекционных осложнений,
- уменьшается оперативная кровопотеря,
- уменьшается общая травматизация мягких тканей.

Выбор метода оперативного лечения определяется:

- клинической картиной заболевания,
- объективными данными выполненных исследований,
- профессиональными навыками хирурга,
- оснащением клиники,
- характерологическими и личностными особенностями каждого пациента.

До настоящего время не существует устоявшегося мнения о том, какие методы лечения и профилактики межпозвонковой грыжи пояснично-крестцового отдела позвоночника наиболее эффективны, рекомендован персонифицированный подход к каждому пациенту. Постоянно проводятся многоцентровые исследования, направленные на изучение эффективности различных методик.

Так, при сравнении дискэктомии и эндоскопической трансфораминальной, Ruetten S. и соавт. в проспективном рандомизированном исследовании указывали на отсутствие болей в ногах в послеоперационном периоде у 79% пациентов, а у 16% пациентов боли отмечались время от времени. Клинические результаты были

одинаковыми в обеих группах. Частота рецидивов составила 5,7% без различий между группами. Эндоскопический метод продемонстрировал значительные преимущества в следующих аспектах:

- ранняя реабилитация,
- снижение числа осложнений,
- меньшая травматизация.

В своем исследовании Level D. и соавт. сообщили, что 69% пациентов перенесли повторную операцию из-за рецидивирующей грыжи межпозвонкового диска.

Одной из малоинвазивных методик лечения является эндоскопическое трансфораминальное удаление грыж межпозвоночного диска. Особенность данного метода заключается в использовании заднебокового доступа через межпозвонковое отверстие (*foramen vertebrale*), при этом нервный корешок визуализируется лишь после удаления грыжи. При таком доступе отсутствует необходимость в тракции корешка и обеспечивается достаточно хорошая эндоскопическая визуализация, что благоприятно сказывается на результатах проводимого лечения.

Эндоскопическая операция обычно проводится в амбулаторных или стационарных условиях, и может быть выполнена под местной или общей анестезией. Поддержание структурной целостности и иннервации параспинальной мускулатуры, а также уменьшение количества эпидуральных рубцов облегчают ранние послеоперационные движения. Данный подход улучшает функциональные результаты и повышает удовлетворенность пациентов проведенным лечением. Эти факторы в сочетании с сокращением длительности операционного вмешательства и общей анестезии приводят к сокращению срока пребывания больного при стационарном лечении, что влияет на стоимость и качество оказываемой помощи.

Рецидивы болевого корешкового синдрома после удаления грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника по данным разных авторов составляют от 6% до 15% оперированных больных.

Рецидивирующая грыжа межпозвонкового диска пояснично-крестцового отдела позвоночника является наиболее распространенным показанием для повторной операции после поясничной дискэктомии. Частота рецидивов и частота повторных операций при грыже диска поясничного отдела позвоночника после микроэндоскопической дискэктомии составляет 10,8%.

Таким образом, подавляющее большинство специалистов, занимающихся чрескожной эндоскопической хирургией поясничного отдела позвоночника, отмечает ее преимущество перед открытыми малоинвазивными доступами по ряду существенных параметров:

- объем интраоперационной кровопотери,
- длительность операции,
- время пребывания пациента в стационаре,
- продолжительность реабилитационного периода.

Однако оценка выраженности послеоперационного болевого синдрома, исходов операции по критериям MacNab, частоты осложнений, рецидивов и повторных операций требует дальнейшего изучения.

Учитывая все вышеперечисленное была определена цель настоящего исследования: улучшение результатов эндоскопического лечения межпозвонковыми грыжами пояснично-крестцового отдела позвоночника.

В соответствии с определенной целью были сформулированы следующие задачи исследования:

1) разработать и применить дополнительную хирургическую технику трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой;

2) уточнить показания и противопоказания к трансфораминальной эндоскопической дискэктомии с последовательной пункционной нуклеопластикой межпозвонкового диска;

3) оценить эффективность и безопасность разработанной оптимизированной техники трансфораминальной эндоскопической дискэктомии;

4) сравнить результаты хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков в пояснично-крестцовом отделе с помощью разработанной оптимизированной и стандартной техники трансфораминальной эндоскопии;

5) обосновать преимущество оптимизированной хирургической техники.

Работа основана на анализе результатов хирургического лечения 172 пациентов с грыжами межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника за период с 2018 по 2021 гг.

В качестве основного критерия включения в исследование принималось наличие симптоматических первичных грыж межпозвонковых дисков у пациентов на уровне пояснично-крестцового отдела позвоночника, подтвержденных с помощью КТ или МРТ, на фоне неэффективности адекватного консервативного лечения более 8 недель. «К критериям исключения относилось

- наличие дегенеративного стеноза позвоночного канала,
- наличие спондилолистеза,
- наличие деформаций позвоночника, имевших вторичную спондилогенную природу (заболевания инфекционного, онкологического и травматического характера). Всем пациентам, включенным в исследование, было проведено хирургическое вмешательство на одном уровне – пояснично-крестцовый отдел позвоночника на уровне L4–L5 и L5–S1.

Исследуемая группа была разделена на I и II группы. В I группу вошли 87 больных, которым была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомии с использованием аппарата радиочастотной деструкции и нуклеопластикой грыжи межпозвонкового диска или нескольких грыж.

II группа составила 85 человек, которым была выполнена трансфораминальная эндоскопическая дискэктомии без использования аппарата радиочастотной деструкции и нуклеопластики.

Были оценены результаты I группы 87 пациентов (43 (49,4%) мужчины и 44 (50,6%) женщины), в возрасте от 19 до 62 лет и II группы – 85 больных (45 (57,9%)



мужчин и 40 (52,1%) женщин). Длительность наблюдения в послеоперационном периоде составила в среднем  $18,7 \pm 6$  месяцев (от 7,2 до 28 месяцев).

«Исходя из данных анамнеза заболевания и дооперационных МРТ, анализировались следующие факторы:

- вид и локализация грыжи межпозвонкового диска по рекомендациям Американской ассоциации нейрорадиологов,
- степень дегенерации оперируемого МПД по С.W. Pfirrmann,
- степень дегенеративных изменений костной ткани в оперируемом и смежных сегментах по М. Т. Modic».

Дополнительно выполнялась оценка спондилографии пояснично-крестцового отдела позвоночника. Локализация грыж в I группе отмечалась на уровне L4–L5 и L5–S1 (47 (58,14%) и 40(41,86%), соответственно). В II группе также чаще всего грыжи определялись на уровне L4–L5 и L5–S1 – 50 (61,22%) и 35 (38,78%) соответственно. По виду грыж относительно позвоночного канала и корешковых отверстий выделялись:

- срединные грыжи дисков,
- заднебоковые грыжи дисков,
- фораминальные грыжи дисков
- экстрафораминальные грыжи дисков.

Срединные межпозвонковые грыжи встречались в I группе у 8 (11,63%), в II у 9 (10,20%) больных. В заднебоковых отделах межпозвонковые грыжи располагались в I группе у 45 (55,81%), в II у 49 (57,14%) пациентов. Фораминально грыжи в I группе определялись у 17 (20,93), II у 20 (24,49%) обследуемых. Межпозвонковые грыжи, расположенные экстрафораминально, выявлены у 8 (11,63%) человек из I группы и 7 (8,16%) II группы.

У большинства пациентов в I и II группах на II и III степень дегенеративных изменений дисков по Pfirrmann приходилось 51,16% (51) случаев и 55,82% (47) случаев, соответственно. На IV и V степень приходилось 40,96% (31) случаев и 43,69% (34) случаев. I степень отмечалась в 6,98%(3) случаев I группы и 8,16% (4)

случаев II группе наблюдений. Изменения тел позвонков, смежных с поврежденными дисками, оценивались при исследовании МРТ на предоперационном этапе: отмечено 7 случаев (16,28%) в I и 9 (18,37%) случаев изменений Modic 1 и 12 (27,91%) пациентов и 13 (26,53%) пациентов соответственно с признаками изменений Modic 2.

Таким образом, достоверных различий между I и II группами по полу, возрасту, характеру и локализации грыж пояснично-крестцовых межпозвонковых дисков выявлено не было ( $p > 0,05$ ).

Для оценки клинической эффективности выполненных оперативных вмешательств динамика болевого синдрома был проведен анализ при помощи визуальной аналоговой шкалы (ВАШ). Состояние пациентов, болевой синдром и степень нарушения жизнедеятельности были оценены по индексу Освестри (ODI).

Оценка состояния пациентов осуществлялась до операции, через три месяца после операции, а также спустя полгода после нее. Для оценки результатов операции также были проанализированы следующие послеоперационные осложнения:

- повреждение твердой мозговой оболочки (ТМО),
- повреждение нервного корешка,
- нарастание неврологического дефицита,
- необходимость конверсии эндоскопического вмешательства на открытое,
- необходимость проведения повторной операции в связи с рецидивом грыжи в срок до 3 месяцев после первичной.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 8.0 (StatSoft Inc.). Применяли критерий Манна – Уитни. Наличие связи между исследуемыми показателями изучали с помощью таблиц сопряженности (точный критерия Фишера). Анализ повторных изменений проводили с использованием критерия Уилкоксона. Статистически достоверными принимали различия при  $p < 0,05$ .

Показания и противопоказания к трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой при пояснично-крестцовых грыжах.

Показания к стандартной методике трансфораминального эндоскопического удаления грыжи МПД пояснично-крестцового отдела (группа сравнения): грыжа диска дегенеративного характера, осложненная стойким компрессионно-радикулярным синдромом, при неэффективной адекватной консервативной терапии, проводимой более 3 месяцев.

Противопоказаниями к трансфораминальной эндоскопической дискэктомии были:

- идиопатический и приобретенный стеноз позвоночного канала;
- миграция секвестра;
- фораминальная грыжа;
- спондилолистез II и более степени;
- онкологические, инфекционные и травматологические заболевания позвоночника.

При проведении трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой ( I группа) показания были расширены, а противопоказания разделены на абсолютные и относительные. Так, в отличие от пациентов группы сравнения, данная методика применялась в следующих случаях: при клинически значимых грыжах межпозвонковых дисков в пояснично-крестцовом отделе, вне зависимости от локализации относительно позвоночного канала и наличия или отсутствия секвестрации.

Абсолютными противопоказаниями к трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой являлись:

- спондилолистез II и более степени,
  - опухолевые, инфекционные и травматические изменения позвоночника.
- Относительными противопоказаниями были идиопатический или приобретенный стенозы позвоночного канала.

Трансфораминальная эндоскопия с последовательной пункционной нуклеопластикой выполнялась под общей анестезией с интубацией трахеи в положении пациента лежа на животе на раме Wilson. После предварительной разметки под флюороскопическим контролем выбиралась оптимальная траектория проведения инструментов. В большинстве случаев доступ осуществлялся:

- на расстоянии 12–14 см от линии остистых отростков на уровне L5–SI,
- на расстоянии 10–12 см – на уровне L4–L5,
- на расстоянии 6–8 см — на вышележащих уровнях.

В прямой проекции при планировании учитывалась локализация грыжевого выпячивания и с учетом положения гребня подвздошной кости. Так, при каудальной миграции и/или латеральном положении грыжи траектория доступа становилась более крутой относительно коронарной плоскости, при краниальной миграции и/или медиальной локализации – более пологой. В боковой проекции условная линия доступа должна была пересекать задне-верхний край тела нижележащего позвонка и верхушку верхнего суставного отростка.

Установку пункционной иглы, гибкого проводника, последовательное проведение дилататоров и рабочей канюли осуществляли также под прямым и боковым флюороскопическим контролем. Целью было соприкосновение инструмента с МПД в позвоночном канале в субартикулярной зоне по медиальной педикулярной линии. Во время проведения дилататоров при их упоре в верхний суставной отросток нижележащего позвонка использовались корончатые фрезы для краевой резекции кости. На последнем этапе доступа устанавливали рабочую канюлю, также строго трансфораминально в позвоночный канал. При необходимости для дополнительного расширения межпозвонкового отверстия использовали эндоскопическую шейверную систему с алмазным бором под визуальным контролем. После установки фораминоскопа проводили:

- 1) ревизию эпидурального пространства,
- 2) удаление фрагментов МПД,
- 3) ревизию полости МПД и грыжевых ворот.

Установка пункционной иглы в пораженном диске осуществляется по рабочему порту эндоскопа, для максимальной эффективности вмешательства игла должна проходить в межпозвоночный диск непосредственно на грыжевые ворота. После установки пункционной иглы в проекции грыжевых ворот диска производится вапоризация с помощью аппарата радиочастотной деструкции. Гемостаз осуществлялся биполярной коагуляцией и увеличением давления жидкости. Для ушивания раны применяли одиночный кожный шов. Пациента выписывали на следующий день при отсутствии осложнений.

После операции в каждой из групп выявлено статистически значимое снижение показателей, включенных в исследование ( $p < 0,001$ ). Анализ результатов оперативного лечения между группами не выявил достоверных различий ( $p > 0,05$ ). Статистический анализ, проводившийся для оценки влияния учитываемых факторов на конечные результаты хирургического лечения, не выявил значимой связи.

Динамика показателей ВАШ ( $M \pm SD$ ), ODI ( $M \pm SD$ ) проводилась в обеих группах. Так, в I группе показатель Визуальной аналоговой шкалы соответствовал в среднем значению 7,94, тогда как после операции снижался до 3,7. В II же группе он соответствовал до операции 7,84, после снижался до 3,14.

Согласно опроснику качества жизни пациентов с заболеваниями позвоночника Осветри, в I группе средний показатель находился на уровне 69,37, то после операции он снижался до 19,19. В II группе до операции он соответствовал 72,6, после снижался до 18,04.

Представленные данные свидетельствуют о достоверном улучшении результатов ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,001$ ) показателей ВАШ и ODI у пациентов двух групп.

Результаты субъективной оценки оперативных вмешательств среди пациентов I и II групп по шкале MacNab свидетельствуют о том, что наибольшее количество пациентов 40 (45,9%), отмечающих состояние своего здоровья как «отличное», зарегистрировано среди респондентов I группы. Наибольшее количество пациентов (33 человек – 38,8% случаев) среди респондентов II группы полагают, что

в послеоперационном периоде их состояние здоровья – «хорошее». Небольшое количество пациентов, соотносимое между группами, считали результаты лечения неудовлетворительными: 6 (6,9%) в I группе и 12 (14,1%) во II группе. Данный факт может быть обусловлен:

- сниженным порогом чувствительности,
- наличием сопутствующей патологии,
- психологическими особенностями личности.

В обеих группах были выявлены осложнения. Так, в I группе из 87 прооперированных повреждение твердой мозговой оболочки отмечено у 3 пациентов, что составило 3,44% от всех пролеченных больных. Повреждение корешка было выявлено у одного пациента. Таким образом, общее количество осложнений в I группе составило 4,59%.

В контрольной группе:

- повреждение твердой мозговой оболочки отмечено у 2 (2,34%) больных,
- повреждение корешка спинномозгового нерва отмечено у 1 (1,17%) пациента.

При этом повторные вмешательства потребовались 5 (5,88%) пациентам, а рецидивы грыж были обнаружены у 12 (14,11%) человек. Общее количество осложнений в контрольной группе составило 23,50%.

В заключение хотелось бы отметить высокую эффективность выбранного метода лечения, позволившего значительно снизить количество осложнений и достигнуть высокий уровень положительных результатов, доведя его до 95,41% в I группе исследования.

## ВЫВОДЫ

1. Хирургическая методика трансфораминальной эндоскопической дискэктомии усовершенствована за счет последовательной пункционной радиочастотной нуклеопластики межпозвонкового диска (заявка на изобретение № 2296509). Установка электрода и контролируемое нагревание ткани фиброзного кольца до 60°C в течение 6 минут приводит к абляции и рубцеванию в области грыжевых ворот, что препятствует рецидивированию грыжи.

2. Трансфораминальная эндоскопия с последовательной пункционной нуклеопластикой показана при клинически значимых грыжах межпозвонковых дисков в пояснично-крестцовом отделе, вне зависимости от локализации относительно позвоночного канала или наличия (отсутствия) секвестрации. Абсолютными противопоказаниями являются спондилолистез II и более степени, опухолевые, инфекционные и травматические изменения позвоночника. Относительными противопоказаниями являются идиопатический и приобретенный стеноз позвоночного канала.

3. Оперативное лечение показало высокую клиническую эффективность в I группе и II группе: уровень боли по ВАШ снизился в среднем на 4,9 и 4,7 баллов, индекс нарушения жизнедеятельности по ODI – на 50,2 и 54,6 баллов, соответственно. Субъективная оценка состояния здоровья MacNab через 1 год после операции в I группе (n = 87) и II группе (n = 85): отличное состояние здоровья отмечали 45,9% (n = 40) и 37,6% (n = 32) пациентов, хорошее – 32,2% (n = 28) и 38,8% (n = 33), удовлетворительное – 14,9% (n = 13) и 9,4% (n = 8), соответственно. Частота рецидивов грыж снизилась с 14,1% (n = 12) у больных II группы сравнения до 0 у больных I группы.

4. Применение разработанной оптимизированной методики эндоскопической дискэктомии и последовательной пункционной нуклеопластики показало отличные (n = 40, 45,9%) и хорошие (n = 28, 32,2%) результаты в I группе пациентов (n = 87) в течение 2 лет наблюдения. В среднем интенсивность боли снизилась с 7,94 до 3,07 баллов по ВАШ, индекс нарушения жизнедеятельности

снизился с 69,4 до 19,2 баллов по ODI( $p < 0,05$ ). Частота осложнений, не угрожающих жизни в виде повреждения твердой мозговой оболочки и спинномозгового корешка составила 4,6% ( $n = 4$ ). Таким образом, разработанная оптимизированная техника эндоскопической дискэктомии с последовательной нуклеопластикой является методом выбора при хирургическом лечении пациентов с межпозвонковыми грыжами. Это обусловлено высокой клинической эффективностью и отсутствием рецидивов.



## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Трансфораминальная эндоскопия с последовательной пункционной нуклеопластикой при пояснично-крестцовых межпозвонковых грыжах является операцией выбора, за исключением пациентов со спондилолистезом II и более степени, а также онкологическими, инфекционными и травматологическими заболеваниями позвоночника.

2. При развитии рецидива пояснично-крестцовых межпозвонковой грыжи, применение трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой позволяет добиться положительного лечебного эффекта и избежать травматичного «открытого» вмешательства.

3. Для улучшения ближайших и отдаленных результатов, а также с целью уменьшения осложнений рекомендуется применять аппарат радиочастотной деструкции для выпаривания и аспирацию образовавшегося в результате выпаривания грыжевого секвестра газодендритного субстрата из позвоночного канала.

4. С целью оптимизации и ускорения оперативного вмешательства при проведении трансфораминальной эндоскопии с последовательной пункционной нуклеопластикой рекомендуется интраоперационное применение электронно-оптического преобразователя.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ВАК – Высшая аттестационная комиссия

ВАШ – Визуальная аналоговая шкала боли

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

ЭКГ – электрокардиография

ЭОП – электронно-оптический преобразователь

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакиров М.Д., Торшин В.И., Мамырбаев С.Т., Алсмади Я.М. Опыт применения пункционной нуклеопластики после трансфораминальной эндоскопической дискэктомии при грыжах межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела. Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия. материалы XVIII Всероссийского симпозиума с международным участием. РУДН. – 2019. –С. 6–8.
2. Абакиров М.Дж., Нурмухаметов Р. М., Мамырбаев С.Т. Результаты ревизионных операций при дегенеративно-дистрофических заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника // Политравма /Polytrauma.– 2020. – № 1. – С. 31–40
3. Абакиров М.Д., Панин М.А., Абдрахманов Р.Р., Мамырбаев С.Т., Джумабек А., Нурмухаметов Р.М., Рамулгон К. Трансфораминальное эндоскопическое удаление грыжи межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника с пункционной нуклеопластикой // Вестник РУДН серия медицина. – 2020. – Т.26 №3. – С. 7–23.
4. Арестов, С.О., Вершинин А.В., Гуца А.О. Сравнение эффективности и возможностей эндоскопического и микрохирургического методов удаления грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / С.О. Арестов, А.В. Вершинин, А.О. Гуца // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2014. – № 6. – С.9–14.
5. Арестов С.О., Гуца А.О., Кашеев А.А., Вершинин А.В., Древаль М.Д., Полторако Е.Н. Современные подходы к лечению грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника // Нервные болезни. – 2017. – №3. – С. 19–23.
6. Арджун С. Результаты микроэндоскопической дискэктомии и чрескожной трансфораминальной эндоскопической дискэктомии для лечения грыжи поясничного диска: сравнительное ретроспективное исследование. Азиатский позвоночник. 2015. № 9 (6). С. 833–840.

7. Булыщенко Г.Г. Эндоскопическая трансфораминальная дискэктомия у живых пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника. Санкт-Петербург. Автореферат ... дис. канд. мед. наук 2018. 164 с.

8. Волков И.В. Результаты трансфораминальной эндоскопической дискэктомии по поводу грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. Травматология и ортопедия России. 2017. 23 (3). С. 32–42.

9. Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярков К.А. Результаты трансфораминальной эндоскопической дискэктомии при грыжах межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника // Травматология и ортопедия России. – 2017. – №23(3). – С. 32–42.

10. Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярков К.А. Сравнительный анализ результатов холодной плазменной нуклеопластики и радиочастотной аннулопластики. Травматология и ортопедия России. 2018. № 24 (2). С. 49–58.

11. Габечия, Г.В. Трансфораминальная эндоскопическая и холодноплазменная дискэктомия в лечении грыж поясничных межпозвонковых дисков / Г.В. Габечия, О.Н. Древаль // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. – 2018. – Т. X. – №1. – С. 12–18.

12. Кокина М.С. Филатова Е.Г. анализ причин неудачного хирургического лечения пациентов с болью в спине. Клиническая медицина. 2011. 1–5.

13. Коновалов, Н.А. Опыт применения перкутанной эндоскопической дискэктомии в лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника / Н.А. Коновалов, Д.С. Асютин, В.А. Королишин и соавт. // Журн. Вопр. нейрохир. им. Н.Н. Бурденко. – 2017. – Т. 81, № 5. – С. 56–62.

14. Кравцов М.Н., Ландик С.А, Дубинин А.А., Азатян К.С., Гайдар Б.В., Свистов Д.В. Чрескожная видеоэндоскопическая хирургия при огнестрельном

проникающем ранении поясничного отдела позвоночника (обзор литературы и клиническое наблюдение) // Нейрохирургия. 2018. Т. 20. № 2. С. 66–73.

15. Кравцов М.Н, Ландик С.А., Дубинин А.А., Орлов В.П., Гайдар Б.В., Свистов Д.В. Минимально-инвазивное хирургическое вмешательство при огнестрельном слепом проникающем ранении поясничного отдела позвоночника: случай из практики // Военно-медицинский журнал. 2018. Т. 339. № 4. С. 56–57.

16. Кравцов М.Н, Мирзаметов С.Д., Свистов Д.В. Методики аугментации и перкутанной видеоэндоскопической декомпрессии в лечении пациентов с остеопоротическими переломами позвонков // Саратовский научно-медицинский журнал. 2018. Т. 14. № 3. С. 412–416.

17. Кравцов М.Н. Исторические аспекты видеоэндоскопической хирургии поясничного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2021. Т. 81 № 1. С. 70–77.

18. Максимов Ю.Н., Хайбуллина Д.Х., Губеев Б.Э. Грыжа диска: мифы и реальность // Практическая медицина. – 2017. – №1(102). – С. 101–103.

19. Муродов, Р.Р. Дифференцированный подход к лечению грыж межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника / Р.Р. Муродов, Х.Д. Рахмонов, Х. Мирзоев и соавт. // Здравоохранение Таджикистана. – 2015. – Т. 1. – № 324. – С. 31–36.

20. Морев А.В., Яриков А.В., Горбатов Р.О., Уланова Н.Д. Метод диагностики спондилоартроза поясничного отдела позвоночника с применением оригинальной оценочной шкалы // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 1.

21. Педаченко Е.Г., Хижняк М.В., Танасейчук А.Ф. Сравнительная оценка эффективности внеканальных эндоскопических и пункционных методик хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела на основе анализа ближайших и отдаленных результатов // Украинский нейрохирургический журнал. – 2004. – №4. – С.55–58.

22. Продан А.И, Сиренко А.А. Колесниченко В.А. Денервация суставов позвоночника. Хирургия позвоночника. 2005; (3 (3): 78–86.

23. Сампиев М.Т., Сычеников Б.А., Скабцовс Н.В. и др. Малоинвазивные методы оперативного лечения грыжи поясничного отдела позвоночника. РМЖ. Медицинское обозрение. – 2019. – №3(7):. – С. 21–27.

24. Старков Ю.Г., Солодина Е.Н., Шишин К.В. Эволюция диагностических технологий в эндоскопии и современные возможности выявления опухолей желудочно-кишечного тракта // Тихоокеанский медицинский журнал. 2009. Т. 36. № 2. С. 35–39. = Starkov YuG, Solodinina EN, Shishin KV. Development of diagnostic technologies in endoscopy and present-day potential for diagnosing gastrointestinal tract neoplasms. Pacific Medical Journal. 2009(2):35–39. In Russian.

25. Толумбаева Н.С. Грыжа диска позвоночника: диагностика и лечение. Журнал клинической медицины. 2011. № 3. С. 31–44.

26. Третьяк Д.Э. Анализ эффективности комбинированного лечения болевых синдромов остеохондроз позвоночника. Клиническая медицина. 2010. № 3. С.136–139.

27. Шевелев И.Н. Использование эндоскопической дискэктомии по Дестандо при проведении грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. Хирургия позвоночника. 1. 2008 (51–57).

28. Ahn Y, Lee SH, Lee JH, Kim JU, Liu WC. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for upper lumbar disc herniation: clinical outcome, prognostic factors, and technical consideration. Acta Neurochir (Wien). 2009;151:199–206. DOI: 10.1007/s00701-009-0204-x.

29. Anandjiwala J, Seo JY, Ha KY, Oh IS, Shin DC. Adjacent segment degeneration after instrumented posterolateral lumbar fusion: a prospective cohort study with a minimum five-year follow-up. Eur Spine J. 2011; 20(11): 1951–1960. doi: 10.1007/s00586-011-1917-0.

30. Bartynski WS, Lin L. Lumbar root compression in the lateral recess: MR imaging, conventional myelography, and CT myelography comparison with surgical confirmation. AJNR Am J Neuroradiol. 2003; 24(3): 348–360.

31. Berkowitz SM, Feuerstein M, Lopez MS, Peck CA. Occupational back disability in U.S. Army personnel. *Mil Med.* – 1999. – №164(6). – P. 412–8.
32. Bin Zhu Complications of Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy: Experiences and Literature Review // *Journal of Spine.* – 2017. – № 06(06). – P. 1–6.
33. Birkenmaier C, Chiu JC, Fontanella A, Leu HF, Ruetten S. Guidelines for percutaneous endoscopic spinal surgery. *Ortopediia Travmatologiia I Protezirovanie.* 2014;(1):87–95. DOI: 10.15674/0030-59872014187-95.
34. Buttermann GR, Glazer PA, Hu SS, Bradford DS. Revision of failed lumbar fusions. A comparison of anterior autograft and allograft. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997; 22(23): 2748–2755. doi: 10.1097/00007632-199712010-00009.
35. Caspar W. A new surgical procedure for lumbar disc herniation causing less tissue damage through a microsurgical approach. In: *Lumbar Disc Adult Hydrocephalus*, ed. by Wullenweber R, Brock M, Hamer J, Klinger M, Spoerri O. Berlin; Heidelberg: Springer, 1977:74–80.
36. Chan V.B. Peng. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy: clinical and quality life outcomes with a minimum of 2-year follow-up. *J. Orthop Surg Res.* 2009. 4–20.
37. Chen ZG, Fu Q. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy through different approaches for lumbar disc herniation // *Zhongguo Gu Shang.* – 2012. – №25. – P. 1057–60.
38. Cheng YP, Lee KW, Lin PY, Huang AP, Cheng CY, Ma HI, Chen CM, Hueng DY. Full-endoscopic interlaminar removal of chronic lumbar epidural hematoma after spinal manipulation. *Surg Neurol Int.* 2014;5:55. DOI: 10.4103/2152-7806.131106.
39. Cherepanov EA. The Russian version of Oswestry questionnaire: cultural adaptation and validity. *Spine Surgery.* 2009; 3: 93–98. = Черепанов Е.А. Русская версия опросника Освестри: культурная адаптация и валидность // *Хирургия позвоночника.* 2009. № 3. С. 93–98.
40. Chiu JC, Clifford TJ, Savitz MH, Yeung AT, Batterjee KA, Destandau J, Hoogland T, Kambin P, Knight M, Lee SH, Leu HF, Pedachenko EG, Peterson RH,

Felipe-Ramirez J, Rezaian A, Reuter MW, Schiffer S, Schmidt F, Werner D, ShangLi L, Zhaomin Z. Multicenter study of percutaneous endoscopic discectomy (lumbar, cervical, and thoracic). *J Minim Invasive Spinal Tech.* 2001;1:33–37.

41. Chiu J. Endoscopic lumbar foraminoplasty. In: Kim D, Fessler R, Regan J, eds. *Endoscopic Spine Surgery and Instrumentation.* New York: Thieme Medical Publisher. 2004:212–229.

42. Choi G, Lee SH, Raiturker PP, Lee S, Chae YS : Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy for intracanalicular disc herniations at L5-S1 using a rigid working channel endoscope. *Neurosurgery* 58(1 Suppl) : ONS59-ONS68; discussion ONS59-ONS68, 2006

43. Choi G, Lee SH, Bhanot A, Raiturker PR, Chae YS. Percutaneous endoscopic discectomy for extraforaminal lumbar disc herniations: extraforaminal targeted fragmentectomy technique using working channel endoscope. *Spine.* 2007;32:E93–E99. DOI: 10.1097/01.brs.0000252093.31632.54.

44. Choi KY, Eun SS, Lee SH, Lee HY : Percutaneous endoscopic thoracic discectomy; transforaminal approach. *Minim Invasive Neurosurg* 53 : 25-28, 2010

45. Choudhri TF, Mummaneni PV, Dhall SS, Eck JC, Groff MW, Ghogawala Z, et al. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 4: radiographic assessment of fusion status. *J Neurosurg Spine.* 2014; 21(1): 23-30. doi: 10.3171/2014.4.SPINE14267.

46. Choy DSJ, Case RB, Ascher P. Percutaneous laser ablation of lumbar discs: a preliminary report of in vitro and in vivo experiences in animals and four human patients. In: *Abstracts of the 33rd Annual Meeting of the Orthopedic Research Society.* San Francisco. 1987:19–22.

47. Chun DS, Baker KC, Hsu WK. Lumbar pseudarthrosis: a review of current diagnosis and treatment. *Neurosurg Focus* . 2015; 39(4): E10. doi: 10.3171/2015.7.FOCUS15292.

48. David F. Fardon. The nomenclature and classification of the pathology of the intervertebral discs of the spine. Recommendations from joint target groups of the North



American Vertebralogical Society. American Society of Spine Radiology and American Society of Neuroradiologists. *Spine*. 2001. 26(5): E93–E113.

49. Destandau J : A special device for endoscopic surgery of lumbar disc herniation. *Neurol Res* 21 : 39-42, 1999.

50. Destandau J. Endoscopic surgery of lumbar disc herniation. A study of 1562 cases. *Hir. Pozvonoc*. 2006;(1):50–54. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2006.1.50-54.

51. Ditsworth DA. Endoscopic transforaminal lumbar discectomy and reconfiguration: a postero-lateral approach into the spinal canal. *Surg Neurol*. 1998;49:588–598. DOI: 10.1016/s0090-3019(98)00004-4.

52. Ebeling U, Reichenberg W, Reulen HJ. Results of microsurgical lumbar discectomy. Review on 485 patients. *Acta Neurochir (Wien)*. 1986; 81:45–52. DOI: 10.1007/BF01456264.

53. Emami A, Faloon M, Sahai N, Dunn CJ, Issa K, Thibaudeau D, et al. Risk Factors for Pseudarthrosis in Minimally-Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion. *Asian Spine J*. 2018; 12(5): 830-838. doi: 10.31616/asj.2018.12.5.830.

54. Etminan M, Girardi FP, Khan SN, Cammisa Jr FP. Revision strategies for lumbar pseudarthrosis. *Orthop Clin North Am*. 2002; 33(2): 381-392. doi: 10.1016/s0030-5898(02)00005-6.

55. Evgenii Belykh ,Morgan B Giers ,Mark C Preul ,Nicholas Theodore ,Vadim Byvaltsev. Prospective Comparison of Microsurgical, Tubular-Based Endoscopic, and Endoscopically Assisted Discectomies: Clinical Effectiveness and Complications in Railway Workers /*World Neurosurg* 2016;90:273-280.

56. Fan G. Navigation improves the learning curve of transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy / G. Fan, R. Han, X. Gu et al. // *International orthopaedics*. – 2017. – Vol. 41, № 2. – P. 323-332.

57. Firmann V.V., Metzdorv A., Zaneti M., Hodler J., Boos N. Magnetic resonance classification of the lumbar intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 Sep 1;26(17):1873–8. doi: 10.1097/00007632-200109010-00011.

58. Foley KT, Smith MM. Microendoscopic discectomy. *Tech Neurosurg.*1997;3:301–307.
59. Friedman WA : Percutaneous discectomy: an alternative to chemonucleolysis. *J Neurosurg* 13 : 542-7, 1983.
60. Goald HJ. Microlumbar discectomy: follow- up of 477 patients. *J Microsurg.* 1980;2: 95–100. DOI: 10.1002/micr.1920020204.
61. Gore SR, Yeung AT : Identifying sources of discogenic pain. *Jour Minimally Invasive Spinal Technique* 3 : 21-24, 2003.
62. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990- 2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013 // *Lancet* (London, England). – 2015. – Vol. 386. – № 9995. – P. 743-800.
63. Heider FC, Mayer HM. Surgical treatment of lumbar disc herniation. *Oper Orthop Traumatol.* 2017 Feb;29(1):59-85. doi: 10.1007/s00064-016-0467-3. Epub 2016 Sep 29. PMID: 27689222.
64. Hijikata S, Yamagishi M, Nakayama T, Oomori K : Percutaneous discectomy: a new treatment method for lumbar disc herniation. *J Toden Hosp* 5 : 5-13, 1975.
65. Hosni HS, Tarek HA. Revision surgery in lumbar degenerative disease // *Zagazig University Medical Journals.* – 2019. - №25(3). – P. 344-349.
66. Hoogland T : Transforaminal endoscopic discectomy with foraminoplasty for lumbar disc herniation. *Surg Tech Orthop Traumatol* 40 : 55-120, 2003.
67. Hoogland T, Schubert M, Miklitz B, Ramirez A. Transforaminal posterolateral endoscopic discectomy with or without the combination of a low-dose chymopapain: a prospective randomized study in 280 consecutive cases. *Spine.* 2006;31:E890–E897. DOI: 10.1097/01.brs.0000245955.22358.3a.
68. Hoogland T, van den Brekel-Dijkstra K, Schubert M, Miklitz B. Endoscopic transforaminal discectomy for recurrent lumbar disc herniation: a prospective, cohort evaluation of 262 consecutive cases. *Spine.* 2008;33:973–978. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31816c8ade.

69. Ipreburg M. Transforaminal endoscopic surgery – technique and provisional results in primary disc herniation. *Eur Musculoskelet Rev.* 2007;(2):73–76.
70. Ito M, Abumi K, Kotani Y, Kadoya K, Minami A. Clinical outcome of posterolateral endoscopic surgery for pyogenic spondylodiscitis: results of 15 patients with serious comorbid conditions. *Spine.* 2007;32:200–206. DOI: 10.1097/01.brs.0000251645.58076.96.
71. Jang JS, An SH, Lee SH. Transforaminal percutaneous endoscopic discectomy in the treatment of foraminal and extraforaminal lumbar disc herniations. *J Spinal Disord Tech.* 2006;19:338–343. DOI: 10.1097/01.bsd.0000204500.14719.2e.
72. Jaikumar S, Kim DH, Kam AC. History of minimally invasive spine surgery. *Neurosurgery.* 2002;51(5 Suppl):S1–S14. DOI: 10.1097/00006123-200211002-00003.
73. Jasper GP, Francisco GM, Aghion D, Telfeian AE. Technical considerations in transforaminal endoscopic discectomy with foraminoplasty for the treatment of spondylolisthesis: Case report. *Clin Neurol Neurosurg.* 2014;119:84–87. DOI: 10.1016/j.clineuro.2014.01.019.
74. Jasper GP, Francisco GM, Telfeian AE. Transforaminal endoscopic discectomy with foraminoplasty for the treatment of spondylolisthesis. *Pain Physician.* 2014;17:703–708.
75. Jha SC, Higashino K, Sakai T, Takata Y, Abe M, Nagamachi A, Fukuta S, Sairyō K. Percutaneous endoscopic discectomy via transforaminal route for discal cyst. *Case Rep Orthop.* 2015;2015:273151. DOI: 10.1155/2015/273151.
76. Jho HD : Endoscopic transpedicular thoracic discectomy. *J Neurosurg* 91(2 Suppl) : 151-156, 1999.
77. Joo YC, Ok WK, Baik SH, Kim HJ, Kwon OS, Kim KH. Removal of a vertebral metastatic tumor compressing the spinal nerve roots via a single-port, transforaminal, endoscopic approach under monitored anesthesia care. *Pain Physician.* 2012;15:297–302.
78. Kambin P. History of the surgical treatment of herniated discs from cauterization to arthroscopic and endoscopic spinal surgery in Kambin P (ed.): *Arthroscopic and endoscopic spinal surgery.* ed. 2. Totowa: Humana Press Inc. 2005.1–27.

79. Kambin P. Arthroscopic microdiscectomy. *Arthroscopy J.* 1992 8:287–295.
80. Kambin P: Arthroscopic microdiscectomy. *Arthroscopy* 8 : 287-295, 1992.
81. Kambin P: Arthroscopic microdiscectomy in Kambin PR (ed) : *Minimal Intervention in Spinal Surgery*. Baltimore : Urban & Schwarzenberg, 1991, pp67-1100
82. Kambin P: Endoscopic laser discectomy. FDA, IDE G890238-S1, 1990.
83. Kambin P: History of Surgical management of herniated lumbar discs from cauterization to arthroscopic and endoscopic spinal surgery in Kambin P (ed) : *Arthroscopic and Endoscopic Spinal Surgery*, ed 2. Totowa : Humana Press Inc., 2005, pp1-27.
84. Kambin P, ed. *Arthroscopic and Endoscopic Spinal Surgery: Text and Atlas*. Totowa: Humana Press. 2005.
85. Kambin P, Gellman H : Percutaneous lateral discectomy of the lumbar spine: a preliminary report. *Clin Orthop* 174 : 127-132, 1983.
86. Kambin P, Sampson S : Posterolateral percutaneous suction-excision of herniated lumbar intervertebral discs. Report of interim results. *Clin Orthop* (207) : 37-43, 1986.
87. Katayama Y, Matsuyama Y, Yoshihara H, Sakai Y, Nakamura H, Nakashima S, Ito Z, Ishiguro N. Comparison of surgical outcomes between macro discectomy and micro discectomy for lumbar disc herniation: a prospective randomized study with surgery performed by the same spine surgeon. *J Spinal Disord Tech.* 2006;19:344–347. DOI: 10.1097/01.bsd.0000211201.93125.1c.
88. Kim C., Chung K.K., Park S.S., Choi B., Kim M.J., Park B.J. The frequency of reoperations after surgery for a hernia of the lumbar intervertebral disc: a nationwide cohort study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013.38 (7):581–90.
89. Kim DH, Choi G, Lee SH : *Endoscopic spine procedures*. New York : Thieme, 2011, pp. 42-58.
90. Knight MT, Goswami A, Patko JT, Buxton N. Endoscopic foraminoplasty: a prospective study on 250 consecutive patients with independent evaluation. *J Clin Laser Med Surg.* 2001;19:73–81. DOI: 10.1089/104454701750285395.

91. Koebbe CJ, Maroon JC, Abla A, El-Kadi H, Bost J. Lumbar microdiscectomy: a historical perspective and current technical considerations. *Neurosurg Focus*. 2002;13(2):1–6. DOI: 10.3171/foc.2002.13.2.4.
92. Krugluger J. Transforaminal endoscopic discectomy. In: Mayer HM. (ed.). *Minimally Invasive Spine Surgery*. Berlin; Heidelberg: Springer. 2006:315–321. DOI: 10.1007/3-540-29490-2\_35.
93. Lee CH, Hyun SJ, Kim KJ, Jahng TA, Yoon SH, Kim HJ. The efficacy of lumbar hybrid stabilization using the DIAM to delay adjacent segment degeneration: an intervention comparison study with a minimum 2-year follow-up. *Neurosurgery*. 2013; 73(2 Suppl Operative): ons224-31, discussion ons231-2. doi: 10.1227/NEU.0b013e31828e8ddc.
94. Lee JC, Choi SW. Adjacent Segment Pathology after Lumbar Spinal Fusion. *Asian Spine J*. 2015; 9(5): 807-817. doi: 10.4184/asj. 2015.9.5.807.
95. Lee JC, Kim Y, Soh J, Shin B. Risk factors of adjacent segment disease requiring surgery after lumbar spinal fusion. *Spine*. 2014; 39(5): E339-E345.
96. Lee S, Lee JW, Yeom JS, Kim KJ, Kim HJ, Chung SK, et al. A practical MRI grading system for lumbar foraminal stenosis. *Am. J. Roentgenol*. 2010; 194(4): 1095-1098. doi: 10.2214/AJR.09.2772.
97. Lee D.Y., Shim C.S., Ahn Y. et al. Comparison of Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy and Open Lumbar Microdiscectomy for Recurrent Disc Herniation // *Neurosurgical Society*. – 2009. - №46(6). – P. 515–521.
98. Lee S., Lee J.W., Yeom J.S., Kim K.J., Kim H.J., Chung S.K., Kang H.S. A practical MRI grading system for lumbar foraminal stenosis// *AJR Am J Roentgenol*. – 2010. – № 194(4). – P. 1095-1098.
99. Lenke LG, Bridwell KH, Bullis D, Betz RR, Baldus C, Schoenecker PL. Results of in situ fusion for isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord*. 1992; 5(4): 433-442. doi: 10.1097/00002517-199212000-00008.

100. Leven D. et.al. Risk Factors for Reoperation in Patients Treated Surgically for Intervertebral Disc Herniation: A Subanalysis of Eight-Year SPORT Data. *J Bone Joint Surg Am.* 2015 Aug 19;97(16):1316-25).

101. Lew SM, Mehalic TF, Fagone KL. Transforaminal percutaneous endoscopic discectomy in the treatment of far-lateral and foraminal lumbar disc herniations. *J Neurosurg.* 2001;94(2 Suppl):216–220. DOI: 10.3171/spi.2001.94.2.0216.

102. Lewandrowski KU. Pre-operative planning for endoscopic lumbar foraminal decompression – A prospective study. *Eur Musculoskelet Rev.* 2008;3:46–51.

103. Lewandrowski KU. Readmissions After Outpatient Transforaminal Decompression for Lumbar Foraminal and Lateral Recess Stenosis // *Int J Spine Surg.* – 2018. - №12. – P. 342-51.

104. Li K., Gao K., Zhang T., Lv C.L., Comparison of percutaneous transforaminal endoscopic lumbar discectomy with a unilateral and bilateral approach for L3/4 or L4/5 lumbar disc herniation with bilateral symptoms: technical notes and a prospective randomized study. *Eur. Spine J.* 2019. Nov 16. 33–52. doi: 10.1007/s00586–019–06210-y.

105. Liuke M, Solovieva S, Lamminen A, Luoma K, Leino-Arjas P, Luukkonen R, et al. Disc degeneration of the lumbar spine in relation to overweight. *Int J Obes (Lond).* 2005; 29(8): 903-908. doi: 10.1038/ sj.ijo.0802974.

106. Madhavan K, Chieng LO, McGrath L, Hofstetter CP, Wang MY. Early experience with endoscopic foraminotomy in patients with moderate degenerative deformity. *Neurosurg Focus.* 2016;40:E6. DOI: 10.3171/2015.11.FOCUS15511.

107. Matsumoto M, Watanabe K, Hosogane N, Tsuji T, Ishii K, Nakamura M, Chiba K, Toyama Y. Recurrence of lumbar disc herniation after microendoscopic discectomy. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* 2013 Jul;74(4):222-7.

108. Mathews HH : Transforaminal endoscopic microdiscectomy. *Neurosurg Clin North Am* 7 : 59-63, 1996.

109. Mayer HM, Brock M, Berlien HP, Weber B. Percutaneous endoscopic laser discectomy (PELD). A new surgical technique for non-sequestered lumbar discs. *Acta Neurochir Suppl (Wien)*. 1992;54:53–58. DOI: 10.1007/978-3-7091-6687-1\_7.

110. Mayer HM, ed. *Minimally Invasive Spine Surgery: A Surgical Manual*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2006.

111. McGrath LB Jr, Madhavan K, Chieng LO, Wang MY, Hofstetter CP. Early experience with endoscopic revision of lumbar spinal fusions. *Neurosurg Focus*. 2016;40:E10. DOI: 10.3171/2015.10.FOCUS15503.

112. Mixter WJ, Barr JS. Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *N Engl J Med*. 1934;211:210–215. DOI: 10.1056/NEJM193408022110506.

113. Mobbs RJ, Phan K, Thayaparan GK, Rao PJ. Anterior Lumbar Interbody Fusion as a Salvage Technique for Pseudarthrosis following Posterior Lumbar Fusion Surgery. *Global Spine J*. 2016; 6(1): 14-20. doi: 10.1055/s-0035-1555656.

114. Mobbs R.J., Sivabalan P., Li J. Minimally invasive surgery compared to open spinal fusion for the treatment of degenerative lumbar spine pathologies // *Journal of Clinical Neuroscience*. Elsevier, 2012. - № 19(6). - P. 829–835.

115. Modik M.T., Steinberg P.M., Ross J.S., Masaryk T.J., Carter J.R. Degenerative disc disease: assessment of changes in the bone marrow of the vertebra using MRI. *Radiology J*. 1988.166 (part 1):193–9.

116. Modic M.T., Stenberg, P.M. Roz, J.S., Masaruk, T. Zh. And Carter J.R. Degenerative disc disease: assessment of changes in the bone marrow of the vertebra using MRI. *Radiology J*. 1988;166(1 Pt 1):193–9. doi: 10.1148/radiology.166.1.3336678.

117. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology*. 1988; 166(1.Pt 1): 193-199. doi: 10.1148/ radiology.166.1.3336678.

118. Modic M.T. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging // *Radiology*. – 1988. – № 166(1). – P. 193-199.

119. Milette P.C. Reporting lumbar disk abnormalities: at last, consensus! // *AJNR Amer. J Neuroradiol*. – 2001. – № 22(3). – P. 429-430.

120. Mirkovic SR, Schwartz DG, Glazier KD : Anatomic considerations in posterolateral procedures. *Spine (Phila Pa 1976)* 20 : 1965-1971, 1995

121. Miwa S, Yokogawa A, Kobayashi T, et al. Risk factors of recurrent lumbar disc herniation: a single center study and review of the literature // *J Spinal Disord Tech.* – 2015. - 28(5). - E265-E269.

122. Nagahama K, Ito M, Abe Y, Murota E, Hiratsuka S, Takahata M. Early clinical results of percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion: a new modified technique for treating degenerative lumbar spondylolisthesis. *Spine Surg Rel. Res.* 2019;3:327–334. DOI: 10.22603/ssrr.2018-0058.

123. Nie H, Zeng J, Song Y, Chen G, Wang X, Li Z, Jiang H, Kong Q. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L5–S1 disc herniation via an interlaminar approach versus a transforaminal approach: a prospective randomized controlled study with 2-year follow up. *Spine.* 2016;41(Suppl 19):B30–B37. DOI: 10.1097/ BRS.0000000000001810.

124. Okuda S, Yamashita T, Matsumoto T, Nagamoto Y, Sugiura T, Takahashi Y, et al. Adjacent segment disease after posterior lumbar interbody fusion: a case series of 1000 patients // *Global Spine J.* – 2018. - № 8(7). – P. 722-727.

125. Onik G, Helms CA, Ginsburg L, Hoaglund FT, Morris J : Percutaneous lumbar discectomy using new aspiration probe. *AJR Am J Roentgenol* 144 : 1137-1140, 1985

126. Onyia CU, Menon SK. Asian J. 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 // *Neurosurg.* – 2019. - №14(2). – P. 392-398.

127. Park JS, Shim KD, Song YS, Park YS. Risk factor analysis of adjacent segment disease requiring surgery after short lumbar fusion: the influence of rheumatoid arthritis. *Spine J.* 2018; 18(9): 1578-1583. doi: 10.1016/j.spinee.2018.02.005. Epub 2018 Feb 13.

128. Peters M, Willems P, Weijers R, Wiertts R, Jutten L, Urbach C, et al. Pseudarthrosis after lumbar spinal fusion: the role of 18F-fluoride PET/CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2015; 42(12): 1891-1898. doi: 10.1007/s00259-015-3154-y.



129. Pfirrmann S.V., Pfirrmann V.U., Metzdorf A.A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar degeneration of the intervertebral disc Spine. spinal J. 2001; 17: 1873–1878.

130. Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. Spine (Phila Pa 1976). 2001; 26(17): 1873-1878. doi: 10.1097/00007632-200109010-00011.

131. Pfirrmann C.W. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration // Spine. – 2001. – № 26(17). – P. 1873-1878.

132. Quinn JC, Buchholz AL, Buell T, Haid R, Bess S, Lafage V, et al. Adjacent segment disease after lumbar spine surgery // Part 2: Prevention and treatment. Contemporary Neurosurgery. – 2018. - № 40(18). - P. 1-7.

133. Ravindra VM, Steven SS, Abbas R, Michael CD, Roger H, Erica B, et al. Degenerative lumbar spine disease: estimating global incidence and worldwide volume // Global Spine J. – 2018. - № 8(8). - 784-794.

134. Ruetten S, Komp M, Godolias G : An extreme lateral access for the surgery of lumbar disc herniations inside the spinal canal using the fullendoscopic uniportal transforaminal approach-technique and prospective results of 463 patients. Spine (Phila Pa 1976) 30 : 2570-2578, 2005

135. Ruetten S. The full-endoscopic interlaminar approach for lumbar disc herniations. In: Mayer HM. (ed.). Minimally Invasive Spine Surgery. Berlin; Heidelberg: Springer. 2006:346–355. DOI: 10.1007/3-540-29490-2\_38.

136. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Recurrent lumbar disc herniation after conventional discectomy: a prospective, randomized study comparing full-endoscopic interlaminar and transforaminal versus microsurgical revision. J Spinal Disord Tech. 2009 Apr;22(2):122-9.

137. Ruetten S, Komp M, Godolias G. A new full-endoscopic technique for the interlaminar operation of lumbar disc herniations using 6-mm endoscopes: prospective 2-year results of 331 patients. Minim Invasive Neurosurg. 2006;49:80–87. DOI: 10.1055/s-2006-932172.

138. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study. *Spine*. 2008;33:931–939. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31816c8af7.
139. Sak L.D., Zubairov E. Kh., Kozel A.I. Percutaneous endoscopic nucleotomy of lower lumbar discs: a review of literature. *Spinal Surgery*. 2005; (1):74–84.
140. Scemama C, Magrino B, Gillet P, Guigui P, Less V. Risk of adjacent-segment disease requiring surgery after short lumbar fusion: results of the French Spine Surgery Society Series. *J Neurosurg Spine* . 2016; 25: 46-51.
141. Schizas C, Theumann N, Burn A, Tansey R, Wardlaw D, Smith FW, et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images. *Spine*. 2010; 35(21): 1919-1924. doi: 10.1097/brs.0b013e3181d359bd.
142. Schreiber A, Suezawa Y. Transdiscoscopic percutaneous nucleotomy in disk herniation. *Orthop Rev*. 1986;15:35–38.
143. Schubert M, Hoogland T. Endoscopic transforaminal nucleotomy with foraminoplasty for lumbar disk herniation. *Oper Orthop Traumatol*. 2005;17:641–661. DOI: 10.1007/s00064-005-1156-9.
144. Silva AC, de Alcantara T, Nogueira MP. The percutaneous endoscopic lumbar interbody fusion (PELIF): an advanced and innovation technique. *Int J Recent Surg Med Sci*. 2019;5:31–34. DOI: 10.1055/s-0039-1692730.
145. Smith MM, Foley KT : Microendoscopic discectomy(MED): the first 100 cases. *Neurosurgery* 43 : 702, 1998.
146. Sony O., Ognenni S., Kaliperumal, Chandrasekaran, Kassim A., O’Sullivan M. The result of nucleoplasty in patients with Korean pain and lumbar intervertebral disc J *Nat Sci Biol Med*.2013 January.4 (1).187–190.
147. Soh J, Lee JC, Shin BJ. Analysis of risk factors for adjacent segment degeneration occurring more than 5 years after fusion with pedicle screw fixation for

degenerative lumbar spine. *Asian Spine J.* 2013; 7(4): 273-281. doi: 10.4184/asj.2013.7.4.273.

148. Shi R, Wang F, Hong X, et al. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus microendoscopic discectomy for the treatment of lumbar disc herniation: a meta-analysis // *Int Orthop.* – 2018. - № 7.

149. Symmons DP, van Hemert AM, Vandenbroucke JP, Valkenburg HA. A longitudinal study of back pain and radiological changes in the lumbar spines of middle aged women. I. Clinical findings. *Ann Rheum Dis.* 1991; 50(3): 158-161. doi: 10.1136/ard.50.3.158.

150. Suh SP, Jo YH, Jeong HW, Choi WR, Kang CN. Outcomes of Revision Surgery Following Instrumented Posterolateral Fusion in Degenerative Lumbar Spinal Stenosis: A Comparative Analysis between Pseudarthrosis and Adjacent Segment Disease. *Asian Spine J.* 2017; 11(3): 463-471. doi: 10.4184/asj.2017.11.3.463.

151. Telfeian AE. Transforaminal endoscopic solution to disk reherniation postmini-TLIF: case report. *Clin Neurol Neurosurg.* 2015(131):69–71. DOI: 10.1016/j.clineuro.2015.02.001.

152. Telfeian AE, Jasper GP, Francisco GM. Transforaminal endoscopic treatment of lumbar radiculopathy after instrumented lumbar spine fusion. *Pain Physician.* 2015;18:179–184.

153. Tsou PM, Yeung CA, Yeung AT. Posterolateral transforaminal selective endoscopic discectomy and thermal annuloplasty for chronic lumbar discogenic pain: a minimal access visualized intradiscal surgical procedure. *Spine J.* 2004;4:564–573. DOI: 10.1016/j.spinee.2004.01.014.

154. Tsou PM, Alan Yeung C, Yeung AT. Posterolateral transforaminal selective endoscopic discectomy and thermal annuloplasty for chronic lumbar discogenic pain: a minimal access visualized intradiscal surgical procedure // *Spine J.* – 2019. - №4. P. 564-73.

155. Thongtrangan I, Le H, Park J, Kim DH. Minimally invasive spinal surgery: a historical perspective. *Neurosurg Focus.* 2004;16(1):1–10. DOI: 10.3171/foc.2004.16.1.14.
156. Wagner R, Ipreburg M, Telfeian AE. Transforaminal endoscopic decompression of a postoperative dislocated bone fragment after a 2-level lumbar total disc replacement: case report. *Neurosurg Focus.* 2016;40:E8. DOI: 10.3171/2015.11.FOCUS15492.
157. Wagner R, Telfeian AE, Ipreburg M, Krzok G, Gokaslan Z, Choi DB, Pucci FG, Oyelese A. Transforaminal endoscopic solution to a kyphoplasty complication. *World Neurosurg.* 2016;91:195–198. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.04.013.
158. Wang H, Ma L, Yang D, Wang T, Liu S., Yang S, et al. Incidence and risk factors of adjacent segment disease following posterior decompression and instrumented fusion for degenerative lumbar disorders. *Medicine (Baltimore).* 2017; 96(5): e6032. doi: 10.1097/ MD.00000000000006032.
159. Wang, K. Evaluation of transforaminal endoscopic lumbar discectomy in the treatment of lumbar disc herniation / K. Wang, X. Hong, B.Y. Zhou et al. // *International orthopaedics.* – 2015. – Vol. 39, № 8. – P. 1599-1604.
160. Wang L, Chu G, Zhang HQ, Guo CF, Tang MX, Gao QL, Qiao WM, Yan T. Endoscopic interlaminar lumbar discectomy with splitting of ligamentum flavum. *Zhonghua yi xue za zhi.* 2013;17:6267–6272. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2013.35.008.
161. Weishaupt D, Zanetti M, Boos N, Hodler J. MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints. *Skeletal Radiology.* 1999; 28(4): 215-219. doi: 10.1007/s002560050503.
162. West 3rd JL, Bradford DS, Ogilvie JW. Results of spinal arthrodesis with pedicle screw-plate fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 1991; 73: 1179-1184.
163. Williams RW. Microlumbar discectomy: a conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc. *Spine.* 1978;3:175–182.

164. Wilson DH, Kenning J. Microsurgical lumbar discectomy: preliminary report of 83 consecutive cases. *Neurosurgery*. 1979;4:137–140. DOI: 10.1227/00006123-197902000-00005.

165. Xia XP, Chen HL, Cheng HB. Prevalence of Adjacent Segment Degeneration After Spine Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Spine*. 2013; 38(7): 597-608. doi: 10.1097/BRS.0b013e318273a2ea.

166. Yasargil MG. Microsurgical operation of herniated lumbar disc. In: *Lumbar Disc Adult Hydrocephalus*, ed. by Wullenweber R, Brock M, Hamer J, Klinger M, Spoerri O. Berlin; Heidelberg: Springer, 1977:81–81. DOI: 10.1007/978-3-642-66578-3\_16.

167. Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation: surgical technique, outcome, and complications in 307 consecutive cases. *Spine*. 2002; 27:722–731. DOI: 10.1097/00007632-200204010-00009.

168. Yeung AT. The evolution of percutaneous spinal endoscopy and discectomy: state of the art. *Mt Sinai J Med*. 2000;67:327–332.

169. Yeung AT : The evolution and advancement of endoscopic foraminal surgery: one surgeon’s experience incorporating adjunctive technologies. *SAS J* 1 : 108-117, 2007

170. Yeung AT, Gore SR : Evolving methodology in treating discogenic back pain by Selective Endoscopic Discectomy (SED) and thermal annuloplasty. *J Minimally Invasive Spinal Tech* 1 : 8-16, 200.

171. Yeung AT. Lessons Learned from 27 Years’ Experience and Focus Operating on Symptomatic Conditions of the Spine under Local Anesthesia: The Role and Future of Endoscopic Spine Surgery as a “Disruptive Technique” for Evidenced Based Medicine // *J Spine*. – 2018. - №7. –P. 413.

172. Yong Ahn, Sang Gu Lee, Seong Son, Han Joong Keum. Transforaminal Endoscopic Lumbar Discectomy Versus Open Lumbar Microdiscectomy: A Comparative Cohort Study with a 5-Year Follow-Up /*Pain Physician*, 2019 May;22(3):295-304.

173. Yun DJ, Yu JW, Jeon SH, Lee HC, Lee SH. Salvage Anterior Lumbar Interbody Fusion for Pseudoarthrosis After Posterior or Transforaminal Lumbar Interbody Fusion:

A Review of 10 Patients. *World Neurosurg.* 2018; 111: e746-e755. doi: 10.1016/j.wneu.2017.12.155.

174. Zhang C, Berven SH, Fortin M, Weber MH. Adjacent Segment Degeneration Versus Disease After Lumbar Spine Fusion for Degenerative Pathology: A Systematic Review With Meta-Analysis of the Literature. *Clin Spine Surg.* 2016; 29(1): 21-29. doi: 10.1097/ BSD.000000000000032.

175. Ziquan Li, Cong Zhang, Weisheng Chen, Shugang Li, Bin Yu, Hong Zhao, Jianxiong Shen, Jianguo Zhang, Yipeng Wang, Keyi Yu. Percutaneous Endoscopic Transforaminal Discectomy versus Conventional Open Lumbar Discectomy for Upper Lumbar Disc Herniation: A Comparative Cohort Study // *Biomed Res Int.* 2020 Mar 2;2020:1852070. doi: 10.1155/2020/1852070. eCollection 2020.

