

«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА А.Л. ПОЛЕНОВА» – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР ИМЕНИ В.А. АЛМАЗОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

ГОРОДНИНА
АНГЕЛИНА ВИКТОРОВНА

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ЛАЗЕРНОЙ ВАПОРИЗАЦИИ
МЕЖПОЗВОНКОВОГО ДИСКА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С
ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ
ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

3.1.10. Нейрохирургия

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Иваненко Андрей Валентинович

Санкт-Петербург

2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	16
1.1 Эпидемиология дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника .	16
1.2 Анатомия и биомеханика межпозвонкового диска	17
1.3 Хирургические методы лечения при дегенеративных поражениях межпозвонковых дисков	20
1.4 Малоинвазивная хирургия межпозвонковых дисков.....	22
1.5 Применение лазерного излучения в медицине и физические принципы метода лазерной вапоризации, изменения в межпозвонковом диске при лазерном воздействии	26
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	32
2.1 Общая характеристика обследованных пациентов.....	32
2.2 Методы клинического исследования.....	38
2.3 Методы нейровизуализации	45
2.4 Метод хирургического лечения.....	48
2.5 Оптимизация метода лазерной вапоризации с измерением оптической мощности лазерного излучения.....	52
2.6 Методы статистической обработки полученных данных	55
2.7 Характеристика исследуемых групп	56
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЛЕЧЕНИЯ, И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	62
3.1 Оценка клинико-нейровизуализационных данных после хирургического лечения	62
3.2 Оценка динамики качества жизни	70
3.3 Оценка исходов лечения	71
3.4 Влияние интраоперационного измерения оптической мощности лазерного излучения на исход.....	73

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
ВЫВОДЫ	100
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	102

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВАШ – визуальная аналоговая шкала
- МПД – межпозвонковый диск
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
- ПДС – позвоночно-двигательный сегмент
- ПЛ – поясничный лордоз
- СЛ – сегментарный лордоз
- СС – спинальный стеноз
- ТПФ – транспедикулярная фиксация
- ФВ – фораминальная высота
- ЭОП – электронно-оптический преобразователь
- ODI – osvestry disability index (индекс освестри)

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В современной нейрохирургии дегенеративные изменения позвоночника и связанные с этим процессом формирующиеся морфологические и функциональные перестройки, сопровождающиеся клинико-неврологическими проявлениями, определяют одну из важнейших медико-социальных проблем. Применяемые методы диагностики и хирургических вмешательств на современном этапе не обеспечивают полного излечения больных, сопровождаются большим количеством неудовлетворительных результатов и осложнений, в том числе у лиц трудоспособного возраста (Могучая О.В., Щедренко В.В., 2013, Абакиров М.Д. с соавт., 2020, Чехонацкий В.А. с соавт., 2020, Zhao X.V., 2021, Liang Z., 2022).

Длительный болевой синдром в поясничном отделе позвоночника, нарастающие функциональные нарушения в конечностях существенно отражаются на состоянии пациента, изменяют его характерологические свойства. Отмечено, что около половины пациентов, страдающих поражением позвоночника, имеют признаки хронического психоэмоционального напряжения (Подчуфарова Е.В. с соавт., 2003; Кочетова М.Ю. с соавт., А.Ю. 2018, Рябченко А.Ю. с соавт., 2018, Wei F.L., 2021).

Интенсификация труда, расширение возрастных границ людей, задействованных в делопроизводстве, изменение рациона питания, нарушение режима «труда-отдыха» приводит к нарастанию количества пациентов, обращающихся с жалобами на боль в спине уже на ранних этапах заболевания. Очевидно, что они являются представителями наиболее активной социальной части населения, и составляют от 20% до 68% случаев нарушения трудоспособности. Аналогичные данные приводит группа авторов, сравнивающая нарастающий процент поражения позвоночника с высоким уровнем онкологических заболеваний и отмечающая, что доля дегенеративных заболеваний позвоночника в структуре заболеваемости взрослого населения составляет до 52%, занимая одно из первых мест по числу

дней нетрудоспособности (Гайдар Б.В. с соавт., 2003; Алейникова И.Б. с соавт., 2015, Кривошапкин А.Л. с соавт., 2023).

Следует также отметить, значительное «омоложение» возраста появления неврологических симптомов при дегенеративном поражении поясничного отдела позвоночника. Авторы отмечают, что первые проявления заболевания могут быть верифицированы уже в 15-19 лет, составляя 2,6 случая на 1000 населения данной возрастной группы, через 10 лет могут составлять более 1% населения, а к 59 годам – до 82,5%. При этом не эффективная медикаментозная терапия и необходимость в использовании различного уровня сложности нейрохирургического и ортопедического вмешательства нуждаются до 33% больных (Гринь А.А. с соавт., 2015; Чертков А.К. с соавт., 2018, Горнаева Л.С. с соавт., 2022).

Популяризация персонализированного подхода в современной медицине вообще и нейрохирургии в частности указывает на все большую значимость использования малоинвазивных способов вмешательства при дегенеративных поражениях позвоночного столба, среди которых наиболее привлекательными становятся эндоскопическая дискэктомия и применение лазерных методик, которые уже сегодня зачастую рассматриваются как альтернатива классическим методам декомпрессии спинного мозга и корешков. Следует также отметить, что, не смотря на малую инвазивность микрохирургических методов, таких как микродискэктомия и эндоскопической дискэктомия, они требуют выполнения общей анестезии, имеют риск интраоперационной кровопотери, формирования вторичного спаечного процесса в месте операции, увеличения длительности реабилитации и госпитализации пациента (Щедренко В.В., 2010; Иваненко А.В., 2010; Мереджи А.М. с соавт., 2017, Климов В.С. с соавт., 2020, Хлебов В.В. с соавт., 2022).

Указанные особенности проводимых вмешательств и не всегда желание пациента в пограничных состояниях подвергаться хирургическому вмешательству делает всё более актуальным и привлекательным именно малоинвазивные вмешательства в прямом смысле этого слова, такие как например лазерная вапоризация межпозвонкового диска.

Наиболее часто в современной литературе основоположниками применения лазера в хирургии межпозвонковых дисков упоминаются австрийские нейрохирурги F. Herppner и P.W. Asher, описавшие свои направления в 1976 и 1977гг. Уже годом позже D.S. Choy, P.W. Asher (1978), предложили способ перкутанной лазерной декомпрессии диска, выполнив её через пункционный канал. В описании способа лежал простой физический феномен: уменьшение объема пульпозного ядра в среднем на 1 мл приводит к значительному падению внутридискового давления до 250 мм ртутного столба.

В настоящее время в литературе имеется много публикаций, описывающих аспекты применения лазерной вапоризации при поражении межпозвонкового диска, включая многоуровневое поражение и асимметричное расположение диск-радикулярного конфликта, однако есть единичные работы, в которых описываются проблемы, связанные с пониманием целостной картины использования этой малоинвазивной методики в общем комплексе оказания нейрохирургической помощи этой группе больных, не совсем ясны причины неудач при адекватно технически выполненной процедуре. Практически не описаны варианты применения используемых параметров и варианты применения методики в зависимости от особенностей дискорадикулярного конфликта. Иначе говоря, в современной литературе присутствуют маргинальные взгляды ведущих специалистов как на показания к этому виду операции, так и использование конкретных параметров лазерного воздействия на межпозвонковые диски.

Таким образом, не смотря на очевидную перспективность использования метода лазерной вапоризации в оказании нейрохирургической помощи пациентам с поражением межпозвонковых дисков, нет единого мнения о критериях отбора пациентов для выполнения данной методики, а также оптимальности применяемых параметров лазера, в связи с чем становится целесообразным проведение анализа и решение вопроса о адекватности использования данного метода, его места в системе алгоритма оказания помощи пациентам с поражением межпозвонкового диска.

Степень разработанности темы исследования

При анализе современных литературных данных отмечается тенденция к увеличению использования малоинвазивных пункционных методов в оказании нейрохирургической помощи пациентам с поражением межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. Параллельно с этим остаются дискуссионными ряд задач: описание техники проведения пункционных методик с одномоментной оценкой используемых параметров воздействия, особенности контроля мощностных показателей при выполнении подобных методов лечения, определение оптимальных параметров воздействия на ткань МПД, разработка и внедрение алгоритма интраоперационного анализа и применения параметров лазерного воздействия в зависимости от уровня и выраженности грыжи в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Рассмотренные аспекты актуальности и ряд нерешенных вопросов в этом направлении малоинвазивной нейрохирургии у пациентов с поражением поясничного отдела позвоночника позволяют обосновать выбор цели и постановку задач исследования.

Цель исследования

Улучшить результаты хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника путём оптимизации метода лазерной вапоризации.

Задачи исследования

1. Проанализировать результаты применения полупроводникового лазера с интраоперационным мониторингом мощности лазерного излучения и без него в лечении пациентов с дегенеративным поражением поясничного отдела позвоночника.

2. Выявить факторы, определяющие эффективность применения полупроводникового лазера в лечении пациентов с дегенеративным поражением поясничного отдела позвоночника.

3. Определить оптимальные параметры полупроводникового лазера, применяемого при воздействии на межпозвонковый диск у пациентов с дегенеративным поражением поясничного отдела позвоночника

4. Разработать алгоритм оказания нейрохирургической помощи пациентам с дегенеративным поражением поясничного отдела позвоночника, на основании оптимизации метода применения полупроводникового лазера.

Научная новизна

Впервые проведен анализ параметров применяемой мощности энергетического воздействия на ткань межпозвонкового диска в момент выполнения лазерной вапоризации с помощью измерителя мощностных показателей на торце оптического волокна.

На основании полученных данных о клинико-интраскопической картине пациента до и после операции, эффективности результатов лечения - разработан и предложен оригинальный алгоритм выбора оптимальной тактики нейрохирургической помощи пациентам с дегенеративным поражением межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, что позволяет улучшить результаты нейрохирургического лечения и социальную адаптацию этой группы больных.

Теоретическое и практическое значение работы

Исследовательская работа выполнена на основании клинической апробации «Метод ретроградной лазерной вапоризации межпозвонковой грыжи в поясничном отделе позвоночника», индекс протокола 2017-21-4, которая выполнялась с 2017 по 2019гг.; а также в рамках гос. задания «Разработка минимально-инвазивных

персонализированных технологий хирургического лечения пациентов с заболеваниями позвоночника» № АААА-А19-119070490030-6

Полученные в ходе исследования результаты легли в основу алгоритма выбора оптимальных параметров лазерного излучения при лечении грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника с учетом вида грыжи и ее локализации. Результаты нашего исследования позволяют повлиять не только на обеспечение эффективного исхода хирургического лечения, но и снизить период послеоперационного восстановления больных, длительность госпитализации и нетрудоспособности. Персонализированный подход к определению и подбору показателя мощности используемого лазерного излучения внедрены в практическую работу специализированных нейрохирургических отделений субъектов РФ.

Методология и методы исследования

Основные принципы методологии исследования сформированы на современных публикационных материалах отечественной и зарубежной нейрохирургии, неврологии, патофизиологии и патанатомии. В проводимом научно-практическом исследовании применён мультидисциплинарный подход к обследованию пациентов: повторные осмотры таких специалистов как невролог, нейрохирург, кардиолог, врач функциональной терапии, нейрофизиолог, проведение анкетирования общепринятой шкалой - визуальная аналоговая шкала (ВАШ), использование опросника «Маснаб» о результатах проведенного лечения, а также применение шкалы «Овестри».

Среди методов нейровизуализационного обследования использовались: обзорная рентгенография, в том числе с применением функциональных пробам, магнитно-резонансная и спиральная компьютерная томография поясничного отдела позвоночника с 3D реконструкцией, а также интраоперационное применение электронно-оптического преобразователя (ЭОП); проведен анализ сроков послеоперационного восстановления, длительности госпитализации и временной

нетрудоспособности.

Объектом исследования были пациенты с поражением межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника.

В предмет исследования входили: данные результатов оказания нейрохирургической помощи группе пациентов с поражением межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, оперированных с применением методики лазерной вапоризации при стандартной мощности лазерного излучения и при коррекции параметров в момент выполнения вапоризации.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Использование системы интраоперационного контроля мощностных показателей применяемого воздействия на межпозвонковый диск позволяет наиболее эффективно провести вмешательство и в большем количестве наблюдений добиться оптимального результата в виде регресса клинических проявлений.
2. Использование оптимизированной методики лазерной вапоризации снижает риски нарастания клинико-нейровизуализационных проявлений заболевания, позволяет создать тенденции к восстановлению функционального статуса и повышению качества жизни пациента.
3. Применение оптимизированной методики лазерной вапоризации является эффективным методом в профилактике развития дегенеративного поражения поясничного отдела позвоночника, позволяет ряду пациентов избежать открытого нейрохирургического вмешательства.

Личный вклад автора

План исследования и содержание диссертации, дизайн исследования сформированы самим автором на основе современных тенденций актуальных научно-практических исследований в тематическом направлении. Автор самостоятельно

обосновал актуальность исследовательской работы, определив цель, задачи диссертационного исследования. Соискатель лично принимал активное участие в обследовании и оказании нейрохирургической помощи 48 пациентам. Диссертант проводил сравнительный анализ показателей применяемой мощности воздействия на структуру межпозвонкового диска в момент выполнения лазерной вапоризации, используя измеритель оптической мощности на торце оптоволокну, с результатами неврологического осмотра до и после оптимизированной применяемой методики, а также лучевых методов обследования и исхода лечения. Автором также проведен поиск и анализ приведенных 188 литературных источников, посвящённых аспектам современной диагностики и коррекции патологических процессов межпозвонковых дисков. Им самостоятельно анализированы данные 48 историй болезни, включая данные нейрофизиологического обследования и нейровизуализации. Полученные в ходе научно-практического исследования результаты проанализированы, творчески обобщены, всесторонне обсуждены и сопоставлены с данными литературы за последнее десятилетие. Автором доступно и убедительно написан текст диссертации и автореферат, выработаны и представлены важные для нейрохирургии и неврологии выводы и практические рекомендации. Личное участие диссертанта при выполнении научно-практического исследования подтверждено актом проверки первичной документации, актами внедрения.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности результатов проверена современными статистическими методами и основана на хорошо верифицированном материале, вошедшем в диссертационное исследование. Решение поставленных в исследовании задач основывалось как на адекватных критериях отбора больных, так и полноценных результатах клинско-интраскопического обследования, а также тщательного анализа исходов лечения с применением исходя из общепринятых международных шкал и стандартизированных методик.

Концепция исследования построена на проверенных фактах и согласуется с

современными представлениями и опубликованными ранее данными по теме диссертации, соискателем применены сравнения авторских данных с литературными данными, полученными ранее. Статистический анализ проводился с расчётом показателей вариации и использованием построения таблиц сопряжённости. Каждое значение признака исследовалась наблюдаемой вероятностью с проверкой нулевой гипотезы по критерию χ^2 , определялся коэффициент корреляции.

Диссертационное исследование полноценно иллюстрировано рисунками, графическими изображениями и таблицами. Приведенное заключение, выводы и практические рекомендации полноценно характеризуют проведенное исследование, отражая адекватность и завершённость решения поставленных в исследовании задач. Выводы сформированы логично, убедительны и вытекают из поставленных задач. Достоверность результатов диссертации высока, подтверждена представленным актом проверки первичной документации.

Основные положения, выводы и практические рекомендации проведенного исследования доложены на ежегодной Всероссийской конференции молодых ученых (Санкт-Петербург, 2020), Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург 2020, 2021, 2022, 2023), ежегодной конференция нейрохирургов Северо-Западного Федерального Округа (2022 год, Санкт-Петербург), международном ежегодном конгрессе EANS (Белград, Сербия 2022).

Научные публикации

По теме диссертации опубликовано 11 печатных работ, из них 5 в журналах, рекомендованных перечнем ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации для публикации основных результатов диссертационного исследования.

Апробация работы

Основные результаты и выводы исследования были представлены на ежегодной конференции нейрохирургов Северо-Западного Федерального Округа (2022 год, Санкт-Петербург), Всероссийской научной конференции «Поленовские чтения» (2021, 2022, 2023 Санкт-Петербург), изложены в 6 статьях, опубликованных в журналах, реферируемых Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации. Опубликовано учебное пособие, внедренное в виде 36 часовых курсов обучения на кафедре нейрохирургии Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова».

Внедрение результатов работы в практику

Результаты исследования, полученные в ходе научной работы над диссертацией, внедрены в работу отделения нейрохирургии №1 РНХИ им. Проф. А.Л. Поленова- филиала НМИЦ им. В.А. Алмазова, кафедры нервных болезней, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, отделения нейрохирургии ГАУЗ СО «Свердловская областная клиническая больница №1», Нейрохирургического отделения №1 СПб ГБУЗ Городская больница № 26, Нейрохирургического отделения СПб ГБУЗ «Мариинская больница», Нейрохирургического отделения №1 ГБУЗ СК «Ставропольская краевая клиническая больница».

Объем и структура диссертации

Диссертационное исследование изложено на 123 страницах машинописного текста, куда включены - 25 таблиц и 33 иллюстрации. Исследование содержит следующие разделы: введение, 3 главы, заключение, выводы, практические рекомендации и список литературы, состоящий из 188 современных источников, среди которых - 48 отечественных высокорейтинговых публикаций и 140

зарубежных, в окончании диссертации - приложение.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Эпидемиология дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника

Заболевания позвоночника дегенеративно-дистрофического характера (ДДЗП) представляют на сегодняшний день одну из ведущих медико-социальных проблем большинства экономически развитых стран мира. Анализ литературных публикаций показал, что данные о распространенности заболеваемости имеют среди авторов маргинальный характер, а именно в ряде публикаций показано, что ДДЗП верифицируется в среднем в 25% у работающих жителей на планете, а первые признаки заболевания диагностируются уже в 15-19 лет. Другие авторы считают, что подобные данные завышены и частота ДДЗП гораздо ниже (Борзунов А.Н., 1998; Войтович А.В., 2003; Гайдар Б.В., 2002; Луцик А.А., 2012; Забродский А.Н., 2017; Куренков Е.Л., 2020; Ноу D., 2012; Adams M.A., 2006).

Некоторые авторы считают, что дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника занимают одно из ведущих мест в патогенезе поражения опорно-двигательной системы, формированию инвалидизации пациентов (Алексеев В.В., 2002).

Наиболее часто в литературе манифестация дегенеративных заболеваний позвоночника верифицируется в возрасте 30-39 лет, но, к сожалению, большая часть пациентов обращается за нейрохирургической помощью спустя 10-15 лет. При этом имеются указания на тенденцию «омолаживания» заболевания, когда первые симптомы появляются в 15–19 лет, а к 60 годам эта цифра может составлять до 82,5% (Борзунов А.Н., 1998; Войтович А.В., 2003; Олизарович М.В., Латышева В.Я., 2015; Макарова В.В., 2020; Miller J.A., 1988; Voos N., 2002).

В США распространенность грыж межпозвонковых дисков на поясничном уровне составляет 1,6%, а ежегодно проводится более ста тысяч спинальных операций, по данным других авторов в США на протяжении года выполняется 250-300 тысяч операций только на поясничном отделе, а микродискэктомия на пояснично-крестцовом уровне является наиболее распространенной операцией (Ash H.L.,

2002; Osterman H., 2003; Weinstein J.N., 2006, Waterman B.R., 2012).

Следует отметить, что дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника относятся к ряду заболеваний, требующих в настоящее время больших экономических затрат. Группы исследователей из Североамериканских штатов провели сравнительный анализ, связывающий расходы на здравоохранение с различными диагнозами, вызывающими болевой синдром в области спины. Они применяли данные национального исследования по экономическим ассигнованиям, выделенных на охрану здоровья в США (Luo X., 2004; Kosloff T.M., 2013).

При этом, часто выявляемым диагнозом были неспецифические расстройства в области поясничного отдела позвоночника (59,5%), а финансовый анализ исследования показал, что при этой патологии были одни из самых больших расходов на человека – 6010,70 долларов, тогда как другие группы больных - мышечная дистония и напряжение в области спины (16,2%), потребовали меньших затрат – 3514 долларов и 2494 соответственно. В то время как у пациентов с верифицированной патологией только одного межпозвонкового диска - затраты на оказание помощи были до 2816 долларов (Lieberman I.H., 2004; Katz J.N., 2006).

Это лишь часть существующей проблемы, характеризующая первичное звено оказания специализированной помощи для этой группы больных, не учитывающая возрастающие затраты на дальнейшую реабилитацию, риски рецидива и осложнений. Именно поэтому в настоящий момент всё больше внимания уделяется развитию как ранней (первичной) диагностике патологии межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, так и способам малоинвазивной коррекции этих состояний для предотвращения развития патологического процесса, восстановлению трудоспособности и социальной адаптации пациентов.

1.2 Анатомия и биомеханика межпозвонкового диска

Межпозвонковый диск представляет собой структурный компонент, выполняющий в первую очередь роль соединения костных структур (позвонков) в позвоночном столбе, являющийся по своей природе хрящевой тканью в состав

которого входит: пульпозное ядро, фиброзное кольцо, а также гиалиновые пластины, фиксирующие кольцо диска с прилегающими к нему поверхностями смежных позвонков (Шапиро М.Н., 1939; Павлова В.Н., 1988).

Пульпозное ядро диска является филогенетическим развитием древнего образования – хорды, занимающее до 40% по отношению к площади межпозвоночного диска, и расположено несколько кзади от центра хрящевой пластинки, на границе между средней и задней третью тела позвонка. Сроки формирования пульпозного ядра среди авторов достаточно противоречивы. Отмечено, что во время диссекции тел соседних позвонков - пульпозное ядро начинает выступать в зону проводимого разреза, что несомненно указывает на её роль, так называемой пружины, при нормальных соотношениях между телами позвонков (Батуев К.М., 1954; Eyre D.R., 1979).

Считается, что пульпозное ядро содержит неоднородный матрикс как в центральной, так и периферической отделах с включением немногочисленных клеток, при этом также присутствуют элементы группы минорных хрящевых коллагенов. Толщина коллагеновых волокон пульпозного ядра не превышает 40 нм. Центральная часть практически не содержит волокнистые компоненты, а коллагеновая строма по периферии аналогична строме фиброзного кольца. Необходимо выделить, что большей частью коллаген пульпозного ядра представлен коллагеном II типа, характерным для матрикса гиалинового хряща. В ряде исследований указывается, что пульпозное ядро может содержать до 25 грамм коллагена на 100 грамм сухой ткани, однако со временем это взаимоотношение может меняться и зависит от ряда филогенетических факторов (Павлова В.Н., 1988; Ayad S. et al., 1981).

При исследовании самого пульпозного ядра – важно отметить обилие протеогликанов, гликозаминогликанов (хондроитинсульфата и кератансульфата), которые могут достигать до 50% массы производной сухой ткани. Именно такая большая концентрация протеогликанов обеспечивает удержание в матриксе пульпозного ядра большого количества воды (Павлова В.Н., 1988; Eyre, 1979; Ayad S. et al., 1981).

Морфологический анализ фиброзного кольца показывает наличие плотного скопления толстых волокон соединительной ткани, переплетающихся концентрически, между которыми располагаются гиалиновые пластинки, составляя с ними единое целое. Внутренний и наружный отделы фиброзного кольца и пульпозного ядра плотно соприкасаются. Именно такое взаимоотношение наиболее хорошо визуализируется только у пациентов в ранних возрастных группах. Фиброзное кольцо по своему гистологическому составу относится к типичному фиброзному хрящу, при этом матрикс кольца содержит плотно расположенные фрагменты коллагеновых волокон, однако они имеют более выраженную ориентацию в фиброзном кольце, нежели в пульпозном ядре (Шапиро М.Н., 1939).

Анализируя патологические процессы, наблюдающиеся у пациентов в межпозвонковых дисках, следует отметить, что пульпозное ядро у здоровых пациентов или при минимальных дегенеративных изменениях - обладает хорошими гидростатическими свойствами и компрессионное давление в диске одинаково во всех направлениях, позволяющее равномерно получать внешнее давление на диск. При возникновении вертикально направленной силе нагрузки - последняя воспринимается больше самим ядром и равномерно преобразуются в тангенциальные напряжения ядра. Подобная закономерность может быть свойственна как нормальным, так умеренно дегенерированным межпозвонковым дискам, сохраняющим условно нормальную структуру пульпозного ядра и фиброзного кольца. Однако уже при дегенеративных изменениях ядро межпозвонкового диска перестает адекватно отвечать на нагрузку как однородная среда, нарушается возможность равномерного распределения нагрузки. Далее происходит деформация этой части с разрывом и протрузией диска при сохраняющейся нагрузке условно на одну часть кольца. Чаще это происходит при нарушении равномерности структуры пульпозного ядра и фиброзного кольца, когда их биомеханические свойства прогрессивно нарушаются. Возникают два взаимоотягощающих механизма - отсутствует как способность восприятия нарастающей нагрузки ядром, так и нарушается типичное распределение нагрузки между кольцом и ядром. Повреждённые патологическим процессом межпозвонковые диски превращаются

в так называемые «полуфиброзные вставки» между телами позвонков, одинаково воспринимающие всей своей поверхностью аксиально направленные нагрузки, без перераспределения их силы растяжения. Всё это, независимо от дальнейшего распределения сил нагрузки или их полного отсутствия приводит к окончательному деструктурированию без возможности адаптационного механизма. Описанные патоморфологические изменения в последующем при интраскопии чаще всего выражаются в снижении высоты диска, патологической подвижности рядом расположенных позвонков, связанной с дезорганизацией амортизирующей функции межпозвонковых дисков (Цивьян Я.Л., 1979; Naylor A., 1962; Nachemson A., 1970).

Анализ патогенетических изменений межпозвонкового диска в эксперименте и его корреляция с клинико-интраскопическими данными у пациентов, то есть анализ коморбидного фона, инволюции межпозвонкового диска при выполнении повторных высокопольных МРТ исследований с неврологической картиной и жалобами пациента позволяет на современном этапе выявить начинающиеся изменения позвоночно-межпозвонковом сегменте с последующим использованием малоинвазивных методов лечения до формирования значимой патологии и развитием у больного социально-экономических проблем.

1.3 Хирургические методы лечения при дегенеративных поражениях межпозвонковых дисков

Прежде чем рассмотреть тенденции к современным малоинвазивным методикам лечения патологических процессов межпозвонковых дисков, следует упомянуть, что первая публикация о микрохирургическом удалении грыжи межпозвонкового диска была датирована 1908г., F. Krause и H. Orpenheim провели дискэктомию на поясничном уровне пациентке, страдающей болью в ноге. В последующем, наиболее часто применяемой в начале 20 века операцией для лечения корешкового болевого синдрома являлась ламинэктомия, что было обусловлено отсутствием микрохирургических инструментов. В 1909г. A.Taylor

выполнил первую ламинэктомию на трупе. В 1911 году С. Elsberg сообщил о выполнении 60 ламинэктомий по поводу заболеваний позвоночника (Бывальцев В.А., 2016; Patwardhan R.V., 2001; Truumees E.A., 2015).

Несколько позже, в своей работе С.G. Schmorl в начале 20х годов прошлого столетия впервые ввел в употребление терминологию «грыжа межпозвонкового диска», при этом систематизации неврологических проявлений, связанных с поражением межпозвонкового диска, им сделано не было. Следует отметить, что его предложение сразу вошло в терминологию при обсуждении этой патологии среди врачей, анализирующих литературу на немецком языке, в то время как среди англоговорящих врачей употреблялись другие формулировки, например, «разрушение межпозвонкового диска» (Dag G., 2010).

В своих работах в 1928, 1929 гг. авторы Dandy и Stookey делали сообщение о выполнении ламинэктомии с одномоментным извлечением грыжи межпозвонкового диска. В России ламинэктомия по поводу грыжи межпозвонкового диска впервые была выполнена профессором И.С. Бабчиным в 1935г. (Благодатский М.Д., 1987; Бывальцев В.А., 2016).

При этом, развитие спинальной нейрохирургии шло по пути уменьшения объема костной резекции, снижения травматичности выполняемых операций, сокращения послеоперационного лечения и восстановления больных (Бывальцев В.А., 2018; Gu R., 2014, Rickers K.W., 2021).

Большим прорывом стало внедрение в хирургию межпозвонковых дисков операционного микроскопа Yasargil в 1967 г. В течение 10 лет он работал над усовершенствованием методики, а в 1977г. описал результаты лечения 105 пациентов с грыжей межпозвонкового диска поясничного уровня и сообщил о значительно удобном проведении интервенции с применением микроскопа, позволяющем не только улучшить визуализацию и освещенность хирургического коридора, но и получить хорошую верификацию сосудисто-невральных структур, что особенно важно при поиске источника кровотечения, а так же возможность использования для остановки интраоперационного кровотечения биполярной коагуляции. В том же время (1977) V.V Caspar пошел по пути создания

малоинвазивной хирургии с целью уменьшить травму тканей, описав свою технику применения микрохирургического доступа, его особенностей, включая медиальную фасетэктомию, используя её в нейрохирургическом лечении 102 больных с этой патологией (Caspar W.A., 1977; Yasargil M.G., 1977).

В 1978г. R.Williams привёл подробное описание микродискэктомии, как нового способа удаления грыжи межпозвонкового диска. В его публикации указывается необходимость проведения как можно меньшей резекции костных структур, но при этом достаточной для адекватного выполнения вмешательства с последующим удалением только секвестрированного фрагмента межпозвонкового диска без диатермии окружающих тканей. Именно такой подход может обеспечить не только декомпрессию корешков, малую травматизацию окружающих раневой канал тканей, но и не приводит к повреждению костно-связочного сегмента на этом уровне. Подобный выбор способа вмешательства на современном этапе оказания нейрохирургической помощи позволяет применить раннюю активизацию пациента в послеоперационном периоде, своевременный переход к его медико-социальной реабилитации (Williams R.W., 1978; Ash H.L., 2002; Osterman H., 2003; Weinstein J.N., 2006).

Не смотря на все преимущества микродискэктомии, как относительно малоинвазивной, но все же – открытой хирургической методики, ее применение не позволяет избежать рецидивов и осложнений, как интраоперационных, так и послеоперационных, что в свою очередь не может не отражаться на психологическом состоянии самого пациента, а также сохранять напряжённость в вопросе окончательного выбора метода лечения данной патологии (Щедренко В.В., Иваненко А.В., 2010; Мереджи А.М. с соавт., 2017; Иваненко А.В., Орлов А.Ю., 2018).

1.4 Малоинвазивная хирургия межпозвонковых дисков

Традиционные хирургические методики, используемые в лечении патологических процессов позвоночника, в том числе и с использованием малоинвазивных

эндоскопических способов (в виде прямого вмешательства или ассистенции) сохраняют свои недостатки, а именно: применение общей анестезии, опасность повреждения твёрдой мозговой оболочки и сосудисто-невральных структур, развития ликворреи, инфекционного и рубцово-спаечного процесса в области интервенции в послеоперационном периоде. Кроме того, период послеоперационного восстановления и реабилитации пациентов может варьировать от нескольких дней до нескольких недель.

Следует также отметить, что даже корректно выполненное вмешательство не всегда приводит к желательному результату, особенно при особенностях психологического статуса самого пациента, что значительно затрудняет в последующем понимание как неврологического статуса, так и дальнейшей тактики ведения больного.

При пункционных методах лечения данной патологии, доступ к межпозвонковому диску может осуществляться с минимальным риском деформации невральных структур, а вышеуказанных недостатков при правильной дооперационной подготовке сводятся практически на нет.

Анализ доступной нам зарубежной и отечественной литературы о малоинвазивных методах лечения грыж межпозвонковых дисков позволяет выделить ряд наиболее часто упоминаемых хирургических интервенций: оксигеноозонотерапию, спиртовую и гормональную внутридисктовую терапию, хемонуклеолизис, лазерное и механическое воздействие на ядро диска, а также лазерную вапоризацию и термопластику в разных процентных отношениях их применения в зависимости от навыков специалистов и выраженности патологического процесса (Smith L., 1963; Asher P.W., 1976; Choy D.S., 1978; Guyer R.D., 1998; Chen Y.C., 2001; Sharps L., 2002; Couto J.M., 2007; Abrishamkar S., 2015, Kelekis A., 2022, Bing T., 2023).

Известно, что уже в 1963 J. W. Smith предложил использование технологии пункционного дегенеративного процесса позвоночника путем лизиса грыжи диска на пояснично-крестцовом уровне с применением фермента – хемопапаина, а также дерцепцией самого межпозвонкового диска путем внутридисксового введения 96%

спирта. Сам хемопапаин приводил к деструкции составных компонентов пульпозного ядра, происходила его постепенная фибротизация, приводящая к сужению пространства между смежными позвонками, формированию блока. Деструкция синуввертебрального нерва в периферических отделах диска была обусловлена прямым попаданием введённого спирта. Процедура выполнялась под рентген-контролем и иногда имела ряд осложнений. Срок пребывания пациента в стационаре был не более 5 дней, а положительные результаты были отмечены до 80% наблюдений (Smith L. et al., 1963).

Ограничением к применению описанного метода являются такие серьезные фармакохимические осложнения, как анафилактический шок при введении хемопапаина, эпидурит, дисцит (Haag P. et al., 1999; Simmons J.W. et al. 2001).

Подобные результаты приводит другой автор, введивший производные стероидных препаратов непосредственно внутрь диска для пролонгированного действия, получив хорошие результаты в 70% наблюдений, при этом указав на высокий риск развития в отсроченном периоде такого процесса, как стеноз позвоночного канала (Guyer R.D., 1998).

Другой коллектив авторов несколько раньше предложил метод перкутанной пункционной оксигеноозонотерапии. Вводя смесь озона и кислорода в межпозвонковый диск, они верифицировали разрушение пульпозного ядра с последующей констатацией постепенного уменьшения давления внутри диска. Положительный результат в данной работе был оценен у 70% больных, однако исследователями было указан тот факт, что в 5% отмечена аллергическая реакция на озон. Кроме того, при попадании газовой смеси в эпидуральное пространство авторами выявлено развитие эпидурит и рубцово-спаечного процесса (Fabris G. et al., 1989).

S.Hujikata с соавторами (1975) в своей работе описал метод перкутанной дискэктомии. Манипуляция начиналась с латеральной пункции диска с флюороскопической ассистенцией, последующим расширением рабочего канала. Использование эндоскопической оптики позволяло корректно провести перфорацию фиброзного кольца с последующей экстирпацией пульпозного ядра. В

отдалённом периоде ретроспективный анализ показал, что около 55% больных вернуться к нормальной физической активности после проведенной операции. При этом, наиболее часто описываемые авторами осложнения в виде кровотечения из эпидуральных вен и асептические спондилодисциты носили транзиторный характер и не приводили к последствиям.

С интервалом в один год разработали привели описание радиочастотной термоабляции межпозвонкового диска коллективы авторов, которые путём введения через гибкий электрод пункционной иглы в пульпозное ядро под интраоперационной рентген-навигацией, проводили его разрушение с последующим контролем импеданса ткани. Для предотвращения травматизации окружающих тканей при воздействии тепловой энергии на пульпозное ядро, выделяющаяся радиочастотным генератором, вторым электродом с термодатчиком выполнялось измерение температуры в зоне вмешательства. Хорошие результаты были достигнуты практически в 75-85% наблюдений (Chen Y.C., 2001; Sharps L., 2002).

Популяризаторами и основоположниками «лазерного» направления в хирургии межпозвонковых дисков стали австрийские нейрохирурги F. Heppner и P.W.Asher (1976, 1977). Несколько позже, в 1978г. D.S. Choy и P.W. Asher, а затем J. Hellinger также опубликовали результаты применения способа перкутанной лазерной декомпрессии диска, выполнив её через пункционный канал. В описании способа лежал простой физический феномен: уменьшение объема пульпозного ядра в среднем на 1 мл приводило к значительному падению внутридискового давления до 250 мм ртутного столба. При этом объем диска уменьшался из-за выпаривания воды и денатурации белка, происходил эффект так называемой «вапоризации», то есть излучение во время процедуры не сопровождается существенным разрушением окружающих тканей и отсутствуют послеоперационные осложнения. Предложенный способ, по мнению авторов, является достаточно физиологичным, ускоряя естественный процесс старения диска, позволяющий эффективно его применять у пациентов в трудоспособном возрасте с коротким анамнезом заболевания, указав на получение положительного результата

до 90% наблюдений с минимальным количеством осложнений (0,4 %) (Козель А.И. 1998; Дзяк Л.А. 2001; Сандлер Б.И. 2001; Казначеев В.М., 2002; Сак Л.Д., 2003).

В последующем с появлением медицинских лазеров для выпаривания пульпозного ядра использовалось интенсивное лазерное излучение. За 1,5-2 минуты по световоду к межпозвонковому диску подводилось 2500-3000 Дж энергии. В зоне воздействия температура достигала 2000°С, при этом происходило испарение до 0,8 кубического сантиметра ткани пульпозного ядра и формировалась полость диаметром 2-2,5 см. Опыт применения этого способа в специализированных отделениях субъектов РФ показал, что она достаточно проста и безопасна при лечении пациентов с грыжами межпозвонковых дисков. Удовлетворительные результаты были получены в 75-92% наблюдений, осложнения были отмечены лишь в 1% случаев. При этом авторы указывают на относительные противопоказания в виде наличия секвестрированных грыж, обызвествление связочного аппарата, присутствие нестабильности в позвоночно-двигательном сегменте и стеноз позвоночного канала (Козель А.И., 1998; Кривошапкин А.Л., 2001; Казначеев В.М., 2002).

1.5 Применение лазерного излучения в медицине и физические принципы метода лазерной вапоризации, изменения в межпозвонковом диске при лазерном воздействии

На наш взгляд, одним из важнейших изобретений 20 века, применяемый в медицине с разной целью, стал лазер. Само понятие «лазер» является аббревиатурой английской фразы Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, воспринимаемое как «усиление света в результате вынужденного излучения». Учитывая высокую подверженность нормальной мозговой ткани и сосудисто-нервных структур к повреждению физическими факторами, именно малая расходимость излучения лазера позволяет с помощью обычных оптических систем концентрировать световую энергию в малых объемах, создавая высокие плотности

энергии в нужной для нейрохирургических вмешательств направлениях (Белоусова И.М., 2014; Лазарева А.С., 2015; Иваненко А.В. с соавт., 2017 и др.).

Следует отметить, что использование лазера в медицине основывается на этапе современного изучения и понимании механизма его взаимодействия с тканями. В зависимости от типа влияния, существуют следующие фотобиологические эффекты: 1) невозмущающее воздействие, когда биосубстанция не изменяет своих свойств в процессе взаимодействия со светом (рассеяние, отражение). Применяется для создания разных диагностических приборов на основе лазерной спектроскопии; 2) фотодеструктивный эффект, при котором в силу теплового, гидродинамического воздействия возникает повреждение тканей. Применяется в лазерной деструктивной нейрохирургии; 3) фотохимический эффект, при котором поглощенный тканями свет активирует в них атомы и молекулы, вызывая фотохимические реакции, лежащие в основе излучения как терапевтического средства (Буйлин В.А. с соавт., 2003).

Применение лазера в спинальной нейрохирургии становится возможным при использовании термического воздействия на биологическую ткань. Под воздействием лазерного излучения определенной мощности меняется объем пульпозного ядра за счет выпаривания воды и денатурации белка, приводя постепенно к снижению внутридискового давления. Уменьшение давления приводит к декомпрессии корешка и постепенному регрессу (или значительному уменьшению) болевого синдрома. Формирование фиброза ткани приводит к уплотнению диска и дальнейшему уменьшению объема на протяжении последующих за операцией 4-8 месяцев (Козель А.И., 1998; Николаев А.П., 1998; Seibert W.E. et al., 1991; Troussier B. et al., 1995; Turgut M. et al., 1997, Son S., 2020, Gazzeri R., 2022).

Однако описаны и обратные данные, избыточное облучение также может приводить к карбонизации пульпозного ядра и термическому поражению гиалиновых пластинок, при этом возникает отек ткани диска и тел смежных позвонков, может усиливаться болевой синдром (Васильев А.Ю., Казначеев В.М., 2005, Белобородов В.А., Степанов В.А., 2022).

Известны работы, в которых ряд авторов анализировали изменения, выявленные как *in vivo*, так и *in vitro* во время проведения манипуляций в межпозвонковом диске под действием непрерывного лазерного излучения с использованием полупроводникового лазера с мощностью излучения в 5 Вт и длиной волны - $\lambda=0,97$ мкм на пояснично-двигательных сегментах человек, умерших в возрасте от 45 до 75 лет. Кроме того параллельно оценивали данные 125 больных, получавших нейрохирургическую помощь в институте нейрохирургии им. проф. А.Л. Поленова, прооперированных методом лазерной вапоризации с применением параметров мощности излучения в коридоре от 1,5 до 3,5 Вт. Авторами исследования замечено, что при контакте разогретого дистального участка лазерного оптоволокна с тканью формируются мощные акустогидродинамические колебания ударного типа в межпозвонковом диске вызывающие изменение в дегенеративно измененной ткани в зоне грыжевого выпячивания через дефект фиброзного кольца. Подобные процессы вызывают изменение плотности грыжевого выпячивания, создавая так называемые «возможные» условия для инволюции процесса дискогенной компрессии сосудисто-невральных структур в зоне конфликта. Авторы настаивают на том, что акустомеханическое преобразование на фоне резонанса Гельмгольца вызывает деформацию насыщенной газом дегенеративной ткани в зоне дефекта фиброзного кольца и грыжевой протрузии. Именно поэтому, уже не такая плотная и насыщенная газом ткань в результате перемещения замещает грыжу, снижается диск-радикулярный конфликт, позволяет сохранить до 96-98% диска (Чудновский В.М. с соавт., 2011).

На наш взгляд, одним из фундаментальных исследований, было проведенное М.В. Шутовым с соавторами, посвящённое анализу результатов применения лазерного излучения на межпозвонковый диск для проведения нуклеотомии. В исследование вошел материал от 40 человеческих трупов для макроскопического и микроскопического исследования изменённого диска. Исследованиями при подготовке выполнялась блок-резекция на протяжении нескольких сегментов (L3-S1) позвоночника с последующим разделением на изолированные сегменты L3-L4, L4-L5, L5-S1. На сформированных сегментах авторы проводили лазерную

вапоризация, используя визуальный контроль и электронно-оптический преобразователь (под контролем С-дуги). Световод соединяли с «Nd YAG» лазером и с использованием пункционной иглы до 2,5 мм в диаметре его вводили в диск. Воздействие на целевой объект проводилось в импульсном режиме с мощностью до 15 Вт и длиной импульса 1с. Далее авторами проводился анализ выявленных изменений в диске - при коагуляции белка появлялся специфический запах горения, температура составляла 60–65°C. При увеличении температуры до 100°C происходило активное парообразованием и через иглу появлялся водяной пар. Исследование состояло из направлений: первая группа – получаемый материал был использован для определения глубины проникновения излучения и исследования особенностей изменения ткани в зависимости от количества потраченной энергии. Применяемые параметры достигали до 600 Дж в целевой точке. Во второй группе исследовался материал от 36 трупов, который претерпел воздействие лазерным облучением разной мощности с целью подбора оптимальной дозы при использовании на всех уровнях поясничного отдела позвоночника. При этом, на уровне L3-L4 применяли излучение в диапазоне 600–1400 Дж, L4-L5 – 700–1500 Дж, на следующем уровне L5-S1 применялась мощность в 700–1600 Дж. При воздействии на диск в диапазоне от 250 до 600 Дж было отмечено равномерное распределение энергии, что было верифицировано с использованием анализа полученной однородной гистологической картины в описанном радиусе. При этом исследователи выявили, что макроскопические изменения появлялись уже при воздействии 350 Дж энергии на одну точку. Ткань диска становится желтоватой, хотя ее структура ещё не меняется; сохранялся обычный ход волокон и их целостность. При этом авторы выявили, что в целевой зоне применения лазера формируется определённое уплотнение матрикса в результате коагуляции тканей. Деформации и распада формы волокнистого хряща не было отмечено, более того, на отдалении от области воздействия ткань оставалась практически интактной. Дальнейший эксперимент позволил получить авторам не менее обнадеживающие результаты при использовании энергии в 400–450 Дж на 1 точку. При этом во время гистологического исследования на ряду с уплотнением матрикса выявлялись небольшие

очаги деструкции хряща, окруженные зонами его деформации и разволокнения. Таким образом, во время всего эксперимента при изучении серий материала с разницей воздействия на него мощностных показателей, была верифицирована высокая степень корреляции морфологических изменений в диске и данных, получаемых во время эксперимента. Во время подбора наиболее адекватного количества энергии лазера на каждом из указанных сегментах исследователи отталкивались от уже полученных результатов на предыдущем этапе эксперимента. На основании проведенной экспериментальной работы авторы считают, что оптимальной методикой применения лазера на уровне L3-L4 стало подведение энергии минимум в 2 точки с расстоянием более 1,5 см друг от друга, по 450 Дж на каждую. В то время, как на уровне L4-L5 - энергию необходимо подавать уже в 3 точки, по 400 Дж соответственно в каждую, и на уровне L5-S1 сегмента тоже в 3 точки, но уже по 450 Дж (Шутов М.В. с соавт., 2011).

Таким образом, анализ современной отечественной и зарубежной литературы, позволяет сделать выводы о том, что несмотря на активно происходящий процесс создания и внедрения инновационных технологий в комплексной программе как клинико-диагностической базы, так и восстановительно-реабилитационном лечении пациентов при дегенеративно-дистрофическом генезе поражения позвоночника, сохраняется большой удельный вес неудовлетворительных результатов нейрохирургической помощи, сопровождающийся не только сохраняющимися ортопедическими проблемами пациентов, но и сложной, зачастую не восполняемой проблемой их социальной реабилитации.

Не менее важными остаются вопросы, связанные с маргинальным мнением авторов о принципах оказания нейрохирургической помощи пациентам с разными стадиями проявления дегенеративно-дистрофического поражения межпозвоночных дисков, во время которых использование методов лечения может варьировать от больших реконструктивных вмешательств до малоинвазивных, порой пункционных способов коррекции патологического процесса, позволяющих ускорить послеоперационное восстановление пациента и снизить расходы на лечение.

Однако, ряд авторов относится к последним способам скептически, указывая, что все современные хирургические методы лечения грыж межпозвонковых дисков имеют те или иные недостатки и также могут сопровождаться как отсутствием хорошего результата, так и осложнениями. При этом все единодушно высказывают мнению о необходимости минимизации нейрохирургической травмы, то есть к возможности более частого использования для коррекции этих патологических состояний малоинвазивных методик, нежели первоочередного применения массивных ортопедических вмешательств с последующим каскадом возможных ограничений и риском развития ряда осложнений.

На наш взгляд оптимизация метода лазерной вапоризации грыжи межпозвонкового диска за счёт анализа и последующей корреляции между филогенетическими особенностями организма и физико-биологическими параметрами использования лазера является актуальной проблемой, которая позволит в дальнейшем решить ряд медико-социальных вопросов. Данное исследование посвящено анализу и персонифицированному подбору оптимальной мощности лазерного излучения при выполнении процедуры лазерной вапоризации с учетом индивидуальных особенностей пациента.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика обследованных пациентов

В наше исследование вошли данные пациентов, проходивших лечение и оперированных по поводу грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника методом пункционной лазерной вапоризации на базе нейрохирургического отделения №1 РНХИ им. проф. А.Л. Поленова – филиал ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» в период с 2013 по 2019 гг. Катамнез проводимого исследования составил 7 лет.

Исследование включало 48 пациентов, обратившихся в нашу клинику в возрасте от 21 до 78 лет, из них было 26 пациентов женского пола и 22 мужского.

Отбор пациентов осуществлялся на основании данных клинических и нейровизуализационных методов обследования.

Критериями включения пациентов являлись:

- пациенты старше 18 лет;
- наличие у пациента протрузии или грыжи межпозвонкового диска без признаков секвестрации со смещением секвестра;
- отсутствие грубой неврологической симптоматики, требующей неотложного хирургического вмешательства (признаки выраженного миелоишемического симптомокомплекса);
- отсутствие признаков стеноза позвоночного канала по данным интроскопии.

Критериями исключения пациентов из исследования были:

- наличие у пациента острой патологии, исключающей проведение в данный момент хирургического лечения,
- выраженный стеноз позвоночного канала на предполагаемом уровне воздействия,
- проявление нестабильности на предполагаемом уровне воздействия.

Исследование включало две группы пациентов, которым была выполнена лазерная вапоризация по поводу грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. Основная (первая) группа включала в себя 27 собственных наблюдений, которым лазерная вапоризация выполнялась одновременно с интраоперационной оценкой показателя мощности и последующей её коррекцией для достижения оптимального результата лечения. Во вторую группу вошли - 21 пациент (архивная группа, прооперированная в период с 2013 по 2016гг.), которым выполнялась лазерная вапоризация грыжи межпозвонкового диска при выставленной мощности лазерного излучения без интраоперационного мониторинга её изменения.

Анализируемые данные пациентов включали возраст, пол, длительность госпитализации, оценку дооперационного неврологического статуса, данные нейровизуализационных методов исследования и послеоперационный неврологический статус, анкетирование пациентов для оценки функционального статуса и качества жизни.

Распределение пролеченных пациентов по полу, среди всех 48 случаев, представленных на рисунке 1, не выявило существенного гендерного различия, отмечается лишь незначительное преобладание пациентов женского пола - 52%.

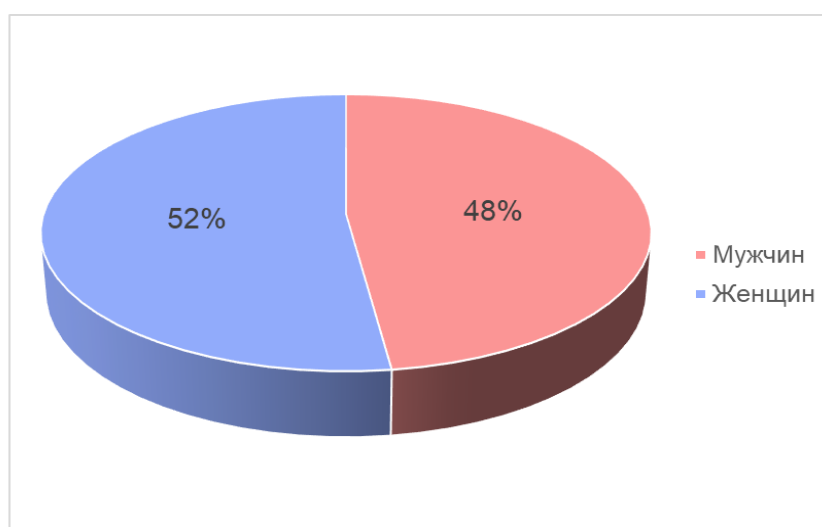


Рисунок 1 – Общее соотношение пациентов по полу

При этом отмечено, что наиболее часто дегенеративно-дистрофическое поражение межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника было у пациентов в группах наиболее трудоспособного возраста: по 10 (20,8%) человек в возрастных группах от 30-39 и от 50-59 лет, а также - 13 (27%) пациентов в возрастной группе от 40 - 49 лет ($p < 0,05$) (рисунок 2).

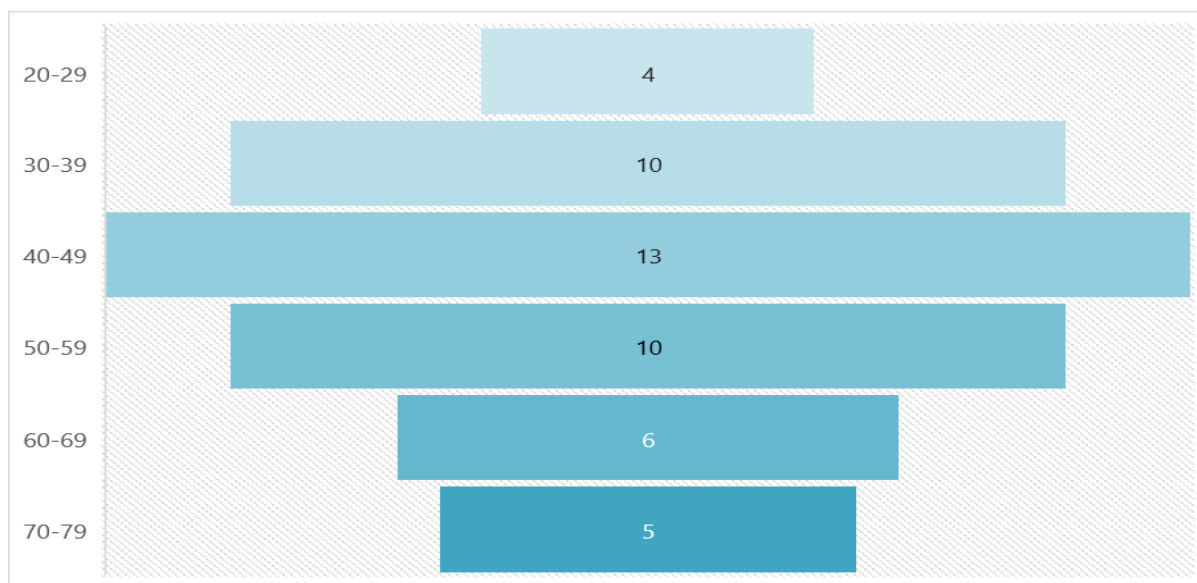


Рисунок 2 – Графическое распределение пациентов по возрастным группам

При исследовании особенностей распределения пациентов по возрасту и гендерным различиям было выявлено, что существенного различий в этих возрастных группах нами не наблюдалось – одинаково часто поражение позвоночника встречались как у пациентов женского пола, так и мужского (Рисунок 3).

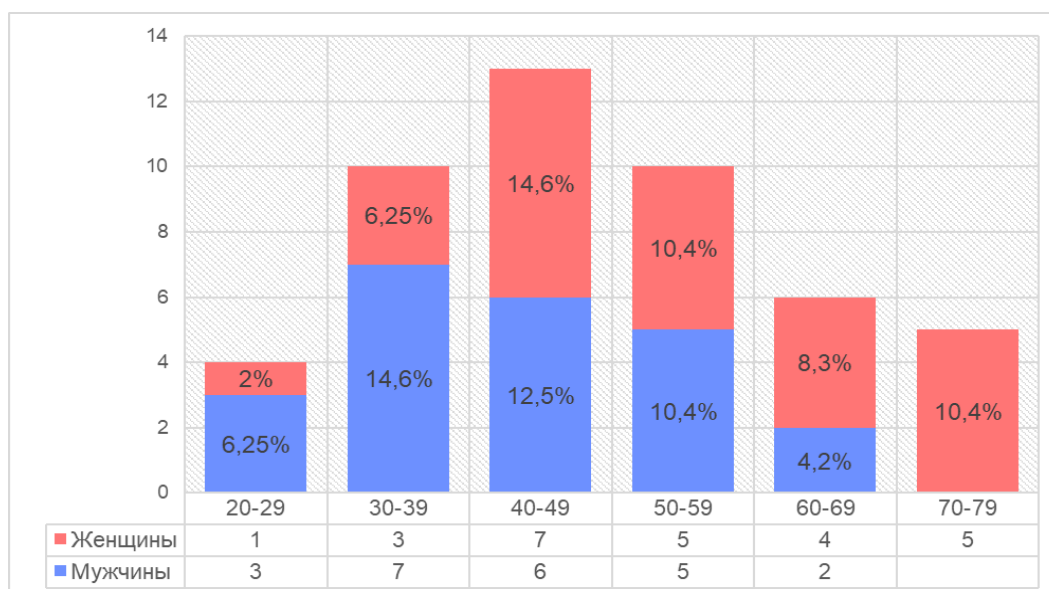


Рисунок 3 – График распределения пациентов по полу и возрасту

У всех пациентов в клинической картине присутствовал разной выраженности болевой синдром, отраженный графически на рисунке 4.

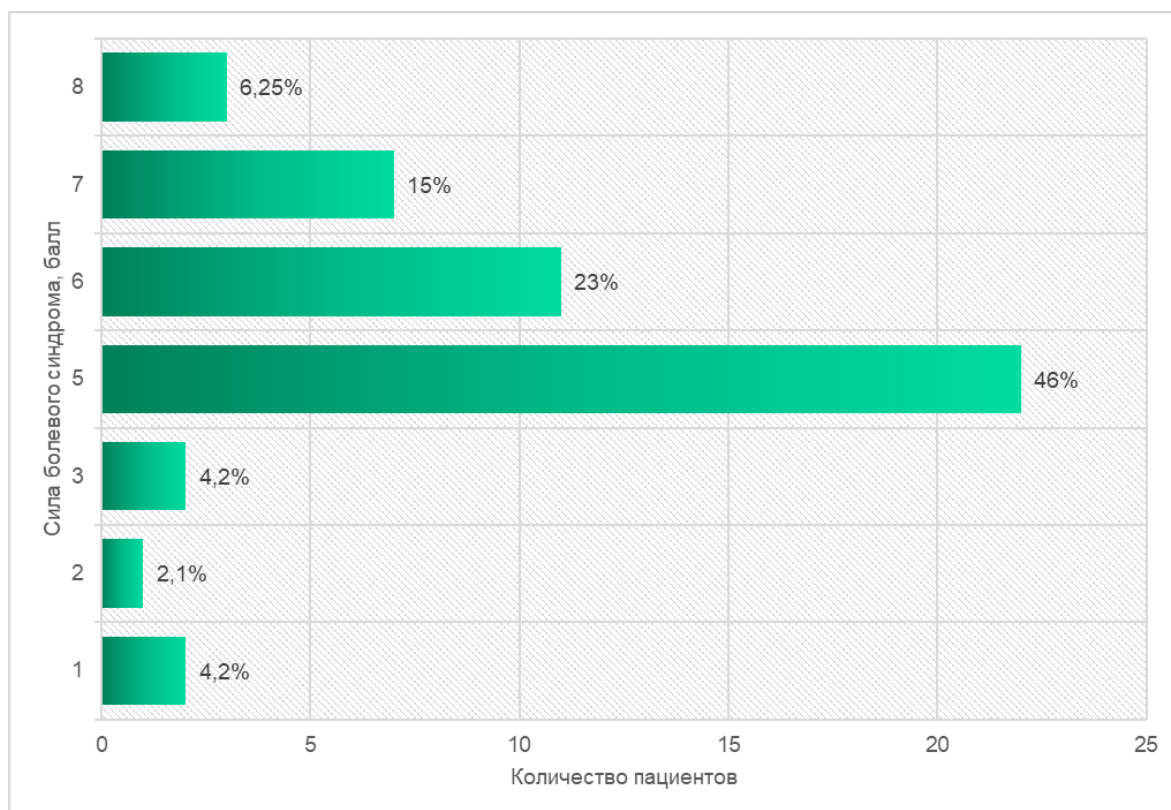


Рисунок 4 – Выраженность болевого синдрома в поясничной области до операции в баллах (по ВАШ)

Анализ показателей графика позволяет констатировать, что среди всех пациентов, проходивших нейрохирургическое лечение, слабо выраженный болевой синдром в поясничной области в 1-2 балла отмечен лишь у 3 пациентов (6,3%), 3 балла - у 2х пациентов (4,2%). При этом наиболее часто в дооперационном периоде встречался болевой синдром в 5 баллов - 22 пациента (46%), чуть реже выявлен уровень болевого синдрома в 6 баллов - в 11 наблюдениях (23%). Болевой синдром выраженностью в 7-8 баллов встречался в 10 наблюдениях (21,25%).

Отсутствие болевого синдрома в ноге в дооперационном периоде отмечено в 12,5% случаев (6 наблюдений). Графическое распределение по выраженности боли в нижней конечности в общей группе больных (n=48) до операции представлено на рисунке 5. Согласно данным, наиболее часто встречаемый уровень болевого синдрома в ноге до операции – 5 баллов отмечен у 17 пациентов (35,4% наблюдений).

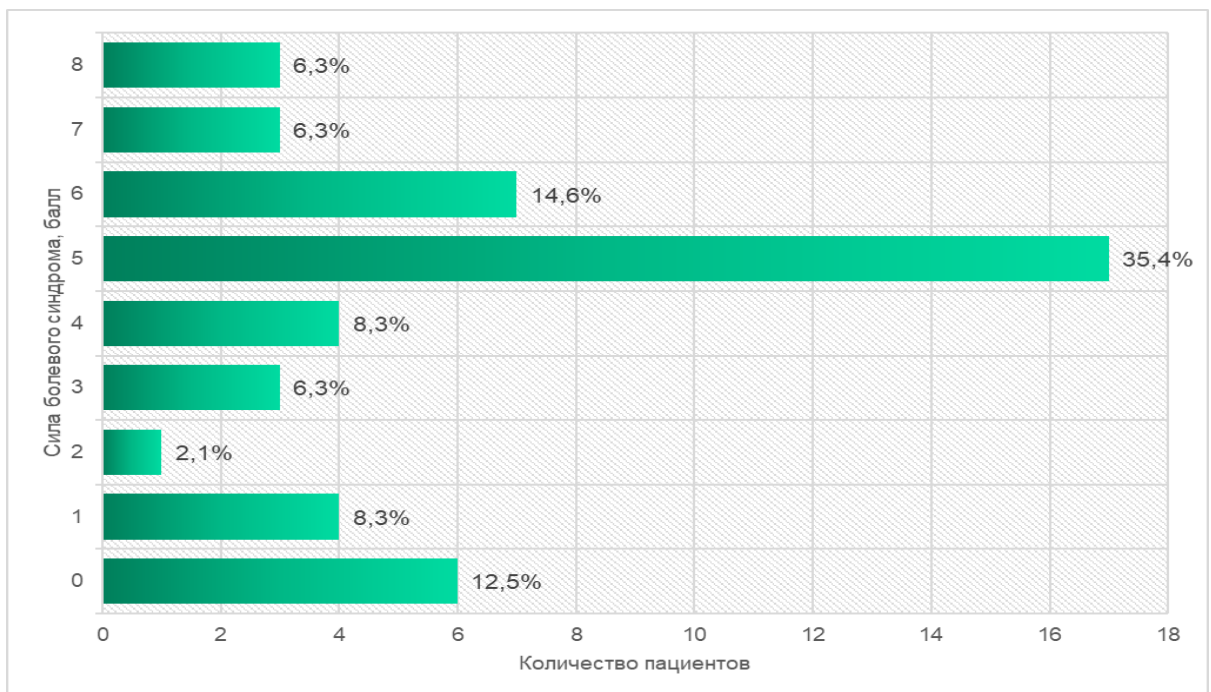


Рисунок 5 – Выраженность болевого синдрома в нижней конечности до операции в баллах по ВАШ

Болевой синдром в 6 баллов отмечен в 7 наблюдениях (14,6 %). В 10,4% отмечен незначительный уровень болевого синдрома в ноге - 1-2 балла по ВАШ (5 наблюдений). Примерно в одинаковом проценте случаев выявлялся болевой синдром в 3-4 и 7-8 баллов по ВАШ - 7 (14,6%) и 6 (12,6%) наблюдений соответственно.

Нарушения чувствительности в нижней конечности нами были выявлены из общей группы больных (n=48) - в 47 % наблюдениях, при этом существенного гендерного различия нами также не отмечено (Рисунок 6).

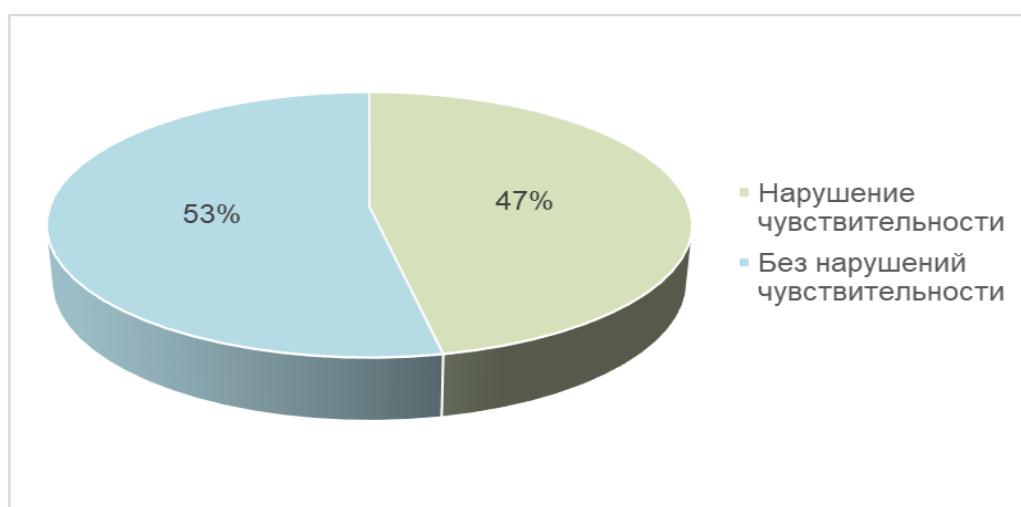


Рисунок 6 – Нарушения чувствительности в нижней конечности

Графический анализ распределения пациентов (n=48) по наличию в клинической картине двигательных нарушений показывает, что они были отмечены лишь в 6 % случаев. Это объясняется тем, что пациенты с грубым нарушением силы мышц в наше исследование не включались согласно критериям исключения (Рисунок 7).

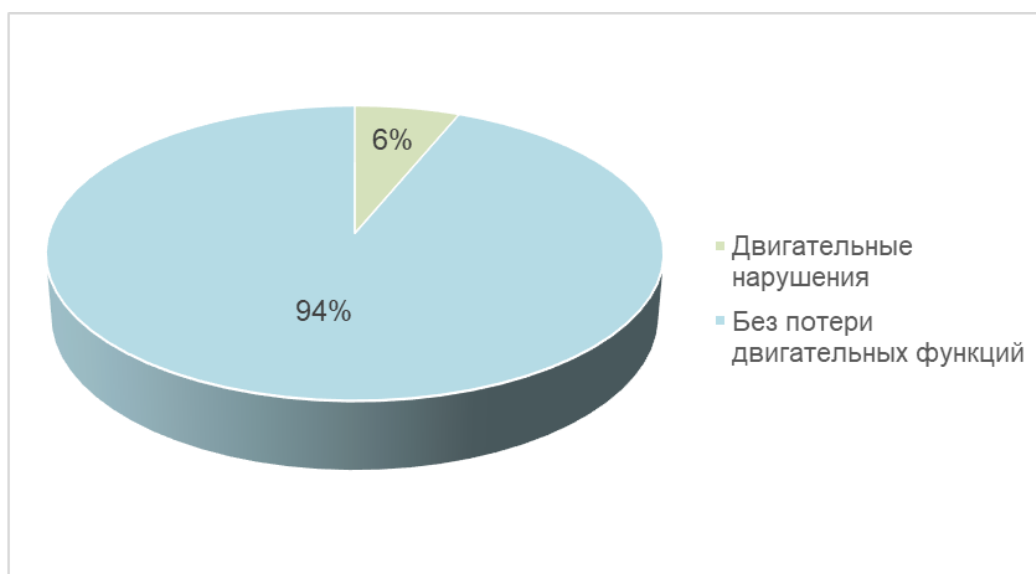


Рисунок 7 – Распределение пациентов по наличию двигательных нарушений

Таким образом, анализ показывает, что пациенты обеих исследуемых групп были сопоставимы по гендерным различиям, возрасту и антропометрическим данным. Учитывая, что анализ параметров нашей работы проводился у 48 пациентов, то основные показатели и предикторы исхода заболевания и последующей выборки для формирования итоговых данных, оценивались нами с использованием современных программ для статистической обработки данных, таких как IBM SPSS Statistica и Microsoft Office Excel 2016, что позволяло судить о достоверности результатов лечения в соответствии с принципами доказательной медицины. Анализ количественных данных проводился с использованием Т-критерия Стьюдента, критерия Манна-Уитни. За критерий статистической значимости принималось значение $p < 0,05$. Все расчёты проводились нами в зависимости от выявления динамики состояния признака или симптома заболевания конкретно в основной и контрольной группах.

2.2 Методы клинического исследования

Ведущим при верификации заболевания и принятии решения о уровне поражения, выборе метода хирургического лечения по-прежнему является

комплексный клинико-нейровизуализационный подход. Необходимо отметить, предварительно всем пациентам, вошедшим в наше исследование, было проведено амбулаторное обследование на наличие заболеваний, связанных с поражением сосудов нижних конечностей, поражением суставов разной этиологии. Кроме того, ряд пациентов при выборе метода лечения хоть и имеет прямые показания к микрохирургическому вмешательству, однако психологический настрой их не всегда совпадает с решением врача.

В представленном материале именно неврологический осмотр и сопоставление полученных данных с результатами нейровизуализационных методов исследования, понимание пациентом всех дальнейших рекомендаций по физическим нагрузкам и социальному образу жизни позволяли перейти к процедуре оказания нейрохирургической помощи и последующей медико-социальной реабилитации, и этот концептуальный подход был всегда залогом успешного результата планируемого лечения.

Перед операцией и после оценивали общую клиническую картину, неврологический статус, результаты выполненных МРТ поясничного отдела позвоночника и данные рентгенограмм, включая Rg с функциональными пробами.

Неврологический статус исследовался с применением:

- 1) оценки двигательных нарушений и расстройств чувствительности;
- 2) определения выраженности симптомов натяжения;
- 3) визуально-аналоговой шкалы;
- 5) оценки исходов лечения по модифицированной шкале «Macnab»;
- б) обследования качества жизни по индексу «Овестри».

Основным встречающимся симптомом при дегенеративных поражениях межпозвонковых дисков являлась боль (в 100% наблюдений). Именно купирования болевого синдрома большинство пациентов ожидало в качестве результата оперативного вмешательства, поэтому оценка боли являлась одним из основных критериев в нашем исследовании. Визуальная аналоговая шкала (ВАШ) использовалась нами для оценки выраженности болевого синдрома в предоперационном, раннем (в день выписки) и позднем (3 и 12 месяцев) послеоперационных периодах

в поясничном отделе и в нижней конечности. На самом деле это достаточно простой метод, представляющий собой прямую линию длиной 10 см, на которой больному просили сделать отметку, по уровню выраженности испытываемой боли. Первая точка (фигура) обозначала отсутствие боли (0 баллов), для определения уровня невыносимой боли - было окончание прямой линии и соответствовало максимальным 10 баллам (Рисунок 8).



Рисунок 8 – Графическая и балльная оценка выраженности болевого синдрома по ВАШ

Нарушение чувствительности при грыже межпозвонкового диска на поясничном уровне проявлялось гипестезией или отсутствием чувствительности в зоне иннервации компримированного спинномозгового корешка, что условно отражало наличие дегенеративных изменений в межпозвонковом диске, которые могли формировать нарастание патологических изменений в зоне диск-радикулярного взаимодействия и появление стойкого болевого синдрома, что часто было прогностически неблагоприятным фактором для послеоперационной реабилитации. Исследование выраженности изменений проводилось по 5-балльной шкале (Таблица 1).

Таблица 1 – Оценка нарушения чувствительности

Оценка	Интерпретация
1	2
0	Анестезия
1	Грубые нарушения чувствительности в сочетании с дизестезией, гиперпатией

1	2
2	Выраженные нарушения чувствительности в сочетании с гиперестезией, гиперпатией и парестезиями
3	Гипестезия (гипалгезия)
4	Умеренная гипестезия
5	Нормальная чувствительность

Двигательные нарушения возникали в ряде наблюдений вследствие поражения двигательной порции спинномозгового корешка в результате его компрессии и носили часто транзиторный характер. Объективное снижение мышечной силы оценивалось в основном уже амбулаторно на догоспитальном этапе по 5-балльной шкале (Вейсс М.,1986; Мсpeak L.,1996; Таблица 2).

Таблица 2 – Оценка снижения силы мышц

Оценка	Интерпретация
0	Отсутствие произвольных движений, паралич.
1	Единичные сокращения мышц без движений в суставах
2	Возможны движения без преодоления силы тяжести, объем движений в суставе значительно снижен
3	Движения с преодолениями силы тяжести, значительное сокращение объема движений в суставе
4	Умеренное снижение силы мышц, объем движений сохранен
5	Нормальная сила мышц, полный объем движений

Оценка симптомов натяжения проводилась в нашем исследовании у всех пациентов, не зависимо от данных клинической картины и нейровизуализации. Оценивались следующие симптомы натяжения:

- Симптом Ласега – пациент укладывается на спину лежа на кровати, проводится разгибание ноги в коленном суставе; симптом будет оценен как положительный, если возникает боль по задней поверхности ноги (I фаза). При сгибании ноги в коленном суставе боль исчезает (II фаза). Степень выраженности симптома определяли по величине угла сгибания ноги в тазобедренном суставе, во время которого возникал болевой синдром. Наиболее острый угол сопровождался

выраженным болевым симптом. При формировании угла в 90 градусов между - симптом Ласега считался отрицательным, в случае, когда величине угла была 45° и меньше - симптом Ласега считался положительным, дистанция между этими значениями свидетельствовала также о выраженности поражения или наоборот (Рисунок 9);

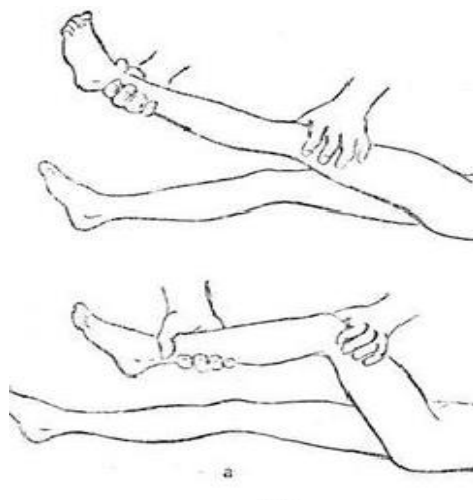


Рисунок 9 – Изображение определения симптом Ласега

- Симптом Вассермана – пациент находится в положении лежа на животе, поднимается кверху его прямая в коленном суставе нога. При раздражении бедренного нерва возникает резкая боль в паховой области и часто по передней поверхности бедра (Рисунок 10);



Рисунок 10 – Изображение определения симптома Вассермана

- Симптом Нери – пациент лежит на спине с выпрямленными ногами, при наклоне головы к груди, при наличии патологического процесса возникали резкие боли в поясничной области и по задней поверхности нижней конечности;

- Симптом Мацкевича – больному в положении лежа на животе, сгибают ногу в коленном суставе. В случае появления или усиления боль в области паховой складки или по передней поверхности бедра – симптом считался положительным (Рисунок 11)



Рисунок 11 – Изображение определения симптома Мацкевича

Одним из важных критериев успеха применяемого нами оптимизированного метода малоинвазивного лечения пациентов была оценка качества жизни, которая проводилась с использованием опросника Освестри, состоящая из 10 разделов. Анкета Oswestry Disability Index (ODI) была разработана в 1980г., заполняется больным и анализируется врачом в баллах как боль влияет на социальную адаптацию, самообслуживание, сон, ходьбу, способность поднимать тяжести, длительно находиться в разных положениях корпуса тела. Анкета применялась нами для оценки выраженности нарушения самообслуживания и социальной адаптации, обусловленного заболеваниями позвоночника. В каждом разделе максимальный балл составлял 5. При отметки пациентом первого пункта засчитывалось 0 баллов, при отметки последнего пункта — 5. Индекс Освестри определяется отношением суммы набранных баллов к максимально возможному количеству баллов, с полученным числом, возведённым на 100 (для перевода в

проценты). Пациенты заполняли анкету до операции и после, а также через 3 месяца и 12 месяцев после выполнения лазерной вапоризации.

Результаты интерпретировали следующим образом:

81-100% пациент прикован к постели или, реже агравируют симптомы;

61-80% боль в спине нарушает все аспекты жизни пациента (крайне тяжелое);

41-60% боль является основной проблемой, активность повседневной жизни у пациента затруднена (тяжелое нарушение);

21-40% пациент испытывает значительные боли и сложно сидеть, поднимать предметы и самостоятельно уверенно стоять (умеренное нарушение);

0-20% пациент может осуществлять все виды жизнедеятельности (минимальное нарушение);

Исходы лечения исследовались как в ближайшем периоде, так и через 3 и 12 месяцев с применением модифицированных критериев «Macnab», согласно которым выделялись хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные результаты (Таблица 3).

Таблица 3 – Оценка исходов лечения с помощью критериев «Macnab»

Результат	Критерии
Отличный	Нет боли Нет ограничения подвижности Способность вернуться к нормальной работе и жизнедеятельности
Хороший	Редкая нерадикулярная боль Облегчение предшествующих симптомов Способность вернуться на облегченную работу
Удовлетворительный	Некоторое улучшение функциональных возможностей Ограничения при выполнении или невозможность вернуться к работе
Неудовлетворительный	Продолжающиеся симптомы вовлеченности нервного корешка Требуется дополнительное оперативное вмешательство на данном уровне вне зависимости от продолжительности и частоты послеоперационного наблюдения

2.3 Методы нейровизуализации

Магнитно-резонансная томография в современной медицине вообще и в нейрохирургии и вертебрологии в частности является одним из основных методов исследования, в том числе применяемым в диагностике дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника.

Данный метод нейровизуализации позволял нам оценить не только нарушения в структуре позвонков и межпозвонковых дисков, но и прилежащих сосудисто-невральных структур. Нами использовался аппарат Signa Exite фирмы General Electronics с индукционной мощностью магнитного поля 1,5 Тл.

Качество современных аппаратов МРТ дает возможность визуализировать нервные корешки, наличие диско-радикулярного конфликта и оценить степень компрессии невральных структур грыжевым выпячиванием для дальнейшего планирования метода и объема оперативного вмешательства (Рисунок 12).

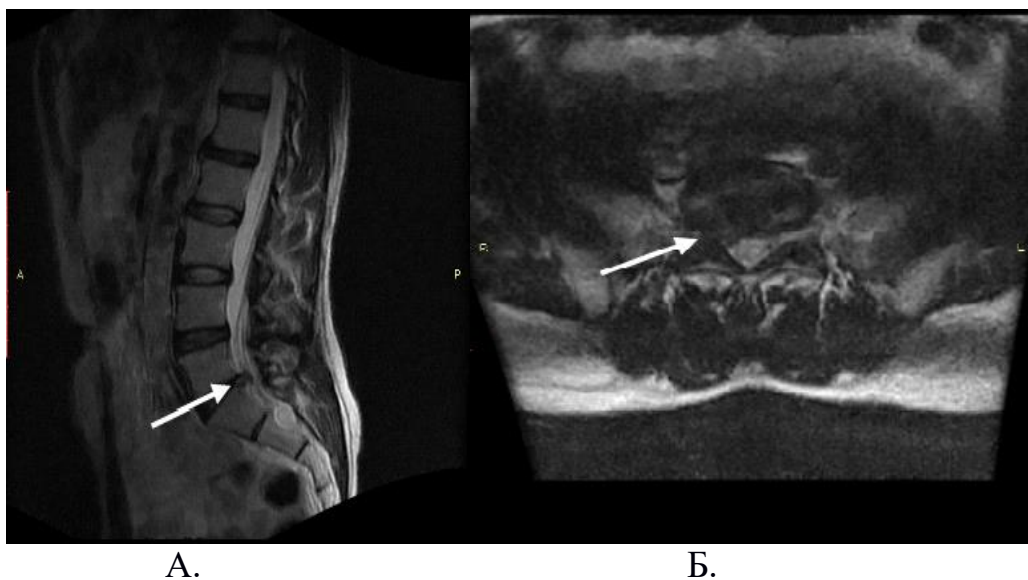


Рисунок 12 – МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника в сагиттальной (А) и аксиальной (Б) проекциях. Пациент Б., 56 лет, и/б № 26375,2017г.. Стрелками указана зона диско-радикулярного конфликта

С использованием данных МРТ проводилась оценка стадии дегенерации межпозвонкового диска по классификации С.W. Pfirrmann (Рисунок 13).

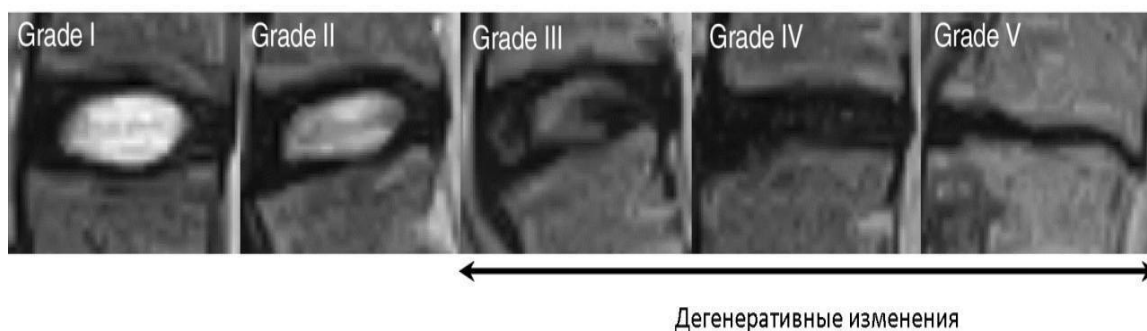


Рисунок 13 – Стадии дегенерации межпозвонкового диска по классификации С.W. Pfirrmann

Применяемая в исследовании классификация дегенеративного поражения межпозвонковых дисков по С. Pfirrmann (2001г.) базируется на определении интенсивности T2-взвешенного изображения по границе между фиброзным кольцом и пульпозным ядром, определением высоты диска. При этом, уменьшение выраженности сигнала от пульпозного ядра напрямую коррелирует с изменением объёма протеогликанов в самом диске. Согласно данной классификации выделяют пять степеней дегенеративного процесса в межпозвонковом диске (Таблица 4).

Таблица 4 – Определение стадии дегенерации межпозвонкового диска по классификации С.W. Pfirrmann

Стадия	Структура межпозвонкового диска	Интенсивность сигнала	Четкость разделения фиброзного кольца и пульпозного ядра	Высота межпозвонкового диска
1	2	3	4	5
I	Гомогенная	Гиперинтенсивный (белый)	Четкая граница	Нормальная
II	Негомогенная	Гиперинтенсивный (белый)	Четкая граница	Нормальная
III	Негомогенная	Промежуточный (серый)	Нечеткая	Нормальная или слегка уменьшенная
IV	Негомогенная	Промежуточный (серый)	Граница отсутствует	Нормальная или слегка уменьшенная

1	2	3	4	5
V	Негомогенная	Гипоинтенсивный (черный)	Граница отсутствует	Резко снижена

Дополнением к МР обследованию было выполнение функциональной рентгенографии, которое позволяло нам оценить динамику движений пояснично-крестцового отдела позвоночника, выявить нестабильность позвоночно-двигательного сегмента, что также определяло тактику хирургического вмешательства (Рисунок 14). Оценку нестабильности ПДС проводили с использованием общепринятых правил (оценивались рентгенограммы с функциональными пробами в прямой и боковой проекциях). Пациенты, у которых в результате обследования была выявлена нестабильность ПДС, были исключены из нашего исследования.

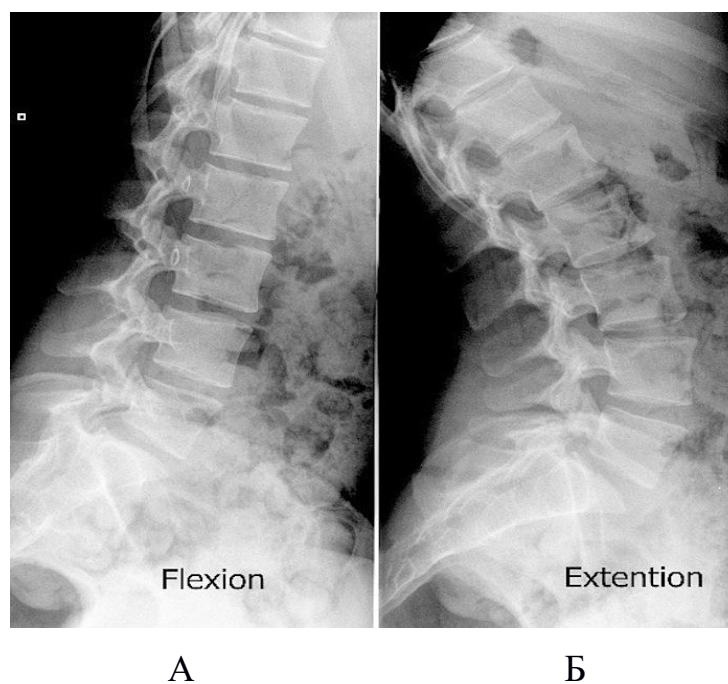


Рисунок 14 – Рентгенограмма пояснично-крестцового отдела позвоночника с функциональными пробами (А-сгибание, Б- разгибание). Пациент Т., № и/б 29257,2019г. А - сгибание, Б - разгибание

2.4 Метод хирургического лечения

Метод лазерной термопластики - вапоризации грыжи межпозвонкового диска на пояснично-крестцовом уровне.

Для выполнения метода лечения использовался сертифицированный лазерный аппарат «ЛАХТА-МИЛОН» – 0,97 (длина волны 0,97 мкм, максимальной мощностью 5 Вт) (Рисунок 15).



Рисунок 15 – Лазерная установка «ЛАХТА-МИЛОН»

Манипуляции всем пациентам проводили с использованием местной анестезии и внутривенным сопровождением. Такая особенность определяется необходимостью постоянного контакта с больным для анализа изменения выраженности болевого синдрома, меняющегося при проведении операции. Всё нейрохирургическое вмешательство проводится с применением флюороскопического контроля с интраоперационной рентгеновской системы по типу «С-дуга» (ЭОП) (Рисунок 16).



Рисунок 16 – Электронно-оптический преобразователь фирмы «Phillips» (Германия)

При выполнении операции пациент укладывался на операционный стол.

В положение лежа на животе, после трехкратной обработки раствором антисептика зоны операционного поля и ограничения операционного поля стерильным материалом, выполнялась пункция диска, чаще через задне-боковой доступ. Пункция и манипуляция проводилась с использованием эластичного проводника, диаметром 0,9 мм. При перфорации фиброзного кольца, проводник располагался на границе с третьей четвертью диска. Далее по проводнику к середине диска подводилась прямая игла. Важно было расположить иглу параллельно замыкательным пластинкам тел позвонков. При этом, все манипуляции по расположению проводника и иглы проходили под контролем во фронтальной и сагиттальной проекциях на мониторах интраоперационной рентген-навигации (Рисунок 17).

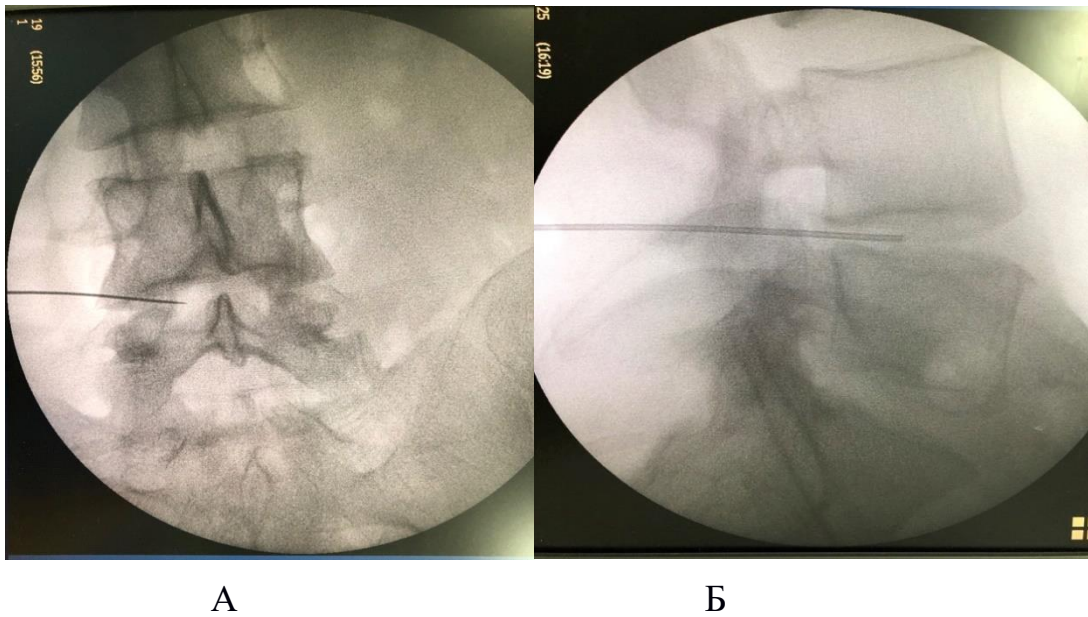


Рисунок 17 – Интраоперационные рентгенограммы пациентки Н., и/б № 29095,2019г. Контроль положения иглы в аксиальной (А) и сагиттальной (Б) плоскостях

Важно было учитывать ход пункционной иглы и фиксирующей трубки рентгеновского аппарата, то есть при расположении иглы по отношению к горизонтальной плоскости под углом $35 - 40^\circ$, С-дуга интраоперационной рентгеновской системы располагалась перпендикулярно ходу иглы.

Расположение иглы было оптимальным, если пункционный канал проходил сквозь центральную часть грыжевого выпячивания. Во время пункции диска в ряде наблюдений может быть внезапное нарастание болевого синдрома с распространением в конечность. В этот момент у пациента выяснялось, в какую именно конечность иррадирует боль. Данные изменения не желательны и положение иглы корригировалось.

Далее в сам диск через иглу вводился физиологический раствор «NaCl-0,9%» объёмом до 0,5 мл в зависимости от емкости диска, только потом вводился световод с внешним диаметром 400 – 500 мкм, непосредственно соединённый с лазерной установкой (Рисунок 18).

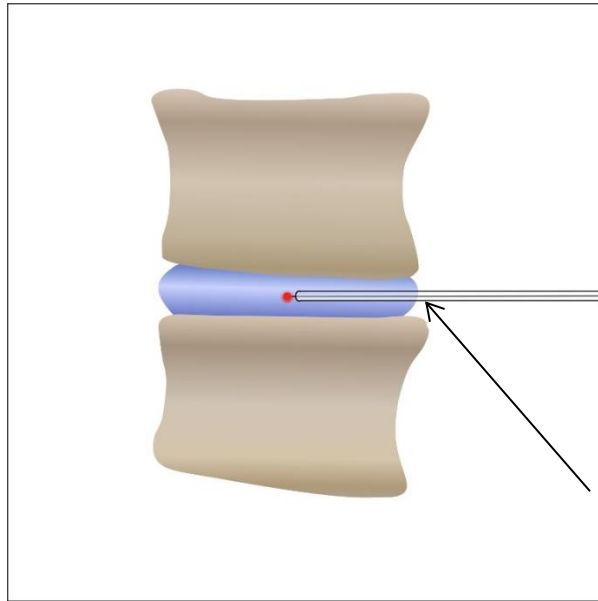


Рисунок 18 – Схематическое изображение расположения иглы и световода для выполнения лазерной вапоризации (стрелкой указан световод в игле)

При включении лазерного излучения выполнялся контроль направления для исключения расположения световода относительно тела позвонка. Проведение световода для выполнения процедуры пункционного метода лечения — лазерной вапоризации диска в поясничном отделе, начинается с проведения иглы — направителя в полость диска. При этом установка иглы осуществляется в положении пациента «на животе» под рентген-контролем во всех случаях. Из заднебоковой проекции, через «треугольник безопасности» Камбина, первоначально вводится игла по типу Джамшиди диаметром 16G. Контроль положения кончика иглы в двух проекциях должен строго соответствовать центральному положению в полости диска равноудалённо от замыкательных пластинок. После удаления мандрена в полость иглы устанавливается световод, по предварительным замерам, таким образом, чтобы свободный край оптоволоконка выступал из полости иглы не более чем на 3 мм. Стоит отметить, что строение иглы Джамшиди позволяет получить равномерное распространение излучения полупроводникового лазера во всех направлениях. Время экспозиции варьировалось в зависимости от стадии дегенеративного поражения, градуированного по «Фирману» и составляло не более 20 секунд. При постоянной длине волны $\lambda=970$ нм (0,97 мкм) мощность излучения

также варьировала в пределах от 2,5 до 3,5 Вт в зависимости от строения диска и структуры хрящевой ткани диагностируемой по МРТ поясничного отдела позвоночника. Максимальная суммарная доза излучения не превышала 60 Дж. По завершению процедуры и удаления световода в сформированную полость вводится 0,2 мл физиологического раствора. После чего, установив в полость иглы проводник-направитель, игла удалялась и заменялась на изогнутую иглу Туохи. Применение изогнутой иглы Туохи позволяло увеличить объем сформированной полости подвергнутой воздействию полупроводникового лазера за счет перенаправления светового пучка, отклоняемого от первоначальной оси. Каждая смена направления выполнялась с предварительным удалением световода из его полости, введением физиологического раствора и контролем положения кончика иглы рентгеновской интраоперационной установкой. Поворот иглы варьировал в зависимости от высоты диска, от 10 до 90 градусов. Доза суммарной лазерной энергии напрямую коррелировала с величиной грыжевого выпячивания и в большинстве случаев не превышала 1000 Дж.

2.5 Оптимизация метода лазерной вапоризации с измерением оптической мощности лазерного излучения

Для оптимизации воздействия лазерного излучения нами предложен и применялся селективный (на основе фотодиода) измеритель оптической мощности «PDI-01» (аналог оптического тестера СМА-50), который предназначен для контроля выходной оптической мощности лазерного излучения (Рисунок 19, 20).

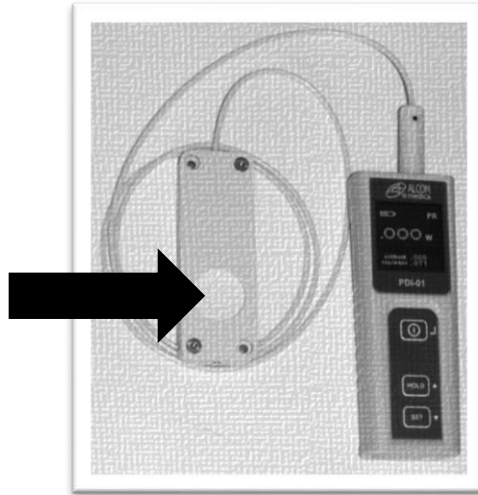


Рисунок 19 – Измеритель оптической мощности селективный «PDI-01», стрелкой указана светочувствительная площадка фотосенсора (паспорт измерителя)

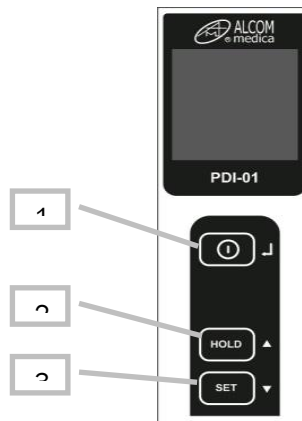


Рисунок 20 – Основные органы управления: 1- Кнопка включения-выключения; 2- Кнопка приостановки контроля мощности с сохранением показаний на дисплее; 3- Включение/выключение режима «PR» (прогнозирование данных измерений). Данный режим должен быть включён (индикация PR в правом верхнем углу экрана должна присутствовать)

Измерение мощности лазерного излучения происходило следующим образом:

1) источник излучения (выходной торец световода) помещался напротив выносной головки фотосенсора. При включенном прицельном излучении необходимо было убедиться, что всё пятно излучения попадает на светочувствительную площадку

2) перед измерениями выносная головка должна была быть установлена на штатив (желательно) или на ребро корпуса

3) выполнялось включение рабочего излучения в непрерывном режиме. Для корректного измерения мощности требовалось, как правило, не менее 10 секунд проведения измерения (Рисунок 21). В процессе измерения цвет индикации менялся, включался режим прогнозирования (PR), предназначенный для ускорения процесса измерения), а затем возвращался к первоначальному. При отключённом режиме PR процесс измерения продолжается дольше (не менее 20 секунд). Рекомендуется оставлять режим PR включенным.

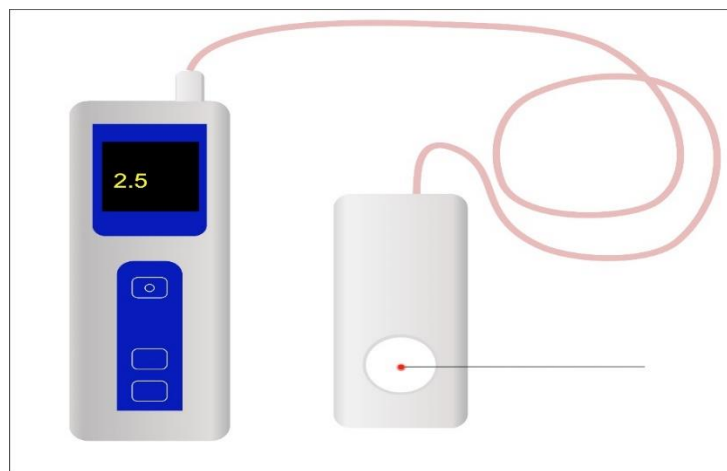


Рисунок 21 – Измерение мощности лазерного излучения

При оптимизации метода в нашей работе измеритель впервые использовался при сборе аппарата и подсоединении оптоволоконна, а после включения аппарата проводился первый контрольный замер мощности. Параметры при исходно не затемненном торце оптоволоконна будут отличаться от параметров подготовленного для работы «зачерненного» торца оптоволоконна, поэтому необходимо было использование оптоволоконна с уже зачерненным торцом и после проведенного тестирования.

После выполнения манипуляции на межпозвонковом диске на этапах выполнения vaporизации мы извлекали оптоволоконно и повторно тестировали

(Рисунок 21).

При тестировании мы наблюдали изменения в виде потери мощности за счет сильного обугливания торца оптоволокна, что требовало выполнения скола его торца, повторного затемнения и повторного тестирования до восстановления необходимых параметров, после чего продолжали выполнение манипуляции.

По нашим данным в результате подобного тестирования практически во всех случаях (100% наблюдений в основной группе), как на начальных этапах выполнения вапоризации, так и в процессе манипуляции мы наблюдали изменение первичных параметров на торце оптоволокна, а именно – снижение мощности, которое требовало коррекции.

В контрольной же группе используемое условно бесконтрольное облучение вероятно проводилось при параметрах с нестабильной меньшей мощностью, что на наш взгляд не позволяло добиться положительного результата.

2.6 Методы статистической обработки полученных данных

Данные, собранные в процессе исследования формировались в массив, который представлял собой таблицу в программе «Microsoft Excel» для Windows. Для статистической обработки материала была использована программа Statistica 12.5 для организации, статистического анализа, построения графиков и диаграмм.

В диссертационном исследовании применялись методы статистического анализа для определения числовых характеристик массива данных. Ввиду того, что в исследуемые группы вошло количество пациентов менее 50, нормальность распределения количественных признаков исследовалась по критерию Шапиро-Уилка с оценкой асимметрии, эксцесса и гистограмм. Для оценки результатов и степени различия между двумя сравниваемыми группами использовался непараметрический критерий Манна – Уитни и Хи-квадрат Пирсона. Для оценки бинарных данных применялся точный критерий Фишера.

При распределении признака, отличном от нормального, данные были представлены как медиана и межквартильный интервал Me (Q1–Q3). В случае

нормального распределения признака применялись параметрические критерии сравнения. Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$.

2.7 Характеристика исследуемых групп

Анализ распределения пациентов по полу и возрасту в обеих группах показал, что данное заболевание чаще было выявлено у женщин – 26 наблюдений (54%). Согласно данным распределения пациентов по возрасту, обращает на себя внимание, что данное заболевание чаще отмечено у мужчин в возрасте 50-59 лет (35,7 %) и у женщин работоспособного возраста 30-39 лет (38,4%) в первой группе, во второй группе преобладали мужчины трудоспособного возраста (50%) и женщины в возрасте от 40 до 59 лет (Рисунок 22).

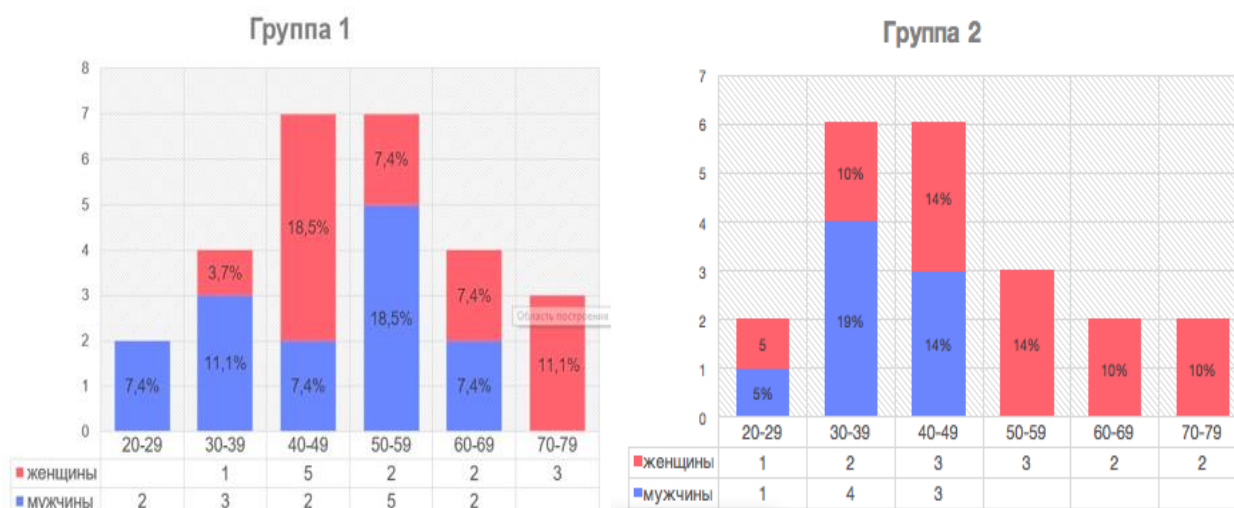


Рисунок 22 – Распределение наблюдений по возрасту и полу на момент поступления

Также отмечена небольшая разница в манифестации болевого синдрома между первой и второй группами, где выявлено, что достоверно часто манифестация заболевания была отмечена в возрастных категориях от 30 до 49 лет – 87,5% во второй группе, а в первой группе преобладание возрастной категории от 40 до 59 лет – 57,2% ($p < 0,05$). Однако при возможном увеличении количества исследуемых

существует вероятность о выравнивании между обеими группами в этих возрастных категориях.

Анализ распределения пациентов по полу и манифестации заболевания показал, что наиболее часто первые признаки заболевания отмечены у мужчин в наиболее трудоспособном возрасте (30-49 лет) во второй группе, в то время, как в первой группе наиболее часто возраст манифестации с 40 до 59 лет наблюдался у лиц женского пола ($p < 0,05$) (Таблица 5).

Таблица 5 – Распределение наблюдений по полу и возрасту манифестации болевого синдрома

Возраст манифестации (лет)	Вторая группа				Первая группа			
	мужчины		женщины		мужчины		женщины	
	Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%
20-29	1	12,5	1	7,69	3	21,4	1	7,69
30-39	4	50	3	23	2	14,2	1	7,69
40-49	3	37,5	3	23	4	28,6	5	38,4
50-59			3	23	4	28,6	3	23
60-69			2	15,3	1	7,14	1	7,69
70-79			1	7,69			2	15,3
Всего	8	100	13	100	14	100	13	100

Оценка динамики неврологического статуса проводилась всем пациентам при поступлении, после операции при выписке из стационара, а также на контрольном обследовании через 3 и 12 месяцев после выполнения операции. Анализ распределения по частоте клинических проявлений заболевания показал, что у пациентов в основном преобладали такие признаки как болевой синдром в спине и ноге - 59,3% (16 наблюдений) в первой группе и в 52,4% (11 наблюдений) во второй, нарушения чувствительности той или иной степени выраженности в ноге было также отмечено у 40 % пациентов в первой группе и у 71,4% во второй. При

анализе материала положительные симптомы натяжения отмечены менее часто у пациентов в первой группе в 48 %, во второй – 66,7 % наблюдений (Таблица 6). При этом достоверно чаще выраженность болевого синдрома (в 100%) и расстройства чувствительности (86%) среди всех обследуемых пациентов были верифицированы у пациентов женского пола ($p < 0,05$).

Таблица 6 – Распределение наблюдений по частоте развития клинических проявлений

Симптомы	Первая группа (N=27)		Вторая группа (N=21)	
	Абс	%	Абс	%
Боль в спине	9	33,3	8	38
Боль в ноге	2	7,41	2	9,5
Боль в спине и боль в ноге	16	59,3	11	52,4
Нарушение чувствительности	11	40,7	15	71,4
Симптомы натяжения	13	48,1	14	66,7

Данные нейровизуализационных методов исследования (МРТ, МСКТ, Rg позвоночного сегмента) оценивались нами в основном до операции, через 6 и 12 месяцев после операции. Важными направлениями обследования было определение у пациента на снимках протрузии или грыжи межпозвонкового диска без признаков секвестрации, а также присутствие гипермобильности или нестабильность позвоночно-двигательного сегмента 1 степени с наличием грыжи межпозвонкового диска или протрузии. Обязательным также было определение отсутствия стеноза позвоночного канала по данным интроскопии.

Дополнительно был проведен анализ:

- превалирующего уровня поражения межпозвонкового диска;
- степени дегенеративного процесса в диске согласно классификации С.W. Pfirmann.

Pfirmann.

Анализ распределения пациентов по уровню поражения межпозвонковых дисков и возрастными группами не выявил существенной разницы в обеих группах,

однако среди всех пациентов нами выявлено преимущественное поражение нижне-поясничных межпозвонковых дисков (уровни L4-L5-S1) - выявлено в 81,4 % наблюдений первой группы и 57,1 % во второй. При этом двухуровневое поражение указанных сегментов отмечено в 7,4 % и 28,5 % наблюдениях в первой и второй группах соответственно ($p < 0,05$) (Таблица 7).

Таблица 7 – Распределение наблюдений по уровню поражения

Позвоночно-двигательный сегмент/Группа	Первая группа		Вторая группа	
	Абс	%	Абс	%
L2-L3	1	3,7	2	9,5
L3-L4	2	7,4	1	4,76
L4-L5	12	44,4	9	42,9
L5-S1	10	37	3	14,2
L4-L5-S1	2	7,4	6	28,5
Всего	27	100	21	100

При анализе распределения пациентов по выраженности дегенеративного процесса в зависимости от возраста также отмечено, что в обеих группах наибольшее количество обращений было в возрастные периоды от 30 до 49 лет, то есть наиболее трудоспособный возраст, что вероятно и обуславливало решение пациентов не соглашаться на применение микрохирургического вмешательства, а использовать малоинвазивные методы для скорейшего возвращения в социальную среду (Таблица 8).

Таблица 8 – Выраженность дегенеративного процесса в диске по классификации С.В. Pfirrmann в зависимости от возраста

Стадия по С.В. Pfirrmann	Вторая группа (N=21)						Первая группа (N=27)					
	Возраст при поступлении						Возраст при поступлении					
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
I	2						1					
II		4					1	3	1	6	1	
III		2	4	1				1	6	1	2	
IV			2	2	2	2					1	3
V												

В представленном материале, при оценке степени дегенеративного процесса в межпозвонковом диске отмечено, что основное количество наблюдений было со стадией дегенерации диска от II до IV в обеих группах. В первой группе было 48,1 % случаев со II стадией дегенеративного процесса в диске, 33 % наблюдений - с III стадия и в 14,8 % наблюдений – верифицирована IV стадия по классификации С.В. Pfirrmann.

Во второй группе в основном преобладали пациенты с III стадией дегенеративного процесса (38% наблюдений) и IV (33,3 % наблюдений). Пациенты с V стадией дегенеративного процесса в межпозвонковом диске в нашем исследовании не были включены (Таблица 9).

Таблица 9 – Распределение наблюдений по степени дегенеративного процесса в диске по С.В. Pfirrmann по данным МРТ

Стадия	Первая группа (N=27)		Вторая группа (N=21)	
	Абс	%	Абс	%
I	1	3,7	2	9,5
II	13	48,1	4	19
III	9	33,3	8	38
IV	4	14,8	7	33,3
V	0		0	

Таким образом, наиболее часто пункционное вмешательство проводилось у пациентов женского пола (54%); пациентов в работоспособном возрасте от 30 до 49 лет – 87,5% во второй группе, в первой группе в возрастной категории от 40 до 59 лет – 57,2% ($p < 0,05$).

Наиболее часто первые признаки заболевания отмечены у мужчин в наиболее трудоспособном возрасте (30-49 лет) во второй группе, в то время, как в первой группе наиболее часто возраст манифестации с 40 до 59 лет наблюдался у лиц женского пола ($p < 0,05$).

Преобладали такие признаки как болевой синдром в спине и ноге - 59,3% наблюдений в первой группе и в 52,4% во второй, нарушения чувствительности той или иной степени выраженности в ноге было также отмечено у 40 % пациентов в первой группе и у 71,4% во второй. Положительные симптомы натяжения отмечены у пациентов в первой группе в 48 %, во второй – 66,7 % наблюдений. При этом достоверно чаще выраженность болевого синдрома (в 100%) и чувствительные расстройства (86%) среди всех обследуемых пациентов были верифицированы у пациентов женского пола ($p < 0,05$).

На нашем материале, при оценке степени дегенеративного процесса в межпозвонковом диске основное количество наблюдений было со стадией дегенерации диска от II до IV в обеих группах. Преимущественное поражение нижне-поясничных межпозвонковых дисков уровня L4-L5-S1 - выявлено в 81,4 % наблюдений первой группы и 57,1 % во второй. При этом двухуровневое поражение указанных сегментов отмечено в 7,4 % и 28,5 % наблюдениях в первой и второй группах соответственно ($p < 0,05$).

При анализе распределения пациентов по выраженности дегенеративного процесса в зависимости от возраста также отмечено, что в обеих группах наибольшее количество обращений было в возрастные периоды от 30 до 49 лет, то есть наиболее трудоспособный возраст, что вероятно и обуславливало решение пациентов не соглашаться на применение микрохирургического вмешательства, а использовать малоинвазивные методы для скорейшего возвращения в социальную среду.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЛЕЧЕНИЯ, И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Оценка клинико-нейровизуализационных данных после хирургического лечения

Анализ результатов хирургического лечения пациентов проводился нами также в двух группах. Результаты хирургического лечения оценивались на основании субъективного состояния пациента, оценки неврологического статуса, оценки рентгенологических показателей, а также оценки по соответствующим шкалам.

Следует прежде всего отметить, что основные результаты, детализируемые как предикторы исхода нейрохирургического лечения и формировались исходя из анализа применяемых мощностных показателей при проведении операций (Таблица 10).

Таблица 10 – Распределение наблюдений в зависимости от мощности лазерного излучения во время операции

Мощность лазера, Вт	Вторая группа		Первая группа	
	Абс	%	Абс	%
2,0 Вт	1	4,76	1	3,7
2,5 Вт	0	0	2	7,4
3,0 Вт	13	61,9	7	25,9
3,5 Вт	7	33,3	17	62,9
Всего	21	100	27	100

Из анализа рассматриваемого материала отмечено, что достоверно чаще для достижения результата лечения наиболее часто применялись мощностные характеристики 3,0-3,5 Вт как в первой, так и во второй группах обследуемых ($p < 0,05$). Лишь в 11,1% первой группы были использованы параметры менее 2,5 Вт для реализации поставленной цели.

Для анализа результатов проведенного хирургического лечения оценивались следующие показатели: динамика выраженности болевого синдрома, чувствительных и двигательных нарушений, а также - длительность госпитализации.

Для оценки динамики выраженности болевого синдрома нами использовалась визуальная аналоговая шкала (ВАШ).

Оценка интенсивности болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) осуществлялась у всех пациентов на дооперационном этапе, а также через 3 и 12 месяцев после хирургического лечения.

Для статистической обработки данных в каждой группе при менялся *t*-критерий Стьюдента для парных выборок, который давал возможность проверки гипотезы между связанными выборками. Значимые различия наблюдались уже через 3 месяца после хирургического лечения во всех исследуемых группах ($p < 0,05$). Однако через 12 месяцев после операции нами обнаружены небольшие статистические различия между группами наблюдения. Для их анализа применялся «*t*-критерий» Стьюдента для маркерных групп.

В предоперационном периоде уровень болевого синдрома в поясничной области в исследуемых группах не имел существенных достоверных различий: 5,4 балла в первой группе и 5,35 баллов во второй. На момент выписки уровень болевого синдрома в поясничной области в обеих группах так же не имел достоверных различий: 1,37 балла в первой группе против 1,65 балла во второй.

Через 3 месяца после оперативного вмешательства болевой синдром по ВАШ в первой группе уменьшился в 2 раза - до 0,7 балла, в то время как во второй группе сохранился на том же уровне - 1,65 балла соответственно ($p = 0,001158$).

Следует отметить, что при оценке болевого синдрома в поясничной области также через 12 месяцев уровень болевого синдрома в первой группе был - 0,56 балла, что достоверно ниже, чем во второй - 1,5 балла ($p = 0,000063$) (Рисунок 23).

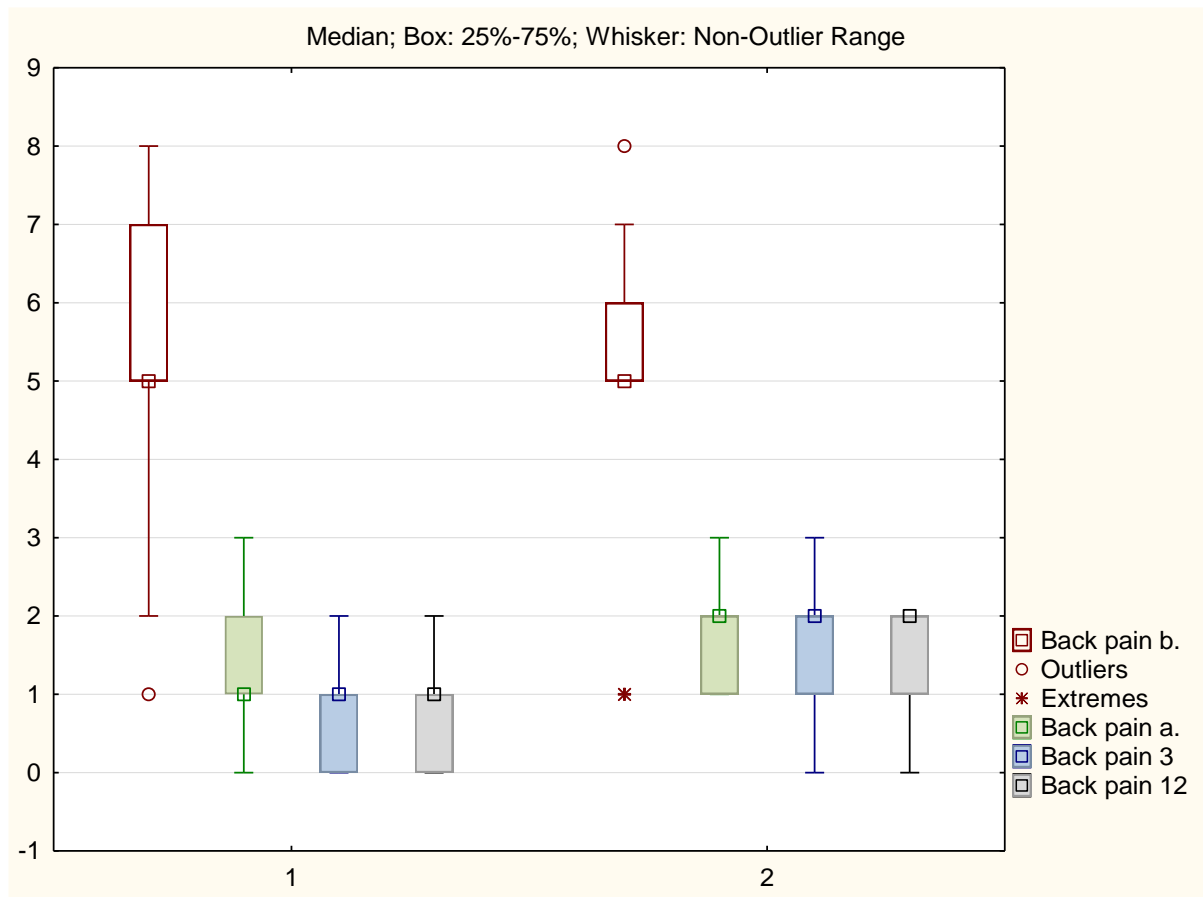


Рисунок 23 – Динамика выраженности болевого синдрома в поясничной области по шкале ВАШ в баллах (вертикальная ось) на момент выписки (ВАШ-В), через 3 (ВАШ-3) и 12 (ВАШ-12) месяцев после операции

При оценке болевого синдрома в нижних конечностях по ВАШ в дооперационном периоде было отмечено, что средний показатель был более выражен у пациентов первой группы: 4,63 балла, относительно 3,7 балла во второй. На момент выписки отмечалось значительное снижение боли в ногах у пациентов в обеих группах: до 1,15 балла в первой группе и до 1,2 балла во второй.

Исследуя динамику выраженности болевого синдрома в нижних конечностях через 3 месяца после выполненной операции были выявлены достоверные различия: во второй группе через 3 месяца после операции болевой синдром в ноге по ВАШ составлял 1,15 балла, в первой группе снизился до 0,48 баллов ($p=0,001913$).

Анализ динамики выраженности болевого синдрома у пациентов в нижних конечностях через 12 месяцев после оперативного вмешательства показал, что уровень болевого синдрома во второй группе незначительно снизился – 0,95 балла,

в то время как в первой группе уровень болевого синдрома в ноге снизился до 0,26 баллов ($p=0,001403$) (Таблица 11, Рисунок 24).

Таблица 11 – Динамика выраженности болевого синдрома в нижних конечностях по шкале ВАШ в баллах (ВАШ-В), через 3 (ВАШ-3) и 12 (ВАШ-12) месяцев после операции

Показатель	Вторая группа (N=21)		Первая группа (N=27)	
	Абс	%	Абс	%
ВАШ-0	3,7	16,1	4,63	16,5
ВАШ-В	1,2	4,3	1,15	3,7
ВАШ-3	1,15	2,38	0,48	2
ВАШ-12	0,95	2,38	0,26	1,37

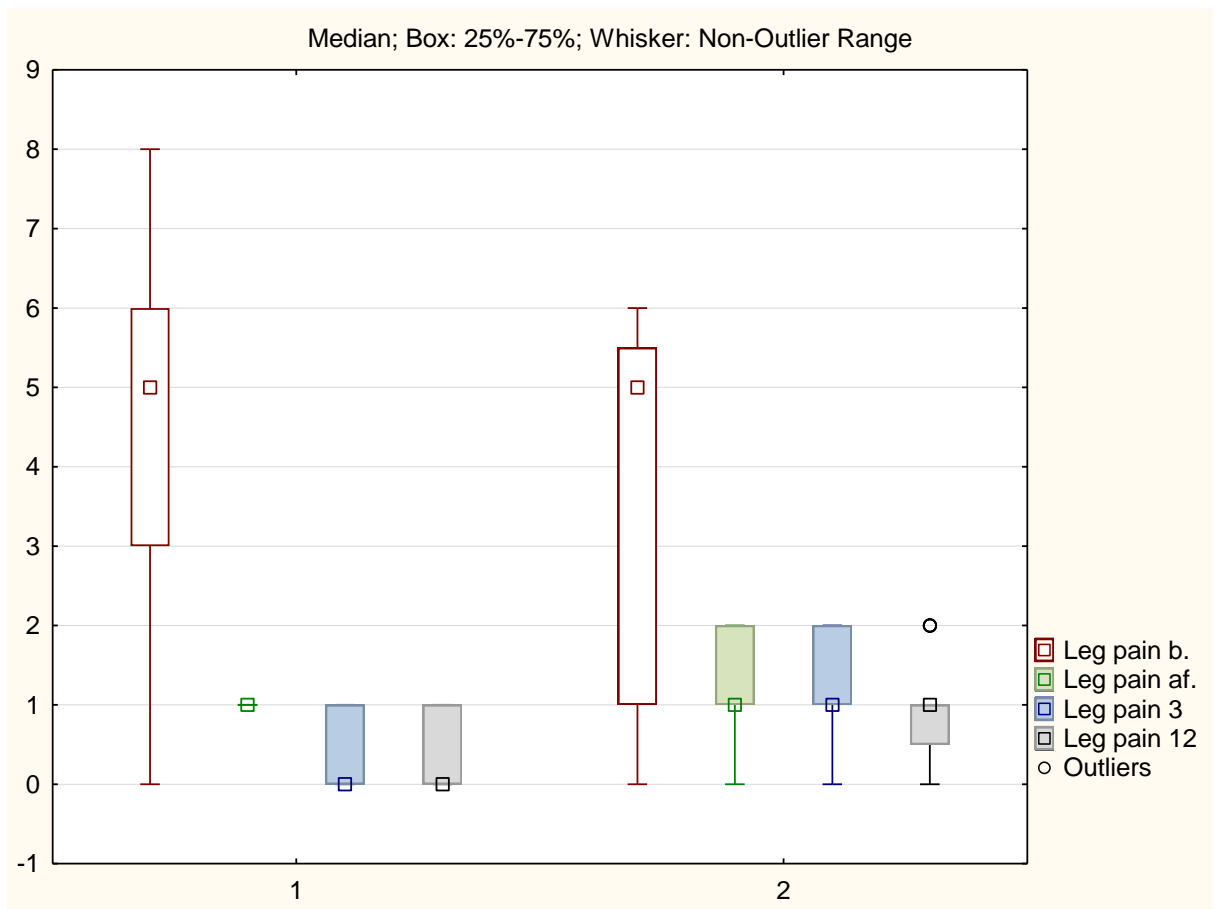


Рисунок 24 – Динамика выраженности болевого синдрома в нижних конечностях по шкале ВАШ в баллах (вертикальная ось) на момент выписки (ВАШ-В), через 3 (ВАШ-3) и 12 (ВАШ-12) месяцев после операции

В зависимости от гендерного признака мы не выявили существенного различия между группами, хотя нельзя не отметить, что большая тенденция к стабилизации состояния и уменьшение выраженности болевого синдрома была выявлена во второй группе и чаще у лиц мужского пола (Таблица 12).

Таблица 12 – Выраженность болевого синдрома по ВАШ при поступлении (ВАШ-0), выписке (ВАШ-В), через 3 (ВАШ-3) и 12 (ВАШ-12) месяцев после операции (в баллах) в зависимости от пола

ВАШ/пол	Вторая группа (N=21)				Первая группа (N=27)			
	Мужчины		Женщины		Мужчины		Женщины	
	Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%
ВАШ-0	5,375	67	5,23	40,2	3,07	21,9	5,23	40,2
ВАШ-В	1,75	21,875	1,3	10	1	7,14	1,46	11,2
ВАШ-3	1,25	15,625	0,8	6,15	0,5	3,57	1,23	9,46
ВАШ-12	0,48	6	1,3	10	0,6	4,3	1,3	10

При исследовании выраженности болевого синдрома в до- послеоперационном периоде в зависимости от возраста пациента, нами было выявлено, что в дооперационном периоде уровень болевого синдрома по ВАШ во второй группе был более выражен у пациентов в возрасте 70-79 лет – до 7 баллов, что вероятнее всего связано с развитием многоуровневого дегенеративного поражения как межпозвонковых дисков, так и дугоотростчатых суставов. В то время, как в первой группе болевой синдром до операции был сильнее выражен наиболее часто у пациентов трудоспособного возраста (40-49 лет) - 6,14 балла ($p < 0,05$).

Оценивая выраженность болевого синдрома через 3 месяца после операции, обращает на себя внимание полный регресс болевого синдрома у пациентов в возрастном диапазоне от 20-29 лет в обеих исследуемых группах, что, по нашему мнению, связано с отсутствием ещё в этом возрасте выраженных дегенеративных изменений позвоночника, многоуровневого поражения межпозвонковых дисков и спондилоартроза, а также большим реабилитационным потенциалом у пациентов данной возрастной группы (Таблица 13).

Таблица 13 – Выраженность болевого синдрома по ВАШ при поступлении (ВАШ-0), выписке (ВАШ-В), через 3 (ВАШ-3) и 12 (ВАШ-12) месяцев после операции (в баллах) в зависимости от возраста

ВАШ/возраст	Вторая группа (N=21)						Первая группа (N=27)					
	Возраст при поступлении						Возраст при поступлении					
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
ВАШ-0	6	5,3	5,3	4	5	7	4	5	6,14	4,57	5,5	5,7
ВАШ-В	1	1,83	2	1,3	1	1,5	2	1,75	1,57	1	1,5	1,3
ВАШ-3	0	1,17	1,5	1,3	1	2	0	0,5	1	0,86	1,25	1
ВАШ-12	0,5	1,3	1,5	1,7	2	1,5	0	0,25	0,71	0,86	0,5	1

Анализ динамики нарушений чувствительности проводился в день выписки, через 3 и 12 месяцев после оперативного вмешательства. При исследовании восстановления чувствительности в послеоперационном периоде отмечена линейная зависимость восстановления функции в зависимости от времени послеоперационного периода, однако между обеими группами существенных достоверных различий нами не выявлено (Таблица 14).

Таблица 14 – Динамика восстановления чувствительности после операции

Группа	При поступлении Баллы		В день выписки Баллы		Через 3 мес, Баллы		Через 12 мес, Баллы	
	Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%
Вторая группа (N=21)	3,57	17	4,05	19,2	4,6	21,9	4,6	21,9
Первая группа (N=27)	3,9	14,4	4,07	14,8	4,8	17,8	4,8	17,8

Важным критерием исхода применения оптимизированного метода была оценка динамики выраженности болевого синдрома по ВАШ при поступлении (ВАШ-0), выписке (ВАШ-В), через 3 (ВАШ-3) и 12 (ВАШ-12) месяцев после операции (в баллах) в зависимости от степени дегенеративного процесса в диске по

C.W. Pfirrmann по данным МРТ (Таблица 15).

Таблица 15 – Динамика выраженности болевого синдрома после операции

ВАШ/Ст. Pfirrmann	Вторая группа (N=21)					Первая группа (N=27)				
	Стадия по С.В. Pfirrmann					Стадия по С.В. Pfirrmann				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
ВАШ-0	6	5,25	5,375	5,14		5	4,7	5,9	3,14	
ВАШ-В	1	1,75	2	1,3		1	1,09	1,5	1	
ВАШ-3	0	1	1,625	1,3		0	0,55	0,9	0,43	
ВАШ-12	0,5	1,25	1,625	1,57		0	0,45	0,8	0,43	

При оценке динамики болевого синдрома в зависимости от степени дегенеративного процесса в межпозвонковом диске, нами было выявлено, что уровень болевого синдрома при выписке, а так же через 3 и 12 месяцев после операции, достоверно ниже у пациентов первой группы, независимо от степени дегенерации диска, что по нашему мнению связано с адекватным интраоперационным измерением и корректировкой мощности лазерного излучения для получения результата лечения.

При исследовании динамики восстановления двигательных нарушений существенных достоверных различий в обеих группах не отмечено ($p=0,38263$) и данный показатель действительно имел лишь небольшое превалирование в первой группе (5 относительно 4,5 через 12 месяцев). По нашему мнению, это обусловлено тем, что пациенты с грубым нарушением мышечной силы в исследование не включались (Таблица 16).

Таблица 16 – Динамика восстановления мышечной силы до и после операции (в баллах)

Баллы	Вторая группа (N=21)	Первая группа (N=27)
	Абс (баллы)	Абс (баллы)
До операции	4	4
На момент выписки	4	4
Через 3 месяца после операции	4,5	5
Через 12 месяцев после операции	4,5	5

При исследовании длительности госпитализации медиана значений среди пациентов первой группы составила 4 суток (Q_1 - Q_3 : 3-7), в сравнении со второй группой – 8 суток (Q_1 - Q_3 : 2,5-11,5) ($p < 0,05$). Проведя анализ полученных данных, можно говорить о достоверно меньших сроках госпитализации у пациентов первой группы (Рисунок 25).

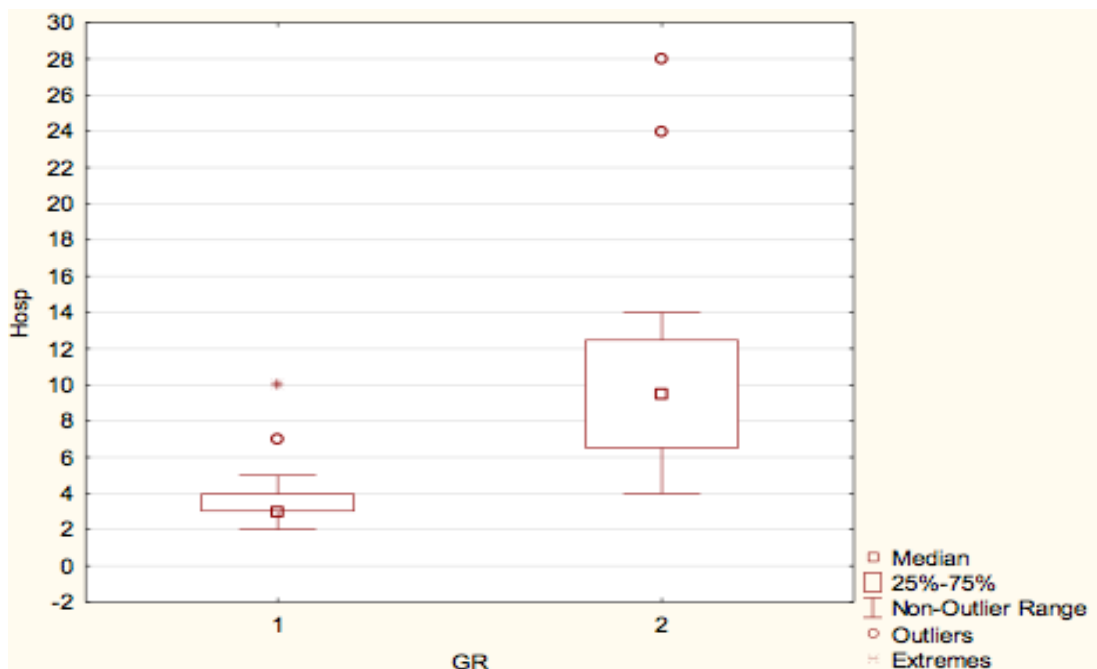


Рисунок 25 – Длительность госпитализации в группах

3.2 Оценка динамики качества жизни

Анализ показателей функционального статуса у пациентов проводился с использованием опросника Освестри (ODI). Нами выявлено значительное улучшение качества жизни пациентов обеих исследуемых групп в послеоперационном периоде.

В дооперационном периоде медиана значений составила 26 баллов в первой группе (Q₁-Q₃: 22-30), во второй – 24 балла (Q₁-Q₃: 22-27).

При оценке качества жизни пациентов первой группы в послеоперационном периоде нам удалось добиться выраженного улучшения показателей согласно опроснику Освестри: через 3 месяца после операции медиана значений достоверно составила 2 балла (Q₁-Q₃: 0-2), через 12 месяцев - 0 баллов (Q₁-Q₃: 0-2) (p=0,000002).

Во второй группе медиана значений через 3 и 12 месяцев составляла 4 балла (Q₁-Q₃: 2-4) (Рисунок 26)

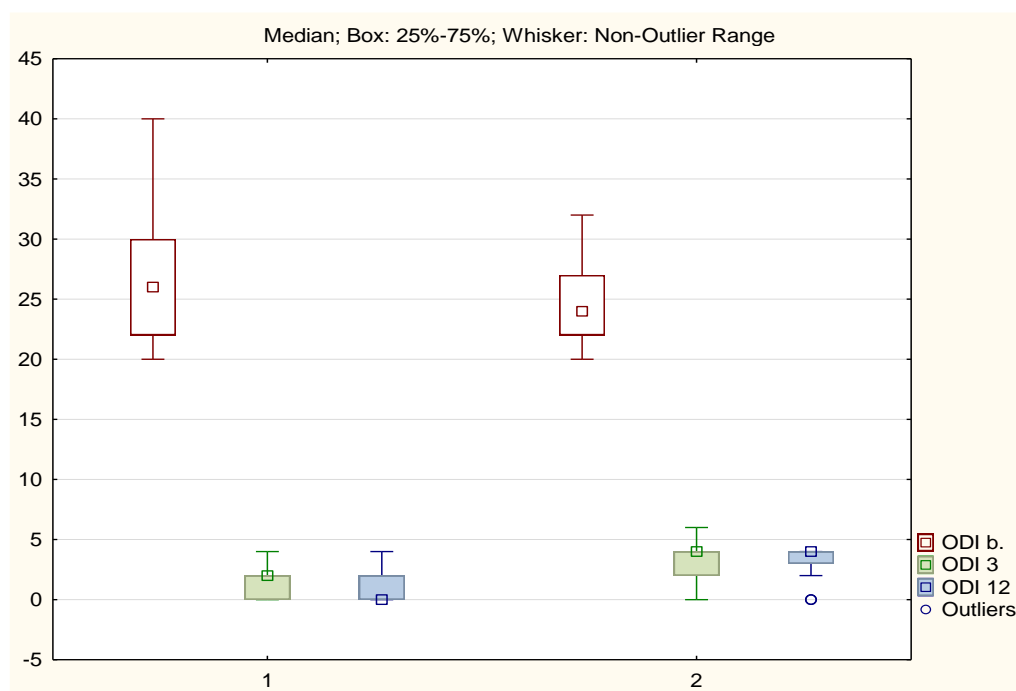


Рисунок 26 – Изменение индекса Освестри (в баллах, вертикальная ось) до операции, через 3 и 12 месяцев после операции

Таким образом, выполнение хирургической коррекции патологического состояния в объёме лазерной вапоризации при дегенеративных поражениях межпозвонковых дисков с одномоментным мониторингом мощности и последующей ее корректировкой достоверно чаще приводило к улучшению качества жизни в отдалённом периоде в этой группе больных, относительно использования стандартной мощности лазерного излучения без контроля получаемой дозы ($p < 0,03$) (Рисунок 27).

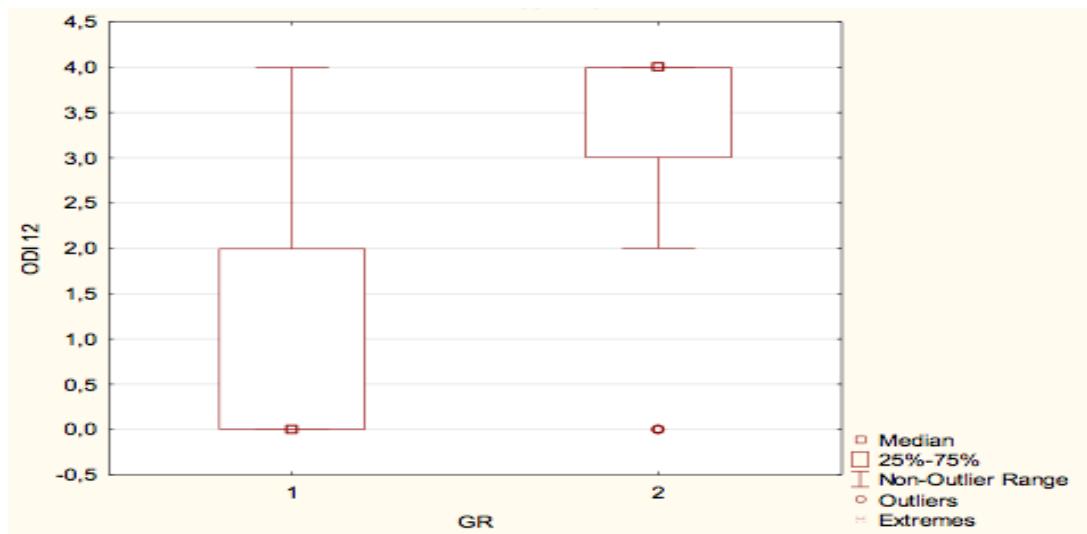


Рисунок 27 – Индекс Освестри в исследуемых группах через 12 месяцев после операции (вертикальная ось)

3.3 Оценка исходов лечения

В нашем исследовании для оценки исходов хирургического лечения проводилось анкетирование пациентов обеих групп, в ходе которого они оценивали свое состояние через 3 и 12 месяцев после операции (Таблица 17).

Таблица 17 – Оценка результатов хирургического лечения по шкале Маснаб

Группа	Количество баллов/результат	Через 3 месяца после операции		Через 12 месяцев после операции	
		Абс	%	Абс	%
Вторая группа (N=21)	Отлично	8	38	4	19
	Хорошо	12	57,1	16	76,2
	Удовлетворительно	1	4,76	1	4,76
	Неудовлетворительно				
Первая группа (N=27)	Отлично	18	66,7	18	66,7
	Хорошо	8	29,6	8	33,3
	Удовлетворительно				
	Неудовлетворительно	1	3,7		

Выявлено, что через 3 месяца после операции среди пациентов первой группы отмечено 18 отличных, 8 хороших и 1 неудовлетворительный результат. У пациентки 3. 69 лет, и/б № 23916 (2018г.), расценившей свое состояние как неудовлетворительное спустя 3 месяца после оперативного вмешательства был выявлен рецидив грыжи межпозвонкового диска, что потребовало выполнения более инвазивной операции в объеме микродискэктомии, после чего болевой синдром полностью регрессировал.

При контрольном обследовании пациентов этой группы через 12 месяцев после операции ее данные в исследование не включались, таким образом через 12 месяцев у пациентов первой группы отмечено по-прежнему 18 отличных и 8 хороших результатов.

Среди пациентов второй группы через 3 месяца после операции достоверно отмечено всего 8 отличных, 12 хороших и 1 удовлетворительный результат. Неудовлетворительных результатов среди пациентов второй группы согласно критериям Маснаб не было ($p < 0,05$).

Через 12 месяцев у пациентов второй группы констатировано превалирование хороших результатов – 16 и уменьшение пациентов с отличными результатами до 4 ($p = 0,000681$). Удовлетворительный результат через 12 месяцев после

операции по-прежнему отмечал один пациент этой группы.

Оценивая результаты распределения пациентов по исходам лечения, выявлено, что среди пациентов первой группы, которым выполнялся интраоперационный мониторинг мощности лазерного излучения с коррекцией параметров при необходимости, отмечалось стойкое преобладание отличных результатов как через 3, так и через 12 месяцев после операции. У пациентов второй группы преобладали хорошие результаты: у 12 пациентов через 3 месяца после операции и у 16 пациентов через 12 месяцев ($p < 0,05$) (рисунок 28)

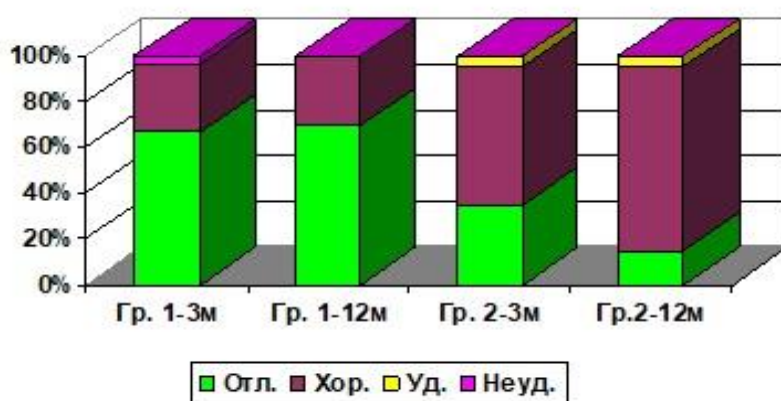


Рисунок 28 – Распределение результатов лечения по шкале Маснаб

3.4 Влияние интраоперационного измерения оптической мощности лазерного излучения на исход

С целью улучшения результатов лечения пациентов с дегенеративными поражениями межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника нами предложен и проводился интраоперационный мониторинг мощностных показателей лазерного излучения на торце оптического волокна с их дальнейшей корректировкой. Основными критериями эффективности мониторинга мощности являлось уменьшение выраженности болевого синдрома по ВАШ, сокращение сроков госпитализации, а также данные МРТ в послеоперационном периоде, показывающее выраженное уменьшение размеров грыжевого выпячивания.

Не менее важным было оценить корреляцию между мощностными показате-

телями и возрастом пациентов в момент проведения нейрохирургического вмешательства (Таблица 18).

При оценке взаимосвязи мощности лазерного излучения и возраста пациента в момент операции, нами было отмечено, что независимо от возраста пациентов в обеих группах наиболее часто применяемая мощность – 3-3,5 Вт.

Таблица 18 – Взаимосвязь применения мощности лазерного излучения и возраста пациента

Мощность/ группы	Вторая группа (N=21)						Первая группа (N=27)						Всего
	Возраст при поступлении						Возраст при поступлении						
	20- 29	30- 39	40- 49	50- 59	60- 69	70- 79	20- 29	30- 39	40- 49	50- 59	60- 69	70- 79	
2,0 Вт				1					1				2
2,5 Вт								1	1				2
3,0 Вт		3	6	2	2			1	2	3	2		20
3,5 Вт	2	3				2	2	2	3	4	2	3	22
Итого	2	6	6	3	2	2	2	4	7	7	4	3	48

Отмечено, что во второй группе мощность лазерного воздействия в 3 Вт использовалась преимущественно у пациентов в возрастной группе 40-49 лет (6 наблюдений из 13). В то время, как мощность воздействия 3Вт применялась с почти одинаковой частотой у пациентов первой группы – в возрасте от 30 до 69 лет.

И наоборот, мощность лазерного излучения в 3,5 Вт у пациентов первой группы чаще применялась в возрасте от 40 до 59 лет (7 наблюдений из 16). В то время как во второй группе данные мощностные параметры для достижения желаемого результата использовались среди пациентов практически равномерно.

Мощность лазерного воздействия в 2,0 и 2,5 Вт применялась крайне редко в обеих группах, в основном в возрасте 50-59 лет и в 30-49 лет в первой группе.

Наиболее часто наблюдалась прямая корреляция мощностных характеристик и зоны применения лазера в наиболее пораженных участках позвоночного сегмента в обеих группах (Таблица 19).

Достоверно чаще мощностные характеристики в 3,0 и 3,5 Вт применялись при поражении уровня L4-5 во второй группе (7 наблюдений) и при поражении уровней L4-S1 в первой группе (20 наблюдений) ($p < 0,05$).

Таблица 19 – Применяемая мощность лазерного излучения в зависимости от уровня локализации грыжи МПД

Мощность/ ПДС	Вторая группа (N=21)					Первая группа (N=27)				
	L2- L3	L3- L4	L4- L5	L5- S1	L4- L5-S1	L2-L3	L3-L4	L4-L5	L5-S1	L4-L5- S1
2,0 Вт			1						1	
2,5 Вт								2		
3,0 Вт	2	1	5	2	3			4	2	1
3,5 Вт	1		2	1	3	1	2	7	7	
Итого	3	1	8	3	6	1	2	13	10	1

При этом контроль показателя мощности на выходе лазерного диода позволил в трёх наблюдениях первой группы применить мощностные характеристики в 2,0 и 2,5 Вт для достижения результата. Исследование динамики среднего балла выраженности болевого синдрома по ВАШ на момент выписки, через 3 и 12 месяцев после операции в зависимости от применяемой мощности лазерного излучения показала более лучшие результаты в группе пациентов с оптимизированным методом лечения (Таблица 20).

Таблица 20 – Взаимосвязь болевого синдрома по ВАШ и применяемой мощности лазерного излучения

Мощность/ группы	Вторая группа (N=21)			Первая группа (N=27)		
	ВАШ (баллы)			ВАШ (баллы)		
	Выписка а	Через 3 мес	Через 12 мес	Выписка	Через 3 мес	Через 12 мес
2,0 Вт	2	2	2	2	2	1
2,5 Вт				1,5	1	1
3,0 Вт	1,62	1,3	1,5	1,29	0,86	0,86
3,5 Вт	0,85	0,54	0,62	1,3	0,8	0,4

При оценке динамики выраженности болевого синдрома в зависимости от применяемой мощности лазерного излучения в обеих группах отмечены положительные результаты. Однако, несколько чаще регресс болевого синдрома или минимальные его проявления были отмечены у пациентов, которым операция выполнялась с использованием контроля мощности излучения. Так, в первой группе у пациентов с применяемой мощностью в 3 Вт через 3 месяца болевой синдром в среднем составил 0,86 балла, в отличие от пациентов во второй группе, где со схожими данными средний болевой синдром в среднем составлял 1,3, а через 12 месяцев снова составил 1,5 балла ($p < 0,05$).

Более выраженный в послеоперационном периоде болевой синдром у пациентов, которым вапоризация выполнялась без контроля мощности лазерного излучения, может свидетельствовать о потере мощности в момент выполнения вапоризации и недостаточном для достижения положительного эффекта воздействии на ткань межпозвонкового диска, что говорит о важности и необходимости интраоперационного контроля мощностных показателей для достижения наилучшего результата.

Исследование состояния пациентов в ближайшем и отдалённом периоде, возможность возвращения на работу также показало наиболее хорошие результаты в группе пациентов с интраоперационным контролем мощности применения лазера (Таблица 21).

Таблица 21 – Изменение индекса Освестри (в баллах, в среднем) в зависимости от применяемой мощности лазерного излучения через 3 и 12 месяцев после операции

Мощность/ Группы/ период	Вторая группа (N=21)		Первая группа (N=27)	
	ODI (баллы)		ODI (баллы)	
	Через 3 мес	Через 12 мес	Через 3 мес	Через 12 мес
2,0 Вт	4	4	4	2
2,5 Вт			3	2
3,0 Вт	3,23	3,38	1,71	1,14
3,5 Вт	1,08	1,38	1,2	0,9

При оценке качества жизни по индексу Освестри через 3 и 12 месяцев после операции в зависимости от применяемой мощности лазерного излучения, нами было выявлено, что удовлетворительные результаты отмечены у пациентов, которым операция выполнялась с мощностью воздействия лазерного излучения в 2 Вт, особенно в группе без интраоперационного контроля мощностных характеристик.

Наиболее лучшие результаты были достигнуты в обеих группах у пациентов, которым операция выполнялась с мощностью лазерного излучения - 3 и 3,5 Вт. При этом достоверно чаще лучшая адаптация и восстановление трудоспособности были достигнуты через 12 месяцев в первой группе, чем во второй – 1,14 и 0,9 против 3,38 и 1,38 соответственно ($p < 0,05$).

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что оптимальной мощностью воздействия на межпозвонковые диски поясничного отдела является мощность лазерного излучения не меньше 3Вт.

При анализе взаимосвязи используемой мощности лазерного излучения и степени дегенеративного процесса в межпозвонковом диске, нами было отмечено, что наиболее часто параметры 3.0 и 3.5 Вт применялись у пациентов обеих групп с II и III ст. по С.W. Pfirrmann, в 10 и 18 наблюдениях соответственно, что в процентном соотношении не показало существенного различия для значимых выводов (Таблица 22).

Таблица 22 – Мощность лазерного излучения в зависимости от степени дегенеративного процесса в МПД

Мощность	Вторая группа (N=21)					Первая группа (N=27)				
	Стадия по С.W. Pfirrmann					Стадия по С.W. Pfirrmann				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
2,0 Вт			1					1		
2,5 Вт							2			
3,0 Вт		3	4	6			2	5		
3,5 Вт	2	1	2	2		1	9	3	4	

Однако следует отметить, что во второй группе для достижения результата относительно чаще использовалась мощность 3,0 Вт (13 наблюдений из 21), в то время как в первой группе с интраоперационным контролем мощности чаще применялась мощность 3,5 Вт (17 из 27 наблюдений).

Реже всего в обеих группах для достижения результата была использована наименьшая мощность лазерного излучения величиной в 2 Вт. Операция при данной мощности выполнялась двум пациентам (по одному из каждой группы). В обоих случаях у пациентов с III степенью дегенеративного процесса в межпозвонковом диске.

Анализ взаимосвязи применяемой мощности лазерного излучения и клинических проявлений патологического процесса показал, что независимо от основных симптомов заболевания наиболее часто использовалась мощность лазерного излучения в 3 и 3,5 Вт. (Таблица 23).

Таблица 23 – Мощность лазерного излучения, применяемая при различных клинических проявлениях

Мощность	Вторая группа (N=21)					Первая группа (N=27)				
	Симптомы					Симптомы				
	Боль в спине	Боль в ноге	Боль в спине и ноге	Нарушения ч-и	Симптомы натяжения	Боль в спине	Боль в ноге	Боль в спине и ноге	Нарушения ч-и	Симптомы натяжения
2,0 Вт			1	1				1	1	1
2,5 Вт								2		1
3,0 Вт	3	1	9	9	8		1	5	2	6
3,5 Вт	3		4	6	5	3	1	14	9	6

При анализе результатов лечения по шкале Macnab в зависимости от применяемой мощности, нами было отмечено, что у пациентов первой группы убедительно преобладали отличные и хорошие результаты, как через 3, так и через 12 месяцев (Таблица 24, 25).

Таблица 24 – Исход лечения в зависимости от применяемой мощности через 3 месяца

Мощность/ группы	Вторая группа (N=21)				Первая группа (N=27)			
	Маснаб(результаты/баллы)				Маснаб (результаты/баллы)			
	отл	хор	уд	неуд	отл	хор	уд	неуд
2,0 Вт		1			1			
2,5 Вт					1	1		
3,0 Вт	4	9			5	2		
3,5 Вт	4	2	1		12	4		1 (рецидив)

Таблица 25 – Исход лечения в зависимости от применяемой мощности через 12 месяцев

Мощность/ группы	Контрольная (N=21)				Основная (N=27)			
	Маснаб(результаты/баллы)				Маснаб (результаты/баллы)			
	отл	хор	уд	неуд	отл	хор	уд	неуд
2,0 Вт		1				1		
2,5 Вт					1	1		
3,0 Вт	2	11			5	2		
3,5 Вт	2	4	1		12	4		

О правильности выбора показателей мощности лазера и его интраоперационном контроле косвенно указывает тот факт, что количество отличных и хороших результатов через 12 месяцев в первой группе практически сохраняется на том же уровне, на каком было через 3 месяца после операции.

В одном наблюдении, при использовании мощности в 3,5 Вт результат удалось оценить только через 3 месяца, поскольку у пациентки развился рецидив болевого синдрома, а данные нейровизуализации указывали на прогрессирование патологии и в последующем пациенту выполнялось открытое оперативное вмешательство в объеме микродискэктомии со стойким положительным исходом.

У пациентов второй группы при использовании мощности лазерного излучения в 3 Вт через 3 месяца после операции отмечено 4 отличных и 9 хороших результатов, однако, через 12 месяцев отмечается уменьшение отличных

результатов до 2 наблюдений за счет превалирования хороших результатов - отмечен в 11 случаях. При использовании мощности излучения в 3,5 Вт через 3 месяца после операции отмечено 4 отличных, 2 хороших и 1 удовлетворительный результат. Через 12 месяцев в этой группе больных так же отмечается превалирование хороших результатов – 4 наблюдения, в 2 случаях отмечены отличные результаты.

На наш взгляд преобладание хороших результатов над отличными в отдаленном послеоперационном периоде второй группы пациентов связано как с многоуровневым поражением у пациентов межпозвонковых дисков и суставов, так и с отсутствием интраоперационного мониторинга мощности лазерного излучения, так как при выполнении операции мощность излучения снижается, дальнейшей корректировки ее не происходит, в результате чего не оказывается достаточного для достижения положительного результата воздействия на ткань межпозвонкового диска.

Наши наблюдения характеризуют приведенные ниже клинические примеры.

Клинический пример 1. Пациент Б., 56 лет, и/б № 26375 (2017г.), поступил в отделение нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы с диагнозом дегенеративно-дистрофическое заболевание позвоночника с преимущественным поражением пояснично-крестцового отдела, правосторонняя грыжа межпозвонкового диска на уровне L5-S1.

Жалобы при поступлении: на боль в пояснице с проекцией по задней поверхности правой ноги, периодическое чувство онемения в пальцах правой ноги.

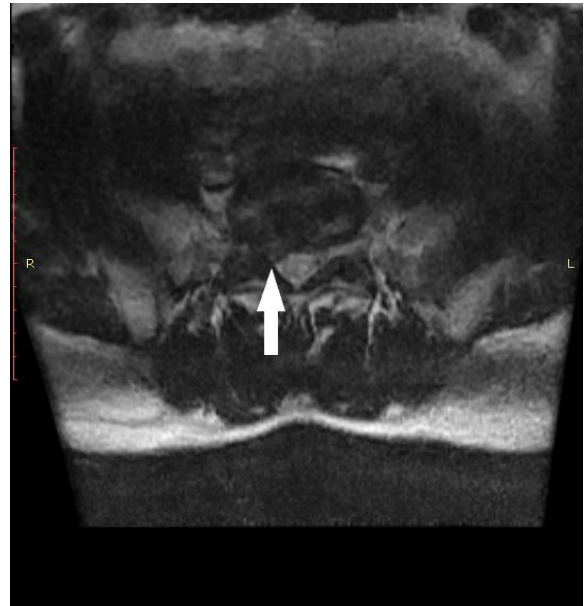
Из анамнеза болезни известно, что боль в пояснице отмечает на протяжении двух лет, купировались самостоятельно. В сентябре 2017 года присоединилась боль по задней поверхности правой ноги. По данным МРТ пояснично-крестцового отдела в сегменте L5-S1 определяется дорзальная правосторонняя грыжа межпозвонкового диска, компримирующая правый спинномозговой корешок (Рисунок 29). Наблюдался неврологом, получал консервативную терапию с кратковременным положительным эффектом.

В неврологическом статусе при поступлении: правосторонний S1 –радикуло-

патический болевой синдром, положительные симптомы натяжения (Ласега справа – 50 градусов).



А



Б

Рисунок 29 – Пациент Б., 56 лет, и/б № 26375. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника до операции. А – снимок в сагиттальной проекции, T2-взвешенный, Б – аксиальная, T2-взвешенная МРТ (стрелкой указана зона конфликта – грыжа и невральные структуры)

Учитывая наличие радикулярной симптоматики на фоне грыжи межпозвонкового диска с компрессией невральных структур по данным МРТ, пациенту выполнено оперативное вмешательство в объеме прямой лазерной вапоризации грыжи диска L5-S1, мощность воздействия составила 3,5 Вт, при выполнении операции проводилось тестирование мощности излучения на торце световода, отмечалось снижение мощности менее 3 Вт, в связи с чем выполнялась корректировка показателей до исходных 3,5 Вт. Длительность операции - 45 минут. Послеоперационный период протекал гладко, пациент вертикализирован через 2 часа после операции, ходил без опоры. В неврологическом статусе полный регресс болевого синдрома. Место пункции без признаков воспаления. Выписан на вторые сутки после операции.

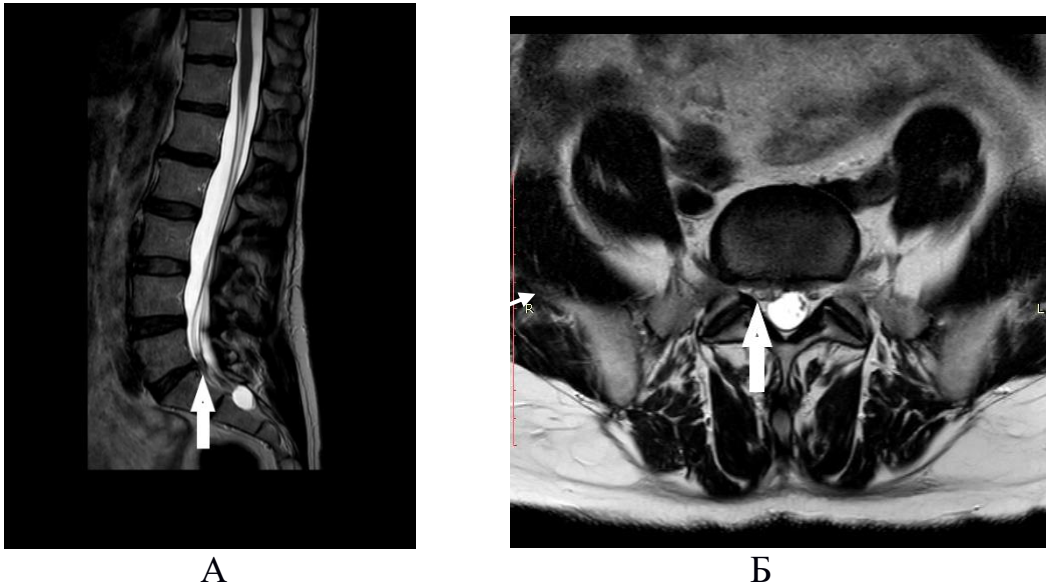


Рисунок 30 – Пациент Б., 56 лет, и/б № 26375. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника через 1 месяц после операции. А –сагиттальная Т2-взвешенная МРТ Б – аксиальная Т2-взвешенная МРТ (стрелками указано место после манипуляции)

При контрольном обследовании через 1 месяц у пациента полностью регрессировал болевой синдром, симптомы натяжения отрицательные, двигательная активность восстановлена. На проведенной МРТ отмечается устранение компрессии невралжных структур (Рисунок 30).

Клинический пример 2. Пациент В., 36 лет, и/б № 26375 (2017г.), поступил в отделение нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы с диагнозом дегенеративно-дистрофическое заболевание позвоночника с преимущественным поражением пояснично-крестцового отдела, левосторонняя грыжа межпозвонкового диска на уровне L4-L5.

Жалобы при поступлении: Боль в пояснице с проекцией по заднебоковой поверхности левой ноги.

Из анамнеза заболевания известно, что боль в пояснице беспокоит в течение 2х лет, получал консервативную терапию с кратковременным положительным эффектом. В сентябре 2017 года ухудшение состояния в виде увеличения интенсивности боли, появление болевых ощущений в ноге. Консультирован нейрохирургом, рекомендовано выполнение МРТ пояснично-крестцового отдела,

по данным которой определяется парамедианная грыжа межпозвонкового диска на уровне L4-L5, размером 5 мм, распространяющаяся в левое межпозвонковое отверстие, компримируя левый спинномозговой корешок (Рисунок 31).

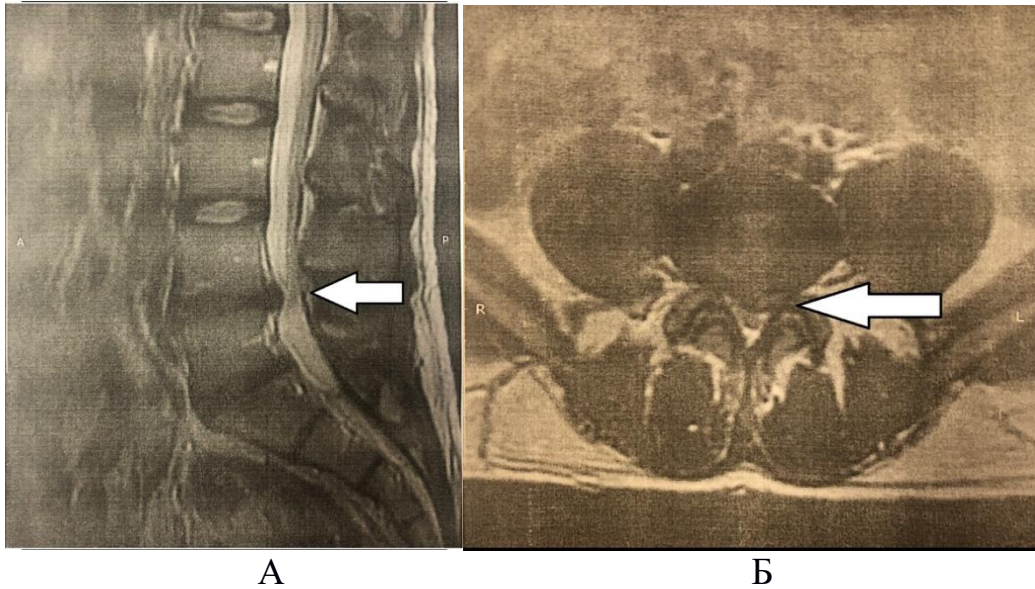


Рисунок 31 – Пациент В., 36 лет, и/б № 26494 МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника: А – сагиттальная проекция; Б – аксиальная проекция (стрелкой указана зона конфликта – грыжа и невральные структуры)

На момент поступления в отделение сохранялись вышеуказанные жалобы. В неврологическом статусе при поступлении: левосторонний L5 – радикулопатический болевой синдром до 8 баллов по ВАШ, положительные симптомы натяжения (Ласега слева – 50 градусов), ограничение подвижности в поясничном отделе позвоночника.

Выполнено оперативное вмешательство в объеме лазерной вапоризации грыжи межпозвонкового диска L4-L5, интраоперационно оценивалась мощность лазерного излучения на торце оптического волокна (отмечалось снижение до 2,5 Вт) с дальнейшей ее корректировкой до исходного уровня.

Послеоперационный период протекал гладко, пациент вертикализирован на первые сутки после операции, ходил без опоры. В неврологическом статусе – полный регресс болевого синдрома. Место пункции без воспалительных изменений. Выписан на третьи сутки после операции.

При контрольном осмотре пациента через 1 месяц полностью регрессировали радикулопатический синдром, симптомы натяжения отрицательные. На контрольной МРТ – дуральный мешок и корешок свободны, спинномозговой канал не деформирован.

Клинический пример 3. Пациентка Н., 44 лет, и/б № 29095 (2019г), поступила в отделение нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы с диагнозом дегенеративно-дистрофическое заболевание позвоночника с преимущественным поражением пояснично-крестцового отдела, левосторонняя парамедианная грыжа межпозвонкового диска L5-S1.

Жалобы при поступлении: Боль в поясничном отделе позвоночника с проекцией по задней поверхности левой ноги, онемение 5-го пальца левой стопы.

Из анамнеза заболевания известно, что считает себя больной в течение 12 месяцев, когда появились вышеуказанные жалобы на фоне физической нагрузки. Получала консервативную терапию без положительного эффекта. По данным МРТ пояснично-крестцового отдела определяется парамедианная левосторонняя грыжа межпозвонкового диска L5-S1, компримирующая левый спинномозговой корешок (рисунок 32). На момент поступления в отделение сохраняются вышеуказанные жалобы.

В неврологическом статусе при поступлении: левосторонний S1 –радикулопатический болевой синдром, положительные симптомы натяжения (Ласега слева – 50 градусов), гипестезия по S1 слева.

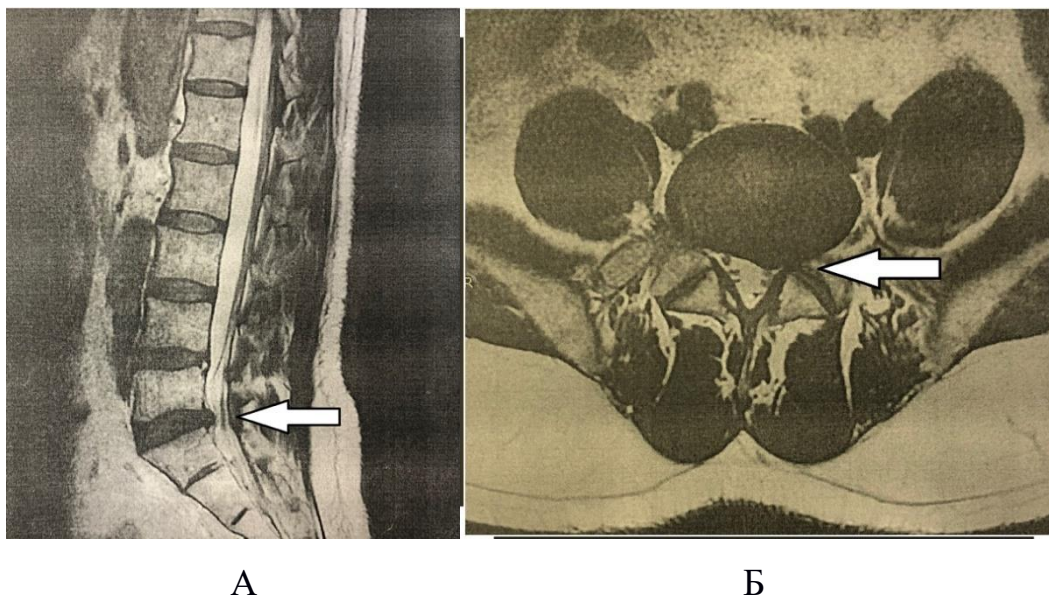


Рисунок 32 – Пациентка Н. 44 года, и/б № 29095, МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника: А – сагиттальная проекция; Б – аксиальная проекция (стрелкой указана зона конфликта – грыжа и невральные структуры)

Выполнено оперативное вмешательство в объеме лазерной вапоризации грыжи межпозвонкового диска L5-S1, интраоперационно проводился мониторинг мощностных показателей лазерного излучения (отмечалось снижение мощности до 2х Вт) с коррекцией мощности до исходных параметров (33,5 Вт).

Послеоперационный период протекал гладко, пациентка вертикализирован на первые сутки после операции, ходит без опоры. В неврологическом статусе положительная динамика в виде регресса радикулярного болевого синдрома, сохраняется умеренная болезненность в месте пункции. Место пункции без воспалительных изменений.

Выписана на третьи сутки после операции.

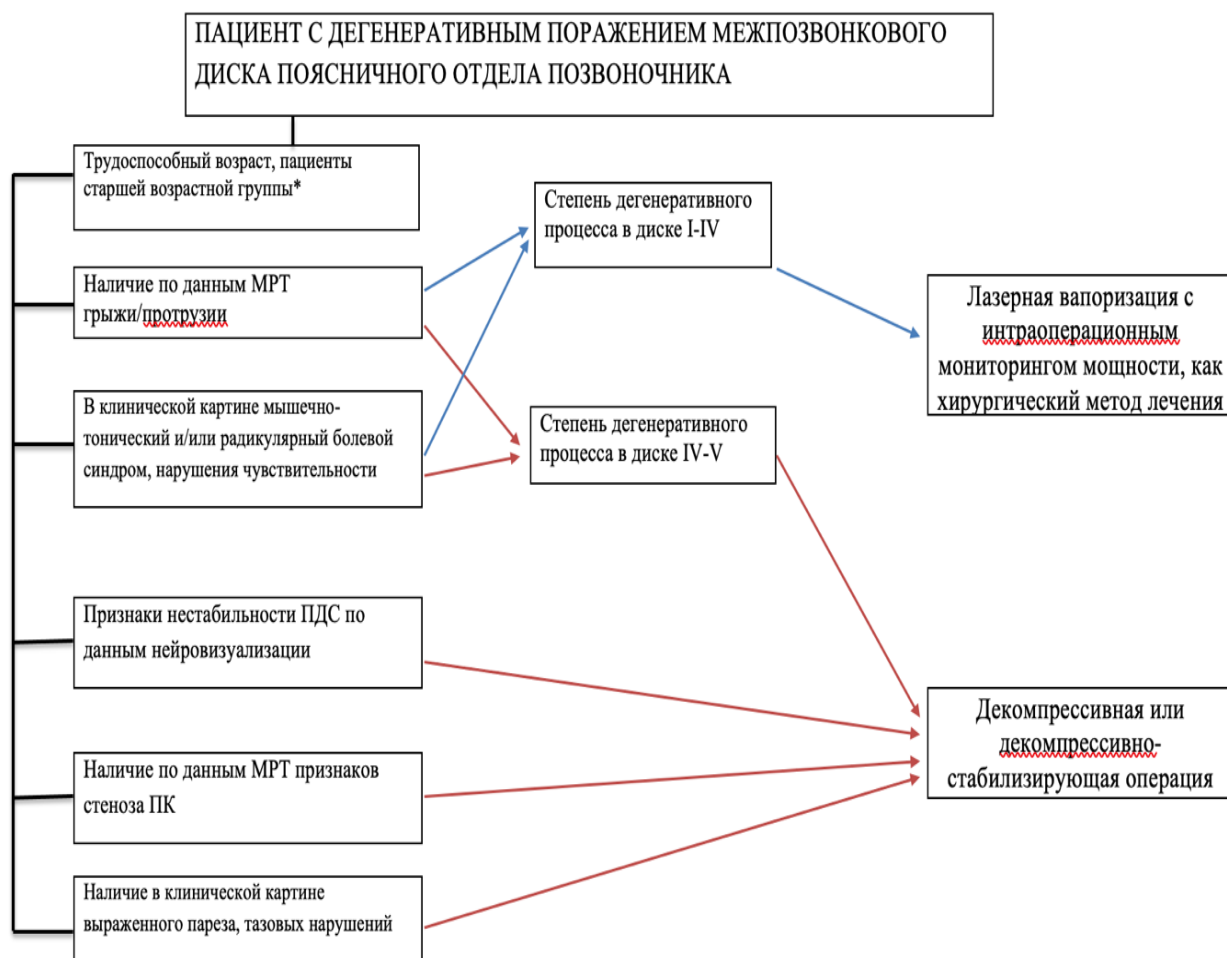
При контрольном осмотре пациента через 3 месяца после операции болевой синдром полностью регрессировал, симптомы Ласега отрицательный. На контрольной МРТ – незначительно выраженный рубцово-спаечный процесс в зоне оперативного вмешательства, признаков диско-радикулярного конфликта в зоне вмешательства нет.

Сравнительный анализ проведенного исследования собственного материала и данных современных источников литературы показывает, что отсутствие

количественного контроля интраоперационного применения мощностной характеристики лазера при начальных патологических изменениях в межпозвонковых дисках поясничного отдела не позволяет добиться ожидаемого положительного эффекта, приводит к неоправданному расширению показаний к использованию нейрохирургических способов коррекции этой патологии, то есть так называемой «хирургической агрессии», со всеми последующими социально-экономическими затратами.

На наш взгляд, в этой группе больных, именно на ранних стадиях заболевания, наиболее оптимальным методом оказания медицинской помощи пациентам с умеренно выраженной дегенерацией межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника является выполнение лазерной вапоризации с обязательным интраоперационным мониторингом мощности лазерного излучения. Данный подход позволит не только избежать преждевременных, зачастую необоснованных методов нейрохирургии и ортопедии на позвоночно-межпозвонковом сегменте, но и более подробно изучить патоморфологическую динамику процесса возрастной эволюции этой зоны, значительно снизить социально-экономическую нагрузку на государство.

На основании полученных результатов нами разработан и предложен алгоритм оказания помощи этой группе больных (Рисунок 33).



*пациенты старшей возрастной группы только с умеренно выраженной дегенерацией межпозвонкового диска по данным МРТ (до IV ст по Pfitzmann включительно)

Рисунок 33 – Алгоритм выбора лазерной вапоризации межпозвонкового диска как хирургического метода лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника

Таким образом, рассматривая научно-практические особенности клинических наблюдений и полученные результаты применяемого оптимизированного малоинвазивного метода лечения пациентов, становится очевидным, что предложенный и используемый нами мониторинг мощности лазерного излучения на торце оптического волокна при выполнении лазерной вапоризации грыжи межпозвонкового диска позволил на последних этапах работы добиться наиболее успешных клинических результатов в виде стойкого регресса болевого синдрома в послеопе-

рациональном периоде, ранней послеоперационной активизации пациентов и сокращения сроков госпитализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ современных литературных отечественных и зарубежных публикаций демонстрируют актуальность дифференцированного подхода к применению нейрохирургических и ортопедических методов лечения у пациентов с дегенеративным поражением межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, особенно на начальных этапах заболевания и наличием сопутствующей патологии (Климов В.С. с соавт., 2020, Son S., 2020, Carnevale J.A.,2022, Zeyan L. et al.,2022).

Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника, вызывающие целый ряд патологических процессов не только в пределах позвоночного сегмента, но и опорно-двигательного аппарата, связанные с ними клинические проявления в виде двигательных и чувствительных нарушений становятся на современном этапе одной из важнейших медико-социальных проблем. Именно хронический болевой синдром ограничивает социальную адаптацию наиболее работоспособного населения, снижает качество жизни, меняя психику и поведение людей (Иванов М.В. с соавт.,2021, Кочетова М.Ю. с соавт., 2018).

В ряде случаев действительно клинико-нейровизуализационная картина, связанная с дегенеративным поражением позвоночного столба в целом и поясничного отдела в частности, не поддается консервативному лечению. Однако на современном этапе всё чаще формируется тенденция применения малоинвазивных, так называемых «щадящих» методик, позволяющих не только минимизировать пребывание пациента в стационаре, но и его скорую социальную адаптацию (Кривошапкин А.Л.с соавт., 2023). Оправданность этих методов не подвергается сомнению, однако анализ малой результативности или неэффективности требует отдельного исследования, учитывающего особенности самого вида лечения у данного пациента (Rickers K.W., 2021).

В настоящее время в современной литературе имеется много сообщений, освещающих особенности применения лазерной вапоризации межпозвонкового диска, однако имеются лишь единичные работы, в которых рассматриваются

аспекты используемых параметров и особенности методики в зависимости от особенностей дискорадикулярного взаимоотношения. В опубликованных работах исход нейрохирургического лечения у авторов отличается, нет единой точки зрения на роль и место метода в системе оказания нейрохирургической помощи этой группе больных, неоднозначны показания к операции и описание параметров мощности лазерного воздействия.

Наше исследование было направлено на улучшение результатов лечения пациентов с дегенеративным поражением межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника на ранних стадиях, путем применения оптимизированного метода лазерной вапоризации данной когорты пациентов.

В наше исследование вошли 48 пациентов, обратившихся в нашу клинику в возрасте от 21 до 78 лет, из них было 26 пациентов женского пола. Исследование включало две группы пациентов, которым была выполнена лазерная вапоризация межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. Основная (первая) группа включала в себя 27 наблюдений, которым лазерная вапоризация выполнялась одновременно с оценкой мощностных показателей и последующей коррекцией мощности лазерного излучения, во вторую группу вошли - 21 пациент, которым выполнялась лазерная вапоризация грыжи межпозвонкового диска при выставленной мощности лазерного излучения без интраоперационного мониторинга её составляющей.

Собранные данные о пациентах включали возраст, пол, длительность госпитализации, предоперационный неврологический и соматический статус, данные рентгенологических, нейровизуализационных методов исследования и послеоперационный неврологический статус, анкетирование пациентов для оценки функционального статуса и качества жизни в ближайшем и отдалённом периодах.

Для выполнения лечения нами использовался сертифицированный лазерный аппарат «ЛАХТА-МИЛОН» – 0,97 (длина волны 0,97 мкм, максимальной мощностью 5 Вт). Для оптимизации воздействия лазерного излучения нами предложен и применялся селективный (на основе фотодиода) измеритель

оптической мощности «PDI-01» (аналог оптического тестера СМА-50), который предназначен для контроля выходной оптической мощности лазерного излучения.

При оптимизации метода в нашей работе измеритель впервые использовался при сборе аппарата и подсоединении оптоволокну, а после включения аппарата проводился первый контрольный замер мощности. После выполнения манипуляции на межпозвонковом диске на этапах выполнения вапоризации мы извлекали оптоволокно и повторно тестировали. При тестировании мы наблюдали изменения в виде потери мощности за счет сильного обугливания торца оптоволокну, что требовало выполнения скола его торца, восстановления необходимых параметров, после чего продолжали выполнение манипуляции.

По нашим данным в результате подобного тестирования практически во всех случаях (100% наблюдений в первой группе), мы наблюдали изменение первичных параметров на торце оптиковолокна, а именно – снижение мощности, которое требовало коррекции.

В контрольной же группе используемое условно бесконтрольное облучение вероятно проводилось при параметрах с нестабильной меньшей мощностью, что на наш взгляд не позволяло добиться положительного результата.

В нашем исследовании выявлено, что достоверно часто манифестация заболевания была отмечена в возрастных категориях от 30 до 49 лет – 87,5% во второй группе, а в первой группе преобладание возрастной категории от 40 до 59 лет – 57,2% ($p < 0,05$). То есть наиболее часто первые признаки заболевания отмечены у мужчин в наиболее трудоспособном возрасте (30-49 лет) во второй группе, в то время, а в первой группе наиболее часто возраст манифестации с 40 до 59 лет наблюдался у лиц женского пола ($p < 0,05$).

Оценка динамики неврологического статуса проводилась всем пациентам при поступлении, после операции при выписке из стационара, а также на контрольном обследовании через 3 и 12 месяцев после выполнения операции. У пациентов в основном преобладали такие признаки как болевой синдром в спине и ноге - 59,3% наблюдений в первой группе и в 52,4% наблюдений во второй, нарушения чувствительности той или иной степени выраженности в ноге было

также отмечено у 40 % пациентов в первой группе и у 71,4% во второй. Положительные симптомы натяжения отмечены у пациентов в первой группе в 48 %, во второй – 66,7 % наблюдений. При этом достоверно чаще выраженность болевого синдрома (в 100%) и чувствительные расстройства (86%) среди всех обследуемых пациентов были верифицированы у пациентов женского пола ($p < 0,05$).

Анализ распределения пациентов по возрасту и уровню поражения межпозвонковых дисков поясничного отдела - не выявил достоверной разницы в обеих группах, однако среди всех пациентов всё же отмечено преимущественно поражение нижне-поясничных межпозвонковых дисков уровня L4-L5-S1 - выявлено в 81,4 % наблюдений первой группы и 57,1 % во второй. При этом двухуровневое поражение указанных сегментов отмечено в 7,4 % и 28,5 % наблюдениях в первой и второй группах соответственно ($p < 0,05$).

При анализе распределения пациентов по выраженности дегенеративного процесса в зависимости от возраста также отмечено, что в обеих группах наибольшее количество обращений было в возрастные периоды от 30 до 49 лет, то есть наиболее трудоспособный возраст, что вероятно и обуславливало решение пациентов не соглашаться на применение микрохирургического вмешательства, а использовать малоинвазивные методы для скорейшего возвращения в социальную среду.

При оценке степени дегенеративного процесса в межпозвонковом диске отмечено, что основное количество наблюдений было со стадией дегенерации диска от II до IV в обеих группах. В первой группе было 48 % наблюдений со II стадией дегенеративного процесса в диске, 33 % наблюдений - с III стадия и в 14,8 % наблюдений – верифицирована IV стадия по классификации C.W. Pfirrmann. Во второй группе в основном преобладали пациенты с III стадией дегенеративного процесса (38% наблюдений) и IV (33,3 % наблюдений). Пациенты с V стадией дегенеративного процесса в межпозвонковом диске в нашем исследовании не были включены.

Результаты хирургического лечения оценивались на основании субъективного состояния пациента, оценки неврологического статуса, оценки рентгенологических показателей, а также оценки по соответствующим шкалам. Следует прежде всего отметить, что основные результаты, детализируемые как предикторы исхода нейрохирургического лечения и формировались исходя из анализа применяемых мощностных показателей при проведении операций.

Из анализа рассматриваемого материала отмечено, что достоверно чаще для достижения результата лечения применялись мощностные характеристики 3,0-3,5 Вт как в первой, так и во второй группах обследуемых ($p < 0,05$). В 11,1% первой группы были использованы параметры менее 2,5 Вт для реализации поставленной цели.

Оценка интенсивности болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) осуществлялась у всех пациентов на дооперационном этапе, а также через 6 и 12 месяцев после хирургического лечения.

В предоперационном периоде уровень болевого синдрома в поясничной области в исследуемых группах не имел существенных достоверных различий: 5,4 баллов в первой группе и 5,35 баллов во второй. Через 3 месяца после оперативного вмешательства болевой синдром по ВАШ в первой группе был в 2 раза меньше, чем во второй: 0,7 и 1,65 балла соответственно. При оценке болевого синдрома в поясничной области через 12 месяцев уровень болевого синдрома в первой группе - 0,56 баллов, был достоверно ниже, чем во второй - 1,65 балла ($p < 0,05$).

При оценке болевого синдрома в нижних конечностях по ВАШ в дооперационном периоде было отмечено, что средний показатель был более выражен у пациентов первой группы: 4,63 балла, относительно 3,7 балла во второй. Исследуя динамику выраженности болевого синдрома в нижних конечностях через 3 месяца после выполненной операции нами достоверных различий выявлено не было: во второй группе через 3 месяца после операции болевой синдром в ноге по ВАШ составлял 0,5 балла, в первой – 0,55 баллов. Анализ динамики болевого синдрома в нижних конечностях через 12 месяцев после оперативного вмешательства показал, что уровень болевого синдрома во второй группе остался

прежним – 1,15 балла, в то время как в первой группе уровень болевого синдрома в ноге снизился до 0,48 баллов ($p < 0,05$).

При исследовании выраженности болевого синдрома в до- послеоперационном периоде в зависимости от возраста пациента, нами было выявлено, что в дооперационном периоде уровень болевого синдрома по ВАШ во второй группе был более выражен у пациентов в возрасте 70-79 лет – до 7 баллов, что вероятнее всего связано с развитием многоуровневого дегенеративного поражения как межпозвонковых дисков, так и дугоотростчатых суставов. В то время, как в первой группе болевой синдром до операции был сильнее выражен наиболее часто у пациентов трудоспособного возраста (40-49 лет) - 6,14 балла ($p < 0,05$).

Оценивая выраженность болевого синдрома через 3 месяца после операции, обращает на себя внимание полный регресс болевого синдрома у пациентов в возрастном диапазоне от 20-29 лет в обеих исследуемых группах, что, по нашему мнению, связано с отсутствием ещё в этом возрасте выраженных дегенеративных изменений позвоночника, многоуровневого поражения межпозвонковых дисков и спондилоартроза, а также большим реабилитационным потенциалом у пациентов данной возрастной группы.

При исследовании восстановления чувствительности в послеоперационном периоде отмечена линейная зависимость восстановления функции в зависимости от времени послеоперационного периода, однако между обеими группами существенных достоверных различий нами не выявлено.

Важным критерием исхода применения оптимизированного метода была оценка динамики выраженности болевого синдрома по ВАШ при поступлении, выписке, через 3 и 12 месяцев после операции (в баллах) в зависимости от степени дегенеративного процесса в диске по C.W. Pfirrmann по данным МРТ.

При оценке динамики болевого синдрома в зависимости от степени дегенеративного процесса в межпозвонковом диске, нами было выявлено, что уровень болевого синдрома при выписке, а также через 3 и 12 месяцев после операции, достоверно ниже у пациентов первой группы, независимо от степени дегенерации диска, что, по нашему мнению, связано с адекватным интраоперационным

измерением и корректировкой мощности лазерного излучения для получения результата лечения.

При исследовании динамики восстановления двигательных нарушений существенных достоверных различий в обеих группах не отмечено и данный показатель действительно имел лишь небольшое превалирование в первой группе (5 баллов относительно 4,5 через 12 месяцев). По нашему мнению, это обусловлено тем, что пациенты с грубым нарушением мышечной силы в исследование не включались.

При исследовании длительности госпитализации достоверно чаще медиана значений среди пациентов первой группы составила 4 суток (Q_1 - Q_3 : 3-7), в сравнении со второй группой – 8 суток (Q_1 - Q_3 : 2,5-11,5) ($p < 0,05$). Проведя анализ полученных данных, можно говорить о достоверно меньших сроках госпитализации у пациентов первой группы.

В нашем исследовании для оценки исходов хирургического лечения проводилось анкетирование пациентов обеих групп, в ходе которого они оценивали свое состояние через 3 и 12 месяцев после операции. Выявлено, что через 3 месяца после операции среди пациентов первой группы отмечено 18 отличных, 8 хороших и 1 неудовлетворительный результат. У пациентки, расценившей свое состояние как неудовлетворительное спустя 3 месяца после оперативного вмешательства был выявлен рецидив грыжи межпозвонкового диска, что потребовало выполнение более инвазивной операции в объеме микродискэктомии, после чего болевой синдром полностью регрессировал. При контрольном обследовании пациентов этой группы через 12 месяцев после операции ее данные в исследование не включались, таким образом через 12 месяцев у пациентов первой группы отмечено по-прежнему 18 отличных и 8 хороших результатов.

Среди пациентов второй группы через 3 месяца после операции достоверно отмечено всего 8 отличных, 12 хороших и 1 удовлетворительный результат. Неудовлетворительных результатов среди пациентов второй группы согласно критериям Маспав не было ($p < 0,05$). Через 12 месяцев у пациентов второй группы констатировано превалирование хороших результатов – 16 и уменьшение

пациентов с отличными результатами до 4 ($p < 0,05$). Удовлетворительный результат через 12 месяцев после операции по-прежнему отмечал один пациент этой группы.

Оценивая результаты распределения пациентов по исходам лечения, выявлено, что среди пациентов первой группы, которым выполнялся интраоперационный мониторинг мощности лазерного излучения с коррекцией параметров при необходимости, отмечалось стойкое преобладание отличных результатов как через 3, так и через 12 месяцев после операции. У пациентов второй группы преобладали хорошие результаты: у 12 пациентов через 3 месяца после операции и у 16 пациентов через 12 месяцев ($p < 0,05$).

Не менее важным было оценить корреляцию между мощностными показателями и возрастом пациентов в момент проведения нейрохирургического вмешательства. При оценке взаимосвязи мощности лазерного излучения и возраста пациента в момент операции, нами было отмечено, что независимо от возраста пациентов в обеих группах наиболее часто применяемая мощность – 3-3,5 Вт. Отмечено, что во второй группе мощность лазерного воздействия в 3 Вт использовалась преимущественно у пациентов в возрастной группе 40-49 лет (6 наблюдений из 13). В то время, как мощность воздействия 3Вт применялась с почти одинаковой частотой у пациентов первой группы – в возрасте от 30 до 69 лет.

И наоборот, мощность лазерного излучения в 3,5 Вт у пациентов первой группы чаще применялась в возрасте от 40 до 59 лет (7 наблюдений из 16). В то время как во второй группе данные мощностные параметры для достижения желаемого результата использовались среди пациентов практически равномерно.

Мощность лазерного воздействия в 2,0 и 2,5 Вт применялись крайне редко в обеих группах, в основном в возрасте 50-59 лет и в 30-49 лет в первой группе.

Наиболее часто наблюдалась прямая корреляция мощностных характеристик и зоны применения лазера в наиболее пораженных участках позвоночного сегмента в обеих группах. Достоверно чаще мощностные характеристики в 3,0 и 3,5 Вт применялись при поражении уровня L4-5 во второй группе (33,3%) и при поражении уровней L4-S1 в первой группе (74%) ($p < 0,05$). При этом контроль

показателя мощности на выходе лазерного диода позволил в трёх наблюдениях первой группы применить мощностные характеристики в 2,0 и 2,5 Вт для достижения результата.

При оценке динамики выраженности болевого синдрома в зависимости от применяемой мощности лазерного излучения в обеих группах отмечены положительные результаты. Однако, несколько чаще регресс болевого синдрома или минимальные его проявления были отмечены у пациентов, которым операция выполнялась с использованием контроля мощности излучения. Так, в первой группе у пациентов с применяемой мощностью в 3 Вт через 3 месяца болевой синдром в среднем составил 0,86 балла, в отличие от пациентов во второй группе, где со схожими данными средний болевой синдром в среднем составлял 1,3, а через 12 месяцев снова составил 1,5 балла ($p < 0,05$).

Более выраженный в послеоперационном периоде болевой синдром у пациентов, которым вапоризация выполнялась при наименьшей мощности лазерного излучения или без его контроля, может свидетельствовать о потере мощности в момент выполнения вапоризации и недостаточном для достижения положительного эффекта воздействии на ткань межпозвонкового диска, что говорит о важности и необходимости интраоперационного контроля мощностных показателей для достижения наилучшего результата.

Исследование состояния пациентов в ближайшем и отдалённом периоде, возможность возвращения на работу также показало наиболее хорошие результаты в группе пациентов с интраоперационным контролем мощности применения лазера.

При оценке качества жизни по индексу Освестри через 3 и 12 месяцев после операции в зависимости от применяемой мощности лазерного излучения, нами было выявлено, что удовлетворительные результаты отмечены у также пациентов, которым операция выполнялась с мощностью воздействия лазерного излучения в 2 Вт, в том числе в группе без интраоперационного контроля мощностных характеристик. При этом более лучшие результаты были достигнуты в обеих группах у пациентов, которым операция выполнялась с мощностью лазерного

излучения - 3 и 3,5 Вт. При этом достоверно чаще лучшая адаптация и восстановление трудоспособности были достигнуты через 12 месяцев в первой группе, чем во второй – 1,14 и 0,9 против 3,38 и 1,38 соответственно ($p < 0,05$).

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что оптимальной мощностью воздействия на межпозвонковые диски поясничного отдела является мощность лазерного излучения не меньше 3Вт.

Анализ взаимосвязи применяемой мощности лазерного излучения и клинических проявлений патологического процесса показал, что независимо от основных симптомов заболевания наиболее часто использовалась мощность лазерного излучения в 3 и 3,5 Вт. При анализе результатов лечения по шкале Маснаб в зависимости от применяемой мощности, нами было отмечено, что у пациентов первой группы убедительно преобладали отличные и хорошие результаты, как через 3, так и через 12 месяцев. О правильности выбора показателей мощности лазера и его интраоперационном контроле косвенно указывает тот факт, что количество отличных и хороших результатов через 12 месяцев в первой группе практически сохраняется на том же уровне, на каком было через 3 месяца после операции. В одном случае, при использовании мощности в 3,5 Вт результат удалось оценить только через 3 месяца, поскольку у пациентки развился рецидив болевого синдрома, а данные нейровизуализации указывали на прогрессирование патологии и в последующем пациенту выполнялось открытое оперативное вмешательство в объеме микродискэктомии со стойким положительным исходом.

У пациентов второй группы при использовании мощности лазерного излучения в 3 Вт через 3 месяца после операции отмечено 4 отличных (20 %) и 9 хороших (43 %) результата. Однако, через 12 месяцев отмечается уменьшение отличных – 2 (9,5%) случая за счет превалирования хороших результатов - отмечен в 11 (52%) случаях.

При использовании мощности излучения в 3,5 Вт - через 3 месяца после операции отмечено 4 отличных (20%), 2 хороших (9,5%) и 1 удовлетворительный (4,75%) результат. Через 12 месяцев в этой группе больных так же отмечается

превалирование хороших результатов – 20% наблюдений, в 9,5% случаях отмечены отличные результаты.

На наш взгляд преобладание хороших результатов над отличными в отдаленном послеоперационном периоде второй группы пациентов связано как с многоуровневым поражением у пациентов межпозвонковых дисков и суставов, так и с отсутствием интраоперационного мониторинга мощности лазерного излучения, так как при выполнении операции мощность излучения снижается, дальнейшей корректировки ее не происходит, в результате чего не оказывается необходимого/достаточного для достижения положительного результата воздействия на ткань межпозвонкового диска.

Таким образом, рассматривая особенности клинических наблюдений и полученные результаты применяемого оптимизированного малоинвазивного метода лечения пациентов, становится очевидным, что предложенный и используемый нами мониторинг мощности лазерного излучения на торце оптического волокна при выполнении лазерной вапоризации грыжи межпозвонкового диска позволил добиться наиболее успешных клинических результатов в виде стойкого регресса болевого синдрома в послеоперационном периоде, ранней послеоперационной активизации пациентов и сокращения сроков госпитализации.

Оценка эффективности применяемого оптимизированного метода показала его значительное преимущество, в виде снижения выраженности болевого синдрома в послеоперационном периоде, сокращения времени госпитализации и ранней послеоперационной активизации пациентов.

ВЫВОДЫ

1. Анализ результатов применяемого оптимизированного метода у пациентов первой группы показал его значительное преимущество в виде стойкого регресса болевого синдрома в послеоперационном периоде (через 3 месяца после оперативного вмешательства болевой синдром по ВАШ в первой группе был в 2 раза меньше, чем во второй: 0,7 и 1,65 балла соответственно; через 12 месяцев уровень болевого синдрома в первой группе - 0,56 балла, был достоверно ниже, чем во второй - 1,5 балла), ранней послеоперационной активизации пациентов и сокращения сроков госпитализации (достоверно чаще медиана значений среди пациентов первой группы составила 4 суток (Q_1 - Q_3 : 3-7), в сравнении со второй группой – 8 суток (Q_1 - Q_3 : 2,5-11,5) 7 ($p < 0,05$)).

2. К факторам, определяющим эффективность применения полупроводникового лазера в лечении пациентов с дегенеративно-дистрофическими поражениями межпозвонковых дисков поясничного отдела относятся: необходимость выполнения интраоперационного мониторинга мощности лазерного излучения, возраст пациентов (полный регресс болевого синдрома у пациентов в возрастном диапазоне от 20-29 лет в обеих исследуемых группах), степень дегенеративного процесса в межпозвонковом диске, выраженность клинических проявлений ($p < 0,05$).

3. Оптимальным параметром воздействия на межпозвонковые диски поясничного отдела является мощность лазерного излучения $3 \pm 0,5$ Вт ($p < 0,05$).

4. Применение разработанного алгоритма для определения показаний к использованию оптимизированного пункционного метода позволяет улучшить результаты лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника (отличные результаты лечения у пациентов первой группы получены в 66,7% случаев как через 3, так и через 12 месяцев после операции в сравнении с 19 % через 12 месяцев во второй группе) ($p < 0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При лечении дегенеративных поражений межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника методом лазерной вапоризации, целесообразно выполнять интраоперационный мониторинг мощности лазерного излучения с целью поддержания оптимальных параметров, необходимых для достижения положительного результата.

При выборе лазерной вапоризации как метода лечения дегенеративных заболеваний межпозвонковых дисков для достижения положительного результата необходим адекватный отбор пациентов, при определении показаний к применению оптимизированного пункционного метода необходимо учитывать возраст пациента, характер и выраженность клинических проявлений, данные нейровизуализации, в особенности – степень дегенеративного процесса в межпозвонковом диске по классификации Pfirrmann.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгоритм диагностики и хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника / З.В. Кошкарёва, В.А. Сороковиков, В.А. Бывальцев [и др.] // *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. – 2017. – №5-2 (117). – С. 78- 86.
2. Алейникова, И.Б. Результаты хирургического лечения больных дегенеративно-дистрофическими заболеваниями шейного и поясничного отделов позвоночника с применением динамических имплантатов / И.Б. Алейникова, А.А. Гринь, А.К. Кайков // *Нейрохирургия*. – 2015. – № 4. – С. 24-30.
3. Алексеев, В.В. Диагностика и лечение болей в пояснице / В.В. Алексеев // *Consilium medicum*. – 2002. – Т. 2, № 2. – С. 96–102.
4. Белобородов, В.А. Факторы риска неудовлетворительных результатов после чрескожной лазерной декомпрессии поясничных межпозвонковых дисков / В.А. Белобородов, И.А. Степанов // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. – 2022. - №1. - С. 15-22.
5. Белоусова, И.М. Из истории создания лазеров / И.М. Белоусова // *Научно-техн. Вестник информационных технологий, механики и оптики*. – 2014. – 2 (90). –С.1–16.
6. Борзунов, А.Н. Клиника, диагностика и особенности хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков с тазовыми и двигательными нарушениями / А.Н. Борзунов // *Заседание Московского общества нейрохирургов*. – 1998. – № 35. – С. 26-28.
7. Буйлин, В.А. Низкоинтенсивное лазерное излучение в хирургии: успехи и перспективы / В.А. Буйлин, Е.И. Брехов, В.И. Брыков // *Здравоохранение*. – 2002. – №5. – С. 57- 60.
8. Буйлин, В.А. Низкоинтенсивные лазеры в хирургии: реальность и перспективы / В.А. Буйлин, Е.И. Брехов, В.И. Брыков // *Анналы хирургии*. – 2003. – № 2. – С. 8-10.

9. Бывальцев, В.А. Дегенерация межпозвонкового диска и возможности тканевой инженерии: обзор литературы / В.А. Бывальцев, И.А. Степанов, Л.А. Бардонова, Е.Г. Белых // Хирургия позвоночника. – 2017. – Т. 14, № 1. – С. 60-67.
10. Васильев, А.Ю. Пункционная лазерная вапоризация дегенерированных межпозвонковых дисков / А.Ю. Васильев, В.М. Казначеев. - М., 2005. - 158 с.
11. Гайдар, Б.В. Практическая нейрохирургия / Б.В. Гайдар. – Санкт-Петербург: Гиппократ, 2002. – С. 533–539.
12. Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника / А.А. Луцик, М.А. Садовой, А.В. Крутько [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2012. – 264 с.
13. Дзяк, Л. А. Показания к перкутанной лазерной дискэктомии и ближайшие послеоперационные результаты / Л.А. Дзяк, Н.А. Зорин, Т.В. Зорина // Бюллетень Украинской ассоциации нейрохирургов. – 1998. – №6. – С. 191.
14. Животенко, А.П. Хирургическое лечение фасет-синдрома при сегментарной нестабильности поясничного отдела позвоночника / А.П. Животенко, З.В. Кошкарева, А.В. Горбунов, В.А. Сороковиков // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2021. - № 3. - С. 95-102.
15. Забродский, А.Н. Использование лазерного излучения в комплексном лечении дегенеративных заболеваний позвоночника / А.Н. Забродский, В.Н. Карп, С.В. Вовненко, В.П. Минаев // Лазерная медицина. – 2017. - №2. - С. 8-11.
16. Иванченко, В.Н. Малоинвазивная хирургия в лечении дискогенных болевых синдромов у пациентов с поясничным остеохондрозом / В.Н. Иванченко, Н.С. Громов, В.Г. Нинель, И.А. Норкин // Хирургия позвоночника. — 2010. – 3. – Р. 48-51.
17. История и перспективы применения психохирургических вмешательств при терапии психических расстройств. Аргументы «Pro et contra» / М.В. Иванов, В.В. Становая, Т.А. Скоромец [и др.] // Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева. – 2021. – Т. 55, № 2. – С. 8-20.
18. История хирургического лечения корешковой боли при патологии межпозвонкового диска / В.А. Бывальцев, Е.Г. Белых, А.А. Калинин [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2016. – Т. 13, № 2. – С. 78–89.

19. Казначеев, В.М. Пункционная лазерная вапоризация в комплексном лечении больных с грыжами межпозвонковых дисков: дис. ... канд. мед. наук / Казначеев В.М. – М., 2002. – 160 с.
20. Козель, А.И. Перкутанная деструкция межпозвоночных дисков лазерным излучением высокой мощности при неврологических проявлениях остеохондроза позвоночника / А.И. Козель, А.М. Иванченков // Бюллетень Украинской ассоциации нейрохирургов. – 1998. – №6. – С. 317-320.
21. Кочетова, М.Ю. Нейропсихологический статус и качество жизни пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника (ДДЗП) с болевым синдромом / М.Ю. Кочетова, К.Ю. Кочетова, В.С. Богданов, А.Ю. Рябченко // Научные исследования. – 2018. – № 7 (26). – С. 63-64.
22. Кривошапкин, А.Л. Анализ результатов минимально-инвазивной хирургии грыж поясничных дисков / А.Л. Кривошапкин, В.В. Фонин, А.Д. Некрасов, А.Т. Марданов // Материалы 6-го Международного симпозиума «Современные минимально-инвазивные технологии». – СПб., 2001. – С. 317-320.
23. Кривошапкин, А.Л. Грыжа поясничного межпозвонкового диска: минимально инвазивная хирургия и альтернативная локомоция / А.Л. Кривошапкин, А.Д. Некрасов, П.А. Семин. – Новосибирск: Гео, 2014.
24. Куренков, Е.Л. Анализ возрастных морфологических изменений межпозвонкового диска у человека / Е.Л. Куренков, В.В. Макарова, М.В. Волчихин // Медицинская наука и образование Урала. – 2019. – Т. 20, № 4, (100). – С. 59-63.
25. Куренков, Е.Л. Нормальная анатомия межпозвонкового диска у человека / Е.Л. Куренков, В.В. Макарова // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2017. - 6(3). – С. 117-128.
26. Лазарева, А.С. Лазерные аппараты в хирургии / А.С. Лазарева. – Материалы Международной научно-практической конференции. Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). – 2015. – С. 90-92.
27. Малоинвазивные методики хирургического лечения больных остеохондрозом поясничного отдела позвоночника / А.В. Войтович, Б.М. Рачков,

А.В. Верещаков [и др.] // Материалы 3-го съезда нейрохирургов Российской Федерации. – М., 2003. – С. 238-239.

28. Малоинвазивные методы оперативного лечения грыжи поясничного отдела позвоночника / М.Т. Сампиев, Б.А. Сычеников, Н.В. Скабцовс [и др.] // РМЖ. Медицинское обозрени. – 2019. - №7. – С. 21-27.

29. Могучая, О.В. Качество медицинской помощи пациентам, оперированным по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника / О.В. Могучая, В.В. Щедренок // Академический журнал Западной Сибири. – 2013. - Т. 9, № 5 (48). – С. 33-34.

30. Назиров, П.Х. Неспецифический спондилит как осложнение после лазерной вапоризации межпозвонкового диска / П.Х. Назиров, А.С. Бабоев, Ф.Х. Рустамов // Молодой ученый. – 2017. – № 5. – С. 34-39.

31. Николаев, А.П. Метод лазерной декомпрессии в лечении дискогенных поражений позвоночника / А.П. Николаев, А.Ф. Лазарев, И.Н. Смирнов // Кремлевская медицина: Клинич. вести (доп. номер). – 1998. – С. 26-28.

32. Олизарович, М.В. Эпидемиологическая и клиническая характеристика одноуровневых грыж поясничных межпозвонковых дисков / М.В. Олизарович, В.Я. Латышева // Проблемы здоровья и экологии. – 2015. – № 3 (45). – С. 20-24.

33. Опыт применения лазерной вапоризации в лечении грыж межпозвонковых дисков в поясничном отделе позвоночника / А.В. Горбунов, В.Э. Потапов, В.А. Сороковиков [и др.] // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2016. - 1(4). – С. 19-23.

34. Перкутанная эндоскопическая поясничная дискэктомия - интерламинарный доступ / А.М. Мержоев, Д.А. Гуляев, Е.А. Давыдов [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. Проф.А.Л. Поленова. – 2017. – 9(1). – С. 49-56.

35. Предикторы развития неблагоприятных исходов хирургического лечения дегенеративно-дистрофического заболевания поясничного отдела позвоночника / В.В. Хлебов, И.Ш. Карабаев, И.В. Волков [и др.] // Неотложная хирургия имени И.И. Джанелидзе. – 2022. – Т. 6, №1. – С. 22-29.

36. Применение трансфораминальных эпидуральных блокад у пациентов с грыжами межпозвонковых дисков и корешковой болью / А.Л. Кривошапкин, И.Д. Савицкий, А.О. Гуца [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2023. – Т. 20, № 1. – С. 54-56.
37. Роль малоинвазивных хирургических технологий в лечении дегенеративных заболеваний поясничного отдела / П.А. Сусленков, Р.Р. Сидорович, А.В. Щемелев [и др.] // Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа. – 2021. - №1. - С. 82-94.
38. Сак, Л.Д. Новые лазерные технологии в хирургии дорсопатий / Л.Д. Сак, Е.Х. Зубаиров // Материалы 6-го Международного симпозиума «Современные минимально-инвазивные технологии». – СПб., 2001. – С. 97-98.
39. Сандлер, Б.И. Лечение больных с рефлекторно-болевыми проявлениями поясничного остеохондроза методом пункционной лазерной поликанальной декомпрессии межпозвонковых дисков / Б.И. Сандлер, В.М. Чудновский, В.И. Юсупов // Материалы 6-го Международного симпозиума «Современные минимально-инвазивные технологии». – СПб., 2001. – С. 342-343.
40. Синдром смежного уровня в хирургии поясничного отдела позвоночника / А.В. Горбунов, В.Э. Потапов, З.В. Кошкарёва [и др.] // Лазерная медицина. – 2021. - №4. - С. 29-34.
41. Современный взгляд на этиопатогенез, диагностику и лечение грыжи межпозвонкового диска у детей / Л.С. Горнаева, Г.Н. Румянцева, Л.В. Чичановская [и др.] // Верхневолжский медицинский журнал. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 30-37.
42. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов различных возрастных групп с грыжами межпозвонковых дисков / В.С. Климов, Е.А. Лопарев, А.В. Евсюков [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2020. - Т. 17, № 3. - С. 66-80.
43. Трансфораминальное эндоскопическое удаление грыжи межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника с пункционной нуклеопластикой / М.Д. Абакиров, О.А. Аль Баварид, С.Т. Мамырбаев [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2020. – Т. 24, № 3. – С. 227-236.

44. Чертков, А.К. Радиочастотная и лазерная хирургия грыж поясничных дисков / А.К. Чертков, А.О. Дубских // Хирургия позвоночника. – 2006. - №3. - С. 59-63.
45. Штадлер, В.Д. Лазерная вапоризация межпозвонковых дисков у пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника / В.Д. Штадлер, А.В. Мотылева, А.Е. Сурнина, М.Н. Орлов // Врач-аспирант. – 2017. - № 6.4. - С. 420-427.
46. Шутов, М.В. Морфологические изменения в межпозвонковом диске при проведении лазерной вапоризации в эксперименте / М.В. Шутов, А.В. Ховряков, А.Н. Беляев // Современные проблемы науки и образования. – 2011. - № 5. – С. 39-44.
47. Щедренок, В.В. Малоинвазивная хирургия дегенеративных заболеваний позвоночника / В.В. Щедренок, А.В. Иваненко, К.И. Себелев, О.В. Могучая // Вестник хирургии им И.И. Грекова. – 2010. - 169(2). – С. 102-104.
48. Эффективность лазерной вапоризации при лечении межпозвонковых грыж поясничного отдела позвоночника / А.В. Горбунов, З.В. Кошкарева, А.П. Животенко [и др.] // Acta Biomedica Scientifica. – 2020. – 5(2). – С. 43-48.
49. A Novel Combination Technique: Three Points of Epiduroscopic Laser Neural Decompression and Percutaneous Laser Disc Decompression With the Ho:YAG Laser in an MSU Classification 3AB Herniated Disc / B.S. Gökhan, A.M. Ülgen, B. Kaya [et al.] // Pain Practice. – 2020. – 20(5). – P. 501-509.
50. A systematic review of the global prevalence of low back pain / D. Hoy, C. Bain, G. Williams [et al.] // Arthritis Rheum. – 2012. - 64(6). – P. 2028-37.
51. Adams, M.A. What is intervertebral Disc Degeneration, and what causes it? / M.A. Adams, P.J. Roughley // Spine. – 2006. - Vol.31. - №18. – P. 2151-2216.
52. Ahn, Y. A Historical Review of Endoscopic Spinal Discectomy / Y. Ahn // World Neurosurg. – 2021. – 145. – P. 591-596.
53. Ahn, Y. Laser-Assisted Microdiscectomy for Far Lateral Lumbar Disc Herniation at the L5-S1 Level / Y. Ahn, U. Lee, YJ. Lee, HJ. Keum // Photomed Laser Surg. – 2018. – 36(10). – P. 555-561.

54. Amin, RM. Lumbar disc herniation / RM. Amin, NS. Andrade, BJ. Neuman // *Curr Rev Musculoskelet Med.* – 2017. – 10(4). – P. 507–16.
55. Analysis of the relationship between ligamentum flavum thickening and lumbar segmental instability, disc degeneration, and facet joint osteoarthritis in lumbar spinal stenosis / T. Yoshiiwa, M. Miyazaki, N. Notani [et al.] // *Asian Spine J.* –2016. - № 10. – P. 1132.
56. Anatomical analysis of the relation between human ligamentum flavum and posterior spinal bony prominence / J. Akhgar, H. Terai, M.S. Rahmani [et al.] // *J. Orthop. Sci.* – 2017. – 22. – P. 260–265.
57. Andrews, DW. Retrospective analysis of microsurgical and standard lumbar discectomy / DW. Andrews, MH. Lavyne // *Spine.* – 1990. – 15. – P. 329-335.
58. Annertz, M. No relationship between epidural fibrosis and sciatica in the lumbar postdiscectomy syndrome. A study with contrast-enhanced magnetic resonance imaging in symptomatic patients / M. Annertz, B. Jönsson, B. Strömquist, S. Holtås // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1995. – 20. – P. 449–53.
59. Asch, H.L. Prospective multiple outcomes of outpatients lumbar microdiscectomy: should 75 to 80 % success rates be the norm? / H.L. Asch, H.J. Lewis, D.B. Moreland // *Spine.* – 2002. – Vol.96, №1. – P.34-44.
60. Association between lumbar disc herniation and facet joint osteoarthritis / K. Zhu, Q. Su, T. Chen [et al.] // *BMC Musculoskeleton Disorders.* – 2020. - 21(1). – P. 56.
61. Benzakour, T. Current concepts for lumbar disc herniation / T. Benzakour, V. Igoumenou, A.F. Mavrogenis, A. Benzakour // *Int. Orthop.* – 2019. – 43. – P. 841–851.
62. Biomechanics of the human intervertebral disc: A review of testing techniques and results / N. Newell, J.P. Little, A. Christou [et al.] // *Behav. Biomed. Mater.* – 2017. – 69. – P. 420-434.
63. Boos, N. Classification of age-related changes in lumbar intervertebral discs / N. Boos // *Spine.* — 2002. — № 27. — P 631–2644.
64. Caspar, W. A New Surgical Procedure for Lumbar Disc Herniation Causing Less Tissue Damage Through a Microsurgical Approach / W. Caspar // *Lumbar Disc*

Adult Hydrocephalus /Ed. by R. Wüllenweber. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1977. – Vol. 4. – P. 74-80.

65. Characteristics and Short-Term Surgical Outcomes of Patients with Recurrent Lumbar Disc Herniation after Percutaneous Laser Disc Decompression / H. Terai, K. Tamai, M. Iwamae [et al.] // *Medicina*. – 2021. - №11. - P. 1225.

66. Choi, KC. A Novel Combination of Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy and Epiduroscopic Laser Neural Decompression for Down-migrated Disc Herniation / KC. Choi, DC. Lee, CK. Park // *Pain Physician*. – 2017. – 20(4). – E605-E609.

67. Choy, D.S. Percutaneous laser disc decompression / D.S. Choy. – New York, USA, 2003. – 239 p.

68. Choy, D.S. Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disc / D. S. Choy, R. B. Case, W. Fielding // *New Engl. J. Med.* – 1987. – Vol. 317. – P. 771-772.

69. Clinical Evaluation of Surgery for Single-Segment Lumbar Spinal Stenosis: A Systematic Review and Bayesian Network Meta-Analysis / Z. Liang, X. Xu, X. Chen [et al.] // *Orthopaedic Surgery*. - 2022. - 14(7). – P. 1281-1293.

70. Comparison of 7 Surgical Interventions for Lumbar Disc Herniation: A Network Meta-analysis / Q. Xu, F. Yan, Y.Xie [et al.] // *J Res Med Sci*. – 2015. - 20(12). – P. 1133–1137.

71. Comparison of 7 surgical interventions for lumbar disc herniation: a network meta-analysis / F. Feng, Q. Xu, F. Yan [et al.] // *Pain Phys*. – 2017. – 20. – E. 863–71.

72. Comparison of interventions for lumbar disc herniation: a systematic review with network meta-analysis / K. W. Rickers, P. H. Pedersen, T. Tvedebrink [et al.] // *The Spine Journal*. – 2021. - 21(10). – P. 1750-1762.

73. Comparison of open surgical discectomy versus plasma-laser nucleoplasty in patients with single lumbar disc herniation / A. Saeid, M. Kouchakzadeh, A. Mirhosseini [et al.] // *Journal of Research in Medical Sciences*. – 2015. – 20(12). – P. 1133-1137.

74. Comparison of Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy and Open Lumbar Microdiscectomy for Lumbar Disc Herniation in the Korean: A Meta-Analysis /

M. Kim, S. Lee, H.S. Kim [et al.] // *Biomed Research International*. – 2018. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1155/2018/9073460>.

75. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus open lumbar microdiscectomy for lumbar disc herniation: a meta-analysis / W. Ruan, F. Feng, Z. Liu [et al.] // *Int J Surg*. – 2016. – 31. – P. 86–92.

76. Complication rates of different discectomy techniques for the treatment of lumbar disc herniation: a network meta-analysis / X. Chen, U. Chamoli, S. Lapkin [et al.] // *Eur Spine J*. – 2019. – 28. – P. 2588–601.

77. Complication rates of different discectomy techniques for the treatment of lumbar disc herniation: a network meta-analysis / C. Xiaolong, C. Uphar, S. Lapkin [et al.] // *European Spine Journal*. – 2019. - №11. - P. 2588-2601.

78. Computer three-dimensional reconstruction and pain management for lumbar disc herniation treated by intervertebral foramen endoscopy / Z. Peng, W. Zhao, S. Hu [et al.] // *J. Med. Image Health Int*. – 2019. – 9. – P. 1776-1781.

79. Conservative spine care: opportunities to improve the quality and value of care / T.M Kosloff, D. Elton, S.A. Shulman [et al.] // *Popul Health Manag*. – 2013. - 16(6). – P. 390-6.

80. Corniola, MV. Lumbar disc herniation--diagnosis and treatment / MV. Corniola, E. Tessitore, K. Schaller, OP. Gautschi // *Rev Med Suisse*. – 2014. - 10(454). – P. 2376-82.

81. Couto, JM. Chemonucleolysis in lumbar disc herniation: a meta-analysis / JM. Couto, EA. Castilho, PR. Menezes // *Clinics (Sao Paulo)*. – 2007. – 62(2). – P. 175-80.

82. CT-Guided Percutaneous Laser Disc Decompression for Lumbar Discogenic Radiculopathy-Performance of a Novel Combi-Therapy / G. Asafu Adjaye Frimpong, E. Aboagye, A. Asafu-Adjaye Frimpong // *Lasers Surg Med*. – 2020. –52(5). – P. 419-423.

83. Dandy, W.E. Loose cartilage from intervertebral disk simulating tumor of the spinal cord / W.E. Dandy // *Arch surg*. – 1929. – Vol. 19, № 4. – P. 660

84. Diagnostic accuracy of diagnostic imaging for lumbar disc herniation in adults with low back pain or sciatica is unknown; a systematic review / JH. Kim, RM. van Rijn, MW. van Tulder [et al.] // *Chiropr Man Therap.* – 2018. – 26. – 37 p.
85. Duarte, R. Percutaneous laser disc decompression for lumbar discogenic radicular pain / R. Duarte, JC. Costa // *Radiologia.* – 2012. – 54. – P. 336-341.
86. Effectiveness of intradiscal injection of radiopaque gelified ethanol (DiscoGel®) versus percutaneous laser disc decompression in patients with chronic radicular low back pain / M. Hashemi, P. Dadkhah, M. Taheri [et al.] // *Korean J Pain.* – 2020. -33(1). – P. 66-72.
87. Efficacy of percutaneous laser disc decompression on lumbar spinal stenosis / R. Longxi, Z. Han, J. Zhang [et al.] // *Lasers in Medical Science.* – 2014. - 29(3). – P. 921-3.
88. Eight Surgical Interventions for Lumbar Disc Herniation: A Network Meta-Analysis on Complications / FL. Wei, T. Li, QY. Gao [et al.] // *Front Surg.* – 2021. 8. - 679142.
89. Epidemiology of low back pain in adults / L. Manchikanti, V. Singh, FJ. Falco [et al.] // *Neuromodulation.* – 2014. – 17, Suppl 2. – P. 3–10.
90. Epstein, NE. Should anyone perform percutaneous endoscopic laser discectomy and percutaneous lumbar disc decompressions? / NE. Epstein // *Surg Neurol Int.* – 2016. - 7(Suppl 42). - S1080-S1084.
91. Erbas Y.C. Percutaneous Laser Disc Decompression: Retrospective Analysis of 197 Cases and Review of The Literature / Y.C. Erbas, S. Pusat, E. Erdogan // *Turkish Neurosurgery.* – 2015. – N. 5. – P. 766-770.
92. Estimates and patterns of direct health care expenditures among individuals with back pain in the United States / X. Luo, R. Pietrobon, S.X. Sun [et al.] // *Spine.* - 2004. - Vol. 29, №1. - P. 79-86.
93. Evaluation of hemilaminectomy use in microsurgical resection of intradural extramedullary tumors / R. Gu, J.-B. Liu, P. Xia [et al.] // *Oncol letter.* –2014. – Vol. 7, № 5. – P. 1669-1672

94. Evaluation of the Efficacy of Epiduroscopic Laser Neural Discectomy in Lumbar Disc Herniations: Retrospective Analysis of 163 Cases- Evaluation of the Efficacy of ELND / Ü.A. Metin, S.G. Beyaz, M.E. Inanmaz [et al.] // Pain Research Management. – 2020. - 7361691.
95. Experimental evaluation of percutaneous lumbar laser disc decompression using a 1414 nm Nd:YAG laser / BJ. Moon, HY. Lee, KN. Kim [et al.] // Pain Physician. – 2015. – 18. - E1091-E1099.
96. Factors associated with lumbar disc hernia recurrence after microdiscectomy / G. Camino Willhuber, G. Kido, M. Mereles [et al.] // Rev Esp Cir Ortop Traumatol. – 2017. – 61(6). – P. 397-403.
97. Factors that influence recurrent lumbar disc herniation / ME. Yaman, A. Kazancı, ND. Yaman [et al.] // Hong Kong Med J. – 2017. - 23(3). – P. 258–63.
98. Fairbank, JC. Oswestry disability index / JC. Fairbank // J Neurosurg. – 2014. - 20(2). – P. 239–41.
99. Faiz, KW. VAS--visual analog scale / KW. Faiz // Tidsskr Nor Laegeforen. – 2014. - 134(3). – 323 p.
100. Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study / S. Ruetten, M. Komp, H. Merk [et al.] // Spine. – 2008. – 33. – P. 931–9.
101. Gazzeri, R. Percutaneous Laser Disc Decompression (PLDD) for the Treatment of Contained Lumbar Disc Herniation / R. Gazzeri, S. Tribuzi, M. Galarza, F. Occhigrossi // Surgical Technology International. – 2022. – 41.
102. Gibson, JNA. A randomised controlled trial of transforaminal endoscopic discectomy vs. microdiscectomy / JNA. Gibson, AS. Subramanian, CEH. Scott // Eur Spine J. – 2017. – 26. – P. 847–56.
103. Guyer, R.D. Magnetic resonance imaging before chemonucleolysis for lumbar disc prolaps / R. D. Guyer, R. Collier, W. J. Stith // Boston S.J. – 1911. – P. 365-372.

104. Haag, P. Late myelopathy after chemonucleolysis. Case report and review of the literature / P. Haag, K. Munkel, H.M. Meinck // *Der Nervenarzt*. – 1999. – Bd. 70, №10. – S. 920-923.
105. Hazer, D.B. The outcome of epiduroscopy treatment in patients with chronic low back pain and radicular pain, operated or non-operated for lumbar disc herniation: a retrospective study in 88 patients / D.B. Hazer, A. Acarbaş, H.E. Rosberg // *The Korean Journal of Pain*. – 2018. – Vol. 31, No. 2. – P. 109–115.
106. Hellinger, J. Complications of non-endoscopic percutaneous laser disc decompression and nucleotomy with the neodymium: YAG laser 1064 nm / J. Hellinger // *Photomed Laser Surg*. – 2004. – 22(5). – P. 418-22.
107. Hosseini, B. Laser Therapy in Lumbar Disc Surgery - A Narrative Review / B. Hosseini, F. Allameh // *J Lasers Med Sci*. – 2020. – 11(4). – P. 390-394.
108. Huang, M. Two dimensional automatic active shape model of degenerative disc repaired by low-intensity laser / M. Huang, W. Dong , Y. Sun, B. He // *Two dimensional automatic active shape model of degenerative disc repaired by low-intensity laser. Mathematical Biosciences and Engineering*. – 2021. – 18, 4. – P. 4358-4371.
109. Hujicata, S. Percutaneous nucleotomy: A new treatment method for lumbar disc herniation / S. Hujicata, M. Yamagishi, T. Nacayama, K. Oomori // *J. Toden Hosp*. – 1975. – Vol. 5. – P. 39-42.
110. Hujikata, S. Percutaneous nucleotomy. A new concept technique and 12 years' experience / S. Hujikata // *Clin orthopaed related res*. – 1989. – № 238. – P. 9-23.
111. Hussein, M. Surgical technique and effectiveness of microendoscopic discectomy for large uncontained lumbar disc herniations: a prospective, randomized, controlled study with 8 years of follow-up / M. Hussein, A. Abdeldayem, MMM.Mattar // *Eur Spine J*. – 2014. – 23. – P. 1992–9.
112. Impact of infrared laser light-induced ablation at different wavelengths on bovine intervertebral disc ex vivo: Evaluation with magnetic resonance imaging and histology / Z. Cselik, M. Aradi, RA. von Jako [et al.] // *Lasers Surg Med*. – 2012. – 44. – P. 406-412.

113. Intradiscal oxygen-ozone chemonucleolysis versus microdiscectomy for lumbar disc herniation radiculopathy: a non-inferiority randomized control trial / A.Kelekis, G. Bonaldi, A.Cianfoni [et al.] // *The Spine Journal*. – 2022. - 22(6). – P. 895-909.
114. Jinyoung, O. Epiduroscopic laser neural decompression as a treatment for migrated lumbar disc herniation / O. Jinyoung, J. Daehyun // *Medicine*. – 2018. - 97(14). - e0291.
115. Jo, D. The extent of tissue damage in the epidural space by Ho/YAG laser during epiduroscopic laser neural decompression / D. Jo, D.J. Lee // *Pain Physician*. – 2016. - Vol. 19, No. 1. – E209–E214.
116. Jo, DH. The survey of the patient received the epiduroscopic laser neural decompression / DH. Jo, HJ. Yang // *Korean J Pain*. – 2013. - 26(1). – P. 27–31.
117. Joseph, A. Carnevale. Lumbar Herniated Disc / J. A. Carnevale, J. L. Goldberg, J. Schwarz // *World Neurosurgery*. – 2022. – 166. – P. 52-53.
118. Kanna, RM. Patterns of lumbar disc degeneration are different in degenerative disc disease and disc prolapse magnetic resonance imaging analysis of 224 patients / RM. Kanna, AP. Shetty, S. Rajasekaran // *Spine J*. – 2014. – 14. – P. 300–7.
119. Kanno, H. Minimally invasive discectomy for lumbar disc herniation: current concepts, surgical techniques, and outcomes / H. Kanno, T. Aizawa, K. Hahimoto, E. Itoi // *International Orthopaedics*. – 2019. - №4. - P. 917-922.
120. Katz, J.N. Lumbar disc disorders and low-back pain:socioeconomic factors and consequences / J.N. Katz // *J. Bone Joint. Surg. Am*. – 2006. - Vol. 88, Suppl. 2. - P. 21-24.
121. Kim, SK. Trans-sacral epiduroscopic laser decompression versus the microscopic open interlaminar approach for L5-S1 disc herniation / SK. Kim, SC. Lee, SW. Park // *J Spinal Cord Med*. – 2020. - 43(1). – P. 46-52.
122. Lasers in Spine Surgery / K. Radcliff, AR. Vaccaro, A. Hilibrand [et al.] // *J Am Acad Orthop Surg*. – 2019. – 27. – P. 621-32.

123. Lee, GW. The efficacy of epiduroscopic neural decompression with Ho: YAG laser ablation in lumbar spinal stenosis / GW. Lee, SJ. Jang, JD. Kim // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* – 2014. - 24(1). – S. 231–7.
124. Lee, S.H. Endoscopic Epidural Laser Decompression Versus Transforaminal Epiduroscopic Laser Annuloplasty for Lumbar Disc Herniation: A Prospective, Randomized Trial / S.H. Lee, H.P. Chang // *Pain Physician.* – 2017. – 20. – P. 663-670.
125. Lee, S.H. Trans-sacral epiduroscopic laser decompression for symptomatic lumbar disc herniation: a preliminary case series / S.H. Lee, K.T. Lim // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2016. - Vol. 34, No. 3. – P. 121–129.
126. Lieberman, I.H. Disc Bulge Bubble: spine economics 101 / I.H.Lieberman // *Spine.* – 2004. - Vol.4, №6. - P. 609-613.
127. Longitudinal Comparison of Enzyme- and Laser-Treated Intervertebral Disc by MRI, X-Ray, and Histological Analyses Reveals Discrepancies in the Progression of Disc Degeneration: A Rabbit Study / F. Marion, P. Colombier, J. Lesoeur [et al.] // *Biomed Research International.* – 2016. – 5498271.
128. Lumbar disc herniation with contralateral radiculopathy: a systematic review on pathophysiology and surgical strategies / LG. Ruschel, GJ. Agnoletto, A. Aragão [et al.] // *Neurosurgical Review.* – 2021. - 44(2). – P. 1071-1081.
129. Lumbar disc nomenclature: version 2.0: recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology and the American Society of Neuroradiology / DF. Fardon, AL. Williams, EJ. Dohring [et al.] // *Spine J.* – 2014. – 14. – P. 2525–45.
130. Lumbar facet joint and intervertebral disc loading during simulated pelvic obliquity / JM. Popovich, JB. Welcher, TP. Hedman [et al.] // *Spine J.* - 2013. – 13. – P. 1581–9.
131. Magnetic Resonance Classification of Lumbar Intervertebral Disc Degeneration / C. Pfirrmann, A. Metzdorf, M. Zanetti [et al.] // *Spine.* – 2001. – 26. – P. 1873–1878.

132. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration/ C.W. Pfirmann, A. Metzdorf, M. Zanetti [et al.] // Spine Journal. – 2001. – 26(17). – P. 1873–1878.

133. Management for lumbar spinal stenosis: a network meta-analysis and systematic review / FL. Wei, CP. Zhou, R. Liu [et al.] // Int J Surg. – 2021. – 85. – P. 19–28.

134. Management for lumbar spinal stenosis: A network meta-analysis and systematic review / FL. Wei, CP Zhou, R. Liu [et al.] // International Journal of Surgery. – 2021. – 85. – P. 19-28.

135. Menchetti, P.P. Percutaneous laser discectomy: experience and long term follow-up / PP. Menchetti, G. Canero, W. Bini // Acta Neurochir Suppl. – 2011. – 108. – P. 117-21.

136. Miller, J.A. Lumbar disc degeneration: correlation with age,sex, and spine level in 600 autopsy specimens / J. A. Miller, C. Schmatz, B. Schultz // Spine. — 1988. — № 13. — P. 173–178.

137. Minimally invasive endoscopic foraminal decompression for adult degenerative scoliosis: clinical case study and literature review / S.K. Gizatullin, S.A. Bitner, A.S. Khristosturov [et al.] // Spine Surgery. – 2019. - №4. – P. 54-62.

138. Minimally invasive spinal decompression for degenerative lumbar spondylolisthesis and stenosis maintains stability and may avoid the need for fusion / A. Minamide, M. Yoshida, A.K. Simpson [et al.] // Bone Jt. J. – 2018. – 100. – P. 499–506.

139. Minimally invasive surgery for lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis / SJ. Kamper, RW. Ostelo, SM. Rubinstein [et al.] // Eur Spine J. -2014. - 23(5). – P. 1021–1043.

140. Ohnmeiss, DD. Laser disc decompression The importance of proper patient selection / DD. Ohnmeiss, RD. Guyer, SH. Hochschuler // Spine. – 1994. - 19(18). – P. 2054–8.

141. Operative Approaches for Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review and Multiple Treatment Meta-Analysis of Conventional and Minimally Invasive

Surgeries / M.A. Alvi, P. Kerezoudis, W. Wahood [et al.] // *World Neurosurg.* –2018. – 114. – P. 391–407.

142. Outcomes of epiduroscopic laser ablation in patients with lumbar disc herniation / S. Son, SG. Lee, Y. Ahn [et al.] // *Medicine (Baltimore).* – 2020. - 99(51). – e23337.

143. Outcomes of epiduroscopic laser ablation in patients with lumbar disc herniation./ S. Son, S. G. Lee, Y. Ahn [et al.] // *Medicine (Baltimore).* – 2020. - 99(51). - e23337.

144. Outcomes with transforaminal endoscopic versus percutaneous laser decompression for contained lumbar herniated disc: a survival analysis of treatment benefit / KU. Lewandrowski, PST. de Carvalho, AL. Calderaro [et al.] // *J Spine Surg.* – 2020. - 6(Suppl 1). – S84-S99.

145. Pain recurrence after discectomy for symptomatic lumbar disc herniation / P. Suri, AM. Pearson, W Zhao [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2017. - 42(10). – P. 755–63.

146. Pan, L. Comparison of tissue damages caused by endoscopic lumbar discectomy and traditional lumbar discectomy: a randomised controlled trial / L. Pan, P. Zhang, Q. Yin [et al.] // *Int J Surg.* – 2014. – 12. – P. 534–7.

147. Pan, Z. Efficacy of transforaminal endoscopic spine system (TESSYS) technique in treating lumbar disc herniation / Z. Pan, Y. Ha, S. Yi, K. Cao // *Med Sci Monit.* -2016. – 22. – P. 530–9.

148. Park, CH. Endoscopic Epidural laser decompression versus transforaminal epiduroscopic laser annuloplasty for lumbar disc herniation: a prospective, randomized trial / CH. Park, SH. Lee // *Pain Physician.* – 2017. - 20(7). – P. 663–70.

149. Patel, N. Percutaneous Lumbar Laser Discectomy:Literature Review and a Retrospective Analysis of 65 Cases / N. Patel, V. Singh // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2018. – N. 10. - P. 518-521.

150. Patwardhan, R.V. History of surgery for ruptured disk / R.V. Patwardhan, M.N. Hadley // *Neurosurg clin North Am.* – 2001. – Vol. 12, № 1. – P. 173-179.

151. Percutaneous Endoscopic lumbar discectomy: indications and complications / P. Mingming, L. Qifan, L. Sucheng [et al.] // *Pain Physician*. – 2020. - №1. – P. 49-56.
152. Percutaneous Endoscopic Unilateral Laminotomy and Bilateral Decompression for Lumbar Spinal Stenosis / XB. Zhao, HJ Ma, B. Geng [et al.] // *Orthopaedic Surgery*. – 2021. - 13(2). – P. 641-650.
153. Percutaneous intradiscal radio-frequency thermocoagulation. A cadaveric study / B. Troussier, J.F. Lebas, J.P. Chirossel [et al.] // *Spine*. – 1995. - Vol. 20, № 15. – P. 1713-1718.
154. Percutaneous laser disc decompression versus conventional microdiscectomy for patients with sciatica: Two-year results of a randomised controlled trial / P.A Brouwer, R. Brand, M.E. van den Akker-van Marl [et al.] // *Interventional Neuroradiology*. – 2017. – 23, 3. – P. 313-324.
155. Percutaneous laser disc decompression versus conventional microdiscectomy in sciatica: A randomized controlled trial / PA. Brouwer, R. Brand, ME. van den Akker-van Marle [et al.] // *Spine J*. – 2015. – 5. – P. 857–865.
156. Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disks / DS. Choy, RB. Case, W. Fielding [et al.] // *N Engl J Med*. – 1987. - 317(12). – P. 771–2.
157. Percutaneous Lumbar Laser Disc Decompression: An Update of Current Evidence/ SP. Cohen, JA. Hirsch, D.L. Caraway [et al.] // *Pain Physician*. – 2013. – Vol. 16, № 2. - P. 229-260.
158. Percutaneous Transforaminal Endoscopic Discectomy Versus Open Microdiscectomy for Lumbar Disc Herniation. A Systematic Review and Meta-analysis / PS. Gadjaradj, BS. Harhangi, J. Amelink [et al.] // *Spine*. – 2021. - № 8. - P. 538-549.
159. Plapler, H. Evaluation of different laser wavelengths on ablation lesion and residual thermal injury in intervertebral discs of the lumbar spine / H. Plapler, M.W. Mancini, V.R. Sella, F.R. Bomfim // *Lasers Med Sci*. – 2016. - 31(3). – P. 421-8.
160. Postoperative Outcomes After Transsacral Epiduroscopic Laser Decompression in Japanese Patients: Denervation Therapy for Discogenic Low-Back Pain / Z. Ito, M. Shibayama, S. Nakamura [et al.] // *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*. – 2020. - №8. - P. 507-511

161. Return to work after surgery for lumbar disc herniation, secondary analyses from a randomized controlled trial comparing supervised rehabilitation versus home exercises / RT. Paulsen, J. Rasmussen, LY. Carreon [et al.] // *Spine Journal*. – 2020. – 20(1). – P. 41-47.
162. Risk of multiple reoperations after lumbar discectomy: a population- based stude / H. Osterman, R. Sund, S. Seitsalo [et al.] // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – P. 621-627.
163. Safety and Effectiveness of Transforaminal Epiduroscopic Laser Ablation in Single Level Disc Disease: A Case-Control Study / J.G. Yeul, L. Jongsun, L.S. Won [et al.] // *Pain Physician*. – 2018. – 21(6). – E643-E650.
164. Schmorl's nodes distribution in the human spine and its possible etiology / G. Dar, Y. Masharawi, S. Peleg [et al.] // *Eur spine J*. – 2010. – Vol. 19, № 4. – P. 670-675.
165. Schroeder, GD. The epidemiology and pathophysiology of lumbar disc herniations / GD. Schroeder, CA. Guyre, AR. Vaccaro // *Semin Spine Surg*. – 2016. – 28(1). – P. 2–7.
166. Seibert, W.E. Biomechanische und lkinische Ergebnisse der percuten Laser-Diskus- Decompression (PLDD) / W.E. Seibert, P. Machacek, R. Steffen, L. Noite // *Ophthop. Mitteilungen*. - 1991. - №3. – P. 156-164.
167. Simmons, J.W. Chemonucleolysis: the state of the art / J.W. Simmons, E.J. Nordby, A.G. Hadjipavlou // *Europ. Spine J*. – 2001. – Vol. 10, № 3. – P. 192-202.
168. Sivakanthan, S. Full-Endoscopic Lumbar Discectomy / S. Sivakanthan, S. Hasan, C. Hofstetter // *Neurosurgery Clinics of North America*. – 2020. – № 1. – P. 1-7.
169. Smith, L. Enzyme dissolution of the annulus pulposus / L. Smith, P.J. Garvin, R.M. Gesler // *Nature*. – 1963. – Vol. 198. – P. 1311-1312.
170. Stergar, J. Intervertebral disc tissue engineering: a brief review / J. Stergar, L. Gradisnik, T. Velnar // *Bosn. J. Basic. Med. Sci*. – 2019. – 19. – P. 130-137.
171. Steurer, J. Research Collaboration: Quantitative radiologic criteria for the diagnosis of lumbar spinal stenosis: A systematic literature review / J. Steurer, S. Roner, R. Gnannt, J. Hodler // *BMC Musculoskelet Disord*. – 2011. – 12. – P. 175.

172. Stookey, B. Compression of spinal cord due to ventral extradural chondromas: diagnosis and surgical treatment / B. Stookey // Arch Neurol Psychiatry. – 1928. – 20. – P. 275–91.

173. Surgical treatment of lumbar disc herniation in different ages-evaluation of 11,237 patients / F. Strömqvist, B. Strömqvist, B. Jönsson [et al.] // Spine Journal. – 2017. - 17(11). – P. 1577-1585.

174. Surgical vs nonoperative treatment for lumbar disc herniation:the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT):a randomized trial / J.N. Weinstein, T.D. Tosteson, J.D. Lurie [et al.] // JAMA. – 2006. - Vol. 296. - № 20. - P. 2441-2450.

175. The Effect of Percutaneous Laser Disc Decompression on Reducing Pain and Disability in Patients With Lumbar Disc Herniation / S. Momenzadeh, A. Koosha, M. Kazempoor [et al.] // J Lasers Med Sci. – 2019. - 10(1). – P. 29-32.

176. The Effect of Percutaneous Laser Disc Decompression on Reducing Pain and Disability in Patients With Lumbar Disc Herniation / S. Momenzadeh, A. Koosha, M. Kazempoor Monfared [et al.] // Journal of Lasers in medical science. – 2019. -№ 1. - P. 29-32.

177. The Long-term Effects of Percutaneous Laser Disc Decompression (PLDD) Treatment on Lumbar Disc Protrusion: A 2-Year Follow-up / M. Hashemi, M. Falsafi, MR. Razzaghi [et al.] // J Lasers Med Sci. – 2020. - 11(4). – P. 427-432.

178. Transforaminal Endoscopic Discectomy for Treatment of Central Disc Herniation: Surgical Techniques and Clinical Outcome / Y. Wang, W. Zhang, L. Lian [et al.] // Pain Physician. – 2018. - 21(2). - E113-E123.

179. Treatment of lumbar intervertebral disc herniation using C-arm fluoroscopy guided target percutaneous laser disc decompression / XL. Zhao, ZJ. Fu, YG. Xu [et al.] // Photomedicine and Laser Surgery. – 2012. - № 30. - P.92-95.

180. Truumees, E. A history of lumbar disc herniation from Hippocrates to the 1990s / E. Truumees // Clin orthopaed related res. – 2015. – Vol. 473, № 6. – P. 1885-1895.

181. Turgut, M. Acta Neurochir / M. Turgut, B. Onol, K. Kilinik, K. Tahta // Wien. – 1997. – Vol. 139, № 5. - P. 404-410.

182. Wang, G. Quantitative MRI and X-ray analysis of disc degeneration and paraspinal muscle changes in degenerative spondylolisthesis / G. Wang // *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. – 2015. – Vol. 28, № 2. – P. 277-285.

183. White, AA III. Clinical biomechanics of the spine / AA III White, MM. Panjabi // Second ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins. – 1990.

184. Williams, R.W. Microlumbar discectomy: a conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc / R.W. Williams // *Spine*. – 1978. – Vol. 3, № 2. – P. 175-182

185. Yang, Y. Intervertebral disc segmentation and diagnostic application based on wavelet denoising and AAM model in human spine image / Y. Yang, J. Wang, C. Xu // *J. Med. Syst.*. – 2019. – 43. – P. 275.

186. Yasargil, M.G. Microsurgical Operation of Herniated Lumbar Disc / M.G. Yasargil // *Lumbar Disc Adult Hydrocephalus* / Ed by R. Wüllenweber. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1977. – Vol. 4. – P. 81.

187. Yong, A. A Historical Review of Endoscopic Spinal Discectomy / A. Yong // *World Neurosurgery*. – 2021. - № 1. - P. 591-596.

188. Yong, A. Laser-Assisted Microdiscectomy for Far Lateral Lumbar Disc Herniation at the L5-S1 Level / A. Yong, L. Uhn, J.L. Yong, J.K. Han // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2018. - №10. - P. 555-561.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Шкала оценки чувствительных нарушений

Оценка	Интерпретация
0	Анестезия
1	Грубые нарушения чувствительности в сочетании с дизестезией, гиперпатией
2	Выраженные нарушения чувствительности в сочетании с гиперестезией, гиперпатией и парестезиями
3	Гипестезия (гипалгезия)
4	Умеренная гипестезия
5	Нормальная чувствительность

Шкала оценки силы мышц

Оценка	Интерпретация
0	Отсутствие произвольных движений, паралич.
1	Единичные сокращения мышц без движений в суставах
2	Возможны движения без преодоления силы тяжести, объем движений в суставе значительно снижен
3	Движения с преодолениями силы тяжести, значительное сокращение объема движений в суставе
4	Умеренное снижение силы мышц, объем движений сохранен
5	Нормальная сила мышц, полный объем движений

Шкала MacNab

Результат	Критерии
Отличный	Нет боли Нет ограничения движений Способность вернуться к нормальной работе и жизнедеятельности
Хороший	Редкая нерадикулярная боль Облегчение предшествующих симптомов Способность вернуться на облегченную работу
Удовлетворительный	Некоторое улучшение функциональных возможностей Инвалидизация или невозможность работать
Неудовлетворительный	Продолжающиеся симптомы вовлеченности нервного корешка Требуется дополнительное оперативное вмешательство на данном уровне вне зависимости от продолжительности и частоты послеоперационного наблюдения

Классификация степени дегенеративного процесса в диске по С. W. Pfirrmann

Стадия	Структура межпозвонкового диска	Интенсивность сигнала	Четкость разделения фиброзного кольца и пульпозного ядра	Высота межпозвонкового диска
I	Гомогенная	Гиперинтенсивный (белый)	Четкая граница	Нормальная
II	Негомогенная	Гиперинтенсивный (белый)	Четкая граница	Нормальная
III	Негомогенная	Промежуточный (серый)	Нечеткая	Нормальная или слегка уменьшенная
IV	Негомогенная	Промежуточный (серый)	Граница отсутствует	Нормальная или слегка уменьшенная
V	Негомогенная	Гипоинтенсивный (черный)	Граница отсутствует	Резко снижена

Список пациентов

№ п/п	Фамилия	№ и/б	№ п/п	Фамилия	№ и/б
1	Б-ов К.А.	1945	26	Н-ва В.И.	29095
2	Б-ов М.В.	26357	27	Н-ов А.В.	391
3	В-ев Н.Г.	26494	28	Н-ва О.В.	20632
4	В-ва М.Е.	30194	29	П-ов А.О.	24898
5	Г-ов А.А.	33814	30	П-ая Л.В.	2693
6	Г-ва С.А.	11147	31	П-ин М.С.	29957
7	Г-ич Д.В.	28074	32	П-ва О.П.	29464
8	Е-ев Д.В.	4579	33	Р-ов Ш.Я.	29020
9	З-ко А.И.	23916	34	Р-ов Р.Р.	29904
10	И-ко О.А.	25248	35	Р-ов С.В.	28747
11	И-яш Э.А.	24859	36	Р-ва Н.Ю.	17266
12	К-ин С.Н.	14130	37	С-ва Н.А.	6592
13	К-ов А.Е.	1643	38	С-ва А.В.	20872
14	К-ва Т.Н.	7083	39	С-ов А.А.	10761
15	К-ва Т.Н.	26918	40	С-ов И.А.	20138
16	К-он Н.В.	21018	41	Т-ва Н.Х.	2010
17	Л-ук Т.М.	3099	42	Т-ов Ю.А.	28265
18	Л-ва Е.Д.	1145	43	Т-ва Г.Г.	28965
19	Л-ас У.А.	10299	44	Т-ев В.М.	29257
20	Л-ин М.А.	27189	45	Т-ва О.А.	30630
21	М-ок В.В.	9109	46	Ч-на К.Л.	2690
22	М-ва М.М.	14662	47	Ш-ко М.Р.	25520
23	М-ев Т.	11737	48	Ю-ва М.М.	3203
24	М-ин Р.В.	31813			
25	М-ва А.Л.	30833			



ГОСПИТАЛЬ
для ветеранов войн

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ГАУЗ СО «СОКП госпиталь
для ветеранов войн»

Забродин О.В.

Министерство здравоохранения Свердловской области
Государственное автономное учреждение
здравоохранения Свердловской области
«Свердловский областной клинический
психоневрологический
госпиталь для ветеранов войн»
(ГАУЗ СО «СОКП госпиталь для ветеранов войн»)

ул. Соболева, д. 25, г. Екатеринбург, 620036
Тел. (343) 227-50-77, факс 376-97-25
E-mail: ekb@gvvso.ru

ОКПО 01944571 ОГРН 1026602341006
ИНН/КПП 6658010873/665801001

24.04.2023 № 51

На № _____ от _____



АКТ

внедрения в практику лечебной работы ГАУЗ СО «СОКП госпиталь для ветеранов войн»

Результатов диссертационной работы младшего научного сотрудника НИЛ
нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы НМИЦ
им.В.А. Алмазова

Городниной Ангелины Викторовны

на тему «Оптимизация метода лазерной вапоризации межпозвонкового диска при
лечении пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела
позвоночника»

представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по
специальности 3.1.10- Нейрохирургия

Наименование предложения: усовершенствование результатов хирургического лечения
пациентов с дегенеративными поражениями межпозвонковых дисков поясничного отдела
позвоночника путем оптимизации воздействия лазерного излучения на ткань диска.

Краткая аннотация: Оптимизация метода лазерной вапоризации межпозвонковых дисков,
путем интраоперационного контроля и поддержания мощности лазерного излучения с
целью улучшения результатов лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями
поясничного отдела позвоночника. Создание алгоритма, уточняющего показания к
выполнению оптимизированного пункционного метода лазерной вапоризации.

Эффект от внедрения: усовершенствование лечебно-диагностического процесса,
формирование показаний к выполнению лазерной вапоризации межпозвонкового диска,
повышение качества нейрохирургической помощи пациентам с дегенеративно-
дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника.

Место внедрения: отделение нейрохирургии ГАУЗ СО «СОКП госпиталь для ветеранов
войн».

Форма внедрения: внедрен в практику лечебной работы

Заместитель начальника по хирургии ГАУЗ СО «СОКП
госпиталь для ветеранов войн», к.м.н.

А.Е. Виноградский

Заведующий нейрохирургическим отделением, д.м.н.

М.Ю. Гончаров

Подписи А.Е. Виноградского, М.Ю. Гончарова заверяю:
Начальник отдела кадров ГАУЗ СО «СОКП госпиталь
для ветеранов войн»

М.В. Хорошко

Уральский
государственный
медицинский
университет

ул.Репина, 3
Екатеринбург 620028
тел: (343) 214-86-52
факс: (343) 214-85-95

№ 08/10625 от 14.04.2023

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по образовательной деятельности
ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России
д.м.н., доцент
Т.В. Вородулина
14/04/2023г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ в учебный процесс

результатов диссертационной работы младшего научного сотрудника НИЛ
нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы
НМИЦ им. В.А. Алмазова

Городниной Ангелины Викторовны

на тему «Оптимизация метода лазерной вапоризации межпозвонкового диска при лечении
пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела
позвоночника»

Наименование предложения: Улучшение результатов лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника путём оптимизации метода применения полупроводникового лазера.

Краткая аннотация: Предложение усовершенствует алгоритм лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. Оптимизирован метод лазерной вапоризации межпозвонкового диска путем поддержания исходных параметров лазерного излучения, определены показания к выполнению лазерной вапоризации.

Эффект от внедрения: применение результатов проведенного исследования позволяет повысить эффективность лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Место внедрения: кафедра нервных болезней, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России

Форма внедрения: обучение в ординатуре, при подготовке специалистов (неврологов, нейрохирургов) на циклах профессиональной переподготовки, общего и тематического усовершенствования (при проведении лекций, практических занятий и семинаров) по темам:

1. Заболевания позвоночника.
2. Хирургическое лечение патологии позвоночника.

Заведующая кафедрой нервных болезней,
нейрохирургии и медицинской генетики,
доктор медицинских наук, профессор

Л.И. Волкова

Доцент кафедры нервных болезней, нейрохирургии
и медицинской генетики, доктор медицинских наук

М.Ю. Гончаров

Подписи Л.И. Волковой, М.Ю. Гончарова заверяю
Начальник управления кадровой политики и правового
обеспечения ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России

Н.А. Поляк

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач Спб ГБУЗ
«Городская Мариинская больница»
д.м.н. профессор Завражнов А.А.
10 04 2023г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ
результатов научно-исследовательской работы

Название предложения для внедрения: Улучшение результатов лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника путём оптимизации метода применения полупроводникового лазера.

Автор предложения: Городнина Ангелина Викторовна- младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории хирургии позвоночника и периферической нервной системы ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ

Название темы исследования, при выполнении которого сделано предложение:
«Оптимизация метода лазерной вапоризации межпозвонкового диска при лечении пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника»

Предложение усовершенствует : Алгоритм лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Форма внедрения: Предложение реализовано в сфере практического здравоохранения, медицинской науки в виде докладов и обучения специалистов.

Уровень внедрения: Местный

Наименование учреждения и его подразделения, где данное предложение используется : Спб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», нейрохирургическое отделение

Краткое заключение об эффективности , пользе предложения : Применение результатов проведенного исследования позволяет повысить эффективность лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Заведующий нейрохирургическим отделением

Спб ГБУЗ «Городская Мариинская больница»

к.м.н. Павлов О.А.

УТВЕРЖДАЮ
Главный врач ГБУЗ СК
«Ставропольская краевая клиническая больница»
Звягинцева Н.В.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ
результатов научно-исследовательской работы

Название предложения для внедрения: Улучшение результатов лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника путём оптимизации метода применения полупроводникового лазера.

Автор предложения: Городнина Ангелина Викторовна- младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории хирургии позвоночника и периферической нервной системы ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ

Название темы исследования, при выполнении которого сделано предложение:
«Оптимизация метода лазерной вапоризации межпозвонкового диска при лечении пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника»

Предложение усовершенствует алгоритм лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Форма внедрения: предложение реализовано в сфере практического здравоохранения, медицинской науки в виде докладов и обучения специалистов.

Уровень внедрения: местный

Наименование учреждения и его подразделения, где данное предложение используется:
ГБУЗ СК Ставропольская краевая больница, нейрохирургическое отделение №1

Краткое заключение об эффективности , пользе предложения : применение результатов проведенного исследования позволяет повысить эффективность лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Заведующий Нейрохирургическим отделением №1

Елисеев В.В.

УТВЕРЖДАЮ
Директор «РНХИ им. проф. А.Л. Поленова»
(филиал ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»)

д.м.н. К.А. Самочерных

27.03.2023г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ
результатов научно-исследовательской работы

Название предложения для внедрения: Улучшение результатов лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника путём оптимизации применения полупроводникового лазера.

Автор предложения: Городнина Ангелина Викторовна- младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории хирургии позвоночника и периферической нервной системы ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ

Название темы исследования, при выполнении которого сделано предложение:
«Оптимизация метода лазерной вапоризации межпозвонкового диска при лечении пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника»

Предложение усовершенствует алгоритм лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Форма внедрения: предложение реализовано в сфере практического здравоохранения, медицинской науки в виде докладов и обучения специалистов.

Уровень внедрения: местный

Наименование учреждения и его подразделения, где данное предложение используется : нейрохирургическое отделение №1 РНХИ им. А.Л.Поленова- филиал НМИЦ им. В.А. Алмазова

Краткое заключение об эффективности , пользе предложения : применение результатов проведенного исследования позволяет повысить эффективность хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Заведующий 1 нейрохирургическим отделением
РНХИ им. Проф. А.Л. Поленова
(филиал НМИЦ им.В.А. Алмазова)

Назаров А.С.

УТВЕРЖДАЮ
Директор НИИТОН ФГБОУ ВО
«СГМУ имени В.И. Разумовского» Минздрава России,
Заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук
Островский В.В.
_____ 03 04 2023г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ
результатов научно-исследовательской работы

Название предложения для внедрения: Улучшение результатов лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника на основании оптимизации метода применения полупроводникового лазера.

Автор предложения: Городнина Ангелина Викторовна - младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории хирургии позвоночника и периферической нервной системы ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ.

Название темы исследования, при выполнении которого сделано предложение: «Оптимизация метода лазерной вапоризации межпозвонкового диска при лечении пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника».

Предложение усовершенствует алгоритм лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Форма внедрения: предложение реализовано в сфере практического здравоохранения, медицинской науки в виде докладов и обучения специалистов.

Уровень внедрения: местный

Наименование учреждения и его подразделения, где данное предложение используется: Отдел «Инновационных проектов в нейрохирургии и вертебродологии» научно-исследовательского института травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Краткое заключение об эффективности, пользе предложения: применение результатов проведенного исследования позволяет улучшить результаты лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Начальник отдела «Инновационных проектов в нейрохирургии и вертебродологии» НИИТОН ФГБОУ ВО «СГМУ имени В.И. Разумовского» МЗ РФ,
доктор медицинских наук

Бажанов С.П.

Заведующий нейрохирургическим отделением
НИИТОН ФГБОУ ВО
«СГМУ имени В.И. Разумовского» МЗ РФ,
кандидат медицинских наук

Джумагишиев Д.К.