

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
НЕЙРОХИРУРГИИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Н. Н. БУРДЕНКО»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

БРИНЮК Евгений Сергеевич

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСХОДОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ
ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМ СТЕНОЗОМ
ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА
С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕКОМПРЕССИИ СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ
И МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОЙ МИКРОХИРУРГИЧЕСКОЙ
ДЕКОМПРЕССИИ

3.1.10. Нейрохирургия

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук,
профессор Коновалов Николай Александрович

Москва – 2022

Оглавление

Введение	4
Глава 1 Обзор литературы.....	12
1.1 Современные представления о дегенеративном стенозе позвоночного канала	12
1.2 Хирургические методы лечения стенозов позвоночного канала в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Характеристика минимально инвазивных микрохирургических методов лечения	15
1.2.1 Минимально инвазивный трансфораминальный межтеловой спондилодез	19
1.2.2 Унилатеральная ламинотомия с билатеральной декомпрессией (минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия).....	22
Глава 2 Материалы и методы	26
2.1 Общая характеристика групп пациентов.....	26
2.2 Инструменты оценки клинических исходов	31
Глава 3 Методы хирургического лечения стеноза	33
пояснично-крестцового отдела позвоночника.....	33
3.1 Декомпрессия нервных структур с межтеловой трансфораминальной и транспедикулярной стабилизацией межпозвоночного сегмента.....	33
3.2 Минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия.....	40
3.3 Применение интраоперационного компьютерного томографа с навигационной системой в хирургическом лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала	49
3.4 Послеоперационное ведение пациентов	56
Глава 4 Сравнительный анализ исходов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и микрохирургической декомпрессией	58

4.1 Оценка клинических данных	58
4.2 Хирургические осложнения и пути их устранения	64
4.3 Анализ возникших хирургических осложнений.....	67
Заключение.....	69
Выводы	78
Практические рекомендации	80
Список сокращений	81
Список литературы	82
Приложение А	104
Приложение Б	105
Приложение В.....	107
Приложение Г	108
Приложение Д.....	111
Приложение Е	114
Приложение Ж.....	115

Введение

Актуальность темы

Совершенствование методик хирургического лечения больных с дегенеративными заболеваниями позвоночника на сегодняшний день является одним из приоритетных направлений в хирургии позвоночника [42, 57, 58, 102, 179]. Из-за высокой частоты встречаемости особое внимание уделяется лечению пациентов с дегенеративной патологией пояснично-крестцового отдела позвоночника [3, 15, 53, 95, 110, 115, 129].

Одним из основных клинических симптомов дегенеративного процесса в позвоночнике является боль [51, 90], а рецидивирующий болевой синдром является доминирующей причиной временной утраты трудоспособности, что ведет к значительным экономическим потерям [4, 17, 25, 151]. Самым частым по количеству обращений по поводу боли является пояснично-крестцовый отдел позвоночника [10, 12, 14, 29, 32, 45, 48].

Хирургическое лечение дегенеративных заболеваний позвоночника в настоящее время является динамично развивающимся направлением в нейрохирургии и основным направлением в лечении пациентов с выраженной дегенеративной патологией пояснично-крестцового отдела позвоночника [13, 34, 79].

Наиболее распространенным дегенеративным заболеванием является стеноз позвоночного канала. Это патологическое сужение центрального позвоночного канала, латерального кармана или межпозвонкового отверстия за счет проникания костных, хрящевых или мягкотканых структур в пространства, занимаемые нервными корешками, спинным мозгом или конским хвостом [5].

В настоящее время в связи с распространенностью дегенеративной патологии в популяции, с развитием хирургических технологий и методов визуализации количество предложенных методов лечения дегенеративных стенозов пояснично-крестцового отдела позвоночника и число публикаций на данную тему неизменно

растет. Декомпрессия лежит в основе всех операций при стенозах позвоночного канала, и, как следствие, формируется интраоперационная ятрогенная нестабильность, которая требует дополнения декомпрессивного этапа операции стабилизацией [5].

Традиционным и эффективным способом лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала является ламинэктомия с последующей стабилизацией сегмента [39, 80, 111]. Наиболее распространенным методом стабилизации является транспедикулярная фиксация с передним спондилодезом из заднего доступа (ригидная фиксация 360°) [64, 102, 133, 160, 174].

Степень разработанности темы

В последние годы межтеловая стабилизация с применением технологий трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза (TLIF, transforaminal lumbar interbody fusion) является наиболее используемой среди спинальных хирургов. Однако несмотря на успешно проведенный спондилодез со стабилизацией сегмента, хирурги встречаются с рисками неудовлетворительных результатов лечения в отдаленном периоде. Во многом это происходит из-за декомпенсации дегенеративной патологии смежного с фиксируемым позвоночно-двигательным сегментом (ПДС), которая является частью болезни смежного сегмента [6, 33, 43, 61, 62, 63, 96, 130, 155].

Традиционный срединный доступ сопровождается кровопотерей, высокой травматичностью мягких тканей и паравертебральных мышц и, как следствие, стойкими послеоперационными болями из-за длительной мышечной тракции. В последнее время для хирургического лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала применяется минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия, которая позволяет выполнить достаточный объем декомпрессии позвоночного канала и нервных структур при сохранении стабильности позвоночно-двигательного сегмента [24, 39, 69, 80, 111]. Широкому распространению этой методики способствуют минимальная инвазивность и хорошие результаты лечения [19, 70, 77, 99, 119, 121, 124, 136, 137, 143, 171, 180].

В хирургическом лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала к 2010 году стала активно применяться минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия (билатеральная декомпрессия через односторонний доступ), результаты которой все более и более привлекают спинальных нейрохирургов и которая также внедрена и в практику ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России [24].

При проведении анализа литературы, посвященной изучению хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника, удалось сделать вывод о том, что данная тема остается дискуссионной и продолжает активно обсуждаться в современной мировой литературе. Также окончательно не определена роль минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии в связи с отсутствием научных работ, в которых ее сравнивают с традиционной ламинэктомией с последующей стабилизацией. Все изложенное выше и послужило основанием для формулировки цели нашего исследования.

Цель работы

Провести сравнительный анализ исходов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии.

Задачи исследования

1. Выбрать оптимальные инструментальные методы оценки исходов хирургического лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника исследуемых групп пациентов.
2. Изучить исходы хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии.

3. Проанализировать эффективность использования интраоперационных средств визуализации и системы навигации в хирургическом лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

4. Провести анализ хирургических осложнений при декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника и возможности их профилактики.

5. Разработать алгоритм выбора оптимального варианта применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии с использованием интраоперационного компьютерного томографа и навигационной системы при лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Новизна исследования

Впервые проведен сравнительный анализ и дана оценка исходов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии.

Разработан алгоритм выбора оптимального варианта применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии с использованием интраоперационного компьютерного томографа и навигационной системы при лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Практическая значимость

Оценены исходы хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии, что позволило дифференцированно подойти к

вопросу выбора метода хирургического лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Использование интраоперационных средств визуализации, навигационных систем позволило точно позиционировать доступ, а также интраоперационно определить и контролировать объем выполненной декомпрессии.

Разработан алгоритм применения минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии, который дает возможность определить тактику хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Применение методики минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии позволяет снизить риски послеоперационных осложнений, а также сократить время операции, объем кровопотери и сроки госпитализации.

2. Решение об оптимальном выборе метода хирургического лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала поясничного отдела позвоночника основывается на комплексном анализе клинического состояния пациента и данных методов нейровизуализации.

3. Применение предоперационного планирования, интраоперационной КТ и навигации повышают безопасность, обеспечивает точное планирование хирургического доступа и позволяет оценить объем выполненной декомпрессии.

Методология и методы исследования

Исследование основано на современных принципах диагностики и лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника, принятых в отечественной и зарубежной нейрохирургии.

В ходе работы проводилось динамическое наблюдение пациентов, которым было проведено хирургическое лечение по поводу моносегментарного дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника. В исследование включены пациенты 196 пациентов, которые

находились на лечении в 10 нейрохирургическом отделении (спинальная нейрохирургия) НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко с января 2015 г. по декабрь 2019 г. включительно.

В ходе исследования нами были сформированы 2 группы пациентов:

I группа – пациенты, которым выполнялась декомпрессия нервных структур с межтеловой трансфораминальной и транспедикулярной стабилизацией межпозвоночного сегмента – 100 пациентов (51%),

II группа – пациенты, которым выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия (билатеральная микрохирургическая декомпрессия через односторонний доступ) – 96 пациентов (49%).

В ходе исследования применялись общенаучные методы статистического и сравнительного анализов, табличные и графические приемы визуализации данных. Работа выполнена в соответствии с современными требованиями к научно-исследовательской работе.

Степень достоверности результатов

Наличие репрезентативной выборки пациентов, выбранной в соответствии с целью и задачами исследования, использование статистических методов обработки данных, делают результаты и выводы диссертационного исследования достоверными и обоснованными в соответствии с принципами доказательной медицины.

В настоящее время в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» накоплен большой опыт применения минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии и декомпрессии со стабилизацией у пациентов с дегенеративным моносегментарным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника, позволяющий выявить риски неблагоприятных исходов и разработать алгоритм применения данных методик.

Апробация работы

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и

обсуждены на отечественных и зарубежных конференциях: «Spine Surgery in XXI Century: current concepts, controversies, perspectives» (Ниш, Сербия, 5-7 октября 2018 г.), EANS 2018, «the 18th European Congress of Neurosurgery» (Брюссель, Бельгия, 21-25 октября 2018 г.), XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 15-17 апреля 2019 г.), I Всероссийской конференции молодых нейрохирургов (Москва, 29 ноября 2019 г.), X Съезде Ассоциации хирургов-вертебрологов России (RASS) (Москва, 30 мая - 1 июня 2019 г.), XI Съезде Ассоциации хирургов-вертебрологов России (RASS) (Нижний Новгород, 2–5 июня 2021 г.); IX Всероссийском съезде нейрохирургов (Москва, 15 – 18 июня 2021г.); Евразийском Ортопедическом Форуме (Москва, 25–26 июня 2021 г.), EANS 2021, «Neurosurgery in translation» (Гамбург, 03-07 октября 2021 г.); расширенном заседании проблемной комиссии «Спинальная нейрохирургия» ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 29.01.2021 г.

Публикации по теме диссертации

По материалам диссертации опубликовано 15 печатных работ, в которых отражены основные результаты диссертационного исследования. Из них 3 - в научных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ, 12 – в виде статей и тезисов в материалах отечественных и международных конгрессов, съездов и конференций.

Внедрение в практику

Результаты диссертационной работы внедрены в практику 10 нейрохирургического отделения (спинальная нейрохирургия) ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

Личное участие автора в получении результатов

Материал получен, обобщен и проанализирован лично автором: определены цель, задачи исследования, изучены данные литературы, выполнен сбор материала,

осуществлено планирование и лечение пациентов, в том числе хирургическое лечение в качестве ассистента, проанализированы полученные результаты и сформулированы выводы, подготовлены при непосредственном участии автора публикации по теме диссертационной работе. Самостоятельно написан текст диссертации и автореферата.

Структура и объем диссертации

Диссертация представлена в виде рукописи, изложена на 124 страницах машинописного текста, иллюстрирована 11 таблицами и 38 рисунками. Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, списка сокращений, 7 приложений. Библиографический указатель содержит 180 источников (53 отечественных и 127 зарубежных).

Глава 1 Обзор литературы

1.1 Современные представления о дегенеративном стенозе позвоночного канала

Дегенеративные изменения позвоночника – это полиэтиологический процесс, одним из важных факторов которого является генетическая предрасположенность [20]. У лиц пожилого и старческого возраста (соответственно 60–75 и 75–90 лет по классификации Всемирной организации здравоохранения, 1963 г.) дегенеративные изменения позвоночника являются естественным инволютивным процессом, которые встречаются в 95–98 % наблюдений и приводят к формированию стеноза позвоночного канала. Дегенеративный спинальный стеноз позвоночного канала развивается чаще на седьмом десятке жизни [9, 49, 113]. Уже к 65 годам признаки поясничного дегенеративного спинального стеноза, по данным нейровизуализации, обнаруживаются у 20 % населения и у 80 % людей в возрасте 70 лет и старше [73, 87, 88, 123]. В последние годы происходит увеличение доли людей старше 65 лет в связи с увеличением продолжительности жизни населения, следовательно, заболеваемость дегенеративным стенозом увеличивается пропорционально [67, 73, 109, 112, 113, 145, 153, 169].

В. Г. Брюханов и соавт. (2010) показали, что частота хирургических вмешательств в общей популяции при дегенеративном стенозе составляет от 3 до 11,5 на 100 тыс. жителей в год [21]. Поясничный дегенеративный спинальный стеноз – наиболее частая причина оперативных вмешательств на позвоночнике у пациентов старше 65 лет [67, 81, 86, 87, 94, 112, 117, 147, 153, 154].

О. Adogwa et al. отметили увеличение за последние десятилетия частоты оперативных вмешательств по поводу дегенеративного стеноза позвоночного канала у пожилых людей на 230 % [153].

Дегенеративный спинальный стеноз – это процесс, при котором происходит уменьшение сагиттального размера позвоночного канала, латерального корешкового кармана, межпозвонковых отверстий и их сочетаний [87].

В 1803 г. А. Portal впервые описал сужение позвоночного канала, но только в 1954 г. Н. Verbiest выявил связь стеноза позвоночного канала с неврологической симптоматикой [175].

С. С. Arnoldi et al. предложили термин «спинальный стеноз» – любой вид сужения позвоночного канала или межпозвонкового отверстия, которое приводит к развитию неврологических симптомов [116]. О клиническом диагнозе дегенеративного стеноза позвоночного канала можно говорить, только если сочетаются морфологические изменения позвоночника в виде уменьшения резервных пространств для нервных структур и наличия клинических проявлений.

Как свидетельствуют данные литературы, статистически значимые корреляции между клиническими проявлениями и выраженностью стеноза отсутствуют. N. Voos, M. Aebi установили, что грубый стеноз позвоночного канала у 21 % пациентов имеет асимптомное течение [73]. Именно поэтому решение об оперативном вмешательстве при дегенеративном стенозе следует принимать на основании тяжести клинических симптомов в комплексе с данными нейровизуализации [20, 21, 87, 88, 96, 108, 113, 147].

Н. Verbiest принадлежит первая классификация стенотических поражений позвоночного канала; он ввел в клиническую практику термины «абсолютный» и «относительный» стенозы [176].

Патоморфологическая классификация базируется на определении значимого для стеноза патологического фактора: гипертрофия желтой связки, фасеточных суставов, грыжи дисков, костно-хрящевые разрастания, синовиальные кисты фасеточных суставов и смещения позвонков [140].

С.С. Arnoldi et al. выделили этиологическую классификации, в которую включили две основные группы стенозов: врожденные и приобретенные [116]. Существует анатомическая классификация, в которой выделяют центральный, латеральный, фораминальный виды стенозов и их сочетания [73].

Также стенозы делят по виду: циркулярный стеноз; сужение бокового кармана; стеноз межпозвонкового отверстия. По локализации поражения стенозы делят на моносегментарный и полисегментарный. По функциональному состоянию

ПДС – на стабильные и нестабильные стенозы. Последние подразделяются на гипермобильность пораженного сегмента и инклинацию дугоотростчатых суставов 1–3-й степени. M. W. Carman предложил классификацию стенозов, которая основывается на распространенности дегенеративного процесса с учетом стабильности пораженного ПДС (цит. по [50]). Выделяют унисегментарный стабильный ПДС (стеноз латерального рецессуса); унисегментарный нестабильный ПДС (дегенеративный спондилолистез); полисегментарный стабильный ПДС (анкилозирующий стеноз); полисегментарный нестабильный ПДС (дегенеративный сколиоз) [22, 66]. O. Adogwa et al. считают, что необходимо учитывать распространенность стеноза вдоль оси позвоночника (моносегментарный, полисегментарный, прерывистый и тотальный), и выделяют его стадии (динамический и фиксированный стеноз) [153]. Л. Э. Антипоко предложил классификацию, взяв за основу наличие клинических проявлений: стеноз без клинических проявлений; функциональный стеноз; стеноз с явлениями радикулопатии или миелопатии. Также по типу компрессии внутрипозвоночных образований можно выделить стеноз с передней, задней и комбинированной компрессией. По темпу развития неврологических проявлений различают острую миелорадикулоишемию (радикулоишемию) и хроническую миелорадикулопатию (радикулопатию); по неврологическим проявлениям – преходящие, умеренные, выраженные и с полным нарушением проводимости спинного мозга или его корешков [9, 38].

В настоящее время в хирургии дегенеративного стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника выделяют следующие факторы риска развития нестабильности:

- 1) спондилолистез $> 5\text{--}10$ мм;
- 2) патологическая подвижность $> 3\text{--}4$ мм (функциональные спондилограммы или вертикальная магнитно-резонансная томография (МРТ));
- 3) угол межпозвонковых суставов $> 50^\circ$;
- 4) высокий межпозвонковый диск;
- 5) превалирующая боль в пояснице;

- б) ламинэктомия;
- 7) высокий тазовый индекс (Pelvic Incidence).

1.2 Хирургические методы лечения стенозов позвоночного канала в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Характеристика минимально инвазивных микрохирургических методов лечения

Дегенеративный стеноз поясничного отдела позвоночника является одной из ведущих причин хронической боли и радикулопатии у пожилых людей. Распространенность данного состояния увеличивается с возрастом и приводит к грубому нарушению функционального статуса и снижению качества жизни этих пациентов [73, 152].

Первоначальная концепция спинального стеноза была разработана в 1911 г. Однако только после 1954 г., когда Н. Verbiest [175] изложил клинические и патологические признаки данного состояния, спинальный стеноз можно было адекватно диагностировать. Спинальный стеноз был определен как состояние, включающее любой тип сужения позвоночного канала и межпозвонковых отверстий [141, 152].

Н. Verbiest также принадлежит и первая введенная в практику классификация стенозов на «абсолютный» и «относительный» [176]. В дальнейшем был предложен еще ряд классификация: этиологическая классификация С. С. Arnoldi et al. [116]; патоморфологическая классификация W. H. Kirkaldy-Willis et al. [140]; анатомическая классификация N. Boos и M. Aebi [73]; рентгенологическая классификация С. Schizas et al. [146].

Частота встречаемости рентгенологических признаков сужения позвоночного канала у населения младше 40 лет составляет 4 %, старше 60 лет – более 19 %. В России на дегенеративные заболевания позвоночника приходится до 76 % всех случаев и 72 % дней временной нетрудоспособности в амбулаторно-поликлинической сети, а в неврологических стационарах – 56 % и 48 % соответственно [23, 33, 153].

С увеличением средней продолжительности жизни дегенеративный стеноз

поясничного отдела является наиболее распространенным показанием к операции на позвоночнике. Фактически декомпрессивные операции на поясничном отделе являются наиболее часто выполняемым вмешательством в хирургии позвоночника [71, 157].

В. Г. Брюханов и соавт. продемонстрировали, что частота хирургических вмешательств при спинальном стенозе составляет 3–11,5 на 100 тыс. человек в год с увеличением этой частоты за последние 10 лет на 230 %, по данным O. Adogwa et al. [21, 153].

Варианты лечения спинального стеноза включают как хирургическую декомпрессию нервных структур, так и различные виды нехирургического лечения. Консервативная терапия обычно назначается пациентам на начальных стадиях заболевания без выраженного радикулярного синдрома и нейрогенной хромоты и включает симптоматическую лекарственную терапию и блокады, физиотерапию и лечебную физкультуру [23, 132, 153].

Исходя из результатов ряда высокоуровневых исследований, неоднократно было показано, что хирургическая декомпрессия позвоночного канала при дегенеративном стенозе более эффективна и у отдельных пациентов превосходит консервативную терапию [164, 166].

Данные многоцентрового рандомизированного исследования SPORT (Spine Patient Outcomes Research Trial) продемонстрировали лучшие результаты у группы пациентов, перенесших хирургическое лечение, в сравнении с пациентами из группы консервативной терапии [165].

Первая успешная ламинэктомия была проведена A. G. Smith в 1828 г. и впоследствии стала повсеместно применяться для хирургического лечения поясничного стеноза. Хотя данный метод лечения позволял достигнуть максимальной декомпрессии нервных структур в позвоночном канале и фораминальных отверстиях, хорошие или отличные исходы хирургического лечения отмечались только у 64 % оперированных пациентов [152, 158, 162].

Отрицательные результаты хирургического лечения были связаны с существенными минусами данного метода – травматизацией паравертебральных

мышц, связочного аппарата, периодически капсул фасеточных суставов и формированием вторичной нестабильности с развитием постламинэктомического синдрома, а также с высокой частотой реопераций и необходимостью последующей стабилизации ПДС, особенно у пациентов с сопутствующим спондилолистезом [125, 126, 152, 158].

Для минимизации отрицательных исходов была предложена минимально инвазивная ламинэктомия, которая позволила достичь схожих результатов лечения, существенно сократив время операции, кровопотерю и длительность госпитализации, а также снизить риск развития нестабильности и инфекционных осложнений [128].

Впоследствии было описано огромное множество техник хирургического лечения поясничного стеноза – микрогемиламинотомия, интерламинарная микродекомпрессия, межсегментная микродекомпрессия, микроламинопластика, сегментарная микросубламинопластика, а также множество вариантов декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств [158].

Несмотря на все многообразие методов хирургического лечения, единого консенсуса по выбору оптимального метода до сих пор нет. Исследование SLIP (Spinal Laminectomy versus Instrumented Pedicle Screw) продемонстрировало лучшие результаты у пациентов, перенесших декомпрессивно-стабилизирующие операции при дегенеративном спондилолистезе с поясничным стенозом, по сравнению с пациентами, которым была выполнена только декомпрессия нервных структур, по данным 4-летнего катамнеза [107].

В противовес этим данным, исследование SSSS (Swedish Spinal Stenosis Study) не выявило преимуществ декомпрессивно-стабилизирующих операций в сравнении с сопоставимой группой пациентов, которым была проведена только декомпрессия через 2 года и 5 лет после операции [59]. Следует отметить, что в вышеуказанных исследованиях в качестве метода декомпрессии использовалась традиционная ламинэктомия.

Технологические достижения минимально инвазивной хирургии позвоночника обеспечили альтернативные стратегии лечения пациентов

с надежной эффективностью по сравнению с традиционными открытыми декомпрессиями с установкой стабилизирующих конструкций или без стабилизации [128].

Так, метаанализ К. Schöller, проведенный в 2016 г., показал, что у пациентов с поясничным стенозом и дегенеративным спондилолистезом, подвергшихся минимально инвазивной ламинэктомии, наблюдалось значительное снижение прогрессирования спондилолистеза и улучшение клинических результатов на основе визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) и опросника качества жизни EQ-5D-3L по сравнению с традиционной открытой ламинэктомией [123].

С учетом богатого арсенала хирургических методов для лечения одного и того же дегенеративного процесса возможно использовать несколько разных подходов, что ставит проблему выбора оптимального метода лечения еще острее [34].

В последние годы минимально инвазивная хирургия позвоночника становится более привлекательной альтернативой открытой хирургии из-за сочетания технологических достижений и стремления снизить объем повреждения мягких тканей, риск осложнений и время восстановления пациента в послеоперационном периоде [103].

Такие методы лечения, как унилатеральная ламинотомия с билатеральной декомпрессией позвоночного канала (минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия), минимально инвазивный трансфораминальный межтеловой спондилодез (MI-TLIF, *minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion*) и эндоскопическая декомпрессия позвоночного канала, стали активно и повсеместно использоваться в хирургии [150, 163].

Многообразие методов хирургического лечения дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника и число публикаций на данную тему постоянно растет, что вызывает повышенную дискуссионность данного вопроса [24].

Хотя технологии минимально инвазивной хирургии позвоночника нашли всеобщее признание как среди специалистов, так и среди пациентов, которые хотят получить лечение, минимально нарушающее их привычный образ жизни, существуют значительные разногласия на предмет выбора наиболее эффективного

метода лечения [150].

Неоспоримым является факт, что минимально инвазивные методы связаны с меньшим процентом послеоперационных осложнений, меньшим потреблением опиоидных препаратов, меньшей длительностью пребывания в стационаре и ранним возвращением к трудовой деятельности и социальной реинтеграции [135, 142].

По сравнению с традиционными открытыми методами, применение минимально инвазивных методов связано с более высоким одобрением со стороны пациентов в связи с меньшим количеством анестезиологических осложнений и низкой подверженностью пациентов ятрогенными рискам, включая хирургические осложнения, некорректное назначение лекарственных препаратов и нозокомиальные инфекции [150].

Результаты опросов, проведённых С. Weber et al. в 2017 г. среди норвежских спинальных хирургов и К. U. Lewandrowski et al. в 2020 г. – среди мирового хирургического сообщества, показали существенный рост интереса и повсеместного использования минимально инвазивных методов лечения, среди которых доминирующие позиции занимают унилатеральная ламинотомия с билатеральной декомпрессией, минимально инвазивный трансфораминальный межтеловой спондилодез и интраламинарная/трансфораминальная эндоскопическая декомпрессия позвоночного канала [150, 163].

1.2.1 Минимально инвазивный трансфораминальный межтеловой спондилодез

Декомпрессия нервных структур является конечной целью всех операций при стенозах позвоночного канала, независимо от уровня позвоночного столба. Для решения вопросов ятрогенной нестабильности позвоночно-двигательного сегмента, возникающей вследствие выполнения ламинэктомии, было предложено дополнять декомпрессивный этап операции стабилизацией данного сегмента [5].

Показаниями к выполнению данных операций при поясничном стенозе являются нестабильность двигательного сегмента, рецидивирующий

симптоматический стеноз, прогрессирующая деформации позвоночника, а также наличие сопутствующего спондилолистеза [64, 88].

Традиционным методом лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала считается ламинэктомия с последующей стабилизацией сегмента [39, 80, 111]. Наиболее распространенным методом стабилизации среди спинальных хирургов является межтеловая и транспедикулярная стабилизация из заднего доступа (фиксация на 360°) [13].

Исторически первым методом стабилизации является задний поясничный межтеловой спондилодез (PLIF, posterior lumbar interbody fusion), описанный Н. Н. Briggs и Р. R. Milligan в 1944 г. [74]. Данный метод лечения прошел ряд модификаций и начал пользоваться популярностью только после предложения R. V. Cloward использовать для спондилодеза аутооттрансплантант гребня подвздошной кости (цит. по [20]).

У метода PLIF есть как положительные, так и отрицательные стороны. Среди положительных можно выделить, что это традиционный доступ, известный и комфортный для большинства спинальных хирургов. Данный метод позволяет хорошо визуализировать и декомпримировать нервные структуры с сохранением задних опорных элементов и адекватно восстанавливать высоту оперированного сегмента [115].

Основные проблемы, возникающие после заднего межтелового спондилодеза, были связаны с необходимой степенью ретракции нервных структур при установке импланта, что в свою очередь приводило к высокому риску потенциальной травмы нервного корешка, повреждения твердой мозговой оболочки и последующего развития эпидурального фиброза [115]. Срединный доступ при PLIF сопровождался высокой кровопотерей и некрозом мягких тканей от сдавления ранорасширителями с дальнейшей жировой дегенерацией мышечной ткани и развитием стойкого послеоперационного болевого синдрома [7].

С целью устранения этих минусов J. Harms и H. Rolinger в 1982 г. предложили метод трансфораминального межтелового спондилодеза, который в последние годы стал наиболее популярным среди спинальных хирургов [98].

Данный метод, выполненный односторонним заднебоковым доступом по Wiltse, позволял адекватно визуализировать межпозвонковое отверстие без нарушения структурной целостности паравертебральных мышц и связочного аппарата. Также TLIF был связан с существенно меньшим риском повреждения нервных корешков и твердой мозговой оболочки (ТМО). Следует отметить, что, как и метод заднего спондилодеза, трансфораминальный спондилодез был связан с высокой ятрогенной травматизацией паравертебральных мышц [115].

Метаанализ Q. Zhang et al. показал, что PLIF был связан с более высоким процентом осложнений и длительностью оперативного вмешательства в сравнении с TLIF. Показатели клинического результата, кровопотери, частоты повреждений нервного корешка, неправильного положения импланта, частоты инфекций и частоты спондилодеза были схожи между обеими группами [54].

Несмотря на установленную эффективность PLIF и TLIF, проблема длительной мышечной ретракции и обширной субпериостальной диссекции осталась [78].

Для решения вышеуказанных проблем в 2003 г. был предложен метод минимально инвазивного трансфораминального спондилодеза, который с тех пор набирает популярность [93].

В 2011 г. S. L. Parker et al. провели метаанализ, сравнивающий частоту инфекционных осложнений между группой открытой (TLIF) и минимально инвазивной (MI-TLIF) хирургии [144]. По результатам их исследования частота инфекционных осложнений была существенно ниже в минимально инвазивной группе (соответственно 0,6 % против 4,0 %) [155].

R. H. Wu et al. провели аналогичное исследование, сравнивая частоту спондилодеза и осложнений в аналогичных группах. По результатам их исследования, существенной разницы в частоте спондилодеза выявлено не было (90,9 % – при открытой хирургии, 94,8 % – при минимально инвазивной), однако в группе открытой хирургии процент осложнений был выше (соответственно 12,6 % против 7,5 %) [178]. Схожие результаты в своем исследовании продемонстрировали C. L. Goldstein et al.: в группе MI-TLIF отмечались меньшая

кровопотеря и более низкие показатели индекса определения нетрудоспособности Освестри (ODI, Oswestry Disability Index) [142].

В сравнении с PLIF метод MI-TLIF также продемонстрировал схожие клинические результаты с преимуществами меньшей кровопотери, быстрого регресса послеоперационного болевого синдрома и меньшей длительностью госпитализации [76, 78, 91].

А. О. Imada et al. по результатам систематического сравнения открытых и минимально инвазивных методов лечения поясничного стеноза отметили MI-TLIF как единственный метод, который превосходил свой открытый аналог по параметрам шкал ВАШ и ODI, а также по интраоперационной кровопотере [103].

Следует отметить, что, несмотря на хорошие результаты лечения спинального стеноза с использованием различных методов декомпрессии и стабилизаций, высокий риск развития болезни смежного сегмента, более высокая частота осложнений и реопераций, а также высокая стоимость операций требуют тщательного отбора пациентов для данных методов лечения [67, 84].

1.2.2 Унилатеральная ламинотомия с билатеральной декомпрессией (минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия)

Метод унилатеральной ламинотомии с билатеральной декомпрессией был предложен В. К. Weiner et al. в 1999 г. и активно эволюционировал «рука об руку» с минимально инвазивным хирургическим инструментарием [122, 168].

На Западе данный метод декомпрессии зарекомендовал себя, показав хорошие хирургические результаты, и развивался параллельно с технологией тубулярных ранорасширителей, предложенных К. Т. Foley в 1997 г. В Европе большинство хирургов привыкли к использованию зеркальных ретракторов типа Caspar, но хирургический доступ и оперативный прием по существу идентичны [172].

В 2003 г. Н. М. Mayer et al. описали опыт применения билатеральной декомпрессии через односторонний доступ у 275 пациентов и достаточно точно характеризовали его как декомпрессия «над верхом» (over-the-top) [127].

Суть данного метода лечения сводится к выполнению одностороннего доступа с рассечением грудно-поясничной фасции с субпериостальной диссекцией паравертебральных мышц на клинически доминантной стороне. После установки соответствующего ретрактора выполняются интраламинарный доступ с резекцией краниальной и каудальной полудуг позвонков и медиальная фасетэктомия до границ жёлтой связки. После выполнения флавэктомии осуществляется ипсилатеральная декомпрессия нервного корешка и дурального мешка. Затем операционный стол наклоняется от хирурга, и после резекции основания остистого отростка и внутренних поверхностей контралатеральных полудуг осуществляется декомпрессия контралатерального нервного корешка и дурального мешка [8, 71, 125, 128, 158, 168, 170, 172].

С момента описания унилатеральная ламинотомия с билатеральной декомпрессией получила популярность как среди нейрохирургов, так и среди ортопедов-травматологов как эффективный и безопасный метод хирургического лечения всех типов стенозов, грыж межпозвоночных дисков и синовиальных кист поясничного отдела позвоночника [150, 172].

Достаточно большая доказательная база показывает сходную эффективность метода билатеральной декомпрессии через односторонний доступ в сравнении с традиционной ламинэктомией и билатеральной ламинотомией с существенно меньшей травматизацией мягких тканей, интраоперационной кровопотерей, риском раневых инфекций и послеоперационной нестабильностью [71, 92, 106, 133, 158].

Учитывая, что при данном методе декомпрессия делается билатерально, остается актуальным вопрос выбора стороны хирургического доступа. При неравном болевом синдроме в нижних конечностях доступ проводят со стороны более выраженных симптомов. В случае если пациент не может выделить доминантную сторону, хирургический доступ проводят на основании более грубой компрессии нервных структур по данным предоперационного МРТ или в зависимости от личных предпочтений хирурга.

Некоторые авторы в ряде своих исследований показали, что декомпрессию

контралатеральной стороны удастся выполнить существенно эффективнее, чем ипсилатеральной, ввиду более удобного угла атаки и обзора [56, 83]. M. Alimi et al. показали, что выбор стороны доступа не коррелирует с послеоперационным регрессом болевого синдрома. Соответственно в случае равного болевого синдрома в нижних конечностях выбор стороны доступа не имеет клинического значения [172].

Следует отметить, что был проведен ряд интересных исследований, оценивающих эффективность данного метода лечения у пациентов с разной морфологией позвоночного канала. В 2014 г. W. S. Choi et al. предложили выделять три формы позвоночного канала – круглую, овальную и треугольную. По результатам исследования 144 пациентов, авторы заключили, что метод унилатеральной ламинотомии с билатеральной декомпрессией эффективен в случае круглого и овального позвоночного канала и не рекомендован при его треугольной форме [159]. В свою очередь B. Schalto et al., проанализировав результаты лечения 159 пациентов, пришли к выводу, что никакой корреляции между морфологией позвоночного канала и эффективностью ММД нет [156].

Еще одним интересным техническим решением, описанным в литературе, является использованием минимально инвазивной билатеральной декомпрессии при многоуровневом поясничном стенозе методом «слалома» (slalom technique). Суть данного метода сводится к достижению многоуровневой двусторонней декомпрессии позвоночного канала через отдельные односторонние микрохирургические доступы. Это позволяет «сбалансировать» травматизацию мягких тканей в сравнении с расширенным односторонним доступом (кожа, мышцы, фасеточные суставы и дуги позвонков) с равными показателями эффективности декомпрессии [120].

Осложнения при минимально инвазивной билатеральной декомпрессии встречаются достаточно редко. Типичным осложнением является дуротомия с истечением спинномозговой жидкости, что может представлять сложность для хирурга, учитывая узкое рабочее пространство. Если отсутствует выпячивание нервных корешков в место разрыва твердой мозговой оболочки, возможно ушить дефект, укрепив его фибриновыми клеями. В случае пролоббирования корешков

следует спустить спинномозговую жидкость и заправить корешки обратно, после чего ушить дефект и произвести пластику клеевой композицией и материалом Тахокомб [128].

Достаточно редким, но опасным осложнением являются эпидуральные гематомы. В случае возникновения клинических подозрений данного состояния следует в кратчайшие сроки выполнить декомпрессию нервных структур, что может предотвратить последующий неврологический дефицит [120].

Исходя из данных литературы, метод ММД является перспективным методом лечения пациентов с поясничным стенозом и дегенеративным стабильным спондилолистезом 1-й степени и позволяет достигать оперативных целей с хорошими клиническими результатами и минимальным риском развития послеоперационной нестабильности в сравнении с открытыми методами лечения [62, 128, 152, 158, 168, 170, 172].

Глава 2 Материалы и методы

2.1 Общая характеристика групп пациентов

В исследование включены 196 пациентов, которым было проведено хирургическое лечение по поводу моносегментарного дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

В ходе исследования нами были сформированы две группы пациентов:

I группа – пациенты, которым выполнялась декомпрессия нервных структур с межтеловой трансфораминальной и транспедикулярной стабилизацией межпозвоночного сегмента – 100 (51 %) пациентов;

II группа – пациенты, которым выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия – билатеральная микрохирургическая декомпрессия через односторонний доступ – 96 (49 %) пациентов (Рисунок 2.1).

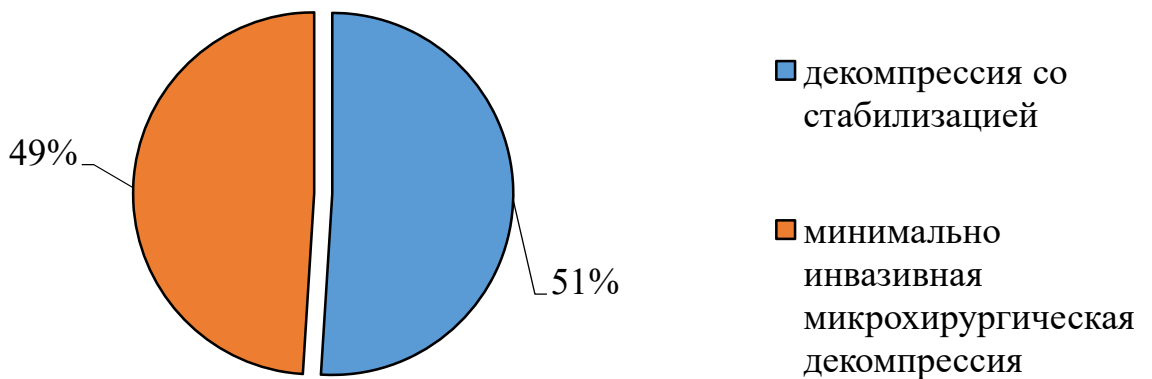


Рисунок 2.1 – Распределение пациентов по виду хирургического вмешательства

В исследование вошли 100 (51 %) мужчин и 96 (49 %) женщин (Рисунок 2.2). Средний возраст наблюдаемых пациентов составил 59,85 года – от 18 до 84 лет.

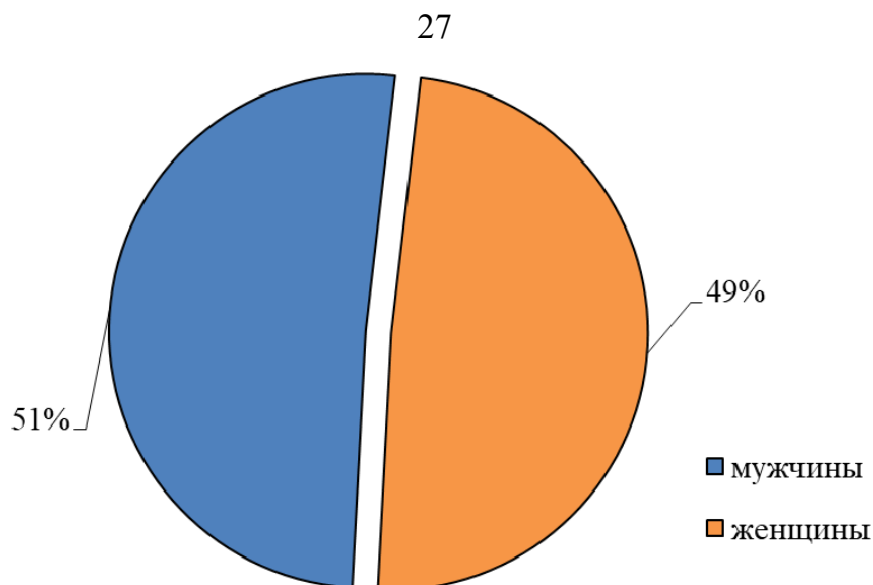


Рисунок 2.2 – Распределение пациентов по полу

Критерии включения и исключения из исследования представлены в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Критерии включения и исключения из исследования

Критерии включения	Критерии исключения
1. Уровень пораженного сегмента – в промежутке L2–S1 позвонков	1. Другой уровень
2. Моносегментарное поражение (одноуровневый стеноз)	2. Поражение позвоночного канала более одного сегмента
3. Длительность симптомов до операции и отсутствие эффекта от консервативного лечения (4–6 нед.)	3. Перенесенные в анамнезе травмы и операции на пояснично-крестцовом отделе позвоночника
4. Стеноз без признаков сегментарной нестабильности (смещение позвонков относительно друг друга – до 4 мм) по результатам функциональных спондилограмм	4. Спондилолистез II–IV степени по X. Мейердингу
5. Наличие катамнеза	5. Отсутствие катамнеза

Нами были отобраны основные признаки, которые характерны для пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника. Клинические признаки пациентов I и II групп представлены в Таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристики и признаки оценки состояния пациентов I и II групп

№	Признаки/симптомы	Результаты (I группа)	Результаты (II группа)
1	Наличие сопутствующих заболеваний	Есть – 78,8 % Нет – 21,2 %	Да – 59,6 % Нет – 40,4 %
2	Длительность заболевания	3,9 года	3,3 года
3	Болевой синдром в спине	Да – 100 % Нет – 0 %	Да – 100 % Нет – 0 %
4	Болевой синдром в ноге/ногах	Да – 100 % Нет – 0 %	Да – 100 % Нет – 0 %
5	Субъективная слабость в ногах	Да – 100 % Нет – 0 %	Да – 97,9 % Нет – 2,1 %
6	Затруднения при ходьбе	Да – 100 % Нет – 0 %	Да – 100 % Нет – 0 %
7	Чувствительные нарушения в ногах	Да – 87,9 % Нет – 12,1 %	Да – 91,5 % Нет – 8,5 %
8	Чувствительные нарушения в аногенитальной зоне	Да – 0 % Нет – 100 %	Да – 0 % Нет – 100 %
9	Парез в ноге/ногах	Да – 66,7 % Нет – 33,3 %	Да – 36,2 % Нет – 63,8 %
10	Нарушение функции тазовых органов	Да – 18,2 % Нет – 81,8 %	Да – 0 % Нет – 100 %
Рентгенологические признаки			
11	Снижение высоты диска	Да – 100 % Нет – 0 %	Да – 100 % Нет – 0 %
12	Нестабильность позвоночного сегмента	Да – 0 % Нет – 100 %	Да – 0 % Нет – 100 %
13	Стеноз позвоночного канала	Да – 100 % Нет – 0 %	Да – 100 % Нет – 0 %
14	Спондилолистез 1-й степени	Да – 39,4 % Нет – 60,6 %	Да – 8,5 % Нет – 91,5 %
15	Сколиоз	Да – 3 % Нет – 97 %	Да – 4,3 % Нет – 95,7 %

По основным характеристикам и признакам оценки состояния пациентов I и II группы не имели отличий между собой. Критерием включения в исследование было наличие у пациента моносегментарного дегенеративного

стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника без признаков нестабильности ПДС.

Показаниями к хирургическому лечению были следующие критерии: длительность симптомов до операции и отсутствие эффекта от консервативного лечения (4–6 недель) [46]. У всех пациентов проводился комплекс диагностического предоперационного обследования и включал анамнез, общеклиническое, неврологическое обследование, рентгенографию пояснично-крестцового отдела позвоночника с функциональными пробами стоя (сгибание/разгибание), МРТ, спиральную компьютерную томографию (СКТ). Клиническое обследование включало осмотр нейрохирурга, невролога, терапевта и других узких специалистов при необходимости. Рентгенография является обязательным методом исследования для выявления спондилолистеза и должна включать в себя обзорный снимок позвоночника в прямой и боковой проекциях в статическом положении пациента, стоя, а также с функциональными пробами: спондилограммой в боковой проекции на сгибание и разгибание, а также во фронтальной плоскости при наклоне вправо и влево. Эти рентгенологические исследования необходимы для определения стабильности/нестабильности ПДС. Спиральная компьютерная томография, помимо оценки степени смещения, применяется для выявления костных аномалий, также для выявления изменений анатомии костных структур ПДС (оссификация задней и передней продольных связок, оценка степени возможного спондилодеза ПДС за счет остеофитов, деформация дугоотростчатых суставов, степень сужения позвоночного канала костными разрастаниями и т. д.). Магнитно-резонансная томография предназначена для определения степени смещения тел позвонков, анатомических изменений мягкотканного связочного аппарата ПДС, степени и класса стеноза (Приложение Б) и компрессии дурального мешка и нервных корешков. Рентгенологическими критериями включения пациентов в исследование стало отсутствие по данным функциональных спондилограмм смещения позвонков относительно друг друга до 4 мм.

Основной и доминирующей жалобой пациентов обеих групп был болевой

синдром в поясничном отделе позвоночника, боли в ноге или в обеих ногах. Также в клинической картине у всех пациентов имело место радикулопатии и синдром нейрогенной перемежающейся хромоты.

При проведении хирургического вмешательства пациентам I группы выполнялась декомпрессия и использовалась методика трансфораминального межтелового спондилодеза с транспедикулярной фиксацией с применением интраоперационного компьютерного томографа (иКТ) и навигационной системы, а у пациентов II группы – минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия с интраоперационным контролем и оценкой выполненной декомпрессии с использованием иКТ. Основными задачами исследования были изучение и проведение сравнительного анализа клинических исходов после декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии.

Уровни хирургического вмешательства пациентов представлены в Таблице 2.3. Наиболее вовлеченным уровнем в нашем исследовании был уровень L4–L5.

Таблица 2.3 – Уровни хирургического вмешательства у пациентов I и II групп

Уровни операции	Количество пациентов I группы		Количество пациентов II группы	
	абс.	%	абс.	%
L2–L3	4	4 %	5	6,3 %
L3–L4	16	16 %	8	8,3 %
L4–L5	62	62 %	62	64,6 %
L5–S1	18	18 %	20	20,8 %

Более детальные характеристики хирургических вмешательств: оценка клинических данных, количество койко-дней, интраоперационная кровопотеря, полученные хирургические осложнения, – и их статистический анализ представлены далее в части Главы 4 и в Приложении Е, посвященных анализу и статистическому анализу исходов хирургического лечения.

2.2 Инструменты оценки клинических исходов

В нашем исследовании использовались контрольные точки для оценки состояния пациентов: до операции; при выписке; через 3 месяца после операции; через 6 месяцев после операции; через 9 месяцев после операции; через 1 год после операции; через 2 года после операции. Оценка исходов проводилась с помощью следующих стандартных шкал:

- визуальная аналоговая шкала;
- опросник Освестри [40, 132];
- шкалирование достижения цели (шкала GAS) [19].

Визуальная аналоговая шкала (Visual Analog scale) применялась для измерения степени боли в поясничном отделе позвоночника и в ногах (Приложение В), функциональный статус оценивался с помощью опросника определение индекса нетрудоспособности Освестри (Oswestry Disability Index) (Приложение Г). В дополнение к традиционным шкалам в своем исследовании мы использовали шкалирование достижения целей (GAS, Goal Attainment Scale) – метод оценки степени достижения пациентом индивидуальных целей лечения (Приложение Д). Данная шкала позволяет хирургу перед выполнением хирургического лечения прогнозировать полученный после операции результат. В последнее десятилетие происходит смена парадигмы оказания медицинской помощи с проблемно-ориентированной на целеполагающую – ориентированную на достижение цели (целей) [24, 48]. Основное отличие шкалы достижения целей от других имеющихся индивидуализированных методов оценки заключается в том, что пациент сам оценивает результат поставленной цели, заполняя пункты и баллы этой шкалы самостоятельно [19]. Шкала достижения целей предназначена для множественных индивидуальных целей и, что самое главное, содержит формулу для вычисления общего стандартного балла. Важными и неоспоримыми преимуществами шкалы достижения целей является:

- мотивация пациента;
- совместная междисциплинарная работа разных специалистов и пациента;
- снижение риска разочарования пациента и его родственников;

- участия и вовлечение пациента в лечебный процесс;
- увеличение удовлетворенности пациента;
- возможность прогнозирование результатов лечения;
- улучшение результатов лечения [19].

Отдаленные исходы хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника оценивались в сроки 12 и 24 месяца, формулировались в соответствии с модифицированными критериями Kawabata (1973):

I класс (хороший исход) – отсутствие жалоб, патологических симптомов и нормальные результаты объективного обследования; значительное улучшение; отсутствие инвалидизирующей дисфункции (незначительные чувствительные нарушения и парез 4-й/5-й степени с улучшением по крайней мере на одну степень).

II класс (плохой исход) – отсутствие положительной динамики (сохраняющиеся жалобы, выраженный неврологический дефицит и атрофия) или ухудшение.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием программ Microsoft Excel (Microsoft Corp., США) и Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США). Статистическая обработка данных проводилась с использованием параметрических (критерии Уилкоксона, корреляция Пирсона) и непараметрических (корреляция Спирмена) методов. Статистически значимыми различия считались при $p < 0,05$.

Глава 3 Методы хирургического лечения стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника

3.1 Декомпрессия нервных структур с межтеловой трансфораминальной и транспедикулярной стабилизацией межпозвоночного сегмента

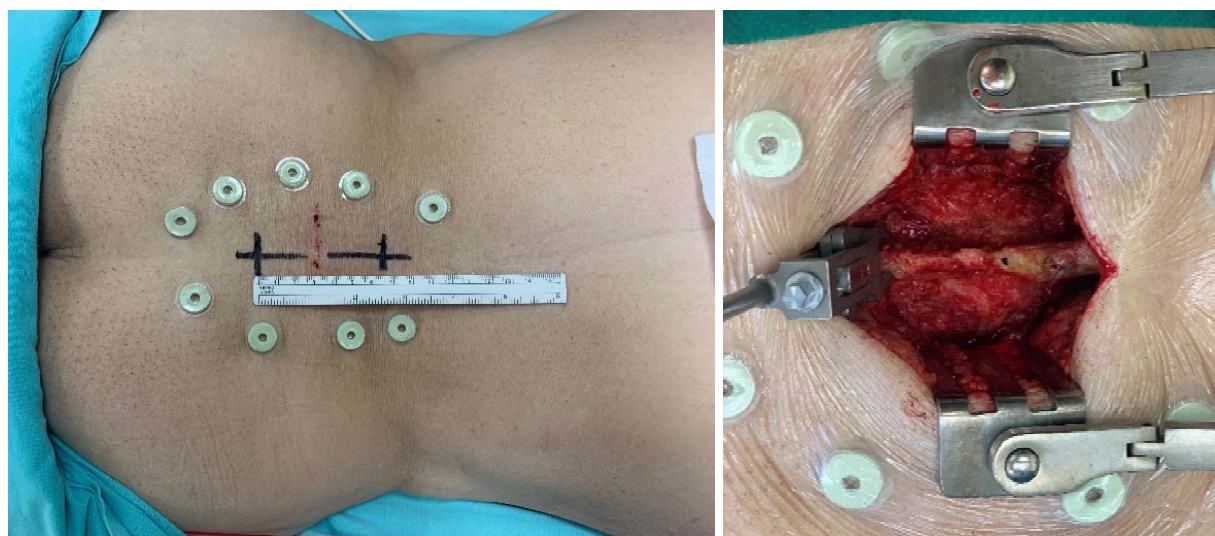
Традиционным способом лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала является ламинэктомия с последующей стабилизацией сегмента [39, 80, 111]. Наиболее распространенным методом стабилизации среди спинальных хирургов является транспедикулярная фиксация с межтеловым спондилодезом из заднего доступа – так называемая ригидная фиксация 360° [27, 62, 102, 133, 160, 174]. В последние годы межтеловая стабилизация с применением технологий трансфораминального межтелового спондилодеза является наиболее приемлемой и безопасной.

У всех пациентов в нашем исследовании в I группе на этапе межтелового спондилодеза применялся трансфораминальный доступ – TLIF.

Пациент получает общий наркоз (внутривенный плюс эндотрахеальный). Укладка пациента – на животе на рентгенпрозрачной раме Wilson. Уровень вмешательства определяется с помощью ИКТ в режиме флюороскопии. Таргетные точки обозначаются путем установки самоклеящихся маркеров (Feducial Markers) с целью последующего выстраивания трехмерной модели зоны оперативного вмешательства и настройки навигационной станции. Выполняется разрез кожи длиной обычно около 6,0–7,0 см. Затем выполняется скелетирование задних структур (дужки позвонков, междужковые промежутки и фасеточные суставы оперируемого ПДС, скелетирование точек ввода транспедикулярных винтов). Устанавливается речный расширитель и за нижележащий остистый отросток крепится референсная рамка (Рисунок 3.1).

Далее с применением интраоперационного микроскопа OPMI Pentero 900 (Carl Zeiss, Германия) выполняются декомпрессивная ламинэктомия, удаление гипертрофированной желтой связки и двухсторонняя фасетэктомия с помощью

высокоскоростного бора (Legend Medtronic, HiLAN XS) и костных кусачек Смита – Керрисона (Smith – Kerrison). Дуральный мешок и корешок отводятся к средней линии. Производится ревизия переднелатеральных отделов позвоночного канала (удаление грыж, кист фасеточных суставов, рубцов, спаек, коагуляция и удаление гипертрофированных эпидуральных вен). Вскрытие фиброзного кольца осуществляется микрохирургическим скальпелем. Удаляется содержимое межпозвонкового диска конхотомами и кюретками и выполняется подготовка промежутка для установки кейджа.

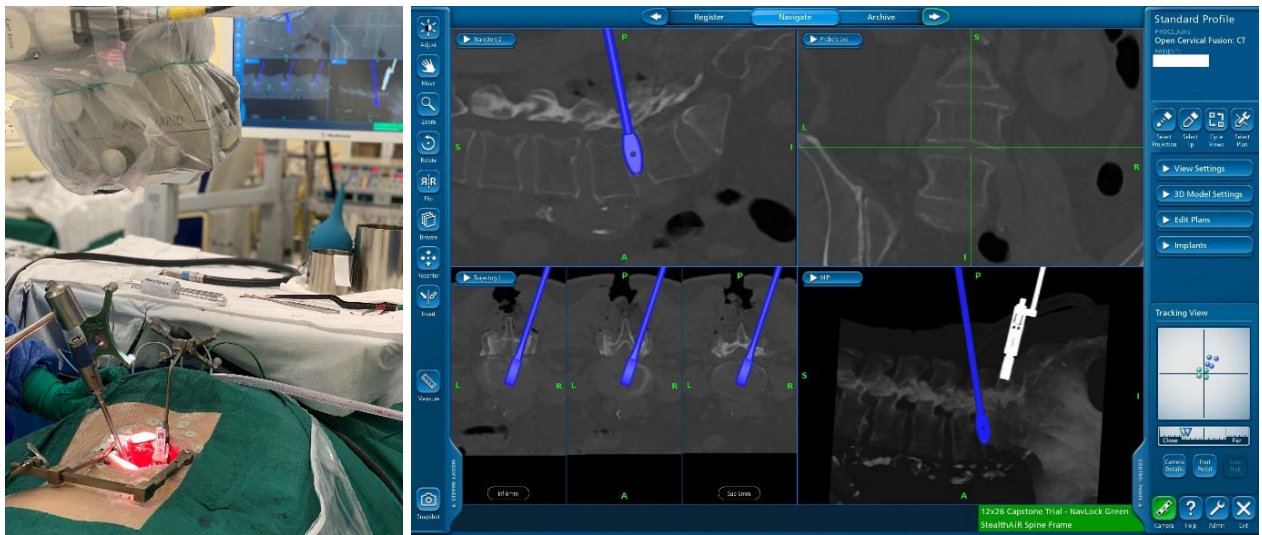


а

б

Рисунок 3.1 – Этапы хирургического доступа: а – предоперационная разметка разреза кожи и мягких тканей, обозначение целевых точек путем установки самоклеящихся маркеров (Feducial Markers); б – скелетирование задних структур оперированного ПДС

В межтеловое пространство устанавливается дисковый дистрактор, и поэтапно осуществляется растяжение межтелового промежутка до достижения оптимальной высоты межтелового промежутка. Далее выполняется интраоперационное КТ-исследование и передача данных на станцию навигации. При помощи пробника по размеру межтелового промежутка с помощью навигационной системы подбирается кейдж (Рисунок 3.2).



а

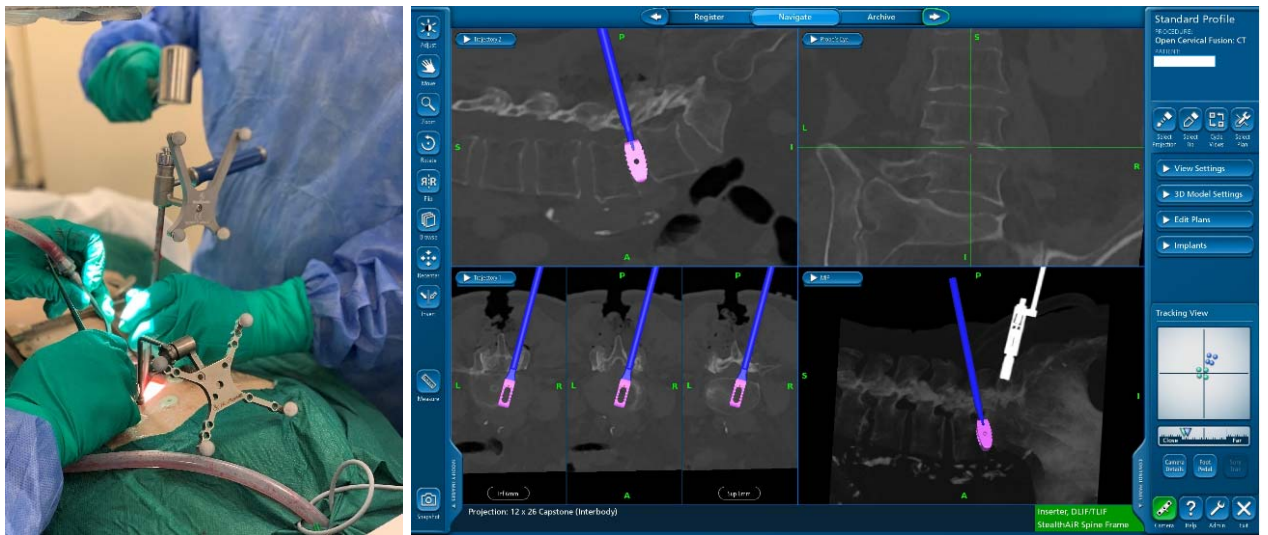
б

Рисунок 3.2 – Подготовительный этап трансфораминальной установки межтелового импланта: а – установка пробника в межтеловой промежуток и определение размера кейджа с помощью навигационной системы; б – интраоперационный контроль положения и размера пробника с помощью навигационной системы

Размер межтелового импланта определялся интраоперационно на основании данных иКТ. Далее с помощью навигации, навигационного инструментария и под контролем микроскопа кейдж вводится в межтеловой промежуток, его положение контролируется в режиме реального времени (Рисунок 3.3). После этого фиксатор для кейджа (инсертер) извлекается.

Мы использовали межтеловые импланты из материала РЕЕК «Capstone» фирмы Medtronic, которые заполняли измельченной костной крошкой, полученной в ходе доступа, или биосинтетической костной пастой «Perbone» (Рисунок 3.4).

Затем выполняется установка транспедикулярных винтов (длина и диаметр вымерялась интраоперационно) навигационным инструментарием под контролем навигационной системы, после завершения которой выполняется контрольное КТ-исследование с 3D-реконструкцией.



а

б

Рисунок 3.3 – Трансфораминальная установка межтелового импланта:
 а – установка кейджа в межтеловой промежуток с помощью навигационной системы; б – интраоперационный контроль положения и размера кейджа с помощью навигационной системы



Рисунок 3.4 – Кейдж, заполненный костной крошкой, фиксирован на инсертере и подготовлен для введения в межтеловой промежуток

Клиническое наблюдение 1

Пациентка Б., 50 лет, с диагнозом: дегенеративный стеноз позвоночного канала на уровне L4–L5 позвонков (Рисунки 3.5, 3.6).

Хирургическое вмешательство проводилось в соответствии с указанным выше алгоритмом. Пациентке выполнен линейный кожный разрез по задней срединной линии в проекции L3–S1 позвонков, субпериостальный доступ к задней опорной колонне на уровне L3–L5 позвонков. За остистый отросток L3 позвонка

фиксирована референсная рамка навигационной системы, и выполнено интраоперационное КТ-исследование в режиме 2D- и 3D-сканирования.

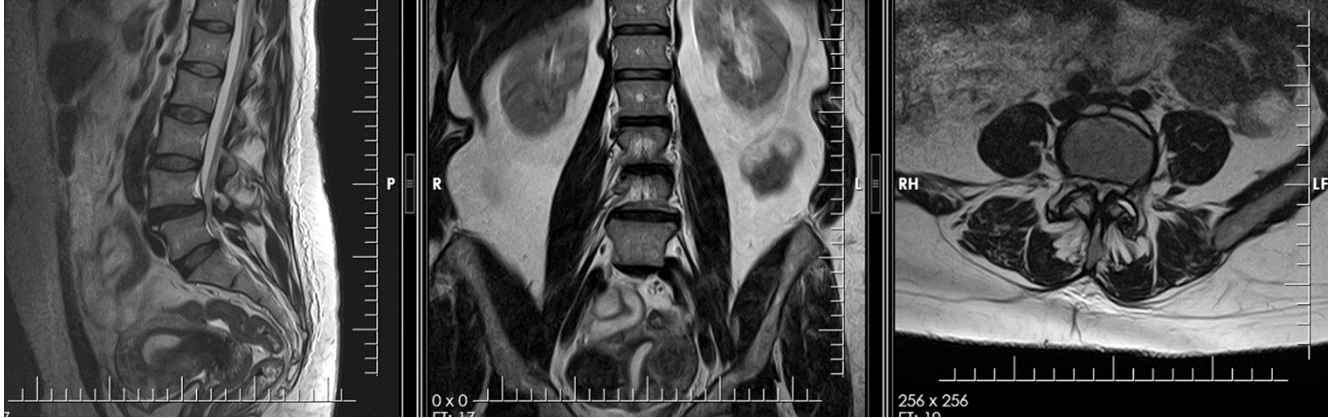


Рисунок 3.5 – Предоперационная МРТ пояснично-крестцового отдела с рентгенологическими признаками дегенеративного стеноза на уровне L4–L5 позвонков

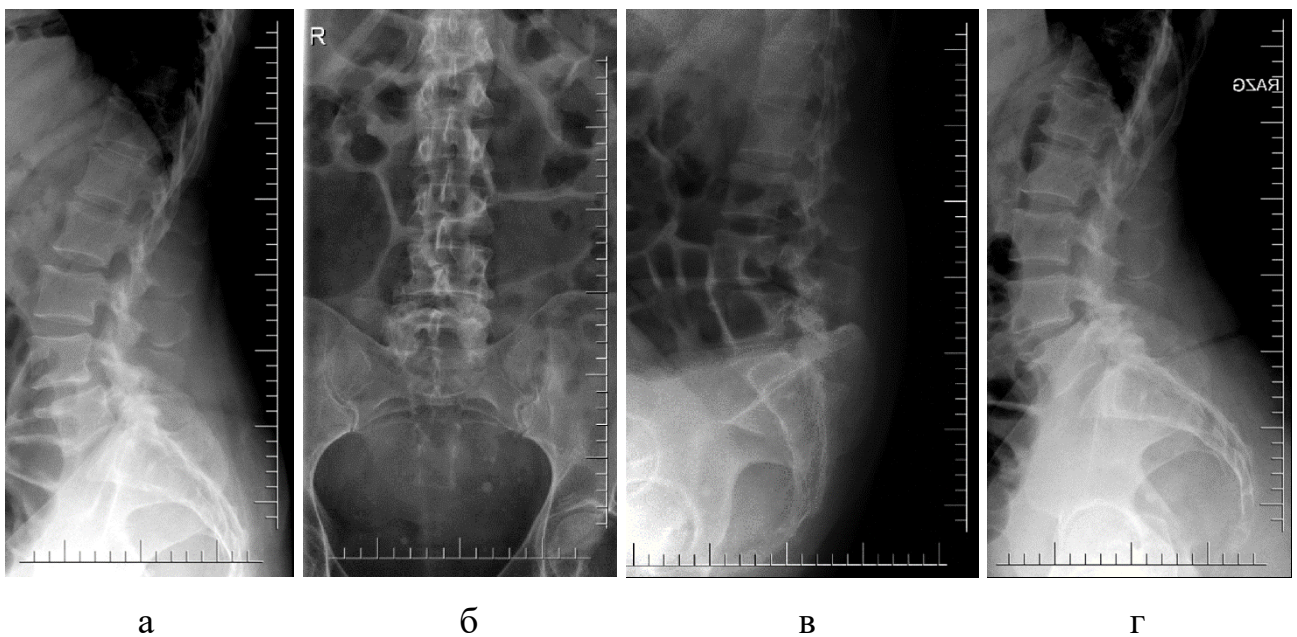
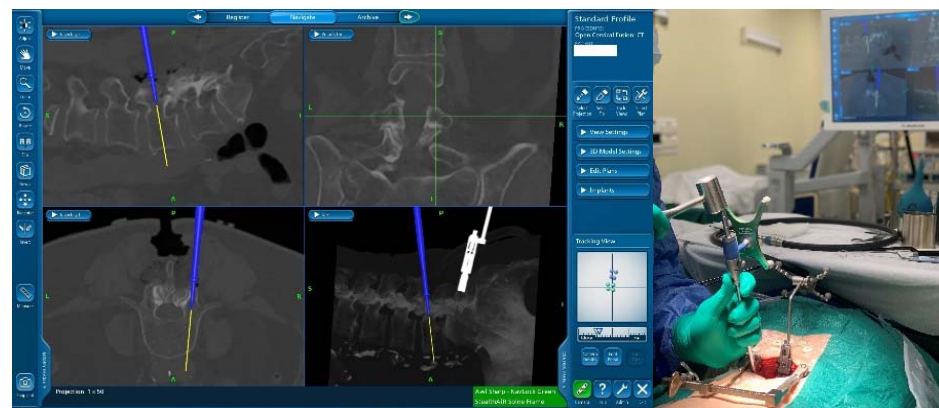


Рисунок 3.6 – Боковая (а) и прямая (б) спондилограммы и функциональные (в – сгибание; г – разгибание) спондилограммы пояснично-крестцового отдела позвоночника: на уровне L4–L5 выявлен стабильный спондилолистез I ст.

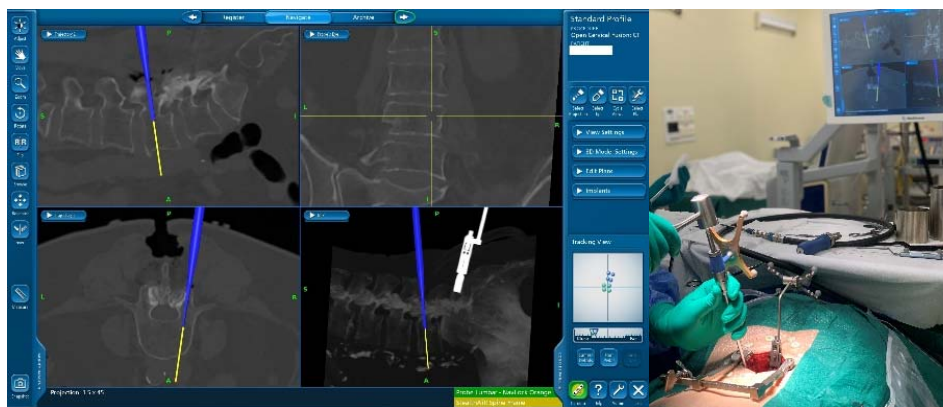
Данные были переданы на станцию, и выполнена навигация хирургических инструментов. Под контролем навигационной системы проведена микрохирургическая декомпрессия нервных структур на уровне L4–L5 позвонков, выполнена межтеловая и транспедикулярная стабилизация сегмента (Рисунок 3.7).



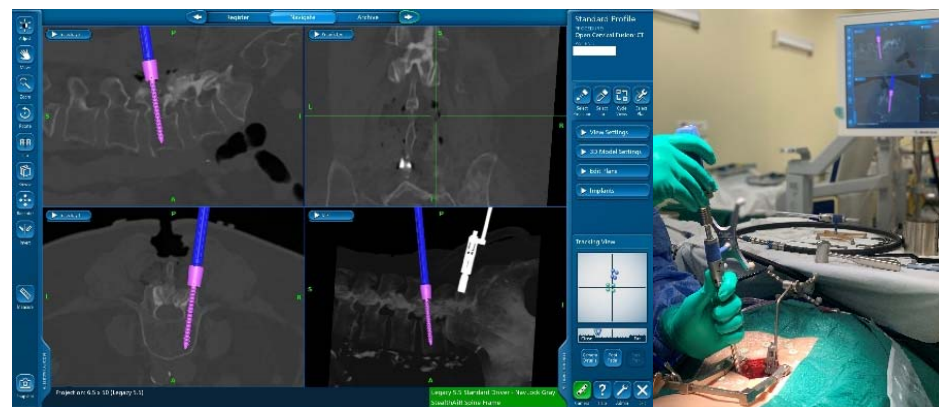
а



б



в



г

Рисунок 3.7 – Интраоперационный поэтапный контроль установки транспедикулярных винтов на уровне L4–L5 позвонков с применением системы навигации: а – выбор оптимальной траектории введения транспедикулярного винта; б, в – формирование костного канала для установки винта; г – установка транспедикулярного винта под навигационным контролем

Результаты интраоперационного КТ-контроля с 3D-реконструкцией правильности установки межтелового импланта и транспедикулярных винтов представлены на Рисунке 3.8.

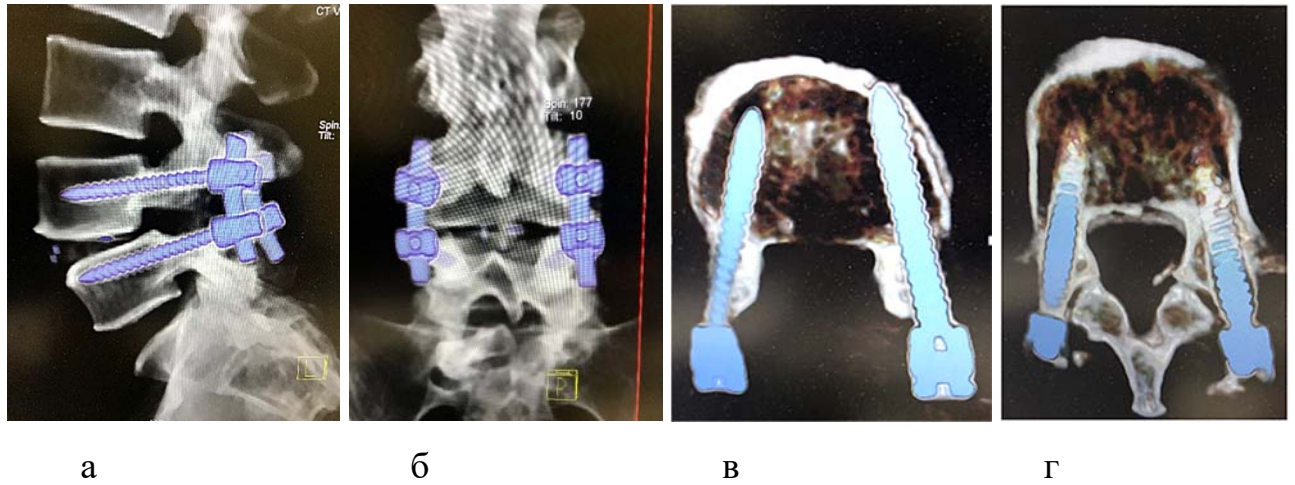


Рисунок 3.8 – Интраоперационный КТ-контроль с 3D-реконструкцией правильности установки межтелового импланта и транспедикулярных винтов: а – сагиттальная проекция; б – фронтальная проекция; в, г – аксиальная проекция транспедикулярных винтов в телах L4 и L5 позвонков

Рана ушивается узловыми швами на мышцы, апоневроз, подкожную клетчатку. При несостоятельном гемостазе устанавливается активный субапоневротический дренаж. Накладывается внутрикожный шов на кожу. Вид послеоперационной раны на первые сутки после операции представлен на Рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – Вид послеоперационной раны на первые сутки после операции перед удалением дренажа

3.2 Минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия

Одной из главных тенденций современной хирургии является максимально эффективная и радикальная операция при минимальном травматическом воздействии. Следуя этим принципам, S. Young et al. [180] разработали и описали в 1988 г. моностороннюю фораминотомию для билатеральной микродекомпрессии при стенозе позвоночного канала. Этот доступ был модифицирован в 1991 г. J. A. McCulloch et al. [121] и описан как микрохирургическая фенестрация.

В 2003 г. Н. М. Mayer et al. описали опыт применения двусторонней декомпрессии через односторонний билатеральный «over the top» доступ (минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия) у 275 пациентов [127]. Данная методика внедрена в практику ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России.

Вмешательство осуществляется под эндотрахеальным наркозом. Пациент располагается на раме Wilson на животе. С помощью электронно-оптического преобразователя определяется уровень хирургического лечения. Середина разреза кожи находилась точно над уровнем соответствующего межпозвонкового диска, длина разреза в среднем составила 2,0–2,5 см (Рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Разрез кожи и мягких тканей при ММД (Приложение Е)

С помощью монополярного коагулятора выполнялся разрез апоневроза по средней линии, скелетирование мягких тканей от остистого отростка и дужки с одной (доминирующей по симптомам) стороны, через который устанавливается тубусный расширитель (Рисунок 3.11).



а

б

Рисунок 3.11 – Установка тубусного ранорасширителя: а – вид ранорасширителя с мягкими тканями; б – вид ранорасширителя с проецированием на костные структуры, без мягких тканей (Приложение Е)

Мы использовали ранорасширители Caspar (Aescular, Германия) и MAST Quadrant (Medtronic, США) (Рисунок 3.12).



а

б

Рисунок 3.12 – Вид ранорасширителей: а – ранорасширитель Caspar; б – ранорасширитель MAST Quadrant

Выполнение микрохирургической декомпрессии позвоночного канала осуществляется с помощью интраоперационного микроскопа OPMI Pentero 900 (Carl Zeiss, Германия). Объем костной резекции вышележащей дужки (приблизительно $2/3$ дужки) в краниальном направлении выполняется до области прикрепления желтой связки, а каудально резекция дуги нижележащего позвонка составляет около 2–3 мм, чтобы адекватно обнажить ножку позвонка. Последовательно производится медиальная резекция фасеточного (дугоотростчатого) сустава с удалением гипертрофированной желтой связки. Костная резекция сустава не превышает $1/4$ его части; ориентиром для этого служит адекватное обнажение латеральной области позвоночного канала и нервного корешка (Рисунок 3.13). При наличии синовиальной кисты, грыжи диска и остеофитов производится их удаление.

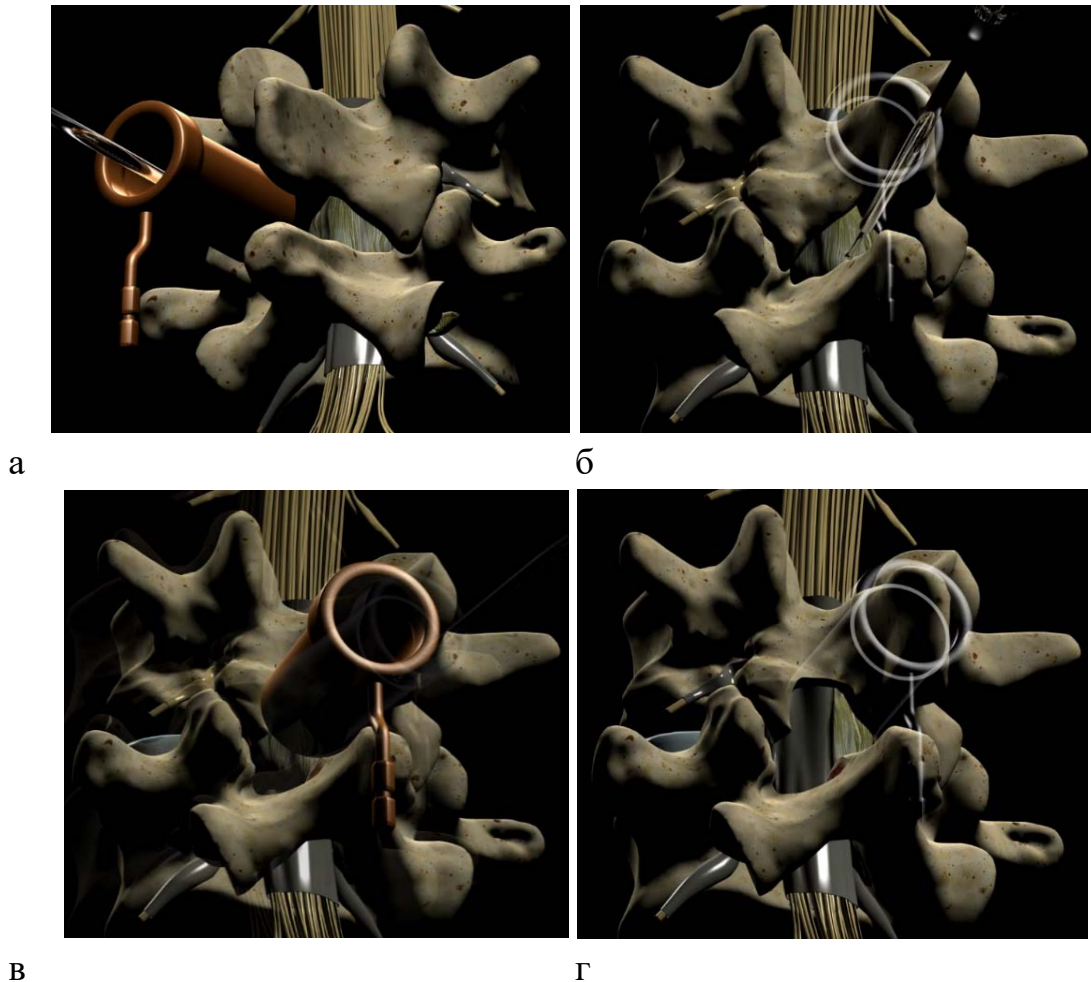


Рисунок 3.13 – Ипсилатеральная декомпрессия: а, б – резекция вышележащей и нижележащей дужки, медиальной части фасеточного сустава и гипертрофированной желтой связки на ипсилатеральной стороне; в, г – окончательный вид после декомпрессии на ипсилатеральной стороне (Приложение Е)

Далее выполняется наклон стола вместе с пациентом в сторону противоположную от хирурга на 15–20°, разворачивается ранорасширитель, меняя таким образом угол хирургической атаки на противоположную сторону для выполнения декомпрессии на контралатеральной стороне. (Рисунок 3.14).

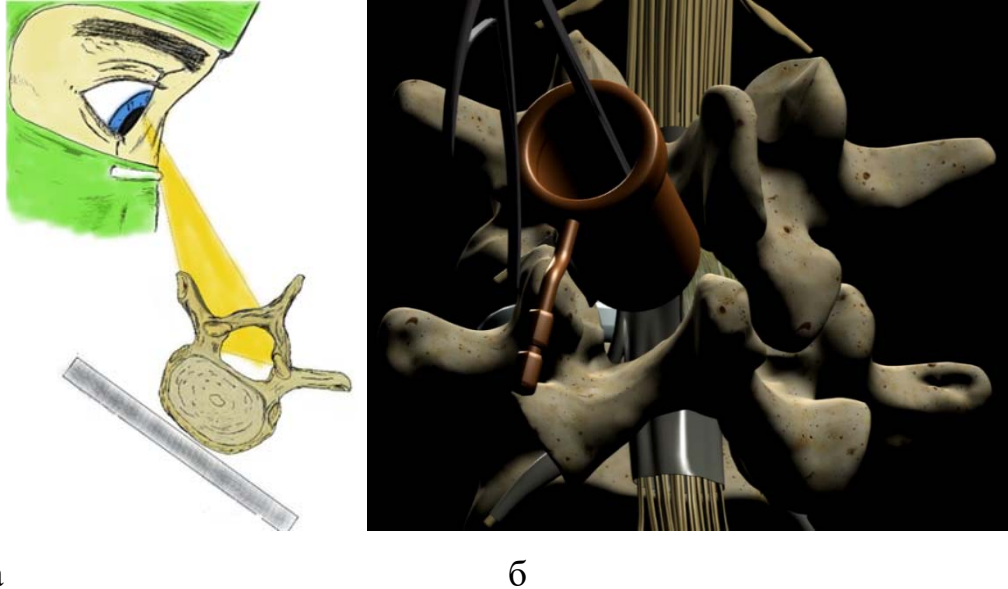


Рисунок 3.14 – Контралатеральная декомпрессия: а – наклон операционного стола для проведения контралатеральной декомпрессии с демонстрацией угла атаки на противоположную сторону позвоночного канала; б – разворот тубусного расширителя в противоположную сторону и демонстрация угла атаки для декомпрессии на контралатеральной стороне (Приложение Е)

Последовательно шаг за шагом с помощью высокоскоростного бора с алмазным наконечником (Legend Medtronic, HiLAN XS) и костными кусачками Смита – Керрисона производится подпиливание и резекция основания остистого отростка с последующим удалением гипертрофированной желтой связки на противоположной стороне. После этого открывается латеральная часть позвоночного канала с контралатеральной стороны, выполняется декомпрессия, удаляется часть гипертрофированного фасеточного сустава и желтой связки на противоположной стороне (Рисунок 3.15).

Декомпрессия латеральных отделов позвоночного канала противоположной стороны и межпозвонкового отверстия достигается при прямом визуальном контроле (Рисунок 3.16).

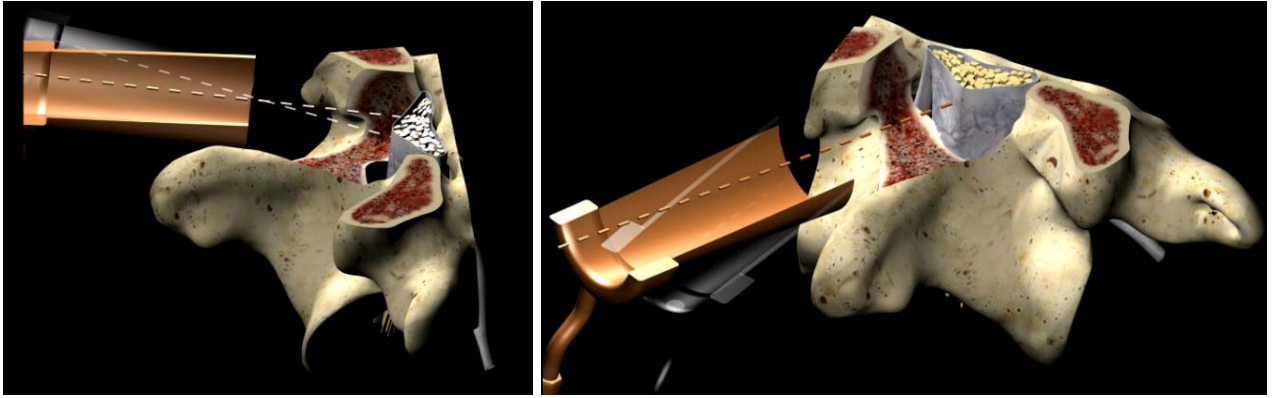


Рисунок 3.15 – Схема минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии на контралатеральной стороне при изменении траектории тубусного расширителя (Приложение Е)

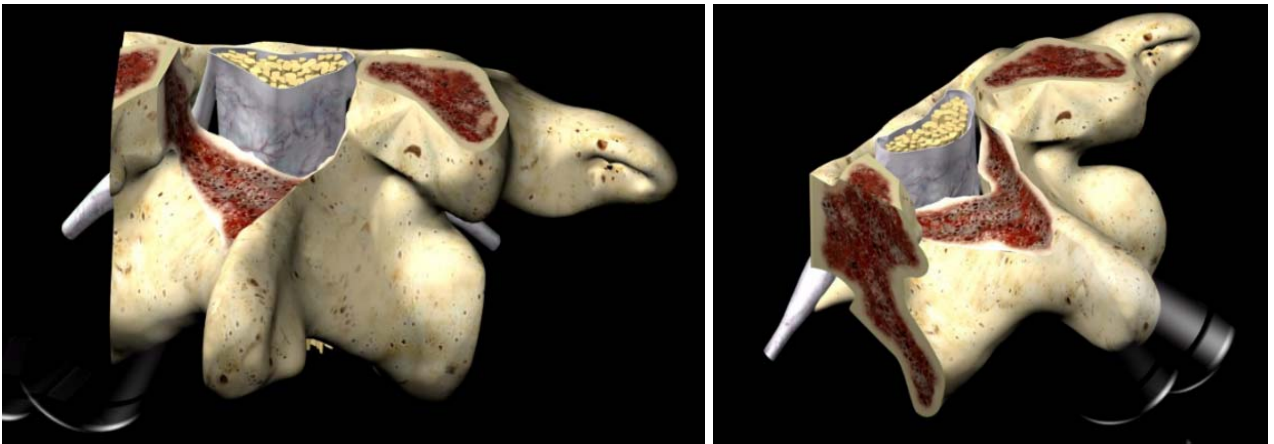


Рисунок 3.16 – Вид позвоночного канала после минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии нервных структур на контралатеральной стороне (Приложение Е)

Для контроля, оценки адекватности и полноты выполненной декомпрессии на контралатеральной стороне производится зондирование противоположного латерального кармана, ножки позвонка и межпозвонкового отверстия с помощью тупого пуговчатого зонда.

Для контрольной оценки декомпрессии выполняется интраоперационная компьютерная томография и в случаях ее недостаточности выполняется симультанная коррекция. Гемостаз осуществляется с помощью биполярной электрокоагуляции, костным воском и 1%-м раствором перекиси водорода, гемостатической губкой. Также из-за плохой визуализации кровотечения из эпидуральных вен на контралатеральной стороне гемостаз затруднен; в таких

случаях применяется гемостатическая матрица «Surgiflo» (Ethicon, США) (Рисунок 3.17).

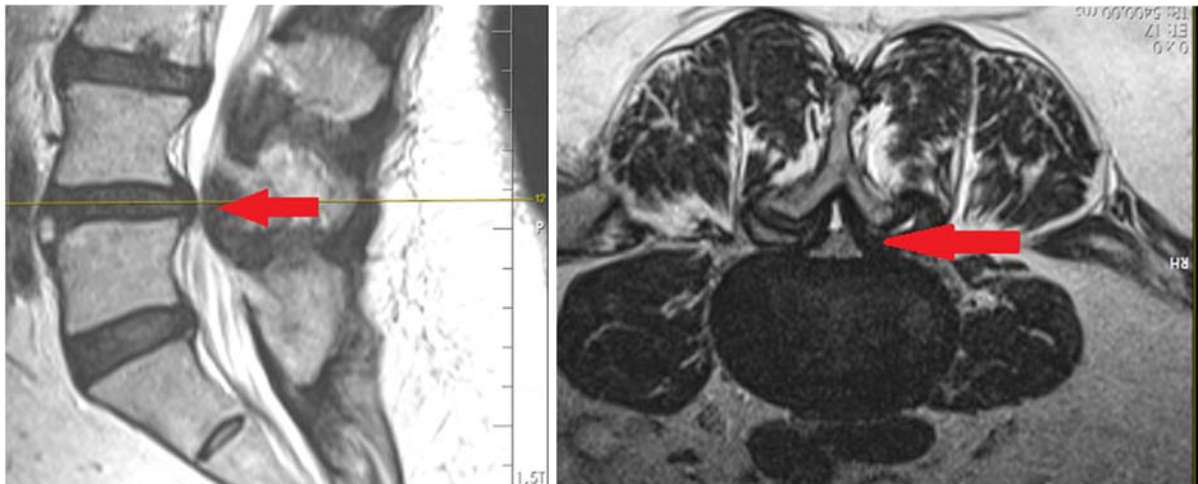


Рисунок 3.17 – Гемостатическая матрица «Surgiflo»

С целью уменьшения послеоперационного болевого синдрома и профилактики развития поясничного эпидурального фиброза обязательно выполняли орошение корешков и дурального мешка раствором лидокаина 2% – 2,0 и дексаметазона 8 мг – 1,0. Выполняли послойное ушивание раны косметическим внутрикожным швом, реже – узловыми швами на кожу.

Клиническое наблюдение 2

Пациентка Ч., 65 лет, с диагнозом: дегенеративный стеноз позвоночного канала на уровне L4–L5 позвонков (Рисунки 3.18, 3.19).



а

б

Рисунок 3.18 – Предоперационная МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника с МР-признаками дегенеративного стеноза позвоночного канала на уровне L4–L5 позвонков: а – сагиттальная проекция; б – аксиальная проекция (красные стрелки указывают на наличие стеноза)

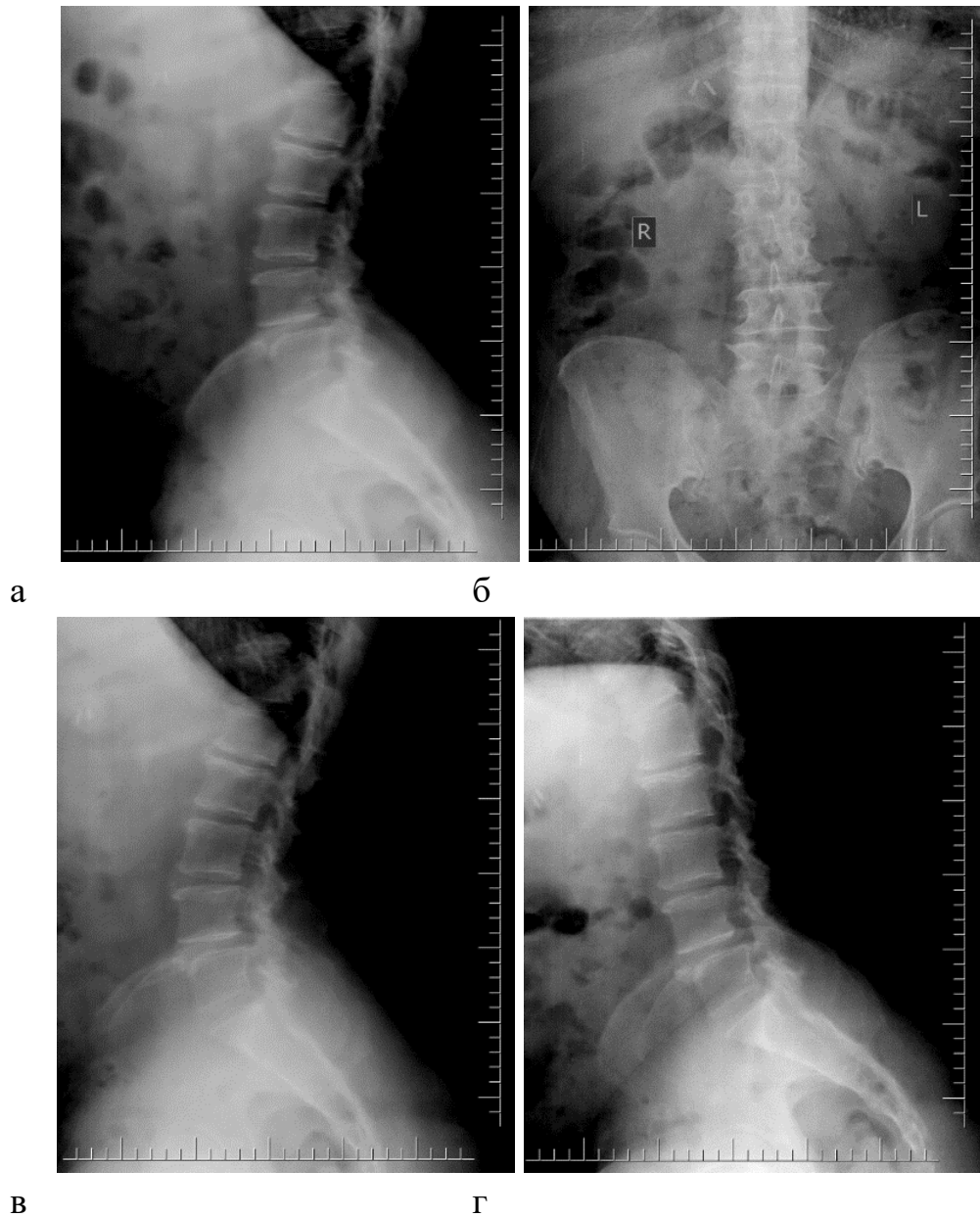


Рисунок 3.19 – Боковая (а) и прямая (б) рентгенограммы и функциональные (в – сгибание, г – разгибание) рентгенограммы пояснично-крестцового отдела позвоночника: на уровне L4–L5 выявлен спондилолистез I ст. без признаков нестабильности

Пациентке проведено хирургическое вмешательство: выполнена минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия на уровне L4–L5 позвонков (Рисунок 3.20).

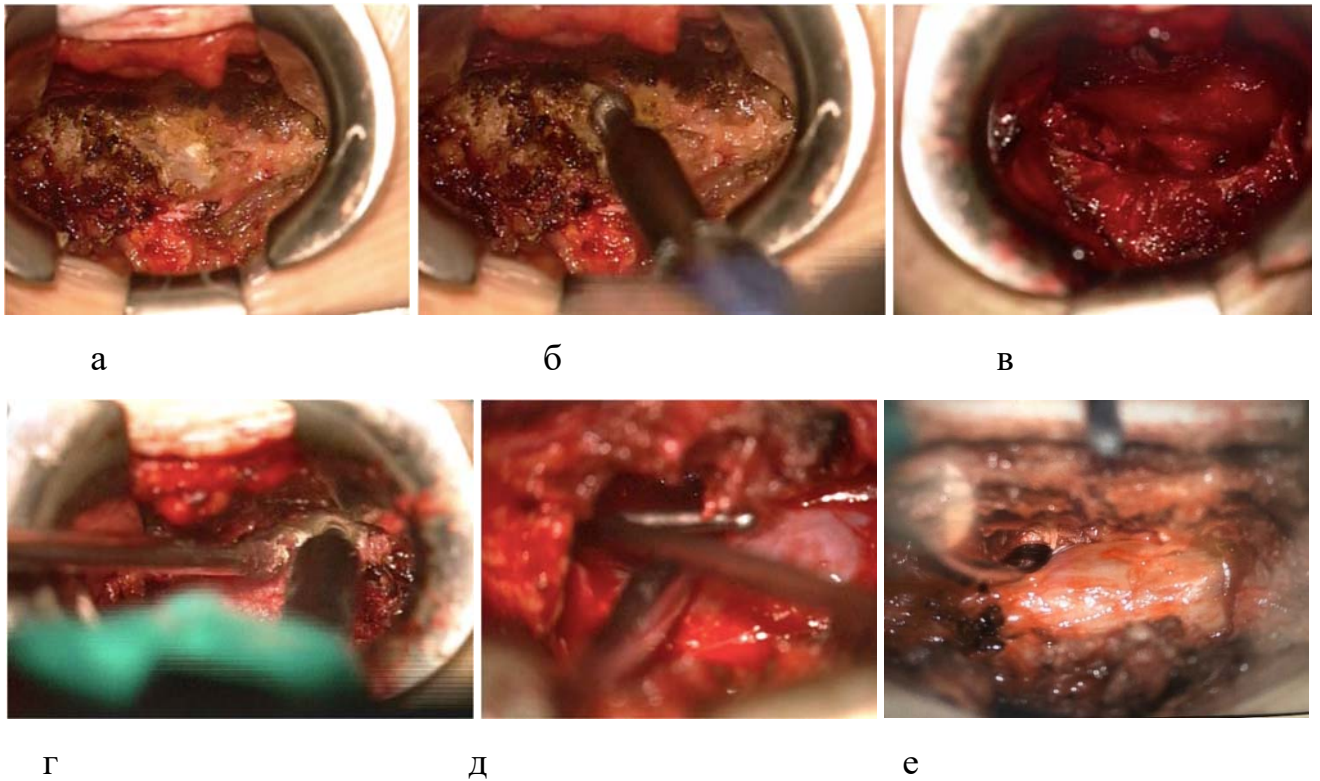
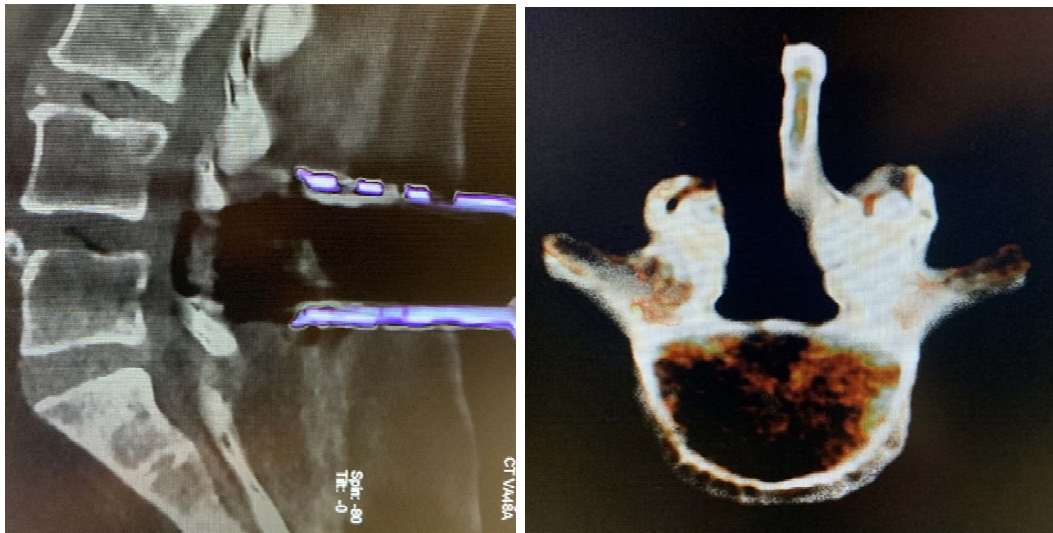


Рисунок 3.20 – Хирургические этапы минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии позвоночного канала на уровне L4–L5 позвонков: а – интраоперационный вид установленного ранорасширителя со скелетированными костными структурами; б, в – резекция выше- и нижележащей душки, медиальной части фасеточного сустава и гипертрофированной желтой связки на ипсилатеральной стороне; г – декомпрессия нервных структур на контралатеральной стороне; д – зондирование контралатеральной стороны, латерального кармана, ножки позвонка и межпозвонкового отверстия с помощью тупого пуговчатого зонда; е – вид декомпримированного дурального мешка после декомпрессии на контралатеральной стороне

Пациентке проведена интраоперационная оценка объема выполненной декомпрессии с применением интраоперационного компьютерного томографа (Рисунок 3.21).

Рана ушивается узловыми швами на апоневроз, подкожную клетчатку. Накладывается внутрикожный шов на кожу. Вид послеоперационной раны на первые сутки после операции представлен на Рисунке 3.22.



а

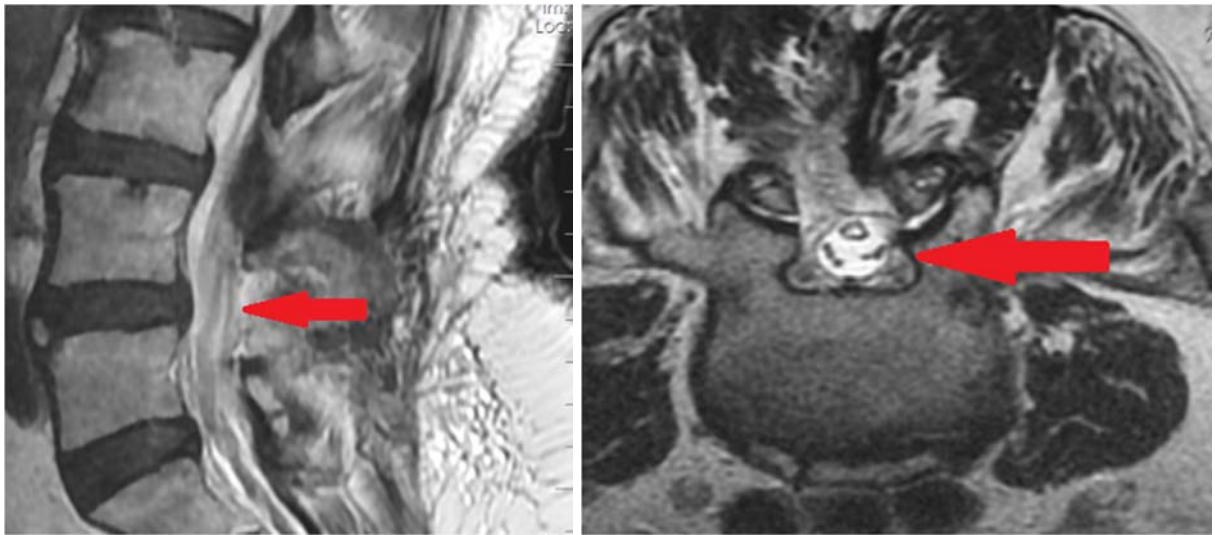
б

Рисунок 3.21 – Минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия позвоночного канала на уровне L4–L5 позвонков. Интраоперационный контроль декомпрессии. а – сагиттальная проекция; б – аксиальная проекция



Рисунок 3.22 – Вид послеоперационной раны на первые сутки после операции

Результаты послеоперационного МРТ-контроля представлены на Рисунке 3.23.



а

б

Рисунок 3.23 – Послеоперационный МРТ-контроль: а – сагиттальная проекция; б – аксиальная проекция; стрелки – отсутствие компрессии дурального мешка и корешков

3.3 Применение интраоперационного компьютерного томографа с навигационной системой в хирургическом лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала

С августа 2013 г. в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко для интраоперационной визуализации применяется конусно-лучевой интраоперационный компьютерный томограф «O-arm» (Medtronic, США).

Для повышения безопасности пациента иКТ «O-arm» используется вместе с навигационной системой навигации Medtronic StealthStation S7 и S8 (Medtronic, Ирландия).

Данная система навигации и интраоперационный компьютерный томограф «O-arm» состоят из четырех компонентов: рабочей станции с монитором, платформы интраоперационной визуализации с подвижным сканирующим модулем (гентри), навигационной станции с камерой и монитора для отображения навигации (Рисунок 3.24).

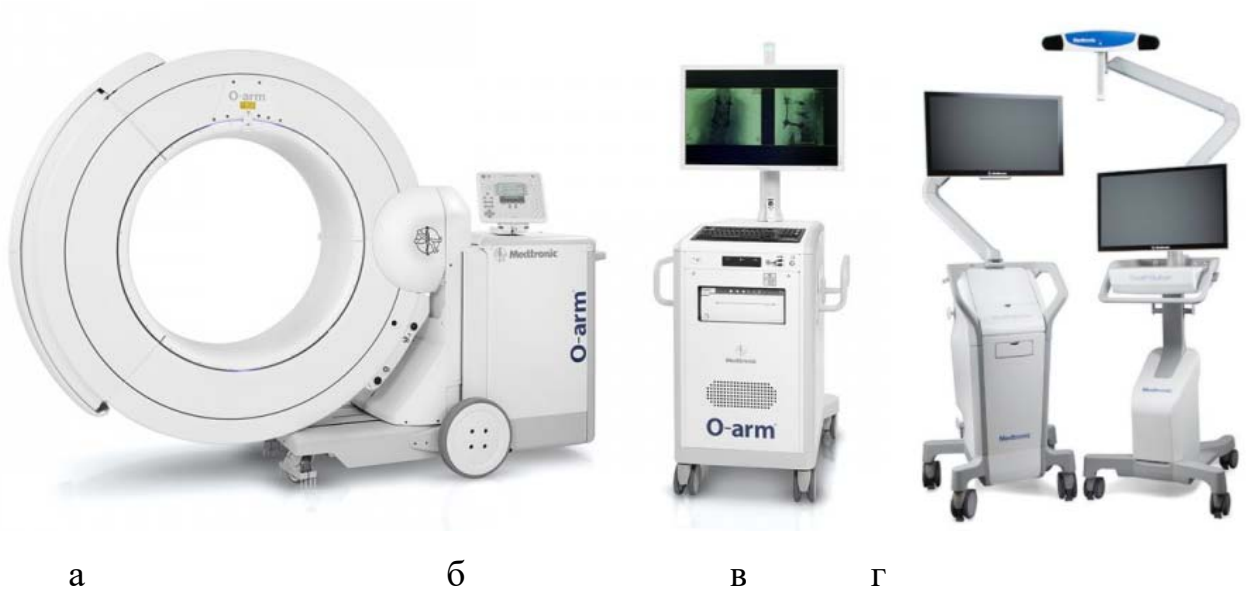


Рисунок 3.24 – Интраоперационный компьютерный томограф «O-arm» и система навигации: а – платформа интраоперационной визуализации с подвижным сканирующим модулем (гентри); б – рабочая станция с монитором; в – монитор для отображения навигации; г – навигационная станция с камерой

Интраоперационный компьютерный томограф «O-arm» без особого труда интегрируется с навигационной станцией. После сканирования исследование автоматически передает данные на навигационную станцию. Данная опция (автоматическая регистрация пациента) исключает необходимость долгой и менее точной процедуры ручной регистрации и позволяет хирургу работать в режиме реального времени с точностью до 0,5 мм. Процесс сканирования и передачи исследования на навигационную станцию занимает меньше минуты.

Мы выработали оптимальное расположение иКТ «O-arm» и системы навигации при хирургических вмешательствах на пояснично-крестцовом отделе позвоночника (Рисунки 3.25, 3.26).

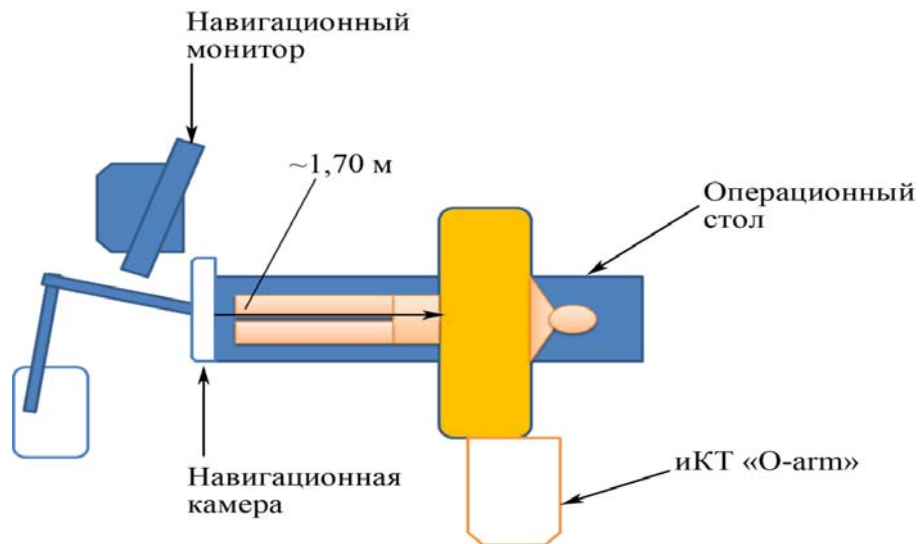


Рисунок 3.25 – Оптимальное расположение оборудования при хирургических вмешательствах на пояснично-крестцовом отделе позвоночника в режиме сканирования: гентри находится в рабочем положении [31]

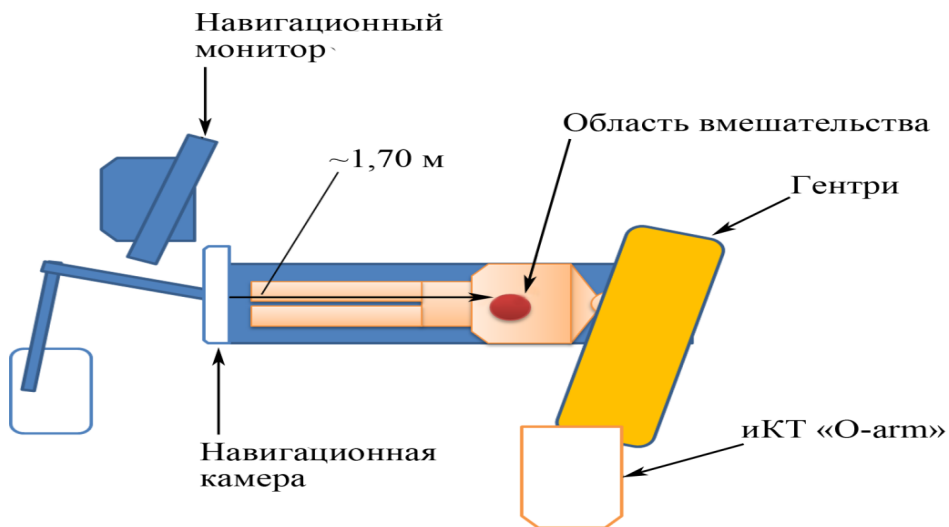


Рисунок 3.26 – Оптимальное расположение оборудования при хирургических вмешательствах на пояснично-крестцовом отделе позвоночника: гентри установлен в парковочное положение [31]

Алгоритм применения иКТ и системы навигации при выполнении трансфораминального межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации позвоночных сегментов представлен на рисунке 3.27.

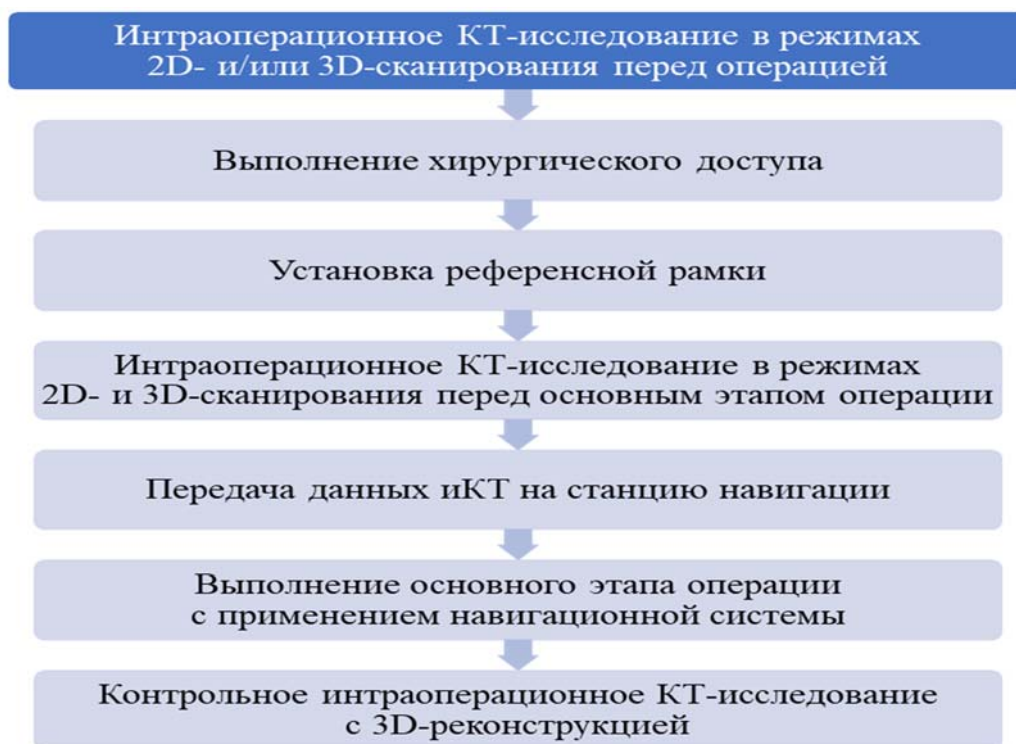


Рисунок 3.27 – Алгоритм применения иКТ и системы навигации при выполнении трансфораминального межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации позвоночных сегментов

В операционной перед хирургическим вмешательством в положении пациента на животе в условиях эндотрахеального наркоза выполняется интраоперационное КТ-исследование в режиме флюороскопии (2D-сканирование) для точности определения зоны хирургического вмешательства. После завершения хирургического доступа осуществляется установка навигационной рамки за остистый отросток нижележащего позвонка и с помощью иКТ «O-arm», помещенного в стерильный чехол, выполняется КТ-исследование в режиме 3D-сканирования (Рисунок 3.28).

Далее производится передача данных КТ-изображений на навигационную станцию и осуществляется этап установки межтелового импланта. Далее осуществляется установка транспедикулярных винтов с использованием специальных навигационных инструментов под контролем навигации, после чего выполняется контрольное КТ-исследование с 3D-реконструкцией с целью контроля положения установленных имплантов и интраоперационной оценки выполненной декомпрессии.



Рисунок 3.28 – Этапы разметки оперируемого ПДС: положение пациентки на операционном столе и предоперационная разметка кожного разреза

С сентября 2017 г. в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко установлен интраоперационный 128-срезовый спиральный компьютерный томограф «SOMATOM Definition Edge» (Siemens, Германия), который совмещается с системой навигации «StealthStation S7» (Medtronic, США) (Рисунок 3.29).



а

б

Рисунок 3.29 – Интраоперационный спиральный компьютерный томограф (а) и система навигации (б)

Для интраоперационной визуализации СКТ может использоваться в двух операционных благодаря особенностям проектирования операционного блока и системе рельсового перемещения – для нужд спинальной и функциональной нейрохирургии (Рисунок 3.30).

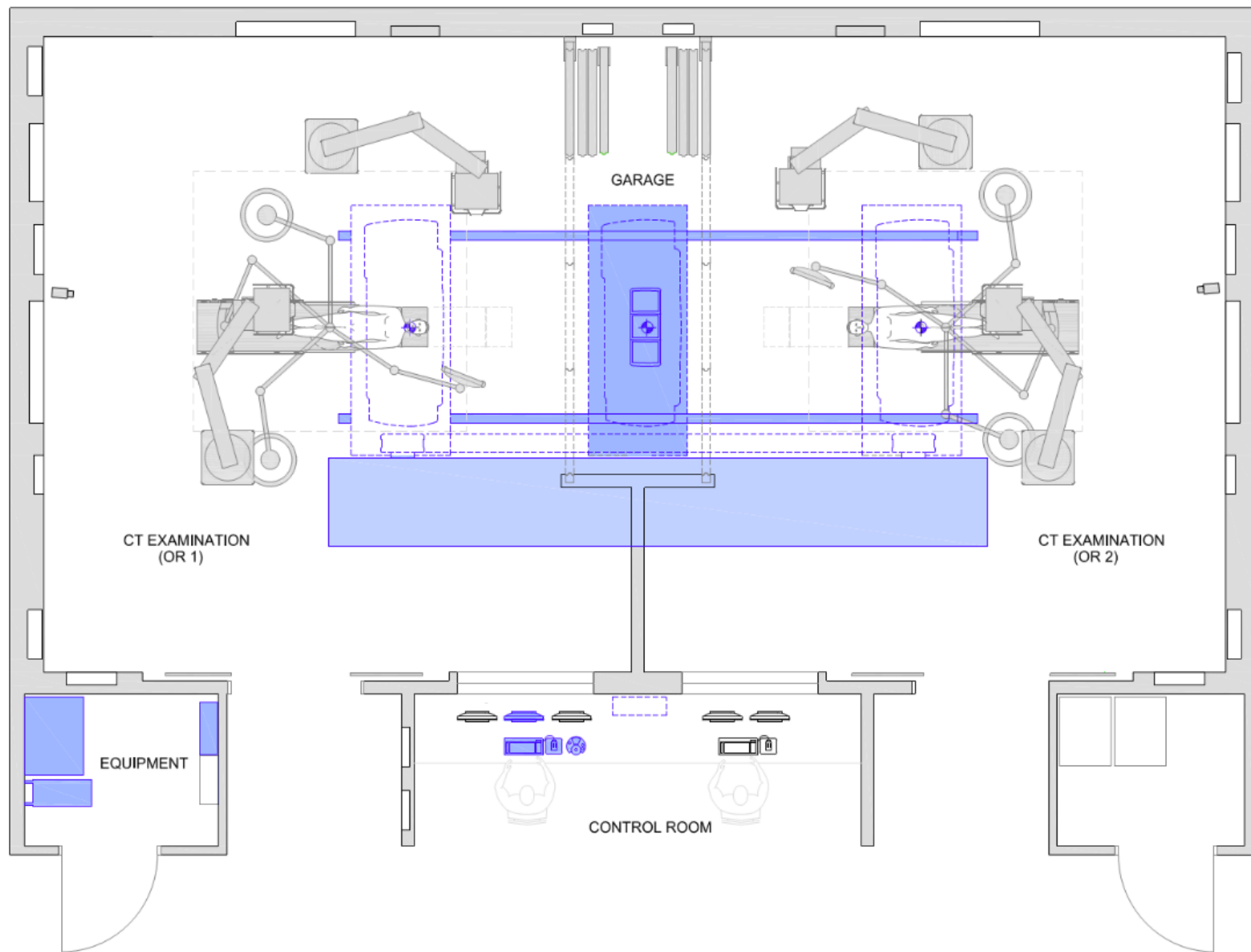


Рисунок 3.30 – План размещения оборудования в двух операционных, оснащенных иКТ с рельсовым гентри

На рисунке 3.31 представлена схема примерного расположения оборудования и персонала во время хирургического вмешательства на позвоночнике или спинном мозге.

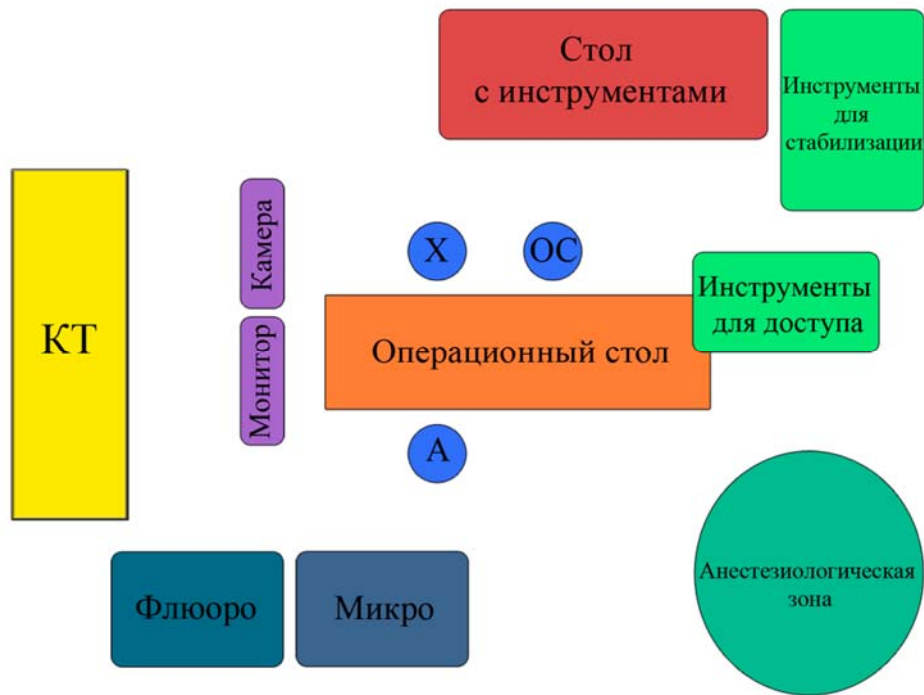


Рисунок 3.31 – План размещения оборудования в спинальной операционной:

Х – хирург; ОС – операционная медсестра; А – анестезиолог

Рисунок 3.32 иллюстрирует положение пациента на операционном столе. Обязательным условием для работы с СКТ является наличие рентгенпрозрачного операционного стола и рентгенпрозрачной рамы Wilson или ее аналога.



Рисунок 3.32 – Положение пациентки на операционном столе и предоперационная разметка кожного разреза

Алгоритм применения СКТ и системы навигации при операции с установкой стабилизирующей системы такой же, как и при использовании конусно-лучевого томографа с навигационной системой.

Перед хирургическим вмешательством в условиях наркоза выполняется интраоперационное КТ-исследование в режиме флюороскопии для определения зоны хирургического вмешательства. После завершения хирургического доступа устанавливается навигационная рамка за остистый отросток нижележащего позвонка. Далее выполняется КТ-исследование в режимах, передача данных на навигационную станцию и осуществляется установка межтеловой и трансепедикулярной стабилизации.

3.4 Послеоперационное ведение пациентов

Послеоперационное ведение пациентов после декомпрессии со стабилизацией (I группа)

Размеры послеоперационных раны в первой группе пациентов обычно составляют 6–7 см. Накладываются узловые швы на мышцы, фасцию, подкожную клетчатку. Кожа зашивается внутрикожным швом, на дно раны через контрапертуру устанавливается активный трубчатый дренаж. В первые 3–5 суток производится 2–3-кратное введение нестероидных противовоспалительных препаратов с дальнейшим переходом на пероральный прием препаратов до 2 раз в сутки; проводятся ежедневные перевязки послеоперационной раны. Удаление активного дренажа осуществляется на 1–3-е сутки.

В раннем послеоперационном периоде, через 3–5 часов после проведенной операции начинается ранняя активизация пациентов – вертикализация в полужестком ортопедическом корсете в первые дни, по необходимости с ходунками, под присмотром и контролем методистов и реабилитологов, а на 5–10-е сутки (в среднем – через 8,2 дня) пациент выписывается из стационара на амбулаторное лечение по месту жительства.

Пациент выписывается из стационара под дальнейшее наблюдение и амбулаторное лечение у невролога, хирурга по месту жительства

с рекомендациями соблюдения лечебно-охранительного и ортопедического режима в течение 2 месяцев (исключение осевых, статических, ротационных и динамических нагрузок на позвоночник), необходимостью носить ортопедический полужесткий корсет в течение 2 месяцев с последующим постепенным отказом от него.

Контрольные точки осмотра – через 3, 6 месяцев, 1 и 2 года. При этом оцениваются клинические данные, при необходимости – результаты СКТ- и МРТ-исследования.

Послеоперационное ведение пациентов после минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии (II группа)

Размеры послеоперационных ран при ММД составляют 2–2,5 см; они зашиваются несколькими узловыми швами на апоневроз и подкожную клетчатку. На кожу накладывается внутрикожный шов. В течение первых 3 суток обычно достаточно 2-кратного внутримышечного введения нестероидных противовоспалительных препаратов; производятся ежедневные перевязки раны.

В раннем послеоперационном периоде через 2–3 часа после операции производится активизация пациента – вертикализация в полужестком ортопедическом корсете. Выписка из стационара происходит обычно на 2–6-е сутки (в среднем – через 4,5 дня) под дальнейшее наблюдение и амбулаторное лечение у невролога, хирурга поликлиники по месту жительства с рекомендациями соблюдения лечебно-охранительного и ортопедического режима в течение 3–4 недель (исключение осевых, статических, ротационных и динамических нагрузок на позвоночник), необходимостью ношения полужесткого ортопедического корсета в течение 4 недель с последующим постепенным отказом от него.

Контрольные точки осмотра – через 3, 6 месяцев, 1 и 2 года. При этом оценивается клинический результат, при необходимости – результаты СКТ- и МРТ-исследований.

Глава 4 Сравнительный анализ исходов

хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и микрохирургической декомпрессией

4.1 Оценка клинических данных

Статистический анализ данных проведен с помощью языка статистического программирования и среды R (версия 3.6.1) в IDE RStudio (версия 1.2.1335). Для обеспечения сопоставимости сравниваемых групп по исследуемым факторам был применен метод псевдорандомизации (PSM, propensity score matching). В качестве конфаундеров были включены такие показатели, как пол, наличие сопутствующих заболеваний, наличие пареза, уровень поражения, длительность заболевания и факт повторной операции. Распределение непрерывных и дискретных количественных переменных в выборке описывали с помощью средних значений, стандартного отклонения, медианы (Me) и квартилей (IQR); категориальные величины описывали в процентном формате. Тестирование статистических гипотез о различии в распределении количественных переменных в независимых выборках проводили с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни. Различия в распределениях категориальных переменных тестировали с помощью критерия χ^2 и точного критерия Фишера.

Для оценки взаимосвязи между исходами и их предикторами проводили многомерный анализ с помощью бинарной логистической регрессии с 300-кратным ресэмплированием и размером обучающей выборки 75 % от исходной. Оценку доверительных интервалов для площади под ROC-кривой (ROC_AUC) выполняли с помощью технологии bootstrap (1000 итераций). Нулевую гипотезу в статистических тестах отклоняли при уровне статистической значимости $p < 0,05$ (Приложение Ж).

Пациентам обеих групп производили декомпрессию моносегментарного дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела

позвоночника. Пациентам I группы была выполнена декомпрессия со стабилизацией с применением технологии трансфораминального межтелового спондилодеза и транспедикулярной фиксации; пациентам II группы выполнялась билатеральная декомпрессия через односторонний доступ над дуральным мешком без стабилизации ПДС (минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия).

При анализе интенсивности болевого синдрома до операции по шкале ВАШ у пациентов обеих групп мы получили следующие данные. В I группе (100 пациентов) интенсивность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника составила 9,0 [9,00; 10,00] ($p = 0,542$), в ногах – 9,0 [9,00; 10,00] ($p = 0,001$). Во II группе (96 пациентов) интенсивность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника составила 9,0 [9,00; 10,00] ($p = 0,542$), в ногах – 9,0 [9,00; 10,00] ($p = 0,001$).

На момент выписки в обеих группах пациентов отмечено статистически значимое уменьшение интенсивности болевого синдрома по ВАШ в поясничном отделе позвоночника и в ногах, сохраняющееся в отдаленном периоде. В раннем послеоперационном периоде у большинства пациентов (в I группе – у 81 %; во II группе – у 95 %) отмечен полный или частичный регресс корешкового болевого синдрома уже в первые часы после операции. Ни у одного из пациентов не отмечено усиления болевого синдрома; сохранялись умеренные боли в области хирургического вмешательства, который был более выраженным в I группе пациентов. В отличие от болевого синдрома, неврологический дефицит регрессировал более длительно, что зависело от степени компрессии и давности заболевания, а также особенностей поражения нервно-сосудистых образований. Оценка послеоперационной динамики болевого синдрома в контрольных точках через 3, 6, 9 месяцев, 1 и 2 года после операции показала стойкое снижение интенсивности боли в ногах в обеих группах пациентов. Во II группе интенсивность боли по ВАШ в спине и ногах в отдаленные сроки наблюдения (более 9 месяцев после операции) была практически в 2 раза ниже ($p < 0,05$) (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Динамика интенсивности болевого синдрома по ВАШ, Ме [IQR]

Группы	До операции	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 9 мес.	Через 1 год	Через 2 года
Интенсивность болевого синдрома в спине						
I группа	9,00 [9,00; 10,00]	3,00 [2,00; 3,00]	2,00 [1,00; 2,00]	1,00 [0,00; 2,00]	1,00 [0,00; 2,00]	1,00 [0,00; 2,00]
II группа	9,00 [9,00; 10,00]	3,00 [2,00; 3,00]	2,00 [1,00; 3,00]	2,00 [1,00; 2,75]	1,00 [0,00; 2,00]	0,00 [0,00; 1,00]
<i>p</i>	0,581	0,966	0,378	0,073	0,831	0,267
Интенсивность болевого синдрома в ногах						
I группа	9,00 [9,00; 10,00]	2,00 [2,00; 3,00]	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]
II группа	9,00 [9,00; 10,00]	2,00 [1,25; 3,00]	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]
<i>p</i>	0,101	0,496	0,314	0,066	0,796	0,940

При анализе оценки дееспособности пациентов по индексу Освестри до хирургического лечения нами были получены следующие данные: в I группе – 35 баллов и более (Ме = 36,00) у 62 %; во II группе – 35 баллов и более (Ме = 34,00) у 31,2 % ($p < 0,001$). Полученные и приведённые выше данные говорят о высоком нарушении дееспособности пациентов до операции.

В раннем послеоперационном периоде (на момент выписки) в обеих группах пациентов отмечено статистически значимое уменьшение нарушений жизнедеятельности перенесших хирургическое лечение пациентов и составило в I группе – 5–14 баллов (Ме = 13,00) у 62 %; во II группе – 5–14 баллов (Ме = 11,50) у 72,9 % ($p = 0,055$).

В отдаленном периоде в контрольных точках наблюдения мы получили постепенное уменьшение индекса нетрудоспособности. Различий в функциональной активности в обеих группах пациентов, оцененных по индексу Освестри, не выявлено ($p < 0,001$) (Таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Динамика индекса Освестри, Ме [IQR]

Группы	До операции	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 9 мес.	Через 1 год	Через 2 года
I группа	35,00 [33,00; 40,00]	13,00 [11,00; 16,00]	9,00 [8,00; 11,00]	8,00 [6,00; 9,00]	6,00 [5,00; 7,00]	6,00 [5,00; 7,00]
II группа	34,00 [33,00; 38,00]	11,00 [10,00; 14,75]	9,00 [7,00; 11,00]	7,00 [5,25; 8,00]	6,00 [4,00; 7,00]	5,00 [4,00; 6,00]
p	0,182	0,336	0,160	0,212	0,059	< 0,001

Анализ отдаленных исходов уровня достижения целей лечения пациентов через 12 и 14 месяцев после операции в обеих группах показал следующие результаты, представленные в Таблице 4.3. Во II группе пациентов, которым выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия был получен лучший результат (достижение цели лечения составило 93,9 %, при 87,9 % в I группе). Цель лечения не была достигнута: в I группе – у 8 (12,12 %) пациентов, во II группе – у 2 (3,03 %).

Таблица 4.3 – Уровень достижения цели лечения в динамике ($p < 0,001$)

Категории пациентов		Группы пациентов	
		I группа	II группа
Достигшие цели лечения	Количество пациентов, <i>n</i> (%)	58 (87,9 %)	62 (93,9 %)
	Средний балл, T	54 ± 3	57 ± 2
Не достигшие цели лечения	Количество пациентов, <i>n</i> (%)	8 (11,2 %)	2 (5,6 %)
	Средний балл, T	45	47 ± 3

При анализе длительности хирургического вмешательства выявлено, что при минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии продолжительность хирургического вмешательства была значительно ниже (в 1,7 раза), что связано с отсутствием необходимости в стабилизирующем этапе операции (который требовался в I группе) и меньшей площадью операционной

раны, и для I группы составила в среднем 160 мин, для II группы – 90 мин (Таблица 4.4; Рисунок 4.1).

Таблица 4.4 – Сравнительная характеристика длительности хирургического вмешательства

Группы пациентов	Длительность операции, мин
I группа	160,00 [155,00; 180,00]
II группа	90,00 [85,00; 105,00]

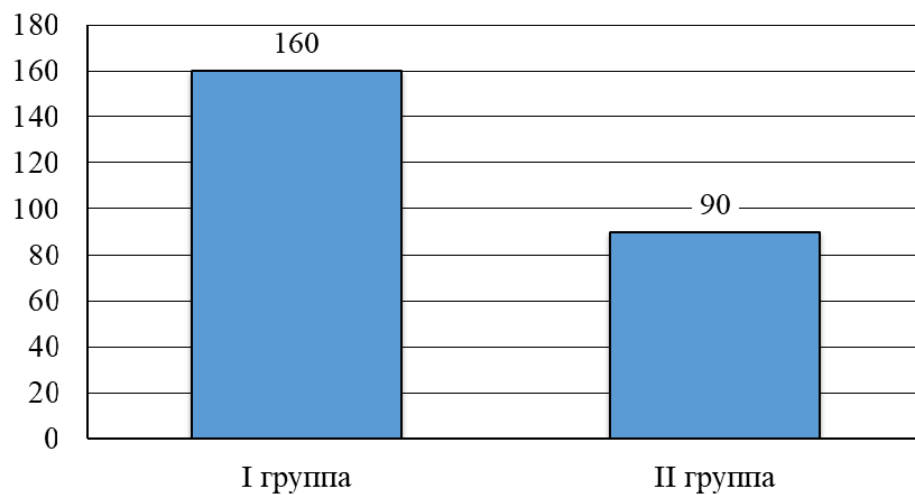


Рисунок 4.1 – Средняя длительность хирургического вмешательства в группах (мин)

Анализ интраоперационной кровопотери также показал статистически значимые различия в группах. Во II группе, при выполнении минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии, объем интраоперационной кровопотери в 87,9 % случаев составил менее 100,0 мл; в 12,1 % случаев – 100–200 мл; ни одного случая кровопотери более 200 мл не выявлено. В среднем объем кровопотери во II группе составил 56,0 мл. В I группе, при декомпрессии со стабилизацией, кровопотеря от 201 до 500 мл зарегистрирована в 50,0 % случаев, 100–200 мл – в 42,4 %, более 500 мл – в 3 %, менее 100 мл – в 4,5 %. В среднем объем кровопотери в I группе составил 234,8 мл (Таблица 4.5, Рисунок 4.2).

Таблица 4.5 – Сравнительная характеристика объема кровопотери

Объем кровопотери	I группа, <i>n</i> (%)	II группа, <i>n</i> (%)
Менее 100 мл	3 (4,5)	58 (87,9)
100–200 мл	28 (42,4)	8 (12,1)
201–500 мл	33 (50,0)	0 (0)
Более 500 мл	2 (3,0)	0 (0)

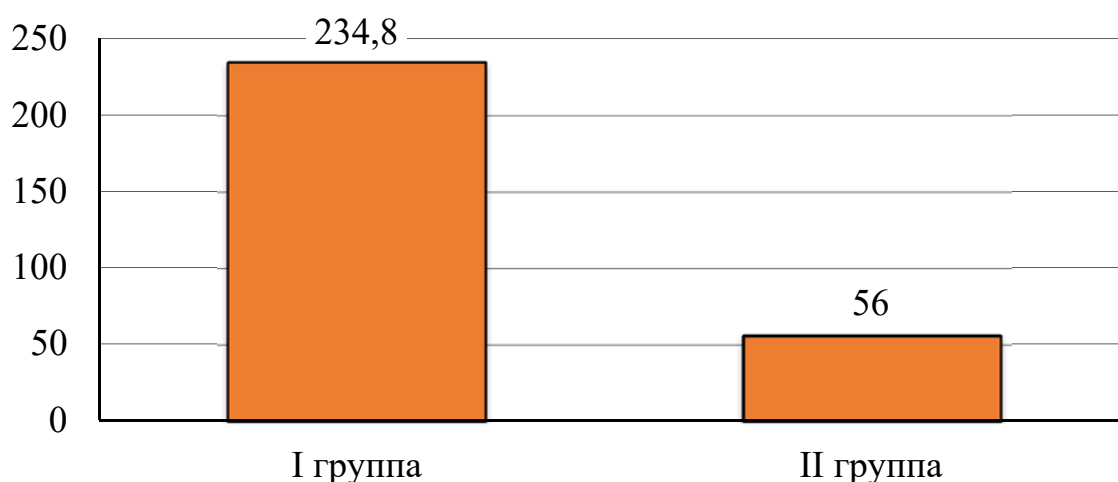


Рисунок 4.2 – Средний объем кровопотери в группах (мл)

Сроки госпитализации в обеих группах пациентов также имели статистически значимые различия. В I группе у 65,2 % пациентов длительность госпитализации составила более 10 дней, у 31,8 % – 5–10 дней, у 3 % – до 5 дней; в среднем – 8,2 дня. Во II группе длительность госпитализации у 47,0 % составила до 5 дней, у 43,9 % – 5–10 дней, у 9,1 % – более 10 дней; в среднем – 4,5 дня ($p < 0,001$) (Таблица 4.6, Рисунок 4.3).

Таблица 4.6 – Сравнительная характеристика сроков госпитализации

Сроки госпитализации	I группа, <i>n</i> (%)	II группа, <i>n</i> (%)
До 5 дней	2 (3,0)	31 (47,0)
5–10 дней	21 (31,8)	29 (43,9)
Более 10 дней	43 (65,2)	6 (9,1)

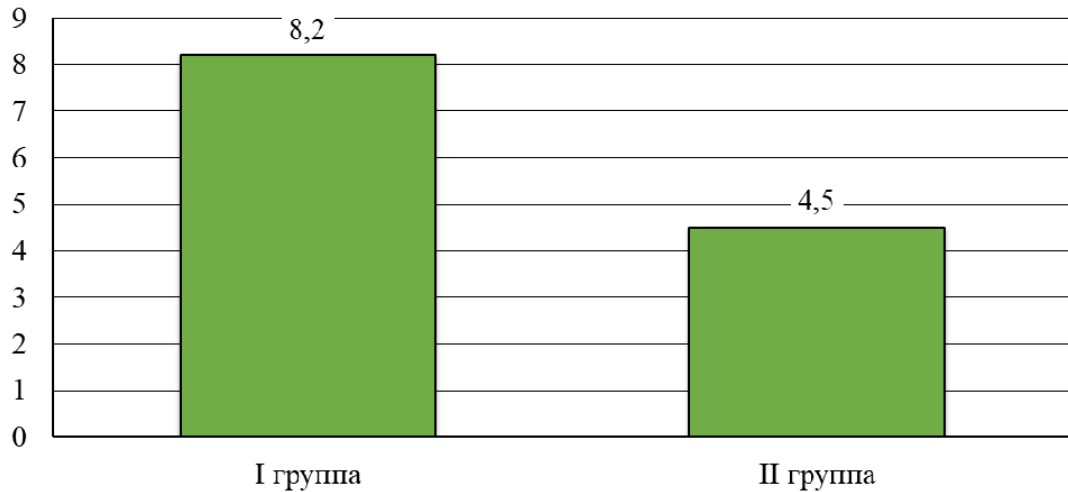


Рисунок 4.3 – Средняя длительность госпитализации в группах (дни)

Оценка отдаленных исходов и полученных результатов хирургического лечения проводилась в соответствии с модифицированными критериями Kawabata и представлена в Таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Оценка отдаленных исходов и результатов хирургического лечения пациентов I и II групп, *n* (%)

Группы пациентов	I класс (хороший исход)	II класс (плохой исход)
I группа	59 (89,4 %)	7 (10,6 %)
II группа	64 (97,0 %)	2 (3,0 %)

При оценке отдаленных исходов и полученных результатов было выявлено, что хорошие исходы (I класс) в I группе (декомпрессия и стабилизация) были достигнуты нами у 59 (89,4 %) пациентов, во II группе (с применением технологии минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии) – у 64 (97,0 %).

4.2 Хирургические осложнения и пути их устранения

В нашем исследовании мы выделили три основные группы хирургических осложнений:

1. Осложнения, которые могут возникать при выполнении декомпрессии позвоночного канала и не связанные с использованием имплантов: повреждение

ТМО, повреждение нервного корешка, и как следствие нарастание неврологического дефицита.

2. Осложнения, которые могут возникнуть при установке имплантов: некорректная установка имплантов, миграция имплантов, мальпозиции транспедикулярных винтов.

3. Длительное заживление ран, их инфекционные осложнения.

Ряд приведенных осложнений нуждаются в интраоперационном их решении, а в случаях их выявления после операции – в повторном хирургическом вмешательстве с последующим консервативным лечением. Ниже приведем наиболее важные из них.

При повреждении ТМО методом профилактики послеоперационной ликвореи является тщательная герметизация дуральной оболочки на заключительном этапе операции после выполненной декомпрессии позвоночного канала. В таких случаях производится ушивание твердой мозговой оболочки нитью 6,0 с дополнительной пластикой материалом «Тахокомб». При возникновении сложных дефектов нами выполнялись дополнительная герметизация и укрепление фибриновым клеем Ивисел. При возникновении ликвореи в раннем послеоперационном периоде накладываются дополнительные (отстроченные) узловые швы на кожу, при необходимости пункции послеоперационной раны с давящей повязкой. В таких случаях снятие швов выполняется после формирования состоятельного рубца. При неэффективности вышеописанных мероприятий выполняется установка люмбального дренажа на 5–7 суток. В случае неэффективности последнего выполняется повторное хирургическое лечение с целью ревизии послеоперационной раны, пластикой и герметизацией дефекта твердой мозговой оболочки.

Углубление пареза конечностей, нарушение чувствительности и мочеиспускания возникают как правило вследствие послеоперационного отека корешков спинного мозга, формирования гематомы послеоперационной раны, инфекционных процессов и миграции или некорректного положения имплантов.

В случае послеоперационного отека корешков спинного мозга

для устранения последнего, пациентам назначается противоотечная терапия (дексаметазон) в дозировках и по длительности, которые зависели от выраженности клинической симптоматики, возраста пациента и его соматического состояния.

Профилактикой образования гематом является тщательный гемостаз в ходе операции. При формировании гематомы послеоперационной раны, вызывающей компрессию корешков спинного мозга, выполняется пункция послеоперационной раны в условиях перевязочной. При неэффективности вышеописанных мероприятий производят ревизионную операцию с целью удаления гематомы и проведения более тщательного гемостаза.

В случае возникновения инфекционных осложнений в области хирургического вмешательства, выполнялась МРТ исследование с внутривенным контрастированием, а также в режимах фокусной диффузии и подавлением жира. Назначались антибиотики общего спектра действия, а после получения при пункции послеоперационной раны микробного возбудителя – адекватная антибиотикотерапия с учетом флоры и чувствительности микрофлоры. Если вышеописанные мероприятия неэффективны и в случае нагноения послеоперационной раны, то производится повторное хирургическое лечение – ревизия, санация и активное дренирование послеоперационной раны на фоне продолжающейся антибиотикотерапии и активного промывания послеоперационной раны растворами антисептиков через установленную дренажную систему. Решение вопроса об удалении или сохранении имплантов устанавливалось в каждом конкретном случае.

Для профилактики некорректного положения имплантов, а также их возможной миграции перед хирургическим вмешательством необходимо проводить анализ особенностей структур позвонков (ножек, дужек, тел и кортикальных пластинок) и костной ткани по данным СКТ-исследований и денситометрии позвоночника. Все стабилизирующие операции должны выполняться под контролем и с применением средств интраоперационной нейровизуализации (электронно-оптический преобразователь, иКТ, навигационная

система), обеспечивающих контроль точности установки и положения имплантов. При возникновении данных осложнений тактика ведения диктуется выраженностью клинических проявлений и рентгенологических данных. При выявлении некорректной позиции имплантов во время оперативного вмешательства производится их переустановка с последующим интраоперационным КТ-контролем. В случае выявления некорректной установки имплантов после операции зачастую требуется повторное хирургическое вмешательство с целью достижения хорошего клинического и рентгенологического результата, а также восстановления желаемого сегментарного взаимоотношения в условиях фиксации.

4.3 Анализ возникших хирургических осложнений

Ниже представлены следующие хирургические осложнения в обеих исследуемых группах пациентов (Таблица 4.8).

Осложнений, связанных с установкой имплантов (некорректное положение или миграция), не было, что мы объясняем с тщательным анализом данных СКТ и денситометрии позвоночника до операции, а также использованием интраоперационных средств нейровизуализации (иКТ и навигационной системы).

В одном случае в I группе имела место поломка импланта во время его установки. Данную проблему удалось решить интраоперационно (удаление сломанного импланта с последующей корректной установкой другого под контролем навигационной системы).

Таблица 4.8 – Частота и характер хирургических осложнений, *n* (%)

Характер осложнений	I группа	II группа
Повреждение твёрдой мозговой оболочки	6 (6 %)	4 (4,2 %)
Усугубление пареза, гипестезия	0 (0 %)	2 (2,1 %)
Заживление послеоперационной раны вторичным натяжением	6 (6 %)	2 (2,1 %)
Нагноение послеоперационной раны	2 (2 %)	0 (0 %)

4 пациента (2 (2 %) в I группе, 2 (2,1 %) во II группе) через 14 дней были повторно оперированы по поводу сформировавшихся гематом.

Отмечены два инфекционных осложнения в I группе. Выполнена повторное хирургическое вмешательство (дренирование абсцесса) через 2 месяца после операции.

4 пациента из II группы нуждались в повторной микрохирургической декомпрессии: 2 пациента – через 2 года после первой операции, 2 пациента – через 2 месяца.

Повреждение ТМО имело место у 6 (6 %) пациентов I группы и у 4 (4,2 %) пациентов II группы. Интраоперационно выполнено тщательное ушивание и герметизации твердой мозговой оболочки вышеописанными методами на заключительном этапе операции.

При проведении интраоперационного КТ-контроля резидуальный стеноз был выявлен у 6 (6,4 %) пациентов, что потребовало расширения декомпрессии пораженного сегмента. При выполнении повторного иКТ во всех случаях резидуального стеноза позвоночного канала не выявлено.

У 2 (2,1 %) пациентов II группы отмечалось нарастание неврологического дефицита в виде углубления пареза на 1 балл, в связи с чем потребовалась более длительная госпитализация для проведения консервативной терапии. Неврологический дефицит у этих пациентов постепенно регрессировал к моменту выписки до дооперационного уровня.

Замедленное заживление послеоперационной раны (заживление вторичным натяжением) отмечено у 6 (6 %) пациентов I группы и у 2 (2,1 %) пациентов II группы. Это потребовало в раннем послеоперационном периоде, на 2–4-е сутки после операции, наложения отсроченных швов на кожу, которые были сняты после формирования состоятельного рубца (на 10–12-е сутки после операции).

2 пациента из I группы нуждались в повторной операции через 6 месяцев в связи с болезнью смежного сегмента, декомпрессией и удлинением конструкции на вышележащем уровне.

Заключение

Дегенеративные изменения позвоночника – это полиэтиологический процесс, одним из важных факторов которого является генетическая предрасположенность [20]. У лиц пожилого и старческого возраста (соответственно 60–75 и 75–90 лет по классификации Всемирной организации здравоохранения 1963 г.) дегенеративные изменения позвоночника являются естественным инволютивным процессом, встречаются в 95–98 % наблюдений и приводят к формированию стеноза позвоночного канала.

Дегенеративный стеноз поясничного отдела позвоночника является одной из ведущих причин хронической боли и радикулопатии у пожилых людей. Распространенность данного состояния увеличивается с возрастом и приводит к грубому нарушению функционального статуса и снижению качества жизни таких пациентов [71, 152].

Первоначальная концепция спинального стеноза была разработана в 1911 г. Однако только после 1954 г., когда Н. Verbiest [175] изложил клинические и патологические признаки данного состояния, спинальный стеноз можно было адекватно диагностировать. Спинальный стеноз был определен как состояние, включающее любой тип сужения позвоночного канала и межпозвонковых отверстий [131, 152].

Частота встречаемости рентгенологических признаков сужения позвоночного канала у лиц младше 40 лет составляет 4 %, а у лиц в возрасте старше 60 лет – более 19 %. В России на дегенеративные заболевания позвоночника приходится до 76 % всех случаев и 72 % дней временной нетрудоспособности в амбулаторно-поликлинической сети, а в неврологических стационарах – 56 % и 48 % соответственно [23, 153].

С увеличением средней продолжительности жизни дегенеративный стеноз поясничного отдела является наиболее распространенным показанием к операции на позвоночнике. Декомпрессивные операции на поясничном отделе являются

наиболее часто выполняемым вмешательством в хирургии позвоночника [71, 157].

В. Г. Брюханов и соавт. показали, что частота хирургических вмешательств при спинальном стенозе составляет 3–11,5 на 100 тыс. человек в год и за последние 10 лет эта частота увеличилась на 230 %, по данным O. Adogwa et al. [21, 153].

Варианты лечения спинального стеноза включают как хирургическую декомпрессию нервных структур, так и различные виды нехирургического лечения. Консервативная терапия обычно назначается пациентам на начальных стадиях заболевания без выраженного радикулярного синдрома и нейрогенной хромоты и включает симптоматическую лекарственную терапию и блокады, физиотерапию и лечебную физкультуру [23, 132, 142].

Исходя из результатов ряда высокоуровневых исследований, неоднократно было показано, что хирургическая декомпрессия позвоночного канала при дегенеративном стенозе более эффективна и превосходит консервативную терапию у отдельных пациентов [164, 166].

Описано огромное множество техник хирургического лечения поясничного стеноза – микрогемиламинотомия, интерламинарная микродекомпрессия, межсегментная микродекомпрессия, микроламинопластика, сегментарная микросубламинопластика, а также множество вариантов декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств [158].

Несмотря на все многообразие методов хирургического лечения, единого консенсуса по выбору оптимального метода до сих пор нет.

Актуальность исследования не вызывает сомнений ввиду высокой распространенности дегенеративной патологии в популяции, увеличения продолжительности жизни населения, постоянного усовершенствования методик хирургического лечения таких пациентов, высокого процента осложнений после декомпрессивно-стабилизирующих операций на пояснично-крестцовом отделе позвоночника, а также активного развития минимально инвазивных методик в спинальной нейрохирургии.

Целью нашего исследования было проведение сравнительного анализа исходов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом

пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии.

Для достижения поставленной цели нами были сформированы следующие задачи: сформировать основные критерии включения/исключения пациентов в исследовании; описать технику применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии у пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника; провести обзор и выбрать инструментальные методы для оценки исходов хирургического лечения; сформировать показания к применению интраоперационного компьютерного томографа и навигационной системы; провести анализ структуры хирургических осложнений; на основании этого разработать алгоритм применения двух методик в лечении дегенеративного стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника.

В исследование включены 196 пациентов, которые находились на лечении в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко с января 2015 по декабрь 2019 г. включительно. Всем пациентам было проведено хирургическое лечение по поводу моносегментарного дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

В ходе исследования нами были сформированы две группы пациентов:

I группа – 100 (51 %) пациентов, которым выполнялась декомпрессия нервных структур с межтеловой трансфораминальной и транспедикулярной стабилизацией межпозвоночного сегмента.

II группа – 96 (49 %) пациентов, которым выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия (билатеральная микрохирургическая декомпрессия через односторонний доступ).

По основным характеристикам пациентов отличий между нашими группами не было. Для обеспечения сопоставимости сравниваемых групп по исследуемым факторам был применен метод псевдорандомизации. В качестве конфаундеров были включены такие показатели, как пол, наличие сопутствующих заболеваний, наличие пареза, уровень поражения, длительность заболевания и факт повторной

операции.

Основными показаниями к хирургическому вмешательству являлись прогрессирующий синдром нейрогенной перемежающейся хромоты с укорочением дистанции безболевого ходьбы, а также неврологические нарушения (чувствительные и двигательные, нарушения функция тазовых органов) при отсутствии эффекта консервативного лечения в течение 3–4 мес. Хирургическое лечение выполняли при четком соответствии клинической картины данным визуализации (МРТ, СКТ, функциональные спондилограммы). Наиболее вовлеченным был уровень L4–L5: у 62 % пациентов в I группе и 64,6 % пациентов во II группе.

При анализе интенсивности болевого синдрома по ВАШ до операции у пациентов обеих групп мы получили следующие результаты. В I группе (100 пациентов) интенсивность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника составила 9,0 [9,00; 10,00] ($p = 0,542$), в ногах – 9,0 [9,00; 10,00] ($p = 0,001$). Во II группе (96 пациентов) интенсивность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника составила 9,0 [9,00; 10,00] ($p = 0,542$), в ногах – 9,0 [9,00; 10,00] ($p = 0,001$).

В обеих группах пациентов на момент выписки мы получили статистически значимое уменьшение интенсивности болевого синдрома (по ВАШ) в поясничном отделе позвоночника и в ногах, сохраняющееся в отдаленном периоде. В раннем послеоперационном периоде у большинства пациентов (в I группе – у 81 %; во II группе – у 95 %) отмечен полный или частичный регресс корешкового болевого синдрома уже через несколько часов после операции. Ни у одного из пациентов не отмечено усиления боли. Сохранялись умеренные боли в области хирургического вмешательства (более выраженные в I группе). Неврологический дефицит, в отличие от болевого синдрома, регрессировал более длительно, что связано со степенью и давностью дегенеративного процесса и особенностями поражения нервно-сосудистых образований. Ранняя и отдаленная оценка послеоперационной динамики болевого синдрома через 3, 6, 9 месяцев, 1 и 2 года после операции показала стойкое снижение интенсивности боли в ногах в обеих

группах пациентов. Во II группе интенсивность боли по ВАШ в спине и ногах в отдаленные сроки наблюдения (более 9 месяцев после операции) была практически в два раза ниже ($p < 0,05$).

При оценке дееспособности пациентов по индексу Освестри до хирургического лечения были получены следующие результаты. В I группе 35 баллов и более ($Me = 36,00$) имели 62 % пациентов, во II группе 35 баллов и более ($Me = 34,00$) – 31,2 % ($p < 0,001$). Полученные данные говорят о высоком нарушении дееспособности наблюдаемых пациентов в дооперационном периоде. В обеих группах пациентов на момент выписки отмечено статистически значимое уменьшение нарушений жизнедеятельности у пациентов, перенесших хирургическое лечение. В I группе 5–14 баллов ($Me = 13,00$) – у 62 % пациентов, во II группе 5–14 баллов ($Me = 11,50$) – у 72,9 % ($p = 0,055$). В отдаленном периоде наблюдения получены данные о постепенном уменьшении индекса нетрудоспособности. Различий в функциональной активности в обеих группах пациентов, которые мы оценивали по индексу Освестри, не выявлено ($p < 0,001$).

Лучшие результаты проанализированного уровня достижения целей через 12 и 14 месяцев после операции были отмечены во II группе пациентов, которым выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия (достижение цели лечения составило 93,9 %, при 87,9 % в I группе). Цель лечения не была достигнута: в I группе – у 8 (12,12 %) пациентов, во II группе – у 2 (3,03 %).

Анализ длительности хирургического вмешательства показал, что продолжительность хирургических вмешательств с применением минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии была значительно ниже (в 1,7 раза), что связано с отсутствием необходимости в стабилизирующем этапе операции (который требовался в I группе) и меньшей площадью операционной раны, и составила в среднем для I группы 160 мин, для II группы – 90 мин.

Анализ интраоперационной кровопотери также показал статистически значимые различия в группах. При выполнении минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии величина интраоперационной кровопотери в 87,9 % случаев составила менее 100,0 мл, в 12,1 % – 100,0–200,0 мл, ни одного

случая кровопотери более 200 мл не зарегистрировано. В среднем величина кровопотери во II группе составила 56,0 мл. При декомпрессии со стабилизацией у 50,0 % пациентов величина кровопотери составила от 201,0 до 500,0 мл, у 42,4 % – 100–200 мл, у 3 % – более 500,0 мл, у 4,5 % – менее 100,0 мл. В среднем величина кровопотери в I группе составила 234,8 мл.

Сроки госпитализации в обеих группах пациентов также имели статистически значимые различия. В I группе у 65,2 % пациентов длительность госпитализации составила более 10 дней, у 31,8 % – 5–10 дней, у 3 % – до 5 дней; в среднем – 8,2 дня. Во II группе длительность госпитализации у 47,0 % пациентов составила до 5 дней, у 43,9 % – 5–10 дней, у 9,1 % – более 10 дней; в среднем – 4,5 дня ($p < 0,001$).

Оценка отдаленных результатов хирургического лечения была проведена в соответствии с модифицированными критериями Kawabata. В ходе анализа полученных результатов были достигнуты нами хорошие исходы (I класс) в I группе пациентов (декомпрессия и стабилизация) в 59 (89,4 %) случаях, во II группе пациентов (с применением технологии минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии) – в 64 (97,0 %) ($p = 0,164$).

При анализе хирургических осложнений были выявлены повторные хирургические вмешательства по поводу удаления сформировавшихся гематом через 14 дней у 4 пациентов (у 2 (2%) пациентов в I группе, у 2 (2,1 %) – во II группе).

Отмечено два инфекционных осложнения в I группе – повторное хирургическое вмешательство (дренирование абсцесса) проведено через 2 месяца после операции.

4 пациента (все – из II группы) нуждались в повторной микрохирургической декомпрессии: 2 пациента – через 2 года, 2 пациента – через 2 месяца после первой операции.

Осложнений, связанных с установкой имплантов, их некорректным положением и миграцией, в нашем исследовании выявлено не было. В одном случае в I группе имела место поломка импланта во время его установки.

Интраоперационно удалось удалить сломанный имплант и переустановить другой.

Повреждение ТМО имело место у 6 (6 %) пациентов I группы и у 4 (4,2 %) пациентов II группы. Возникшие осложнения устранены интраоперационно тщательным ушиванием и герметизацией дефекта ТМО на заключительном этапе операции.

При проведении интраоперационного КТ-контроля резидуальный стеноз был выявлен у 6 (6,4 %) пациентов, что потребовало удалением компрессирующего компонента расширением декомпрессии. При выполнении повторного иКТ резидуального стеноза позвоночного канала не выявлено ни в одном случае.

У 2 (2,1 %) пациентов во II группе отмечалось нарастание неврологического дефицита в виде углубление пареза на 1 балл, что требовало более длительной госпитализации для консервативного лечения. Неврологический дефицит у этих пациентов постепенно регрессировал к моменту выписки до дооперационного уровня.

У 6 (6 %) пациентов I группы и у 2 (2,1 %) пациентов II группы было отмечено замедленное заживление послеоперационной раны (заживление вторичным натяжением). Это потребовало наложения в 3-5 сутки отсроченных узловых швов на кожу, которые были сняты после формирования состоятельного рубца (на 10–12-е сутки после операции).

Два пациента из I группы нуждались в повторной операции через 6 месяцев в связи с болезнью смежного сегмента, декомпрессией и удлинением конструкции на вышележащем уровне.

Анализ результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала в пояснично-крестцовом отделе позвоночника проведен на большом клиническом материале; в анализ были включены наиболее распространенный традиционный метод лечения дегенеративного стеноза – декомпрессия с межтеловой и транспедикулярной стабилизацией, а также метод, который пользуется все большей популярностью среди спинальных хирургов – минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия.

Таким образом, данное исследование показало, что минимально инвазивная

микрохирургическая декомпрессия ничем не уступает «золотому стандарту» – ламинэктомии с межтеловой и транспедикулярной стабилизацией – в плане устранения компрессии нервных структур и клинического результата, при этом сохраняется стабильность позвоночно-двигательного сегмента в связи с сохранением задних элементов опорного комплекса позвоночника, что в свою очередь приводит к меньшей травматизации мышц и мягких тканей, а также позволяет снизить интраоперационную кровопотерю, длительность операции, провести более раннюю активизацию пациента и сократить период его пребывания в стационаре.

В наше исследование вошли пациенты только с моносегментарным дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника. Эта выборка сделана для «чистоты» исследования и более достоверного подсчета. Однако минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия выполняется и на 2, 3 и даже 4 уровнях с хорошими клиническими результатами, что в свою очередь вызывает большой интерес при лечении полисегментарного дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

По нашим предположениям, применение ММД в хирургическом лечении многоуровневого стеноза является более эффективным методом, чем традиционная ламинэктомия со стабилизацией, при условии отсутствия развития признаков нестабильности и грубой деформации позвоночника, требующей коррекции. ММД может проводиться на разных сегментах с разных сторон попеременно (слаломная техника). Также активно используется односторонний доступ с многоуровневой гемиламинэктомией и декомпрессией на противоположной стороне.

В результате проведенного исследования нами разработан следующий алгоритм применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии у пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника (Рисунок 5.1).

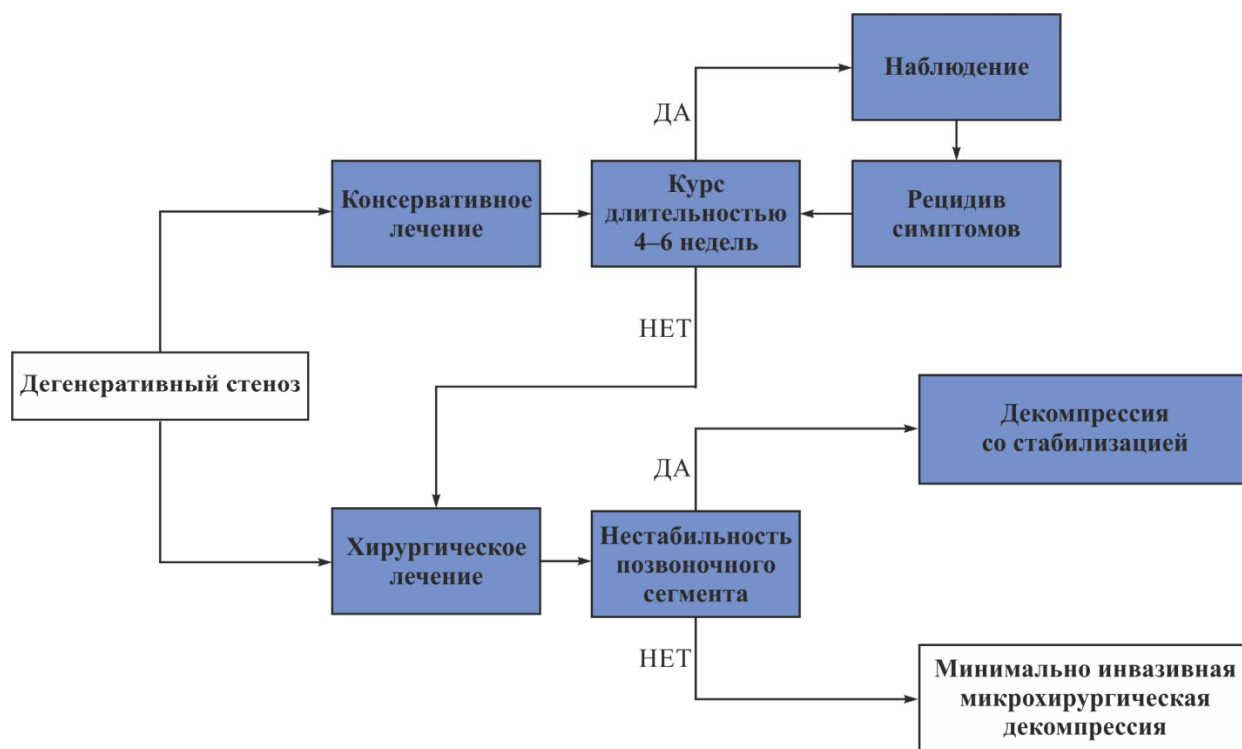


Рисунок 5.1 – Алгоритм применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии у пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника

1. Пациент обращается с жалобами к неврологу, который собирает анамнез, делает клинический осмотр, направляет пациента на дополнительные обследования: МРТ, СКТ, функциональные спондилограммы.

2. При выявлении дегенеративного стеноза, который проявляется клинически, проводится курс консервативного лечения в течение 4–6 недель, которое в себя включает медикаментозное лечение, физиопроцедуры. При эффективности консервативной терапии в течение 4–6 недель проводится наблюдение за пациентом. В случае неэффективности лечения невролог направляет пациента к нейрохирургу, где уже специалист определяется с тактикой хирургического лечения пациента.

3. В случае дегенеративного стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника с нестабильностью или с вероятными признаками ее развития применяется декомпрессия со стабилизацией ПДС. В альтернативном случае используется минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия.

Выводы

1. Стойкое снижение интенсивности болевого синдрома по ВАШ в нижней части спины и в нижних конечностях отмечается, как после минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника, так и после декомпрессии со стабилизацией. Уменьшение степени нетрудоспособности по ODI статистически значимое отмечено в обеих группах ($p < 0,001$). Тем не менее в отдаленном послеоперационном периоде (через 9 месяцев) интенсивность болевого синдрома статистически значимо ниже среди пациентов после минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии ($p < 0,05$).

2. Частота хороших исходов по критериям Kawabata при минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии статистически значимо выше (97 %), чем при использовании декомпрессии со стабилизацией (89 %), что свидетельствует о лучших клинических результатах среди пациентов, которым выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия ($p < 0,001$).

3. При оценке длительности хирургического вмешательства выявлено, что продолжительность хирургических вмешательств с применением минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии была в 1,7 раза ниже, чем при декомпрессии со стабилизацией ($p < 0,001$). При выполнении минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии достоверно меньше объем интраоперационной кровопотери (в среднем - 56 мл, не превышает 200 мл), по сравнению с выполнением декомпрессии со стабилизацией (в среднем - 234,8 мл) ($p < 0,001$). Койко-день в группе пациентов, перенесшим декомпрессию со стабилизацией, был выше, чем при минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии ($p < 0,001$), составив в среднем 8,2 и 4,5 суток соответственно.

4. Применение интраоперационной КТ и навигации повышают безопасность, обеспечивает точное планирование хирургического доступа и

позволяют своевременно оценить объем выполненной декомпрессии, выявить резидуальный стеноз (выявленный у 6,4% пациентов нашей серии) и провести расширение декомпрессии пораженного сегмента в течение одной операции.

5. Минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия позвоночного канала минимизирует риски интраоперационного повреждения твердой мозговой оболочки и невралных структур. Частота интраоперационных осложнений при минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии достоверно ниже (4,2%), чем при декомпрессии со стабилизацией (6%) ($p < 0,001$).

Практические рекомендации

Применение минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии рекомендовано у пациентов со стенозом позвоночного канала в пояснично-крестцовом отделе позвоночника без признаков нестабильности позвоночно-двигательного сегмента, так как данная методика имеет ряд преимуществ перед декомпрессией со стабилизацией: позволяет минимизировать травматичность мягких тканей; снижает время операции; уменьшает объем кровопотери; сокращает сроки госпитализации.

2. Целесообразно использование в структуре одной операционной интраоперационного компьютерного томографа и навигационной системы, применение которых позволяет: минимизировать риск развития осложнений; декомпримировать дуральный мешок и невральные структуры в полном объеме; достичь хороший клинический эффект.

3. Рекомендовано использовать разработанный алгоритм применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной хирургии для определения оптимальной тактики хирургического лечения у пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Список сокращений

Me	– медиана
MI-TLIF	минимально инвазивный трансфораминальный межтеловой спондилодез (англ. minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion)
ODI	индекс определения нетрудоспособности Освестри (англ. Oswestry Disability Index)
PLIF	задний поясничный межтеловой спондилодез (англ. posterior lumbar interbody fusion)
TLIF	трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез (англ. transforaminal lumbar interbody fusion)
ВАШ	– визуальная аналоговая шкала
иКТ	– интраоперационный компьютерный томограф
КТ	– компьютерная томография
ММД	– минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия
МРТ	– магнитно-резонансная томография
ПДС	– позвоночно-двигательный сегмент
СКТ	– спиральная компьютерная томография
ТМО	– твердая мозговая оболочка

Список литературы

1. Аганесов, А. Г. Реконструкция позвоночного сегмента при спондилолистезе поясничного отдела позвоночника / А. Г. Аганесов, К. Т. Месхи // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 4. – С. 18–22.
2. Амин, Ф. И. Синдром «смежного сегмента» после спондилодеза / Ф. И. Амин, И. Б. Алейникова, М. В. Боев // Нейрохирургия. – 2011. – № 2. – С. 62–67.
3. Амин, Ф. И. Тактика хирургического лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний пояснично-крестцового отдела позвоночника у лиц пожилого и старческого возраста / Ф. И. Амин // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2009. – № 2. – С. 40–47.
4. Анализ результатов редукции кифотической деформации с помощью пункционной вертебропластики и стентопластики у пациентов с травматическими компрессионными переломами грудопоясничной локализации / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, В. А. Сороковиков [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2014. – № 2. – С. 12–18.
5. Асютин, Д. С. Сравнительный анализ эффективности хирургического лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением метода робоассистенции : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.18 / Асютин Дмитрий Сергеевич. – М., 2014. – 146 с.
6. Афаунов, А. А. Анализ причин ревизионных операций при хирургическом лечении больных с поясничными стенозами дегенеративной этиологии / А. А. Афаунов, И. В. Басанкин, А. В. Кузьменко // Хирургия позвоночника. – 2014. – № 1. – С. 86–93.
7. Ахметьянов, Ш. А. Минимально инвазивные декомпрессивно-стабилизирующие методы хирургического лечения моносегментарного стеноза поясничного отдела позвоночника : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.18 / Ахметьянов Шамиль Альфирович. – Новосибирск, 2016. – 169 с.

8. Борщенко, И. А. Спинальный поясничный дегенеративный стеноз: билатеральная декомпрессия из одностороннего доступа / И. А. Борщенко, С. Л. Мигачев, А. В. Басков // *Нейрохирургия*. – 2011. – № 1. – С. 54–60.
9. Борщенко, И. А. Хирургическое лечение больного с идиопатическим поясничным эпидуральным липоматозом / И. А. Борщенко, А. В. Басков // *Нейрохирургия*. – 2013. – № 3. – С. 82–84.
10. Бублик, Л. А. Экономные оперативные доступы при хирургическом удалении грыжи диска пояснично-крестцового отдела позвоночника / Л. А. Бублик // *Вертебродология – проблемы, поиски, решения : Материалы научной конференции, посвященной 30-летию Клиники патологии позвоночника ЦИТО (Москва, 27–29 мая 1998 г.)*. – М., 1998. – С. 85–87.
11. Вертеброгенная боль в пояснице / Г. И. Назаренко, А. М. Черкашов, И. Б. Героева [и др.]. – М., 2008. – С. 21–24.
12. Ветрилэ, С. Т. Основные направления в лечении больных с тяжелыми формами поясничного остеохондроза / С. Т. Ветрилэ // *Вертебродология – проблемы, поиски, решения : Материалы научной конференции, посвященной 30-летию Клиники патологии позвоночника ЦИТО (Москва, 27–29 мая 1998 г.)*. – М., 1998. – С. 88–90.
13. Ветрилэ, С. Т. Показания и особенности выбора тактики хирургического лечения поясничного остеохондроза с использованием транспедикулярных фиксаторов / С. Т. Ветрилэ, В. В. Швец, А. И. Крупаткин // *Хирургия позвоночника*. – 2004. – № 4. – С. 40–46.
14. Воронович, И. Р. Мои пути в науке и практике (регенерация кости при травмах и несращениях, внутрисуставные повреждения, патология позвоночника, опухоли костей и суставов – поиски, решения, перспективы) : Актовая речь на расширенном заседании Ученого Совета БелНИИТО и Республиканской научно-практической конференции травматологов-ортопедов / И. Р. Воронович. – Минск, 1998. – 14 с.
15. Гюев, П. М. Диагностика и повторное хирургическое лечение пациентов, оперированных по поводу грыжи межпозвонкового диска

на поясничном уровне / П. М. Гиоев, И. В. Зуев, В. В. Щедренко // Хирургия позвоночника. – 2013. – № 1. – С. 64–70.

16. Гладков, А. В. Клинико-биомеханический анализ в оптимизации диагностики и лечения деформаций позвоночника : автореф. дис. ... докт. мед. наук : 01.02.08 / Гладков Александр Вячеславович. – Новосибирск, 1997. – 21 с.

17. Гринь, А. А. Комментарии к статье М. Х. Кариева, Ю. Ф. Сабуренко, С. Н. Ишмухамедова «Перкутанная дискэктомия в лечении больных поясничным остеохондрозом» / А. А. Гринь // Нейрохирургия. – 2002. – № 1. – С. 25–26.

18. Гринь, А. А. Результаты операций на позвоночнике по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний с установкой динамических имплантатов / А. А. Гринь, М. А. Некрасов, А. К. Кайков // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А. Л. Поленова. Поленовские чтения : Материалы XI научно-практической конференции. – СПб., 2012. – Т. 4, Спец. вып. – С. 331–332.

19. Гуца, А. О. Особенности техники и отдаленные результаты портальных эндоскопических вмешательств при грыжах межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / А. О. Гуца, А. А. Кашеев, С. О. Арестов // Вопросы нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко. – 2011. – № 1. – С. 27–33.

20. Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника / А. А. Луцик, М. А. Садовой, А. В. Крутько [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2012. – 263 с.

21. Диагностика стенозирующих процессов позвоночного канала на поясничном уровне (обзор литературы) / В. Г. Брюханов, З. В. Кошкарева, В. А. Сороковиков, А. В. Горбунов // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2010. – Т. 6, № 76, Ч. 1. – С. 29–31.

22. Классификации стенозов позвоночного канала в поясничном отделе позвоночника (обзор литературы) / В. А. Сороковиков, А. В. Горбунов, З. В. Кошкарева [и др.] // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2010. – № 2 (72). – С. 243–247.

23. Клинические рекомендации по диагностике и лечению дегенеративного стеноза позвоночного канала на пояснично-крестцовом уровне / Н. А. Коновалов, А. А. Гуца, О. Н. Древаль [и др.]. – М., 2015. – 21 с.
24. Коновалов, Н. А. Новые технологии и алгоритмы диагностики и хирургического лечения заболеваний поясничного отдела позвоночника : дис. ... докт. мед. наук : 14.01.18 / Коновалов Николай Александрович. – М., 2010. – 387 с.
25. Крутько, А. В. Анализ критериев прогнозирования результатов хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков: обзор современной литературы / А. В. Крутько, Е. С. Байков // Гений ортопедии. – 2012. – № 1. – С. 140–145.
26. Крутько, А. В. Хирургическая тактика и организация специализированной помощи больным с дегенеративно-дистрофическим заболеванием поясничного отдела позвоночника : дис. ... докт. мед. наук : 14.01.18 / Крутько Александр Владимирович. – Новосибирск, 2012. – 303 с.
27. КТ-навигируемая технология прямого бокового межтелового спондилодеза (DLIF) / Н. А. Коновалов, А. Г. Назаренко, Д. С. Асютин, М. А. Мартынова // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2018. – № 3. – С. 92–105.
28. Куценко, В. А. Классификация спондилолистеза Н. И. Хвисяюка / В. А. Куценко, А. И. Продан // Хирургия позвоночника. – 2008. – № 4. – С. 72–74.
29. Малков, Л. П. Тенденции развития здравоохранения в США / Л. П. Малков // Компьютерные технологии в медицине. – 1998. – № 2. – С. 14–16.
30. Малоинвазивная методика заднего поясничного межтелового спондилодеза с использованием эндоскопической техники / С. П. Маркин, А. Е. Симонович, А. А. Байкалов [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2007. – № 2. – С. 62–65.
31. Мартынова, М. А. Сравнительный анализ исходов хирургического лечения пациентов с нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента поясничного отдела позвоночника с применением технологий трансфораминального межтелового (TLIF) и прямого бокового спондилодеза

(DLIF) : дис. ... канд. наук : 14.01.18 / Мартынова Мария Андреевна. – М., 2016. – 172 с.

32. Миразимов, Д. Б. Реоперации после хирургического удаления грыж поясничных межпозвонковых дисков / Д. Б. Миразимов // Хирургические аспекты патологии позвоночника и спинного мозга : Сборник научных работ симпозиума, посвященного 70-летию Новокузнецкого ГИДУВа. – Новосибирск, 1997. – С. 79–81.

33. Мушкин, А. Ю. Биомеханика позвоночника в норме и при патологических состояниях: основные аспекты исследований / А. Ю. Мушкин, Э. В. Ульрих, И. В. Зуев // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 4. – С. 53–61.

34. Назаренко, А. Г. Выбор оптимальной хирургической тактики при дегенеративных заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника с использованием информационно-аналитической системы и компьютерного моделирования : дис. ... докт. мед. наук : 14.01.18 / Назаренко Антон Герасимович. – М., 2013. – 236 с.

35. Назаренко, А. Г. Разработка технологии объективной оценки эффективности хирургического лечения дегенеративных заболеваний межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.28, 14.00.19 / Назаренко Антон Герасимович. – М., 2007. – 132 с.

36. Назаренко, Г. И. Интеллектуальные системы в клинической медицине. Синтез плана на основе теории прецедентов / Г. И. Назаренко, Г. С. Осипов, А. Г. Назаренко // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2010. – № 1. – С. 24–35.

37. Назаренко, Г. И. Целеполагание в клинической практике / Г. И. Назаренко // Вестник травматологии и ортопедии. – 2008. – № 4. – С. 3–10.

38. Никитин, А. С. Диагностика нестабильности при дегенеративной болезни пояснично-крестцового отдела позвоночника / А. С. Никитин, А. А. Гринь // Нейрохирургия. – 2017. – № 3. – С. 102–111.

39. Оптимизация результатов лечения пациентов с сегментарной

нестабильностью поясничного отдела позвоночника при использовании малоинвазивной методики спондилодеза / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, Е. Г. Белых [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. – 2015. – № 3. – С. 45–54.

40. Оценка боли и мышечного тонуса в шкалах, тестах и таблицах (у детей и взрослых) / Д. А. Красавина, О. Р. Орлова, С. Е. Хатькова, И. В. Фальковский. – СПб. : СпецЛит, 2018. – 335 с.

41. Попелянский, Я. Ю. Вертеброгенные заболевания нервной системы. Том 1. Вертебральные синдромы поясничного остеохондроза / Я. Ю. Попелянский. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1974. – 285 с.

42. Применение стержней из нитинола при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового перехода / С. В. Колесов, Д. А. Колбовский, А. И. Казьмин [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2016. – Т. 13, № 1. – С. 41–49.

43. Продан, А. И. Осложнения хирургического лечения поясничного спинального стеноза / А. И. Продан, О. И. Перепечай, В. А. Колесниченко // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 1. – С. 31–37.

44. Проектирование навигационных технологий для амбулаторной хирургии / Г. И. Назаренко, А. М. Минасян, А. М. Черкашов, А. Г. Назаренко // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. – 2001. – Т. 160, № 1. – С. 58–62.

45. Результаты клинического применения разработанного универсального фиксатора позвоночника / С. В. Макаревич, А. М. Петренко, А. В. Бабкин [и др.] // Повреждения и заболевания позвоночника и суставов : Материалы научно-практической конференции травматологов-ортопедов Республики Беларусь. – Минск, 1998. – С. 194–197.

46. Результаты хирургического лечения нестабильности позвоночно-двигательного сегмента поясничного отдела позвоночника / Н. А. Коновалов, А. Г. Назаренко, А. В. Крутько [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. – 2017. – Т. 81, № 6. – С. 69–80. – DOI: 10.17116/neiro201781669-80

47. Сороковиков, В. А. Формирование синдрома нестабильности позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) и патогенетически обоснованные способы его коррекции : дис. ... докт. мед. наук ; 14.00.22 / Сороковиков Владимир Алексеевич. – Иркутск, 2004. – 217 с.
48. Сравнительная характеристика эффективности применения различных методов хирургической стабилизации позвоночника при травмах / А. К. Дулаев, В. П. Орлов, К. А. Надулич [и др.] // Повреждения и заболевания позвоночника и суставов : Материалы научно-практической конференции травматологов-ортопедов Республики Беларусь. – Минск, 1998. – С. 169–171.
49. Халепа, Р. В. Стеноз позвоночного канала поясничного отдела у пациентов пожилого и старческого возраста: состояние проблемы, особенности хирургического лечения / Р. В. Халепа, В. С. Климов // Нейрохирургия. – 2017. – № 1. – С. 100–108.
50. Хвисяк, Н. И. Дегенеративный спондилолистез / Н. И. Хвисяк, А. С. Чикунов, А. К. Арсений. – Кишинев : Картя Молдовеняскэ, 1986. – 184 с.
51. Цивьян, Я. Л. Хирургия позвоночника / Я. Л. Цивьян. – Новосибирск : Изд-во НГУ, 1993. – 363 с.
52. Шаповалов, В. М. Ортопедические аспекты хирургического лечения больных дегенеративно-дистрофическими пояснично-крестцового отдела позвоночника / В. М. Шаповалов, А. К. Дулаев, Ю. А. Шулев // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 3. – С. 61–70.
53. Эффективность применения минимально-инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств в хирургическом лечении рецидивов болевого синдрома после операций на поясничном отделе позвоночника / А. В. Булатов, Д. М. Козлов, А. В. Крутько, Ш. А. Ахметьянов // Хирургия позвоночника. – 2014. – № 2. – С. 60–66.
54. A comparison of posterior lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion: A literature review and meta-analysis / Q. Zhang, Z. Yuan, M. Zhou [et al.] // BMC Musculoskelet. Disord. – 2014. – Vol. 15. – P. 367. – DOI: 10.1186/1471-2474-15-367

55. A minimally invasive posterior lumbar interbody fusion using percutaneous long arm pedicle screw system for degenerative lumbar disease / E. X. He, J. H. Cui, Z. X. Yin [et al.] // *Int. J. Clin. Exp. Med.* – 2014. – Vol. 7, № 11. – P. 3964–3973.
56. A minimally invasive technique for L5–S1 intraforaminal disc herniations: Microdiscectomy with a tubular retractor via a contralateral approach / J. S. Yeom, K. H. Kim, S. W. Hong [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2008. – Vol. 8, № 2. – P. 193–198. – DOI: 10.3171/SPI/2008/8/2/193
57. A prospective randomised study on the long-term effect of lumbar fusion on adjacent disc degeneration / P. Ekman, H. Möller, A. Shalabi [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2009. – Vol. 18, № 8. – P. 1175–1186. – DOI: 10.1007/s00586-009-0947-3
58. A randomized controlled trial comparing transforaminal lumbar interbody fusion and uninstrumented posterolateral fusion in the degenerative lumbar spine / K. Jalalpour, P. Neumann, C. Johansson, R. Hedlund // *Global Spine J.* – 2015. – Vol. 5, № 4. – P. 322–328. – DOI: 10.1055/s-0035-1549033
59. A randomized, controlled trial of fusion surgery for lumbar spinal stenosis / P. Försth, G. Ólafsson, T. Carlsson [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2016. – Vol. 374, № 15. – P. 1413–1423. – DOI: 10.1056/NEJMoa1513721
60. A systematic review with meta-analysis of posterior interbody fusion versus posterolateral fusion in lumbar spondylolisthesis / X. Liu, Y. Wang, G. Qiu [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2014. – Vol. 23, № 1. – P. 43–56. – DOI: 10.1007/s00586-013-2880-8
61. Adjacent segment degeneration and revision surgery after circumferential lumbar fusion: Outcomes throughout 15 years of follow-up / J. I. Maruenda, C. Barrios, F. Garibo, B. Maruenda // *Eur. Spine J.* – 2016. – Vol. 25, № 5. – P. 1550–1557. – DOI: 10.1007/s00586-016-4469-5
62. Adjacent segment degeneration versus disease after lumbar spine fusion for degenerative pathology: A systematic review with meta-analysis of the literature / C. Zhang, S. H. Berven, M. Fortin, M. H. Weber // *Clin. Spine Surg.* – 2016. – Vol. 29, № 1. – P. 21–29. – DOI: 10.1097/BSD.0000000000000328
63. Adjacent segment disease in the lumbar spine following different treatment interventions / K. E. Radcliff, C. K. Kepler, A. Jakoi [et al.] // *Spine J.* – 2013. – Vol. 13,

№ 10. – P. 1339–1349. – DOI: 10.1016/j.spinee.2013.03.020

64. Adjacent segment motion after a simulated lumbar fusion in different sagittal alignments: A biomechanical analysis / T. Akamaru, N. Kawahara, S. Tim Yoon [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2003. – Vol. 28, № 14. – P. 1560–1566.

65. Ahn, J. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion / J. Ahn, E. Tabaraee, K. Singh // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2015. – Vol. 28, № 6. – P. 222–225. – DOI: 10.1097/BSD.0000000000000289

66. Aleem, I. S. Elderly patients have similar outcomes compared to younger patients after minimally invasive surgery for spinal stenosis / I. S. Aleem, Y. R. Rampersaud // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2014. – Vol. 472, № 6. – P. 1824–1830. – DOI: 10.1007/s11999-013-3411-y

67. Anjarwalla, N. K. The outcome of spinal decompression surgery 5 years on / N. K. Anjarwalla, L. C. Brown, A. H. McGregor // *Eur. Spine J.* – 2007. – Vol. 16, № 11. – P. 1842–1847. – DOI: 10.1007/s00586-007-0393-z

68. Beazell, J. R. Lumbar instability: An evolving and challenging concept / J. R. Beazell, M. Mullins, T. L. Grindstaff // *J. Man. Manip. Ther.* – 2010. – Vol. 18, № 1. – P. 9–14. – DOI: 10.1179/106698110X12595770849443

69. Benz, R. J. Current techniques of decompression of the lumbar spine / R. J. Benz, S. R. Garfin // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2001. – № 384. – P. 75–81. – DOI: 10.1097/00003086-200103000-00010

70. Bilateral operation of lumbar degenerative central spinal stenosis in full-endoscopic interlaminar technique with unilateral approach: Prospective 2-year results of 74 patients / M. Komp, P. Hahn, H. Merk [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2011. – Vol. 24, № 5. – P. 281–287. – DOI: 10.1097/BSD.0b013e3181f9f55e

71. Bilateral versus unilateral interlaminar approach for bilateral decompression in patients with single-level degenerative lumbar spinal stenosis: A multicenter retrospective study of 175 patients on postoperative pain, functional disability, and patient satisfaction / H. F. den Boogert, J. C. Keers, D. L. Marinus Oterdoom, J. M. Kuijlen // *J. Neurosurg. Spine.* – 2015. – Vol. 23, № 3. – P. 326–335. – DOI: 10.3171/2014.12.SPINE13994

72. Biomechanical comparison of instrumented posterior lumbar interbody fusion with one or two cages by finite element analysis / M. F. Chiang, Z. C. Zhong, C. S. Chen [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2006. – Vol. 31, № 19. – P. E682–E689. – DOI: 10.1097/01.brs.0000232714.72699.8e
73. Boos, N. *Spinal disorders: Fundamentals of diagnosis and treatment* / N. Boos, M. Aebi. – Berlin – New York : Springer, 2008. – 1166 p.
74. Briggs, H. H. Chip fusion of the low back following exploration of the spinal canal / H. H. Briggs, P. R. Milligan // *J. Bone Joint Surg.* – 1944. – Vol. 26. – P. 125–130.
75. Chen, C. S. A biomechanical comparison of posterolateral fusion and posterior fusion in the lumbar spine / C. S. Chen, C. K. Cheng, C. L. Liu // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2002. – Vol. 15, № 1. – P. 53–63. – DOI: 10.1097/00024720-200202000-00010
76. Clinical and radiographic outcomes of bilateral decompression via a unilateral approach with transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis with stenosis / X. Cheng, K. Zhang, X. Sun [et al.] // *Spine J.* – 2017. – Vol. 17, № 8. – P. 1127–1133. – DOI: 10.1016/j.spinee.2017.04.011
77. Clinical outcome of microsurgical bilateral decompression via unilateral approach for lumbar canal stenosis: Minimum five-year follow-up / H. Toyoda, H. Nakamura, S. Konishi [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2011. – Vol. 36, № 5. – P. 410–415. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181d25829
78. Clinical outcomes of posterior lumbar interbody fusion versus minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion in three-level degenerative lumbar spinal stenosis / G. Fan, X. Wu, S. Yu [et al.] // *Biomed. Res. Int.* – 2016. – Vol. 2016. – P. 9540298. – DOI: 10.1155/2016/9540298
79. Comparison of clinical and radiographic outcomes in patients receiving single-level transforaminal lumbar interbody fusion with removal of unilateral or bilateral facet joints / E. Y. Tye, V. J. Alentado, T. E. Mroz [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2016. – Vol. 41, № 17. – P. E1039–E1045. – DOI: 10.1097/BRS.0000000000001535
80. Comparison of CT scan muscle measurements and isokinetic trunk strength

in postoperative patients / T. G. Mayer, H. Vanharanta, R. J. Gatchel [et al.] // *Spine* (Phila Pa 1976). – 1989. – Vol. 14, № 1. – P. 33–36. – DOI: 10.1097/00007632-198901000-00006

81. Complications after surgery for lumbar stenosis in a veteran population / R. A. Deyo, D. Hickam, J. P. Duckart, M. Piedra // *Spine* (Phila Pa 1976). – 2013. – Vol. 38, № 19. – P. 1695–1702. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e31829f65c1

82. Complications and outcomes after spinal deformity surgery in the elderly: Review of the existing literature and future directions / D. Drazin, A. Shirzadi, J. Rosner [et al.] // *Neurosurg. Focus.* – 2011. – Vol. 31, № 4. – P. E3. – DOI: 10.3171/2011.7.FOCUS11145

83. Contralateral approach for far lateral lumbar disc herniations: A modified technique and outcome analysis of nine patients / L. V. Berra, D. Foti, A. Ampollini [et al.] // *Spine* (Phila Pa 1976). – 2010. – Vol. 35, № 6. – P. 709–713. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bac710

84. Current incidence of adjacent segment pathology following lumbar fusion versus motion-preserving procedures: A systematic review and meta-analysis of recent projections / C. J. Donnally 3rd, P. D. Patel, J. A. Canseco [et al.] // *Spine J.* – 2020. – Vol. 20, № 10. – P. 1554–1565. – DOI: 10.1016/j.spinee.2020.05.100

85. Current status of lumbar interbody fusion for degenerative spondylolisthesis / T. Takahashi, J. Hanakita, Y. Ohtake [et al.] // *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)*. – 2016. – Vol. 56, № 8. – P. 476–484. – DOI: 10.2176/nmc.ra.2015-0350

86. Decompression only versus fusion surgery for lumbar stenosis in elderly patients over 75 years old: which is reasonable? / C. H. Lee, S. J. Hyun, K. J. Kim [et al.] // *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)*. – 2013. – Vol. 53, № 12. – P. 870–874. – DOI: 10.2176/nmc.0a2012-0415

87. Degenerative lumbar spinal stenosis in older people: Current treatment options / R. Kalff, C. Ewald, A. Waschke [et al.] // *Dtsch. Arztebl. Int.* – 2013. – Vol. 110, № 37. – P. 613–624. – DOI: 10.3238/arztebl.2013.0613

88. Degenerative lumbar stenosis: Update / A. F. Joaquim, C. A. Sansur, D. K. Hamilton, C. I. Shaffrey // *Arq. Neuropsiquiatr.* – 2009. – Vol. 67, № 2B. – P. 553–

558. – DOI: 10.1590/s0004-282x2009000300039

89. Denis, F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries / F. Denis // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1983. – Vol. 8, № 8. – P. 817–831. – DOI: 10.1097/00007632-198311000-00003

90. Do early stages of lumbar intervertebral disc degeneration really cause instability? Evaluation of an in vitro database / A. Kettler, F. Rohlmann, C. Ring [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2011. – Vol. 20, № 4. – P. 578–584. – DOI: 10.1007/s00586-010-1635-z

91. Does minimal access tubular assisted spine surgery increase or decrease complications in spinal decompression or fusion? / D. R. Fourney, J. R. Dettori, D. C. Norvell, M. B. Dekutoski // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2010. – Vol. 35, Suppl. 9. – P. S57–S65. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181d82bb8

92. Effectiveness of posterior decompression techniques compared with conventional laminectomy for lumbar stenosis / G. Overdevest, C. Vleggeert-Lankamp, W. Jacobs [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2015. – Vol. 24, № 10. – P. 2244–2263. – DOI: 10.1007/s00586-015-4098-4

93. Foley, K. T. Minimally invasive lumbar fusion / K. T. Foley, L. T. Holly, J. D. Schwender // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2003. – Vol. 28, Suppl. 15. – P. S26–S35. – DOI: 10.1097/01.BRS.0000076895.52418.5E

94. Gait analysis does not correlate with clinical and MR imaging parameters in patients with symptomatic lumbar spinal stenosis / F. Zeifang, M. Schiltenswolf, R. Abel, B. Moradi // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2008. – Vol. 9. – P. 89. – DOI: 10.1186/1471-2474-9-89

95. Genetics of disc degeneration / D. Chan, Y. Song, P. Sham, K. M. Cheung // *Eur. Spine J.* – 2006. – Vol. 15, Suppl. 3. – P. S317–S325. – DOI: 10.1007/s00586-006-0171-3

96. Ghasemi, A. A. Adjacent segment degeneration after posterior lumbar fusion: An analysis of possible risk factors / A. A. Ghasemi // *Clin. Neurol. Neurosurg.* – 2016. – № 143. – P. 15–18. – DOI: 10.1016/j.clineuro.2016.02.004

97. Gibson, J. N. Surgery for degenerative lumbar spondylosis / J. N. Gibson, G. Waddell, I. C. Grant // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2000. – Vol. 3. –

P. CD001352. – DOI: 10.1002/14651858.CD001352

98. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 5: Correlation between radiographic outcome and function / S. S. Dhall, T. F. Choudhri, J. C. Eck [et al.] // *J. Neurosurg Spine*. – 2014. – Vol. 21, № 1. – P. 31–36. – DOI: 10.3171/2014.4.SPINE14268
99. Guiot, B. H. A minimally invasive technique for decompression of the lumbar spine / B. H. Guiot, L. T. Khoo, R. G. Fessler // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2002. – Vol. 27, № 4. – P. 432–438. – DOI: 10.1097/00007632-200202150-00021
100. Harms, J. Die operative Behandlung der Spondylolisthese durch dorsale Aufrichtung und ventrale Verblockung [A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses: dorsal traction-reposition and anterior fusion (author's transl.)] / J. Harms, H. Rolinger // *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* – 1982. – Vol. 120, № 3. – P. 343–347. – DOI: 10.1055/s-2008-1051624
101. Health-related quality of life following decompression compared to decompression and fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis: A Canadian multicentre study / Y. R. Rampersaud, C. Fisher, A. Yee [et al.] // *Can. J. Surg.* – 2014. – Vol. 57, № 4. – P. E126–E133. – DOI: 10.1503/cjs.032213
102. Hu, K. Fusion surgery for lumbar spinal stenosis / K. Hu, D. Feng. // *N. Engl. J. Med.* – 2016. – Vol. 375, № 6. – P. 598–599. – DOI: 10.1056/NEJMc1606502
103. Imada, A. O. Minimally invasive versus open laminectomy/discectomy, transforaminal lumbar, and posterior lumbar interbody fusions: A systematic review / A. O. Imada, T. R. Huynh, D. Drazin // *Cureus*. – 2017. – Vol. 9, № 7. – P. e1488. – DOI: 10.7759/cureus.1488
104. Junghanns, H. Spondylolisthesen ohne spalt im zwischengelenstück / H. Junghanns // *Arch. Orthopädische Unfallchir.* – 1930. – Vol. 29. – P. 118–127.
105. Kirkaldy-Willis, W. H. Instability of the lumbar spine / W. H. Kirkaldy-Willis, H. F. Farfan // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1982. – № 165. – P. 110–123.
106. Ko, S. Comparison of bilateral decompression via unilateral laminotomy and conventional laminectomy for single-level degenerative lumbar spinal stenosis regarding low back pain, functional outcome, and quality of life – A randomized controlled,

- prospective trial / S. Ko, T. Oh // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2019. – Vol. 14, № 1. – P. 252. – DOI: 10.1186/s13018-019-1298-3
107. Laminectomy alone versus fusion for grade 1 lumbar spondylolisthesis in 426 patients from the prospective Quality Outcomes Database / A. K. Chan, E. F. Bisson, M. Bydon [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2018. – Vol. 30, № 2. – P. 234–241. – DOI: 10.3171/2018.8.SPINE17913
108. Lee, K. K. Effects of laminectomy and facetectomy on the stability of the lumbar motion segment / K. K. Lee, E. C. Teo // *Med. Eng. Phys.* – 2004. – Vol. 26, № 3. – P. 183–192. – DOI: 10.1016/j.medengphy.2003.11.006
109. Less invasive and less technically demanding decompressive procedure for lumbar spinal stenosis – Appropriate for general orthopaedic surgeons? / M. Takaso, T. Nakazawa, T. Imura [et al.] // *Int. Orthop.* – 2011. – Vol. 35, № 1. – P. 67–73. – DOI: 10.1007/s00264-010-0986-8
110. Liang, J. Risk factors for predicting symptomatic adjacent segment degeneration requiring surgery in patients after posterior lumbar fusion / J. Liang, Y. Dong, H. Zhao // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2014. – № 9. – P. 97. – DOI: 10.1186/s13018-014-0097-0
111. Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome / T. Sihvonen, A. Herno, L. Paljärvi [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1993. – Vol. 18, № 5. – P. 575–581. – DOI: 10.1097/00007632-199304000-00009
112. Long-term outcome of decompressive surgery for lumbar spinal stenosis in octogenarians / S. Shabat, Z. Arinzon, Y. Folman [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2008. – Vol. 17, № 2. – P. 193–198. – DOI: 10.1007/s00586-007-0514-8
113. Long-term results of surgery for lumbar spinal stenosis: A randomised controlled trial / P. Slätis, A. Malmivaara, M. Heliövaara [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2011. – Vol. 20, № 7. – P. 1174–1181. – DOI: 10.1007/s00586-010-1652-y
114. Lumbar instability and clinical symptoms: Which is the more critical factor for symptoms: Sagittal translation or segment angulation? / T. Iguchi, A. Kanemura, K. Kasahara [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2004. – Vol. 17, № 4. – P. 284–290. – doi: 10.1097/01.bsd.0000102473.95064.9d
115. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody

fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF / R. J. Mobbs, K. Phan, G. Malham [et al.] // *J. Spine Surg.* – 2015. – Vol. 1, № 1. – P. 2–18. – DOI: 10.3978/j.issn.2414-469X.2015.10.05

116. Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification / C. C. Arnoldi, A. E. Brodsky, J. Cauchoix [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1976. – № 115. – P. 4–5.

117. Lumbar spinal stenosis: Which predictive factors of favorable functional results after decompressive laminectomy? / E. Foulongne, S. Derrey, M. Ould Slimane [et al.] // *Neurochirurgie.* – 2013. – Vol. 59, № 1. – P. 23–29. – DOI: 10.1016/j.neuchi.2012.09.005

118. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration / C. W. Pfirrmann, A. Metzdorf, M. Zanetti [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2001. – Vol. 26, № 17. – P. 1873–1878. – DOI: 10.1097/00007632-200109010-00011

119. Mayer, H. M. A new microsurgical technique for minimally invasive anterior lumbar interbody fusion / H. M. Mayer // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1997. – Vol. 22, № 6. – P. 691–700. – DOI: 10.1097/00007632-199703150-00023

120. Mayer, H. M. “Slalom”: Microsurgical cross-over decompression for multilevel degenerative lumbar stenosis / H. M. Mayer, F. Heider // *Biomed. Res. Int.* – 2016. – Vol. 2016. – P. 9074257. – DOI: 10.1155/2016/9074257

121. McCulloch, J. A. Microsurgical spinal laminotomies / J. A. McCulloch // In : *The adult spine: Principles and practice* ; ed. by J. W. Frymoyer. – New York : Raven, 1991. – P. 1821–1831.

122. Microdecompression for lumbar spinal canal stenosis / B. K. Weiner, M. Walker, R. S. Brower, J. A. McCulloch // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1999. – Vol. 24, № 21. – P. 2268–2272. – DOI: 10.1097/00007632-199911010-00016

123. Microscopic anterior foraminal decompression combined with anterior lumbar interbody fusion / S. H. Shin, W. G. Choi, B. W. Hwang [et al.] // *Spine J.* – 2013. – Vol. 13, № 10. – P. 1190–1199. – DOI: 10.1016/j.spinee.2013.07.458

124. Microsurgical bilateral decompression via a unilateral approach for lumbar spinal canal stenosis including degenerative spondylolisthesis / K. Sasai, M. Umeda,

- T. Maruyama [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2008. – Vol. 9, № 6. – P. 554–559. – DOI: 10.3171/SPI.2008.8.08122
125. Microsurgical unilateral laminotomy for decompression of lumbar spinal stenosis: Long-term results and predictive factors / K. Schöller, T. Steingrüber, M. Stein [et al.] // *Acta Neurochir. (Wien).* – 2016. – Vol. 158, № 6. – P. 1103–1113. – DOI: 10.1007/s00701-016-2804-6
126. Midterm outcome after unilateral approach for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis: 5-year prospective study / H. Cavuşoğlu, R. A. Kaya, O. N. Türkmenoglu [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2007. – Vol. 16, № 12. – P. 2133–2142. – DOI: 10.1007/s00586-007-0471-2
127. Mikrochirurgie bei degenerativer lumbaler Spinalstenose. Bilaterale Over-the-top-Dekompression durch unilateralen Zugang [Microsurgery of acquired degenerative lumbar spinal stenosis. Bilateral over-the-top decompression through unilateral approach] / H. M. Mayer, J. List, A. Korge, K. Wiechert // *Orthopade.* – 2003. – Vol. 32, № 10. – P. 889–895. – DOI: 10.1007/s00132-003-0536-9
128. Minimally invasive approaches for surgical treatment of lumbar spondylolisthesis / I. Hussain, S. Kirnaz, G. Wibawa [et al.] // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2019. – Vol. 30, № 3. – P. 305–312. – DOI: 10.1016/j.nec.2019.02.004
129. Morphologic changes in the lumbar intervertebral foramen due to flexion-extension, lateral bending, and axial rotation: an in vitro anatomic and biomechanical study / A. Fujiwara, H. S. An, T. H. Lim, V. M. Haughton // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2001. – Vol. 26, № 8. – P. 876–882. – DOI: 10.1097/00007632-200104150-00010
130. Mushkin, A. Y. The norm and pathology in spinal biomechanics: Main aspects of studies / A. Y. Mushkin, E. V. Ulrikh, I. V. Zuev // *Digest of Spinal Surgery Journal.* – 2014. – Vol. 1. – P. 9–17.
131. Niggemeyer, O. Comparison of surgical procedures for degenerative lumbar spinal stenosis: A meta-analysis of the literature from 1975 to 1995 / O. Niggemeyer, J. M. Strauss, K. P. Schulitz // *Eur. Spine J.* – 1997. – Vol. 6, № 6. – P. 423–429. – DOI: 10.1007/BF01834073
132. North American Spine Society. Clinical guidelines for multidisciplinary spine care:

Diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis / North American Spine Society. – 2011. – 104 p

133. Omidi-Kashani, F. Lumbar spinal stenosis: who should be fused? An updated review / F. Omidi-Kashani, E. G. Hasankhani, A. Ashjazadeh // *Asian Spine J.* – 2014. – Vol. 8, № 4. – P. 521–530. – DOI: 10.4184/asj.2014.8.4.521

134. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: A randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy / C. Thomé, D. Zevgaridis, O. Leheta [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2005. – Vol. 3, № 2. – P. 129–141. – DOI: 10.3171/spi.2005.3.2.0129

135. Outcomes after decompressive laminectomy for lumbar spinal stenosis: comparison between minimally invasive unilateral laminectomy for bilateral decompression and open laminectomy: Clinical article / R. J. Mobbs, J. Li, P. Sivabalan [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2014. – Vol. 21, № 2. – P. 179–186. – DOI: 10.3171/2014.4.SPINE13420

136. Palmer, S. Bilateral decompression of lumbar spinal stenosis involving a unilateral approach with microscope and tubular retractor system / S. Palmer, R. Turner, R. Palmer // *J. Neurosurg.* – 2002. – Vol. 97, Suppl. 2. – P. 213–217. – DOI: 10.3171/spi.2002.97.2.0213

137. Palmer, S. Bilateral decompressive surgery in lumbar spinal stenosis associated with spondylolisthesis: Unilateral approach and use of a microscope and tubular retractor system / S. Palmer, R. Turner, R. Palmer // *Neurosurg. Focus.* – 2002. – Vol. 13, № 1. – P. E4. – DOI: 10.3171/foc.2002.13.1.5

138. Panjabi, M. M. Basic biomechanics of the spine / M. M. Panjabi, A. A. White 3rd // *Neurosurgery.* – 1980. – Vol. 7 (1). – P. 76–93. – DOI: 10.1227/00006123-198007000-00014

139. Panjabi, M. M. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement / M. M. Panjabi // *J. Spinal Disord.* – 1992. – Vol. 5, № 4. – P. 383–389. – DOI: 10.1097/00002517-199212000-00001

140. Pathology and pathogenesis of lumbar spondylosis and stenosis / W. H. Kirkaldy-Willis, J. H. Wedge, K. Yong-Hing, J. Reilly // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1978. – Vol. 3,

№ 4. – P. 319–328. – DOI: 10.1097/00007632-197812000-00004

141. Patwardhan, R. V. History of surgery for ruptured disk / R. V. Patwardhan, M. N. Hadley // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2001. – Vol. 12, № 1. – P. 173-x.

142. Perioperative outcomes and adverse events of minimally invasive versus open posterior lumbar fusion: Meta-analysis and systematic review / C. L. Goldstein, K. Macwan, K. Sundararajan, Y. R. Rampersaud // *J. Neurosurg. Spine.* – 2016. – Vol. 24, № 3. – P. 416–427. – DOI: 10.3171/2015.2.SPINE14973

143. Poletti, C. E. Central lumbar stenosis caused by ligamentum flavum: Unilateral laminotomy for bilateral ligamentectomy: preliminary report of two cases / C. E. Poletti // *Neurosurgery.* – 1995. – Vol. 37, № 2. – P. 343–347. – DOI: 10.1227/00006123-199508000-00025

144. Post-operative infection after minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): Literature review and cost analysis / S. L. Parker, O. Adogwa, T. F. Witham [et al.] // *Minim. Invasive Neurosurg.* – 2011. – Vol. 54, № 1. – P. 33–37. – DOI: 10.1055/s-0030-1269904

145. Predictors of residual symptoms in lower extremities after decompression surgery on lumbar spinal stenosis / N. Hara, H. Oka, T. Yamazaki [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2010. – Vol. 19, № 11. – P. 1849–1854. – DOI: 10.1007/s00586-010-1374-1

146. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images / C. Schizas, N. Theumann, A. Burn [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2010. – Vol. 35, № 21. – P. 1919–1924. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181d359bd

147. Quantitative radiologic criteria for the diagnosis of lumbar spinal stenosis: A systematic literature review / J. Steurer, S. Roner, R. Gnannt [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2011. – Vol. 12. – P. 175. – DOI: 10.1186/1471-2474-12-175

148. Radiographic evaluation of ventral instability in lumbar spondylolisthesis: Do we need extension radiographs in routine exams? / C. C. Pieper, S. F. Groetz, J. Nadal [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2014. – Vol. 23, № 1. – P. 96–101. – DOI: 10.1007/s00586-013-2932-0

149. Radiographic predictors of delayed instability following decompression without fusion for degenerative grade I lumbar spondylolisthesis / C. Blumenthal, J. Curran, E. C. Benzel [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2013. – Vol. 18, № 4. – P. 340–346. – DOI: 10.3171/2013.1.SPINE12537
150. Regional variations in acceptance, and utilization of minimally invasive spinal surgery techniques among spine surgeons: Results of a global survey / K. U. Lewandrowski, J. A. Soriano-Sánchez, X. Zhang [et al.] // *J. Spine Surg.* – 2020. – Vol. 6, Suppl. 1. – P. S260–S274. – DOI: 10.21037/jss.2019.09.31
151. Reliability of a complication classification system for orthopaedic surgery / E. L. Sink, M. Leunig, I. Zaltz [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2012. – Vol. 470, № 8. – P. 2220–2226. – DOI: 10.1007/s11999-012-2343-2
152. Reoperation rate after microsurgical uni- or bilateral laminotomy for lumbar spinal stenosis with and without low-grade spondylolisthesis: What do preoperative radiographic parameters tell us? / R. T. Schär, S. Kiebach, A. Raabe, C. T. Ulrich // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2019. – Vol. 44, № 4. – P. E245–E251. – DOI: 10.1097/BRS.0000000000002798
153. Revision lumbar surgery in elderly patients with symptomatic pseudarthrosis, adjacent-segment disease, or same-level recurrent stenosis. Part 1. Two-year outcomes and clinical efficacy: clinical article / O. Adogwa, R. K. Carr, K. Kudyba [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2013. – Vol. 18, № 2. – P. 139–146. – DOI: 10.3171/2012.11.SPINE12224
154. Risk factors for the development of perioperative complications in elderly patients undergoing lumbar decompression and arthrodesis for spinal stenosis: An analysis of 166 patients / E. H. Cassinelli, J. Eubanks, M. Vogt [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2007. – Vol. 32, № 2. – P. 230–235. – DOI: 10.1097/01.brs.0000251918.19508.b3
155. Saavedra-Pozo, F. M. Adjacent segment disease perspective and review of the literature / F. M. Saavedra-Pozo, R. A. Deusdara, E. C. Benzel // *Ochsner J.* – 2014. – Vol. 14, № 1. – P. 78–83.
156. Shape of the spinal canal is not associated with success rates of microsurgical unilateral laminotomy and bilateral decompression for lumbar spinal canal stenosis

- / B. Schatlo, M. Horanin, S. Hernandez-Durán [et al.] // World Neurosurg. – 2018. – Vol. 116. – P. e42–e47. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.03.137
157. Siepe, C. J. Full endoscopic, bilateral over-the-top decompression for lumbar spinal stenosis / C. J. Siepe, D. Sauer, H. Michael Mayer // Eur. Spine J. – 2018. – Vol. 27, Suppl. 4. – P. 563–565. – DOI: 10.1007/s00586-018-5656-3
158. Soliman, M. A. R. Decompression of lumbar canal stenosis with a bilateral interlaminar versus classic laminectomy technique: A prospective randomized study / M. A. R. Soliman, A. Ali // Neurosurg. Focus. – 2019. – Vol. 46, № 5. – P. E3. – DOI: 10.3171/2019.2.FOCUS18725
159. Spinal canal morphology and clinical outcomes of microsurgical bilateral decompression via a unilateral approach for lumbar spinal canal stenosis / W. S. Choi, C. H. Oh, G. Y. Ji [et al.] // Eur. Spine J. – 2014. – Vol. 23, № 5. – P. 991–998. – DOI: 10.1007/s00586-013-3116-7
160. Spinal fusion in the United States: Analysis of trends from 1998 to 2008 / S. S. Rajaei, H. W. Bae, L. E. Kanim, R. B. Delamarter // Spine (Phila Pa 1976). – 2012. – Vol. 37, № 1. – P. 67–76. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e31820cccfb
161. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence of different forms of instability and clinical implications / P. Niggemann, J. Kuchta, H. K. Beyer [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2011. – Vol. 36, № 22. – P. E1463–E1468. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181d47a0e
162. Surgery for lumbar spinal stenosis. Attempted meta-analysis of the literature / J. A. Turner, M. Ersek, L. Herron, R. Deyo // Spine (Phila Pa 1976). – 1992. – Vol. 17, № 1. – P. 1–8. – DOI: 10.1097/00007632-199201000-00001
163. Surgical management of lumbar spinal stenosis: A survey among Norwegian spine surgeons / C. Weber, G. Lønne, V. Rao [et al.] // Acta Neurochir. (Wien). – 2017. – Vol. 159, № 1. – P. 191–197. – DOI: 10.1007/s00701-016-3020-0
164. Surgical or nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis? A randomized controlled trial / A. Malmivaara, P. Slätis, M. Heliövaara [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2007. – Vol. 32, № 1. – P. 1–8. – DOI: 10.1097/01.brs.0000251014.81875.6d
165. Surgical versus nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis four-year results

of the Spine Patient Outcomes Research Trial / J. N. Weinstein, T. D. Tosteson, J. D. Lurie [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2010. – Vol. 35, № 14. – P. 1329–1338. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e0f04d

166. Surgical versus nonsurgical therapy for lumbar spinal stenosis / J. N. Weinstein, T. D. Tosteson, J. D. Lurie [et al.] // *N. Engl J. Med.* – 2008. – Vol. 358, № 8. – P. 794–810. – DOI: 10.1056/NEJMoa0707136

167. Three-dimensional in vivo measurement of lumbar spine segmental motion / R. S. Ochia, N. Inoue, S. M. Renner [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2006. – Vol. 31, № 18. – P. 2073–2078. – DOI: 10.1097/01.brs.0000231435.55842.9e

168. Treatment of lumbar spinal stenosis by microscopic unilateral laminectomy for bilateral decompression: A technical note / K. Phan, I. Teng, K. Schultz, R. J. Mobbs // *Orthop. Surg.* – 2017. – Vol. 9, № 2. – P. 241–246. – DOI: 10.1111/os.12335

169. Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults / R. A. Deyo, S. K. Mirza, B. I. Martin [et al.] // *JAMA*. – 2010. – Vol. 303, № 13. – P. 1259–1265. – DOI: 10.1001/jama.2010.338

170. Unilateral laminectomy for bilateral decompression improves low back pain while standing equally on both sides in patients with lumbar canal stenosis: Analysis using a detailed visual analogue scale / H. Takahashi, Y. Aoki, J. Saito [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2019. – Vol. 20, № 1. – P. 100. – DOI: 10.1186/s12891-019-2475-6

171. Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion (TLIF): Indications, technique, and 2-year results / T. G. Lowe, A. D. Tahernia, M. F. O'Brien, D. A. Smith // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2002. – Vol. 15, № 1. – P. 31–38. – DOI: 10.1097/00024720-200202000-00005

172. Unilateral tubular approach for bilateral laminotomy: Effect on ipsilateral and contralateral buttock and leg pain / M. Alimi, C. P. Hofstetter, J. M. Torres-Campa [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2017. – Vol. 26, № 2. – P. 389–396. – DOI: 10.1007/s00586-016-4594-1

173. United States trends in lumbar fusion surgery for degenerative conditions / R. A. Deyo, D. T. Gray, W. Kreuter [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2005. – Vol. 30,

№ 12. – P. 1441–1447. – DOI: 10.1097/01.brs.0000166503.37969.8a

174. Vaccaro, A. R. Indications for instrumentation in degenerative lumbar spinal disorders / A. R. Vaccaro, S. T. Ball // *Orthopedics*. – 2000. – Vol. 23, № 3. – P. 260–273. – DOI: 10.3928/0147-7447-20000301-21

175. Verbiest, H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal / H. Verbiest // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1954. – Vol. 36-B, № 2. – P. 230–237. – DOI: 10.1302/0301-620X.36B2.230

176. Verbiest, H. The significance and principles of computerized axial tomography in idiopathic developmental stenosis of the bony lumbar vertebral canal / H. Verbiest // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1979. – Vol. 4, № 4. – P. 369–378. – DOI: 10.1097/00007632-197907000-00005

177. What are the reliable radiological indicators of lumbar segmental instability? / K. Hasegawa, H. Shimoda, K. Kitahara [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2011. – Vol. 93, № 5. – P. 650–657. – DOI: 10.1302/0301-620X.93B5.25520

178. Wu, R. H. Minimal access versus open transforaminal lumbar interbody fusion: Meta-analysis of fusion rates / R. H. Wu, J. F. Fraser, R. Härtl // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2010. – Vol. 35, № 26. – P. 2273–2281. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181cd42cc

179. Xia, X. P. Prevalence of adjacent segment degeneration after spine surgery: A systematic review and meta-analysis / X. P. Xia, H. L. Chen, H. B. Cheng // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2013. – Vol. 38, № 7. – P. 597–608. – DOI: 10.1097/BRS.0b013e318273a2ea

180. Young, S. Relief of lumbar canal stenosis using multilevel subarticular fenestrations as an alternative to wide laminectomy: Preliminary report / S. Young, R. Veerapen, S. A. O’Laoire // *Neurosurgery*. – 1988. – Vol. 23, № 5. – P. 628–633. – DOI: 10.1227/00006123-198811000-00014

Классификация спондилолистеза по степени смещения

(по Н. W. Meyerding (1932)), усовершенствованная Н. Junge, P. Kühl в 1956 г.

I степень – смещение позвонка на $1/4$ величины поверхности тела позвонка.

II степень – смещение позвонка на $1/2$ величины поверхности тела позвонка.

III степень – смещение позвонка на $3/4$ величины поверхности тела позвонка.

IV степень – смещение позвонка на всю поверхность тела позвонка.

V степень – полное смещение тела позвонка кпереди от нижележащего (так называемый спондилоптоз).

Этиопатогенетическая классификация спондилолистеза

(по L. L. Wiltse, P. H. Newman, I. Macnab (1976))

1. Диспластический спондилолистез: присутствующая врожденная патология верхней части крестца или дуги L5 приводит к соскальзыванию позвонка.

2. Спондилолизный спондилолистез: дефект находится в межсуставной части дуги и может быть трёх видов:

2.1. Медленно возникающий дефект типа перелома усталости.

2.2. Удлиненная, но неповрежденная дуга позвонка.

2.3. Остро возникающий дефект дуги в межсуставной области.

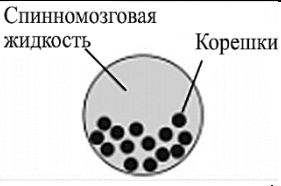
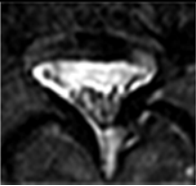



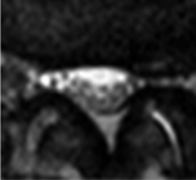


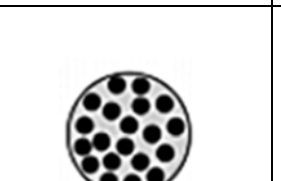



3. Дегенеративный спондилолистез: повреждение возникает при длительно существующей межсегментарной нестабильности.


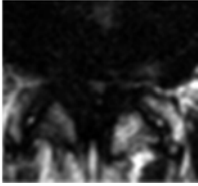
4. Травматический спондилолистез: связан с переломом суставных отростков или межсуставной части дуги.

5. Патологический спондилолистез: генерализованное или ограниченное заболевание позвонка.

6. Ятрогенный спондилолистез.

Классификация стеноза позвоночника, основывающаяся
на МРТ-изображениях

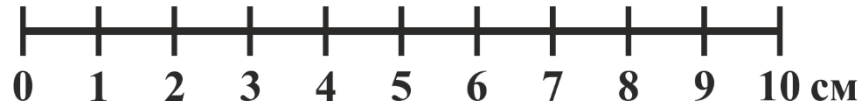
Класс	Схема	МРТ	Описание
А			Внутри дурального мешка ярко видна спинномозговая жидкость, но ее распределение является неоднородным.
А1			Корешки расположены дорсально и занимают менее половины площади дурального мешка
А2			Корешки расположены дорсально, в форме подковы, касаясь твердой мозговой оболочки
А3			Корешки лежат сверху и занимают более половины площади дурального мешка
А4			Корешки расположены в центре и занимают большую часть пространства дурального мешка
В			Корешки занимают все пространство дурального мешка. Некоторое количество спинномозговой жидкости присутствует, придавая структуре дурального мешка зернистость.
С			Нервные корешки не обнаруживаются, дуральный мешок демонстрирует однородный серый сигнал без видимого сигнала спинномозговой жидкости. Позади обнаруживается эпидуральный жир.

D			В дополнение к тому, что невозможно обнаружить нервные корешки, не визуализируется и эпидуральный жир позади.
---	---	---	---

Класс А определяется как отсутствие или незначительный стеноз; класс В – как умеренный стеноз; класс С – как тяжелый стеноз; класс D – как крайне тяжелый стеноз.

Визуальная аналоговая шкала оценки интенсивности боли

Нет Слабая боль Умеренная Сильная Невыносимая
боли боль боль боль



**Индекс функциональной дееспособности (Oswestry Disability Index)
(Fairbank J., 2000)**

Опросник предназначен для динамической оценки клинических проявлений у пациентов, страдающих болями в спине. Индекс Освестри представлен в версии 2.1а и состоит из 10 разделов. Чувствительность = 91 %, специфичность = 83 %.

Ответы под буквой А оцениваются в 0 баллов, под буквой Б – 1 балл, под буквой В – 2 балла, под буквой Г – 3 балла, под буквой Д – 4 балла, под буквой Е – 5 баллов. Полученные баллы суммируются, их максимальное число – 50. Интерпретация полученных данных осуществляется следующим образом:

0 баллов – нет нарушений;

5–14 баллов – легкие нарушения;

15–24 баллов – умеренные нарушения;

25–34 баллов – тяжелые нарушения;

более 34 баллов – функция нарушена полностью.

$$\text{Результат: } \frac{\text{сумма набранных баллов}}{\text{сумма максимальных баллов}} \times 100 = \%.$$

Необходимо выбрать одно наиболее подходящее утверждение для каждого пункта.

1. Интенсивность болевого синдрома	
А	Я могу переносить боль без приема болеутоляющих препаратов.
Б	Боль сильная, но болеутоляющих препаратов я не принимаю.
В	Болеутоляющие препараты полностью избавляют меня от боли.
Г	Болеутоляющие препараты умеренно снижают боль.
Д	Болеутоляющие препараты слабо уменьшают боль.
Е	Болеутоляющие препараты мне не помогают, поэтому я их не принимаю.
2. Самообслуживание (умывание, одевание и т. д.)	
А	Самообслуживание не нарушено и не вызывает дополнительной боли.
Б	Самообслуживание не нарушено, но вызывает дополнительную боль.
В	При самообслуживании из-за боли я все делаю медленно.
Г	При самообслуживании я нуждаюсь в некоторой помощи, хотя в основном все делаю самостоятельно.

Д	В большинстве случаев мне необходима помощь.
Е	Самостоятельно я не могу сделать ничего.
3. Поднимание предметов	
А	Я могу поднимать тяжелые предметы без появления дополнительной боли.
Б	Я могу поднимать тяжелые предметы, но это усиливает боль.
В	Боль мешает мне поднимать тяжелые предметы, но я могу это сделать, если они удобно расположены (например, на столе).
Г	Боль мешает мне поднимать тяжелые предметы, но я могу поднять предмет средней тяжести, если он удобно расположен.
Д	Я могу поднимать только легкие предметы.
Е	Я не могу ни поднять, ни удержать никакие предметы
4. Ходьба	
А	Боль не мешает мне проходить любые расстояния.
Б	Боль мешает мне пройти больше 1 км.
В	Боль мешает мне пройти больше 500 м.
Г	Боль мешает мне пройти больше 250 м.
Д	Я могу ходить только с опорой (с тростью или с костылями).
Е	В основном я лежу и с трудом добираюсь до туалета.
5. Сидение	
А	Я могу сидеть на любом стуле сколько угодно.
Б	Я могу сидеть долго только на моем любимом стуле.
В	Боль мешает мне сидеть больше 1 часа.
Г	Боль мешает мне сидеть больше 30 минут.
Д	Боль мешает мне сидеть больше 10 минут.
Е	Из-за боли я вообще не могу сидеть.
6. Стояние	
А	Я могу стоять сколько угодно без усиления боли.
Б	Я могу стоять сколько угодно, но это усиливает боль.
В	Боль мешает мне стоять больше 1 часа.
Г	Боль мешает мне стоять больше 30 минут.
Д	Боль мешает мне стоять больше 10 минут.

Е	Из-за боли я вообще не могу стоять.
7. Сон	
А	Сон у меня хороший, боль его не нарушает.
Б	Я испытываю боль, но сплю я хорошо.
В	Из-за боли я сплю на 2 часа меньше, чем раньше.
Г	Из-за боли я сплю на 4 часа меньше, чем раньше.
Д	Из-за боли я сплю на 6 часов меньше, чем раньше.
Е	Из-за боли я не сплю вообще.
8. Сексуальная жизнь	
А	Моя сексуальная жизнь нормальна и не вызывает дополнительной боли.
Б	Моя сексуальная жизнь нормальна, но усиливает боль.
В	Моя сексуальная жизнь нормальна, но резко усиливает боль.
Г	Боль значительно ограничивает мою сексуальную жизнь.
Д	Боль почти полностью препятствует моей сексуальной жизни.
Е	Из-за боли сексуальная жизнь невозможна.
9. Общественная жизнь	
А	Моя общественная жизнь обычная и не усиливает боль.
Б	Моя общественная жизнь обычная, но усиливает боль.
В	Боль сильно сказывается на моей общественной жизни, но ограничивает лишь те ее области, которые требуют больших затрат сил (например, танцы).
Г	Боль существенно ограничивает мою общественную жизнь, из-за нее я часто не могу выйти из дома.
Д	Боль ограничила мою общественную жизнь только моим домом.
Е	Из-за боли я совсем не участвую в общественной жизни.
10. Поездки	
А	Я могу ездить куда захочу без усиления боли.
Б	Я могу ездить куда угодно, но это усиливает боль.
В	Боль мешает поездкам длительностью более 1 часа.
Г	Из-за боли я могу совершать поездки длительностью не более 30 минут.
Д	Из-за боли я могу совершать поездки только на определенном транспорте.
Е	Я могу ехать куда-то только лежа.

Шкала достижения целей

Проверьте, обсудили ли врач и пациент шкалу в деталях	Название целей				
	Да ___ Нет ___	Да ___ Нет ___	Да ___ Нет ___	Да ___ Нет ___	Да ___ Нет ___
Достижение целей и уровни	Цель 1 (wi = 10) Снижение интенсивности боли: требуется ли прием анальгетиков?	Цель 2 (wi = 9) Снижение интенсивности боли по шкале болевого аудита	Цель 3 (wi = 8) Клинический эффект: динамика неврологической симптоматики	Цель 4 (wi = 5) Функция: боли в спине/ноге мешают ухаживать за собой	Цель 5 (wi = 6) Удовлетворенность лечением
Наихудший результат терапии (-2)	Постоянно	> 35 баллов	Прогрессирование неврологической симптоматики	Часто	Не удовлетворен
Меньший, чем ожидалось, успех терапии (-1)	Часто	26–35 баллов	Неврологическая симптоматика не изменилась	Иногда	Не совсем удовлетворен
Ожидаемая степень успеха терапии (0)	Иногда	15–25 баллов	Уменьшение симптомов натяжения нервов при отсутствии изменений в чувствительной, двигательной, рефлекторной сферах	Нет, но я стараюсь быть осторожным в движениях	Удовлетворен
Большой,	Нет	6–14 баллов	Частичный регресс	Нет, я часто забываю	Эффект от лечения

чем ожидалось, успех терапии (+1)			неврологической симптоматики в чувствительной, двигательной, рефлекторной сферах	об осторожности	превышел мои ожидания
Наибольший ожидаемый успех терапии (+2)	Я не помню, когда покупал анальгетики для себя	0–5 баллов	Полный регресс неврологической симптоматики	Нет и я забыл о болезни	Я выздоровел
Проверьте, обсудили ли врач и пациент шкалу в деталях	Название целей				
	Да ___ Нет ___	Да ___ Нет ___	Да ___ Нет ___	Да ___ Нет ___	Да ___ Нет ___
Достижение целей и уровни	Цель 6 (wi = 1) Длительность стационарного лечения	Цель 7 (wi = 2) Работа	Цель 8 (wi = 4) Функциональная активность на работе	Цель 9 (wi = 3) Функциональная активность в быту	Цель 10 (wi = 7) Длительность временной нетрудоспособности
Наихудший результат терапии (-2)	> 21 дня (консервативное) >12 дней (микродискэктомия) > 21 дня (ламинэктомия) > 8 дней (лазерная дискэктомия)	Из-за болезни я потерял работу и не могу найти другую	Из-за вынужденного снижения двигательной активности я ищу другую работу	Я не могу без посторонней помощи выполнять обычную домашнюю работу	> 2 мес. (консервативное) > 3 мес. (микродискэктомия) > 4 мес. (ламинэктомия) >2 мес. (лазерная дискэктомия)
Меньший, чем ожидалось, успех терапии (-1)	15–21 день (консервативное) 9–12 дней (микродискэктомия) 15–21 день (ламинэктомия)	Из-за болезни мне пришлось сменить место работы, профессию	Я стал менее активным, стараюсь ограничивать физическую нагрузку на работе (не поднимать тяжести, больше сидеть	Я выполняю домашнюю работу в сокращенном объеме, т. к. некоторые движения вызывают появление боли	1–2 мес. (консервативное) 2–3 мес. (микродискэктомия) 3–4 мес. (ламинэктомия) 1–2 мес. (лазерная

	6–8 дней (лазерная дискэктомия)		и т. д.)	в спине/ноге	дискэктомия)
Ожидаемая степень успеха терапии (0)	14 дней (консервативное) 7–8 дней (микродискэктомия) 14 дней (ламинэктомия) 5 дней (лазерная дискэктомия)	Я вернулся на прежнее место работы, временно мне созданы облегченные условия труда	Я выполняю прежний объем работы (как и до болезни)	Я самостоятельно выполняю прежнюю домашнюю работу	1 мес. (консервативное) 2 мес. (микродискэктомия) 3 мес. (ламинэктомия) 1 мес. (лазерная дискэктомия)
Большой, чем ожидалось, успех терапии (+1)	10 дней (консервативное) 6 дней (микродискэктомия) 10 дней (ламинэктомия) 3 дня (лазерная дискэктомия)	Я вернулся на прежнее место работы, на прежнюю должность	Я стал выполнять больший объем работы, по сравнению с периодом до болезни	Я работаю дома, на приусадебном участке без ограничений	3–4 нед. (консервативное) 1,5–2 мес. (микродискэктомия) 2–3 мес. (ламинэктомия) 3–4 нед. (лазерная дискэктомия)
Наибольший ожидаемый успех терапии (+2)	7 дней (консервативное) 4–5 дней (микродискэктомия) 7 дней (ламинэктомия) амбулаторно (лазерная дискэктомия)	Я без опаски двигаюсь, поднимаю тяжести, беру за любую работу	Я получил продвижение по службе	Я забыл о болезни, занимаюсь спортом	2–3 нед. (консервативное) 1–1,5 мес. (микродискэктомия) 1–2 мес. (ламинэктомия) 2–3 нед. (лазерная дискэктомия)



Результаты хирургического лечения
Статистическая обработка данных

Показатели	Декомпрессия со стабилизацией	ММД	<i>p</i>
<i>n</i>	100	96	
Длительность операции, Ме [IQR]	156,24 [145,00; 180,00]	90,00 [81,87; 105,00]	< 0,001
Кровопотеря, <i>n</i> (%)			
100–200 мл	34 (34,0)	8 (8,3)	< 0,001
201–500 мл	58 (58,0)	0 (0,0)	
более 500 мл	4 (4,0)	0 (0,0)	
менее 100 мл	4 (4,0)	88 (91,7)	
Интраоперационные осложнения = Нет, <i>n</i> (%)	90 (90,0)	92 (95,8)	0,191
Реоперация = Реоперация, <i>n</i> (%)	6 (6,0)	6 (6,2)	1,000
Осложнения = Нет, <i>n</i> (%)	86 (86,0)	86 (89,6)	0,584
Исходы = Нуждается в КЛ, <i>n</i> (%)	62 (62,0)	16 (16,7)	< 0,001
Неврологический исход, <i>n</i> (%)			
минимальная	68 (68,0)	28 (29,2)	< 0,001
нарастание	0 (0,0)	2 (2,1)	
улучшение	32 (32,0)	66 (68,8)	
Сроки госпитализации, <i>n</i> (%)			
5–10 суток	26 (26,0)	36 (37,5)	< 0,001
более 10 суток	72 (72,0)	6 (6,2)	
до 5 суток	2 (2,0)	54 (56,2)	

Индекс Освестри

Показатели	Декомпрессия со стабилизацией	ММД	<i>p</i>
<i>n</i>	100	96	
Нарушения, до = Да, <i>n</i> (%)	100 (100,0)	96 (100,0)	NA
Нарушения, 3 мес. = Да, <i>n</i> (%)	100 (100,0)	96 (100,0)	NA

Нарушения, 6 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	2 (2,0)	2 (2,1)	1,000
Нарушения, 9 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	6 (6,0)	16 (16,7)	0,032
Нарушения, 12 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	12 (12,0)	24 (25,0)	0,030
Нарушения, 24 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	18 (18,0)	34 (35,4)	0,009
Индекс Освестри до = 35 и более, <i>n</i> (%)	62 (62,0)	30 (31,2)	< 0,001
Индекс Освестри, 3 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	62 (62,0)	70 (72,9)	0,140
Индекс Освестри, 6 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	94 (95,9)	94 (100,0)	0,140
Индекс Освестри, 9 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	94 (100,0)	80 (100,0)	NA
Индекс Освестри, 12 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	88 (100,0)	72 (100,0)	NA
Индекс Освестри, 24 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	82 (100,0)	62 (100,0)	NA
Индекс Освестри, до, Ме [IQR]	36,00 [33,00; 40,00]	34,00 [32,00; 35,00]	< 0,001
Индекс Освестри, 3 мес., Ме [IQR]	13,00 [11,00; 16,00]	11,50 [9,00; 15,00]	0,055
Индекс Освестри, 6 мес., Ме [IQR]	9,00 [8,00; 11,00]	9,00 [7,00; 11,00]	0,034
Индекс Освестри, 9 мес., Ме [IQR]	8,00 [6,00; 9,00]	7,00 [6,00; 8,00]	0,346
Индекс Освестри, 12 мес., Ме [IQR]	6,00 [5,00; 7,00]	6,00 [4,75; 7,25]	0,229
Индекс Освестри, 24 мес., Ме [IQR]	6,00 [5,00; 7,00]	5,00 [4,00; 6,00]	< 0,001

Боль в спине по ВАШ

Показатели	Декомпрессия со стабилизацией	ММД	<i>p</i>
<i>n</i>	100	96	
Спина, факт боли, до = Да, <i>n</i> (%)	100 (100,0)	96 (100,0)	NA
Спина, факт боли, 3 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	2 (2,0)	4 (4,2)	0,438
Спина, факт боли, 6 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	16 (16,0)	12 (12,5)	0,620
Спина, факт боли, 9 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	32 (32,0)	20 (20,8)	0,108
Спина, факт боли, 12 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	42 (42,0)	36 (37,5)	0,619
Спина, факт боли, 24 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	48 (48,0)	52 (54,2)	0,471
Спина, ВАШ, до = 7–9 баллов, <i>n</i> (%)	62 (62,0)	60 (62,5)	1,000
Спина, ВАШ, 3 мес. = 4–6 баллов, <i>n</i> (%)	22 (22,4)	24 (26,1)	0,678
Спина, ВАШ, 6 мес. = 4–6 баллов, <i>n</i> (%)	6 (7,1)	8 (9,5)	0,780
Спина, ВАШ, 9 мес. = 4–6 баллов, <i>n</i> (%)	0 (0,0)	4 (5,3)	0,122
Спина, ВАШ, 12 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	58 (100,0)	60 (100,0)	NA

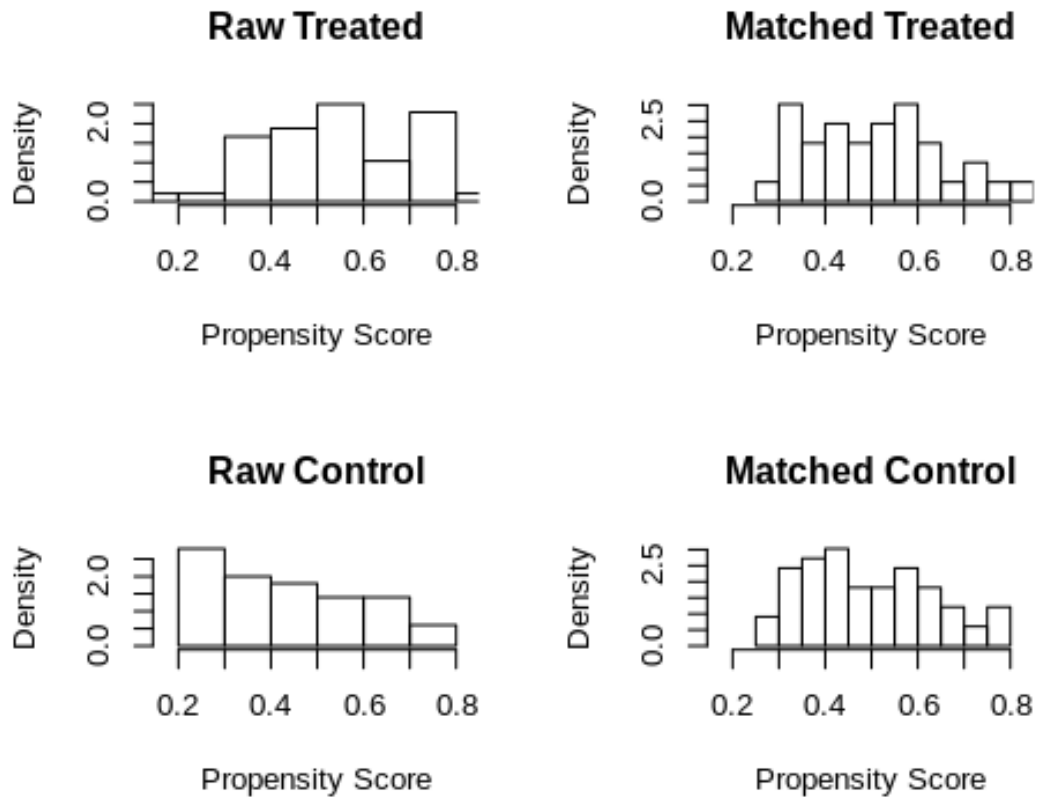
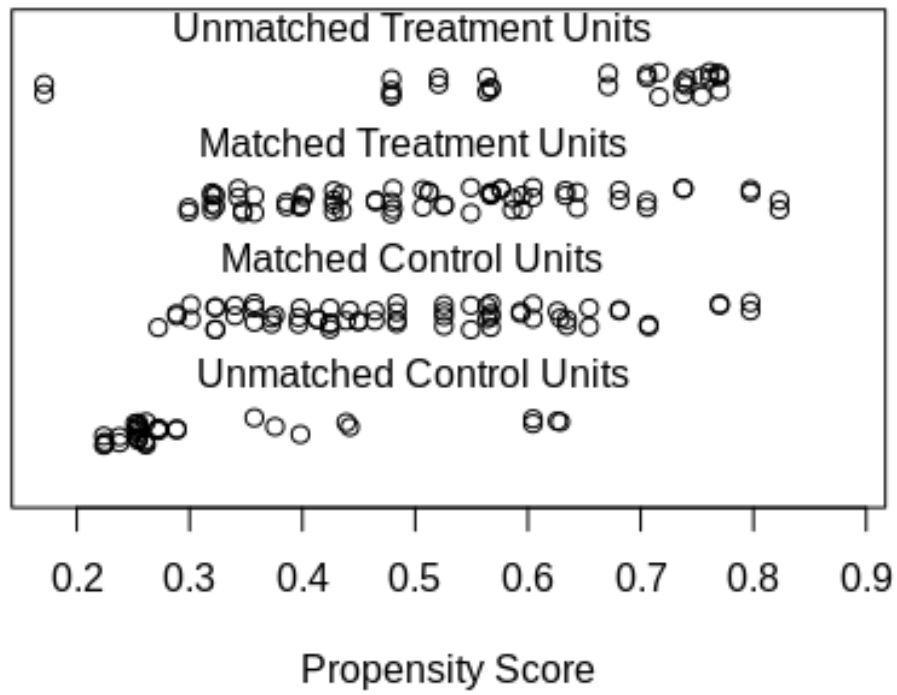
Спина, ВАШ, 24 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	52 (100,0)	44 (100,0)	NA
Боль в спине, до, Ме [IQR]	9,00 [9,00; 10,00]	9,00 [9,00; 10,00]	0,542
Боль в спине, 3 мес., Ме [IQR]	3,00 [2,00; 3,00]	3,00 [2,00; 3,25]	0,917
Боль в спине, 6 мес, Ме [IQR]	2,00 [1,00; 2,00]	2,00 [1,00; 3,00]	0,199
Боль в спине, 9 мес., Ме [IQR]	1,00 [0,00; 2,00]	1,50 [1,00; 2,25]	0,065
Боль в спине, 12 мес., Ме [IQR]	1,00 [0,00; 2,00]	1,00 [0,00; 2,00]	0,784
Боль в спине, 24 мес., Ме [IQR]	1,00 [0,00; 2,00]	0,00 [0,00; 2,00]	0,530

Боль в ногах по ВАШ

Показатели	Декомпрессия со стабилизацией	ММД	<i>p</i>
<i>n</i>	100	96	
Ноги, факт боли, до = Да, <i>n</i> (%)	100 (100,0)	96 (100,0)	NA
Ноги, факт боли, 3 мес. = Да, <i>n</i> (%)	100 (100,0)	96 (100,0)	NA
Ноги, факт боли, 6 мес. = Да, <i>n</i> (%)	100 (100,0)	96 (100,0)	NA
Ноги, факт боли, 9 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	14 (14,0)	6 (6,2)	0,120
Ноги, факт боли, 12 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	6 (6,0)	8 (8,3)	0,721
Ноги, факт боли, 24 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	10 (10,0)	12 (12,5)	0,743
Ноги, ВАШ, до = 7–9 баллов, <i>n</i> (%)	66 (66,0)	42 (43,8)	0,003
Ноги, ВАШ, 3 мес. = 4–6 баллов, <i>n</i> (%)	2 (2,0)	0 (0,0)	0,498
Ноги, ВАШ, 6 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	100 (100,0)	96 (100,0)	NA
Ноги, ВАШ, 9 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	86 (100,0)	90 (100,0)	NA
Ноги, ВАШ, 12 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	94 (100,0)	88 (100,0)	NA
Ноги, ВАШ, 24 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	90 (100,0)	84 (100,0)	NA
Боль в ногах, до, Ме [IQR]	9,00 [9,00; 10,00]	10,00 [9,00; 10,00]	0,001
Боль в ногах, 3 мес., Ме [IQR]	2,00 [1,00; 3,00]	2,00 [1,75; 3,00]	0,518
Боль в ногах, 6 мес, Ме [IQR]	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 2,00]	0,133
Боль в ногах, 9 мес., Ме [IQR]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	0,075
Боль в ногах, 12 мес., Ме [IQR]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	0,289
Боль в ногах, 24 мес., Ме [IQR]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	0,356

Подбор методом псевдорандомизации (caliper = 0,2).

Distribution of Propensity Scores



Размер выборки

	Control	Treated
--	---------	---------

All	100	96
Matched	66	66
Unmatched	34	30
Discarded	0	0

Сводная информация о сбалансированных данных

	Means Treated	Means Control	Mean Diff
distance	0,51	0,50	0,01
Пол женский	0,48	0,50	-0,02
Пол мужской	0,52	0,50	0,02
Сопутствующие заболевания Нет	0,36	0,32	0,05
Парез, факт Парез	0,39	0,47	-0,08
Уровень поражения 2	0,15	0,09	0,06
Уровень поражения 3	0,58	0,65	-0,08
Уровень поражения 4	0,21	0,20	0,02
Реоперация Реоперация	0,03	0,08	-0,05
Длительность заболевания	3,55	3,56	-0,02

Сравнение после применения метода PSM

Общие характеристики до операции

Проанализированы данные для 132 пациентов

Показатели	Декомпрессия со стабилизацией	ММД	<i>p</i>
<i>n</i>	66	66	
Возраст, Ме [IQR]	62,00 [55,00; 69,00]	62,00 [49,00; 74,00]	0,834
Пол = мужской, <i>n</i> (%)	33 (50,0)	34 (51,5)	1,000
Сопутствующие заболевания = Нет, <i>n</i> (%)	21 (31,8)	24 (36,4)	0,713
Длительность заболевания, Ме [IQR]	3,00 [2,00; 5,00]	3,00 [2,00; 5,00]	0,905
Уровень поражения, <i>n</i> (%)			
L2–L3	4 (6,1)	4 (6,1)	0,703
L3–L4	6 (9,1)	10 (15,2)	
L4–L5	43 (65,2)	38 (57,6)	
L5–S1	13 (19,7)	14 (21,2)	

Парез, факт = Парез <i>n</i> (%)	31 (47,0)	26 (39,4)	0,482
----------------------------------	-----------	-----------	-------

Результаты оперативного лечения

Показатели	Декомпрессия со стабилизацией	ММД	<i>p</i>
<i>n</i>	66	66	
Длительность операции, Ме [IQR]	160,00 [155,00; 180,00]	90,00 [85,00; 105,00]	< 0,001
Кровопотеря, <i>n</i> (%)			
100–200 мл	28 (42,4)	8 (12,1)	< 0,001
201–500 мл	33 (50,0)	0 (0,0)	
более 500 мл	2 (3,0)	0 (0,0)	
менее 100 мл	3 (4,5)	58 (87,9)	
Интраоперационные осложнения = Нет, <i>n</i> (%)	59 (89,4)	64 (97,0)	0,164
Реоперация = Реоперация, <i>n</i> (%)	5 (7,6)	2 (3,0)	0,440
Осложнения = Нет, <i>n</i> (%)	56 (84,8)	62 (93,9)	0,156
Исходы = Нуждается в КЛ, <i>n</i> (%)	41 (62,1)	10 (15,2)	< 0,001
Неврологический исход, <i>n</i> (%)			
минимальная	41 (62,1)	17 (25,8)	< 0,001
нарастание	0 (0,0)	2 (3,0)	
улучшение	25 (37,9)	47 (71,2)	
Сроки госпитализации, <i>n</i> (%)			
5–10 суток	21 (31,8)	29 (43,9)	< 0,001
более 10 суток	43 (65,2)	6 (9,1)	
до 5 суток	2 (3,0)	31 (47,0)	

Индекс Освестри

Показатели	Декомпрессия со стабилизацией	ММД	<i>p</i>
<i>n</i>	66	66	
Нарушения, до = Да, <i>n</i> (%)	66 (100,0)	66 (100,0)	NA
Нарушения, 3 мес. = Да, <i>n</i> (%)	66 (100,0)	66 (100,0)	NA
Нарушения, 6 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	2 (3,0)	2 (3,0)	1,000

Нарушения, 9 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	4 (6,1)	14 (21,2)	0,020
Нарушения, 12 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	7 (10,6)	21 (31,8)	0,006
Нарушения, 24 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	11 (16,7)	27 (40,9)	0,004
Индекс Освестри до = 35 и более, <i>n</i> (%)	37 (56,1)	26 (39,4)	0,081
Индекс Освестри, 3 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	45 (68,2)	49 (74,2)	0,564
Индекс Освестри, 6 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	60 (93,8)	64 (100,0)	0,119
Индекс Освестри, 9 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	62 (100,0)	52 (100,0)	NA
Индекс Освестри, 12 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	59 (100,0)	45 (100,0)	NA
Индекс Освестри, 24 мес. = 5–14 баллов, <i>n</i> (%)	55 (100,0)	39 (100,0)	NA
Индекс Освестри, до, Ме [IQR]	35,00 [33,00; 40,00]	34,00 [33,00; 38,00]	0,182
Индекс Освестри, 3 мес., Ме [IQR]	13,00 [11,00; 16,00]	11,00 [10,00; 14,75]	0,336
Индекс Освестри, 6 мес., Ме [IQR]	9,00 [8,00; 11,00]	9,00 [7,00; 11,00]	0,160
Индекс Освестри, 9 мес., Ме [IQR]	8,00 [6,00; 9,00]	7,00 [5,25; 8,00]	0,212
Индекс Освестри, 12 мес., Ме [IQR]	6,00 [5,00; 7,00]	6,00 [4,00; 7,00]	0,059
Индекс Освестри, 24 мес., Ме [IQR]	6,00 [5,00; 7,00]	5,00 [4,00; 6,00]	< 0,001

Боль в спине по ВАШ

Показатели	Декомпрессия со стабилизацией	ММД	<i>p</i>
<i>n</i>	66	66	
Спина, факт боли, до = Да, <i>n</i> (%)	66 (100,0)	66 (100,0)	NA
Спина, факт боли, 3 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	2 (3,0)	4 (6,1)	0,680
Спина, факт боли, 6 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	11 (16,7)	10 (15,2)	1,000
Спина, факт боли, 9 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	21 (31,8)	15 (22,7)	0,328
Спина, факт боли, 12 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	29 (43,9)	27 (40,9)	0,860
Спина, факт боли, 24 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	31 (47,0)	37 (56,1)	0,384
Спина, ВАШ, до = 7–9 баллов, <i>n</i> (%)	41 (62,1)	37 (56,1)	0,595
Спина, ВАШ, 3 мес. = 4–6 баллов, <i>n</i> (%)	12 (18,8)	14 (22,6)	0,756
Спина, ВАШ, 6 мес. = 4–6 баллов, <i>n</i> (%)	4 (7,3)	5 (8,9)	1,000
Спина, ВАШ, 9 мес. = 4–6 баллов, <i>n</i> (%)	0 (0,0)	3 (5,9)	0,245

Спина, ВАШ, 12 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	37 (100,0)	39 (100,0)	NA
Спина, ВАШ, 24 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	35 (100,0)	29 (100,0)	NA
Боль в спине, до, Ме [IQR]	9,00 [9,00; 10,00]	9,00 [9,00; 10,00]	0,581
Боль в спине, 3 мес., Ме [IQR]	3,00 [2,00; 3,00]	3,00 [2,00; 3,00]	0,966
Боль в спине, 6 мес, Ме [IQR]	2,00 [1,00; 2,00]	2,00 [1,00; 3,00]	0,378
Боль в спине, 9 мес., Ме [IQR]	1,00 [0,00; 2,00]	2,00 [1,00; 2,75]	0,073
Боль в спине, 12 мес., Ме [IQR]	1,00 [0,00; 2,00]	1,00 [0,00; 2,00]	0,831
Боль в спине, 24 мес., Ме [IQR]	1,00 [0,00; 2,00]	0,00 [0,00; 1,00]	0,267

Боль в ногах по ВАШ

Показатели	Декомпрессия со стабилизацией	ММД	<i>p</i>
<i>n</i>	66	66	
Ноги, факт боли, до = Да, <i>n</i> (%)	66 (100,0)	66 (100,0)	NA
Ноги, факт боли, 3 мес. = Да, <i>n</i> (%)	66 (100,0)	66 (100,0)	NA
Ноги, факт боли, 6 мес. = Да, <i>n</i> (%)	66 (100,0)	66 (100,0)	NA
Ноги, факт боли, 9 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	13 (19,7)	6 (9,1)	0,137
Ноги, факт боли, 12 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	5 (7,6)	6 (9,1)	1,000
Ноги, факт боли, 24 мес. = Нет, <i>n</i> (%)	8 (12,1)	10 (15,2)	0,800
Ноги, ВАШ, до = 7–9 баллов, <i>n</i> (%)	40 (60,6)	35 (53,0)	0,482
Ноги, ВАШ, 3 мес. = 4–6 баллов, <i>n</i> (%)	2 (3,0)	0 (0,0)	0,496
Ноги, ВАШ, 6 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	66 (100,0)	66 (100,0)	NA
Ноги, ВАШ, 9 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	53 (100,0)	60 (100,0)	NA
Ноги, ВАШ, 12 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	61 (100,0)	60 (100,0)	NA
Ноги, ВАШ, 24 мес. = 1–3 балла, <i>n</i> (%)	58 (100,0)	56 (100,0)	NA
Боль в ногах, до, Ме [IQR]	9,00 [9,00; 10,00]	9,00 [9,00; 10,00]	0,101
Боль в ногах, 3 мес., Ме [IQR]	2,00 [2,00; 3,00]	2,00 [1,25; 3,00]	0,496
Боль в ногах, 6 мес, Ме [IQR]	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 2,00]	0,314
Боль в ногах, 9 мес., Ме [IQR]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	0,066
Боль в ногах, 12 мес., Ме [IQR]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	0,796
Боль в ногах, 24 мес., Ме [IQR]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	0,940

Построение логистической модели 1 (исход=Нуждается в КЛ)

```
##
## Call:
## glm(formula = Исход ~ Вид.хирургического.вмешательства +
## Парез.факт + Уровень.поражения +
## Реоперация + Пол + Сопутствующие.заболевания,
## family = binomial(), data = df)
##
## Deviance Residuals:
##   Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.0745  -0.4718  -0.1224   0.4972   2.9544
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept)          2.8051    1.1001   2.550  0.010777*
## Вид.хирургического.вмешательства микрохирургическая декомпрессия
##   -3.1569    0.5820  -5.425  5.81e-08***
## Парез.фактПарез          3.1656    0.5734   5.521  3.38e-08***
## Уровень.поражения2  -5.8202    1.4519  -4.009  6.11e-05***
## Уровень.поражения3  -3.9423    1.1371  -3.467  0.000526***
## Уровень.поражения4  -4.4815    1.3867  -3.232  0.001230**
## РеоперацияРеоперация  4.7779    1.3094   3.649  0.000263***
## Полмужской           0.9537    0.4610   2.069  0.038574 *
## Сопутствующие.заболеванияНет
##   -1.0110    0.6133  -1.649  0.099242 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
##
```

Null deviance: 263.49 on 195 degrees of freedom

Residual deviance: 131.03 on 187 degrees of freedom

AIC: 149.03

##

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Результаты тестирования модели с ресэмплированием ($n = 300$)

ROC_AUC	ROC_AUC_95_lo	ROC_AUC_95_hi	Sensitivity	Specificity	Accuracy
0.91	0.81	0.98	0.75	0.89	0.83