

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
Учреждение высшего образования  
«Иркутский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

*На правах рукописи*



ОКОНЕШНИКОВА  
АЛЕНА КОНСТАНТИНОВНА

**ВЫБОР ТАКТИКИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ  
С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ НИЖНЕПОЯСНИЧНОГО  
ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА С УЧЁТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ  
ПАРАМЕТРОВ ДУГООТРОСТЧАТЫХ СУСТАВОВ**

14.01.18 – нейрохирургия

Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук



**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук

Бывальцев Вадим Анатольевич

Иркутск

2019

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ .....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПАТОГЕНЕЗЕ, ДИАГНОСТИКЕ И ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НИЖНЕПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА .....	12
1.1. Анатомо-физиологические особенности дугоотростчатых суставов .....	12
1.2. Клинико-диагностические методы верификации дегенеративных заболеваний нижнепоясничного отдела позвоночника .....	19
1.3. Методы лечения дегенеративных заболеваний нижнепоясничного отдела позвоночника .....	32
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	47
2.1. Клиническая характеристика обследованных пациентов .....	47
2.2. Комплексная клиническая оценка исходов оперативного лечения .....	51
2.3. Инструментальные методы исследования .....	54
2.4. Хирургические методы лечения .....	60
2.5. Методы статистической обработки результатов исследования ..	71
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕТРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ .....	73
3.1. Общие сведения о пациентах исследуемой ретроспективной группы .....	74
3.2. Ретроспективный анализ использования пункционных хирургических методик .....	78

3.3. Ретроспективный анализ использования декомпрессивно-стабилизирующих хирургических методик . . . . .	82
3.4. Ретроспективный морфо-инструментальный корреляционный анализ . . . . .	87
3.5. Разработка алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничного отдела позвоночника на основе индивидуальных параметров ДС . . . . .	94
<b>ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ . . . . .</b>	<b>106</b>
4.1. Способ профилактики инфекционных осложнений при оперативных вмешательствах на позвоночнике в раннем послеоперационном периоде . . . . .	107
4.2. Общие сведения о пациентах исследуемой проспективной группы . . . . .	108
4.3. Анализ клинических исходов хирургического лечения и выявленных послеоперационных осложнений у пациентов при использовании искусственного протеза МПД . . . . .	112
4.4. Анализ клинических исходов хирургического лечения и выявленных послеоперационных осложнений у пациентов при использовании межтелового спондилодеза, комбинированной ригидной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации . . . . .	121
4.5. Анализ клинических исходов хирургического лечения и выявленных послеоперационных осложнений у пациентов при использовании межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации . . . . .	130

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	141
ВЫВОДЫ .....	147
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....	148
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	149
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	150

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность исследования

Хирургическое лечение дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника, в частности патологии дугоотростчатых суставов (ДС), является одним из развивающихся направлений в спинальной нейрохирургии. В настоящее время доказано, что ДС (межпозвонковые или фасеточные суставы) способствуют возникновению болевого синдрома в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. В работе J. Goldthwaite [200] впервые описаны анатомические и биомеханические особенности ДС как предикторы боли в спине и нестабильности позвоночно-двигательного сегмента (ПДС). Спустя 16 лет E. Putti и F. V. Tatò [267], основываясь на результатах 75 аутопсий, показали, что компрессия спинного мозга и его корешков может быть связана с дегенерацией ДС, которая морфологически проявляется в виде гипертрофии и изменения геометрии последних. В 1933 г. R. K. Ghormley [198] впервые предложил клиничко-неврологический термин «фасет-синдром», который автор определил, как любую боль в нижней части спины, возникающую вследствие ротационного напряжения поясничного отдела позвоночника с или без синдрома люмбаишиалгии.

Анализ частоты встречаемости дегенеративных заболеваний ДС в условиях амбулаторно-поликлинической помощи показал, что данное патологическое состояние встречалось у 6 % пациентов с хроническим болевым синдромом в нижней части спины [30, 41, 50, 98]. В многолетнем наблюдении A. C. Schwarzer et al. [307] наглядно продемонстрировано, что при подтверждённом диагнозе дегенерации межпозвонковых суставов чаще всего источником болевой импульсации в нижней части спины являлись ДС L<sub>III</sub>-L<sub>IV</sub>, L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub>, L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub>.

В настоящее время широко используются различные способы лечения патологии ДС. Выполнение лечебно-диагностических блокад, радиочастотной и лазерной денервации ДС, хемоденервации ДС, фасетопластика ДС относятся к малоинвазивным методам лечения.

Эффективность использования пункционных технологий зависит от правильного предоперационного планирования. Использование провокационных диагностических проб и комплексный анализ морфоструктурных изменений ДС по результатам нейровизуализации позволяют определить тактику проведения реконструктивного вмешательства (фасетопластика) при сохранности суставной щели и отсутствии значимой дегенерации ДС и проведения деструктивных манипуляций (денервация) при значительных патологических изменениях ДС [21, 29, 111, 188, 204, 319].

При выраженных дегенеративных изменениях ДС со стенозированием позвоночного канала, значимой компрессии невралных структур и неэффективности консервативного лечения используются радикальные способы лечения – декомпрессивные, стабилизирующие, декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства, в частности фасетэктомия с последующей инструментальной фиксацией ПДС [87, 91, 92, 94, 107, 158, 251].

Доказано, что дегенерация смежного уровня происходит в результате увеличения нагрузки на ДС и межпозвонковые диски (МПД), связанной с развитием патологической подвижности ПДС выше уровня ригидной стабилизации [34, 48, 96, 182].

Потенциальными предрасполагающими факторами, способствующими ускоренной дегенерации смежного уровня, являются: дегенеративные изменения ДС, вид и протяжённость спондилодеза, изменение конфигурации позвоночного столба в сагиттальной плоскости, предшествующие хирургические манипуляции в соседнем сегменте [14, 23, 28, 72, 138, 155, 196].

Для подбора верной тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника необходимо на дооперационном этапе определить и обосновать оптимальный объём оперативного вмешательства с учётом индивидуальных дегенеративных изменений ДС, ориентации суставных поверхностей и величины фасеточных углов, наличия или отсутствия тропизма для улучшения отдалённых послеоперационных клинических исходов, минимизации послеоперационной

нестабильности, восстановления нормальной биомеханики с целью предотвращения прогрессирования дегенеративных изменений поясничных сегментов позвоночника [54, 61, 179, 199, 218].

Поиск лечебно-диагностических подходов для оптимизации результатов лечения после реконструктивных хирургических вмешательств пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе анализа клинико-морфологических параметров ДС явился побудительным моментом для проведения исследования.

**Цель исследования:** улучшить результаты оперативных вмешательств пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника при использовании разработанного алгоритма выбора тактики хирургического лечения с учётом индивидуальных параметров дугоотростчатых суставов.

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать причины неблагоприятных исходов декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств в отдалённом послеоперационном периоде.

2. Определить основные клинико-анатомические и инструментальные критерии, позволяющие объективно оценить степень дегенерации дугоотростчатых суставов, для выбора оптимальной хирургической тактики.

3. Разработать алгоритм выбора хирургической тактики у пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе оценки состояния дугоотростчатых суставов, позволяющий дифференцированно использовать тотальную артропластику межпозвонковых дисков и ригидный межтеловой спондилодез.

4. Провести мультицентровой сравнительный анализ эффективности разработанного алгоритма выбора хирургической тактики у больных с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничного отдела позвоночника на основе индивидуальных параметров дугоотростчатых суставов.

### **Научная новизна исследования:**

1. Впервые на большом клиническом материале определены ведущие факторы, определяющие клинические исходы дифференцированного оперативного лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями дугоотростчатых суставов и межпозвонковых дисков нижнепоясничных сегментов позвоночника.

2. Обоснован алгоритм выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров дугоотростчатых суставов.

### **Практическая значимость работы**

При хирургическом лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника необходимо учитывать их индивидуальные морфоструктурные параметры для оценки выраженности дегенерации и дисфункции заднего опорного комплекса.

Анализ причин неудовлетворительных исходов после выполнения нейрохирургических вмешательств при дегенеративных заболеваниях нижнепоясничных сегментов позвоночника позволил выявить предикторы развития неудовлетворительных послеоперационных результатов, обусловленных анатомо-функциональными изменениями дугоотростчатых суставов.

Использование технологии симультанной лазерной вапоризации межпозвонковых дисков и лазерной денервации дугоотростчатых суставов по разработанному оригинальному способу позволяют безопасно и эффективно устранить клиническую симптоматику у пациентов с умеренными дегенеративными изменениями переднего и заднего опорных комплексов в случае невозможности проведения открытых хирургических вмешательств.

Персонализированное использование методик динамической фиксации и ригидной стабилизации позволяет осуществить морфологически и биомеханически обоснованное оперативное вмешательство.

Улучшенная тактика оказания специализированной нейрохирургической помощи с внедрением алгоритма выбора тактики хирургического лечения



пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров дугоотростчатых суставов позволяет снизить риски развития неблагоприятных клинических и рентгенологических исходов после декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств.

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

1. Совокупность клинических, морфологических и инструментальных данных о дегенеративных заболеваниях нижнепоясничных сегментов позвоночника позволяет объективно оценить степень дегенерации дугоотростчатых суставов для индивидуального определения необходимого способа хирургического вмешательства.

2. Разработанный алгоритм выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров дугоотростчатых суставов способствует персонифицированному применению хирургических технологий в зависимости от структурно-морфологических изменений в дугоотростчатых суставах.

### **Публикации результатов исследования**

По данной теме диссертационного исследования выполнено и опубликовано 30 печатных работ, из них 13 – в журналах, реферируемых ВАК. Оформлена одна монография, получены две приоритетные справки на изобретение.

### **Апробация работы**

Основные положения диссертации были представлены на заседаниях кафедры нейрохирургии и инновационной медицины ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (2017–2018 гг.), а также обсуждались на следующих конференциях и симпозиумах:

- научно-образовательная конференция, посвящённая памяти профессора А. Н. Горяева, и VII научно-образовательная конференция травматологов

и ортопедов ФМБА России, посвящённая 95-летию Западно-Сибирского медицинского центра ФМБА России, IV съезд травматологов-ортопедов Сибирского федерального округа (Омск, 31 марта – 1 апреля 2017 г.);

- научно-практическая конференция VIII съезда Межрегиональной Ассоциации хирургов-вертебрологов России с международным участием и IV съезд дорожных нейрохирургов (Иркутск, 25–26 мая 2017 г.);

- научно-практическая конференция Всероссийского съезда травматологов-ортопедов «Достижения Российской травматологии и ортопедии» (Санкт-Петербург, 11–13 апреля 2018 г.);

- VI международный симпозиум «Japan Russia Neurosurgical Symposium» (Фукуи, Япония, 20–22 мая 2018 г.);

- международная конференция Eurospine-2018 (Барселона, Испания, 19–21 сентября 2018 г.).

### **Внедрение результатов исследования**

Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую работу Центра нейрохирургии нейрохирургического отделения НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"». Полученные материалы исследования применяются в учебном процессе кафедры нейрохирургии и инновационной медицины ФГБОУ ВО «Иркутский медицинский университет» Минздрава РФ, кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России при подготовке и усовершенствовании практических врачей по специальностям «нейрохирургия», «травматология и ортопедия».

### **Личный вклад автора**

Автор лично определил план и главные положения исследования, а также выбор необходимых методов. Собрал и проанализировал материал для диссертационного исследования, выполнил клинические исследования,

участвовал в проведении хирургических вмешательств более 85 % пациентов. Автором разработан алгоритм хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров дугоотростчатых суставов.

### **Объём и структура диссертации**

Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и библиографического списка, который включает 322 источника, из них на русском – 111, на иностранных языках – 211. Текст изложен на 187 листах машинописного текста, иллюстрирован 37 таблицами и 47 рисунками.

# ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПАТОГЕНЕЗЕ, ДИАГНОСТИКЕ И ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НИЖНЕПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

## 1.1 Анатомо-физиологические особенности дугоотростчатых суставов

Основной анатомо-функциональной единицей позвоночника является ПДС, включающий в себя МПД, смежные с ним тела позвонков и ДС. ДС участвуют в стабилизации, статической поддержке и предотвращении травматического повреждения позвоночника за счёт ограничения амплитуды движений практически во всех плоскостях [15, 30, 194].

ДС состоит из двух суставных отростков верхнего и нижележащего позвонка. Ориентация и форма ДС играют значительную роль в биомеханике ПДС. Межпозвонковые суставы, ориентированные параллельно сагиттальной плоскости, обеспечивают существенное сопротивление осевому вращению и наименьшее сопротивление сдвигающим силам в сегменте и позвоночника в целом [75, 235].

В то же время ДС, имеющие ориентацию параллельно фронтальной плоскости, ограничивают сгибательные движения и физиологическое скольжение тел позвонков вперёд и назад, но не обеспечивают значимого сопротивления вращательным движениям сегментов (Рисунок 1) [7, 12, 129, 248, 317].

В 1940 г. Т. Horwitz и R. M. Smith в кадаверном исследовании наглядно показали, что для ДС  $L_{IV}-L_V$  характерна коронарная ориентация (около  $70^\circ$ ), в свою очередь на уровне  $L_{II}-L_{III}$  и  $L_{III}-L_{IV}$  сагиттальная (менее  $40^\circ$ ) [207]. В более поздних исследованиях показано, что у верхнепоясничных межпозвонковых суставов срединная сагиттальная ориентация к телам позвонков (в среднем  $26-34^\circ$ ), а у нижнепоясничных – противоположная ориентация (в среднем  $40-56^\circ$ ) [146, 240, 282]. Необходимо отметить, что в верхнепоясничном отделе позвоночника более 80 % ДС имеют изогнутое по аксиальной плоскости строение, а 20 % – прямое.

В свою очередь, в нижнепоясничном отделе позвоночника преобладают ДС с прямым в осевой проекции строением [142, 172, 193, 238]. Некоторыми исследователями доказана зависимость между увеличением сагиттальной ориентированности нижнепоясничных ДС и степенью развития дегенеративного спондилолистеза [37, 38, 95, 228, 230, 271, 299].

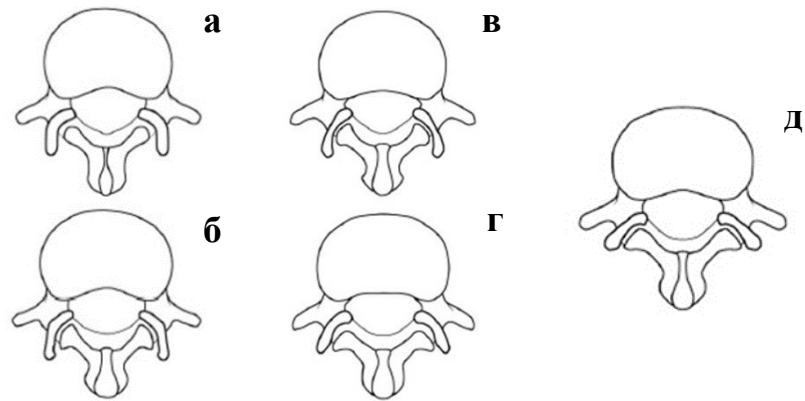


Рисунок 1 – Особенности ориентации ДС поясничного отдела позвоночника на различных уровнях: а – L<sub>I</sub>–L<sub>II</sub>, б – L<sub>II</sub>–L<sub>III</sub>, в – L<sub>III</sub>–L<sub>IV</sub>, г – L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>, д – L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub>

Анатомически ДС (*articulatio zygapophysialis*) являются подвижными соединениями заднего опорно-структурного комплекса позвоночника. Термин *zygapophysialis* является производным от греческих слов *apophysis* – отросток и *zygos* – дуга. ДС покрыта плотной и эластичной капсулой, которая утолщается в заднебоковой части ДС – до 2 мм. Известно, что капсула ДС служит одним из основных факторов, определяющих сгибание и разгибание [191, 197, 211].

Анатомической структуре ДС посвящено множество исследований, причём большая часть касается пояснично-крестцового отдела позвоночника, что обусловлено их важным функциональным, клиническим значением и большим количеством пациентов с дегенеративным заболеванием ДС указанной локализации [119, 132, 303, 304].

ДС – истинный сустав, выстланный синовиальной оболочкой и содержащий суставную (синовиальную) жидкость. Их размеры в поясничном отделе

позвоночника составляют 16–19 мм в высоту и 13–16 мм в ширину, при средней площади поверхности около 162–182 мм<sup>2</sup> [144, 214, 294].

К структурам ДС относят окаймляющую соединительную ткань, развитую жировую подушку и фиброзно-жировые менискоиды. Имеющаяся жировая ткань верхнего заворота соединяется с жировой тканью, окружающей спинномозговые корешки. Суставная сумка в передней его части содержит минимальное количество фиброзной ткани и фактически представлена жёлтой связкой, которая покрывает синовиальную оболочку [59, 159, 167].

При прогрессировании дегенеративного заболевания ДС его передние отделы становятся слабым местом (*locus minoris resistentiae*), что имеет значимое клиническое значение. Так, при проведении блокады ДС и введении в полость сустава в избыточном количестве местного анестетика последний может проникнуть в эпидуральное пространство и вызвать нежелательные лекарственные реакции [36, 49, 102, 186].

Доказано, что ноцицептивные рецепторы позвоночника располагаются в суставной капсуле, твёрдой мозговой оболочке, корешковых манжетах спинного мозга и продольных связках. Беря во внимание вышеперечисленное, стоит отметить, что в настоящее время одной из ведущих причин возникновения ноцицептивной афферентной импульсации, рассматриваемой в рамках вертеброгенного болевого синдрома, является синувентральная нерв, осуществляющий мультисегментарную иннервацию ДС [16]. Так, каждый сустав получает иннервацию от двух источников: медиальной ветви дорзальной ветви своего и вышележащих сегментов. Данное анатомическое строение имеет значение при выборе уровня денервации. Допустимо предположить, что денервация медиальной ветви спинномозгового нерва на одном уровне будет неэффективна для устранения болевого синдрома, обусловленного дегенерацией ДС [112, 164, 177].

Суставы человека, в том числе и ДС позвоночного столба, состоят из механорецепторов трёх типов и болевыми нервными окончаниями. Механорецепторы I типа состоят из тонких инкапсулированных шаровидных

образований, расположенных пучками в наружном слое капсулы ДС и участвующие в контроле её напряжения. Механорецепторы II типа располагаются в глубоких слоях капсулы ДС и представляют собой толстые инкапсулированные комплексы [159, 217].

Механорецепторы III типа являются типичными рецепторами связок, имеющими взаимосвязь со спинным мозгом посредством миелинизированных быстропроводящих волокон. К функциям механорецепторов всех типов относится, в частности, торможение болевой афферентации. Ноцицепторные окончания состоят из разветвлённых безмиелиновых волокон, расположенных во всех слоях суставной капсулы [159, 217]. Данная система рецепторов активируется при избыточном натяжении капсулы, её отёке и дислокации ДС.

Одним из наиболее обоснованных для клинической практики предположений реализации чувствительной болевой импульсации, в том числе доказательной и для фасет-синдрома, стала идея возникновения «воротного контроля» болевого синдрома, которая гласит, что подавление болевой чувствительной импульсации происходит на сегментарном уровне в составе афферентной системы подавляющими вставочными нейронами, располагающимися в студенистом веществе (*substantia gelatinosa*) спинного мозга. Стимулирование вставочных нейронов происходит за счёт импульсов, возникающими с корковых отделов головного мозга, попадающими с периферических отделов по миелинизированным волокнам, и нисходящими влияниями супраспинальных отделов. Данная гипотеза хорошо объясняет механизмы регулирования боли. Выраженный болевой синдром рассматривается как результат явления недостаточности торможения афферентных ноцицептивных нейронов [160]. Позже авторы дополнили схему возбуждающими нейронами. В таком варианте чувствительная импульсация может не только подавляться, но и усиливаться [137, 215, 272].

ДС являются малоподвижными по своей функциональности. Поэтому сгибательно-разгибательные, а также ротационные движения поясничного отдела позвоночника суммируются из объёма движений нескольких ПДС. Доказано, что

возникновение любого движения в одном сегменте влечёт за собой движение в другом. Движение соседних позвонков относительно друг друга с изменением конфигурации позвоночника и сохранением положения позвонков и позвоночника является одной из функций ДС [5, 8, 9, 10, 13, 19, 44, 45]. Более подробное описание строения структур ДС, его функционирование и биомеханика будут представлены в нижеследующих разделах.

Сочленяющиеся суставные отростки ДС образованы компактным и губчатым веществом кости, покрытым гиалиновым хрящом. Гистоархитектоника хрящевого и костного матриксов зависит от характера воздействующих биомеханических нагрузок (трение, компрессия, растяжение) [54, 133, 290].

Морфологическая структура хряща ДС всецело отражает выполнение им основной функции – принятие механических осевых сил, в частности компрессионной нагрузки, и их распределение по касательной к поверхности суставного отростка. В соответствии с указанными функциями суставной хрящ имеет три зоны (Рисунок 2): поверхностную, которая обращена в полость сустава (5–10 % общего объёма хрящевой пластинки), промежуточную (40–50 %) и глубокую, или радиальную (45–50 %) [54, 59].

Некоторые морфологи разделяют базальную часть глубокой зоны, которая состоит из кальцифицированного хряща, а также собственно кальцифицированную зону [159, 217].

В хрящевой ткани самого сустава содержатся хондроциты различной степени дифференцировки и межклеточный матрикс. Структура межклеточного матрикса обусловлена сочетанием коллагеновых волокон (преимущественно коллаген II типа) и комплексов протеогликанов, в которых удерживается большое количество жидкости [54, 313].

Последнее обстоятельство позволяет обеспечивать такие свойства суставного хряща, как [159]:

- 1) обратимая деформация (сжатие волокнистого каркаса, отдача воды в суставную полость при механической нагрузке и восстановление начальных



структур и объёма путём возвращения воды в участки хряща, которые подверглись компрессии);

2) распределение механических нагрузок по площади всей поверхности ДС, покрытой хрящом;

3) возможность диффузии метаболитов в пределах некальцифицированных бессосудистых зон хрящевой пластинки.

Отмечено, что толщина суставного хряща по отношению к костным включениям соединяющихся сегментов и его амортизационные возможности ограничены. Амортизационная нагрузка в основном падает на субхондральную кость [159].

В условно нормальном неизменённом суставе некальцифицированный хрящ никогда не соприкасается с прилежащей костью [159].

Соединительная ткань фиброзной части суставной сумки представлена коллагено-эластическим каркасом, в петлях которого расположены основное вещество протеогликановой природы и клеточные элементы (макрофаги, тучные клетки, фиброциты, фибробласты). В фиброзную капсулу вплетаются волокна суставных связок, которые укрепляют собственно стенку и являются, по существу, её структурными компонентами. Наружные участки суставной сумки граничат со скелетной мускулатурой и сухожилиями, при этом последние нередко вплетаются в стенки капсулы ДС. Так осуществляется влияние тонуса скелетной мускулатуры на структурные компоненты сустава, а также на состояние их оптимального напряжения, поддерживающего суставную полость [54, 59, 217, 313].

Полость ДС представлена узким щелевидным пространством, заполненным синовиальной жидкостью (синовием), объём которой составляет в среднем 0,3–0,5 мл [59, 159].

Внутренний слой суставной сумки покрыт синовиальной оболочкой, в основе матрикса которой лежат коллагеновые и эластические волокна. Указанные структуры формируют тонкий волокнистый каркас, содержащий клеточные элементы и основное вещество протеогликановой природы, характерные

для рыхлой соединительной ткани. В синовиальной мембране ДС различают три слоя: покровный слой, который обращён в полость сустава и два волокнистых слоя – поверхностный и глубокий [159].

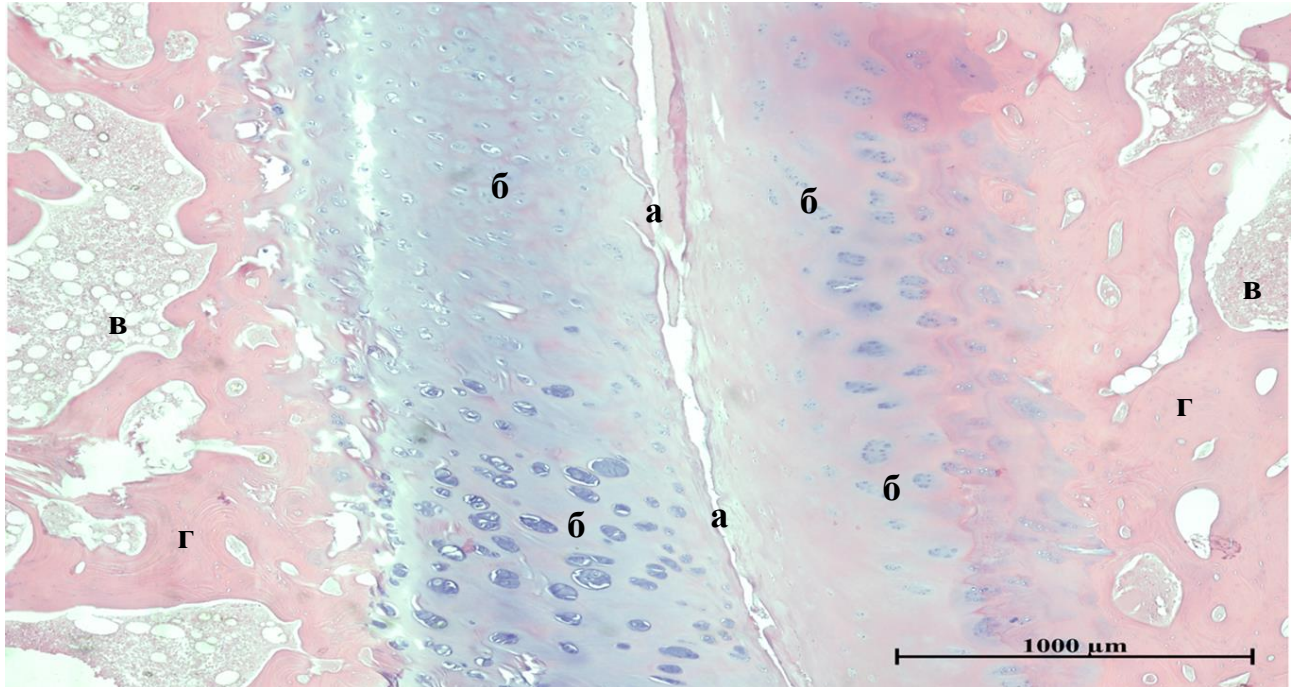


Рисунок 2 – Гистологический срез ДС. Мужчина, 32 года.

Окраска гематоксилином и эозином (собственное наблюдение). Увеличение 120:  
 а – суставная щель, б – прилежащий гиалиновый хрящ с изогенными группами хондроцитов, в – костный мозг, г – костные балки суставных отростков тел позвонков

В состав синовии входят клетки и внеклеточная жидкостная субстанция, в которой содержатся кристаллы и плотные частицы.

Объём синовиальной жидкости суставов в норме невелик, но значительно возрастает при различных патологических состояниях, особенно при воспалительных и дегенеративных заболеваниях ДС. Нормальная синовия – прозрачная, бесцветная и вязкая жидкость (вязкость в условных единицах – 5,7; коэффициент трения 0,003–0,01; рН = 7,8). Вязкость внутрисуставной жидкости – одно из основных её характерных свойств, обеспечивающих смазку суставных поверхностей ДС при осуществлении движений. Синовиальная жидкость содержит

низкомолекулярные компоненты (ионы калия, натрия, кальция, глюкозу, мочевую кислоту, мочевины) в концентрациях, очень близких к крови, а также белки, синовиимукоид (в концентрации в 2–3 раза превышающей в сыворотке крови), гликопротеины (фибронектин, который отличается от фибронектина крови по молекулярной структуре и массе), иммуноглобулины, гликозаминогликаны, гиалуроновая кислота, которая играет важнейшую роль, присутствующая в виде натриевой соли гиалуроната [159].

Синовиицитогарма является одним из ведущих параметров изучения клеточного состава синовиальной жидкости, позволяющим оценить его как норме, так и при патологии. Синовия содержит в себе лейкоциты крови, а также клетки местного происхождения. Общее количество клеток (в 1 мл) в нормальной внутрисуставной жидкости составляет 200, максимум – 400 [159].

Исходя из всего вышеизложенного, суставной хрящ, синовиальные оболочки и жидкость являются важнейшими структурами, которые образуют внутрисуставное пространство или его внутреннюю среду.

## **1.2 Клинико-диагностические методы верификации дегенеративных заболеваний нижнепоясничного отдела позвоночника**

Клинический диагноз дегенеративного процесса ДС верифицируется использованием имеющихся рентген-визуализационных и электронейрофизиологических методов исследования. В комплексное обследование входит: полный клинико-неврологический осмотр, рентгенография поясничного отдела позвоночника с функциональными пробами, магнитно-резонансная томография (МРТ), мультиспиральная КТ (МСКТ), электронейромиография, а также провокационные диагностические пробы. Полная достоверная интерпретация полученных инструментальных показателей в совокупности с клинико-неврологическими, клинико-морфологическими данными влияет на выбор тактики лечения и наиболее подходящего метода хирургического воздействия [31, 123, 149, 320].

Патогенез боли при спондилоартрозе на сегодняшний день остаётся спорным вопросом в виду того, что суставной хрящ не имеет иннервации, следовательно, не может являться причиной возникновения ноцицептивной импульсации. Такой артрогенный болевой синдром связан не с возникновением дегенеративных изменений хрящевой зоне ДС, а с развитием микропереломов, венозного стаза в костной ткани, интрамедуллярной гипертензии, хронизацией синовита и увеличением давления на субхондральную кость, с вовлечением в дегенеративный процесс околосуставных мышц, их напряжением, а также раздражением остеофитами окружающих паравертебральных тканей [293].

Морфо-патологические изменения имеют тесную связь с клиническими проявлениями спондилоартроза. Дегенеративные изменения первостепенно происходят на месте максимального давления суставного хряща и субхондральной кости. Клинико-рентгенологические стадии спондилоартроза характеризуются разными морфологическими изменениями ДС, выявляемыми за счёт нагружаемых и не нагружаемых суставных поверхностей [313].

Для оценки патогистологических изменений суставного хряща используются шесть стадий, определяющих степень дегенерации ДС, и четыре степени, оценивающих распространённость патологического процесса суставной поверхности. Классификация создана международным сообществом по изучению и оценке остеоартроза (Osteoarthritis Research Society International – OARSI).

Патоморфологические изменения в хрящевой ткани начинаются с поверхностной зоны, и затем патологический процесс распространяется в более глубокие отделы, вплоть до полного обызвествления суставного хряща. В 0-й стадии развития дегенерации сустава наблюдают интактную здоровую хрящевую ткань, градации в этой стадии не наблюдается. В I степени наблюдается интактная поверхностная клеточная зона, на периферии хрящевой ткани имеется зона отёка с разволокнением хрящевой ткани, происходит активная пролиферация клеток. II степень дегенерации суставного хряща характеризуется нарушением целостности поверхностной зоны, а также нарушением ориентации клеточных колонн, образованием дефектов поверхности с потерей клеточного матрикса.

В III степени по мере прогрессирования патологического процесса морфологические изменения в суставе усугубляются. В поверхностных и центральных зонах суставного хряща образуются вертикальные трещины с появлением фрагментации хрящевого матрикса. При IV стадии в результате образования глубоких трещин в суставном хряще появляются микроворсинки. Поверхностная и глубокая части исчезают, толщина хряща постепенно уменьшается. В V–VI стадиях присоединяются нарушения костной части суставов, происходит обнажение подлежащей кости («голая кость») с перестройкой, резким утолщением [69, 73, 82, 83].

В своих исследованиях В. А. Бывальцев с соавт. провели анализ зависимости между степенями дегенерации ДС по классификации А. Fujiwara et al. и морфологической классификации OARSI [40]. Авторами отмечена достоверная положительная корреляционная зависимость ( $r = 0,706$ ,  $p = 0,008$ ). Данное исследование наглядно продемонстрировало, что степени дегенерации ДС по А. Fujiwara et al. имеют достоверную прямую корреляционную зависимость со степенями дегенерации ДС по морфологической классификации OARSI [115]. Полученные результаты позволяют по-новому взглянуть на МР-семиотическую классификацию дегенеративного заболевания ДС и на основе полученных МР-изображений в различных режимах косвенно оценить микроструктурное состояние ДС [72, 321].

Актуальной проблемой на сегодняшний день является болевой синдром, связанный с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника и во многом являющийся значимой проблемой в современной вертебрологии в связи с высокой частотой встречаемости.

Определение основного источника боли при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника усложняется схожей сегментарной иннервацией при распространении болевых ощущений от различных анатомических структур, в том числе корешков спинного мозга [93, 80, 81].

Неврологическая картина дегенеративного заболевания ДС зависит от степени гипертрофированности сустава. Выделяют компрессионные

и рефлекторные синдромы спондилоартроза. Последние при этом верифицируются в подавляющем большинстве случаев [86, 97, 110, 280].

В отечественной литературе боли при некомпрессионных проявлениях дегенеративных изменений ДС часто называют склеротомными, а за рубежом – псевдорадикулярными. При этом клинические симптомы фасет-синдрома характеризуются чувством скованности и напряжения в поясничном отделе позвоночника, особенно в утреннее время, болезненностью при пальпации и перкуссии в паравертебральной области на месте локализации ДС, вертеброгенным псевдорадикулярным болевым синдромом, а также иррадиацией боли, как правило, до коленного сустава [6, 11, 84, 120, 168, 281].

В специализированной литературе имеется небольшое количество работ, посвящённых корешковому компрессионному синдрому спондилоартроза поясничного отдела позвоночника. Развитие последнего обусловлено преимущественно костно-хрящевыми разрастаниями дегенерированных суставных отростков, которые на фоне врождённого или приобретённого стеноза межпозвонковых отверстий и позвоночного канала могут значительно компримировать невральные структуры и соответственно приводить к выраженной неврологической картине заболевания. Указанный конфликт между поражённым ДС и корешком легче развивается при наличии дополнительной нестабильности в ПДС, псевдоспондилолистеза и спондилолистеза.

Возможно сочетание дискогенной и артрогенной клинических симптоматики. Однако в таких случаях нередко производится хирургическое вмешательство, направленное лишь на устранение дискогенного компримирующего фактора при сохранности поражённого ДС ввиду трудности дифференциальной диагностики при сочетанном поражении этих структур [51, 62, 66, 78, 124, 233].

По данным спондилографии дегенеративные изменения в ДС диагностируются намного реже ввиду недостаточного внимания исследователей к структурам заднего опорного комплекса ПДС [77, 105, 106, 163, 284]. Обращает на себя внимание, что довольно часто встречается неточное применение термина

«спондилоартроз» для обозначения других дегенеративных процессов, в частности спондилёза, остеохондроза [18, 43, 58, 60, 64, 71, 74, 76].

В клинично-неврологическом обследовании пациентов с фасет-синдромом патогномичным признаком является отсутствие активных движений поясничного отдела позвоночника в виду выраженного болевого синдрома. Первостепенно снижен объём ротационных, сгибательных и разгибательных движений [17, 39, 53, 255]. Для верификации диагноза «спондилоартроз» используют рентгенологические методы исследования в двух проекциях (прямой и в боковой) с функциональными пробами и без них [52].

При анализе специализированной литературы стоит выделить работы, посвящённые дифференцированному лечению фасет-синдрома [7, 47]. Авторы провели эмпирические работы, позволившие определить характер болевого синдрома, исходящего из конкретного поражённого ДС. Постепенное прогрессирование вертеброгенного болевого синдрома отмечают у 85 % пациентов. Патогномичным симптомом фасет-синдрома принято считать усиление вертеброгенного болевого синдрома при разгибательных движениях позвоночника [79]. Инициирование болевого синдрома производилось введением в суставную полость растворов с ирритативными свойствами. В результате данных исследований было предложено проведение диагностических и лечебных блокад ДС с использованием местного анестетика и препаратов глюкокортикоидного ряда [111, 205].

Принято считать, что боль при фасет-синдроме первостепенно возникает в поясничной области с последующей иррадиацией в ягодичную область по задней поверхности бедра и до подколенной ямки [175, 246, 310, 315]. Отдельные учёные считают, что распространение болевого синдрома до пальцев стоп полностью искореняет диагноз фасет-синдрома [262]. Существуют диагностические критерии, по которым некоторые авторы верифицируют диагноз «фасет-синдром» как боль в спине с продолжительностью более 6 месяцев, выраженностью болевого синдрома по ВАШ 40 мм, неэффективностью физиотерапевтических процедур и консервативного лечения [200].

В исследованиях с участием большого количества групп пациентов отмечены следующие наиболее патогномичные симптомы: болевой синдром в спине в анамнезе, старческий и пожилой возраст, отсутствие боли в нижних конечностях, усиление болевого синдрома при разгибании после сгибания в спине, отрицательный симптом натяжения [316]. Дистрофически изменённые суставные отростки довольно быстро приводят к компрессии нервного корешка, что является характерной особенностью спондилоартроза. Многие авторы сходятся во мнении, что данный конфликт между гипертрофированными ДС и корешком легче формируется при наличии дополнительной нестабильности ПДС и спондилолистеза. Данная проблема усугубляется развитием сосудистого конфликта, где вместе с нервным корешком может быть компримирована артерия Депрож-Готтерона. По результатам исследования некоторых авторов дегенеративные процессы возникают в ДС и МПД независимо друг от друга [33, 57, 70, 89], в других же исследованиях прослеживают прямую корреляционную зависимость между этими двумя процессами [55, 114, 210].

При систематизированном обзоре литературы до сих пор имеется противоречие относительно того, в каких анатомических структурах позвоночника первостепенно возникают дегенеративные процессы. По данным J. Y. Margulies et al., имеется значимая корреляционная взаимосвязь между дегенеративными процессами МПД и ДС [306]. Также было вынесено предположение о возникновении первичных дегенеративных изменений в ДС с последующим вовлечением процесса в МПД. Авторы допустили, что наличие остеопороза может приводить к образованию микропереломов в телах позвонков, а это, в свою очередь, даёт нагрузку на ДС с последующим развитием гипертрофических явлений в ДС. Далее происходит формирование нестабильности ПДС, вследствие чего возникает увеличение внутридискового давления и начинается процесс вторичной дегенерации МПД. Имеются противоречивые исследования, в которых авторы убеждены, что в подавляющем числе случаев дегенеративные явления ДС являются не причиной, а следствием изменений в МПД [162, 176]. Несмотря на



наличие разных версий, дегенеративные повреждения в МПД и в соответствующем ДС являются взаимосвязанными процессами.

Известно, что патология ДС является наиболее частой причиной некомпрессионных поясничных болевых синдромов. В настоящий момент отсутствует единый алгоритм дифференциальной диагностики дискогенного или артрогенного генеза болевого синдрома. Принятие тактических решений о хирургическом вмешательстве без проведения диагностических провокационных тестов не допустимо [33]. В ряде случаев при наличии дискогенного болевого синдрома клинические проявления патологии ДС в виде фасет-синдрома могут способствовать неправильному принятию решения в отношении источника боли. Дискогенный болевой синдром может проявляться острой, а также хронической рецидивирующей болью с локализацией по срединной линии от нижнепоясничного отдела позвоночника до пояснично-крестцового перехода, усиливающейся при сгибании туловища вперед [209]. Патогномоничным признаком дискогенного болевого синдрома является обострение болевого синдрома в сидячем положении с наклоном туловища вперед без опоры на руки [2, 3, 90].

При патологии ДС для верификации причины ноцицептивной импульсации «золотым стандартом» является диагностическая блокада анестетиками [111, 268]. Блокады ДС используются для дифференцированной диагностики дискогенного и фасеточного болевых синдромов. При анализе специализированной литературы установлено, что для подтверждения фасеточного болевого синдрома выполняется вначале провокационная проба, заключающаяся во внутрисуставном введении гипертонического раствора, сопровождающимся развитием боли, с последующим её разрешением местным анестетиком.

Для максимального снижения ложноположительных результатов, учитывая особенности иннервации ДС, рекомендована блокада как минимум двух медиальных ветвей на двух смежных уровнях. При однократном её проведении частота ложнопозитивного результата составляет, по данным литературы, 17–47 % [189, 296]. Поэтому во избежание таких результатов необходимо выполнение повторных диагностических проб с анестетиками различной длительности

с плацебо контролем. Частота развития ложноположительных результатов при этом снижается до 10 % [244, 286].

Изначально метод дискографии вошёл в клиническую практику в 1948 г. Впервые её описал К. Lindblom [237]. Дискография по сравнению с диагностической блокадой является наиболее инвазивной процедурой. Суть дискографии заключается во введении контрастного вещества в МПД. Распространения контрастного вещества в МПД описывается классификацией Adams: 1) шаровидное (I), 2) дольчатое (II), 3) неравномерное (III), 4) щелевидное (IV) и 5) разрыв фиброзного кольца с вытеканием контраста (V). Данную процедуру используют ещё как провокационный тест для подтверждения того, что МПД является источником боли. Для интерпретации результатов используют классификацию Dallas – отсутствие ощущений, давление, непохожая, похожая боль, точное соответствие исходному ноциперцептивному состоянию.

Спорным остаётся вопрос и о значимости дискографии: по некоторым данным наблюдений зарегистрировались ложноположительные результаты до 25–40 %, основной причиной которых является субъективность метода. Частота развития ложнопозитивных исходов наиболее высока в группе пациентов с хроническими соматическими болевыми синдромами. При исключении данных параметров частота возникновения ложноположительного результата дискографии не превышает 10 % [145, 157, 312].

При обзоре специализированной литературы выявленная частота ложноположительного результата дискографии составляет 8,9 % (границы 95% доверительного интервала – 5–19 %). Частота ложноотрицательного результата варьирует от 10,7 до 35 % [163].

Луцик А. А. с соавт. выполняли блокады под ЭОП-контролем [63]. Данный метод является субъективным, значимым считался регресс болевого синдрома на 80 %. Колотов Е. Б. [51] провёл исследование, в котором использовалась дерцепция МПД и ДС для дифференциальной диагностики возникновения рефлекторных синдромов. В результате проведения дерцепции спирт-новокаиновой смесью МПД, а затем и ДС, боль воспроизводилась как с дисков, так

и с ДС, что объясняется общностью иннервации данных анатомических структур. А. В. Боков [305] провёл исследование на 84 пациентах с рефлекторными болевыми синдромами. В ходе исследования установлено, что боль, обусловленная патологией ДС, выявлена в 50,6 % наблюдений (границы 95% доверительного интервала – 44,1–66,3 %), а МПД – в 16,9 % наблюдений (границы 95% доверительного интервала – 9,5–26,7 %). Полученные данные позволяют сделать вывод, что основной причиной хронических рефлекторных болевых синдромов, неэффективность к консервативной терапии, является патология ДС, а дискогенный синдром встречается реже. У 14 % пациентов (16,9 % наблюдений, границы 95% доверительного интервала – 7,9–26,8 %) выявлено сочетание источников боли. Доказано, что доминирующий патологический очаг может подавлять импульсы не первостепенного источника ноцицептивной импульсации [165, 188, 277, 278, 314].

***Лучевые методы исследования.*** Правильная интерпретация данных лучевых методов исследования при дегенеративных заболеваниях ДС в настоящий момент является актуальной проблемой современной медицины. Различные варианты строения, отсутствие количественных критериев оценки их нормальной анатомии затрудняют выявление ранних изменений в ДС.

Три перечисленных признака являются обязательными для постановки диагноза спондилоартроза. Также на спондилограмме могут выявляться три признака, относящихся к необязательным. К ним относятся наличие субхондральных кист [263], околоуставной краевой дефект костной ткани, внутрисуставные обызвествления хондромы с образованием форм с неравномерной крапчатой структурой. В настоящее время для оценки дегенеративных изменений в ДС по спондилограмме используется классификация J. H. Kellgren и J. S. Lawrence (1957, 1965), согласно которой выделяют 4 стадии развития дегенеративного процесса в ДС (Рисунок 3) [222].

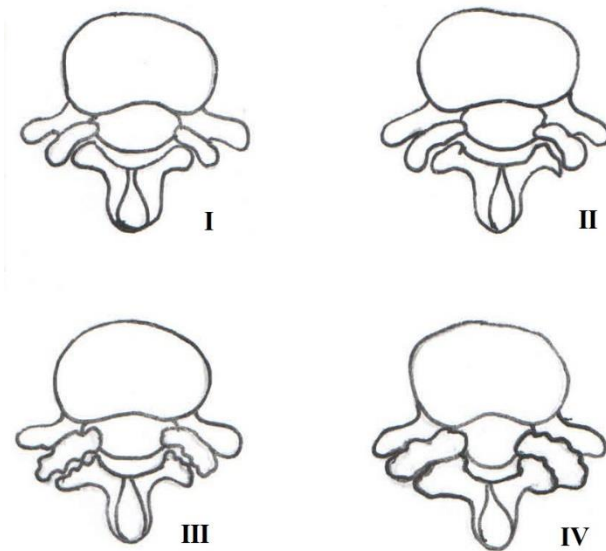


Рисунок 3 – Рентгенологическая классификация стадий развития спондилоартроза классификация по классификации J. Н. Kellgren и J. S. Lawrence (1957, 1965)

0-я стадия характеризуется отсутствием рентгенологических признаков спондилоартроза. При I стадии выявляется сужение суставной щели с формированием дегенеративных образований в виде заострений по краям суставных поверхностей (остеофиты). При II стадии спондилоартроза по рентгенографии можно выявить небольшое сужение суставной щели с сформированными остеофитами. При III стадии спондилоартроза по рентгенограмме визуализируется умеренное сужение суставной щели с множественными остеофитами, развитием незначительного субхондрального остеосклероза и деформированных суставных поверхностей. IV стадия спондилоартроза характеризуется грубыми и массивными костными разрастаниями, отсутствием суставной щели, формированием массивного субхондрального склероза.

Исходя из всего вышеизложенного, для клинико-рентгенологической верификации дегенеративных заболеваний ДС целесообразно учитывать не только наличие спондилоартроза и нестабильности в ПДС, но и состояние опорных элементов как задних, так и передних колонн двигательного сегмента

позвоночника. Использование нейровизуализационных методов, таких как МРТ и МСКТ, позволяет оценить состояние позвоночника в целом.

При использовании МРТ происходит точная аутентификация состояния хрящевых структур, изменений суставной поверхности ДС, а также визуализируются остеофиты, наличие осумкованной жидкости, гипертрофия ДС, напряжённость межкостистых и межпоперечных мышц. При Т-2 картировании дегенеративные заболевания ДС могут проявляться стенозом позвоночного канала и фораминальных отверстий [22, 24, 174, 178].

Ещё одним из преимуществ МРТ при диагностике дегенеративных заболеваний ДС является вероятность дифференциального диагноза между спондилопатией и спондилоартрозом. Эти две нозологические формы сходны по клиническим проявлениям, но имеют разные морфологические субстраты. При артрозе всех суставов в первую очередь поражается хрящевая ткань, которая состоит из матрикса и хондроцитов. Данная ткань обогащена водородом, который в свою очередь хорошо визуализируется на МРТ. При дегенеративных заболеваниях ДС возникают множественные микротрещины хрящевой ткани, что ведёт к потере жидкости синовиального хряща и его дегенерации [208].

***Измерение ориентации дугоотростчатых суставов.*** Ориентация ДС в поясничном отделе позвоночника на уровне L<sub>II</sub>–L<sub>III</sub>–L<sub>IV</sub> направлена параллельно сагиттальной плоскости, на уровне L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub> приближается к фронтальной плоскости, а на уровне L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> занимает промежуточное положение между двумя предыдущими (Рисунок 4). В некоторых исследованиях указывается на больший риск возникновения дегенеративных изменений в ДС при фронтальном расположении суставных поверхностей. Установлено, что при ориентации суставных поверхностей ДС, близкой к сагиттальной плоскости, наличие дегенеративного спондилолистеза обусловлено вторичным ремоделированием суставов. В литературе встречаются работы, где авторы оценивали ориентацию суставных поверхностей ДС с целью выявления корреляции между данным параметром и риском развития спондилолистеза. Получены данные, что более фронтальное расположение суставных поверхностей ДС нижнепоясничных

позвонков в сочетании с аномалией тропизма является главным фактором риска развития истмического спондилолистеза L<sub>v</sub> позвонка [236].

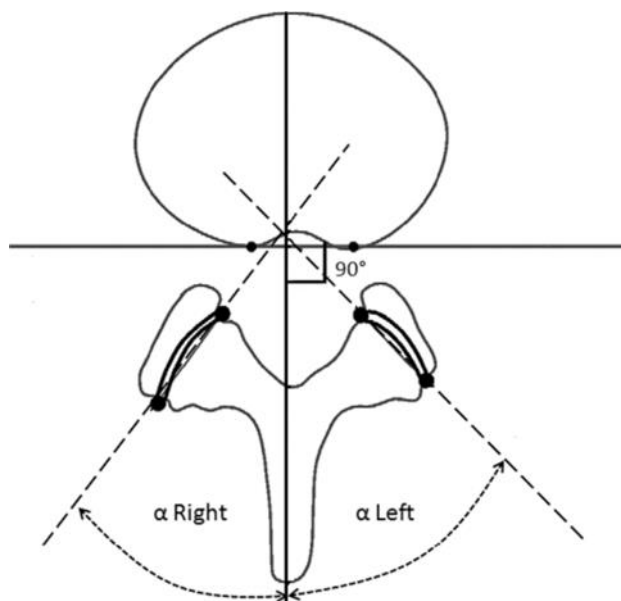


Рисунок 4 – Классификация J. Н. Kellgren и J. S. Lawrence (1957, 1965).

Схема измерения ориентации ДС. Проводится сагиттальная линия до остистого отростка и две касательные линии, проходящие через суставные площадки верхних суставных отростков [41]

В 1928 г. J. F. Brailsford впервые ввёл термин «тропизм» ДС [153]. Под значением тропизма автор подразумевал асимметрию между правым и левым ДС. При обзоре специализированной литературы встречаются несколько работ, посвящённых взаимосвязи между наличием тропизма и дегенерацией ДС. Распространённость асимметрии ДС нижнепоясничных сегментов, по данным различных авторов, варьирует в широких пределах – от 10 до 70 %. В значимой степени это зависит от наличия различных методик расчёта показателей разности углов ДС, что ведёт к неправильной интерпретации влияния данного параметра на дегенерацию как самих ДС, так и МПД. Тропизмом следует считать разность между правым и левым углом сустава  $> 7^\circ$  (Рисунки 5, 6) [302].

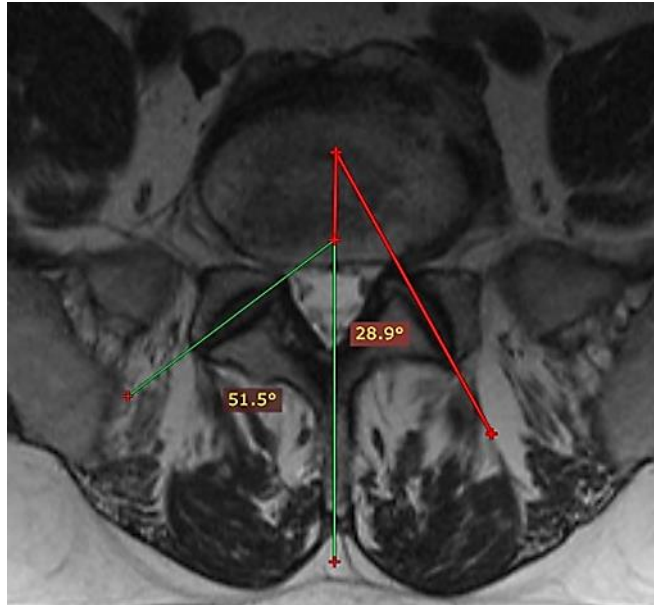


Рисунок 5 – Методика подсчёта значений углов ДС по методике I. Karacan et al. с помощью программы RadiAnt DICOM Viewer. Угол ДС образован пересечением линий, проведённых через середину суставной щели ДС, и линии, проведённой через центр МПД и совпадающей с осью остистого отростка [185]

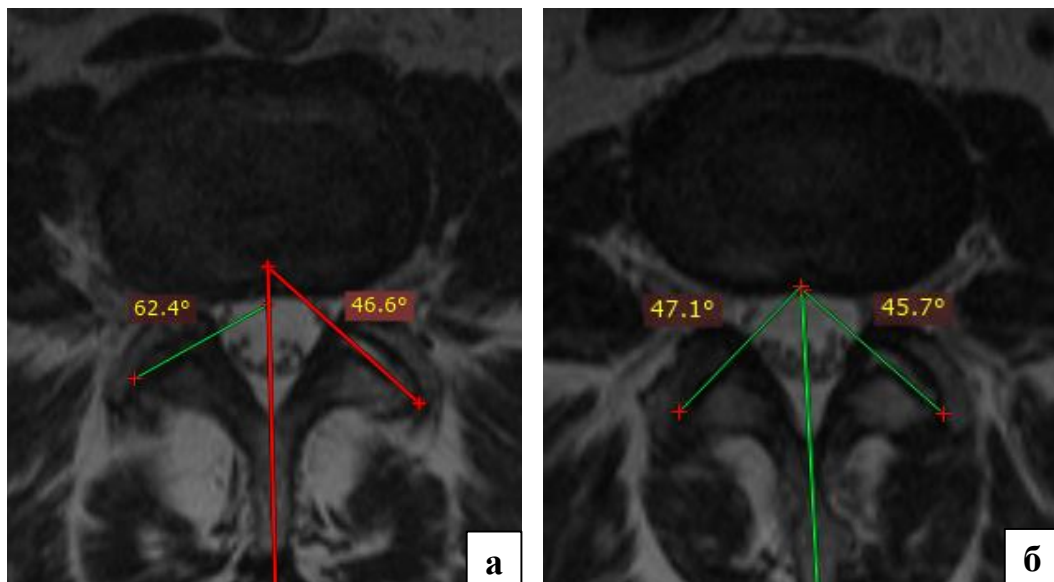


Рисунок 6 – Тропизм дугоотростчатых суставов: а – тропизм, б – нет тропизма

Так, многими исследованиями подтверждено влияние тропизма и значения углов ДС на биомеханику позвоночного столба [166, 170, 197, 240]. Однако

исследования корреляционной взаимосвязи с отдалёнными клиническими исходами указанных нейровизуализационных параметров не осуществлялось.

Многие авторы свидетельствуют о влиянии тропизма и значения углов ДС на развитие дегенерации МПД, но при этом изучение возможной корреляции указанных морфометрических параметров на отдалённый клинический исход в настоящее время не проводилось [241, 275, 303].

Н. Farfan и J. D. Sullivan выявили значимую корреляционную зависимость между тропизмом ДС и формированием грыж МПД поясничного отдела позвоночника [194]. Также авторы указывают, что возникновение грыжи поясничных МПД развиваются на стороне ДС с наименьшим углом, поскольку при данной ориентации ДС не уменьшает торсионную нагрузку, воздействующих на фиброзное кольцо при движениях. В настоящее время проведены клинические исследования, посвящённые изучению зависимости тропизма и ориентации ДС с возникновением дегенеративного спондилолистеза [118, 297]. S. Voden et al. [257] исследовали углы ДС у 140 пациентов по МРТ и установили, что сагиттальная ориентированность и тропизм ДС способствуют формированию дегенеративного спондилолистеза.

### **1.3 Методы лечения дегенеративных заболеваний нижнепоясничного отдела позвоночника**

#### ***Пункционные методы лечения дегенеративных заболеваний дугоотростчатых суставов нижнепоясничного отдела позвоночника***

На сегодняшний день наряду с общепринятыми методами лечения спондилоартроза (медикаментозные средства, физиотерапевтические процедуры, мануальная терапия) используются лечебно-диагностические блокады (эпидуральные, внутрисуставные, медиальных ветвей спинномозгового нерва), химические, механические, ультразвуковые, радиочастотные и лазерные денервации медиальных ветвей спинномозгового нерва, а также хирургические



методы лечения – декомпрессивные, декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства [125, 187, 213, 301].

При дегенеративных изменениях ДС I–II ст. по классификации А. Fujiwara [302] активно применяют комбинации обезболивающих и нестероидных противовоспалительных средств, препараты гормональной противовоспалительной терапии, а также препараты хондропротекторов и физиотерапевтические методики [224]. К инвазивным методам лечения относятся использование паравертебральных блокад, радиочастотной, лазерной, хемоденервации ДС, пункции ДС с использованием протеза синовиальной жидкости (фасетопластика) [32, 103, 108, 265, 289].

В рандомизированном исследовании несколько групп авторов для оценки эффективности лечебно-диагностических блокад (околосуставные, эпидуральные, внутрисуставные) провели исследование, в котором оценивались такие параметры, как трудоспособность, наличие болевого синдрома, ограничение движения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Только в 35 % случаев отмечен значимый клинический эффект независимо от метода введения препарата, что доказывает неспецифичность такого метода лечения болевого синдрома при патологии ДС [135, 219, 298].

Другие авторы используют внутрисуставные блокады для лечения болевого синдрома, вызванного дегенерацией ДС. По их мнению, вначале необходимо использовать блокады с кортикостероидами. При неэффективности данных блокад применяли метод чрескожной радиочастотной денервации [184]. В результате перечисленных процедур снижение болевого синдрома оценили 70 % пациентов. Такой же тактики придерживался А. А. Луцик с соавт. после проведённых внутрисуставных инъекций у пациентов с фасет-синдромом эффективность составила 29 % [63]. В проведённом исследовании L. Barnsley et al. [143] выявили, что полный регресс болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника отмечен у 75 % пациентов, у 33 % пациентов зарегистрирован пролонгированный эффект от внутрисуставных блокад с кортикостероидами и анестетиками местного действия. Проанализировав результаты лечения 120 пациентов, С. А. Холодов [105]

отметил уменьшения болевого синдрома у 61,6 % респондентов, после выполнения фасетопластики – у 78,2 %. В проведённом сравнительном анализе установлены преимущества фасетопластики по сравнению с консервативным лечением на 16,6 %, а эффективность их комбинации составила в среднем 86,5 % [7, 174].

W. S. Rees [274] впервые выполнил чрескожную денервацию спинномозгового нерва, используя скальпель для его пересечения. Немного позже С. N. Shealy [290] использовал радиочастотную денервацию, что привело к положительным результатам. Н. R. Silvers [291] провёл химическую денервацию артикулярных ветвей с введением 0,5 мл 0,4% раствора фенола в глицерине. С помощью КТ-навигатора Л. Д. Сак использовал лазерную термокоагуляцию для разрушения спинномозгового нерва. Хороших и отличных результатов достигли N. Bogduk и D. M. Long [151], проведя денервацию под рентгенологическим контролем при температуре 80–85 °С в течение 90 сек. P. Dreyfuss et al. [293] выполняли деструкцию медиальной ветви задней ветви спинномозгового нерва при температуре 85 °С в течение 90 сек. с разрушением нерва на протяжении 8–10 мм. M. Van Kleef et al. [318] в своём исследовании осуществляли аналогичное вмешательство при температуре 80 °С в течение 60 сек.

Ю. К. Дейниченко с соавт. сообщили о результатах лечения 118 пациентов [60]. При использовании лазерного излучения общим объёмом энергии в 400 Дж установили значительное снижение болевого синдрома у 86 пациентов (72,8 %), при этом в 32 случаях (28,2 %) достоверного снижения боли не выявлено. А. Н. Забродский с соавт. [43] при использовании импульсного излучения 20–30 Вт продолжительностью 0,3 сек. для денервации нижнепоясничных ДС у 53 пациентов (средний возраст 67 лет) отметили снижение уровня боли по ВАШ в 90 % случаев на 40–50 мм. Методика радиочастотной денервации ДС схожа с лазерной денервацией: также имеются вариации точек-мишеней, методик контроля положения активного электрода и параметров коагуляции. J. F. Leon et al. [270] при оценке результата радиочастотной денервации ДС у 73 пациентов отметили отличные и хорошие исходы в 91,7 % случаев. С. Yilmaz et al. [269], изучая исходы радиочастотной денервации ДС у 50 пациентов, подтвердили

высокую эффективность методики при симптоматичном фасет-синдроме с учётом соблюдения строгих критериев предоперационного отбора пациентов и методики осуществления инвазивной процедуры. В исследование G. Mikeladze et al. [266] включено 114 пациентов. В результате у 68 пациентов отмечено значительное облегчение болевого синдрома по ВАШ (> 50 % от исходного уровня) в течение 4 месяцев наблюдения.

В сравнительном анализе лазерной и радиочастотной денервации ДС авторы отметили сопоставимые результаты. Они использовали лазерное излучение длиной волны 0,97 мкм, деструкцию выполняли в течение 4–6 сек. с мощностью 5–10 Вт. В первой группе отличные и хорошие результаты лечения зарегистрированы в 94 %, во второй – 94 %, в отдалённом периоде составили 83 и 78 % соответственно. Болевой синдром по ВАШ снизился в первой группе исследования с 73 до 14 мм и 22 мм в отдалённом периоде, во второй группе исследования уменьшился с 71 до 15 мм и через 40 недель составил 24 мм [121, 233].

Общеизвестно, что при наличии боли в спине частота поражения МПД встречается в 80–85 % случаев [52]. Одним из острых проявлений дегенеративного процесса в МПД является грыжа МПД. Характеризуется данный процесс разрывом фиброзного кольца и выходом пульпозного ядра в сторону позвоночного канала, что в дальнейшем ведёт к компрессии невральных структур. В клинко-неврологической картине компрессионного радикулярного синдрома патогномичным синдромом является формирование боли в зоне дерматома соответствующего корешка, возникающей при нарушении двигательной и сенсорной иннервации корешка. Появление в клинко-неврологической картине моторной радикулопатии в виде развития пареза и пlegии является показанием для проведения открытого хирургического вмешательства [154, 225, 269].

***Хирургические методы лечения дегенеративных заболеваний  
дугоотростчатых суставов и межпозвонковых дисков  
нижнепоясничного отдела позвоночника***

При выраженных дегенеративных изменениях ДС и отсутствия эффекта от консервативного лечения используется хирургическое лечение – декомпрессивные, стабилизирующие, декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства, в том числе фасетэктомия с последующей инструментальной фиксацией ПДС [88, 101, 128, 171, 295].

Установлено, что резекция более чем половины каждого ДС на одном уровне приводит к выраженной сегментарной нестабильности, при этом после проведения дискэктомии во многих случаях наблюдается дестабилизация ПДС. Межтеловой спондилодез является вариантом выбора хирургического лечения в случае дегенеративных заболеваний нижнепоясничного отдела позвоночника, осложнённых стенозом позвоночного канала [25, 26, 35, 56, 67, 117, 130].

Современные исследования показали, что использование межтелового спондилодеза в сочетании с транспедикулярной фиксацией является наиболее эффективным методом лечения грыж МПД с нестабильностью в ПДС [27, 85, 100, 151, 279].

На сегодняшний день существуют несколько видов спондилодеза на нижнепоясничном отделе позвоночника: передний – anterior lumbar interbody fusion (ALIF), боковой – lateral lumbar interbody fusion (LLIF), задний – posterior lumbar interbody fusion (PLIF) и трансфораминальный – transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF).

По мнению J. Y. Lazennec et al. [285], верное анатомическое и физиологическое расположение фиксированных позвонков влияет на исход операции. Т. Iwahara (1944 г.) разработал методику переднего ретроперитонеального доступа. Использование данного способа для хирургического лечения при дегенеративных заболеваниях МПД обосновали J. D. Lane и E. S. Moore (1948 г.) [232]. Вначале для корпородеза использовали кость

пациента, со временем Bagby и Kuslich (1992 г.) в своём исследовании использовали цилиндрический имплант, заполненный стружкой кости. Авторы отметили образование завершённого спондилодеза у большинства респондентов [147, 226, 227].

Клинические данные FDA (Food and Drug Administration) и ряд многочисленных исследований свидетельствуют о высокой частоте формирования полноценного спондилодеза, равной 90–96 % при использовании кейджей [276].

Хорошие результаты лечения передним ретроперитонеальным доступом отметили R. N. Stauffer и M. B. Coventry (1972 г.) в 36 % случаях [295]. A. Inoue et al. в 1988 г. сообщили о 73 % отличных результатах после оперативных вмешательств [127].

В 1990 г. был внедрён способ сочетания ALIF и задней транспедикулярной фиксации, разработанный для уменьшения сроков формирования полноценного спондилодеза. Об успешном артродезе в 95 % случаев с 86 % хорошими результатами сообщили K. R. Moore et al. [254]. S. D. Gertzbein et al. [197] писали об адекватном спондилодезе в 97 % с отличными результатами у 77 % пациентов, оперированных на двух или более уровнях. Похожие результаты зарегистрированы у J. A. Kozak и J. P. O'Brien [229]. В своём исследовании данные авторы отметили о полноценном спондилодезе в 90 % случаях и отличные результаты у 78 % пациентов. C. S. Hsieh et al. сообщили об отличных результатах спондилодеза в 90 % случаев из переднего ретроперитонеального доступа с транспедикулярной фиксацией у пациентов с многоуровневым истмическим спондилолистезом [138]. B. S. Hinkley и M. E. Jaremko выяснили, что восстановление трудоспособности наступает более чем в 90 % случаев [206].

При выраженных дегенеративных изменениях ДС и отсутствия эффекта от консервативного лечения используется хирургическое лечение – фасетэктомия с последующей инструментальной фиксацией ПДС [251].

Хирургическая тактика и объём операции базируются на комплексных данных объективной клинико-неврологической картины и её соответствия рентген-визуализационным критериям [18, 71, 250]. Известно, что дегенеративный

каскад проявлений в ДС за счёт гипертрофии и деструкции суставных поверхностей приводит к переднему смещению позвонка (антеспондилолистезу), вследствие которого происходит деформация и стенозирование позвоночного канала.

С 1931 г. спинальные нейрохирурги начали использовать метод задней стабилизации для восстановления статической функции позвоночного столба. По результатам многочисленных исследований представленный выше метод оперативного доступа является наиболее травматичным по отношению к вентральным. Образование рубцово-спаечного фиброза в таком случае составляет 7–27 % случаев [68, 157, 247]. Данный метод хирургического вмешательства применим при многоуровневых дегенеративных поражениях межпозвонковых дисков и не имеет анатомических ограничений для выполнения [46, 203, 254, 256].

Стремление спинальных хирургов к уменьшению ятрогенной агрессии привело к тому, что на смену традиционному открытому способу задней стабилизации нижнепоясничного отдела позвоночника, связанному со значительной интраоперационной травмой мышечно-связочного аппарата, был разработан способ чрескожной транспедикулярной фиксации [229]. Вышеупомянутая технология благоприятствовала улучшению результатов оперативных вмешательств за счёт минимизации повреждения спинальной мускулатуры [126, 223].

В 1985 г. H. G. Vlume предложил менее агрессивный трансфораминальный доступ (TLIF), который характеризовался односторонним подходом к позвоночному столбу [150]. Отличительной особенностью его стала минимальная травматизация мягких тканей, костных и невралных структур, достичь которой удалось путём использования трубчатых ранорасширителей и транскутанного введения винтов под ЭОП-контролем [65, 264]. J. D. Schwender et al. в своём исследовании в 100 % случаев достигли адекватного спондилодеза методикой TLIF [253]. Подтвердили малую травматичность данного способа хирургического вмешательства с помощью MPT K. J. Stevens et al. [296].

Дальнейшие исследования, ориентированные на уменьшение объёма манипуляций в операционной ране, способствовали изучению биомеханической эффективности ипсилатеральной установки транспедикулярных винтов, как менее травматичной в сравнении с билатеральной. Вместе с тем, исследования доказывают о наименьшей флексионно-экстензионной и ротационной стабильности односторонней транспедикулярной стабилизации по сравнению с двухсторонней [44, 113].

Продолжение поиска решений, направленных на снижение риска возможных осложнений и минимизацию операционной травмы, послужило стимулом к появлению способа фасеточной фиксации и её модификаций. Низкую травматичность и относительно простоту методики, и значительно меньшие риски повреждения содержимого позвоночного канала в сравнении с двухсторонней транспедикулярной стабилизацией при учёте сопоставимой жёсткости фиксации обеих методик подтвердили биомеханические и клинические исследования [169, 180, 183, 200, 220].

Оптимизация послеоперационных исходов после декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств направлено на выработку оптимальных методов декомпрессии невральных структур с уменьшением количества манипуляций в позвоночном канале и эффективной стабилизации ПДС с минимальной травматизацией паравертебральных тканей [75, 99, 173, 192, 291].

Для уменьшения ятрогенной интраоперационной травмы D. King в 1948 г. разработал способ фасеточной винтовой фиксации, который заключался в внедрении коротких винтов через нижний суставной отросток вышележащего и верхний суставной отросток нижележащего позвонка [228]. В 1958 г. Н. Н. Boucher усовершенствовал фиксацию, изменив направление введения винта на более вертикальное через ножку нижележащего позвонка [152]. В 1984 г. F. P. Magerl осуществил трансламинарную фасеточную фиксацию двумя винтами, проходящими в дужку позвонка через основание остистого отростка [244]. Многие исследования подтвердили меньшую травматичность чрезламинарной фасеточной стабилизации по сравнению с транспедикулярной, но при этом сведения

о биомеханическом восстановлении оперированного отдела позвоночника и сроках формирования полноценного костного блока являются противоречивыми [132, 264, 273, 276, 316].

Использование комбинации фасеточной фиксации по Magerl и ALIF при лечении пациентов с дегенеративными поражениями поясничного отдела позвоночника позволяет сделать заключение о достаточно высокой её эффективности. Так, R. R. Jacobs et al. при исследовании 43 пациентов свидетельствуют о положительных клинических исходах в 93 % и формировании спондилодеза в 91 % случаев, а также отсутствии неблагоприятных последствий [220]. J. S. Jang et al., анализируя результаты лечения 18 респондентов, отметили отличные и хорошие послеоперационные исходы в 100 % случаях, образование полноценного межтелового костного блока у 92 % пациентов и отсутствие послеоперационных осложнений. Ряд исследований также подтвердил клиническую эффективность фасеточной стабилизации и высокий процент формирования спондилодеза (более 90 %) у пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, оперированных передним доступом [221].

Оценка клинико-рентгенологической эффективности латерального межтелового спондилодеза и фасеточной фиксации по Magerl при оперативном лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника, осуществлённая J. W. Rhee et al., показала у 72 % исследованных пациентов хороший и отличный послеоперационный исход, формирование спондилодеза в 100 % случаях в среднем через 12 месяцев после операции и 1 осложнение в виде тромбоэмболии лёгочной артерии, не связанное с выполненным хирургическим вмешательством [265]. J. M. Voyadzis и A. N. Anaizi при анализе результатов лечения 10 пациентов с дегенеративными поражениями поясничного отдела позвоночника сообщили о преимущественно отличных и хороших результатах (90 %) комбинированных оперативных вмешательств, образовании полноценного межтелового костного блока в 92 %



и 1 послеоперационном осложнении в виде длительного сохранения расстройств чувствительности в нижних конечностях [321].

При оценке клинических исходов односторонней TLIF в комбинации с фасеточной фиксацией по Magerl при хирургическом лечении больных с заболеваниями поясничного отдела позвоночника дегенеративно-дистрофического характера J. Xu et al. на 19 пациентах выявили во всех случаях клиническое улучшение и формирование спондилодеза через 12 месяцев после операции, 1 послеоперационное осложнение в виде повреждения твёрдой мозговой оболочки [113]. F. Liu et al. у 50 прооперированных лиц указывают на преимущественно хороший послеоперационных исход, образование полноценного межтелового костного блока в 88,6 % случаев через 12 месяцев после операции, 2 послеоперационных осложнения в виде мальпозиции фасеточного винта с компрессией нервного корешка и перелома фиксирующей конструкции [311]. Также рядом авторов при оценке эффективности стабилизации и сроков формирования спондилодеза установлено, что формирование полноценного костного блока у большего числа пациентов (более 90 %) завершается в среднем через 12 месяцев после операции [96]. J. S. Thalgott et al. в результате анализа 46 оперированных больных методом ALIF в комбинации с фасеточной фиксацией по Magerl выявили хорошие и отличные результаты у 75,5 % пациентов [250].

Накопленный опыт неблагоприятных последствий использования межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации способствует детализации послеоперационных осложнений и разработке мероприятий, направленных на предупреждение их развития. По мнению многих авторов, удовлетворительный исход после ригидной стабилизации составляет от 15 до 95 % (в среднем 68 %) [115, 118, 119, 276]. J. N. Gibson и G. Waddell установили, что в 32 % случаев в отдалённом послеоперационном периоде развился псевдоартроз, сопровождающийся неудовлетворительными клиническими результатами и инструментальными признаками патологической подвижности [199]. Также J. N. Gibson и G. Waddell показано, что высокая частота формирования костного блока не коррелирует с отдалёнными клиническими результатами.

В настоящее время в арсенале оперативного лечения дегенеративных заболеваний нижнепоясничного отдела позвоночника, помимо вышеперечисленных методик, имеются транспедикулярные динамические системы. Одной из главных их функций является стабилизация ПДС, разгрузка дегенерированных МПД и ДС. Благодаря применению данных конструкций происходит выключение дискогенной боли путём ограничения подвижности в сегменте без хирургической резекции анатомически важных структур позвоночника, таких как МПД и ДС. Одним из первых транспедикулярных систем с подвижным соединением винтов были Graf (Neoligaments, Великобритания) и Dynesis (Zimmer, США) [20, 134, 153, 249, 252, 259].

Одним из известных представителей транспедикулярных динамических фиксаторов является система Graf, состоящая из титановых винтов и плетёной лавсановой петли [311]. Анализ специализированной литературы, посвящённой проблеме отдалённых результатов, отобразил их противоречивость. Некоторые авторы получили хорошие и отличные результаты, как в ближайшем, так и отдалённом периодах после операции [210, 220]. Другие исследователи отметили высокий уровень неудовлетворительных результатов в отдалённом послеоперационном периоде [223, 265].

При незначимых морфоструктурных изменениях ПДС, а также для минимизации ятрогенной хирургической агрессии с 1980-х гг. в медицинскую клиническую практику была внедрена межкостистая стабилизация. J. Senegas et al. в 1988 г. опубликовал исследовательскую работу, где представил устройство из сплава титана, так называемый межкостистый имплант Wallis. Данный механизм фиксировался между остистыми отростками с помощью дакроновой ленты [258]. Позже авторы сообщили, что за время использования такой конструкции в течение десятилетнего периода наблюдения в 84,1 % случаев удалось добиться хороших отдалённых результатов. По прошествии времени исследователи усовершенствовали систему, изготовив её из прочного, но в то же время эластичного материала – РЕЕК.

При анализе результатов использования с 1988 по 1993 гг. межкостистой неригидной фиксации у 300 пациентов с дегенеративной нестабильностью ПДС установлено, что использование данной методики оперативного лечения с позиции доказательной медицины является эффективным методом [131].

Показаниями для использования межкостистых стабилизаторов являются: 1) дискогенная боль в поясничном отделе позвоночника, 2) фасет-синдром нижнепоясничного отдела позвоночника, 3) стенозирование позвоночного канала, 4) грыжи МПД [195, 318].

Устройство DIAM (Medtronic Sofamor Danek, Memphis, Tennessee, USA) используется спинальными нейрохирургами с 2003 г. Представляет собой эластичный межкостистый имплант с силиконовой сердцевиной, снаружи покрытый плетёным полиэтиленом [161].

В своей работе М. Д. Абакиров и соавт. предлагают при стенозировании позвоночного канала, вызванного дегенеративным листезом, использовать DIAM [1]. Отличные и хорошие результаты были выявлены у 79 % пациентов. По данным многих исследователей, межкостистый силиконовый имплант в поясничном отделе позвоночника способен снижать чрезмерную осевую вертикальную нагрузку в ПДС, тем самым разгружая внутридисковое давление, а также способен ограничивать чрезмерное ротационное смещение [109, 161, 212].

Система Coflex (Cofunctioning of Flexion and Extension) является динамическим межкостистым устройством, имеющим U-образную форму и устанавливаемым в межкостистый промежуток. Данный титановый спейсер разработан Jacques Samani в 1994 г. [287]. В мультицентровом ретроспективном исследовании на 589 пациентах авторами отмечены положительные результаты при имплантации данной конструкции [280].

В клиническую практику X-STOP (Kyphon, Inc., Sunnyvale, CA) был внедрён в 2002 г. Является титановым спейсером овальной формы с прикреплёнными пластинами по бокам. Путём фиксации в промежутке между двумя смежными остистыми отростками обеспечивающий ригидную межкостистую стабилизацию. Данный имплантат является методом выбора лечения дегенеративных заболеваний

позвоночника у пациентов пожилого и старческого возраста за счёт использования местного обезболивания при наличии абсолютных противопоказаний к общей анестезии [216].

В мультицентровом проспективном рандомизированном исследовании J. F. Zucherman et al. сообщили об отличных результатах использования данного спейсера в лечении дегенеративного стеноза [116]. Также межкостистый стабилизатор имеет высокую доказанную клиническую эффективность лечения перемежающейся нейрогенной хромоты на фоне стенотических изменений позвоночного канала. Однако имеются противоречивые результаты, согласно которым исследования O. J. Verhoof et al. показали, что процент повторных хирургических вмешательств после установки имплантата X-STOP составляет 58 %, что говорит о неэффективности хирургического вмешательства с применением данной конструкции [204].

C. M. Wiseman et al. в 2005 г. провели исследование, в котором доказали влияние межкостистого спейсера на ДС при разгибании. Установлено, что на уровне имплантации происходит значительное уменьшение площади трения суставных поверхностей, а на смежном уровне – увеличение. Авторы выдвинули теорию о возможном возникновении фасет-синдрома на данном уровне, а также ускоренной дегенерации суставов [301].

Наиболее популярным, функционально сохранным, альтернативным вышеперечисленным способам методом хирургического лечения является тотальное протезирование МПД. Впервые тотальная артропластика МПД вошла в клиническую практику с 1950-х гг. Использовал данный метод оперативного вмешательства Ulf Fernström [313]. Он имплантировал в область пульпозного ядра стальной шар после удаления МПД поясничного отдела позвоночника. На сегодняшний день на рынке искусственных имплантов можно встретить целый ряд эндопротезов МПД. Наибольшее распространение получили M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США), Charité (Link Spine Group, Германия), ProDisc (Spine Solutions, США), AcroFlex (DePuy AcroMed, США). Протезы нового поколения разработаны с целью восстановления функции МПД путём сохранения

подвижности и упругости сегмента, а также адекватного распределения осевой нагрузки [13, 19].

При анализе специализированной литературы по использованию искусственных МПД выявлена высокая результативность при лечении пациентов с дегенерацией МПД по сравнению со спондилодезом [134, 153, 259]. Не обнаружено единых показаний к применению тотального эндопротезирования МПД, поэтому вопрос выбора способа хирургического вмешательства при дегенеративных заболеваниях нижнепоясничного отдела позвоночника в настоящий момент остаётся открытым [18].

М. Абакиров с соавт. использовали для тотальной артропластики МПД с имплантацией искусственного протеза M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США). В послеоперационном периоде они добились хороших и отличных результатов, заключающихся в снижении выраженности болевого синдрома на 90 %, а также улучшении качества жизни [1]. Аналогичных результатов добились другие авторы при применении протеза Maverick (Medtronic Sofamor Danek, США) [160].

R. C. Sasso et al. использовали протез МПД Flexi Core (Stryker Spine, Франция) – в раннем и отдалённом послеоперационном периодах улучшение качества жизни и снижение болевого синдрома отметили 95 % респондентов [288]. В мультицентровом исследовании В. А. Бывальцева с соавт. использовался искусственный протез диска M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США) при лечении пациентов с дегенерированными МПД на уровне L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>, L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub>. В раннем и отдалённом периодах отмечались хорошие и отличные результаты. Анализ удовлетворённости результатами хирургического вмешательства по шкале Macnab в динамике выявлены преимущественно отличные исходы – более 90 % [243]. У 1 пациента наблюдалась в послеоперационном периоде ретроградная эякуляция.

При анализе минимальной клинической разницы (МКР) отдалённых данных применения метода тотальной артропластики при лечении пациентов с дегенерированными МПД выявлены противоречивые результаты. По данным J. Le Huec et al., при использовании эндопротеза ProDisc МКР составила 73–77 %

[160]. При применении протеза МПД Charité МКР составляла 47–51 %, протеза M-6 Lumbar – 51–66 %, Maverick – 47–63 %.

Согласно литературным данным, количество осложнений после выполнения тотальной артропластики МПД составляет 1–40 % [260, 322]. Такая разница объясняется, в первую очередь, опытом команды нейрохирургов или ортопедов, методами и подходами к выполнению данного вида вмешательства. Согласно сведениям из мировой литературы, повреждение подвздошных сосудов при переднем ретроперитонеальном доступе к позвоночнику встречаются в 1,9–2,9 % случаев [13, 19].

В подавляющем большинстве случаев внимание учёных было сфокусировано на патологии МПД, что в конечном итоге привело к недооценке роли ДС как одного из главных источников ноцицептивной импульсации. Боль, обусловленная дегенеративными заболеваниями ДС, может возникать самостоятельно, без дегенеративных изменений МПД.

Тотальное протезирование в настоящее время является одной из новейших технологий для полного восстановления функциональности ДС, у которого есть перспективы стать методом, аналогичным тотальной артропластике МПД при лечении дискогенного болевого синдрома.

Усовершенствование методов оперативного лечения в спинальной нейрохирургии привело к существенному снижению неблагоприятных результатов лечения. Несмотря на это, неудовлетворительные отдалённые клинические исходы, связанные с развитием синдрома смежного сегмента, послеоперационной нестабильности, псевдоартроза и рубцовых интраканальных изменений, стимулируют исследователей к поиску ключевых моментов, определяющих их дальнейшее развитие.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В диссертационной работе проведено проспективное нерандомизированное мультицентровое контролируемое исследование с ретроспективным анализом пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника, имеющих показания для выполнения хирургического лечения по плану НИР кафедры нейрохирургии и инновационной медицины ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Данное диссертационное исследование одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России протоколом № 1 от 15.12.2017 г. Проведённая работа осуществлена согласно основным принципам международных исследований «GCP» (Good Clinical Practice) (сертификационный цикл, февраль, 2018 г.).

### 2.1 Клиническая характеристика обследованных пациентов

*Ретроспективный анализ.* Исследование проведено в Центре нейрохирургии НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"» в период с января 2011 г. по декабрь 2015 г. Выполнено 1674 пункционных, минимально-инвазивных и открытых декомпрессивно-стабилизирующих оперативных вмешательства на нижнепоясничных сегментах. Проанализировано 625 историй болезни и амбулаторных медицинских карт пациентов.

Всем пациентам в условиях операционной под рентгенологическим контролем проводили пункцию МПД заднебоковым доступом с введением 5–10 мл физиологического раствора и водорастворимого йодсодержащего контраста («Ультравист», Германия) и стимуляцию параартикулярной области ДС аппаратом для радиочастотной денервации (Cosman RFG-1A, Германия) в режиме

стимуляции. Путём указанных пункционных методик воспроизводили свойственные для пациента компоненты боли: характер, локализация и интенсивность.

Показаниями к проведению провокационных проб являлись: длительный (более 8 недель) рецидивирующий болевой синдром в нижнепоясничном отделе позвоночника и/или нижних конечностях сочетанного корешкового и псевдорадикулярного генеза. Противопоказаниями считали наличие у пациента значимого спондилоартроза, абсолютного стеноза позвоночного канала, спондилолистеза, предшествующих оперативных вмешательств на позвоночнике, сопутствующего инфекционного и опухолевого процесса.

После проведения провокационных диагностических проб в 237 случаях верифицирована сочетанная корешковая и псевдорадикулярная симптоматика различной степени выраженности: у 96 пациентов (I группа) верифицированы соматические противопоказания к проведению открытых оперативных вмешательств, в связи с чем выполнялись пункционные хирургические методики (симультанная лазерная вапоризация МПД и лазерная денервация ДС); у 141 пациента (II группа) осуществлены декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства: в 48 случаях – дискэктомия из переднего внебрюшинного параректального доступа с имплантацией искусственного протеза диска M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США) (IIa подгруппа), в 42 – межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария) по методике TLIF с ипсилатеральной транспедикулярной стабилизацией системой Viper II (Synthes, Швейцария) и контрлатеральной фиксации имплантатом Facet Wedge (Synthes, Швейцария) (IIб подгруппа); в 51 случае – межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария) по методике TLIF с билатеральной транспедикулярной стабилизацией конструкцией «Viper II» (Synthes, Швейцария) (IIв подгруппа).

В группе пациентов, оперированных минимально-инвазивными пункционными методиками, использовался оригинальный «Способ пункционного хирургического лечения пациентов, страдающих синдромом фасеточных суставов» (приоритетная справка № 2018116803/14 (026165), Российская



Федерация / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, А. В. Егоров, А. К. Оконешникова, Ю. Я. Пестряков, В. Э. Борисов; заявитель ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; заявл. 04.05.2018).

### *Перспективное исследование*

Учитывая необходимость своевременной и обоснованной хирургической тактики лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника, в мультицентровое исследование было включено 120 пациентов, у которых после проведения диагностических провокационных проб верифицировано симптоматичное одноуровневое дегенеративное поражение нижнепоясничного отдела позвоночника и которые впоследствии были прооперированы по разработанному новому алгоритму выбора тактики хирургического лечения в Центре нейрохирургии НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"», ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», ГБУЗ «Краевая клиническая больница» г. Красноярска за период 2016–2018 гг.

Применены критерии, определяющие показания и противопоказания к выполнению оперативного вмешательства.

#### *Критерии включения:*

- выраженный поясничный компрессионный болевой синдром, устойчивый к консервативной терапии до 6–8 недель;
- уровень поражения: нижнепоясничный отдел позвоночника L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>, L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub>;
- минимальный возраст пациентов – 18 лет, максимальный – 75 лет;
- наличие электронейромиографических данных, подтверждающих компрессию невралгических структур;
- наличие признаков дегенеративного поражения межпозвонковых дисков: Pfirmann I–IV ст.;
- наличие признаков дегенеративного поражения дугоотростчатых суставов: Fujiwara I–IV ст.;

- наличие признаков сегментарной нестабильности в позвоночно-двигательном сегменте (линейная трансляция более 4 мм, сагиттальная ангуляция не более 10°);

- письменное согласие пациента.

*Критерии исключения:*

- отсутствие болевого синдрома;
- уровень поражения: верхнепоясничный отдел позвоночника L<sub>I</sub>–L<sub>II</sub>, L<sub>II</sub>–L<sub>III</sub>, L<sub>III</sub>–L<sub>IV</sub>;
- спондилолистез любой этиологии;
- отсутствие признаков дегенеративного патоморфологического субстрата по данным инструментальных методов обследования;
- демиелинизирующие системные процессы;
- системный остеопороз (снижение МПКТ на 2,8 или более по T-критерию согласно ВОЗ 1995 г.);
- травматические повреждения и опухолевые поражения нижнепоясничных сегментов;
- любая сопутствующая патология в стадии декомпенсации;
- сагиттальный дисбаланс позвоночника.

Для систематизации групп с учётом тропизма и значения углов ДС выделены три подгруппы проспективного исследования в зависимости от используемой хирургической технологии: дискэктомия из переднего внебрюшинного параректального доступа с имплантацией искусственного протеза диска M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США) (I группа,  $n = 40$ ); межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария)/«Capstone» (Medtronic, США) по методике TLIF с ипсилатеральной транспедикулярной стабилизацией системой «Viper II» (Synthes, Швейцария)/«U-centum» (Ulrich, Германия) и контрлатеральной фиксацией имплантатом «Facet Wedge» (Synthes, Швейцария) (II группа,  $n = 40$ ); межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария)/«Capstone» (Medtronic, США) по методике TLIF с билатеральной транспедикулярной стабилизацией

конструкцией «Viper II» (Synthes, Швейцария)/«U-centum» (Ulrich, Германия) (III группа,  $n = 40$ ).

Ведение послеоперационных ран осуществлялось с применением разработанного «Способа профилактики инфекционных осложнений при оперативных вмешательствах на позвоночнике в раннем послеоперационном периоде» (приоритетная справка № 2018105422/14 (008306)), Российская Федерация / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, Е. Г. Белых, И. А. Степанов, В. В. Шепелев, В. Ю. Голобородько, В. Э. Борисов, А. О. Асанцев, А. К. Оконешникова, Ю. Я. Пестряков; заявитель ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; заявл. 13.02.2018).

## **2.2 Комплексная клиническая оценка исходов оперативного лечения**

Всем исследуемым пациентам проведён полный клинико-инструментальный анализ. При ретроспективном анализе оценивались такие параметры, как неврологическая симптоматика и отдалённые послеоперационные исходы: уровень болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли ВАШ (Wewers M., 1990), анализ качества жизни по опроснику для пациентов с проблемами в спине Освестри (Fairbank J., 1980), анализ исходов послеоперационного лечения по шкале Маснаб (Masnab I., 1971), а также число послеоперационных осложнений. Для оценки ведущих морфоструктурных исследований использовались:

- классификация степени дегенеративных изменений МПД по данным МРТ-грамм [104];
- классификация степени дегенеративных изменений МПД по данным патоморфологического исследования [204];
- классификация степени дегенерации ДС по данным МРТ-грамм [245];
- классификация степени дегенеративных изменений ДС по классификации OARSI [261];
- тропизм ДС и значение фасеточных углов по методике Karacan [185].

При проведении проспективного исследования оценку проводили в момент поступления пациентов в нейрохирургическое отделение, по окончании госпитализации в день выписки, а при выполнении ретроспективного анализа – в сроки 3, 6, 12 и 24 месяца после хирургического лечения. Выполнялась комплексная оценка клинико-неврологического статуса, определения и измерения выраженности болевого синдрома, как в поясничном отделе позвоночника, так и в нижних конечностях, оценивали качество жизни пациентов по опроснику Освестри, определяли субъективную оценку пациентов после хирургического лечения по шкале Маснав. Оценивали степень активности и положение пациента при осмотре, внешний вид поясничного отдела позвоночника, определяли сохранность или сглаженность поясничного лордоза, состояние паравертебральных мышц, болезненность при пальпации и перкуссии остистых отростков, симметричность нижних конечностей.

Оценка болевого синдрома проводилась по ВАШ, которая заполнялась пациентами до и после хирургического лечения. Данная шкала представляет собой непрерывную шкалу в виде горизонтальной линии длиной 10 см (100 мм) (Рисунок 7).

Определение выраженности болевого синдрома по ВАШ выполнялся по отметке интенсивности болевых ощущений самим пациентом и определению длины горизонтальной линии, очерченной на бумаге: от 0 – нет боли, до 10 – невыносимая боль, выраженной в миллиметрах.

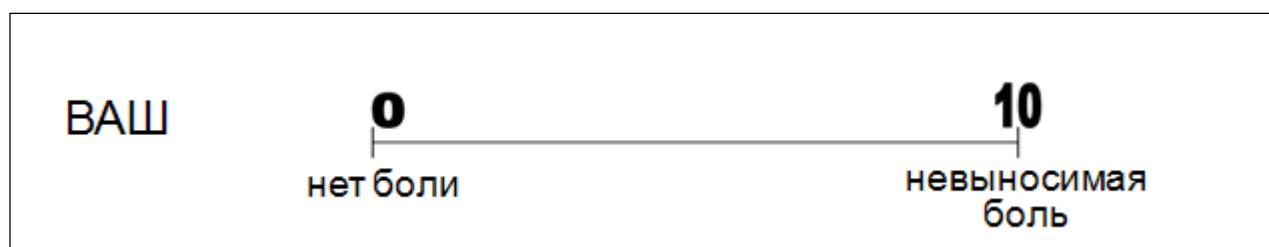


Рисунок 7 – Визуально-аналоговая шкала (ВАШ)

Оценка уровня болевого синдрома осуществлялась в утренние часы, при этом отдельно учитывалась выраженность её в поясничном отделе позвоночника и

нижних конечностях. Ежедневно оценивались потребности в обезболивающих препаратах в раннем послеоперационном периоде для оценки выраженности болевого синдрома в области операционной раны.

При клинико-неврологическом осмотре оценивались такие параметры, как нарушение чувствительности с двигательными расстройствами, состояние сухожильных рефлексов и функции тазовых органов. Анализировалось наличие или отсутствие симптомов Ласега, Вассермана, Нери, Дежерина. Использовалась маршевая проба для объективизации нейрогенной перемежающей хромоты.

Всем исследуемым пациентам проводились лабораторные методы исследования, включающие общий анализ крови для исключения воспалительного процесса, биохимическое исследование крови, исследование реактивности иммунной системы пациентов.

Анализ послеоперационных исходов осуществлялся по шкале субъективной оценки Маснаб (Masnab I., 1971) с градациями критериев «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно». Качество полноценной жизни пациентов в динамическом наблюдении проводилось с помощью опросника для пациентов Освестри (ODI). Опросник включал в себя разные сферы жизни пациентов. Изучались параметры выраженности и интенсивности болевого синдрома, возможность самообслуживания, способность поднятия тяжёлых предметов, сон, положение сидя и стоя, ходьба на длинные расстояния, досуг, поездки и сексуальная жизнь.

Оценивались технические критерии хирургических вмешательств (общий объем кровопотери (в миллилитрах), продолжительность операции (в минутах) и течение раннего послеоперационного периода, вид и количество послеоперационных осложнений. Для адекватной оценки ретроспективно-проспективных данных контроль за пациентами после операции осуществлялось в течение минимального периода в 24 месяца.

## 2.3 Инструментальные методы исследования

Инструментальный диагностический комплекс включал в себя спондилографию поясничного отдела позвоночника в передней и боковой проекциях с функционально-разгибательными пробами, измерение позвоночно-тазовых параметров сагиттального баланса, магнитно-резонансную (МРТ) и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ), а также метод нейрофизиологической визуализации – электронейромиографию (ЭНМГ) нижних конечностей.

### *Рентгенологические методы исследования*

При проведении рентгенологического исследования использовали аппарат Duo Diagnost, Philips (Нидерланды). Обзорная рентгенография поясничного отдела позвоночника проводилась стандартным методом (Рисунок 8).

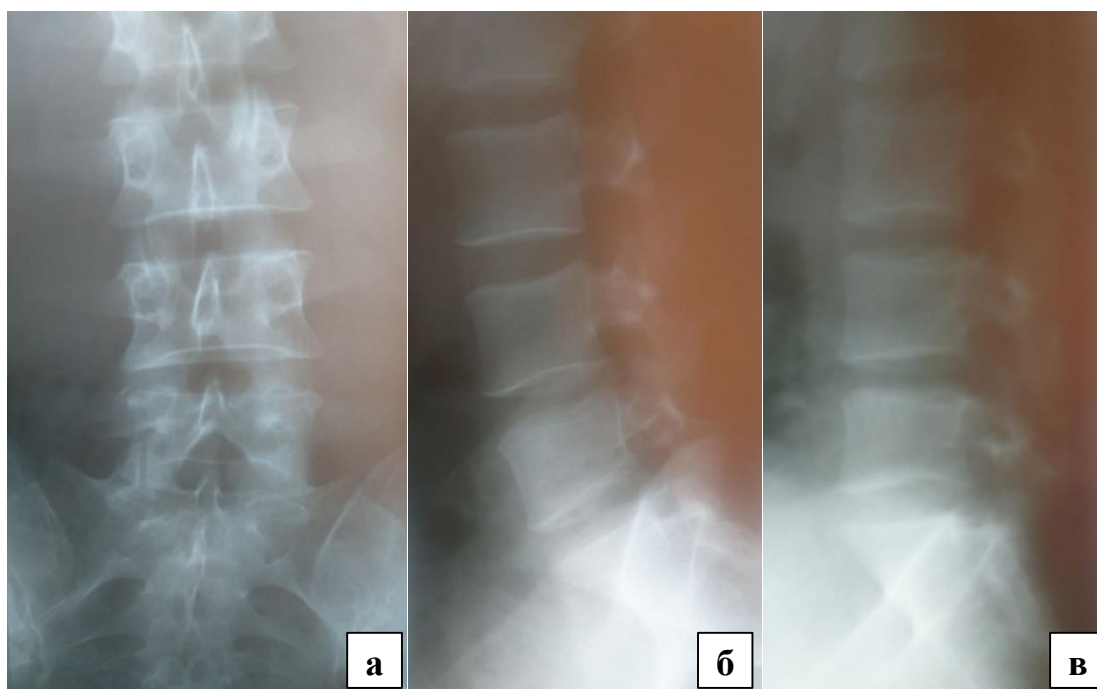


Рисунок 8 – Рентгенография пояснично-крестцового отдела позвоночника:

а – прямая проекция; б, в – функциональные пробы

На спондилограмме верифицировались признаки субхондрального склероза с формированием костных разрастаний (остеофитов), изменение формы тел позвонков и ДС, уменьшение высоты МПД. Проводили обзорную (в переднезадней и боковой проекциях) и функциональную (в латеральной проекции в положении сгибания и разгибания) рентгенографии.

Сагиттальный баланс позвоночника оценивали по компенсаторным реакциям наклона крестца и таза, применяли следующие рентгенографические параметры: PI (pelvic incidence, наклон таза) – угол, образованный верхней замыкательной пластинкой  $S_1$  и линией, исходящей от её середины к основанию копчика; SS (sacral slope, наклон крестца) – угол наклона верхней замыкательной пластинки  $S_1$  к горизонтальной плоскости; PT (pelvic tilt, отклонение таза) – угол, образованный вертикальной линией и линией, соединяющей середину верхней замыкательной пластинки  $S_1$  с центром головок бёдер (Рисунок 9).

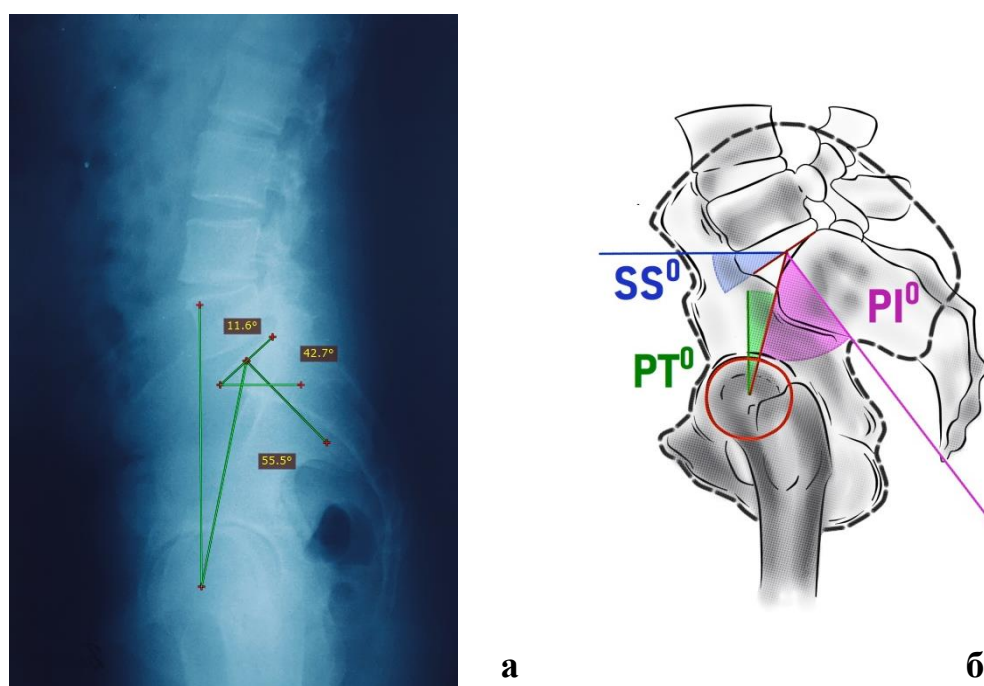


Рисунок 9 – Измерение позвоночно-тазовых параметров:

а – рентгенография пояснично-крестцового отдела позвоночника;

б – схематичное изображение

***Мультиспиральная компьютерная и магнитно-резонансная томографии***

МСКТ выполнялась на томографе Toshiba Prime Aquilion (160 slices) (Рисунок 10). Для МРТ использовалось оборудование фирмы Siemens Magnetom Essenza 1,5 Т в режимах T1 и T2 (Рисунок 11).

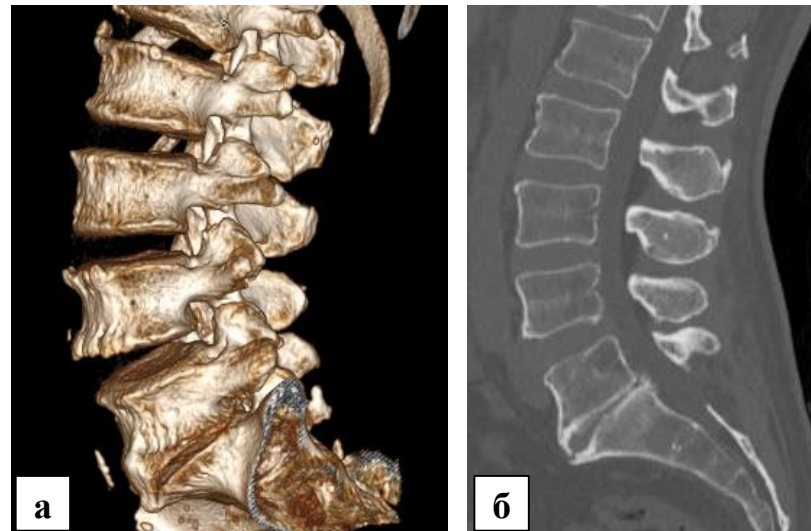


Рисунок 10 – Клинический пример, пациент Н., 45 лет; а – 3D-реконструкция поясничного отдела позвоночника: верифицируются компенсаторные спондилёзные изменения, снижение высоты межтелового промежутка; б – сагиттальная МСКТ-грамма поясничного отдела позвоночника

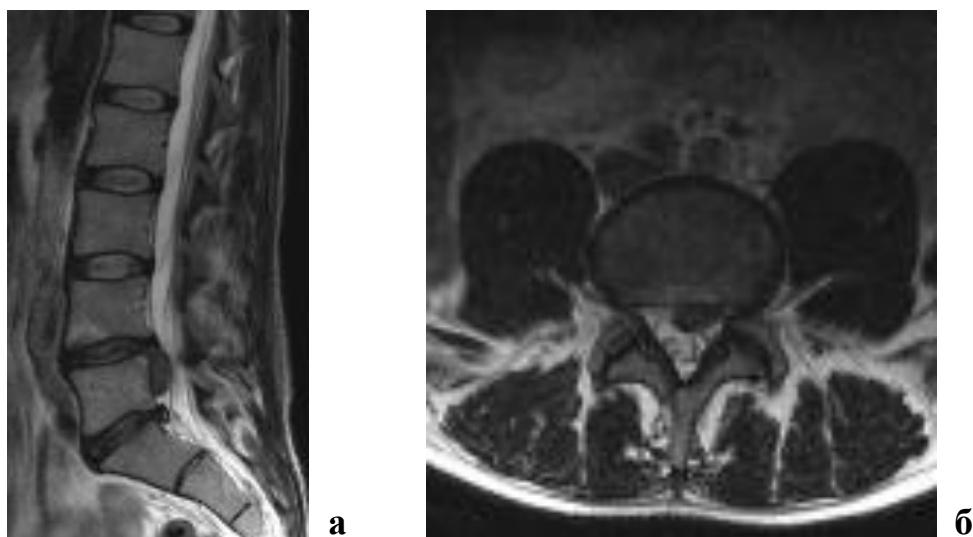


Рисунок 11 – Клинический пример, пациент Ф., 34 года; а – сагиттальное T2 ВИ поясничного отдела позвоночника, определяется грыжа МПД L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> с каудальной миграцией; б – аксиальное T2 ВИ поясничного отдела позвоночника на уровне МПД L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> (максимальный стеноз), определяется сужение позвоночного канала



Исследование проводилось в двух проекциях – сагиттальной (визуализировался уровень стенозирования позвоночного канала) и аксиальной (определялись локализация, размеры стеноза, его взаимоотношения с окружающими анатомическими структурами).

В проспективном исследовании для комплексного инструментально-морфологического анализа выраженности дегенеративных изменений в ПДС использовалась классификация по результатам МРТ С. Pfirrmann (2001) [245], а в ДС – классификация по результатам МРТ А. Fujiwara (2000) [302].

### *Морфологические исследования*

Операционный материал, полученный при проведении хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями ДС нижнепоясничного отдела позвоночника, с целью подготовки к морфологическим исследованиям подвергался фиксации образцов, декальцинации, промыванию водой, дегидратации в спиртовых растворах и заливке в парафин (Рисунок 12).

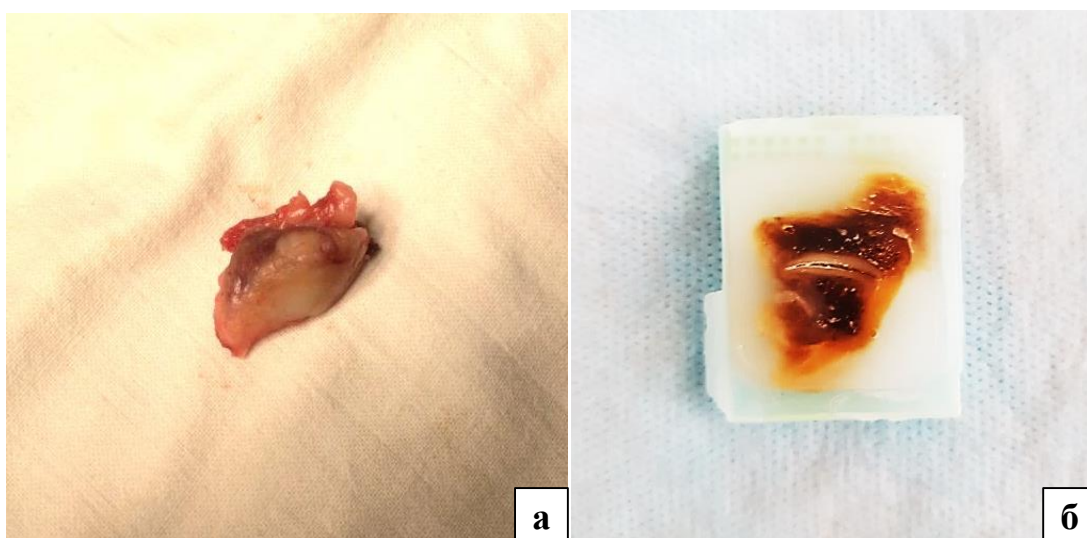


Рисунок 12 – Фрагменты ДС на этапе подготовки к морфологическому исследованию: а – интраоперационный снимок ДС, б – срез ДС после декальцинации и заливки в парафин

Фиксацию образцов проводили в течение 24 часов в молекулярном фиксаторе FineFix и 96° спирте в соотношении 1: 2,5. Декальцинацию осуществляли в течение 2–6 суток в забуференном 10%-ном растворе муравьиной кислоты в соотношении образец: декальцинирующий раствор – 1: 20. Препараты подвергались ежедневной смене декальцинирующих растворов и контролю полноты декальцинации. После декальцинации образцы промывались водой до стадии дегидратации. Заливка материала в парафин осуществлялась в системе «ТЕС-IV» фирмы «Sacura» (Japan), затем после фиксации материалов выполнялись срезы толщиной 3 мкм на полуавтоматических роторных микротомемах SM-502 фирмы «Microm» (Германия) с использованием специальных одноразовых ножей. Далее выполнялась окраска срезов в автомате для покраски срезов DRS-601A фирмы «Sacura» (Япония) гематоксилином и эозином. Срезы на предметных стёклах покрывали покровными стёклами в автомате Cover Tech фирмы «Microm» (Германия).

Для достоверной оценки степени дегенеративного процесса в анализируемых анатомических структурах ДС и МПД анализировались целостность суставной поверхности, структура хрящевой ткани, количество хондроцитов, наличие спонгиоза костей (Рисунки 13–15).

Микроскопическое исследование полученных препаратов проводили с помощью компьютерной микроскопической видеосистемы «Quantimet 550IW» фирмы «Leica» (Великобритания) и Olympus (Япония) для анализа патоморфологического и цитологического материала с форматом изображения 6000×4000 пикселей.

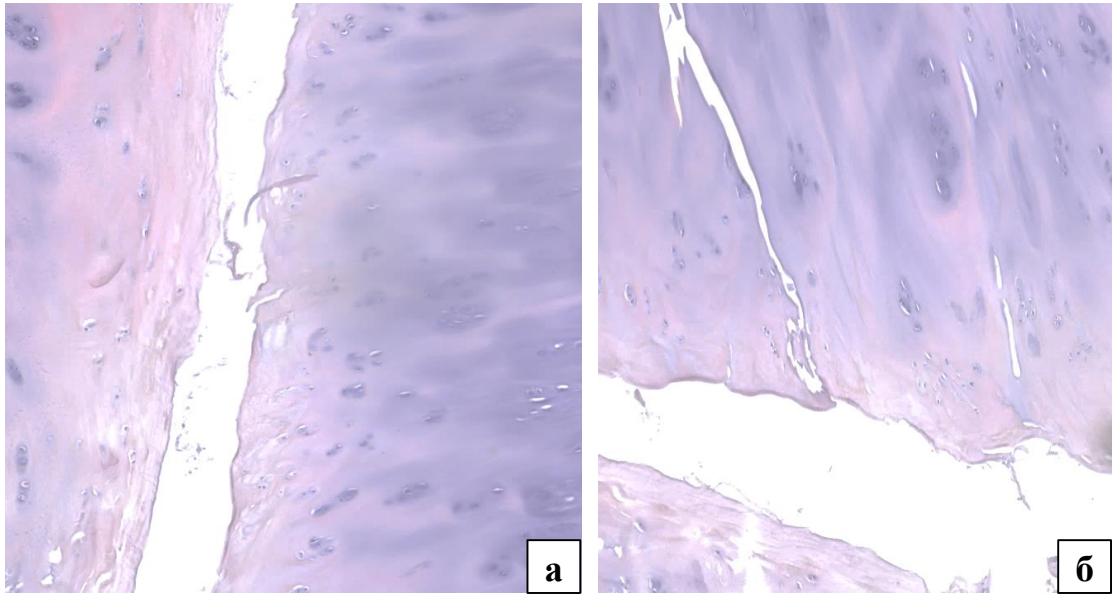


Рисунок 13 – Изменения в суставной поверхности: а – суставная щель, б – нарушение суставной поверхности хряща в виде неглубоких трещин с горизонтальным разволокнением; в – хондроциты. Окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 1000$  (собственное наблюдение, пациент с дегенеративными изменениями ДС на уровне  $L_V-S_I$ )

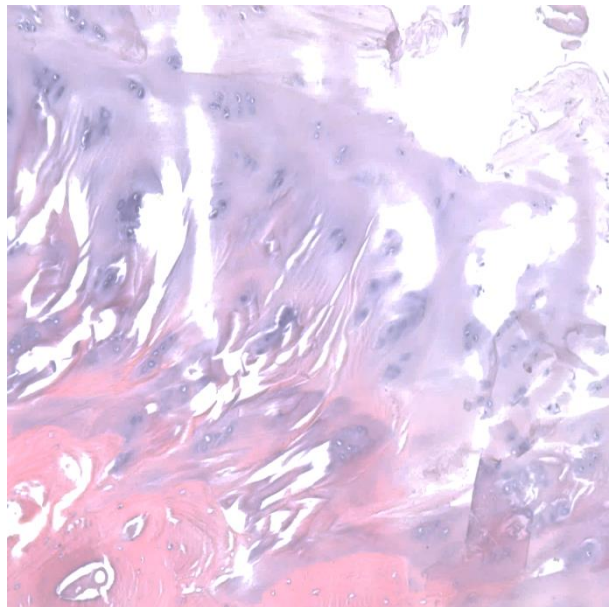


Рисунок 14 – Изменения в суставном хряще: хрящевая ткань, обеднённая хондроцитами; наблюдается фибрирование межбалочных пространств с замещением костного мозга волокнистой тканью. Окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 1000$  (собственное наблюдение, пациент с дегенеративными изменениями ДС на уровне  $L_{IV}-L_V$ )

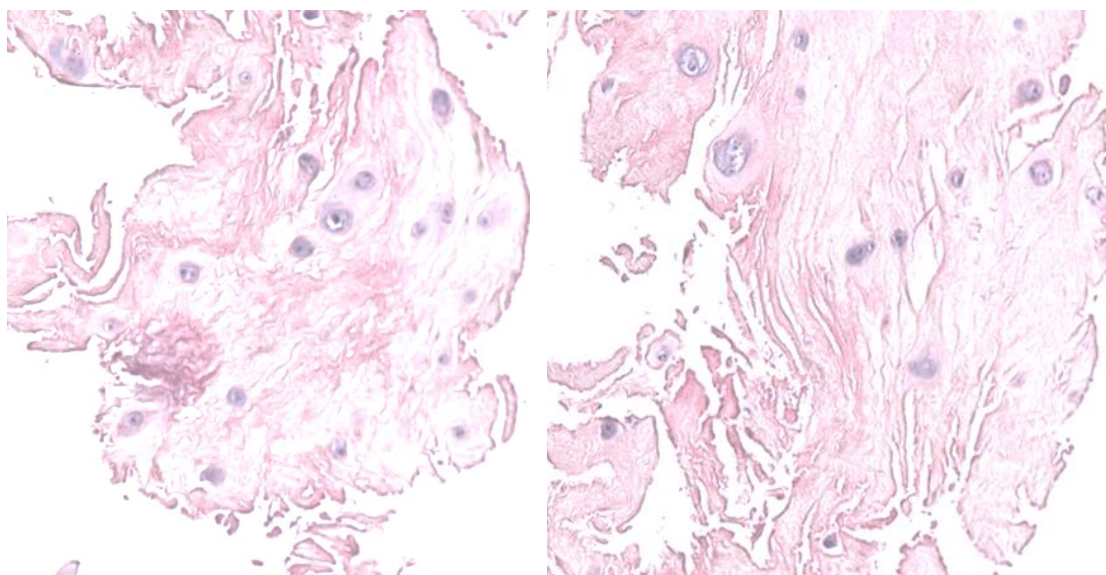


Рисунок 15 – Строение пульпозного ядра: центральная часть ядра представлена множеством кластеров хондроцитов, расположенных в межклеточном веществе; окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 200$  (собственное наблюдение, пациент с грыжей межпозвонкового диска на уровне  $L_V-S_I$ )

### *Электронейромиография нижних конечностей*

Стимуляционная электронейромиография нижних конечностей выполнялась аппаратом «Нейро-ЭМГ-Микро», Нейрософт (Россия). При исследовании проводящей функции моторных нервов оценивали параметры: форму, площадь и длительность негативной фазы М-ответа, наличие или отсутствие блоков проведения, декремент амплитуды и площади М-ответа, порог вызывания М-ответа, СРВ по моторным (двигательным) волокнам, латентность М-ответа; резидуальную латентность. Исследование включало накожную суммарную электронейромиографию с проксимальных и дистальных отделов нижних конечностей, также оценивался суммарный потенциал действия (М-ответ).

### **2.4 Хирургические методы лечения**

В пояснично-крестовом отделе позвоночника проводились хирургические вмешательства от пункционных (лазерная вапоризация МПД и лазерная денервация ДС) до декомпрессивно-стабилизирующих методик оперативного лечения: тотальная артропластика МПД с имплантацией искусственного протеза

диска M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США), трансфасеточные фиксации системой Facet-Wedge (Synthes, Швейцария). В некоторых случаях реконструкция позвоночного канала осуществлялась из парамедианного доступа в объеме фасетэктомии с или без контрлатеральной фораминотомии, межтеловой спондилодез выполнялся кейджем T-Pal (Synthes, Швейцария) по методике TLIF с комбинированной транспедикулярной фиксацией конструкцией «Viper II» (Synthes, Швейцария).

***Симультанная чрескожная лазерная вапоризация МПД  
и лазерная денервация медиальной ветви спинномозгового нерва ДС  
нижнепоясничного отдела позвоночника***

Чрескожная лазерная вапоризация МПД проводилась по общепринятой методике: в положении пациента на животе после обработки операционного поля антисептическим раствором дважды с применением местной инфильтрационной анестезии (2%-ный раствор лидокаина) под рентген-контролем ЭОП в прямой проекции производили пункцию иглой с мандреном в проекции МПД L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub> унилатерально заднебоковым доступом. После флюороскопического контроля положения иглы в МПД L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub>, мандрен заменялся на оптоволоконный световод и проводилась вапоризация пульпозного ядра импульсным излучением лазера 970 нм, частотой 9 Гц (импульс 6 мс, интервал 5 мс) мощностью 3 Вт в суммарной дозе 540 Дж (Рисунок 16, а–д).

Чрескожная лазерная денервация медиальной ветви спинномозгового нерва ДС нижнепоясничного отдела позвоночника проводилась по оригинальной методике («Способ пункционного хирургического лечения пациентов, страдающих синдромом фасеточных суставов» (приоритетная справка № 2018116803/14 (026165), Российская Федерация / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, А. В. Егоров, А. К. Оконешникова, Ю. Я. Пестряков, В. Э. Борисов; заявитель ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; заявл. 04.05.2018): под местной анестезией раствором Lidocaini 2% – 5,0 под флюороскопическим контролем, заднебоковым доступом производилась

пункция иглой с мандреном в проекции точки на дорсальной поверхности поперечного отростка на 3 см латеральнее от нижнего края остистого отростка и на 1 см каудальнее. Игла проводилась до места соединения поперечного отростка и ДС. После рентген-контроля положения иглы в проекции задней медиальной ветви спинномозгового корешка, мандрен заменялся на оптоволоконный световод. В последующем осуществлялась лазерная деструкция медиальной ветви спинномозгового нерва дугоотростчатого сустава  $L_{IV}-L_V$  импульсным излучением лазера 970 нм, частотой 9 Гц (импульс 6 мс, интервал 5 мс) мощностью 3 Вт в суммарной дозе 100 Дж. Особенностью авторского способа являлось использование последующей обратной тракции световода на 2–3 мм с деструкцией латеральной ветви спинномозгового нерва импульсным излучением лазера 970 нм, частотой 9 Гц (импульс 6 мс, интервал 5 мс) мощностью 3 Вт в суммарной дозе 100 Дж (Рисунок 16, е–з).



Рисунок 16 – Пациент В., 37 лет; симультанная чрескожная вапоризация МПД  $L_{IV}-L_V$  слева и лазерная денервация ДС  $L_{IV}-L_V$  слева: а – положение пациента лёжа на животе; б – местная инфильтрационная анестезия 2%-ным раствором лидокаина

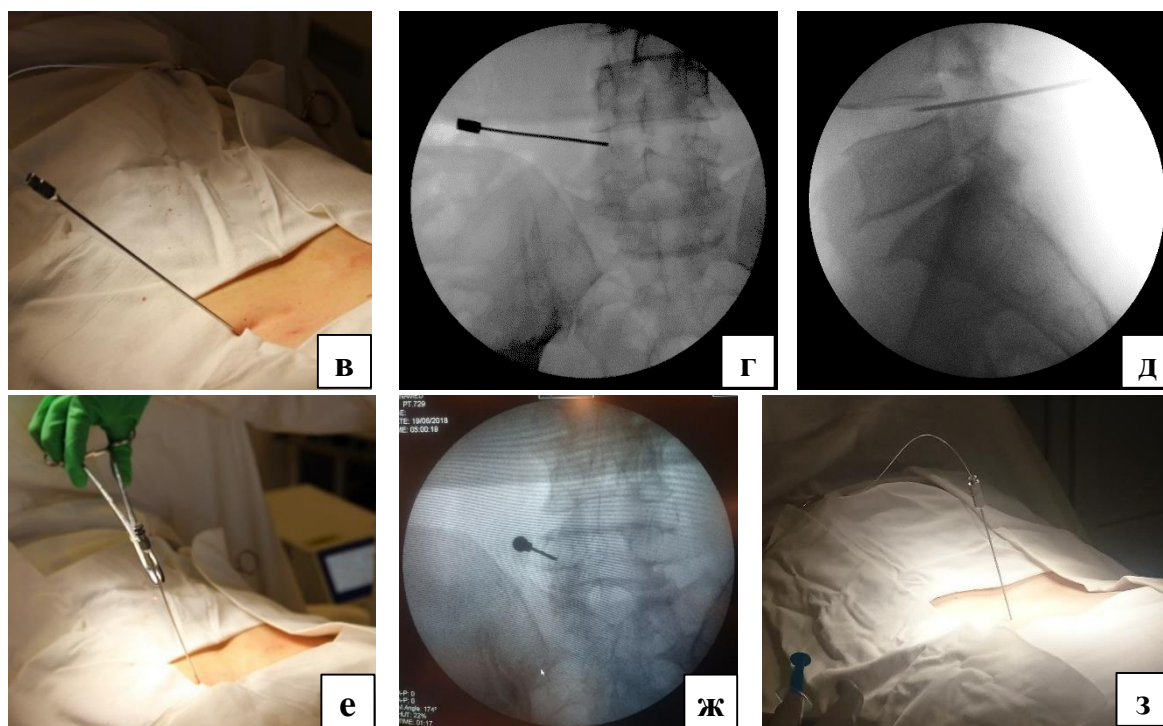


Рисунок 16 (Продолжение) – Пациент В., 37 лет; симультанная чрескожная вапоризация МПД L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> слева и лазерная денервация ДС L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> слева: в – игла с мандреном установлена в проекции МПД L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> заднебоковым доступом слева; г – рентген-контроль прохождения пункционной иглы через фиброзное кольцо МПД L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> в прямой проекции и (д) в боковой проекции; е – игла с мандреном установлена в проекции ДС L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> слева; ж – рентген-контроль положения иглы с мандреном; з – игла с оптоволоконным световодом в проекции ДС L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> слева

### ***Тотальная артропластика нижнепоясничного отдела позвоночника***

После обработки операционного поля в положении Тренделенбурга на спине производился передний ретроперитонеальный доступ, отступя влево от срединной линии в проекции поражённого межпозвонкового диска. Производилось рассечение мягких тканей, апоневроза прямой мышцы живота. Апоневроз поперечной мышцы живота рассекался на уровне спигелиевой линии. Методом тупой диссекции осуществлялся ретроперитонеальный подход к передней поверхности позвоночника. В ходе доступа выполнялась тупая и острая диссекция

подвздошных сосудов с их мобилизацией. Определялись бифуркация нижней полой вены и бифуркация аорты с последующим их отведением и иммобилизацией с помощью ранорасширителя SynFrame (Швейцария). Проводилась ревизия артерий, вен и притоков, при обнаружении последних их мобилизовали и перевязывали лигатурами. После достаточного выполнения хирургического доступа выполнялось микрохирургическое удаление передней продольной связки с тотальной дискэктомией. Осуществлялась резекция костно-хрящевых экзостозов и фораминотомия с двух сторон, при наличии задних остеофитов выполнялась их резекция. С помощью микрохирургического инструментария поэтапно осуществлялся менингорадикулолиз со стороны симптоматичного стенозирования позвоночного канала, выделение грыжи МПД и её удаление. Далее производилось удаление задней продольной связки во избежание гетеротопической оссификации. При помощи специализированного инструментария в приготовленное ложе устанавливался протез МПД М-6 (Spinal Kinetics, США) (Рисунок 17).

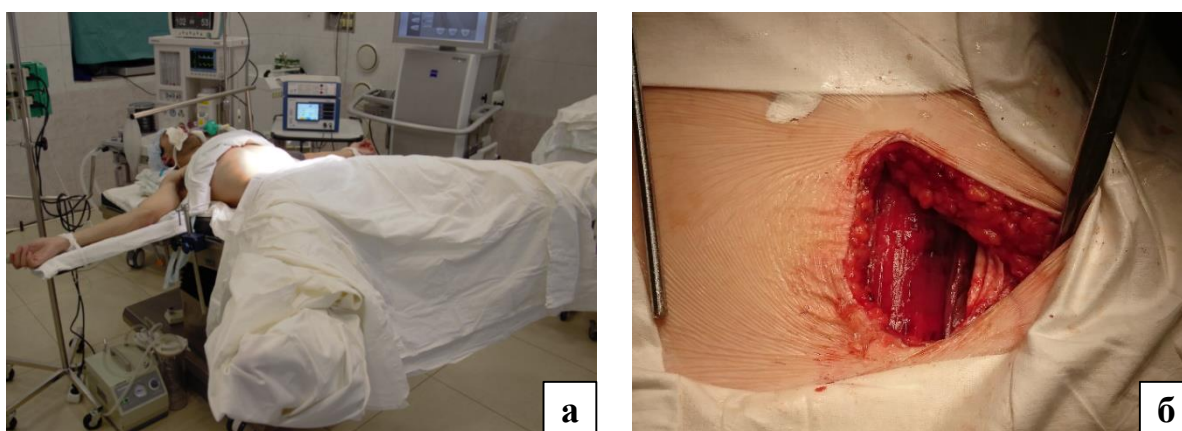


Рисунок 17 – Пациент П., 31 год; микрохирургическая дискэктомия L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub> из переднего ретроперитонеального доступа, протезирование МПД L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub> динамическим протезом М-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США):  
а – укладка в позу Тренделенбурга; б – внешний вид доступа



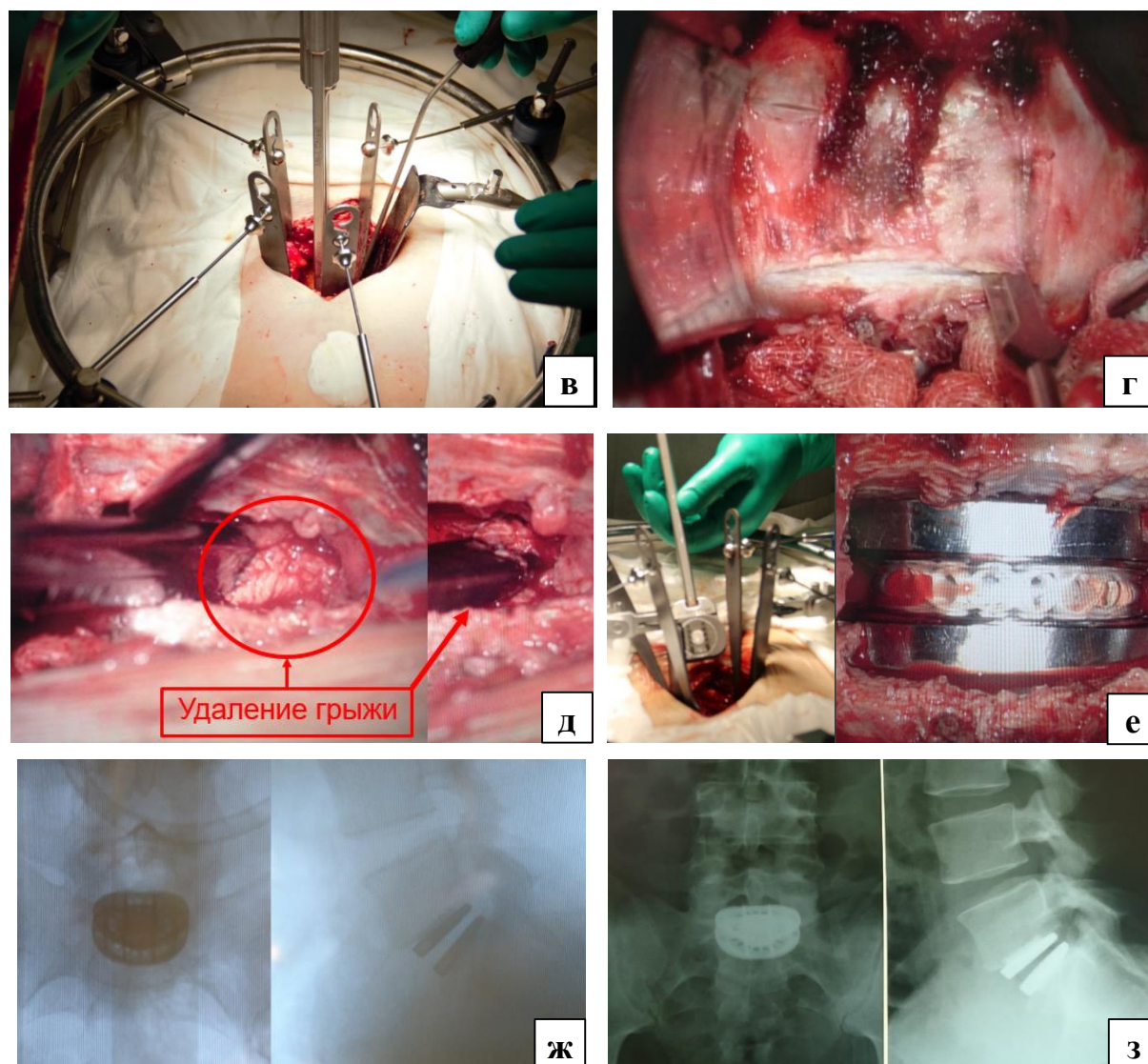


Рисунок 17 (Продолжение) – Пациент П., 31 год; микрохирургическая дискэктомия  $L_5-S_1$  из переднего ретроперитонеального доступа, протезирование МПД  $L_5-S_1$  динамическим протезом M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США):  
 в – внешний вид выполненной установки ранорасширителя SynFrame;  
 г – интраоперационный снимок с микроскопа ZEISS Pentero 900 в ходе выполнения тотальной дискэктомии; д – интраоперационный снимок удаления грыжи МПД; е – интраоперационная фотография установки искусственного протеза диска M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США) с интраоперационным контрольным снимком после его установки; ж – интраоперационный рентген-контроль положения искусственного протеза в двух проекциях; з – послеоперационная спондилография поясничного отдела позвоночника в двух проекциях

***Малоинвазивная реконструкция позвоночного канала  
на нижнепоясничном отделе позвоночника***

После трёхкратной обработки операционного поля растворами антисептиков в положении пациента лёжа на животе с использованием разгрузочных валиков под плечи и бедра, с моделированием операционного стола для выпрямления лордоза выполнялся парамедианный разрез мягких тканей по Wiltse в проекции фасеточных суставов. Под рентген-контролем осуществлялась симультанная установка спиц-проводников транспедикулярно на уровне поражения со стороны преимущественного стенозирования позвоночного канала и контрлатерально транскутанно. Со стороны предполагаемого анатомического канала устанавливался тубулярный ранорасширитель. Отводились мягкие ткани и мышцы, выделялись междужковые промежутки со стороны клинически значимого стеноза, выполнялась фасетэктомия с изканальной декомпрессией. Резецировалась гипертрофированная жёлтая связка, расположенная над дуральным мешком. После достаточной мобилизации невральных структур осуществлялись удаление грыжи, поэтапная дискэктомия и межтеловой спондилодез по методике TLIF кейджем T-Pal (Synthes, Швейцария). Под рентген-контролем ЭОП выполнялась транспедикулярная стабилизация: винтовая система Viper II (Synthes, Швейцария) устанавливалась через корни дуг со стороны минимально-инвазивного доступа открыто, с контрлатеральной стороны – транскутанно. В головки винтов укладывались стержни, монтировалась транспедикулярная система (Рисунок 18).

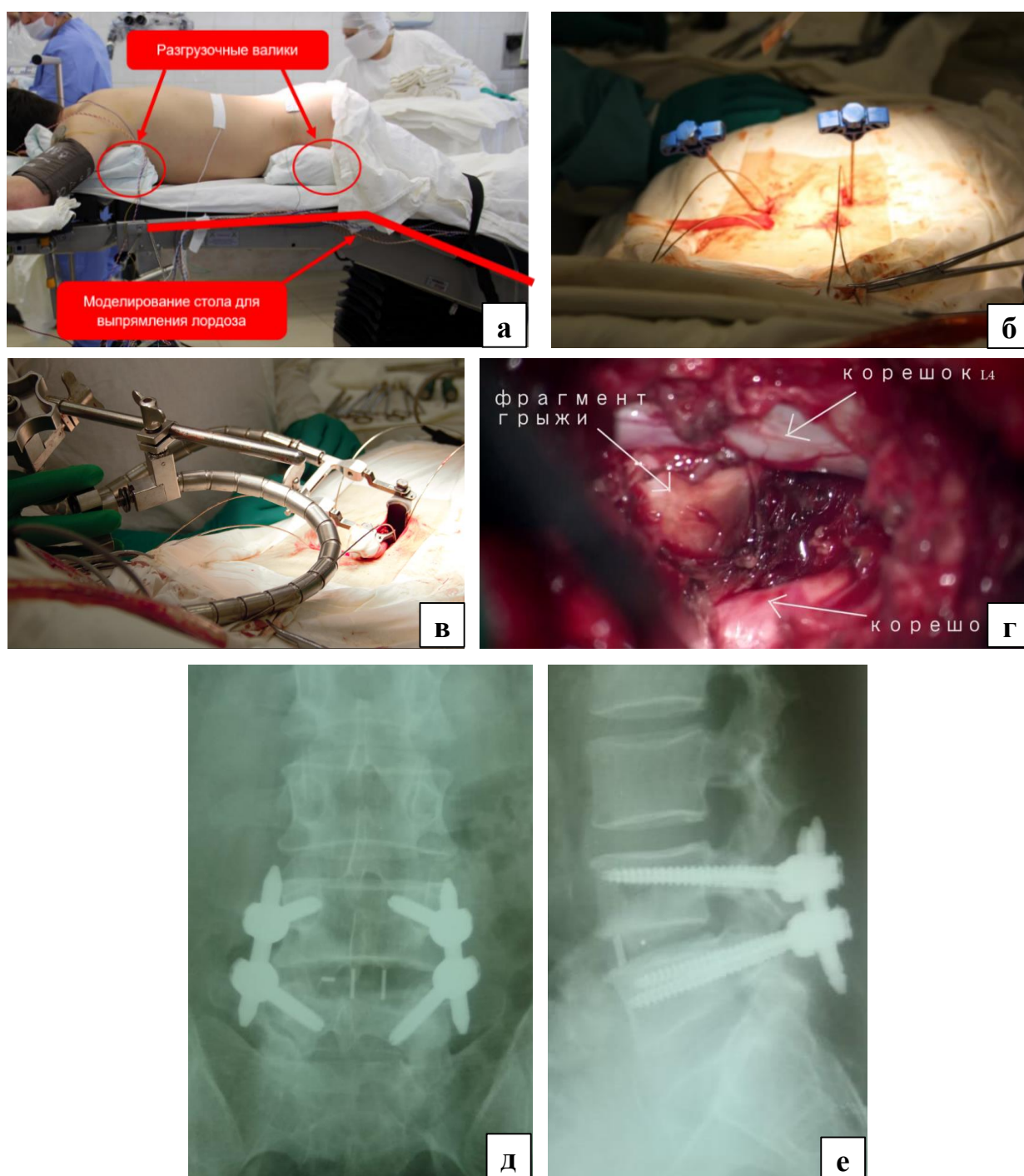


Рисунок 18 – Пациент Ч., 42 года; левосторонняя микрохирургическая реконструкция позвоночного канала на уровне  $L_{IV}$ – $L_V$ , межтеловой спондилодез, симультанная транспедикулярная стабилизация: а – внешний вид укладки пациента; б – интраоперационная фотография установки спиц-проводников; в – внешний вид доступа с установленным ретрактором Insight; г – интраоперационная фотография с микроскопа ZEISS Pentero 900 в ходе выполнения декомпрессии позвоночного канала и перед дискэктомией; д – послеоперационный рентген-контроль в прямой проекции; е – послеоперационный рентген-контроль в боковой проекции

***Минимально инвазивная трансфасеточная стабилизация  
нижнепоясничного отдела позвоночника***

После трёхкратной обработки операционного поля растворами антисептиков в положении лёжа пациента на животе с использованием разгрузочных валиков под плечи и бедра, с моделированием операционного стола для выпрямления лордоза выполнялся парамедианный разрез мягких тканей по Wiltse в проекции фасеточного сустава. Под рентген-контролем осуществлялась установка спиц-проводников транспедикулярно на уровне поражения со стороны преимущественного стеноза позвоночного канала с проекционным тубулярным расширением мышц. Выделялись междужковые промежутки, и выполнялась фасетэктомия с изканальной декомпрессией. Резецировалась гипертрофированная жёлтая связка, расположенная над дуральным мешком. После достаточной мобилизации невралных структур осуществлялись поэтапная дискэктомия и межтеловой спондилодез по методике TLIF кейджем T-Pal (Synthes, Швейцария). Под рентген-контролем ЭОП выполнялась транспедикулярная стабилизация: винтовая система Viper II (Synthes, Швейцария) устанавливалась через корни дуг со стороны минимально-инвазивного доступа открыто. В головки винтов укладывался стержень, монтировалась транспедикулярная система. Затем производился парамедианный линейный разрез мягких тканей с контралатеральной стороны в проекции фасеточного сустава. Осуществлялся доступ к фасеточному суставу с проекционным расширением мышц ретрактором. Под рентген-контролем в полость сустава устанавливалась направляющая спица, по которой при помощи специального инструментария формировалось ложе имплантата. После достаточной подготовки ложа в полость фасеточного сустава устанавливался кейдж Facet Wedge (Synthes, Швейцария) с фиксацией двумя винтами (Рисунок 19).

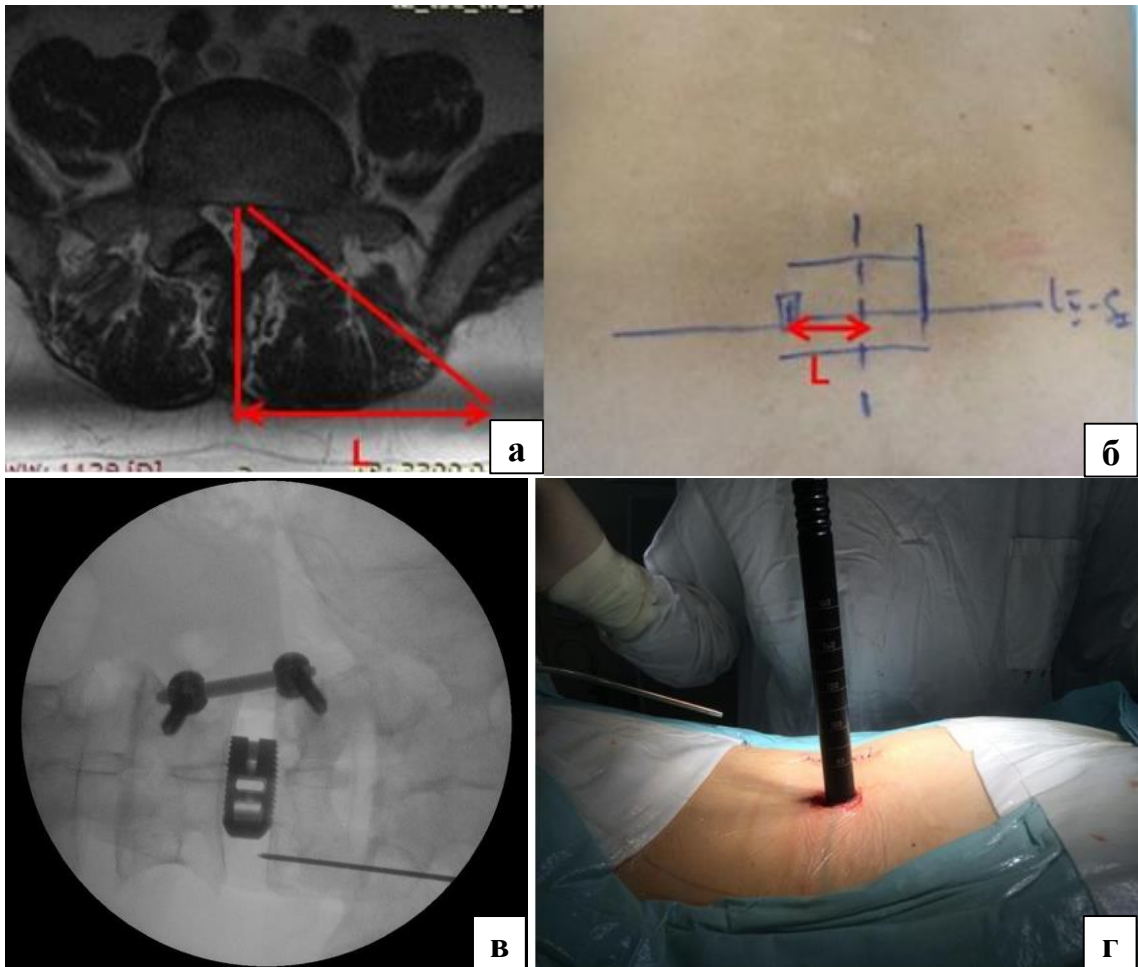


Рисунок 19 – Пациент Ф., 45 лет; микрохирургическая реконструкция позвоночного канала на уровне  $L_{IV}-L_V$ , фасетэктомия  $L_{IV}-L_V$  справа, дискэктомия  $L_{IV}-L_V$  справа, трансфораминальный межтеловой спондилодез  $L_{IV}-L_V$ , транспедикулярная фиксация  $L_{IV}-L_V$ -сегмента системой канюлированных винтов справа и трансфасеточная фиксация  $L_{IV}-L_V$  слева: а – предоперационное планирование проекции кожного разреза в проекции ДС по МРТ; б – интраоперационная разметка проекции ДС на коже; в – интраоперационная ЭОП-навигация, слева-направо этапы минимально-инвазивной операции по методике TLIF: фасетэктомия  $L_{IV}-L_V$  справа, межтеловой спондилодез, транспедикулярная стабилизация; г – интраоперационная разметка в проекции ДС на уровне  $L_{IV}-L_V$

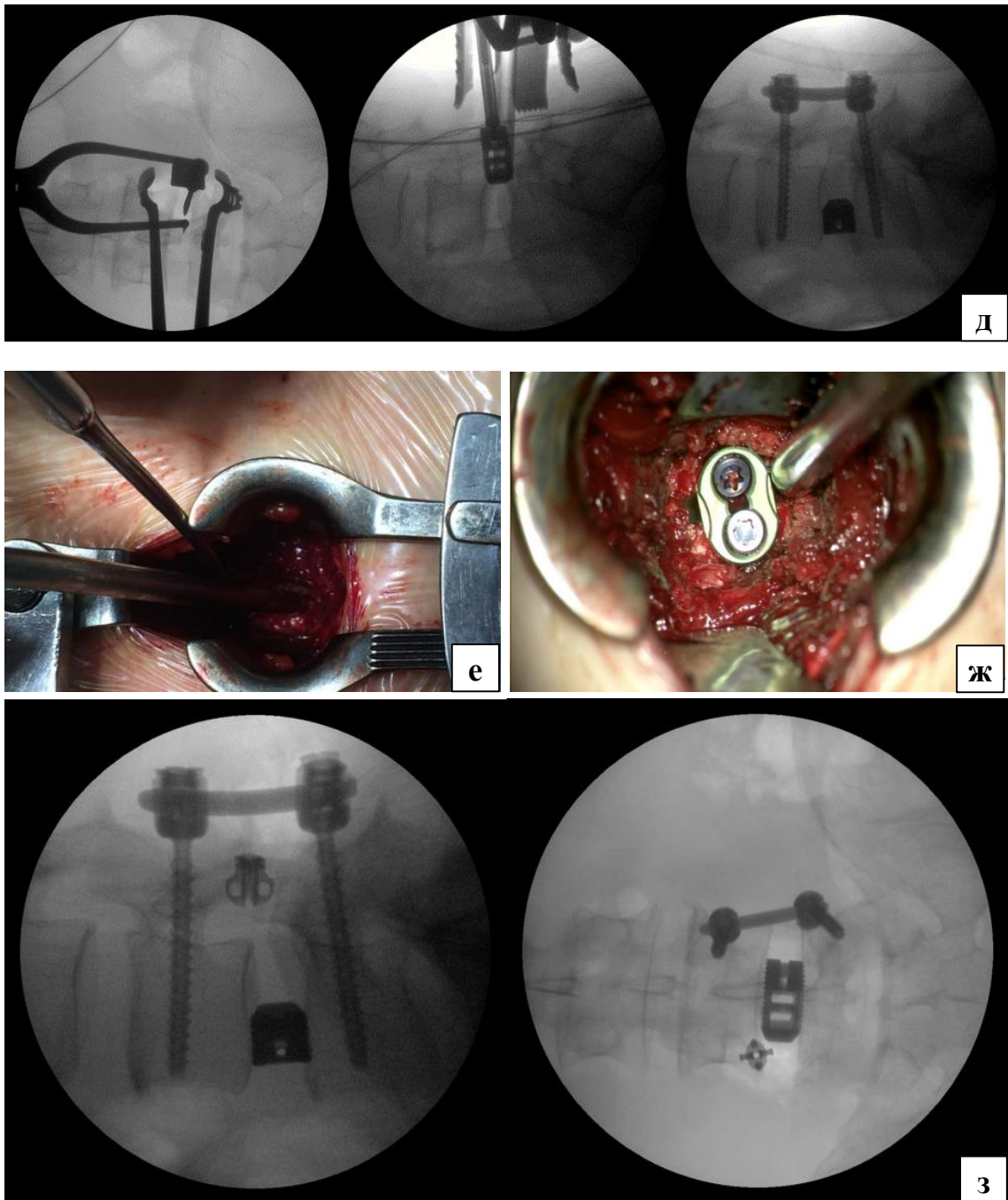


Рисунок 19 (Продолжение) – Пациент Ф., 45 лет; микрохирургическая реконструкция позвоночного канала на уровне  $L_{IV}$ – $L_V$ , фасетэктомия  $L_{IV}$ – $L_V$  справа, дискэктомия  $L_{IV}$ – $L_V$  справа, трансфораминальный межтеловой спондилодез  $L_{IV}$ – $L_V$ , транспедикулярная фиксация  $L_{IV}$ – $L_V$ -сегмента системой канюлированных винтов справа и трансфасеточная фиксация  $L_{IV}$ – $L_V$  слева: д – трансмускулярное введение расширителя; е – внешний вид операционной раны с использованием ранорасширителя Caspar; ж – интраоперационная фотография установленного кейджа; з – слева-направо интраоперационный рентген-контроль в боковой и прямой проекции

## 2.5 Методы статистической обработки результатов исследования

Полученные данные клинических критериев обрабатывались и вносились в базу данных Excel Microsoft Office 2010 (США). Обработка статистического анализа проводилась стандартной программой STATISTICA 6 (Stat Soft Inc., США). Для нормальности распределения использовали в данной работе был использован W-критерий Шапиро – Уилка, Колмогорова – Смирнова и Лильефорса. При наличии достоверных отличий от нормального распределения ( $p < 0,05$ ) по одному из тестов распределение считали ненормальным. Нормально распределяемые показатели описывали их средним значением со средней квадратичной ошибкой ( $M \pm m$ ).

Количественные показатели с распределением, отличным от нормального, приведены в значении медианы  $Me$  и области интерквартильного размаха в виде  $Me$  (25 %; 75 %).

Между группами ретроспективного и проспективного проводился сравнительный анализ. Индекс Освестри являлся основным критерием, характеризующим функциональный исход операции. Установлено, что среднее квадратичное отклонение при измерении шкалой Освестри может достигать 15, при этом минимальная клинически значимая разница принята равной 10 [220]. С использованием модуля «Power analysis» проведён расчёт минимального достаточного количества пациентов в группах (Рисунок 20).

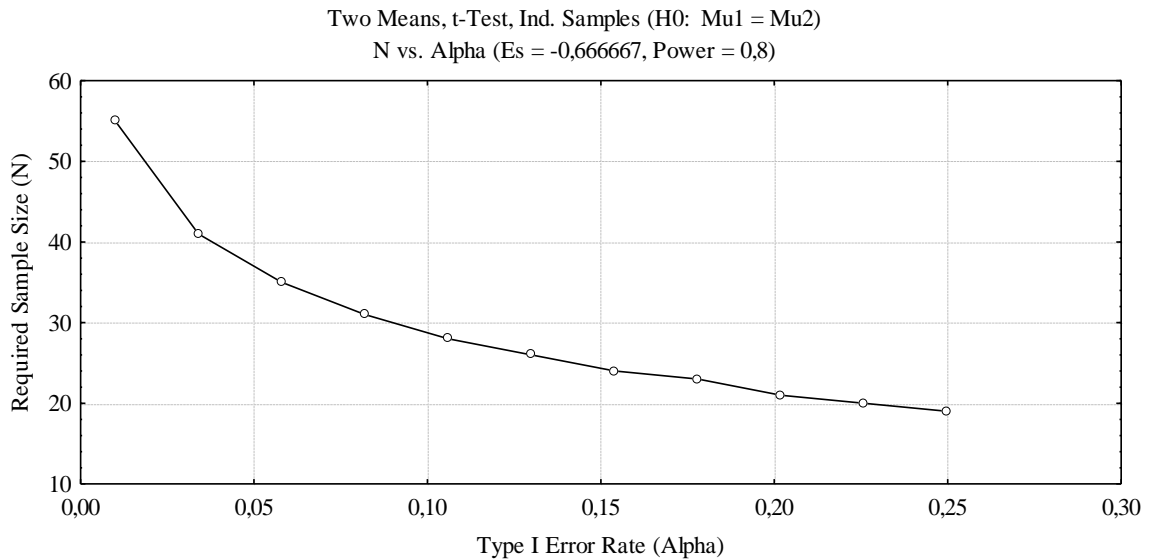


Рисунок 20 – График зависимости необходимого числа наблюдений в группе от заданного уровня значимости ошибки первого рода при мощности исследования 80 %, стандартном отклонении 15 и разнице эффектов 10

Для проведения исследования статистической мощностью 80 % и двухсторонним уровнем значимости  $p < 0,05$  с целью обнаружения минимального клинически значимого различия, равного 10, и при стандартном отклонении, равном 15, с учётом применения индекса Освестри требуется минимальное количество наблюдений в группе  $n = 37$ , что является достаточным для проведения объективного анализа с достижением заявленной мощности.



### **ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕТРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В период ретроспективного исследования с января 2011 по декабрь 2015 гг. в Центре нейрохирургии НУЗ «Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"» выполнено 1674 пункционных, минимально-инвазивных и открытых декомпрессивно-стабилизирующих оперативных вмешательства на пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Исследовано 625 историй болезни и амбулаторных медицинских карт пациентов, которым производился комплексный дооперационный клинический и инструментальный анализ: оценка неврологического и ортопедического статусов, рентгенография поясничного отдела позвоночника в двух проекциях и с функциональными пробами в вертикальном положении, оценка сагиттального баланса, мультиспиральная компьютерная (Toshiba Prime Aquilion 160 slices, Япония) и магнитно-резонансная томографии (1,5 T Magnetom Siemens Essenzal, Германия), стимуляционная электронейромиография нижних конечностей.

Всем пациентам в условиях операционной под рентгенологическим контролем использовали пункцию МПД заднебоковым доступом с введением 5–10 мл физиологического раствора и водорастворимого йодсодержащего контраста («Ультравист», Германия) и стимуляцию параартикулярной области ДС аппаратом для радиочастотной денервации (Cosman RFG-1A, Германия) в режиме стимуляции. Путём указанных пункционных методик воспроизводили характерные для пациента боли: характер, локализация и интенсивность.

Показанием к проведению провокационных проб являлся длительный (более 8 недель) рецидивирующий болевой синдром в поясничном отделе позвоночника и/или нижних конечностях сочетанного корешкового и псевдорадикулярного генеза. Противопоказаниями считали наличие у пациента значимого спондилоартроза, абсолютного стеноза позвоночного канала, спондилолистеза,

предшествующих оперативных вмешательств на позвоночнике, сопутствующего инфекционного и опухолевого процесса.

После проведения провокационных диагностических проб в 237 случаях верифицирована сочетанная корешковая и псевдорадикакулярная симптоматика различной степени выраженности: у 96 пациентов (I группа) верифицированы соматические противопоказания к проведению открытых оперативных вмешательств, в связи с чем выполнялись пункционные хирургические методики (симультанная лазерная вапоризация МПД и лазерная денервация ДС); у 141 пациента (II группа) осуществлены декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства: в 48 случаях – дискэктомия из внебрюшинного параректального доступа с имплантацией искусственного протеза диска M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США) (IIa подгруппа), в 42 – межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария) по методике TLIF с ипсилатеральной транспедикулярной стабилизацией системой Viper II (Synthes, Швейцария) и контрлатеральной фиксации имплантатом Facet Wedge (Synthes, Швейцария) (IIб подгруппа); в 51 – межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария) по методике TLIF с билатеральной транспедикулярной стабилизацией конструкцией «Viper II» (Synthes, Швейцария) (IIв подгруппа).

### **3.1 Общие сведения о пациентах исследуемой ретроспективной группы**

Зарегистрированные антропометрические параметры в исследуемых группах представлены в Таблице 1. При анализе установлено, что подавляющее большинство пациентов было мужского пола зрелого возраста (35–60 лет) с избыточной массой тела ( $> 25 \text{ кг/м}^2$ ).

Таблица 1 – Распределение обследованных пациентов по полу, возрасту и конституциональным особенностям

Критерии	I группа ( <i>n</i> = 96)	II группа ( <i>n</i> = 141)
Возраст (годы)	51 (37; 66)	49,5 (33; 55)
Мужской пол ( <i>n</i> , %)	62 (64 %)	103 (68 %)
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	26,7 (23,5; 28,6)	26,1 (23,1; 29,9)

Примечание. ИМТ – индекс массы тела.

Сведения о наличии сопутствующих заболеваний и степени риска по классификации Американского общества анестезиологов (ASA) отражены в Таблице 2. Выяснено, что в I группе пациентов имелся высокий риск неблагоприятного исхода оперативного вмешательства и оказания анестезиологического пособия.

Таблица 2 – Сопутствующие соматические заболевания и анестезиологический риск у пациентов исследуемых групп

Соматические заболевания	I группа ( <i>n</i> = 96)	II группа ( <i>n</i> = 141)	
Сердечно-сосудистая система, <i>n</i> (%)	49 (51)	9	
Дыхательная система, <i>n</i> (%)	24 (25)	1	
Эндокринная система, <i>n</i> (%)	11 (11,5)	–	
ЖКТ, <i>n</i> (%)	19 (20)	2	
Мочевыделительная система, <i>n</i> (%)	27 (28)	3	
Оценка по ASA, <i>n</i> (%)	I	–	127 (84)
	II	29 (30)	24 (16)
	III	67 (70)	–

Примечание. ЖКТ – желудочно-кишечный тракт, ASA – классификация рисков анестезии Американского общества анестезиологов.

Детализация клинических проявлений у пациентов исследуемых групп показана в Таблице 3. Выявлено наличие комбинированной корешковой и псевдорадикулярной симптоматики во всех случаях, также верифицировано сочетание различных клинических проявлений.

Таблица 3 – Клиническая симптоматика поясничных болевых синдромов у пациентов исследуемых групп

Синдром	Клинические проявления	I группа (n = 96)	II группа (n = 141)
Корешковый	Изменения сухожильных рефлексов, n (%)	59 (61)	113 (75)
	Чувствительные нарушения, n (%)	63 (65)	148 (98)
	Двигательные расстройства, n (%)	18 (19)	49 (32)
Псевдорадикулярный	Местные болевые, n (%)	96 (100)	151 (100)
	Отражённые болевые, n (%)	57 (59)	134 (89)
	Миодистонические, n (%)	32 (33)	23 (15)
	Миосклеротомные или дистрофические, n (%)	6 (6)	2 (1)

Локализация патологического процесса в группах оперированных пациентов по результатам нейровизуализационных данных представлена в Таблице 4. Во всех случаях установлен многоуровневый процесс, затрагивающий два сегмента и более.

Таблица 4 – Локализация уровня дегенеративного поражения поясничного отдела позвоночника

Уровень поражения	I группа (n = 96)	II группа (n = 141)
L <sub>II</sub> -L <sub>III</sub> , L <sub>III</sub> -L <sub>IV</sub> , n (%)	3 (3)	2 (1)
L <sub>III</sub> -L <sub>IV</sub> , L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub> , n (%)	9 (9)	6 (4)
L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub> , L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub> , n (%)	45 (47)	88 (58,5)
L <sub>III</sub> -L <sub>IV</sub> , L <sub>IV</sub> -L <sub>V</sub> , L <sub>V</sub> -S <sub>I</sub> , n (%)	39 (41)	55 (36,5)

После проведения пункционных диагностических проб установлен моносимптоматичный позвоночный сегмент во всех случаях II группы и у большинства пациентов I группы (Таблица 5). При этом большая часть соответствовала нижнепоясничному уровню (90 % в I группе и 96–98 % во II группе).

Таблица 5 – Локализация уровня дегенеративного поражения поясничного отдела позвоночника

Уровень поражения	I группа (n = 96)	II группа (n = 141)		
		IIa подгруппа (n = 48)	IIб подгруппа (n = 42)	IIв подгруппа (n = 51)
LII–LIII, n (%)	2 (2)	–	–	–
LIII–LIV, n (%)	8 (8)	1 (2)	1 (2)	2 (4)
LIV–LV, n (%)	34 (35)	18 (37,5)	26 (62)	21 (41)
LV–SI, n (%)	39 (41)	29 (60,5)	15 (36)	28 (55)
LIV–LV, LV–SI, n (%)	13 (14)	–	–	–

Анализ морфологических изменений передних (МПД) и задних (ДС) опорных элементов по данным МРТ и МСКТ представлен в Таблице 6. При исследовании нейровизуализационных характеристик выявлены дегенеративные изменения ДС и МПД различной степени выраженности. В I группе – умеренной степени, во II группе менее выраженная дегенерация верифицирована в IIa подгруппе исследования, более значимая – в подгруппе IIв.

Таблица 6 – Морфологические и нейровизуализационные данные пациентов исследуемых групп

Критерии		I группа (n = 96)	II группа (n = 141)		
			IIa подгруппа (n = 48)	IIб подгруппа (n = 42)	IIв подгруппа (n = 51)
Pfirmann C., 2001, n (%)	I ст.	–	8 (17)	–	–
	II ст.	21 (22)	18 (37,5)	8 (20)	6 (12)
	III ст.	33 (35)	16 (33)	19 (45)	23 (45)
	IV ст.	42 (43)	6 (12,5)	14 (33)	19 (37)
	V ст.	–	–	1 (2)	3 (6)
Fujiwara A., 2000, n (%)	I ст.	3 (3)	6 (12,5)	3 (7)	1 (2)
	II ст.	44 (46)	20 (42)	18 (43)	18 (35)
	III ст.	47 (49)	22 (45,5)	20 (48)	29 (57)
	IV ст.	2 (2)	–	1 (2)	3 (6)
Weishapt D., 1999, n (%)	I ст.	2 (2)	20 (42)	–	–
	II ст.	39 (41)	17 (35)	18 (43)	22 (43)
	III ст.	49 (51)	11 (23)	23 (55)	25 (49)
	IV ст.	6 (6)	–	1 (2)	4 (8)

Сравнительная характеристика подгрупп по позвоночно-тазовым параметрам представлена в Таблице 7. Во всех подгруппах исследования пациенты не имели отклонений позвоночно-тазовых параметров [234].

Таблица 7 – Характеристика пациентов по позвоночно-тазовым параметрам

Позвоночно-тазовые параметры	Па подгруппа ( $n = 48$ )	Пб подгруппа ( $n = 42$ )	Пв подгруппа ( $n = 51$ )
Угол PI	51° (47; 53)	53° (49; 55)	52° (48; 54)
Угол PT	12° (8; 14)	11° (7; 13)	13° (9; 15)
Угол SS	40° (36; 42)	39° (35; 41)	41° (37; 43)
Поясничный лордоз (L <sub>1</sub> -S <sub>1</sub> )	55° (53; 58)	56° (54; 58)	54° (52; 56)

### 3.2 Ретроспективный анализ использования пункционных хирургических методик

#### *1) Исследование интраоперационных критериев хирургических вмешательств и особенностей течения послеоперационного периода*

Технические характеристики и специфичность послеоперационного периода представлены в Таблице 8. При анализе подтверждена малая инвазивность используемых хирургических технологий по исследуемым параметрам.

Таблица 8 – Интраоперационные характеристики проведённых хирургических вмешательств и особенность послеоперационного ведения пациентов при пункционных вмешательствах на поясничном отделе позвоночника

Критерии	I группа ( $n = 96$ )
Продолжительность, мин	39 (35; 48)
Объём кровопотери, мл	5 (3; 10)
Время активизации, мин	73 (64; 95)
Сроки стационарного лечения, дни	9 (7; 11)

## 2) Анализ клинических исходов хирургического лечения

Оценка болевого синдрома по ВАШ показала значительное снижение его выраженности после операции: зарегистрировано значительное уменьшение его проявления к моменту выписки из стационара с 85 (77; 89,5) до 20 (15; 24) мм при выписке ( $p_w < 0,001$ ), в отдалённом периоде также отмечен минимальный уровень степени болевых ощущений 14 (9,5; 23,5) мм (Рисунок 21), что подтверждает эффективность предложенной тактики.

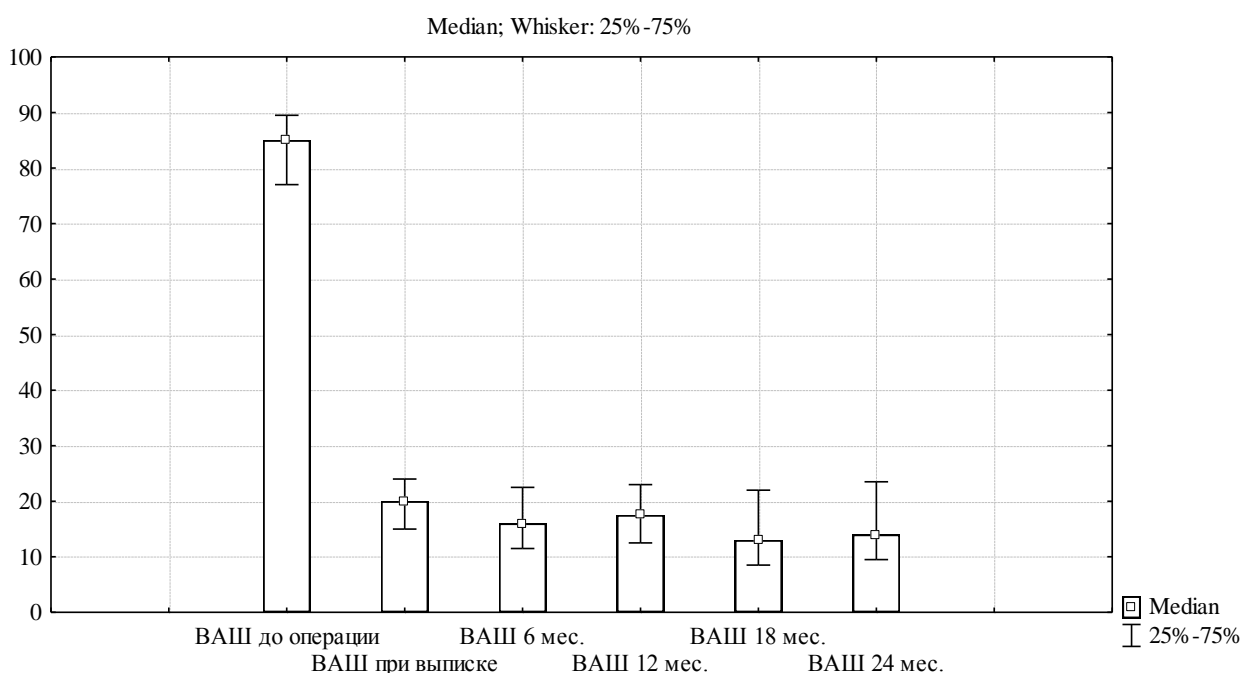


Рисунок 21 – Динамика выраженности болевого синдрома по ВАШ в группе пациентов после пункционных хирургических методик в отмеченные протоколом исследования промежутки времени

При оценке значений ODI отмечена значимая динамика функционального состояния пациентов после операции по сравнению с дооперационным значением: с 74,5 (68; 83) до 30 (23; 43) баллов при выписке ( $p_w < 0,001$ ), в течение 24 месяцев верифицирован хороший функциональный статус пациентов исследуемой группы по ODI – 26 (18; 30) баллов в отдалённом послеоперационном периоде (Рисунок 22).

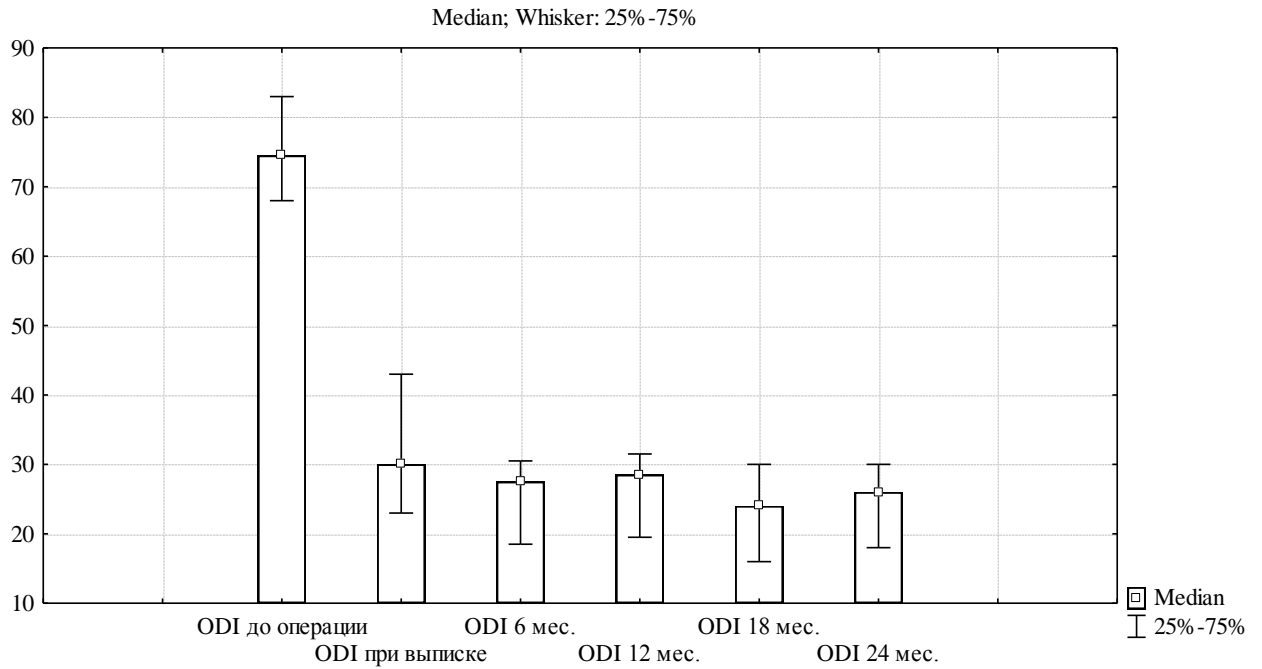


Рисунок 22 – Динамика функционального состояния по индексу ODI в группе пациентов после пункционных хирургических методик в отмеченные протоколом исследования промежутки времени

При анализе отдалённых результатов лечения по субъективной шкале оценки удовлетворённости Маснав через 24 месяца после операции получены отличные и хорошие исходы оперативного лечения в 96 % случаях, неудовлетворительных результатов не зарегистрировано (Рисунок 23).

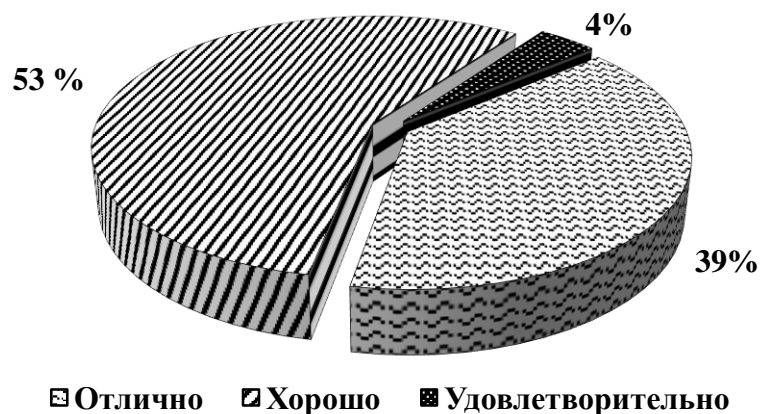


Рисунок 23 – Удовлетворённость проведённой операцией пациентов в отдалённом периоде по субъективной шкале Маснав в исследуемой группе пациентов после пункционных хирургических методик



3) *Анализ осложнений после хирургических вмешательств в исследуемой ретроспективной группе*

По результатам ретроспективного анализа выявленные осложнения после пункционных методик лазерной вапоризации МПД (ЛВ) и лазерной денервации (ЛД) ДС представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Сводные данные о выявленных осложнениях в исследуемой группе пациентов после пункционных хирургических методик

Признак	I группа (n = 96)	
	ЛВ МПД	ЛД ДС
<i>Интраоперационные осложнения, n (%)</i>	<i>1 (1)</i>	<i>1 (1)</i>
Повреждение спинномозгового корешка	1	–
Аллергическая реакция	–	1
<i>Ранние послеоперационные осложнения, n (%)</i>	<i>3 (3)</i>	<i>2 (2)</i>
Инфицирование послеоперационной раны	2	2
Формирование забрюшинной гематомы	1	–
<i>Отдалённые послеоперационные осложнения, n (%)</i>	<i>4 (4)</i>	<i>2 (2)</i>
Рецидив болевого синдрома менее чем через 1 месяц	1	2
Спондилодисцит	1	–
Прогрессирование дегенеративных изменений МПД	2	–
<b><i>Общее число, n (%)</i></b>	<b><i>8 (8)</i></b>	<b><i>5 (5)</i></b>

Примечание. ЛВ – лазерная вапоризация, ЛД – лазерная денервация, МПД – межпозвонокковый диск, ДС – дугоотростчатый сустав.

Во всех случаях при выявлении периоперационных осложнений проведение дополнительного курса консервативного лечения способствовало стойкому клиническому улучшению. При анализе установлен низкий риск развития неблагоприятных осложнений, что подтверждает безопасность использованных хирургических методик.

### 3.3 Ретроспективный анализ использования декомпрессивно-стабилизирующих хирургических методик

#### 1) Исследование интраоперационных критериев хирургических вмешательств и особенностей течения послеоперационного периода

Технические характеристики и особенность послеоперационного периода представлены в Таблице 10. При анализе установлено, что исследуемые параметры зависели от специфичности выбранной хирургической методики.

Таблица 10 – Интраоперационные характеристики проведённых хирургических вмешательств и специфичность послеоперационного ведения пациентов при операциях на поясничном отделе позвоночника

Критерии	II группа (n = 141)		
	IIa подгруппа (n = 48)	IIб подгруппа (n = 42)	IIв подгруппа (n = 51)
Продолжительность, мин	135 (115; 140)	150 (90; 175)	145 (120; 165)
Объём кровопотери, мл	100 (85; 135)	90 (65; 150)	240 (210; 320)
Время активизации, сутки	1 (1; 2)	2 (1; 3)	2 (2; 3)
Сроки стационарного лечения, дни	8 (8; 10)	10 (10; 11)	10 (9; 13)

#### 2) Анализ клинических исходов хирургического лечения

При анализе динамики выраженности болевого синдрома по ВАШ выявлено значимое уменьшение интенсивности в поясничном отделе позвоночника при выписке и в отдалённом периоде: в IIa подгруппе с 76 (64; 82) до 9 (4; 14) мм ( $p < 0,001$ ) и до 10,5 (6; 14) мм соответственно, в IIб подгруппе с 92 (90; 94) до 13,5 (6; 18) мм ( $p < 0,001$ ) и до 16,5 (13; 25) мм соответственно, в IIв подгруппе с 75 (62; 82) до 20 (12; 24) мм ( $p < 0,001$ ) и до 18,5 (16; 24) мм соответственно (Рисунок 24).

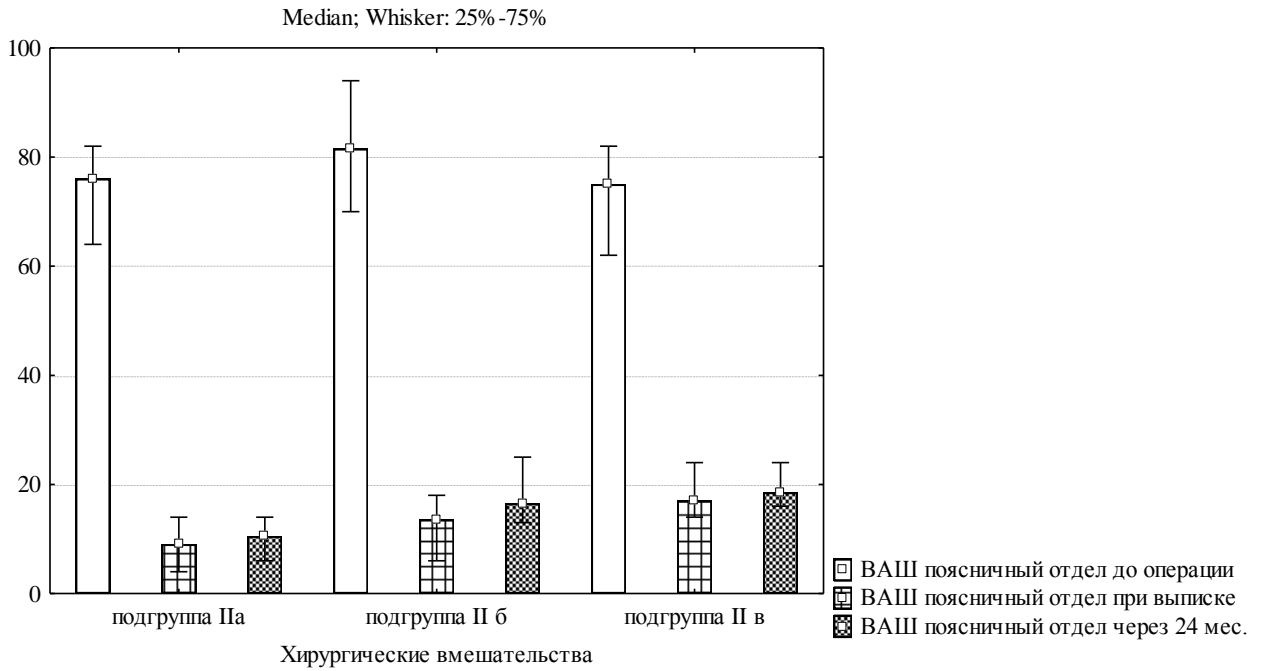


Рисунок 24 – Динамика проявления болевого синдрома по ВАШ в поясничном отделе позвоночника у пациентов после декомпрессивно-стабилизирующих хирургических методик в отмеченные протоколом исследования промежутки времени

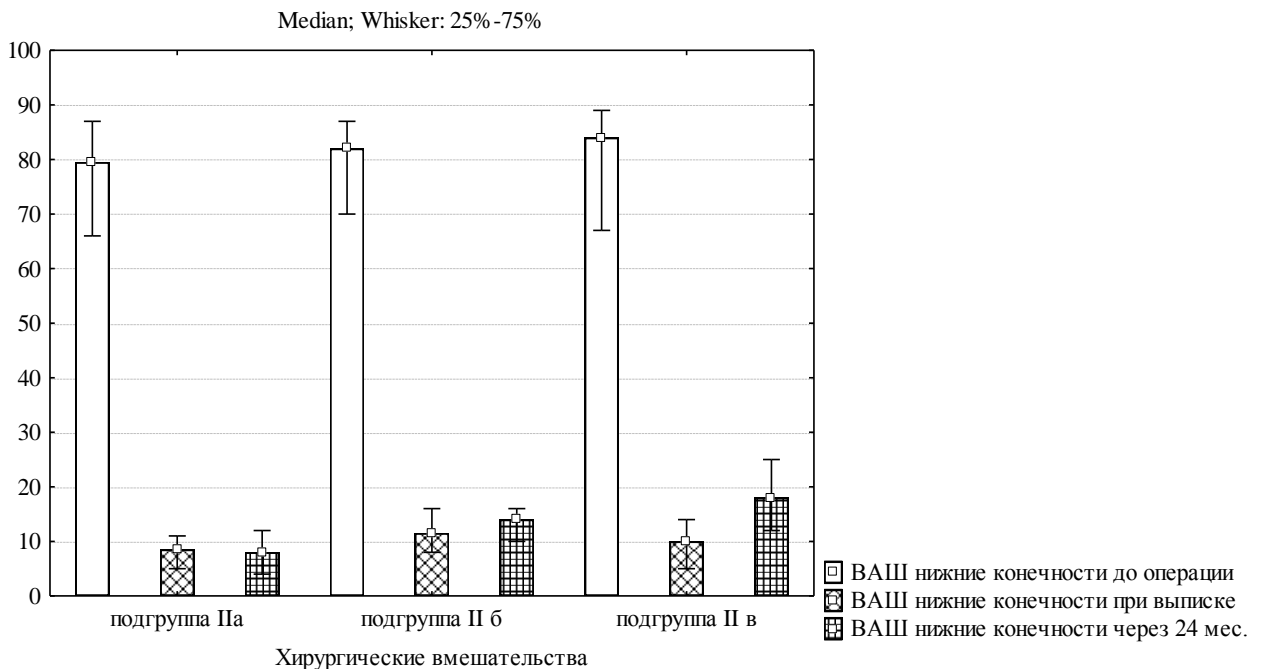


Рисунок 25 – Динамика болевого синдрома по ВАШ в нижних конечностях у пациентов после декомпрессивно-стабилизирующих хирургических методик в отмеченные протоколом исследования промежутки времени

Установлено значимое снижение уровня болевого синдрома в нижних конечностях у всех пациентов исследуемых групп при выписке и в отдалённом периоде: в Па подгруппе с 79,5 (66; 87) до 8,5 (5; 11) мм ( $p < 0,001$ ) и до 8 (4; 12) мм соответственно, в Пб подгруппе с 82 (70; 87) до 11,5 (8; 16) мм ( $p < 0,001$ ) и до 14 (10; 16) мм соответственно, в Пв подгруппе с 84 (67; 89) до 10 (5; 14) мм ( $p < 0,001$ ) и до 18 (12; 25) мм соответственно (Рисунок 25).

При оценке значений ODI установлена положительная динамика функционального состояния после осуществления оперативного вмешательства по сравнению с дооперационным значением у всех пациентов исследуемых групп при выписке и в отдалённом периоде: в Па подгруппе с 78 (66; 82) до 13 (10; 16) ( $p < 0,001$ ) и до 10 (8; 14) соответственно, в Пб подгруппе с 74 (66; 78) до 17 (14; 20) ( $p < 0,001$ ) и до 14 (10; 18) соответственно, в Пв подгруппе с 74 (60; 80) до 20 (12; 24) ( $p < 0,001$ ) и до 17 (14; 20) соответственно (Рисунок 26).

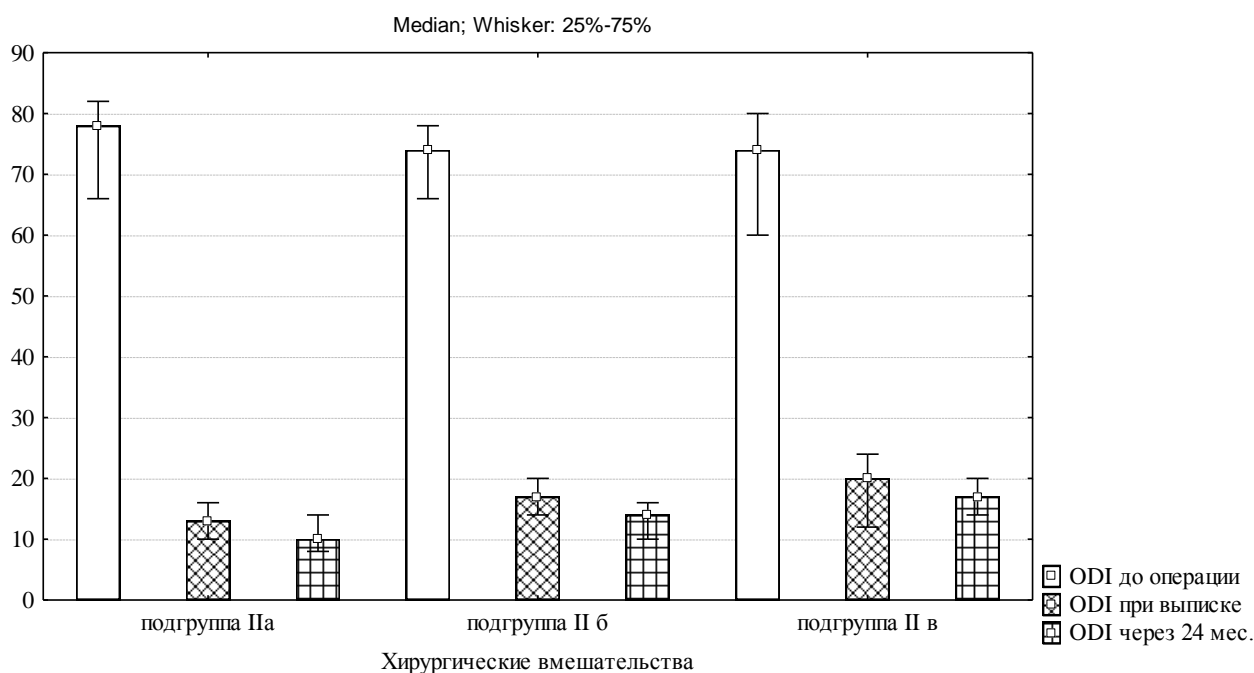


Рисунок 26 – Динамика функционального состояния по ODI у пациентов после декомпрессивно-стабилизирующих хирургических методик в отмеченные протоколом исследования промежутки времени

В отдалённом послеоперационном периоде по субъективной шкале удовлетворённости выполненной операцией Маснаб значения «хороших» и «отличных» результатов составили: в IIa подгруппе – 87 % ( $n = 48$ ), в IIб подгруппе – 78 % ( $n = 42$ ), в IIв подгруппе – 71 % ( $n = 51$ ) (Рисунок 27).

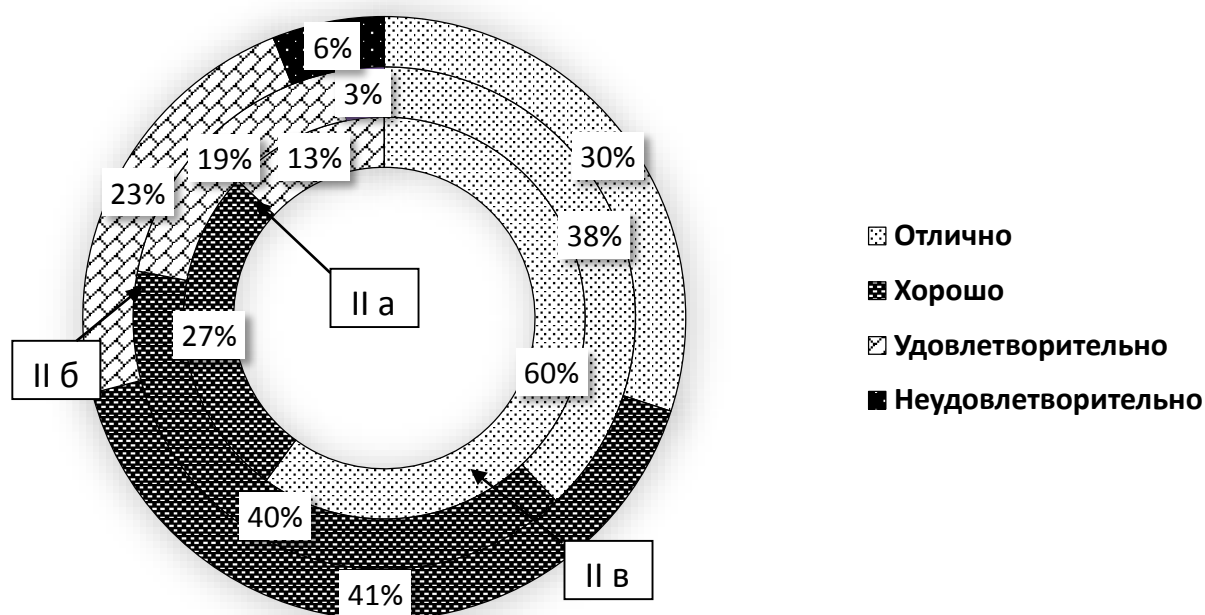


Рисунок 27 – Субъективная удовлетворённость проведённой операцией в отдалённом периоде по шкале Маснаб в анализируемой группе пациентов после декомпрессивно-стабилизирующих хирургических методик

### *3) Ретроспективный анализ осложнений после хирургических вмешательств в исследуемой группе*

По результатам ретроспективного анализа верифицированные осложнения в периоперационном периоде после декомпрессивно-стабилизирующих хирургических методик представлены в Таблице 11.

Таблица 11 – Сводные данные о выявленных осложнениях в исследуемой группе пациентов после декомпрессивно-стабилизирующих хирургических методик

Признак	II группа (n = 141)		
	<i>IIa подгруппа</i> (n = 48)	<i>IIб подгруппа</i> (n = 42)	<i>IIв подгруппа</i> (n = 51)
<i>Интраоперационные, n (%)</i>	2 (4)	2 (5)	3 (6)
Травма ТМО	–	1	1
Повреждение корешка	–	1	2
Повреждение магистральных сосудов	2	–	–
<i>Общехирургические, n (%)</i>	3 (6)	4 (9)	5 (10)
Формирование гематомы в послеоперационном периоде	1	2	3
ИОХВ	2	2	2
ВТЭО	–	–	–
<i>Специфические, n (%)</i>	5 (10)	6 (14)	10 (20)
Ухудшение неврологической симптоматики	3	1	3
Формирование грыжи диска смежного уровня	–	2	4
Развитие псевдоартроза	–	1	2
Развитие нестабильности фиксирующей конструкции	–	2	1
Гетеротопическая оссификация	2	–	–

Примечание. ТМО – твёрдая мозговая оболочка, ТЭЛА – тромбоэмболия лёгочной артерии, ВТЭО – венозные тромбоэмболические осложнения, ИОХВ – инфекция области хирургического вмешательства.

При детализации осложнений в зависимости от выбора способа хирургического лечения установлено, что *при вентральных хирургических вмешательствах (IIa подгруппа)* – при повреждении левой общей подвздошной вены (n = 2) во время мобилизации подвздошных сосудов выполняли сосудистый шов для герметизации повреждённой сосудистой стенки; при выявлении межмышечной гематомы и инфицировании послеоперационной раны применяли курс антибактериальной терапии, дренирование раны и физиотерапевтическое лечение до ликвидации воспалительного процесса; в трёх случаях диагностировано

ухудшение неврологического статуса, связанное с развитием ретроградной эякуляции за счёт манипуляций со сплетением – в этих случаях проводилась антинеуритическая консервативная терапия с положительным клиническим результатом. В течение 24-месячного наблюдения диагностировано развитие гетеротопической оссификации без снижения функционального состояния имплантата у двух пациентов.

У пациентов после *дорзальных хирургических вмешательств (подгруппы IIб и IIв)* выявлены подобные осложнения: при интраоперационном ранении ТМО дурального мешка и/или спинномозгового корешка осуществлялось микрохирургическое ушивание дефекта; при развитии поверхностного инфицирования послеоперационной раны с или без формирования межмышечной гематомы эффективно использовались консервативные мероприятия; при формировании грыжи смежного сегмента, развитии псевдоартроза и нестабильности фиксирующей конструкции за счёт биомеханической перегрузки осуществлялись декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства. Выявленное ухудшение неврологической симптоматики после применения дополнительных инструментальных диагностических методик было расценено как недостаточная декомпрессия или развитие послеоперационного эпидурального фиброза.

### **3.4 Ретроспективный морфо-инструментальный корреляционный анализ**

Выполнена комплексная оценка возможных признаков дегенеративного поражения и их сопоставление для улучшения исходов в послеоперационном периоде и уменьшения количества осложнений после хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника путём исследования ведущих морфоструктурных изменений. С этой целью использовались:

- классификация степени дегенеративных изменений МПД по данным МРТ-грамм [148];

- классификация степени дегенеративных изменений МПД по данным патоморфологического исследования [320];
- классификация степени дегенерации ДС по данным МРТ-грамм [104];
- классификация степени дегенеративных изменений ДС по классификации OARSI [261];
- тропизм ДС и величина фасеточного угла по методике Karacan [233].

Произведено погрупповое изучение взаимосвязи клинических, морфологических и инструментальных параметров.

В IIa подгруппе получена значимая прямая корреляционная зависимость отдалённого результата по ODI с уровнем болевого синдрома по ВАШ, степенью дегенеративных изменений МПД по В. Vernon-Roberts, степенью дегенеративных изменений ДС по А. Fujiwara и величиной фасеточного угла, при этом со степенью дегенерации МПД по С. Pfirmann, степенью дегенеративных изменений ДС по OARSI и тропизмом ДС корреляция отсутствовала (Таблица 12).

Таблица 12 – Корреляция показателя ODI в отдалённом послеоперационном периоде и дегенеративных изменений МПД по С. Pfirmann и В. Vernon-Roberts, степени дегенерации ДС по А. Fujiwara и OARSI, величины фасеточного угла и тропизма ДС в IIa подгруппе исследования

Показатель	IIa подгруппа ( $n = 48$ )	
	$R$	$p$
ВАШ, поясничный отдел, 24 мес.	<b>0,92</b>	< 0,05
ВАШ, нижние конечности, 24 мес.	<b>0,92</b>	< 0,05
Pfirmann С.	0,14	> 0,05
Vernon-Roberts В.	<b>0,79</b>	< 0,05
Fujiwara А.	<b>0,80</b>	< 0,05
OARSI	0,04	> 0,05
Фасеточный угол	<b>0,91</b>	< 0,05
Тропизм ДС	-0,18	> 0,05

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости,  $R$  – коэффициент корреляции Пирсона.



Во IIб подгруппе выявлена значимая прямая корреляционная зависимость отдалённого результата по ODI с уровнем болевого синдрома по ВАШ, степенью дегенеративных изменений МПД по С. Pfirmann и В. Vernon-Roberts, степенью дегенеративных изменений ДС по А. Fujiwara, значимая обратная корреляционная зависимость с величиной фасеточного угла и тропизмом ДС, со степенью дегенеративных изменений ДС по OARSI корреляция отсутствовала (Таблица 13).

Таблица 13 – Корреляция показателя ODI в отдалённом послеоперационном периоде и дегенеративных изменений МПД по С. Pfirmann и В. Vernon-Roberts, степени дегенерации ДС по А. Fujiwara и OARSI, величины фасеточного угла и тропизма ДС в IIб подгруппе исследования

Показатель	IIб подгруппа ( $n = 42$ )	
	$R$	$p$
ВАШ, поясничный отдел, 24 мес.	0,99	< 0,05
ВАШ, нижние конечности, 24 мес.	0,99	< 0,05
Pfirmann С.	0,77	< 0,05
Vernon-Roberts В.	0,81	< 0,05
Fujiwara А.	0,81	< 0,05
OARSI	0,41	> 0,05
Фасеточный угол	-0,90	< 0,05
Тропизм ДС	-0,97	< 0,05

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости,  $R$  – коэффициент корреляции Пирсона.

Во IIв подгруппе пациентов верифицирована значимая прямая корреляционная зависимость отдалённого результата по ODI с уровнем болевого синдрома по ВАШ, степенью дегенеративных изменений МПД по С. Pfirmann и В. Vernon-Roberts, степенью дегенеративных изменений ДС по А. Fujiwara и OARSI, значимая обратная корреляционная зависимость с величиной фасеточного угла и тропизмом ДС (Таблица 14).

Таблица 14 – Корреляция показателя ODI в отдалённом послеоперационном периоде и дегенеративных изменений МПД по С. Pfirmann и В. Vernon-Roberts, степени дегенерации ДС по А. Fujiwara и OARSI, величины фасеточного угла и тропизма ДС в Пв подгруппе исследования

Показатель	Пв подгруппа ( $n = 51$ )	
	$R$	$p$
ВАШ, поясничный отдел, 24 мес.	0,94	< 0,05
ВАШ, нижние конечности, 24 мес.	0,93	< 0,05
Pfirmann С.	0,70	< 0,05
Vernon-Roberts В.	0,91	< 0,05
Fujiwara А.	0,87	< 0,05
OARSI	0,83	< 0,05
Фасеточный угол	-0,85	< 0,05
Тропизм ДС	-0,95	< 0,05

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости,  $R$  – коэффициент корреляции Пирсона.

Для изучения возможности определения влияния индивидуальных изменений ДС на послеоперационный клинический результат произведён корреляционный анализ величины фасеточного угла и тропизма ДС с исследуемыми инструментальными и морфологическими параметрами (Рисунки 28, 29; Таблицы 15, 16).

Общий корреляционный анализ показателя ангуляции ДС

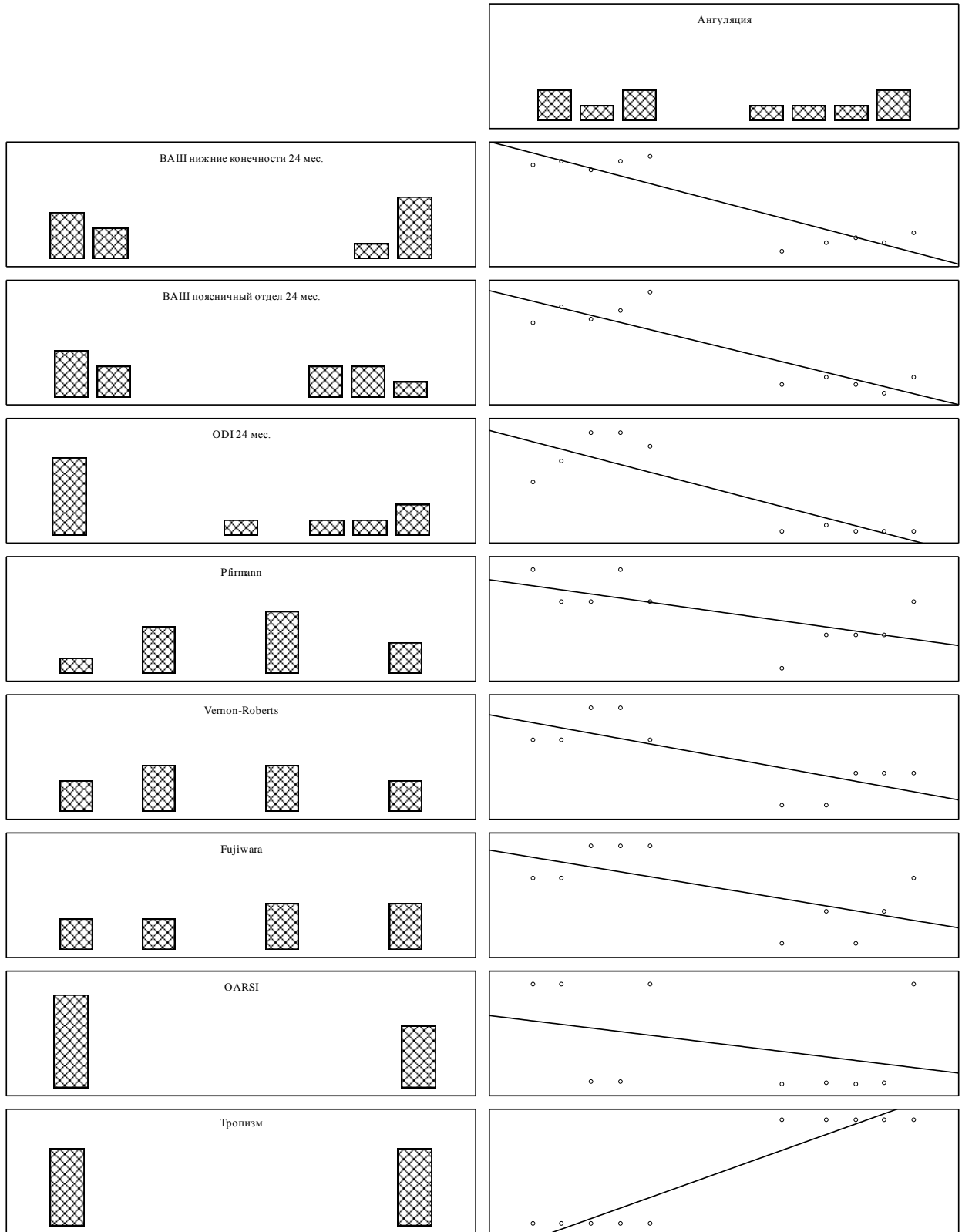


Рисунок 28 – Общая корреляционная зависимость величины фасеточного угла от клинических, морфологических и инструментальных данных у пациентов исследуемых подгрупп

Таблица 15 – Корреляция величины фасеточного угла с отдалёнными клиническими параметрами по ВАШ и ODI, дегенеративных изменений МПД по С. Pfirmann и В. Vernon-Roberts, степени дегенерации ДС по А. Fujiwara и OARSI, показателя тропизма ДС

Показатель	IIa подгруппа (n = 48)		IIб подгруппа (n = 42)		IIв подгруппа (n = 51)	
	R	p	R	p	R	p
ВАШ, поясничный отдел, 24 мес.	0,83	< 0,01	-0,92	< 0,01	-0,92	< 0,01
ВАШ, нижние конечности, 24 мес.	0,80	< 0,01	-0,94	< 0,01	-0,91	< 0,01
ODI, 24 мес.	0,92	< 0,01	-0,91	< 0,01	-0,87	< 0,01
Pfirmann С.	0,84	< 0,01	-0,65	< 0,01	-0,64	< 0,01
Vernon-Roberts В.	0,80	< 0,01	-0,96	< 0,01	-0,96	< 0,01
Fujiwara А.	0,83	< 0,01	-0,94	< 0,01	-0,93	< 0,01
OARSI	0,82	< 0,01	-0,93	< 0,01	-0,91	< 0,01
Тропизм ДС	0,91	< 0,01	0,94	< 0,01	0,87	< 0,01

Примечание. *p* – уровень статистической значимости, *R* – коэффициент корреляции Пирсона.

При анализе установлено, что величина фасеточного угла во IIa подгруппе исследования значимо коррелировал с клиническими параметрами ВАШ и ODI, морфологическими данными по В. Vernon-Roberts и инструментальными показателями по С. Pfirmann; во IIб и IIв подгруппах отмечена обратная корреляционная зависимость со всеми исследуемыми параметрами, за исключением тропизма ДС, где верифицирована прямая значимая корреляция.

Общий корреляционный анализ показателя тропизма ДС

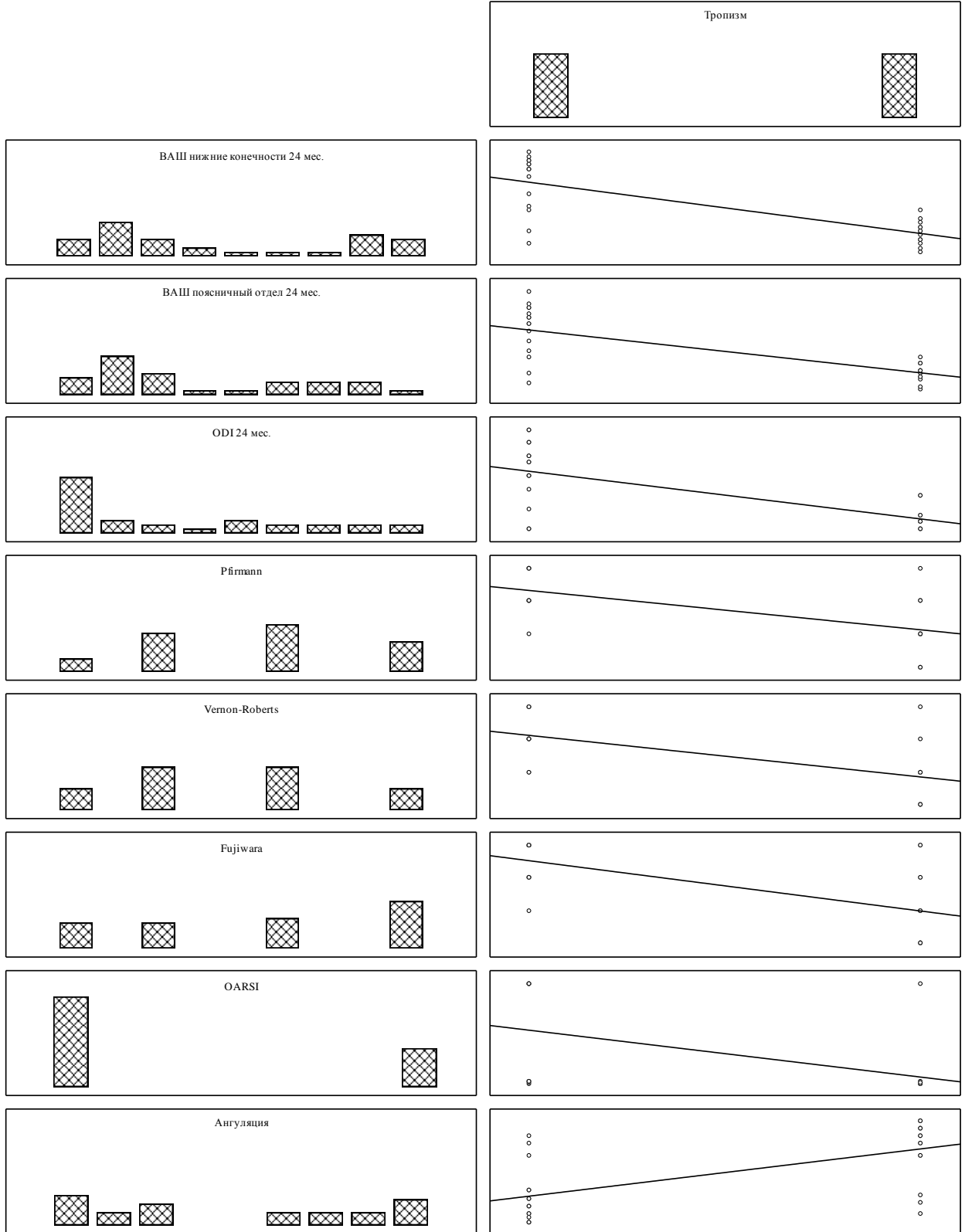


Рисунок 29 – Общая корреляционная зависимость показателя тропизма ДС от клинических, морфологических и инструментальных данных у пациентов исследуемых подгрупп

Таблица 16 – Корреляция показателя тропизма ДС с отдалёнными клиническими параметрами по ВАШ и ODI, дегенеративных изменений МПД по С. Pfirmann и В. Vernon-Roberts, степени дегенерации ДС по А. Fujiwara и OARSI, величины фасеточного угла

Показатель	Па подгруппа (n = 48)		Пб подгруппа (n = 42)		Пв подгруппа (n = 51)	
	R	p	R	p	R	p
ВАШ, поясничный отдел, 24 мес.	-0,44	> 0,05	-0,99	< 0,01	-0,99	< 0,01
ВАШ, нижние конечности, 24 мес.	-0,45	> 0,05	-0,98	< 0,01	-0,98	< 0,01
ODI, 24 мес.	-0,18	> 0,05	-0,99	< 0,01	-0,96	< 0,01
Pfirmann С.	-0,41	> 0,05	-0,84	< 0,01	-0,84	< 0,01
Vernon-Roberts В.	0,04	> 0,05	-0,96	< 0,01	-0,97	< 0,01
Fujiwara А.	-0,44	> 0,05	-0,99	< 0,01	-0,99	< 0,01
OARSI	0,85	< 0,05	-0,98	< 0,01	-0,978	< 0,01
Фасеточный угол	-0,18	> 0,05	0,99	< 0,01	0,97	< 0,01

Примечание. *p* – уровень статистической значимости, *R* – коэффициент корреляции Пирсона.

При анализе установлено, что тропизм ДС в Па подгруппе исследования значимо коррелировал только со степенью морфологических изменений ДС по OARSI; во Пб и Пв подгруппах отмечена обратная корреляционная зависимость со всеми исследуемыми параметрами, за исключением величины фасеточного угла, где верифицирована прямая значимая корреляция.

### **3.5 Разработка алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничного отдела позвоночника на основе индивидуальных параметров ДС**

Установлено, что величина фасеточного угла и в ряде случаев значение тропизма ДС, определяемые методом МРТ, имеют прямое влияние на отдалённый клинический исход, что позволяет определить возможную тактику хирургического лечения.

С целью подробного анализа воздействия изучаемых инструментальных критериев на клинический исход и исследования возможности улучшения тактики лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника выполнено распределение установленных результатов на «хороший» и «неудовлетворительный» послеоперационный исход. «Хороший» характеризовался полной реабилитацией в послеоперационном периоде, восстановлением трудоспособности, физической активности, «неудовлетворительный» – неполным восстановлением в послеоперационном периоде, ограничением трудоспособности и физической активности, ухудшением общего состояния, отсутствием эффекта от оперативного лечения. Сравнение клиничко-инструментальных критериев пациентов исследуемых групп представлено в Таблице 17.

При анализе значимости степени влияния исследуемых инструментальных параметров на отдалённый результат и изучения возможности улучшения способа оперативного лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника установлено, что:

- *в группе пациентов, оперированных по методике динамической фиксации,* минимальные отдалённые исходы по ВАШ и ODI достигнуты при дооперационных параметрах ДС: I–II степень дегенерации по Fujiwara, фасеточный угол менее 60°, вне зависимости от наличия тропизма.

- *в группе пациентов, оперированных по методике ригидной стабилизации,* минимальные отдалённые исходы по ВАШ и ODI достигнуты при дооперационных параметрах ДС: степень дегенерации по Fujiwara больше II, фасеточный угол более 60°, при этом в случае отсутствия тропизма ДС возможна контрлатеральная трансфасеточная фиксация, а при наличии тропизма целесообразно выполнение билатеральной транспедикулярной стабилизации.

Для оптимизации послеоперационных исходов создан алгоритм выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров ДС с целью улучшения результатов оперативных вмешательств (Рисунок 30).

Таблица 17 – Сравнительный анализ клинических критериев в зависимости от послеоперационного результата исследуемых групп пациентов

Показатель	Па подгруппа ( <i>n</i> = 48)		<i>p</i>	Пб подгруппа ( <i>n</i> = 42)		<i>p</i>	Пв подгруппа ( <i>n</i> = 51)		<i>p</i>
	«хорошие» исходы ( <i>n</i> = 41)	«неудовлетв.» исходы ( <i>n</i> = 7)		«хорошие» исходы ( <i>n</i> = 36)	«неудовлетв.» исходы ( <i>n</i> = 6)		«хорошие» исходы ( <i>n</i> = 43)	«неудовлетв.» исходы ( <i>n</i> = 8)	
ODI, 24 мес., баллы	6 (6; 8)	16 (16; 18)	< 0,01	8 (6; 8)	26 (20; 28)	< 0,01	8 (8; 10)	32 (28; 36)	< 0,01
ВАШ, поясничный отдел, 24 мес., мм	6 (5; 8)	14 (14; 16)	< 0,01	9 (8; 10)	24 (22; 26)	< 0,01	10 (10; 12)	29 (27; 30)	< 0,01
ВАШ, нижние конечности, 24 мес., мм	4 (3; 5)	16 (14; 18)	< 0,01	6 (5; 7)	22 (21; 23)	< 0,01	7 (7; 8)	24 (22; 25)	< 0,01
Величина фасеточного угла до, градусы	50 (44; 59)	69 (62; 74)	< 0,01	70 (62; 78)	52 (48; 56)	< 0,01	69 (61; 82)	52 (49; 56)	< 0,01
Тропизм ДС до	+/-	+/-	> 0,01	+	+/-	< 0,01	-	+/-	< 0,01
Fujiwara A.	I (I; II)	II (I; II)	> 0,01	III (II; III)	III (III; IV)	< 0,01	III (III; IV)	III (II; III)	< 0,01

Примечание. *p* – уровень статистической значимости.



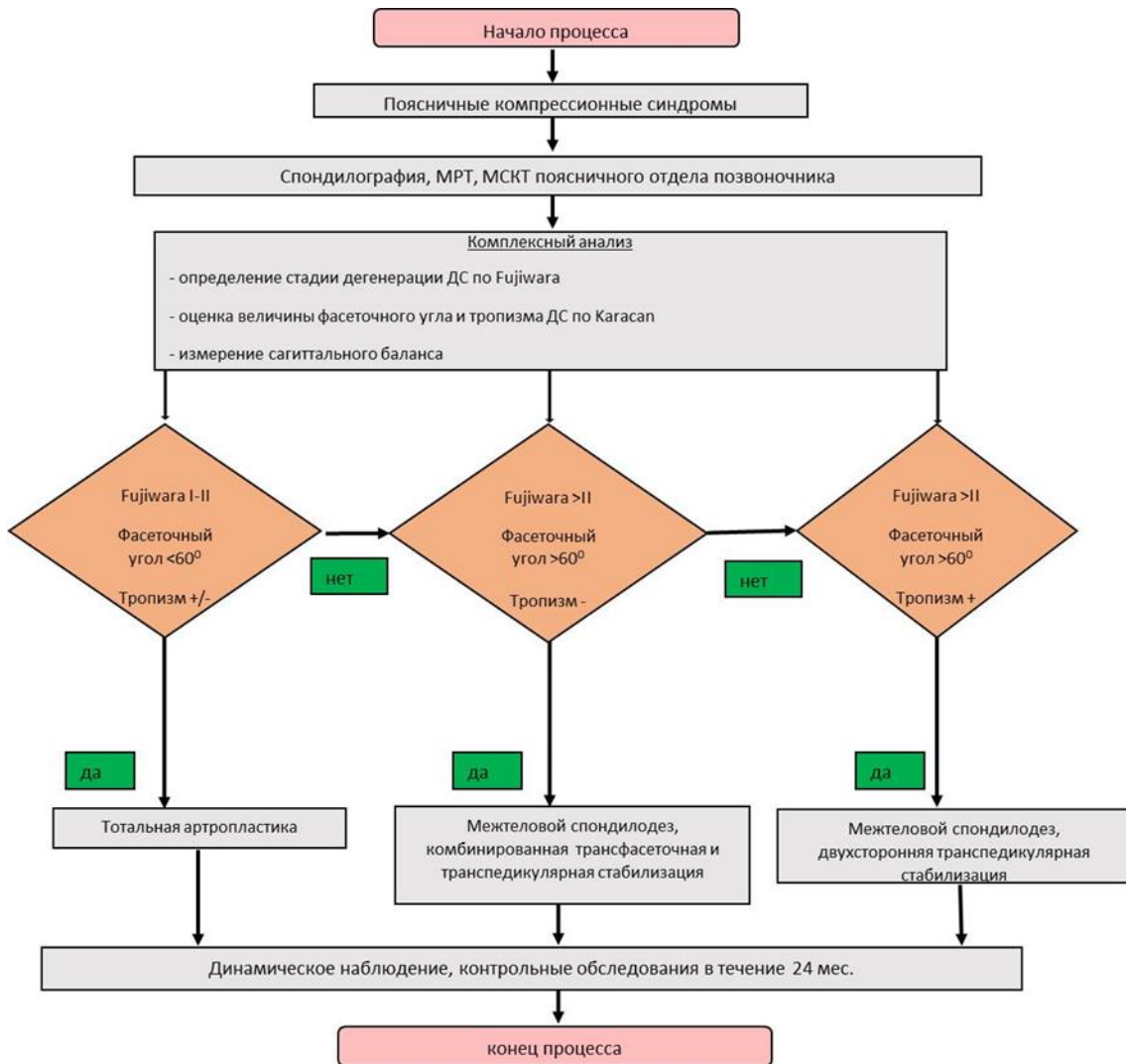


Рисунок 30 – Алгоритм выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров ДС

Клинический пример использования тотальной артропластики представлен на Рисунке 31.

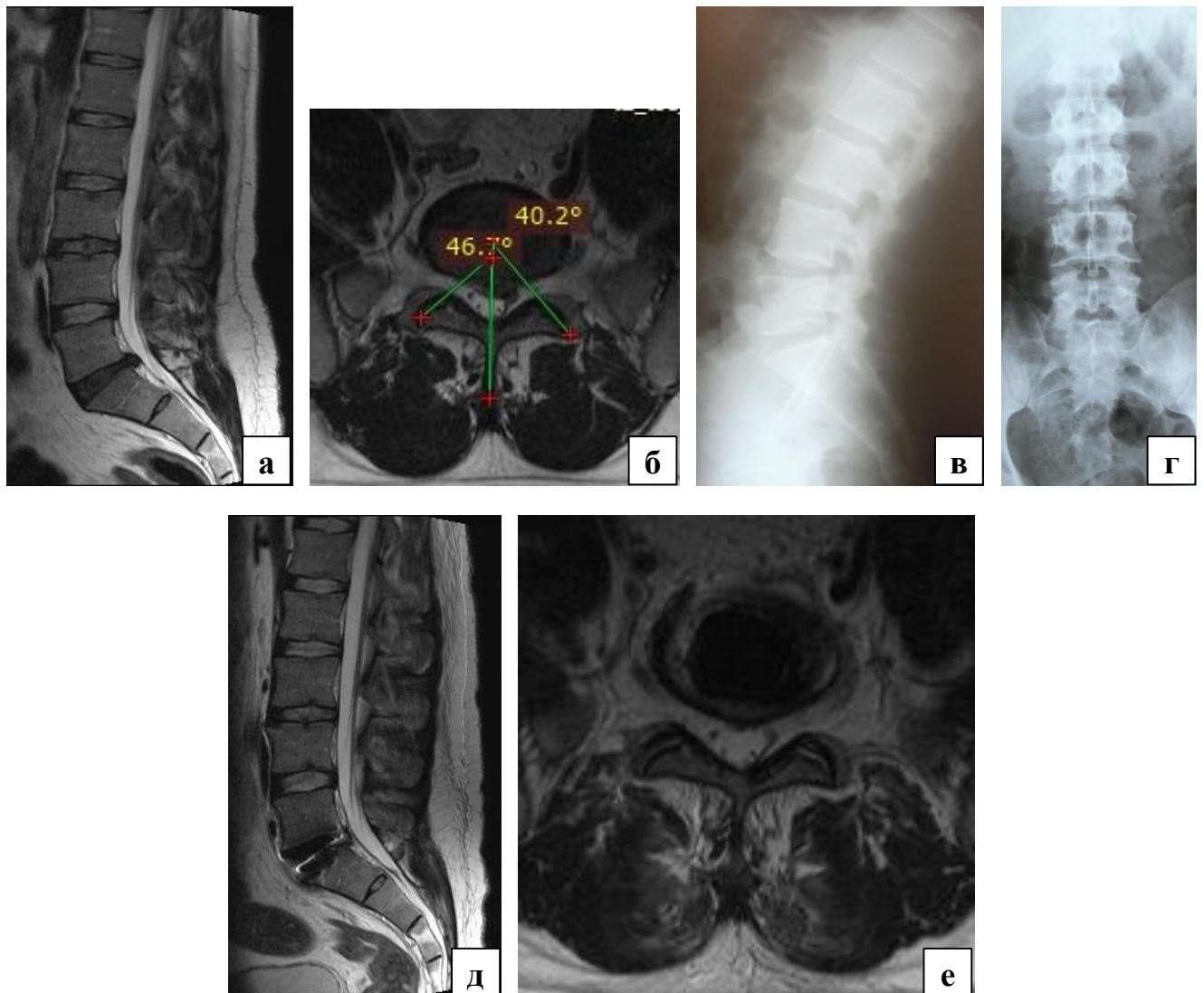


Рисунок 31 – Пациент Р., 35 лет; дегенеративное заболевание пояснично-крестцового отдела позвоночника на уровне  $L_5-S_1$ : а – сагиттальная МРТ-грамма пояснично-крестцового отдела позвоночника: грыжа МПД  $L_5-S_1$ ; б – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: фасеточный угол менее  $60^\circ$ , тропизм отсутствует; в, г – сагиттальная и фронтальная рентгенограмма поясничного отдела позвоночника ( $PI\ 51^\circ$ ,  $PT\ 12^\circ$ ,  $SS\ 40^\circ$ ,  $L_1-S_1\ LL\ 55^\circ$ ); д – сагиттальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: состояние после дискэктомии МПД  $L_5-S_1$ , тотальной артропластики искусственным протезом диска; е – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: состояние после дискэктомии МПД  $L_5-S_1$ , тотальной артропластики искусственным протезом диска

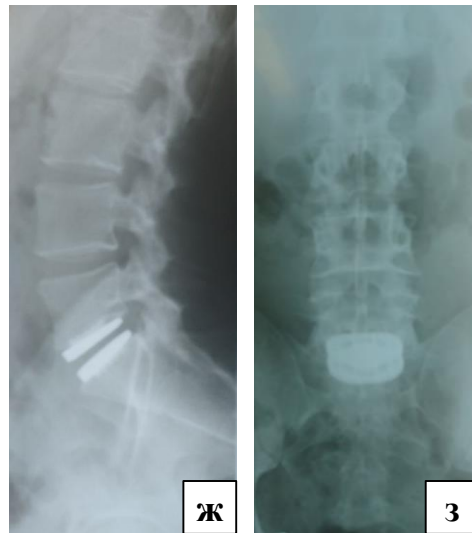


Рисунок 31 (Продолжение) – Пациент Р., 35 лет; дегенеративное заболевание пояснично-крестцового отдела позвоночника на уровне L<sub>v</sub>–S<sub>1</sub>: ж – контрольная рентгенограмма пояснично-крестцового отдела позвоночника после оперативного вмешательства (PI 51°, PT 12°, SS 40°, L<sub>1</sub>–S<sub>1</sub> LL 60°); з – контрольная фронтальная рентгенограмма пояснично-крестцового отдела позвоночника. ВАШ, поясничный отдел, до операции – 78 мм, ВАШ, нижние конечности, до операции – 82 мм, ODI до операции – 66 баллов; ВАШ, поясничный отдел, через 24 месяца – 5 мм, ВАШ, нижние конечности, через 24 месяца – 2 мм, ODI через 24 месяца – 6 баллов, по шкале Macnab – отличный исход

Клинический пример использования межтелового спондилодеза, комбинированной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации представлен на Рисунке 32.

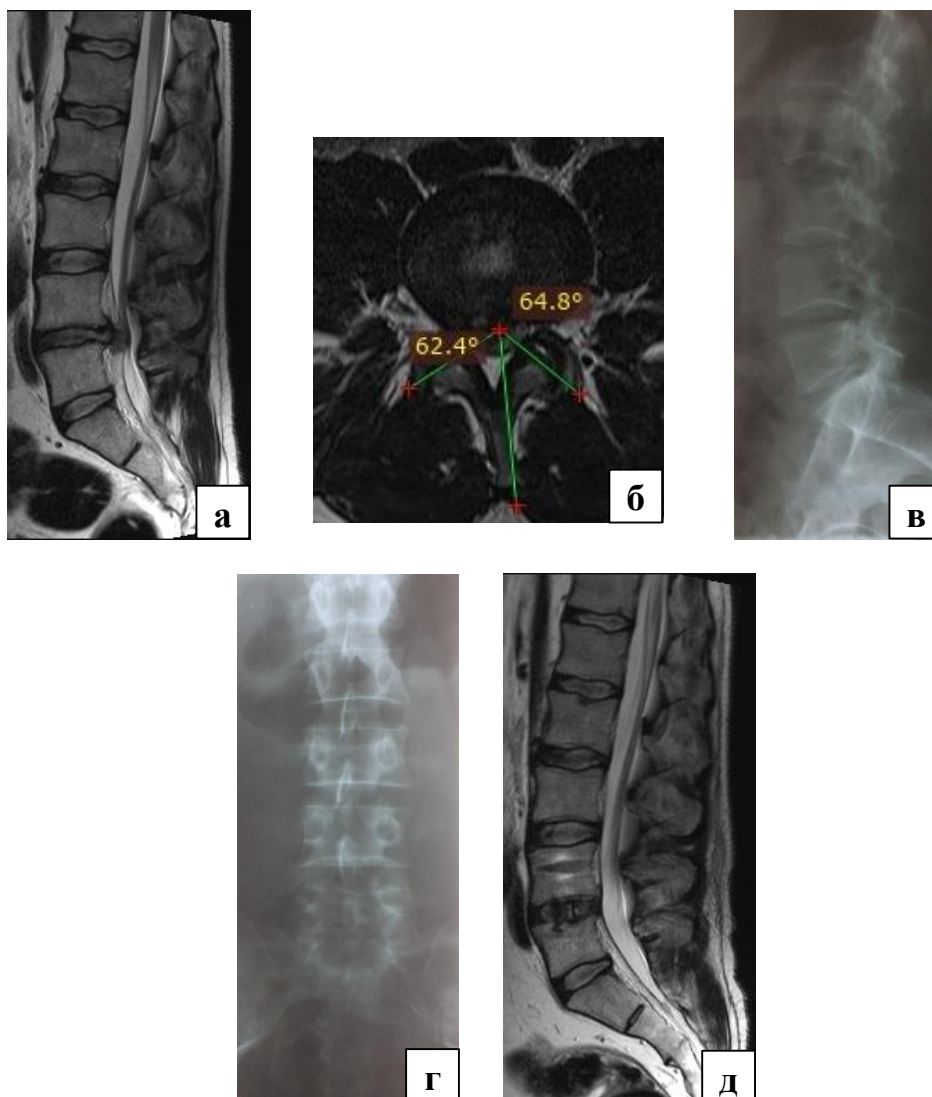


Рисунок 32 – Пациент X., 43 лет; дегенеративное заболевание поясничного отдела позвоночника на уровне  $L_{IV}$ – $L_V$ : а – сагиттальная МРТ-грамма нижнепоясничного отдела позвоночника: грыжа МПД  $L_{IV}$ – $L_V$ ; б – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: фасеточный угол более  $60^\circ$ , тропизм отсутствует; в – поясничная спондилограмма в сагиттальной проекции до операции (PI  $50^\circ$ , PT  $11^\circ$ , SS  $39^\circ$ ,  $L_I$ – $S_I$  LL  $56^\circ$ ); г – поясничная спондилограмма во фронтальной проекции до операции; д – сагиттальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: состояние после дискэктомии МПД  $L_{IV}$ – $L_V$ , межтелового трансфораминального спондилодеза, транспедикулярной стабилизации справа, трансфасеточной фиксации слева

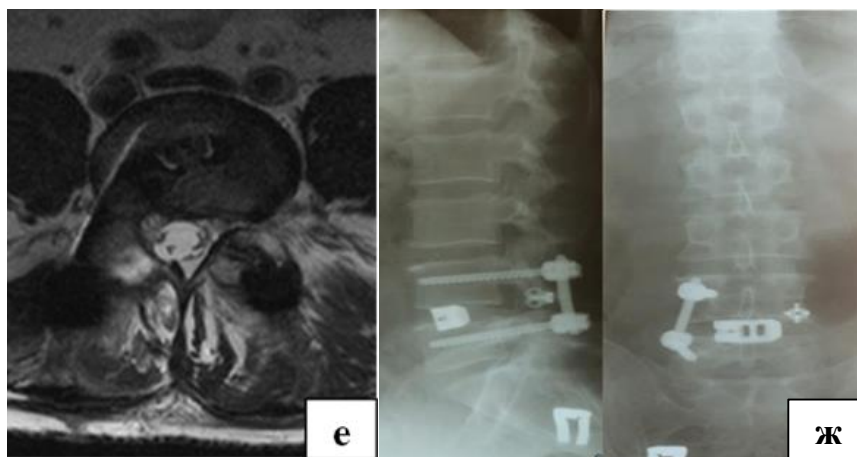


Рисунок 32 (Продолжение) – Пациент X., 43 лет; дегенеративное заболевание поясничного отдела позвоночника на уровне L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>: е – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: состояние после дискэктомии МПД L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>, межтелового трансфораминального спондилодеза, транспедикулярной стабилизации справа, трансфасеточной фиксации слева; ж – контрольная рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в сагиттальной и фронтальной проекциях операции (PI 50°, PT 11°, SS 39°, L<sub>1</sub>–S<sub>1</sub> LL 61°). ВАШ, поясничный отдел, до операции – 77 мм, ВАШ, нижние конечности, до операции – 84 мм, ODI до операции – 68 баллов; ВАШ, поясничный отдел, через 24 месяца – 9 мм, ВАШ, нижние конечности, через 24 месяца – 4 мм, ODI через 24 месяца – 10 баллов, по шкале Masab – отличный исход

Клинический пример использования межтелового спондилодеза, транспедикулярной стабилизации представлен на Рисунке 33.

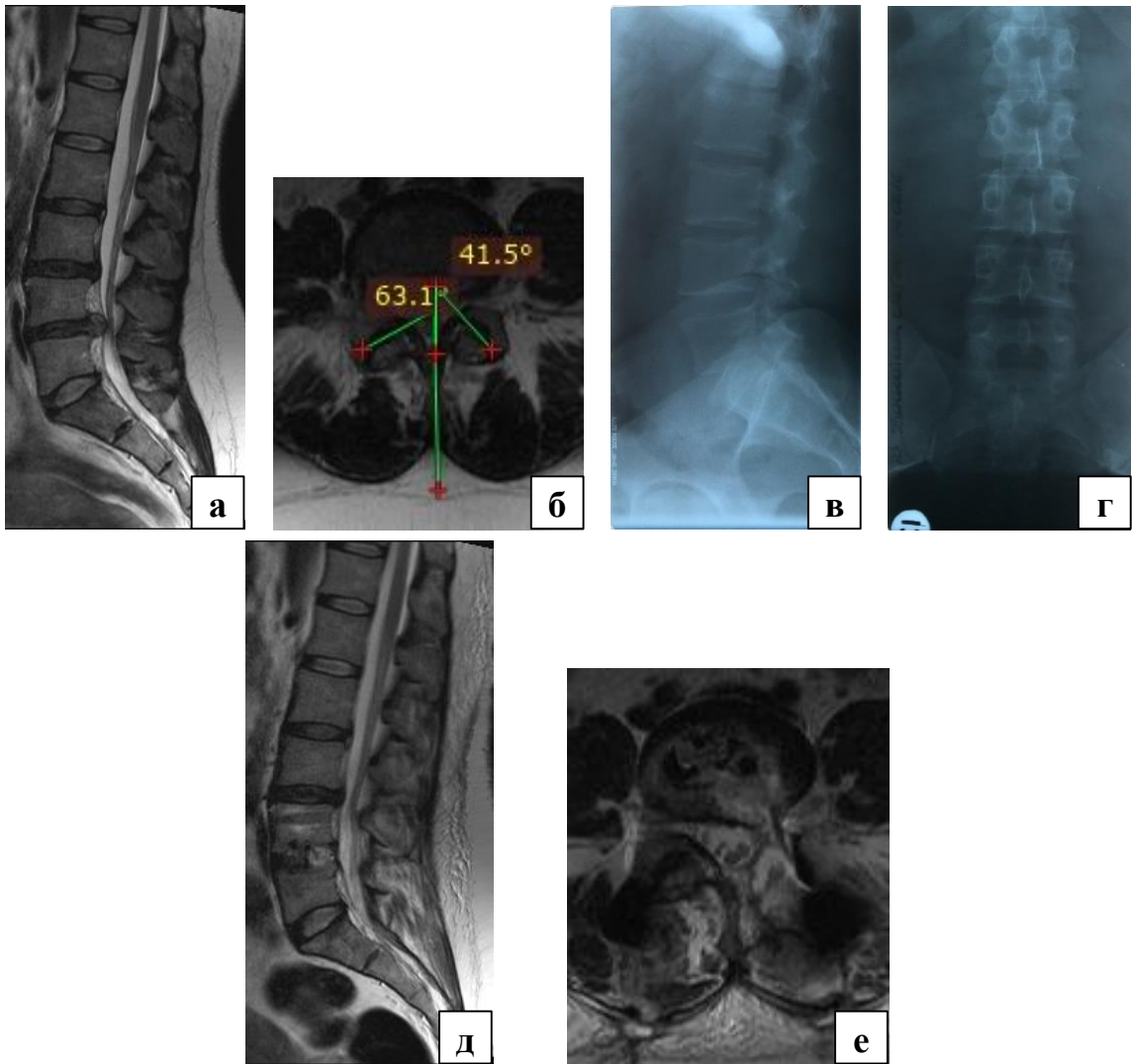


Рисунок 33 – Пациент Г., 42 года; дегенеративное заболевание поясничного отдела позвоночника на уровне  $L_{IV}$ – $L_V$ : а – сагиттальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: грыжа МПД  $L_{IV}$ – $L_V$ ; б – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: фасеточный угол более  $60^\circ$ , верифицирован тропизм; в – поясничная спондилограмма в сагиттальной проекции до операции ( $PI$   $49^\circ$ ,  $PT$   $14^\circ$ ,  $SS$   $41^\circ$ ,  $L_I$ – $S_I$   $LL$   $54^\circ$ ); г – поясничная спондилограмма во фронтальной проекции до операции; д – сагиттальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: состояние после дискэктомии МПД  $L_{IV}$ – $L_V$ , межтелового трансфораминального спондилодеза, транспедикулярной стабилизации; е – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника: состояние после дискэктомии МПД  $L_{IV}$ – $L_V$ , межтелового трансфораминального спондилодеза, транспедикулярной стабилизации



Рисунок 33 (Продолжение) – Пациент Г., 42 года; дегенеративное заболевание поясничного отдела позвоночника на уровне  $L_{IV}$ – $L_V$ : ж – контрольная рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в сагиттальной и фронтальной проекциях ( $PI\ 49^\circ$ ,  $PT\ 14^\circ$ ,  $SS\ 41^\circ$ ,  $L_1$ – $S_1\ LL\ 59^\circ$ ). ВАШ, поясничный отдел, до операции – 73 мм, ВАШ, нижние конечности, до операции – 81 мм, ODI до операции – 70 баллов; ВАШ, поясничный отдел, через 24 месяца – 11 мм, ВАШ, нижние конечности, через 24 месяца – 5 мм, ODI через 24 месяца – 12 баллов, по шкале Macnab – отличный исход

### *Обсуждение*

Определение основного источника боли при дегенеративных заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника связано со значимыми трудностями. Этому способствует схожая сегментарная иннервация при распространении болевых ощущений от различных анатомических структур [175]. Так, в ряде случаев при наличии дискогенного болевого синдрома, клинические проявления патологии ДС в виде фасет-синдрома могут способствовать неправильному принятию тактики в отношении источника боли. Кроме этого, часто встречаемые ложноположительные диагностические тесты оказывают влияние на эффективность применения пункционных хирургических методик [181, 300].

В настоящее время отсутствует единый алгоритм дифференциальной диагностики дискогенного или артрогенного генеза болевого синдрома. При этом

исследователи описывают низкий риск развития послеоперационных осложнений после чрескожных манипуляций в области ДС и МПД [268, 309].

Пункционные лазерные хирургические методики являются высокоэффективными способами лечения болевого синдрома, обусловленного дегенеративными заболеваниями МПД и ДС [139, 174]. Значимый положительный эффект достигается правильным отбором пациентов для проведения оперативного вмешательства с учётом осуществления предоперационных провокационных проб и корректным проведением минимально-инвазивных хирургических манипуляций.

В настоящее время подходы к хирургическому лечению пациентов с различной степенью дегенеративных заболеваний ДС не определены [29, 30]. На сегодняшний день в спинальной хирургии выполняются различные оперативные вмешательства, при дегенеративных заболеваниях ДС от минимально-инвазивных пункционных методик до парциальной или тотальной фасетэктомии с ригидной стабилизацией, результаты которых являются неоднозначными [23, 40, 50, 126, 186]. Это в первую очередь связано с отсутствием объективных показаний к выбору вида оперативного лечения без учёта индивидуальных анатомических особенностей ДС.

При минимальной степени дегенерации ДС используют консервативное лечение, при неэффективности которого применяют минимально-инвазивные пункционные хирургические методики [239].

При выраженных дегенеративных изменениях ДС и отсутствии эффекта консервативного лечения рекомендовано хирургическое вмешательство – фасетэктомия с последующей инструментальной фиксацией ПДС [7, 220]. Накопленный опыт неблагоприятных последствий использования межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации способствует детализации послеоперационных осложнений и разработке мероприятий, направленных на предупреждение их развития [186, 308].

Неудовлетворительные отдалённые клинические исходы, связанные с развитием синдрома смежного сегмента, послеоперационной нестабильностью, псевдоартрозом и рубцовыми интраканальными изменениями, стимулируют



исследователей к поиску ключевых моментов, определяющих их развитие. Так, подтверждено влияние ангуляции и тропизма ДС на биомеханику позвоночного столба. Но при этом изучение возможной корреляции морфометрических параметров МПД и ДС на отдалённый клинический исход в настоящее время не проводилось.

Таким образом, величина фасеточного угла и показатель тропизма ДС могут служить объективными критериями для возможного выбора хирургической тактики и прогнозирования отдалённого послеоперационного клинического исхода у пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника.

*Резюме:* Симультанная лазерная вапоризация МПД и лазерная денервация ДС являются безопасными и эффективными минимально-инвазивными способами хирургического лечения пациентов с умеренными дегенеративными изменениями переднего и заднего опорных комплексов при невозможности проведения открытых хирургических вмешательств.

Важным критерием эффективности открытых декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств является предоперационное использование диагностических провокационных проб для выявления доминирующего клинически значимого уровня.

Применение величины фасеточного угла и тропизма ДС, определяемых неинвазивным МРТ-методом, позволило объективно оценить морфоструктурные характеристики ДС и определить возможную хирургическую тактику.

При наличии нейровизуализационных параметров фасеточного угла менее  $60^\circ$ , вне зависимости от наличия тропизма возможным является выполнение тотальной артропластики МПД.

При выявлении нейровизуализационных параметров фасеточного угла более  $60^\circ$  показано выполнение ригидной стабилизации оперированного сегмента, при этом в случае отсутствия тропизма ДС возможна контрлатеральная трансфасеточная фиксация, а при наличии тропизма целесообразно выполнение билатеральной транспедикулярной стабилизации.

## ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В мультицентровое клиническое исследование было включено 120 пациентов, у которых после проведения диагностических провокационных проб верифицировано симптоматичное одноуровневое дегенеративное поражение поясничного отдела позвоночника, впоследствии оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров ДС на базах нейрохирургических отделений НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"», ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», ГБУЗ «Краевая клиническая больница» г. Красноярска, за период 2016–2018 гг.

С учётом величины фасеточного угла и тропизма ДС проведены декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства и выделены три группы проспективного исследования в зависимости от используемой хирургической технологии: дискэктомия из внебрюшинного параректального доступа с имплантацией искусственного протеза диска M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США) (I группа,  $n = 40$ ); межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария)/«Capstone» (Medtronic, США) по методике TLIF с ипсилатеральной транспедикулярной стабилизацией системой «Viper II» (Synthes, Швейцария)/«U-centum» (Ulrich, Германия) и контрлатеральной фиксацией имплантатом «Facet Wedge» (Synthes, Швейцария) (II группа,  $n = 40$ ); межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария)/«Capstone» (Medtronic, США) по методике TLIF с билатеральной транспедикулярной стабилизацией конструкцией «Viper II» (Synthes, Швейцария)/«U-centum» (Ulrich, Германия) (III группа,  $n = 40$ ).

Ведение послеоперационных ран выполнялось с использованием разработанного «Способа профилактики инфекционных осложнений при оперативных вмешательствах на позвоночнике в раннем послеоперационном

периоде» (приоритетная справка № 2018105422/14 (008306)), Российская Федерация / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, Е. Г. Белых, И. А. Степанов, В. В. Шепелев, В. Ю. Голобородько, В. Э. Борисов, А. О. Асанцев, А. К. Оконешникова, Ю. Я. Пестряков; заявитель ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; заявл. 13.02.2018).

Произведён сравнительный анализ с аналогичными группами клинического сравнения в ретроспективном аспекте.

#### **4.1 Способ профилактики инфекционных осложнений при оперативных вмешательствах на позвоночнике в раннем послеоперационном периоде**

С целью предупреждения возникновения инфекционных осложнений в области оперативного вмешательства после декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств и выраженности болевого синдрома у пациентов после хирургического лечения на позвоночнике применяется «Способ профилактики инфекционных осложнений при оперативных вмешательствах на позвоночнике в раннем послеоперационном периоде» (приоритетная справка № 2018105422/14 (008306)).

Основным в указанном способе являлось: локальное применение антибактериального препарата (обработка хирургической раны 1 г порошка «Ванкомицина») и местных анестетиков (инфильтрационная анестезия параспинальных тканей и кожи 0,25–0,5%-ным раствором «Бупивакаина» с «Эпинефрином» 1 : 200 000 объёмом 10–30 мл).

В качестве дополнительных критериев использовалась коррекция модифицируемых факторов риска: периоперационная антибиотикопрофилактика (за 1 час до разреза «Цефотаксим» 1 г внутривенно, затем в послеоперационном периоде через каждые 6 часов в течение 1–2 суток в зависимости от объёма оперативного вмешательства); интраоперационная нормотермия; послыное

ушивание операционной раны под увеличением микроскопа с применением современного шовного материала.

Указанный «Способ профилактики инфекционных осложнений при оперативных вмешательствах на позвоночнике в раннем послеоперационном периоде» направлен на снижение формирования инфекционных осложнений и контроль выраженности болевого синдрома в области послеоперационной раны.

#### 4.2 Общие сведения о пациентах исследуемой проспективной группы

Антропометрические параметры в исследуемых подгруппах представлены в Таблице 18. При анализе установлено, что подавляющее большинство пациентов было мужского пола зрелого возраста (35–60 лет) с избыточной массой тела ( $> 25 \text{ кг/м}^2$ ).

Таблица 18 – Распределение обследуемых пациентов по полу, возрасту и конституциональным особенностям

Критерии	Проспективная группа ( $n = 120$ )		
	<i>I</i> ( $n = 40$ )	<i>II</i> ( $n = 40$ )	<i>III</i> ( $n = 40$ )
Возраст (годы)	37 (32; 45)	39,5 (33; 49)	40 (34; 54)
Мужской пол (n, %)	27 (67,5)	29 (72,5)	26 (65)
ИМТ ( $\text{кг/м}^2$ )	25,6 (23,1; 29,6)	26,1 (23,3; 29,6)	26,5 (23,6; 29,9)

Примечание. ИМТ – индекс массы тела.

Сведения о наличии сопутствующих заболеваний и степени риска по классификации Американского общества анестезиологов (ASA) отражены в Таблице 19. Отмечено отсутствие в исследуемых подгруппах значимого риска развития неблагоприятного исхода оперативного вмешательства и оказания анестезиологического пособия.

Таблица 19 – Сопутствующие соматические заболевания и анестезиологический риск у пациентов исследуемой группы

Соматические заболевания		Перспективная группа ( $n = 120$ )		
		<i>I</i> ( $n = 40$ )	<i>II</i> ( $n = 40$ )	<i>III</i> ( $n = 40$ )
Сердечно-сосудистая система, $n$ (%)		–	–	1 (2,5)
Дыхательная система, $n$ (%)		1 (2,5)	–	1 (2,5)
Эндокринная система, $n$ (%)		1 (2,5)	–	–
ЖКТ, $n$ (%)		–	1 (2,5)	1 (2,5)
Мочевыделительная система, $n$ (%)		–	1 (2,5)	
Оценка по ASA, $n$ (%)	I	38 (95)	39 (97,5)	37 (92,5)
	II	2 (5)	1 (2,5)	3 (7,5)
	III	–	–	–

Примечание. ЖКТ – желудочно-кишечный тракт, ASA – классификация рисков анестезии Американского общества анестезиологов.

Детализация клинических проявлений у пациентов исследуемых групп показана в Таблице 20. Выявлено наличие комбинированной корешковой и псевдорадикулярной симптоматики во всех случаях, также верифицировано сочетание различных клинических проявлений.

Таблица 20 – Клиническая симптоматика поясничных болевых синдромов у пациентов исследуемой группы

Синдром	Клинические проявления	Перспективная группа ( $n = 120$ )		
		<i>I</i> ( $n = 40$ )	<i>II</i> ( $n = 40$ )	<i>III</i> ( $n = 40$ )
Корешковый	Изменения сухожильных рефлексов, $n$ (%)	29 (72,5)	21 (52,5)	25 (62,5)
	Чувствительные нарушения, $n$ (%)	31 (77,5)	26 (65)	37 (92,5)
	Двигательные расстройства, $n$ (%)	3 (7,5)	8 (20)	12 (30)
Псевдорадикулярный	Местные болевые, $n$ (%)	40 (100)	40 (100)	40 (100)
	Отражённые болевые, $n$ (%)	23 (57,5)	29 (72,5)	36 (90)
	Миодистонические, $n$ (%)	2 (5)	4 (10)	7 (17,5)
	Миосклеротомные или дистрофические, $n$ (%)	–	1 (2,5)	3 (7,5)

Локализация патологического процесса по результатам нейровизуализационных данных представлена в Таблице 20. Во всех случаях установлен многоуровневый процесс, затрагивающий два сегмента и более.

Таблица 21 – Локализация уровня дегенеративного поражения поясничного отдела позвоночника

Уровень поражения	Перспективная группа ( $n = 120$ )		
	<i>I</i> ( $n = 40$ )	<i>II</i> ( $n = 40$ )	<i>III</i> ( $n = 40$ )
L <sub>II</sub> –L <sub>III</sub> , L <sub>III</sub> –L <sub>IV</sub> , $n$ (%)	–	–	1 (2,5)
L <sub>III</sub> –L <sub>IV</sub> , L <sub>IV</sub> –L <sub>V</sub> , $n$ (%)	1 (2,5)	3 (7,5)	2 (5)
L <sub>IV</sub> –L <sub>V</sub> , L <sub>V</sub> –S <sub>I</sub> , $n$ (%)	34 (85)	26 (65)	24 (60)
L <sub>III</sub> –L <sub>IV</sub> , L <sub>IV</sub> –L <sub>V</sub> , L <sub>V</sub> –S <sub>I</sub> , $n$ (%)	5 (12,5)	11 (27,5)	13 (32,5)

После проведения пункционных диагностических проб установлен моносимптоматичный позвоночный сегмент у всех пациентов исследуемой группы (Таблица 22). При этом большая часть соответствовала нижнепоясничному уровню – более 90 %.

Таблица 22 – Локализация уровня дегенеративного поражения поясничного отдела позвоночника

Уровень поражения	Перспективная группа ( $n = 120$ )		
	<i>I</i> ( $n = 40$ )	<i>II</i> ( $n = 40$ )	<i>III</i> ( $n = 40$ )
L <sub>II</sub> –L <sub>III</sub> , $n$ (%)	–	–	–
L <sub>III</sub> –L <sub>IV</sub> , $n$ (%)	1 (2,5)	3 (7,5)	3 (7,5)
L <sub>IV</sub> –L <sub>V</sub> , $n$ (%)	17 (42,5)	21 (52,5)	13 (32,5)
L <sub>V</sub> –S <sub>I</sub> , $n$ (%)	22 (55)	16 (40)	24 (60)

Анализ морфологических изменений передних МПД и задних ДС опорных элементов по данным МРТ и МСКТ представлен в Таблице 23. При исследовании нейровизуализационных характеристик выявлены дегенеративные изменения ДС и МПД различной степени выраженности. В I группе – менее выраженная дегенерация, в III группе – более значимая.

Таблица 23 – Морфологические и нейровизуализационные данные пациентов исследуемой группы

Критерии		Перспективная группа ( $n = 120$ )		
		<i>I</i> ( $n = 40$ )	<i>II</i> ( $n = 40$ )	<i>III</i> ( $n = 40$ )
Pfirmann C., 2001, $n$ (%)	I ст.	3 (7,5)	–	–
	II ст.	8 (20)	4 (10)	3 (7,5)
	III ст.	22 (55)	24 (60)	21 (52,5)
	IV ст.	7 (17,5)	11 (27,5)	14 (35)
	V ст.	–	1 (2,5)	2 (5)
Fujiwara A., 2000, $n$ (%)	I ст.	8 (20)	2 (5)	1 (2,5)
	II ст.	19 (47,5)	14 (35)	16 (40)
	III ст.	13 (32,5)	22 (55)	20 (50)
	IV ст.	–	2 (5)	3 (7,5)
Weishapt D., 1999, $n$ (%)	I ст.	6 (15)	–	–
	II ст.	18 (45)	21 (52,5)	18 (45)
	III ст.	16 (40)	18 (45)	20 (50)
	IV ст.	–	1 (2,5)	2 (5)

Сравнительная характеристика групп по позвоночно-тазовым параметрам представлена в Таблице 24. Во всех группах исследования пациенты не имели отклонений позвоночно-тазовых параметров [234].

Таблица 24 – Характеристика пациентов по позвоночно-тазовым параметрам

Позвоночно-тазовые параметры	I группа ( $n = 40$ )	II группа ( $n = 40$ )	III группа ( $n = 40$ )
Угол PI	51° (48; 54)	50° (47; 53)	52° (48; 54)
Угол PT	14° (10; 16)	13° (9; 15)	12° (8; 15)
Угол SS	39° (35; 43)	41° (48; 43)	42° (38; 45)
Поясничный лордоз (L <sub>I</sub> –S <sub>I</sub> )	56° (53; 59)	54° (51; 56)	57° (54; 59)

Технические характеристики и специфичность послеоперационного периода представлены в Таблице 25. При анализе установлено, что исследуемые параметры,

как и в ретроспективной группе исследования, зависели от специфичности выбранной хирургической методики.

Таблица 25 – Интраоперационные характеристики проведённых хирургических вмешательств и специфичность послеоперационного ведения пациентов при операциях на поясничном отделе позвоночника

Критерии	Перспективная группа ( $n = 120$ )		
	<i>I</i> ( $n = 40$ )	<i>II</i> ( $n = 40$ )	<i>III</i> ( $n = 40$ )
Продолжительность, мин	133 (112; 142)	153 (91; 172)	145 (120; 162)
Объём кровопотери, мл	100 (80; 140)	90 (60; 145)	210 (190; 290)
Время активизации, сутки	1 (1; 2)	2 (1; 2)	2 (1; 3)
Сроки стационарного лечения, дни	8 (8; 9)	9 (9; 11)	10 (9; 12)

#### **4.3 Анализ клинических исходов хирургического лечения и выявленных послеоперационных осложнений у пациентов при использовании искусственного протеза МПД**

После оперативного лечения у всех обследуемых пациентов замечено существенное снижение интенсивности болевого синдрома как в поясничном отделе позвоночника (с 90 (88; 94) до 12 (10; 12) мм при выписке ( $p < 0,001$ ), 8 (6; 8) мм через 24 месяца наблюдения), так и в нижних конечностях (с 98 (92; 100) до 12 (12; 14) мм при выписке ( $p < 0,001$ ) и 6 (4; 8) мм в отдалённом послеоперационном периоде) (Рисунок 34).



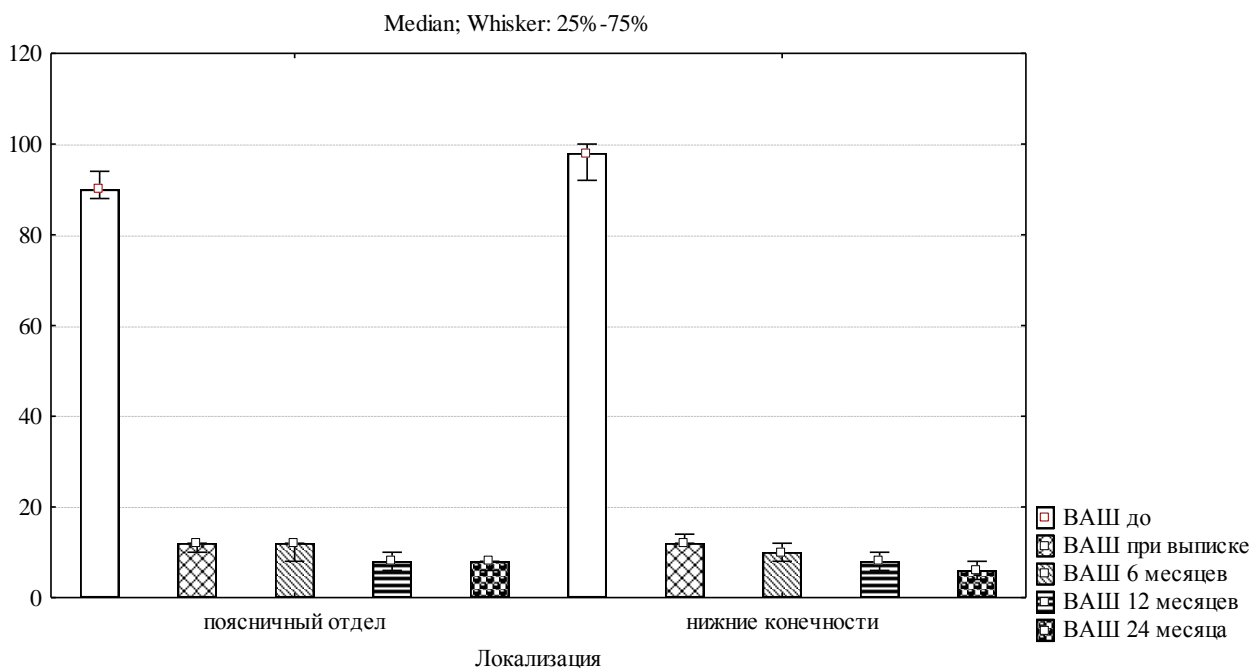


Рисунок 34 – Динамика выраженности болевого синдрома по ВАШ в поясничном отделе позвоночника и нижних конечностях у пациентов при имплантации искусственного протеза МПД

Межгрупповое сравнение отдалённых клинических результатов хирургического лечения пациентов с установлением искусственного протеза МПД по ВАШ выявлен статистически наименьший его уровень значения через 24 месяца в послеоперационном периоде в проспективной группе пациентов, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 26).

Таблица 26 – Межгрупповое сравнение отдалённых результатов хирургического лечения по ВАШ (мм)

Признак	Ретроспективная I группа ( $n = 48$ )	Проспективная I группа ( $n = 40$ )	$p$
Поясничный отдел	10,5 (6; 14)	8 (6; 8)	< 0,05
Нижние конечности	8 (4; 12)	6 (4; 8)	< 0,05

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости.

Оценка значений ODI позволила установить значимую положительную динамику функционального состояния в послеоперационном периоде по сравнению с дооперационным значением: с 68 (60; 80) до 14 (12; 16) при выписке ( $p < 0,001$ ), в отдалённом послеоперационном периоде – 7 (6; 8) баллов (Рисунок 35).

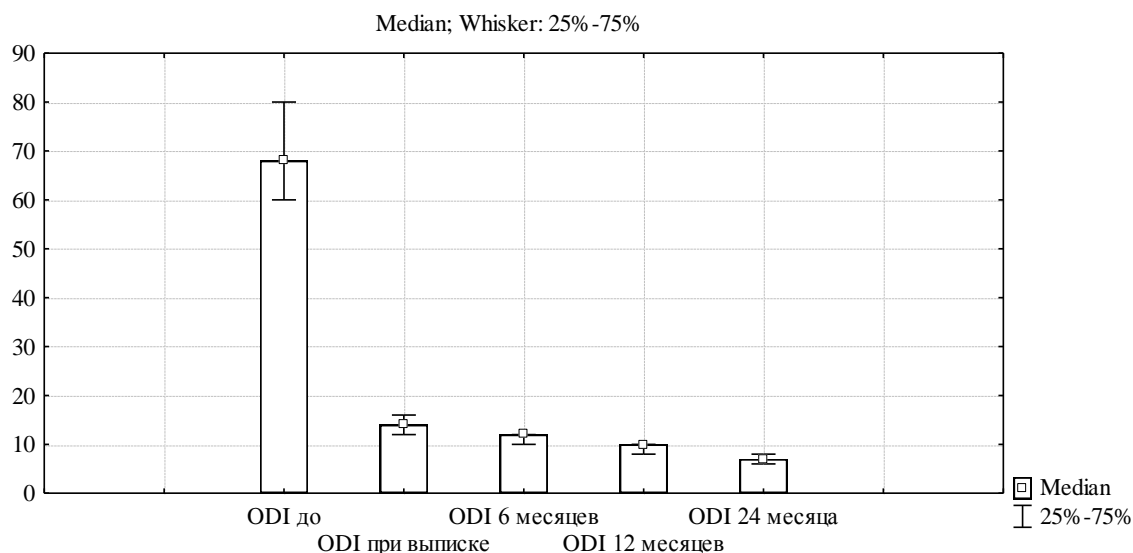


Рисунок 35 – Динамика функционального состояния по ODI у пациентов при использовании искусственного протеза МПД

Межгрупповое сравнение функционального состояния пациентов по индексу ODI через 24 месяца после хирургического вмешательства при использовании искусственного протеза МПД установило статистически лучшие показатели у пациентов проспективной группы, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 27).

Таблица 27 – Межгрупповое сравнение отдалённых результатов проведённого хирургического лечения по ODI (баллы)

Признак	Ретроспективная I группа ( $n = 48$ )	Проспективная I группа ( $n = 40$ )	$p$
ODI	10 (8; 14)	7 (6; 8)	$< 0,05$

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости.

Проведённая сравнительная оценка отдалённых послеоперационных результатов установила, что при использовании искусственного протеза МПД по субъективной шкале Маснаб обнаружена статистически достоверная удовлетворённость исходом выполненной операции через 24 месяца в проспективной группе пациентов, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 28).

Таблица 28 – Межгрупповое сравнение отдалённых результатов проведённого оперативного лечения по шкале Маснаб

Признак	Ретроспективная I группа ( $n = 48$ )	Проспективная I группа ( $n = 40$ )	$p$
Отлично, $n$ (%)	29 (60)	34 (85)	< 0,001
Хорошо, $n$ (%)	13 (27)	6 (15)	
Удовлетворительно, $n$ (%)	6 (13)	–	
Неудовлетворительно, $n$ (%)	–	–	

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости.

Межгрупповое сравнение установило статистически наименьшее количество послеоперационных осложнений в группе пациентов, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 29).

Таблица 29 – Сравнительный анализ зарегистрированных неблагоприятных последствий в группах исследования среди пациентов при использовании искусственного протеза МПД

Признак	Ретроспективная группа ( $n = 48$ )	Проспективная группа ( $n = 40$ )	$p$
Интраоперационные, $n$ (%)	2 (4)	1 (2,5)	< 0,05
Травма дурального мешка	–	–	
Повреждение корешка	–	–	
Повреждение магистральных сосудов	2	1	

Таблица 29 – Продолжение

Признак	Ретроспективная группа ( $n = 48$ )	Проспективная группа ( $n = 40$ )	$p$
<i>Общехирургические, n (%)</i>	3 (6)	1 (2,5)	< 0,05
Формирование гематомы в послеоперационном периоде	1	1	
Инфекции в области хирургического вмешательства	2	–	
Венозные тромбоэмболические осложнения	–	–	
<i>Специфические, n (%)</i>	5 (10)	1 (2,5)	0,001
Ухудшение неврологической симптоматики	3	–	
Формирование грыжи диска смежного уровня	–	–	
Развитие нестабильности фиксирующей конструкции	–	–	
Гетеротопическая оссификация	2	1	

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости, ТМО – твёрдая мозговая оболочка, ИОХВ – инфекция области хирургического вмешательства, ВТЭО – венозные тромбоэмболические осложнения.

**Клинический пример.** Пациент П., 35 лет, поступил в Центр нейрохирургии НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"» с жалобами на выраженные боли и ограничение движения в нижнепоясничном отделе позвоночника, обостряющиеся после физических нагрузок и отдающие в правую нижнюю конечность с онемением правой стопы.

*Анамнез заболевания:* считает себя больным в течение 10 лет, когда после чрезмерной физической нагрузки появились боли в пояснице, иррадиирующие в правую нижнюю конечность. К врачу по месту жительства не обращался, лечился самостоятельно с удовлетворительными результатами. Постепенно болевой синдром усилился. Около года назад стал отмечать онемение в правой нижней конечности. Пациент был направлен в Центр Нейрохирургии НУЗ «ДКБ на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"» для решения вопроса о хирургическом лечении.

*Неврологический статус при поступлении:* Положение анталгическое. ЧМН, верхние конечности интактны. Перкуссия и пальпация поясничного отдела позвоночника резко болезненна на уровне L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub>. Движения в поясничном отделе болезненны, ограничены в поворотах и наклонах. Симптом Ласега D – 45°, S – отрицательно. Коленные рефлексы D = S снижены. Ахилловы рефлексы D – резко снижен, S – живой. Патологических рефлексов нет. Мышечный тонус в руках и ногах достаточный. Сила в конечностях: в верхних – 5 баллов; в нижних конечностях слева – 5б; справа – 4б в разгибателе I пальца правой стопы. Нарушения чувствительности в виде гипестезии в зоне дерматома S<sub>1</sub> справа. Координаторные пробы без патологии. Уровень болевого синдрома по ВАШ в поясничном отделе позвоночника составил 74 мм, в нижних конечностях – 82 мм. Значение индекса ограничения движений в поясничном отделе позвоночника по ODI – 54 баллов.

*Результаты дополнительных методов обследования:* поясничная спондилография: остеохондроз пояснично-крестцового отдела позвоночника II–III периода; МРТ поясничного отдела позвоночника: остеохондроз, грыжа диска L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub> со стенозированием позвоночного канала. Фасеточный угол менее 60° с двух сторон, тропизм отсутствует (Рисунок 36).

Электронейромиография нижних конечностей: выявлены изменения по аксональному типу в лёгкой степени в малоберцовом нерве справа.

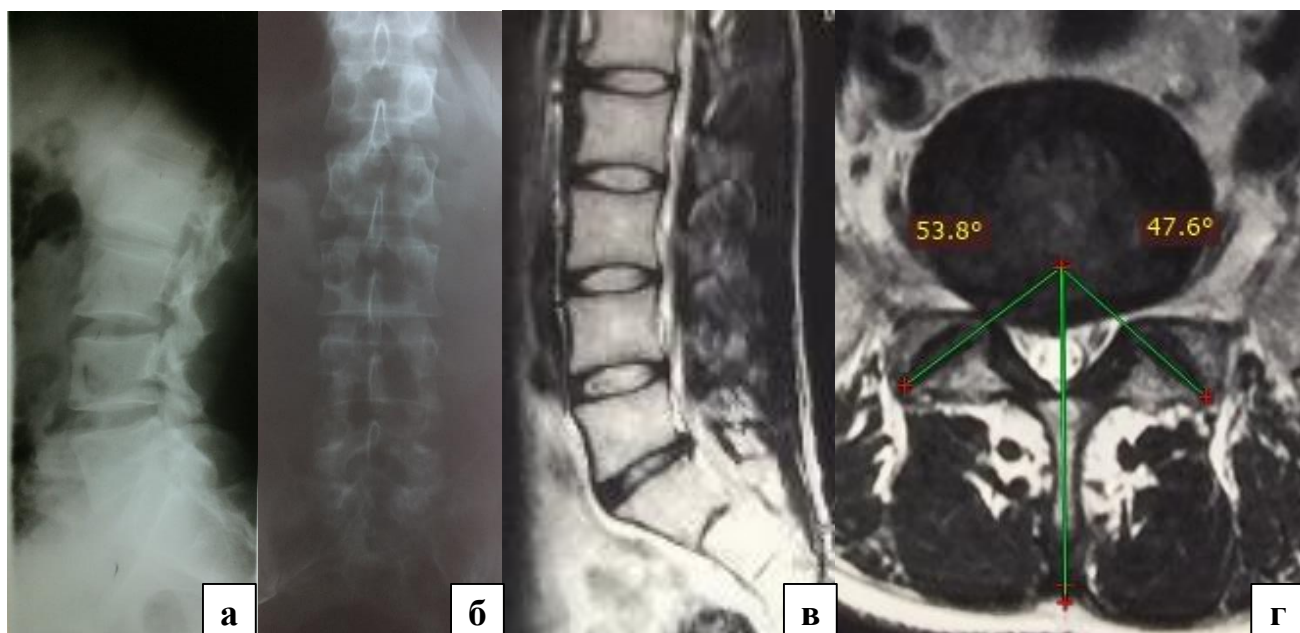


Рисунок 36 – Клинический пример, пациент П., 35 лет: а – сагиттальная поясничная спондилограмма до операции (PI 52°, PT 12°, SS 40°, L<sub>I</sub>-S<sub>I</sub> LL 55°); б – фронтальная поясничная спондилограмма до операции; в – сагиттальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника до операции (клинически значимая грыжа межпозвонкового диска L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub>); г – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника на уровне L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub>

При подробном изучении клинико-неврологических данных и результатов дополнительных методов инструментальных исследования выставлен клинический диагноз: «Дорсопатия. Обострение. Остеохондроз поясничного отделов позвоночника. Медианная грыжа межпозвонкового диска L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> со стенозированием позвоночного канала. Радикулоневрит S<sub>I</sub> справа. Синдром люмбоишиалгии справа. Выраженный болевой и мышечно-тонический синдромы».

Учитывая данные анамнеза, клинико-неврологического обследования пациента, результаты дополнительных методов исследования, наличие выраженного болевого синдрома, устойчивого к консервативной терапии, а также с учётом индивидуальных параметров ДС по разработанному предоперационному алгоритму пациенту показано оперативное лечение в следующем объёме:

микрохирургическая дискэктомия L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> из переднего ретроперитонеального доступа, тотальная артропластика МПД L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> протезом диска «М6-L» (Spinal Kinetics, Швейцария).

После трёхкратной обработки операционного поля раствором антисептиков под внутривенным наркозом с использованием ИВЛ пациент помещён в положение Тренделенбурга на спине. Произведён классический срединный внебрюшинный доступ в проекции МПД L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> с рассечением кожи, подкожно-жировой клетчатки, белой линии живота слева. Методом тупой диссекции осуществлён ретроперитонеальный подход к передней поверхности позвоночника. Определился умеренный спаечный процесс. Выполнена тупая и острая диссекция подвздошных сосудов с их мобилизацией. В тела L<sub>V</sub> и S<sub>I</sub> установлены металлические ограничители с полноценной мобилизацией и визуализацией МПД L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub>. Под увеличением 8–12 осуществлена тотальная дискэктомия L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> с фораминотомией S<sub>I</sub> с двух сторон. При помощи специализированного вмешательства в приготовленное ложе осуществлено протезирование диска L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> динамическим протезом диска М-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США). Рентген-контроль: положение протеза диска правильное. Раствором фурацилина и перекиси водорода проведена обработка послеоперационной раны с последующим засыпанием антибиотика порошковой формы «Ванкомицин» на все слои хирургической раны. Под 8-кратным оптическим увеличением микроскопа произведено послойное ушивание операционной раны. По кожному разрезу выполнена инъекция раствора 2%-ного лидокаина 10 мл с раствором адреналина. Гемостаз электрокоагуляцией, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Швы послойно. В рану в забрюшинное пространство установлен трубчатый дренаж. Время операции 2 часа 10 минут. Кровопотеря 70 мл.

Вертикализация пациента проведена на следующие сутки после хирургического лечения, к моменту выписки установлено значительное уменьшение выраженности болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и нижних конечностях, устранение корешковых расстройств. Пациент выписан на 10-е сутки после операции на амбулаторное лечение.

*Неврологический статус при контрольном осмотре (через 24 месяца после вмешательства):* ЧМН, верхние конечности интактны. Перкуссия и пальпация поясничного отдела позвоночника безболезненна. Движения в поясничном отделе безболезненны, в объёме движений не ограничены. Симптома Ласега нет. Коленные рефлексы D = S живые, ахилловы D = S живые. Патологических рефлексов не обнаружено. Мышечный тонус в руках и ногах достаточный. Сила в конечностях: в верхних – 5 баллов; в нижних – слева 5б; в мышцах-сгибателей правой стопы – 5б. Нарушения чувствительности не выявлено. Координаторные пробы выполняет верно. Нарушения функции тазовых органов не выявлено. Уровень болевого синдрома по ВАШ составил: в поясничном отделе позвоночника – 5 мм, в нижних конечностях – 3 мм. Значение индекса ограничения движений в поясничном отделе позвоночника по ODI составило 6 баллов.

В результате операции отмечено устранение компрессии невралгических структур позвоночного канала, подтверждённое в отдалённом периоде поясничной спондилографии и магнитно-резонансной томографии (Рисунок 37).

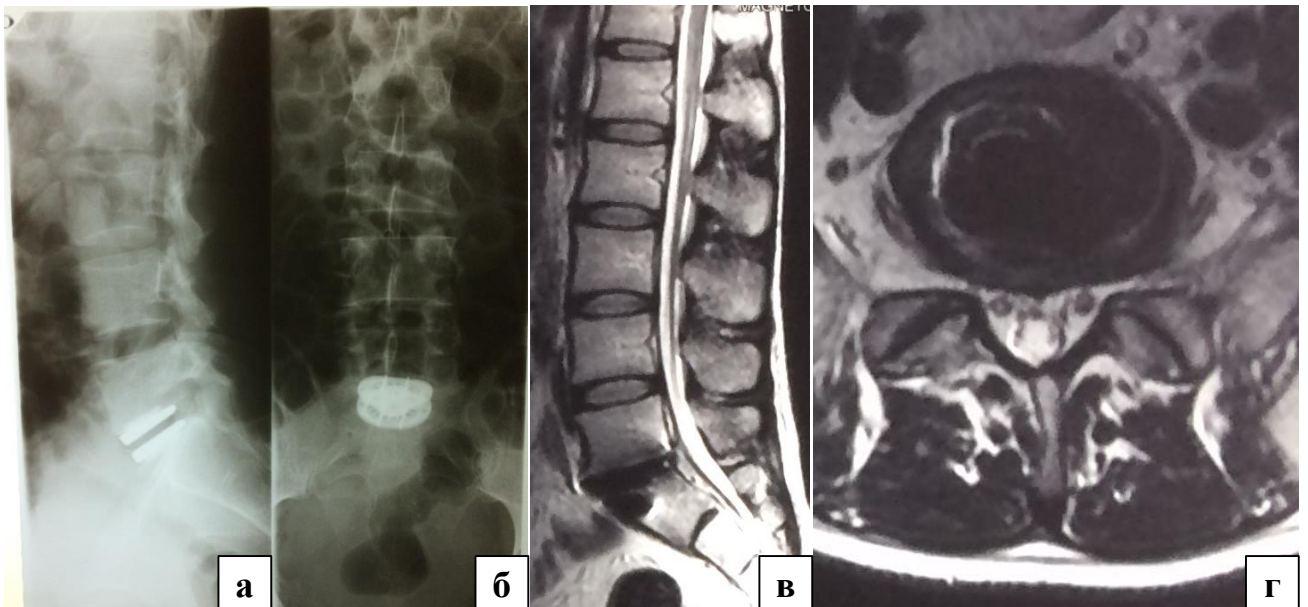


Рисунок 37 – Клинический пример, пациент П., 35 лет: а – сагиттальная поясничная спондилограмма после операции (PI 52°, PT 12°, SS 40°, L<sub>I</sub>–S<sub>I</sub> LL 59°); б – фронтальная поясничная спондилограмма после операции; в – сагиттальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника после операции; г – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника на уровне L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub>



По данным электронейромиографии нижних конечностей зарегистрирована положительная динамика в виде улучшения скоростных показателей f-волны и М-ответа в нижних конечностях.

Трудоспособность и полная реабилитация пациента осуществлена через 6 недель после операции.

#### 4.4 Анализ клинических исходов хирургического лечения и выявленных послеоперационных осложнений у пациентов при использовании межтелового спондилодеза, комбинированной ригидной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации

После оперативного лечения у всех пациентов отмечено существенное уменьшение интенсивности болевого синдрома как в поясничном отделе позвоночника (с 94 (90; 100) до 12 (10; 14) мм при выписке ( $p < 0,001$ ) и 6 (4; 6) мм через 24 месяца наблюдения), так и в нижних конечностях (с 95 (94; 98) до 11 (10; 12) мм при выписке ( $p < 0,001$ ) и 6 (6; 8) мм в отдалённом послеоперационном периоде) (Рисунок 38).

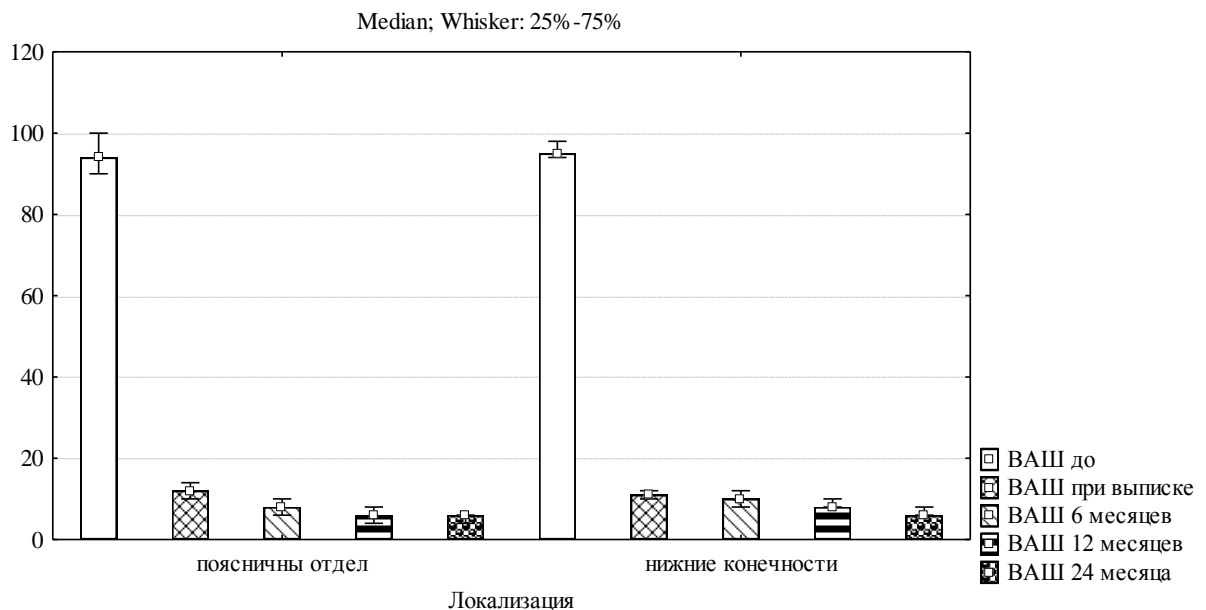


Рисунок 38 – Динамика выраженности болевого синдрома по ВАШ в поясничном отделе позвоночника и нижних конечностях у пациентов при использовании межтелового спондилодеза, комбинированной ригидной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации

При межгрупповом анализе отдалённых исходов хирургического лечения пациентов при выполнении межтелового спондилодеза, комбинированной ригидной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации по ВАШ диагностирован статистически значимо меньший уровень болевого синдрома через 24 месяца после операции в проспективной группе пациентов, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 30).

Таблица 30 – Межгрупповое сравнение отдалённых результатов проведённого хирургического лечения по ВАШ (мм)

Признак	Ретроспективная II группа ( $n = 42$ )	Проспективная II группа ( $n = 40$ )	$p$
Поясничный отдел	16,5 (13; 25)	6 (4; 6)	< 0,001
Нижние конечности	14 (10; 16)	6 (6; 8)	< 0,001

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости.

Оценка значений по опроснику ODI позволила выявить значимую положительную динамику функционального состояния после операции по сравнению с дооперационным значением: с 66 (60; 82) до 14 (12; 18) баллов при выписке ( $p < 0,001$ ) и 8 (6; 8) баллов – в отдалённом послеоперационном периоде (Рисунок 39).

При межгрупповой оценке функционального состояния по индексу ODI через 24 месяца после оперативного лечения с использованием межтелового спондилодеза, комбинированной ригидной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации статистически достоверно лучшие показатели зарегистрированы у пациентов проспективной группы, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 31).

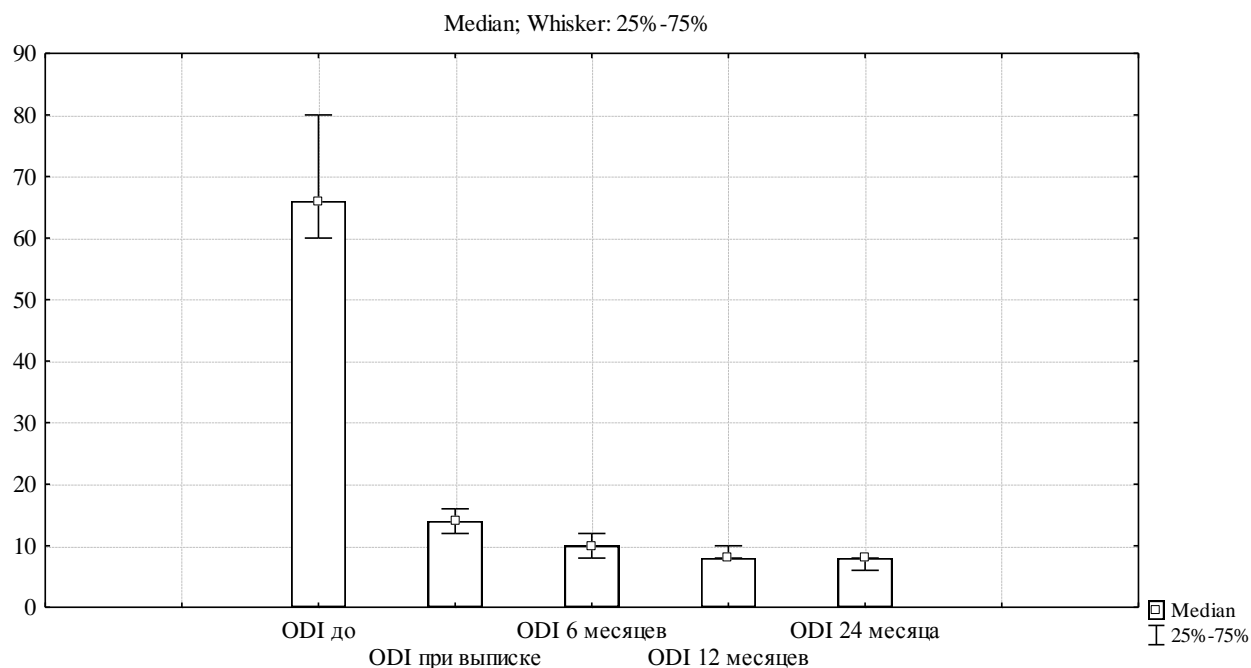


Рисунок 39 – Динамика функционального состояния по ODI у пациентов при использовании межтелового спондилодеза, комбинированной ригидной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации

Таблица 31 – Межгрупповое сравнение отдалённых результатов проведённого хирургического лечения по ODI (баллы)

Признак	Ретроспективная II группа ( $n = 42$ )	Проспективная II группа ( $n = 40$ )	$p$
ODI	14 (10; 18)	8 (6; 8)	< 0,001

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости.

При сравнительном анализе отдалённых результатов хирургического лечения пациентов при использовании межтелового спондилодеза, комбинированной ригидной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации по шкале Маснаб выявлена статистически достоверная удовлетворённость результатом проведённой операции через 24 месяца в проспективной группе пациентов, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 32).

Таблица 32 – Межгрупповое сравнение отдалённых результатов проведённого хирургического лечения по шкале Macnab

Признак	Ретроспективная II группа ( $n = 42$ )	Проспективная II группа ( $n = 40$ )	$p$
Отлично, $n$ (%)	16 (38)	20 (50)	< 0,001
Хорошо, $n$ (%)	17 (40)	18 (45)	
Удовлетворительно, $n$ (%)	8 (19)	2 (5)	
Неудовлетворительно, $n$ (%)	1 (3)	–	

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости.

При межгрупповом сравнении отмечено статистически достоверно меньшее количество послеоперационных осложнений после межтелового спондилодеза, комбинированной ригидной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации в группе пациентов, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 33).

Таблица 33 – Сравнительный анализ зарегистрированных неблагоприятных последствий в группах исследования среди пациентов при использовании межтелового спондилодеза, комбинированной ригидной трансфасеточной и транспедикулярной стабилизации

Признак	Ретроспективная группа ( $n = 42$ )	Проспективная группа ( $n = 40$ )	$p$
<i>Интраоперационные, <math>n</math> (%)</i>	2 (5)	–	0,001
Травма дурального мешка	1	–	
Повреждение корешка	1	–	
Повреждение магистральных сосудов	–	–	
<i>Общехирургические, <math>n</math> (%)</i>	4 (9)	1 (2,5)	< 0,01
Формирование гематомы в послеоперационном периоде	2	1	
Инфекции в области хирургического вмешательства	2	–	
Венозные тромбоэмболические осложнения	–	–	

Таблица 33 – Продолжение

Признак	Ретроспективная группа ( $n = 42$ )	Перспективная группа ( $n = 40$ )	$p$
<i>Специфические, n (%)</i>	6 (14)	1 (2,5)	0,001
Ухудшение неврологической симптоматики	1	–	
Формирование грыжи диска смежного уровня	2	1	
Развитие псевдоартроза	1	–	
Развитие нестабильности фиксирующей конструкции	2	–	

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости, ТМО – твёрдая мозговая оболочка, ИОХВ – инфекция области хирургического вмешательства, ВТЭО – венозные тромбозы и тромбоэмболические осложнения.

**Клинический пример.** Пациент Ф., 42 года, поступил в Центр нейрохирургии НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"» с жалобами на выраженные боли и ограничение движения в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в левую нижнюю конечность по задней поверхности бедра.

**Анамнез заболевания.** Считает себя больным в течение 2 лет. Многократно лечился консервативно, с кратковременным эффектом. Последнее обострение 2 недели назад, после тяжёлой физической нагрузки стали беспокоить вышеперечисленные жалобы. Пациент был направлен в Центр Нейрохирургии НУЗ «Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский» ОАО "РЖД"» для решения вопроса об оперативном лечении.

**Неврологический статус при поступлении:** Положение анталгическое. ЧМН, верхние конечности интактны. Поясничный лордоз сглажен. Движения в поясничном отделе позвоночника выражено болезненны. Симптом Ласега  $S = 45^*$ ,  $D = \text{отр}$ . Коленные рефлексы  $D = S$ , снижены. Ахиллов рефлекс  $D = S$ , снижены. Дефанс паравертебральных мышц III ст. с обеих сторон. Патологические симптомы отрицательные. Мышечный тонус в руках и в ногах – нормальный. Сила в конечностях: в верхних – 5 баллов, в нижних – справа 5б, слева 3б в сгибателях левой стопы. Нарушения чувствительности на момент: гипестезия в зоне

дерматома S<sub>1</sub> слева. Тазовых нарушений нет. Менингеальных знаков не выявлено. Координаторные пробы выполняет верно. Уровень болевого синдрома по ВАШ составил: в поясничном отделе позвоночника – 78 мм, в левой нижней конечности – 90 мм. Индекс ограничения движений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника по ODI – 67 баллов.

*Результаты дополнительных методов обследования.* Поясничная спондилография: остеохондроз III период, снижение высоты ПДС L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub>; МРТ поясничного отдела позвоночника: остеохондроз, грыжа МПД L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub> со стенозом позвоночного канала позвоночного канала. Фасеточный угол более 60° с двух сторон, тропизм отсутствует (Рисунок 40).

Электронейромиография нижних конечностей: при стимуляционной миографии выявлены диффузные изменения по аксональному типу со снижением f-волны и М-ответа в левом большеберцовом нерве.

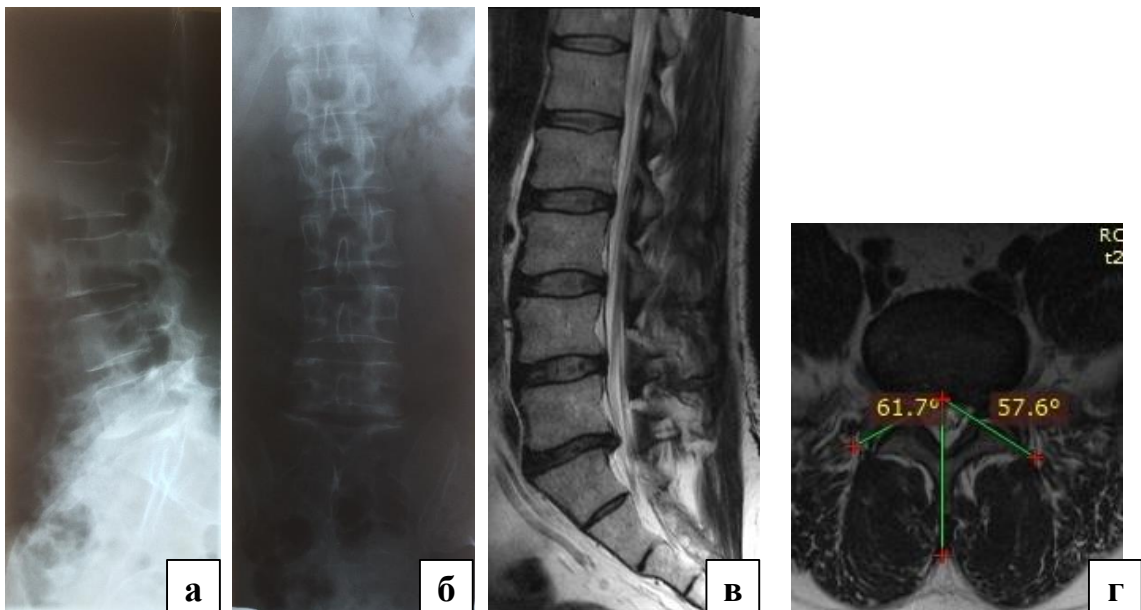


Рисунок 40 – Клинический пример, пациент Ф., 42 года: а – сагиттальная поясничная спондилограмма до операции (PI 51°, PT 12°, SS 42°, L<sub>I</sub>–S<sub>I</sub> LL 54°); б – фронтальная поясничная спондилограмма до операции; в – сагиттальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника до операции (клинически значимая грыжа МПД L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub>); г – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника на уровне L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub>

При подробном изучении клинико-неврологических данных и результатов дополнительных методов исследования выставлен клинический диагноз: «Дорсопатия. Обострение. Остеохондроз поясничного отдела позвоночника. Парамедианная левосторонняя грыжа межпозвонкового диска L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub>. Радикулоневрит S<sub>I</sub> слева с лёгким парезом сгибателей левой стопы. Синдром люмбоишиалгии слева. Выраженный болевой и мышечно-тонические синдромы».

Учитывая данные клинико-неврологического обследования, результаты дополнительных методов исследования, выраженный болевой синдром, резистентный к консервативному лечению, а также с учётом индивидуальных параметров ДС по разработанному предоперационному алгоритму пациенту показано оперативное лечение в объёме: микрохирургическая реконструкция позвоночного канала (фасетэктомия L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> слева, дискэктомия L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> слева); трансфораминальный межтеловой спондилодез L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> имплантом «T-pal»; транспедикулярная фиксация L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> сегмента системой канюлированных винтов «Viper II» слева; трансфасеточная фиксация L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> сегмента системой «Facet Wedge» справа.

Произведена двукратная обработка операционного поля раствором Мирасептика. Под внутривенным наркозом с использованием ИВЛ. В положении больного на животе произведён линейный разрез 3 см слева, в проекции фасеточного сустава L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> слева. Установлен ранорасширитель Insight слева. Выделен междужковый промежуток L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> слева. Под рентген-контролем ЭОП выполнена установка спиц-проводников транспедикулярно L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> слева. Осуществлён доступ к промежутку L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> слева – выполнена фасетэктомия под рентгенологическим контролем, визуализирован корешок S<sub>I</sub>. Рубцово-спаечный процесс значительный. Спинномозговой корешок отёчен, воспалён. После превентивного микрохирургического гемостаза визуализирована грыжа диска, интимно спаяна с вентральной поверхностью ТМО корешка и дурального мешка. В области проекции корешка S<sub>I</sub> выявлены варикозно расширенные сосуды, компримирующие корешок. Выполнена микрокоагуляция – корешок S<sub>I</sub> мобилизован, пульсирует. Удалена грыжа фрагментарно, выполнена дискэктомия.

Пульсация ТМО удовлетворительная. Выполнен трансфораминальный межтеловой спондилодез имплантатом «T-pal», предварительно полость кейджа заполнена аутокостью. Под ЭОП-контролем через корни дуг установлены полиаксиальные канюлированные винты «Viper II» в тела L<sub>IV</sub>, L<sub>V</sub> слева. В головки винтов уложен стержень. Смонтирована транспедикулярная система слева. ЭОП-контроль – стояние элементов конструкции правильное. Гемостаз электрокоагуляцией, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Произведён линейный разрез 4 см справа, в проекции фасеточного сустава L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub> справа. Под ЭОП-контролем в полость сустава установлена направляющая спица, по которой при помощи специального инструментария сформировано ложе имплантата. В полость фасеточного сустава установлен кейдж «Facet Wedge» medium с фиксацией двумя винтами. Раствором фурацилина и перекиси водорода проведена обработка послеоперационной раны с последующим засыпанием антибиотика порошковой формы «Ванкомицин» на все слои хирургической раны. Под 8-кратным оптическим увеличением микроскопа произведено послойное ушивание операционной раны. По кожному разрезу выполнена инъекция раствора 2%-ного лидокаина 10 мл с раствором адреналина. Швы послойно. Время операции 2 часа 40 минут. Кровопотеря 50 мл.

Вертикализация пациента проведена на следующие сутки после хирургического лечения, к моменту выписки установлено значимое снижение выраженности болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и нижних конечностях, устранение корешковых расстройств. Пациент выписан на 10-е сутки после операции на амбулаторное лечение.

*Неврологический статус при контрольном осмотре (через 24 месяца после хирургического вмешательства):* ЧМН, верхние конечности интактны. Поясничный лордоз сглажен. Движения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника безболезненны. Симптома Ласега нет. Коленные рефлексы D = S, живые. Ахиллов рефлекс D = S, живые. Дефанса паравертебральных мышц нет. Патологические симптомы отрицательные. Мышечный тонус в руках – достаточный; в ногах – достаточный. Сила мышц верхних конечностей – 5 баллов, нижних конечностей – 5 баллов. Нарушения чувствительности нет. Тазовых



нарушений нет. Менингеальных знаков не выявлено. Координаторные пробы выполняет верно. Уровень болевого синдрома по ВАШ составил: в поясничном отделе позвоночника – 5 мм, в левой нижней конечности – 2 мм. Показатель индекса ограничения движений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника по ODI – 5 баллов.

После хирургического лечения зафиксировано устранение компрессии невральных структур позвоночного канала, подтверждённое в отдалённом периоде поясничной спондилографией, магнитно-резонансной и мультиспиральной компьютерной томографией (Рисунки 41, 42) признаков нестабильности фиксирующих конструкций не выявлено.

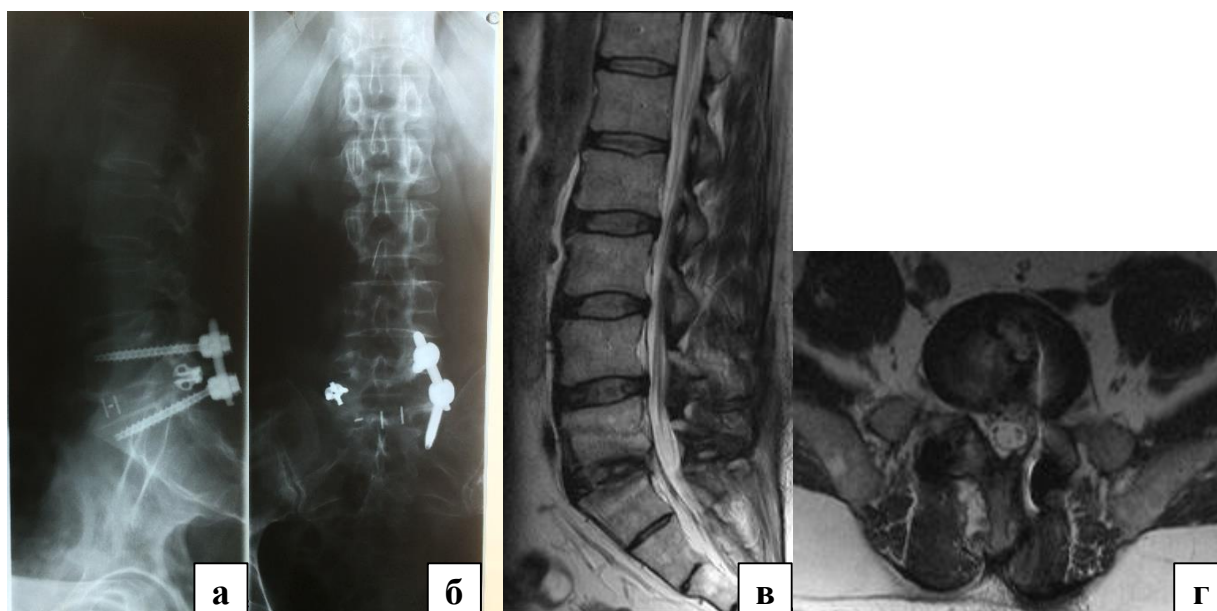


Рисунок 41 – Клинический пример, пациент Ф., 42 года: а – сагиттальная поясничная спондилограмма контроль после операции (PI 51°, PT 12°, SS 42°, L<sub>1</sub>–S<sub>1</sub> LL 59°); б – фронтальная поясничная спондилограмма, контроль после операции; в – сагиттальная МРТ-грамма пояснично-крестцового отдела позвоночника после операции; г – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника на уровне L<sub>4</sub>–S<sub>1</sub>

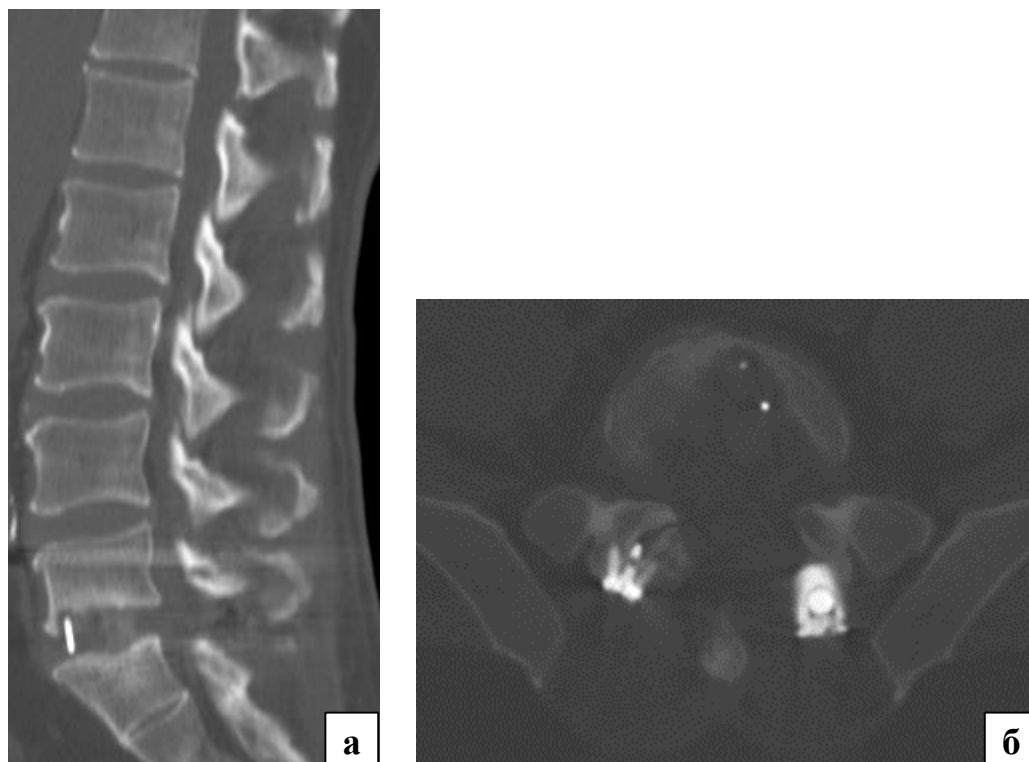


Рисунок 42 – Клинический пример, пациент Ф., 42 года: а – сагиттальная МСКТ поясничного отдела позвоночника после операции; б – аксиальная МСКТ поясничного отдела позвоночника на уровне L<sub>V</sub>–S<sub>I</sub>

По данным электронейромиографии нижних конечностей отмечена значимая динамика в виде улучшения скоростных показателей f-волны и М-ответа.

Трудоспособность и полная реабилитация пациента осуществлена через 9 недель после операции.

#### **4.5 Анализ клинических исходов хирургического лечения и выявленных послеоперационных осложнений у пациентов при использовании межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации**

После оперативного лечения у всех пациентов отмечено существенное уменьшение интенсивности болевого синдрома как в поясничном отделе позвоночника (с 94 (92; 98) до 14 (12; 20) мм при выписке ( $p < 0,001$ ) и 8 (6; 12) мм

через 24 месяца наблюдения), так и в нижних конечностях (с 95 (90; 100) до 12 (10; 14) мм при выписке ( $p < 0,001$ ) и 8 (6; 10) мм в сроки до 24 месяцев) (Рисунок 43).

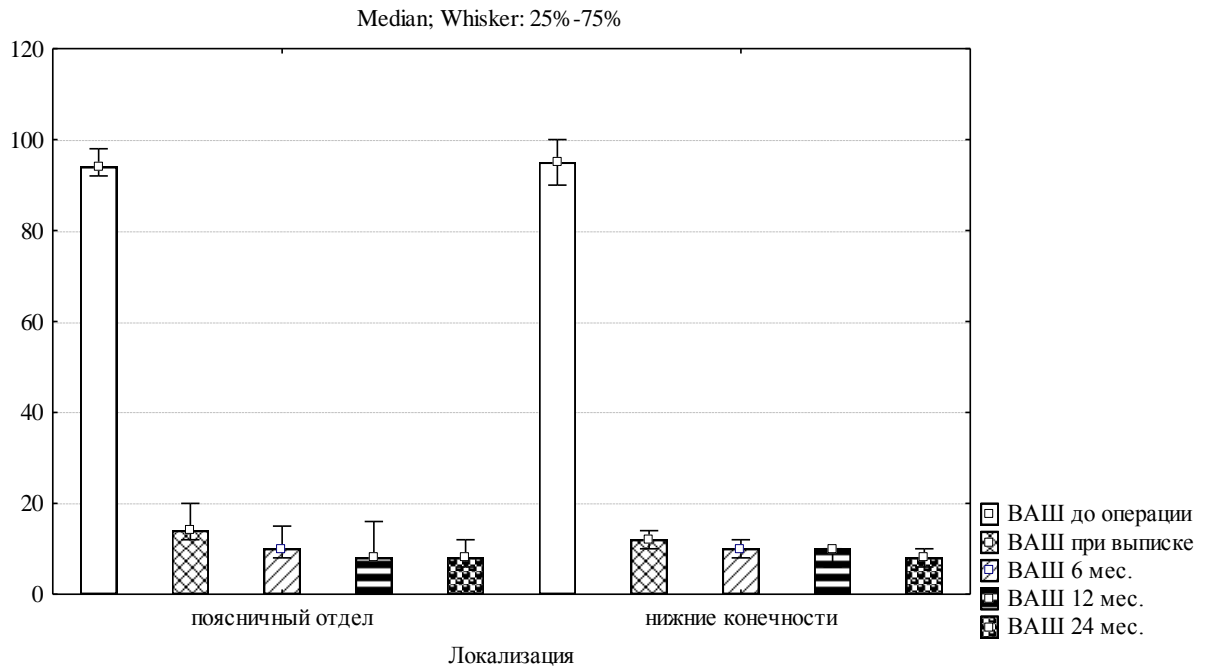


Рисунок 43 – Динамика болевого синдрома по ВАШ в поясничном отделе позвоночника и нижних конечностях у пациентов при использовании межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации

При межгрупповом сравнении отдалённых результатов хирургического лечения пациентов с использованием межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации по ВАШ установлен статистически значимо меньший его уровень через 24 месяца после хирургического лечения в проспективной группе пациентов, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 34).

Таблица 34 – Межгрупповое сравнение отдалённых результатов проведённого хирургического лечения по ВАШ (мм)

Признак	Ретроспективная III группа ( $n = 51$ )	Проспективная III группа ( $n = 40$ )	$p$
Поясничный отдел	18,5 (16; 24)	8 (6; 12)	< 0,001
Нижние конечности	18 (12; 25)	8 (6; 10)	< 0,001

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости.

Оценка значений по ODI позволила выявить значимую положительную динамику функционального состояния после операции по сравнению с дооперационным значением: с 78 (68; 80) до 15 (14; 20) баллов при выписке ( $p < 0,001$ ) и 10 (10; 16) баллов – в сроки до 24 месяцев (Рисунок 44).

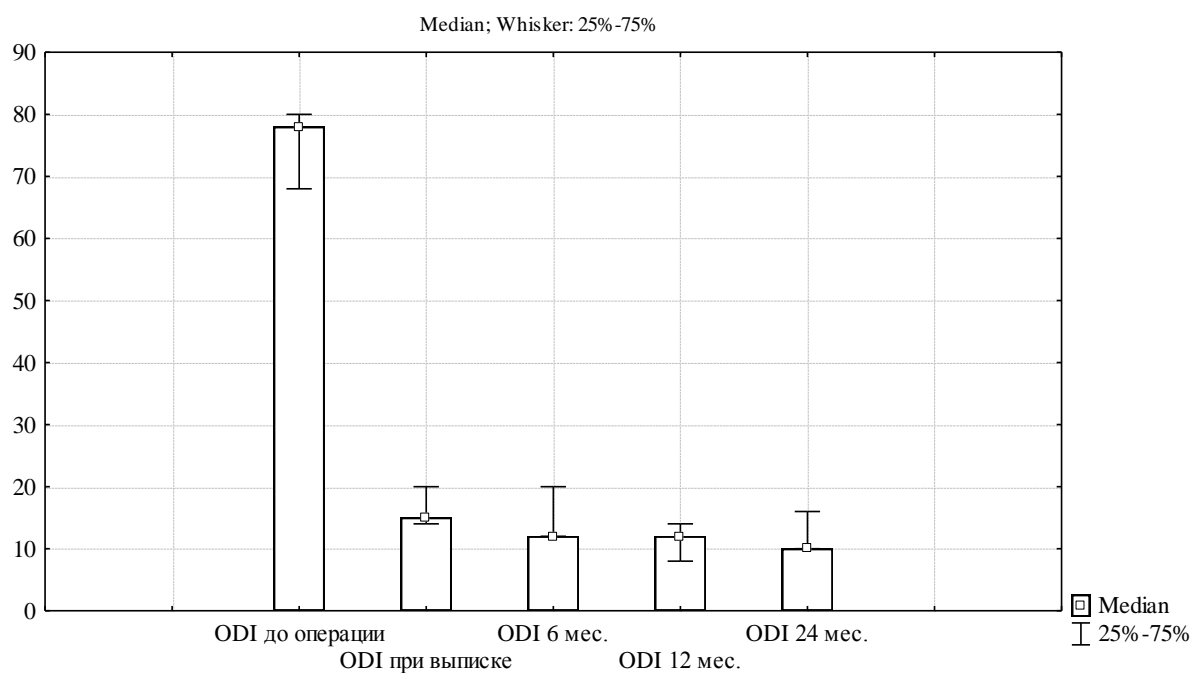


Рисунок 44 – Динамика функционального состояния по ODI у пациентов при использовании межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации

Межгрупповая оценка функционального состояния по индексу ODI через 24 месяца после оперативного лечения пациентов при использовании межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации установила статистически

достоверно лучшие показатели у пациентов проспективной группы, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 35).

Таблица 35 – Межгрупповое сравнение отдалённых результатов проведённого хирургического лечения по ODI (баллы)

Признак	Ретроспективная III группа ( $n = 51$ )	Проспективная III группа ( $n = 40$ )	$p$
ODI	17 (14; 20)	10 (10; 16)	$< 0,001$

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости.

В результате проведённого сравнительного анализа отдалённых результатов хирургического лечения пациентов при использовании межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации по шкале Masnab выявлена статистически значимо большая удовлетворённость результатом выполненной операции через 24 месяца в проспективной группе пациентов, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 36).

Таблица 36 – Межгрупповое сравнение отдалённых результатов проведённого хирургического лечения по шкале Masnab

Признак	Ретроспективная III группа ( $n = 51$ )	Проспективная III группа ( $n = 40$ )	$p$
Отлично, $n$ (%)	15 (30)	17 (42,5)	$< 0,001$
Хорошо, $n$ (%)	21 (41)	19 (47,5)	
Удовлетворительно, $n$ (%)	12 (23)	4 (10)	
Неудовлетворительно, $n$ (%)	3 (6)	–	

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости.

При выполнении межгруппового сравнения отмечено статистически достоверно меньшее количество послеоперационных осложнений после межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации в группе

пациентов, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения на основе индивидуальных параметров ДС (Таблица 37).

Таблица 37 – Сравнительный анализ зарегистрированных неблагоприятных последствий в группах исследования среди пациентов при использовании межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации

Признак	Ретроспективная группа ( $n = 51$ )	Перспективная группа ( $n = 40$ )	$p$
<i>Интраоперационные, n (%)</i>	3 (6)	–	0,001
Травма дурального мешка	1	–	
Повреждение корешка	2	–	
Повреждение магистральных сосудов	–	–	
<i>Общехирургические, n (%)</i>	5 (10)	1 (2,5)	< 0,01
Формирование послеоперационной гематомы	3	1	
Инфекции в области хирургического вмешательства	2	–	
Венозные тромбоэмболические осложнения	–	–	
<i>Специфические, n (%)</i>	10 (20)	2 (5)	0,001
Ухудшение неврологической симптоматики	3	–	
Формирование грыжи диска смежного с операцией уровня	4	1	
Псевдоартроз	2	1	
Нестабильность фиксирующей конструкции	1	–	

Примечание.  $p$  – уровень статистической значимости, ТМО – твёрдая мозговая оболочка, ИОХВ – инфекция области хирургического вмешательства, ВТЭО – венозные тромбоэмболические осложнения.

**Клинический пример.** Пациент С., 40 лет, поступил в Центр нейрохирургии НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"» с жалобами на стойкие выраженные боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в левую нижнюю конечность по наружной поверхности до средней трети голени, усиливающиеся при физических нагрузках.

*Анамнез заболевания.* Считает себя больным в течение последних трёх лет, когда впервые появились жгучие опоясывающие боли в области поясницы. Обратился к неврологу по месту жительства, лечился консервативно – с положительным эффектом. Через 2 недели после амбулаторного лечения периодически беспокоили слабые боли в области поясницы. По истечении времени стали беспокоить выраженные боли в пояснице, иррадиирующие в левую нижнюю конечность, после повышенных физических нагрузок. Обратился к неврологу по месту жительства. Пациент был направлен в Центр Нейрохирургии НУЗ ДКБ на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"» для решения вопроса об оперативном лечении.

*Неврологический статус при поступлении.* Положение анталгическое. ЧМН, верхние конечности интактны. Поясничный лордоз сглажен. Движения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника выраженно болезненны, ограничивающие в объёме при наклонах вперёд, назад и в стороны. Симптом Ласега S – 55\*, D – отр. Коленные рефлексy D = S, живые. Ахиллов рефлекс D = S, ослаблены. Дефанс паравертебральных мышц III ст. с обеих сторон. Патологические симптомы отрицательные. Мышечный тонус в руках – достаточный, в ногах – достаточный. Сила мышц верхних конечностей – 5 баллов, нижних конечностей – 5 баллов. Нарушения чувствительности: в зоне дерматома L<sub>5</sub> слева. Тазовых нарушений нет. Менингеальных знаков не выявлено. Координаторные пробы выполняет верно. Уровень болевого синдрома по ВАШ составил: в поясничном отделе позвоночника – 72 мм, в левой нижней конечности – 84 мм. Значение индекса ограничения движений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника по ODI – 66 баллов.

*Результаты дополнительных методов обследования.* Поясничная спондилография: остеохондроз II–III период; МРТ поясничного отдела позвоночника: остеохондроз, грыжа МПД L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> со стенозированием позвоночного канала. Фасеточный угол более 60° с двух сторон, подтверждено наличие тропизма (Рисунок 45).

Электронейромиография нижних конечностей: при стимуляционной миографии нижних конечностей выявлены изменения по аксональному типу в выраженной степени в левом малоберцовом нерве.

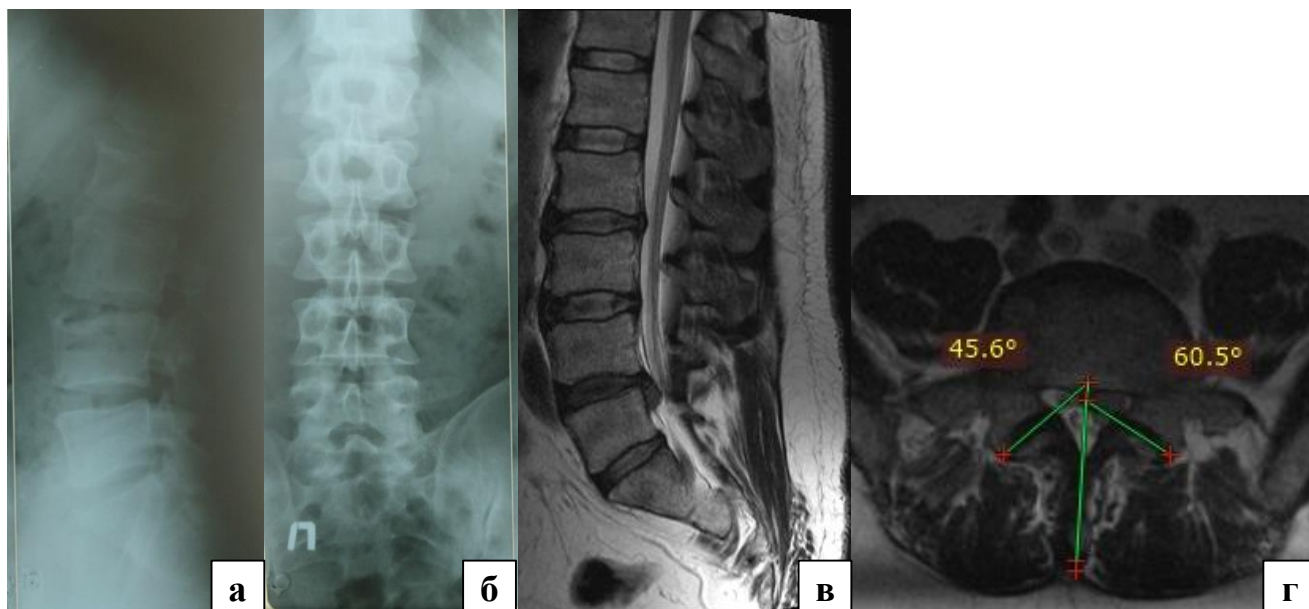


Рисунок 45 – Клинический пример. Пациент С., 40 лет: а – сагиттальная поясничная спондилограмма до операции (PI 51°, PT 12°, SS 42°, L<sub>1</sub>–S<sub>1</sub> LL 54°); б – фронтальная поясничная спондилограмма до операции; в – сагиттальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника до операции (клинически значимая парамедианная левосторонняя грыжа межпозвонкового диска L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>); г – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника на уровне L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>

При детальном изучении клинических данных и результатов дополнительных методов исследования выставлен клинический диагноз: «Дорсопатия. Обострение. Остеохондроз поясничного отдела позвоночника. Левосторонняя парамедианная грыжа МПД L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> со стенозированием позвоночного канала. Радикулоневрит L<sub>5</sub> слева. Синдром люмбоишиалгии слева. Выраженный болевой и мышечно-тонические синдромы».

Учитывая данные клинико-неврологического обследования, результаты дополнительных методов исследования, выраженный болевой синдром, резистентный к консервативному лечению, а также с учётом индивидуальных



параметров ДС по разработанному предоперационному алгоритму пациенту показано оперативное лечение в объёме: микрохирургическая реконструкция позвоночного канала (фасетэктомия L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> слева; дискэктомия L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> слева); межтеловой спондилодез L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> кейджем «Capstone»; 4-точечная ТПФ L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> сегмента системой канюлированных, фенестрированных винтов «U-Centum».

Произведено трёхкратная обработка операционного поля растворами антисептиков. Под внутривенным наркозом с использованием ИВЛ в положении пациента на животе произведены линейные разрезы мягких тканей по 4 см слева и справа, в проекции фасеточных суставов L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>. Под рентген-контролем ЭОП выполнена установка спиц-проводников транспедикулярно L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> с обеих сторон. Установлен ранорасширитель Insight слева. Выделен междужковый промежуток L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> слева. Осуществлён доступ к промежутку L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> слева. Выполнена фасетэктомия L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> слева. Под увеличением 8–12 выполнен микрохирургический менингоррадикулолиз L<sub>5</sub>. Реконструкция позвоночного канала с резекцией фиброзно изменённой жёлтой связки, рубцовой ткани в проекции промежутка L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>. Визуализирован корешок L<sub>5</sub>. Корешок L<sub>5</sub> смещён медиально, обнаружена левосторонняя парамедианная грыжа диска L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>. Рассечена задняя продольная связка. Удалена грыжа диска L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> в виде нескольких крупных фрагментов. Пульсация ТМО отчётливая, сдавление отсутствует. Выполнен трансфораминальный межтеловой спондилодез имплантатом «Capstone», предварительно полость кейджа заполнена аутокостью. Рентген-контроль, положение имплантата правильное. Под ЭОП-контролем через корни дуг установлены полиаксиальные канюлированные винты «U-Centrum» в тела L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub> с обеих сторон. ЭОП-контроль – стояние элементов конструкции правильное. Признаков нестабильности системы не выявлено. Раствором фурацилина и перекиси водорода проведена обработка послеоперационной раны с последующим засыпанием антибиотика порошковой формы «Ванкомицин» на все слои хирургической раны. Под 8-кратным оптическим увеличением микроскопа произведено послойное ушивание операционной раны. По кожному

разрезу выполнена инъекция раствора 2%-ного лидокаина 10 мл с раствором адреналина. Швы послойно. Время операции 2 часа 40 минут. Кровопотеря 50 мл.

Вертикализация пациента проведена на следующие сутки после хирургического лечения, к моменту выписки установлено значительное уменьшение выраженности болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и нижних конечностях, устранение корешковых расстройств. Пациент выписан на 12-е сутки после операции на амбулаторное лечение.

*Неврологический статус при контрольном осмотре (через 24 месяца после оперативного вмешательства).* ЧМН, верхние конечности интактны. Поясничный лордоз сглажен. Движения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника безболезненны. Симптом Ласега отрицательный. Коленные рефлексы D = S, живые. Ахиллов рефлекс D = S, живой. Дефанса паравертебральных мышц нет. Патологические симптомы отрицательные. Мышечный тонус в руках – достаточный, в ногах – достаточный. Сила мышц верхних конечностей – 5 баллов, нижних конечностей – 5 баллов. Нарушения чувствительности на момент обследования не выявлено. Тазовых нарушений не выявлено. Менингеальных знаков нет. Координаторные пробы выполняет верно. Уровень болевого синдрома по ВАШ составил: в поясничном отделе позвоночника 5 мм, в левой нижней конечности – 1 мм. Значение индекса ограничения движений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника по ODI – 9 баллов.

В результате хирургического лечения отмечено устранение компрессии структур позвоночного канала, подтверждённое в отдалённом периоде поясничной спондилографией, магнитно-резонансной и мультиспиральной компьютерной томографией (Рисунки 46, 47), признаков нестабильности фиксирующих конструкций не выявлено.

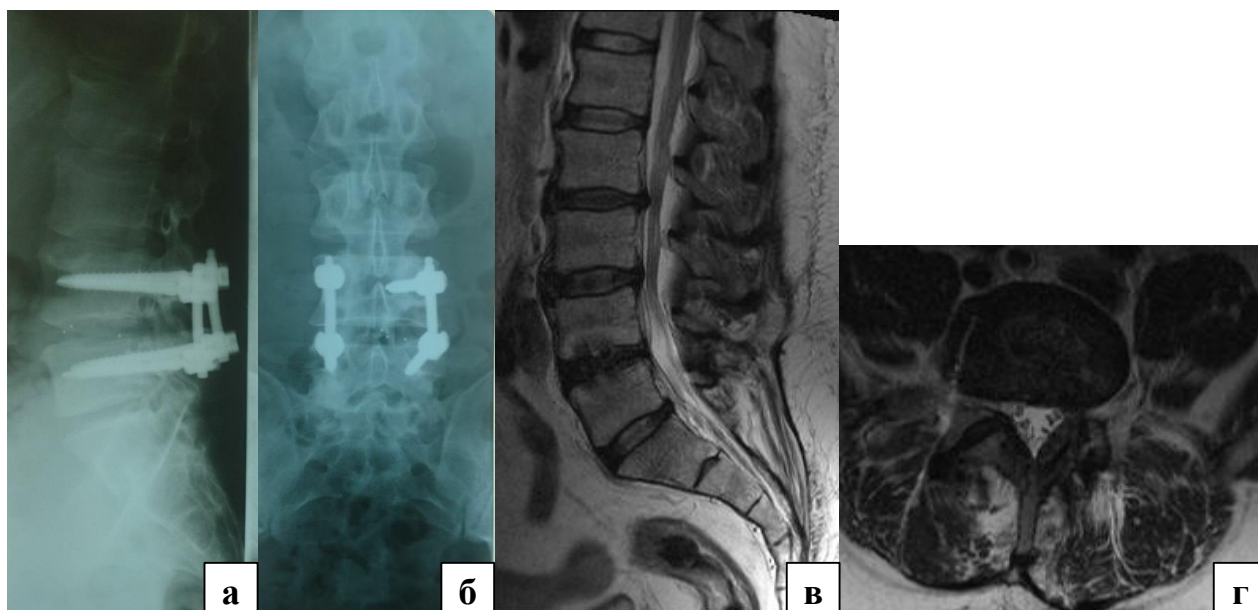


Рисунок 46 – Клинический пример. Пациент С., 40 лет: а – сагиттальная поясничная спондилограмма после операции (PI 51°, PT 12°, SS 42°, L<sub>I</sub>–S<sub>I</sub> LL 59°); б – фронтальная поясничная спондилограмма после операции; в – сагиттальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника после операции; г – аксиальная МРТ-грамма поясничного отдела позвоночника на уровне L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>

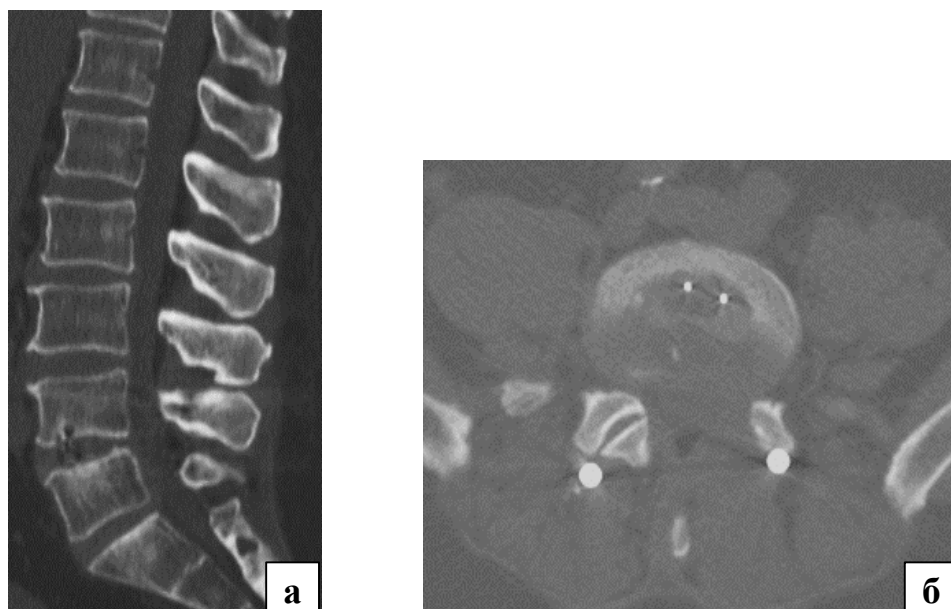


Рисунок 47 – Клинический пример. Пациент С., 40 лет: а – сагиттальная МСКТ поясничного отдела позвоночника после операции; б – аксиальная МСКТ поясничного отдела позвоночника на уровне L<sub>IV</sub>–L<sub>V</sub>

По данным электронейромиографии верхних и нижних конечностей – при стимуляционной миографии нижних конечностей отмечена положительная динамика в виде улучшения скоростных показателей f-волны и М-ответа в левом малоберцовом нерве.

Пациент вернулся к прежней работе, не связанной с физическим трудом, через 3 недели после оперативного лечения, к полноценному труду без физических ограничений – через 8 недель после операции.

*Резюме.* На сегодняшний день в базе данных Pubmed и русскоязычной литературе отсутствуют исследования, направленные на оценку эффективности дифференцированного использования методик динамической и ригидной стабилизации у пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника в зависимости от индивидуальных параметров заднего опорного комплекса.

Методики оперативных вмешательств общеизвестны и имеют специфические для каждой хирургической технологии осложнения. Но при этом возможность предоперационного планирования и выбора способа хирургического лечения до сих пор окончательно не predetermined.

Межгрупповой сравнительный анализ показал лучшие параметры регресса дооперационного болевого синдрома по ВАШ и функционального состояния по ODI, а также меньшее количество неблагоприятных исходов в подгруппах проспективного исследования.

Таким образом, использование алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров ДС позволило определить её высокую клиническую и рентгенологическую эффективность при лечении дегенеративных заболеваний нижнепоясничного отдела позвоночника.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время подходы к хирургическому лечению пациентов с различной степенью дегенеративных поражений нижнепоясничного отдела позвоночника не определены. На сегодняшний день в спинальной хирургии выполняются различные оперативные вмешательства при дегенеративных заболеваниях нижнепоясничного отдела позвоночника – от минимально инвазивных пункционных методик до парциальной или тотальной фасетэктомии с ригидной стабилизацией, результаты которых являются неоднозначными. Это, в первую очередь, связано с отсутствием объективных показаний к выбору вида оперативного лечения без учёта индивидуальных анатомических особенностей ДС. Также отсутствует единый алгоритм дифференциальной диагностики дискогенного или артрогенного генеза болевого синдрома.

Пункционные лазерные хирургические методики являются высокоэффективными способами лечения болевого синдрома, обусловленного дегенеративными заболеваниями МПД и ДС. Значимый положительный эффект достигается правильным отбором пациентов для проведения оперативного вмешательства с учётом осуществления предоперационных провокационных проб и корректным проведением минимально инвазивных хирургических манипуляций.

В проведённом исследовании установлено, что симультанная лазерная вапоризация МПД и лазерная денервация ДС по разработанному «Способу пункционного хирургического лечения пациентов, страдающих синдромом фасеточных суставов» (приоритетная справка № 2018116803/14 (026165)) являются безопасными и эффективными минимально-инвазивными способами хирургического лечения пациентов с умеренными дегенеративными изменениями переднего и заднего опорных комплексов при невозможности проведения открытых хирургических вмешательств. При этом основным критерием эффективности открытых декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств

является предоперационное использование диагностических провокационных проб для выявления доминирующего клинически значимого уровня.

Также в данном исследовании отражены результаты анализа проведённых декомпрессивно-стабилизирующих хирургических вмешательств, выполненных для лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника.

Сагиттальный баланс позвоночника оценивали по компенсаторным реакциям наклона крестца и таза. Применяли следующие рентгенографические параметры: PI (наклон таза) SS (наклон крестца), PT (отклонение таза). Во всех группах исследования пациенты ретроспективного и проспективного анализа не имели отклонений сагиттального баланса.

Обосновано применение величины фасеточного угла и показателя тропизма ДС, определяемых неинвазивным методом МРТ, позволившее объективно оценить морфоструктурные характеристики и оптимизировать лечебно-диагностическую тактику для пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничного отдела позвоночника.

Для выявления причин отдалённых неблагоприятных исходов хирургических вмешательств при дегенеративных заболеваниях нижнепоясничных сегментов позвоночника осуществлён ретроспективный анализ историй болезни, инструментальных данных, а также клинико-морфологическая оценка результатов лечения 237 пациентов. После проведения провокационных диагностических проб верифицирована сочетанная корешковая и псевдорадикулярная симптоматика различной степени выраженности: у 96 пациентов (I группа) верифицированы соматические противопоказания к проведению открытых оперативных вмешательств, в связи с чем выполнялись пункционные хирургические методики (симультанная лазерная вапоризация МПД и лазерная денервация ДС); у 141 пациента (II группа) осуществлены декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства: в 48 случаях – дискэктомия из переднего внебрюшинного параректального доступа с имплантацией искусственного протеза диска M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США) (IIa подгруппа), в 42 – межтеловой спондилодез

кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария) по методике TLIF с ипсилатеральной транспедикулярной стабилизацией системой Viper II (Synthes, Швейцария) и контрлатеральной фиксацией имплантатом Facet Wedge (Synthes, Швейцария) (Пб подгруппа); в 51 – межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария) по методике TLIF с билатеральной транспедикулярной стабилизацией конструкцией «Viper II» (Synthes, Швейцария) (Пв подгруппа).

Доказано, что в отдалённом послеоперационном периоде неудовлетворительные клинические исходы связаны с развитием синдрома смежного сегмента, послеоперационной нестабильностью, псевдоартрозом и рубцовыми интраканальными изменениями.

С целью улучшения послеоперационных клинических исходов и устранения осложнений осуществлён корреляционный анализ отдалённых клинических исходов (уровень выраженности болевого синдрома по ВАШ, функциональное состояние по ODI, удовлетворённость результатом оперативного лечения по шкале Macnab) и дооперационных нейровизуализационных параметров ДС (степень дегенеративных изменений по A. Fujiwara, C. Pfirrmann, B. Vernon-Roberts, OARSI, величина фасеточных углов и тропизм ДС). При проведении статистического анализа выявлена прямая значимая непараметрическая корреляция нейровизуализационных параметров величины фасеточных углов и тропизма ДС с отдалёнными клиническими исходами хирургического лечения. Установлено, что в группе пациентов, оперированных по методике динамической фиксации, минимальные отдалённые исходы по ВАШ и ODI достигнуты при дооперационных параметрах ДС: I–II степень дегенерации по Fujiwara, величина фасеточных углов ДС менее 60° вне зависимости от наличия тропизма. В группе пациентов, оперированных по методике ригидной стабилизации, минимальные отдалённые исходы достигнуты при дооперационных параметрах ДС: степень дегенерации по Fujiwara больше II, величина фасеточных углов ДС более 60°. При этом в случае отсутствия тропизма ДС возможна контрлатеральная трансфасеточная фиксация, а при наличии тропизма целесообразно выполнение билатеральной транспедикулярной стабилизации.

Основой проспективного анализа является мультицентровое исследование результатов хирургического лечения 120 пациентов, у которых после проведения диагностических провокационных проб верифицировано симптоматичное одноуровневое дегенеративное поражение нижнепоясничного сегмента позвоночника, впоследствии подвергшихся хирургическому лечению по разработанному новому алгоритму на базах нейрохирургических отделений следующих медицинских учреждений: НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО "РЖД"», ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», ГБУЗ «Краевая клиническая больница» г. Красноярск за период 2016–2018 гг.

Для систематизации групп исследования с учётом показателей величины углов и тропизма ДС проведены декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства и выделены три группы проспективного исследования в зависимости от используемой хирургической технологии: дискэктомия из переднего внебрюшинного параректального доступа с имплантацией искусственного протеза диска M-6 Lumbar (Spinal Kinetics, США) (I группа,  $n = 40$ ), межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария)/«Capstone» (Medtronic, США) по методике TLIF с ипсилатеральной транспедикулярной стабилизацией системой «Viper II» (Synthes, Швейцария)/«U-centum» (Ulrich, Германия) и контрлатеральной фиксацией имплантатом «Facet Wedge» (Synthes, Швейцария) (II группа,  $n = 40$ ); межтеловой спондилодез кейджем «T-pal» (Synthes, Швейцария)/«Capstone» (Medtronic, США) по методике TLIF с билатеральной транспедикулярной стабилизацией конструкцией «Viper II» (Synthes, Швейцария)/«U-centum» (Ulrich, Германия) (III группа,  $n = 40$ ).

Ведение послеоперационных ран выполнялось с использованием разработанного «Способа профилактики инфекционных осложнений при оперативных вмешательствах на позвоночнике в раннем послеоперационном периоде» (приоритетная справка № 2018105422/14 (008306)).



Проведён сравнительный анализ результатов лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника с ретроспективной группой исследования.

В проведённом межгрупповом анализе болевого синдрома по шкале ВАШ зарегистрирована достоверно наименьшая его степень выраженности в отдалённом послеоперационном периоде в группе пациентов проспективного исследования, подвергшихся оперативному лечению с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров ДС ( $p < 0,05$ ).

В проведённом межгрупповом анализе оценки качества жизни пациентов в отдалённом послеоперационном периоде установлено статистически значимое улучшение качества жизни пациентов по индексу ODI через 24 месяца в группе пациентов проспективного исследования, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров ДС ( $p < 0,05$ ).

При обработке результатов хирургических вмешательств в отдалённом послеоперационном периоде по субъективной оценочной шкале Маснав выявлена статистически достоверная удовлетворённость результатом проведённого оперативного вмешательства через 24 месяца в группе пациентов проспективного исследования, оперированных с применением алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника на основе индивидуальных параметров ДС ( $p < 0,05$ ).

При анализе послеоперационных осложнений в двух группах исследования выявлено наименьшее количество осложнений в группе проспективного исследования.

Вышеперечисленная информация дала возможность сформулировать алгоритм хирургического лечения, в которой отражено определённое значение

структурных параметров ДС для обоснованного выбора хирургической тактики. Полученные данные позволили с клинических позиций уточнить и расширить представления наших предшественников о роли величины углов и тропизма ДС в прогнозировании отдалённого послеоперационного клинического исхода у пациентов с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника.

**ВЫВОДЫ:**

1. Причинами неблагоприятных исходов декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств в отдалённом послеоперационном периоде являются прогрессирование дегенеративных изменений в смежных позвоночных сегментах (4 %), развитие межтелового костного блока при ригидной фиксации (2 %) и гетеротопической оссификации на оперированном уровне после имплантации динамического протеза диска (1,4 %).

2. Динамическая фиксация показана при дегенерации дугоотростчатых суставов нижнепоясничного отдела позвоночника I–II степени по Fujiwara и величине фасеточного угла менее  $60^\circ$  вне зависимости от наличия тропизма; ригидная стабилизация показана при дегенерации дугоотростчатых суставов больше II степени по Fujiwara и величине фасеточного угла более  $60^\circ$ .

3. При наличии нейровизуализационных параметров фасеточного угла менее  $60^\circ$  вне зависимости от наличия тропизма показана тотальная артропластика, а более  $60^\circ$  – ригидная стабилизация поражённого сегмента. При отсутствии тропизма дугоотростчатых суставов показана контрлатеральная трансфасеточная фиксация, при наличии тропизма – билатеральная транспедикулярная стабилизация.

4. Применение разработанного алгоритма выбора хирургической тактики в зависимости от тропизма дугоотростчатых суставов и степени их дегенерации в хирургическом лечении пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника позволяет снизить болевой синдром в пояснице и ногах, нормализовать повседневную активность больных и, тем самым, повысить качество их жизни.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. Пациентам с дегенеративными заболеваниями нижнепоясничных сегментов позвоночника, направляемых на оперативное лечение, в предоперационном периоде необходима оценка сагиттального баланса, величины фасеточного угла и тропизма дугоотростчатых суставов по методике Karacan, степени выраженности дегенеративных изменений по результатам магнитно-резонансной и мультиспиральной компьютерной томографий.

2. При невозможности проведения открытых хирургических вмешательств после верифицирования артрогенного источника болевого синдрома провокационными тестами, возможно использование пункционного способа лечения патологии дугоотростчатых суставов путём деструкции медиальной ветви нерва Люшка, последующей обратной тракцией световода на 2–3 мм с разрушением латеральной ветви спинномозгового нерва.

3. При наличии нейровизуализационных параметров фасеточного угла менее  $60^\circ$  вне зависимости от наличия тропизма возможным является выполнение тотальной артропластики межпозвонкового диска. При выявлении нейровизуализационных параметров фасеточного угла более  $60^\circ$  показано выполнение ригидной стабилизации поражённого позвоночно-двигательного сегмента. В случае отсутствия тропизма дугоотростчатых суставов возможна контрлатеральная трансфасеточная фиксация, а при наличии тропизма целесообразно выполнение билатеральной транспедикулярной стабилизации.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

- ВАШ – визуально-аналоговая шкала оценки болевого синдрома;
- ВТЭО – венозные тромбозы и тромбоэмболические осложнения;
- ИОХВ – инфекция области хирургического вмешательства;
- МПД – межпозвонковый диск;
- МРТ – магнитно-резонансная томография;
- МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография;
- ПДС – позвоночно-двигательный сегмент;
- ДС – дугоотростчатый сустав;
- ЭНМГ – электронейромиография нижних конечностей;
- ODI – Oswestry disability index (индекс функциональной дееспособности для поясничного отдела позвоночника).

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абакиров, М. Д. Эндо-протезирование межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника / М. Д. Абакиров, И. А. Круглов, Р. Р. Абдрахманов // Хирургия позвоночника. – 2016. – Т. 13, № 1. – С. 59–66.
2. Алгоритм диагностики и хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника / З. В. Кошкарёва, В. А. Сороковиков, В. А. Бывальцев [и др.] // Acta Biomedica Scientifica. – 2017. – № 2 (5-2). – С. 78–86.
3. Алгоритм хирургического лечения стенозирующих процессов позвоночного канала и дурального мешка на поясничном уровне / В. А. Сороковиков, З. В. Кошкарёва, В. А. Бывальцев [и др.] // Acta Biomedica Scientifica. – 2017. – № 2 (6). – С. 44–51.
4. Анализ результатов применения тотальной артропластики межпозвонкового диска шейного отдела позвоночника протезом М6-С: мультицентровое исследование / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, И. А. Степанов [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. – 2017. – № 5. – С. 46–55.
5. Анализ результатов применения тотальной артропластики межпозвонкового диска пояснично-крестцового отдела позвоночника протезом М6-L: мультицентровое исследование / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, Ю. Я. Пестряков [и др.] // Вестник РАМН. – 2017. – Т. 72, № 5. – С. 393–402.
6. Анализ результатов эффективности дексметомидина при лечении дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника минимально-инвазивными пункционными методиками у пациентов пожилого возраста / В. А. Бывальцев, В. Ю. Голобородько, А. А. Калинин [и др.] // Успехи геронтологии. – 2018. – Т. 31, № 3. – С. 408–415.
7. Анатомо-физиологические особенности фасеточных суставов. Эволюция фасеточной фиксации при лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин,

А. К. Оконешникова, Ю. Я. Пестряков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2017. – № 3. – С. 56–62.

8. Арестов, С. О. Особенности техники и отдалённые результаты порталных эндоскопических вмешательств при грыжах межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / С. О. Арестов, А. О. Гуца, А. А. Кащеев // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. – 2011. – № 1. – С. 27–33.

9. Арестов, С. О. Эндоскопическая нейрохирургия при лечении грыж межпозвонковых дисков грудного и пояснично-крестцового отделов позвоночника : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.18 / Арестов Сергей Олегович. – М., 2006. – 27 с.

10. Берснев, В. П. Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов / В. П. Берснев, Е. А. Давыдов, Е. Н. Кондаков. – СПб.: Специальная литература, 1998. – 368 с.

11. Брехов, А. Н. Варианты микрохирургической дискэктомии в зависимости от топографии диск-радикулярного конфликта / А. Н. Брехов // Бюл. Укр. ассоц. нейрохир. – 1998. – № 6. – С. 164–165.

12. Бывальцев, В. А. Анализ клинической эффективности применения метода фасетопластики при лечении фасет-синдрома в поясничном отделе позвоночника у пациентов пожилого и старческого возраста / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, А. К. Оконешникова // Успехи геронтологии. – 2017. – № 30 (1). – С. 84–91.

13. Бывальцев, В. А. Возможности применения новой минимально-инвазивной методики фасеточной фиксации системой «Facet Wedge» при лечении дегенеративных заболеваний пояснично-крестцового отдела позвоночника у пациентов пожилого возраста / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, А. К. Оконешникова // Успехи геронтологии. – 2017. – Т. 30, № 5. – С. 776–783.

14. Бывальцев, В. А. Нестабильные формы дегенеративных заболеваний позвоночно-двигательных сегментов пояснично-крестцового отдела позвоночника: диагностика и хирургическое лечение / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, В. В. Шепелев. – Новосибирск : Наука, 2017.

15. Бывальцев, В. А. Операционный микроскоп при вертебрологических и краниальных операциях: от монокуляра до 3D-визуализации / В. А. Бывальцев, Г. С. Жданович, Е. Г. Белых // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2015. – № 8. – С. 5–9.

16. Вертеброгенная боль в пояснице / Г. И. Назаренко, И. Б. Героева, А. М. Черкашов, А. А. Рухманов. – М. : Медицина, 2008. – 456 с.

17. 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.

18. Видеоэндоскопический способ лечения повреждений и заболеваний позвоночника / А. А. Гринь, С. К. Ощепков, А. К. Кайков, И. Б. Алейникова // Нейрохирургия. – 2013. – № 1. – С. 51–56.

19. Влияние гетеротопической оссификации на клинические и рентгенологические исходы после тотальной артропластики поясничных межпозвонковых дисков протезом «М6-L»: мультицентровое исследование / В. А. Бывальцев, Ю. Я. Пестряков, В. В. Шепелев, И. А. Степанов // Хирургия позвоночника. – 2017. – Т. 14, № 4. – С. 69–75.

20. Влияние динамической фиксации поясничных позвоночных сегментов на их подвижность / А. Е. Симонович, С. П. Маркин, Х. А. Нуралиев, И. И. Снежков // Хирургия позвоночника. – 2008. – № 4. – С. 30–36.

21. Возможности высокоинформативных методов исследования для объективизации сращения поясничных позвонков при использовании имплантатов из титана / В. В. Доценко, Н. В. Ремизов, В. Б. Вовкогон [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 4. – С. 50–54.

22. Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвонковых суставов поясничного отдела позвоночника / И. В. Волков, И. Ш. Карабаев, Д. А. Пташников [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2017. – Т. 23, № 4. – С. 29–38.



23. Гиоев, П. М. Задние доступы в хирургии врождённых и дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника / П. М. Гиоев, Е. Н. Кондаков // Хирургия позвоночника. – 2008. – № 1. – С. 40–45.
24. Гринь, А. А. Комментарии к статье М. Х. Кариева, Ю. Ф. Сабуренко, С. Н. Ишмухамедова и др. «Перкутанная дискэктомия в лечении больных поясничным остеохондрозом» / А. А. Гринь // Нейрохирургия. – 2002. – № 1. – С. 25–26.
25. Гринь, А. А. Лучевая диагностика позвоночно-спинномозговой травмы. Часть 2 / А. А. Гринь, Е. В. Григорьева // Нейрохирургия. – 2013. – № 1. – С. 7–21.
26. Грунтовский, Г. Х. Первично-стабильный спондилодез эндопротезами из корундовой керамики у больных остеохондрозом поясничного отдела позвоночника / Г. Х. Грунтовский // Остеохондроз позвоночника. – М., 1992. – С. 18–23.
27. Дегенеративно-дистрофические поражения позвоночника. Руководство для врачей / Т. Е. Рамешвили, Г. Е. Труфанов, Б. В. Гайдар, В. Е. Парфенов. – СПб. : ЭЛСБИ-СПб, 2011. – 218 с.
28. Дегенеративные заболевания дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника: диагностика и хирургическое лечение / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, И. А. Степанов, А. К. Оконешникова. – Новосибирск : Наука, 2018. – 232 с.
29. Дегенерация межпозвонкового диска и возможности тканевой инженерии: обзор литературы / В. А. Бывальцев, И. А. Степанов, Л. А. Бардонова, Е. Г. Белых // Хирургия позвоночника. – 2017. – Т. 14, № 1. – С. 60–67.
30. Декомпрессия и динамическая стабилизация многоуровневой нестабильности позвоночно-двигательных сегментов на поясничном уровне: методические рекомендации / В. А. Бывальцев, В. А. Сороковиков, А. А. Калинин [и др.]. – Иркутск, 2015. – 16 с.
31. Дестандо, Ж. Эндоскопическая хирургия грыжи поясничного диска: исследование 1562 случаев / Ж. Дестандо // Хирургия позвоночника. – 2006. – № 1. – С. 50–54.

32. Диагностика и хирургическое лечение неврологических осложнений поясничного остеохондроза / В. А. Шустин, В. Е. Парфенов, С. В. Топтыгин [и др.]. – СПб. : Фолиант, 2006. – 168 с.

33. Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография в диагностике дегенерации межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / В. А. Бывальцев, И. А. Степанов, А. А. Калинин, Е. Г. Белых // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2016. – Т. 97, № 6. – С. 357–364.

34. Долгова, Л. Н. Фасеточная артропатия: избранные вопросы терминологии, диагностики и терапии / Л. Н. Долгова, И. Г. Красивина, Н. В. Кириллов // РМЖ. – 2016. – Т. 24, № 2. – С. 77–84.

35. Доценко, В. В. Спондилолистез: передние малотравматичные операции / В. В. Доценко, И. Н. Шевелев, Н. В. Загородний // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 1. – С. 47–54.

36. Дракин, А. И. Спонтанная резорбция грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / А. И. Дракин // Военно-медицинский журнал. – 2008. – Т. 329, № 6. – С. 61.

37. Дривотинов, Б. В. Новый подход к диагностике и терапевтической коррекции вертеброгенного пояснично-крестцового болевого синдрома / Б. В. Дривотинов, А. И. Гаманович // Военная медицина. – 2016. – № 2 (39). – С. 92–98.

38. Дривотинов, Б. В. Особенности диагностики и лечения пояснично-крестцового болевого синдрома при остеохондрозе позвоночника / Б. В. Дривотинов, А. И. Гаманович // Здравоохранение (Минск). – 2015. – № 11. – С. 50–56.

39. Егоров, А. В. Комплексное использование эндовидеонейрохирургических технологий при лечении пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.18 / Егоров Андрей Владимирович. – Новосибирск, 2014. – 113 с.

40. Изолированные и сочетанные дегенеративные тандемстенозы позвоночного канала шейного и поясничного отделов позвоночника: обзор

литературы / В. А. Бывальцев, В. В. Шепелев, С. Б. Никифоров, А. А. Калинин // Хирургия позвоночника. – 2016. – Т. 13, № 2. – С. 52–61.

41. Инфекции в области хирургического вмешательства в спинальной нейрохирургии / В. А. Бывальцев, И. А. Степанов, В. Э. Борисов [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2017. – Т. 98, № 5. – С. 796–803.

42. Исаева, Н. В. Современный взгляд на клиническое значение и эпидурального фиброза после поясничных дискэктомий / Н. В. Исаева, М. Г. Дралюк // Хирургия позвоночника. – 2010. – № 1. – С. 38–45.

43. Использование лазерного излучения в комплексном лечении дегенеративных заболеваний позвоночника / А. Н. Забродский, В. Н. Карп, С. В. Вовненко, В. А. Минаев // Лазерная медицина. – 2017. – Т. 21, № 2. – С. 8–11.

44. Использование стволовых клеток в терапии дегенерации межпозвонкового диска / В. А. Бывальцев, И. А. Степанов, Л. А. Бардонова, Е. Г. Белых // Вестник РАМН. – 2016. – Т. 71, № 5. – С. 341–348.

45. История хирургического лечения корешковой боли при патологии межпозвонкового диска / В. А. Бывальцев, Е. Г. Белых, А. А. Калинин [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2016. – Т. 13, № 2. – С. 78–89.

46. Калинин, А. А. Взаимосвязь спондилометрических параметров с клиническим исходом хирургического лечения дегенеративного спондилолистеза при многоуровневых поражениях поясничных межпозвонковых дисков / А. А. Калинин, В. А. Бывальцев // Хирургия позвоночника. – 2015. – № 4. – С. 56–62.

47. Калинин, А. А. Лечение пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника с использованием новой методики фасеточной стабилизации имплантатом Facet Wedge / А. А. Калинин, А. К. Оконешникова, В. А. Бывальцев // Современные технологии в медицине. – 2017. – № 9 (2). – С. 131–140.

48. Калинин, А. А. Хирургическое лечение дегенеративного спондилолистеза при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового

отдела позвоночника : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / Калинин Андрей Андреевич. – Новосибирск, 2016. – 144 с.

49. Клиника, диагностика и хирургическое лечение грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / В. А. Бывальцев, Е. Г. Белых, А. А. Калинин, В. А. Сороковиков. – Иркутск : РИО ИНЦХТ, 2016. – 275 с.

50. Клинический пример хирургического лечения дегенеративного стеноза на двух уровнях в грудном отделе позвоночника / В. А. Бывальцев, В. А. Сороковиков, А. А. Калинин [и др.] // Хирургия. Журн. им. Н. И. Пирогова (Москва). – 2015. – № 7. – С. 93–96.

51. Колотов, Е. Б. Рефлекторные и компрессионные синдромы спондилоартроза (диагностика и нейрохирургическое лечение) : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.28 / Колотов Егор Борисович. – Новокузнецк, 2003. – 26 с.

52. Комплексный анализ диффузионного транспорта и микроструктуры межпозвонкового диска / В. А. Бывальцев, С. И. Колесников, Е. Г. Белых [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – № 164 (8). – С. 255–260.

53. Коновалов, Н. А. Прогнозирование микрохирургического лечения грыж межпозвонковых дисков на пояснично-крестцовом уровне : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.18 / Коновалов Николай Александрович. – М., 1999. – 24 с.

54. Корреляционная зависимость клинико-морфологических проявлений и биомеханических параметров у больных с дегенеративным спондилолистезом L<sub>IV</sub> позвонка / А. В. Крутько, А. В. Пелеганчук, Д. М. Козлов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2011. – № 4 (62). – С. 44–52.

55. 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.

56. Крутько, А. В. Сравнительный анализ результатов заднего межтелового спондилодеза (PLIF) и трансфораминального межтелового спондилодеза (TLIF)

в сочетании с транспедикулярной фиксацией / А. В. Крутько // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2012. – № 1. – С. 12–21.

57. Крылов, В. В. Состояние нейрохирургической помощи больным с травмами и заболеваниями позвоночника и спинного мозга в г. Москве (по данным нейрохирургических стационаров Комитета здравоохранения за 1997–1999 гг.) / В. В. Крылов, В. В. Лебедев, А. А. Гринь // Нейрохирургия. – 2001. – № 1. – С. 60–66.

58. Кузнецов, В. Ф. Особенности клинических проявлений деформирующего спондилёза и остеохондроза в зависимости от глубины поясничного позвоночного канала / В. Ф. Кузнецов, Г. В. Пашко, С. Ф. Секач // Периферическая нервная система. – 1980. – № 3. – С. 129–131.

59. Кушнирук, П. И. Морфологическое обоснование медиальной фасетэктомии при микрохирургическом удалении грыж поясничных межпозвонковых дисков : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.18 / Кушнирук Пётр Иванович. – М., 2005. – 24 с.

60. Лазерная деструкция медиальных ветвей задних корешков спинномозговых нервов в лечении фасет-синдрома позвоночника / Ю. К. Дейниченко, Д. А. Середа, Д. С. Ивахненко [и др.] // Украинский нейрохирургический журнал. – 2010. – № 3. – С. 18–20.

61. Лебедев, А. С. Отдалённые результаты хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков и пути их улучшения : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.28 / Лебедев Александр Сергеевич. – СПб., 2002. – 18 с.

62. Липай, Е. В. Клинико-диагностические критерии и особенности лечебной тактики при многоуровневых дискогенных поражениях на 3 и более уровня поясничного отдела позвоночника : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.13, 14.00.28 / Липай Елена Владимировна. – М., 2007. – 111 с.

63. Луцик, А. А. Вентральные стабилизирующие и декомпрессивно-стабилизирующие операции при разных клинических вариантах спондилолистеза / А. А. Луцик, А. Г. Елифанцев, Г. Ю. Бондаренко // Хирургия позвоночника. – 2010. – № 4. – С. 48–54.

64. Луцик, А. А. Спондилоартроз / А. А. Луцик, И. Р. Шмидт, Е. Б. Колотов. – Новосибирск, 2003. – 120 с.
65. Львов, В. С. Минимально инвазивные методы и тактика хирургического лечения при повреждениях верхнешейного отдела позвоночника / И. С. Львов, А. А. Гринь, А. В. Сытник // Нейрохирургия. – 2017. – № 4. – С. 89–95.
66. Малоинвазивная хирургия дегенеративных заболеваний позвоночника / В. В. Щедренко, И. В. Яковенко, Н. В. Аникеев [и др.]. – СПб. : Изд-во ФГУ «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» Минздравсоцразвития России, 2011. – 435 с.
67. Маркин, С. П. Малоинвазивная методика заднего поясничного межтелового спондилодеза с использованием эндоскопической техники / С. П. Маркин, А. Е. Симонович, А. А. Байкалов // Хирургия позвоночника. – 2007. – № 2. – С. 62–65.
68. Минимально-инвазивный способ лечения стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночного канала / А. А. Калинин, В. В. Шепелев, А. Э. Будаев [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2015. – № 4. – С. 95–97.
69. Мовшович, И. А. К вопросу о нестабильности позвоночника (классификация, диагностика) / И. А. Мовшович, Ш. Ш. Шотемор // Ортопедия и травматология. – 1979. – № 5. – С. 24–29.
70. Мультицентровой анализ результатов применения прямого бокового межтелового спондилодеза (DLIF) и транскутанной транспедикулярной фиксации у пациентов с дегенеративными заболеваниями межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, С. К. Акшулаков [и др.] // Вестник РАМН. – 2017. – № 72 (2). – С. 152–161.
71. Мусалатов, Х. А. О показаниях к хирургическому лечению грыжи межпозвонкового диска при поясничном остеохондрозе / Х. А. Мусалатов, А. Г. Аганесов, Н. Е. Хорева // Нейрохирургия. – 1999. – № 2. – С. 29–30.
72. 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. – 2015. – № 3. – С. 45–54.

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

74. Осна, А. И. Хирургическое лечение поясничных остеохондрозов / А. И. Осна. – М., 1965. – 150 с.

75. Особенности клинических проявлений синдрома оперированного позвоночника / О. Н. Тюлькин, А. С. Назаров, Е. А. Давыдов, В. П. Берснев // Трансляционная медицина. – 2015. – № 2-3 (31-32). – С. 69–75.

76. Панаськов, А. В. Нестабильность позвоночника при поясничном остеохондрозе (диагностика и способы хирургического лечения) : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.28 / Панаськов Андрей Валерьевич. – СПб., 2006. – 44 с.

77. Перльмуттер, О. А. Компрессия спинного мозга и его корешков (диагностика, хирургическая тактика) : автореф. дис. ... докт. мед. наук : 14.00.28 / Перльмуттер Ольга Александровна. – М., 2000. – 46 с.

78. Повреждения поясничного отдела позвоночника в сочетании с переломами крестца / А. И. Швец, Д. В. Ивченко, В. К. Ивченко [и др.] // Травма. – 2014. – Т. 15, № 2. – С. 55–59.

79. Подымова, И. Г. Фасет-синдром / И. Г. Подымова, А. Б. Данилов // РМЖ. – 2014. – Т. 22, № 32. – С. 47–50.

80. Полищук, Н. Е. Структура больных остеохондрозом поясничного отдела позвоночника / Н. Е. Полищук, Е. И. Слынько, А. Е. Косинова // Материалы III съезда нейрохирургов России. – СПб., 2002. – С. 272.

81. Попелянский, Я. Ю. Ортопедическая неврология (вертеброневрология) / Я. Ю. Попелянский. – М., 2003. – 244 с.

82. Продан, А. И. Дегенеративные заболевания позвоночника. Том 1. Семиотика. Классификация. Диагностика / А. И. Продан, В. А. Радченко, Н. А. Корж. – Харьков : ИПП «Контраст», 2007. – 272 с.

83. Продан, А. И. Ортопедические аспекты хирургического лечения стеноза позвоночного канала / А. И. Продан // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2005. – № 1. – С. 93–97.

84. Результаты этапного хирургического лечения пациентов с тандем-стенозами шейного и пояснично-крестцового отделов позвоночника / В. А. Бывальцев, А. В. Крутько, В. В. Шепелев, А. А. Калинин // Хирургия позвоночника. – 2017. – № 14 (2). – С. 50–62.

85. Рождественский, А. С. Хирургическое лечение изолированных нестабильных повреждений позвоночника : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.24 / Рождественский Алексей Сергеевич. – СПб., 2000. – 22 с.

86. Свиридова, Н. К. Эффективность сочетания низких доз диклофенака и комплекса витаминов группы В при лечении боли в спине / Н. К. Свиридова // Международный неврологический журнал. – 2017. – № 5 (91). – С. 61–67.

87. Симонович, А. Е. Хирургическое лечение дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника : автореф. дис. ... докт. мед. наук : 14.00.28 / Симонович Александр Евгеньевич. – Новосибирск, 2005. – 45 с.

88. Симуляционные технологии в спинальной хирургии / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, Е. Г. Белых, И. А. Степанов // Вестник РАМН. – 2016. – Т. 71, № 4. – С. 297–303.

89. Современные принципы в хирургии травм и заболеваний позвоночника / В. В. Крылов, А. А. Гринь, А. К. Кайков [и др.] // Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2014. – № 4. – С. 36–41.

90. 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, 2003. – 187 с.

91. Способ доступа к позвоночному каналу при стенозирующем поражении пояснично-крестцового отдела позвоночника : пат. 2508909 Рос. Федерация: МПК А61В17/00 / Калинин А. А., Бывальцев В. А., Сороковиков В. А., Белых Е. Г.;



заявитель и патентообладатель ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН. – 2012148002/14; заявл. 12.11.12; опубл. 10.03.14, Бюл. № 7.

92. Способ микрохирургического лечения грыжи поясничного отдела позвоночника : пат. 2474396 Рос. Федерация: МПК А61В17/56 / Бывальцев В. А., Сороковиков В. А., Белых Е. Г., Егоров А. В., Панасенков С. Ю., Калинин А. А.; заявитель и патентообладатель ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН. – 2011140179/14; заявл. 03.10.11; опубл. 10.02.13, Бюл. № 4.

93. Способ реконструкции позвоночного канала при компрессионном синдроме / В. А. Бывальцев, В. А. Сороковиков, З. В. Кошкарева [и др.] // Методические указания по применению медицинской технологии. – Иркутск : РИО ИНЦХТ, 2017.

94. Способ реконструкции позвоночного канала при лечении стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника : пат. 2531927 Рос. Федерация: МПК А61В17/70 / Бывальцев В.А., Калинин А.А., Сороковиков В.А., Белых Е.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН. – 2012157423/14; заявл. 26.12.12; опубл. 27.10.14, Бюл. № 30.

95. Стабилизация заднего отдела тазового кольца у пострадавших с политравмой способом минимально-инвазивной пояснично-тазовой фиксации / А. К. Дулаев, И. В. Кажанов, В. А. Мануковский [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2017. – Т. 14, № 3. – С. 40–46.

96. Стабильная и динамическая фиксация при повреждениях и дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника / И. В. Зуев, Е. А. Давыдов, В. П. Берснев [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 3. – С. 8–13.

97. Сулайманов, Ж. Д. Корпородез как метод лечения нестабильных форм остеохондроза / Ж. Д. Сулайманов // Хирургия позвоночника. – 2008. – № 2. – С. 36–40.

98. Сулова, Е. Ю. Причины, диагноз и лечение хронической неспецифической боли в нижней части спины / Е. Ю. Сулова, А. И. Черненко // Медицинский совет. – 2014. – № 2. – С. 52–56.

99. Тиходеев, С. А. Мини-инвазивная хирургия позвоночника / С. А. Тиходеев. – СПб. : Изд. дом СПбМАПО, 2005. – 112 с.

100. Усиков, В. В. Ошибки и осложнения внутреннего транспедикулярного остеосинтеза при лечении больных с нестабильными повреждениями позвоночника, их профилактика и лечение / В. В. Усиков, В. Д. Усиков // Травматология и ортопедия России. – 2006. – № 1. – С. 21–26.

101. Фасеточная фиксация в комбинации с межтеловым спондилодезом: сравнительный анализ и клинический опыт нового способа хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, А. К. Оконешникова [и др.] // Вестник РАМН. – 2016. – Т. 71, № 5. – С. 375–383.

102. Фомичев, Н. Г. Вертебродология Российской Федерации: проблемы и пути улучшения организации специализированной помощи / Н. Г. Фомичев, М. А. Садовой // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 1. – С. 25–32.

103. Хвисюк, Н. И. Нестабильность позвоночника / Н. И. Хвисюк, Н. А. Корж, Е. М. Маковоз // Ортопедия и травматология. – 1984. – № 3. – С. 1–7.

104. Хелимский, А. М. Хронические дискогенные болевые синдромы шейного и поясничного остеохондроза / А. М. Хелимский. – Хабаровск : РИОТИП, 2000. – 256 с.

105. Холодов, С. А. Транскутанная фасетопластика при спондилоартрозе поясничного отдела позвоночника / С. А. Холодов // Журнал неврологии и психиатрии. – 2002. – Т. 102, № 4. – С. 18–20.

106. Холодов, С. А. Транскутанное протезирование синовиальной жидкости в суставе при спондилоартрозе поясничного отдела позвоночника / С. А. Холодов // Нейрохирургия. – 2014. – № 3. – С. 50–54.

107. Цитокиновые механизмы дегенерации межпозвонкового диска / В. А. Бывальцев, Е. Г. Белых, И. А. Степанов, М. Прул // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2015. – № 6. – С. 5–11.

108. Чертков, А. К. Эндопротезирование поясничных дисков / А. К. Чертков // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 2. – С. 56–61.

109. Шаповалов, В. М. Избранные лекции по вертебрологии / В. М. Шаповалов, К. А. Надулич, А.В. Теремшонок. – СПб. : НПО «Профессионал», 2008. – 176 с.

110. Шепелев, В. В. Хирургическая тактика и оказание специализированной помощи пациентам с дегенеративными тандем-стенозами шейного и поясничного отделов позвоночника : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.18 / Шепелев Валерий Владимирович. – Новосибирск, 2017. – 203 с.

111. Эффективность блокад фасеточных суставов у больных с поясничным остеохондрозом / А. С. Никитин, С. А. Асратян, Д. С. Смирнов, А. З. Шалумов // Нейрохирургия. – 2017. – № 3. – С. 57–63.

112. 18F-FDG PET/MRI in chronic sciatica: early results revealing spinal and nonspinal abnormalities / P. W. Cipriano, D. Yoon, H. Gandhi [et al.] // J. Nucl. Med. – 2018. – Vol. 59 (6). – P. 967–972. – DOI: 10.2967/jnumed.117.198259

113. A feasibility research of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion using unilateral incision and hybrid internal fixation for dural-level lumbar degenerative disease / J. Xu, K. Mao, Y. Wang [et al.] // Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. – 2013. – Vol. 27 (8). – P. 955–959.

114. A longitudinal study of disc height narrowing and facet joint osteoarthritis at the thoracic and lumbar spine, evaluated by computed tomography: the Framingham Study / M. Jarraya, A. Guermazi, A. L. Lorbergs [et al.] // Spine J. – 2018. – Vol. 18 (11). – P. 2065–2073. – DOI: 10.1016/j.spinee.2018.04.010

115. A modified delphi survey on the signs and symptoms of low back pain: Indicators for an interventional management approach / C. Pozo, A. Perucho, D. Bedmar [et al.] // Pain Pract. – 2015. – Vol. 15. – P. 12–21.

116. A multicenter, prospective, randomized trial evaluating the X STOP interspinous process decompression system for the treatment of neurogenic intermittent claudication: two-year follow-up results / J. F. Zucherman, K. Y. Hsu, C. A. Hartjen [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2005. – Vol. 30 (12). – P. 1351–1358.

117. A new technique for the treatment of lumbar facet joint syndrome using intra-articular injection with autologous platelet rich plasma / J. Wu, Z. Du, Y. Lv [et al.] // *Pain Physician*. – 2016. – Vol. 19 (8). – P. 617–625.

118. A novel in vivo large animal model of lumbar spinal joint degeneration / T. Wang, M. H. Pelletier, C. Christou [et al.] // *Spine J*. – 2018. – Vol. 18 (10). – P. 1896–1909. – DOI: 10.1016/j.spinee.2018.05.022

119. A novel posterior trench approach involving percutaneous endoscopic cervical discectomy for central cervical intervertebral disc herniation / K. X. Yu, L. Chu, L. Chen [et al.] // *Clin. Spine Surg.* – 2018. – Vol. 32 (1). – P. 10–17. – DOI: 10.1097/BSD.0000000000000680

120. A novel preoperative trajectory evaluation method for L5-S1 transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy / S. S. Eun, S. H. Lee, W. C. Liu, H. Y. Erken // *Spine J*. – 2018. – Vo. 18 (7). – P. 1286–1291. – DOI: 10.1016/j.spinee.2018.02.021

121. A novel technique for managing symptomatic spinal cysts using epiduroscopic neural laser decompression: technical note and preliminary results / S. K. Kim, B. H. Lee, M. B. Song, S. C. Lee // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2018. – Vol. 13 (1). – P. 136. – DOI: 10.1186/s13018-018-0849-3

122. A prospective study comparing platelet-rich plasma and local anesthetic (LA)/corticosteroid in intra-articular injection for the treatment of lumbar facet joint syndrome / J. Wu, J. Zhou, C. Liu [et al.] // *Pain Pract.* – 2017. – Vol. 17 (7). – P. 914–924. – DOI: 10.1111/papr.12544

123. A radiation-free mixed-reality training environment and assessment concept for C-arm-based surgery / P. Stefan, S. Habert, A. Winkler [et al.] // *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* – 2018. – Vol. 13 (9). – P. 1335–1344. – DOI: 10.1007/s11548-018-1807-6

124. Acevedo, J. Diagnóstico semiológico del síndrome de disfunción de la articulación sacroiliaca / J. Acevedo, S. Quintero // *Univ. Méd.* – 2014. – N 55. – P. 35–63.

125. Acevedo, J. Escala de diagnóstico (SI5) de disfunción de la articulación sacroiliaca: estudio piloto / J. Acevedo, S. Quintero // *Rev. Soc. Esp. Dolor.* – 2014. – N 21. – P. 125–132.

126. Acevedo, J. Principios básicos del funcionamiento de la radiofrecuencia en el tratamiento del dolor crónico / J. Acevedo // *Univ. Méd.* – 2014. – N 55. – P. 436–448.

127. Agonist-induced substance P receptor down-regulation in rat central nervous system / A. Inoue, R. Takeda, T. Fukuyasu [et al.] // *Pharm. Res.* – 1988. – Vol. 5 (12). – P. 795–799.

128. Altered Wnt and NF- $\kappa$ B signaling in facet joint osteoarthritis: insights from RNA deep sequencing / C. Chen, G. F. Bao, G. Xu [et al.] // *Tohoku J. Exp. Med.* – 2018. – Vol. 245 (1). – P. 69–77. – DOI: 10.1620/tjem.245.69

129. Alvarez, V. S. Effect of pediatric growth on cervical spine kinematics and deformations in automotive crashes / V. S. Alvarez, S. Kleiven // *J. Biomech.* – 2018. – N 71. – P. 76–83. – DOI: 10.1016/j.jbiomech.2018.01.038

130. Analysis of clinical efficacy and causes of unsatisfactory outcomes of staged surgical treatment of patients with tandem cervical and lumbosacral spinal stenosis / V. A. Byvaltsev, A. A. Kalinin, V. V. Shepelev [et al.] // *The New Armenian Medical Journal.* – 2017. – Vol. 11 (1). – P. 40–47.

131. Analysis of radiological parameters associated with decreased fractional anisotropy values on diffusion tensor imaging in patients with lumbar spinal stenosis / X. Wang, H. Wang, C. Sun [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2018. – P. 1–9. – DOI: 10.1007/s00586-018-5562-8

132. Analysis of the relationship between ligamentum flavum thickening and lumbar segmental instability, disc degeneration, and facet joint osteoarthritis in lumbar spinal stenosis / T. Yoshiiwa, M. Miyazaki, N. Notani [et al.] // *Asian Spine J.* – 2016. – Vol. 10 (6). – P. 1132–1140.

133. Analysis of the relationship between the facet fluid sign and lumbar spine motion of degenerative spondylolytic segment using Kinematic MRI / D. Wang, H. Yuan, A. Liu [et al.] // *Eur. J. Radiol.* – 2017. – Vol. 94. – P. 6–12. – DOI: 10.1016/j.ejrad.2017.07.010

134. Analysis of the results of the use prosthesis M-6 for total disc replacement of the lumbar spine. Multicenter study / V. A. Byvaltsev, A. A. Kalinin, Yu. Ya. Pestryakov, V. V. Shepelev // *Coluna/Columna*. – 2017. – Vol. 16 (4). – P. 16.

135. Anatomical and technical factors associated with superior facet joint violation in lumbar fusion / A. R. Teles, M. Paci, G. Gutman [et al.] // *J. Neurosurg. Spine*. – 2018. – Vol. 28 (2). – P. 173–180. – DOI: 10.3171/2017.6.SPINE17130

136. Animal models for studying the etiology and treatment of low back pain / C. Shi, S. Qiu, S. M. Riester [et al.] // *J. Orthop. Res.* – 2018. – Vol. 36 (5). – P. 1305–1312. – DOI: 10.1002/jor.23741

137. Anterior lumbar interbody fusion / V. A. Loguidice, R. G. Johnson, R. D. Guyer [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1988. – Vol. 13 (3). – P. 366–369.

138. Anterior lumbar interbody fusion with percutaneous pedicle screw fixation for multiple-level isthmic spondylolisthesis / C. S. Hsieh, H. C. Lee, H. S. Oh [et al.] // *Clin. Neurol. Neurosurg.* – 2017. – Vol. 158. – P. 49–52.

139. Apparent diffusion coefficient maps in the assessment of surgical patients with lumbar spine degeneration / E. G. Belykh, V. A. Byvaltsev, A. A. Kalinin [et al.] // *PLoS ONE*. – 2017. – Vol. 12 (8). – DOI: 10.1371/journal.pone.0183697

140. Association of facet tropism and orientation with lumbar disc herniation in young patients / Q. Zhou, D. Teng, T. Zhang [et al.] // *Neurol. Sci.* – 2018. – Vol. 39 (5). – P. 841–846. – DOI: 10.1007/s10072-018-3270-0

141. Augmented reality technology using Microsoft HoloLens in anatomic pathology / M. G. Hanna, I. Ahmed, J. Nine [et al.] // *Arch. Pathol. Lab. Med.* – 2018. – Vol. 142 (5). – P. 638–644.

142. Augmented reality-guided lumbar facet joint injections / C. A. Agten, C. Dennler, A. B. Roskopf [et al.] // *Invest. Radiol.* – 2018. – Vol. 53 (8). – P. 495–498. – DOI: 10.1097/RLI.0000000000000478

143. Barnsley, L. Are hip precautions necessary post total hip arthroplasty? A systematic review / L. Barnsley, L. Barnsley, R. Page // *Geriatr. Orthop. Surg. Rehabil.* – 2015. – Vol. 6 (3). – P. 230–235. – DOI: 10.1177/2151458515584640

144. Bertram, S. Caudal articular process dysplasia of thoracic vertebrae in neurologically normal French bulldogs, English bulldogs, and Pugs: Prevalence and characteristics / S. Bertram, G. Ter Haar, S. De Decker // *Vet. Radiol. Ultrasound*. – 2018. – Vol. 59 (4). – P. 396–404. – DOI: 10.1111/vru.12609

145. Biochemical and biomechanical characterization of equine cervical facet joint cartilage / S. A. O'Leary, J. L. White, J. C. Hu, K. A. Athanasiou // *Equine Vet. J.* – 2018. – Vol. 50 (6). – P. 800–808. – DOI: 10.1111/evj.12845

146. Biomechanical analysis of lateral lumbar interbody fusion constructs with various fixation options: based on a validated finite element model / Z. Zhang, G. R. Fogel, Z. Liao [et al.] // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 114. – P. 1120–1129. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.03.158

147. Biomechanical and endplate effects on nutrient transport in the intervertebral disc / M. B. Giers, B. T. Munter, K. J. Eyster [et al.] // *World Neurosurgery*. – 2017. – Vol. 16 (1). – P. 78–87.

148. Biomechanical effects of lateral bending position on performing cervical spinal manipulation for cervical disc herniation: a three-dimensional finite element analysis / X. Huang, L. Ye, Z. Wu [et al.] // *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* – 2018. – DOI: 10.1155/2018/2798396. eCollection 2018.

149. Biportal endoscopic spine surgery for various foraminal lesions at the lumbosacral lesion / D. J. Choi, J. E. Kim, J. T. Jung [et al.] // *Asian Spine J.* – 2018. – Vol. 12 (3). – P. 569–573. – DOI: 10.4184/asj.2018.12.3.569

150. Blume, H. G. Unilateral posterior lumbar interbody fusion: simplified dowel technique / H. G. Blume // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1985. – Vol. 193. – P. 75–84.

151. Bogduk, N. The anatomy of the so-called «articular nerves» and their relationship to facet denervation in the treatment of low-back pain / N. Bogduk, D. M. Long // *J. Neurosurg.* – 1979. – Vol. 51 (2). – P. 172–177.

152. Boucher, H. H. A method of spinal fusion / H. H. Boucher // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1958. – Vol. 41-B (2). – P. 248–259.

153. Brailsford, J. F. The x-ray diagnosis of pathological conditions of the gallbladder / J. F. Brailsford // *Br. Med. J.* – 1928. – Vol. 1 (3507). – P. 484–486.

154. Byvaltsev, V. A. Surgical results of the direct lateral interbody fusion for the treatment of lumbar intervertebral disc degeneration / V. A. Byvaltsev, A. A. Kalinin, T. T. Kerimbaev // *Coluna/Columna*. – 2017. – Vol. 16 (Suppl 1). – P. 21.

155. Changes in femoral trochlear morphology following surgical correction of recurrent patellar dislocation associated with trochlear dysplasia in children / K. Fu, G. Duan, C. Liu [et al.] // *Bone Joint J*. – 2018. – Vol. 100 (6). – P. 811–821. – DOI: 10.1302/0301-620X.100B6.BJJ-2017-1295.R1

156. Changes of facet joints after dynamic stabilization: continuous degeneration or slow fusion? / M. Y. Yeh, C. H. Kuo, J. C. Wu [et al.] // *World Neurosurg*. – 2018. – Vol. 113. – P. e45–e50. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.01.148

157. Characterization of facet joint cartilage properties in the human and interspecies comparisons / S. A. O'Leary, J. M. Link, E. O. Klineberg [et al.] // *Acta Biomater*. – 2017. – Vol. 54. – P. 367–376. – DOI: 10.1016/j.actbio.2017.03.017

158. Clinical and radiographic outcomes with L4-S1 axial lumbar interbody fusion (AxiaLIF) and posterior instrumentation: a multicenter study / W. D. Tobler, M. A. Melgar, T. J. Raley [et al.] // *Med. Devices (Auckl)*. – 2013. – Vol. 6. – P. 155–161. – DOI: 10.2147/MDER.S48442

159. Clinical efficacy of facet fixation in combination with lateral interbody fusion in the treatment of patients with degenerative segmental instability of the lumbar spine / V. A. Byvaltsev, A. A. Kalinin, E. G. Belykh [et al.] // *The New Armenian Medical Journal*. – 2017. – Vol. 11 (1). – P. 27–32.

160. Clinical results of Maverick lumbar total disc replacement: two-year prospective follow-up / J. C. Le Huec, H. Mathews, Y. Basso [et al.] // *Orthop. Clin. North. Am.* – 2005. – Vol. 36 (3). – P. 315–322.

161. Coflex interspinous implant placement leading to synovial cyst development: case report / S. Ramhmdani, M. Comair, C. A. Molina [et al.] // *Journal Neurosurg. Spine*. – 2018. – Vol. 29 (3). – P. 265–270. – DOI: 10.3171/2018.1.SPINE171360

162. Comparison of coblation annuloplasty and radiofrequency thermocoagulation for treatment of lumbar discogenic pain / D. Sun, Q. Li, Y. Tang [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2017. – Vol. 96 (47). – P. e8538.



163. Construction of a statistical cervical vertebrae geometric model for children 3-10 years old / Z. Li, X. Han, C. Ji, X. Han // *Ann. Biomed. Eng.* – 2018. – DOI: 10.1007/s10439-018-2071-1

164. Contribution of facet joints, axial compression, and composition to human lumbar disc torsion mechanics / S. E. Bezci, A. Eleswarapu, E. O. Klineberg, G. D. O'Connell // *J. Orthop. Res.* – 2018. – Vol. 36 (8). – P. 2266–2273. – DOI: 10.1002/jor.23870

165. Cooled versus conventional thermal radiofrequency neurotomy for the treatment of lumbar facet-mediated pain / P. S. Bajaj, J. Napolitano, W. Wang [et al.] // *PM&R.* – 2015. – Vol. 7 (10). – P. 1095–1101. – DOI: 10.1016/j.pmrj.2015.09.001

166. Correlation between facet tropism and lumbar degenerative disease: a retrospective analysis / T. Gao, Q. Lai, S. Zhou [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2017. – Vol. 18 (1). – P. 483. – DOI: 10.1186/s12891-017-1849-x

167. Correlation of <sup>99m</sup>Tc-DPD SPECT/CT scan findings and diagnostic blockades of lumbar medial branches in patients with unspecific low back pain in a randomized-controlled trial / D. Freiermuth, M. Kretzschmar, D. Bilecen [et al.] // *Pain Med. (United States).* – 2015. – Vol. 16 (10). – P. 1916–1922. – DOI: 10.1111/pme.12841

168. Correlation of interpedicular distance with radiographic parameters, neurological deficit and posterior structures injury in thoracolumbar burst fractures / Y. Li, M. Huang, J. Xiang [et al.] // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 118. – P. e72–e78. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.06.122

169. Corticosteroid injections into lumbar facet joints: a prospective, randomized, double-blind placebo-controlled trial / D. J. Kennedy, L. Huynh, J. Wong [et al.] // *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* – 2018. – Vol. 97 (10). – P. 741–746. – DOI: 10.1097/PHM.0000000000000960

170. Critical values of facet joint angulation and tropism in the development of lumbar degenerative spondylolisthesis: An international, large-scale multicenter study by the AOSpine Asia Pacific Research Collaboration Consortium / D. Samartzis,

J. P. Y. Cheung, S. Rajasekaran [et al.] // *Global Spine J.* – 2016. – Vol. 6 (5). – P. 414–421. – DOI: 10.1055/s-0035-1564417

171. Cryoneurolysis for zygapophyseal joint pain: a retrospective analysis of 117 interventions / T. Wolter, M. Deininger, U. Hubbe [et al.] // *Acta Neurochir. (Wien)*. – 2015. – Vol. 153 (5). – P. 1011–1019. – DOI: 10.1007/s00701-011-0966-9

172. Design and development of a mobile image overlay system for needle interventions. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society / M. Anand, F. King, T. Ungi [et al.] // *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. – 2014. – P. 6159–6162.

173. Diagnosis and characters of non-specific low back pain in Japan: The Yamaguchi low back pain study / H. Suzuki, T. Kanchiku, Y. Imajo [et al.] // *PLoS One*. – 2016. – Vol. 11 (8). – P. e0160454.

174. Diagnostic accuracy of low-dose versus ultra-low-dose CT for lumbar disc disease and facet joint osteoarthritis in patients with low back pain with MRI correlation / S. H. Lee, S. J. Yun, H. H. Jo [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 2018. – Vol. 47 (4). – P. 491–504. – DOI: 10.1007/s00256-017-2811-6

175. Divergent bilateral posterior lumbar interbody fusion with cortical screw fixation: description of new trajectory for interbody technique from midline exposure / M. A. Bohl, R. J. Hlubek, U. K. Kakarla, S. W. Chang // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 113. – P. 480–485. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.02.060

176. Do modic changes, disc degeneration, translation and angular motion affect facet osteoarthritis of the lumbar spine / P. Paholpak, E. Dedeogullari, C. Lee [et al.] // *Eur. J. Radiol.* – 2018. – Vol. 98. – P. 193–199. – DOI: 10.1016/j.ejrad.2017.11.023

177. Does it make a difference to stop fusion at L3 versus L4 in terms of disc and facet joint degeneration: an MRI study with minimum 5 years follow-up / M. Enercan, S. Kahraman, S. Yilar [et al.] // *Spine Deform.* – 2016. – Vol. 4 (3). – P. 237–244. – DOI: 10.1016/j.jspd.2015.12.001

178. Downs, E. Spontaneous resolution of lumbar facet joint cyst / E. Downs, L. A. Marshman // *World Neurosurg.* – 2018 – Vol. 115. – P. 414–416. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.04.197

179. Effectiveness of lumbar facet joint blocks and predictive value before radiofrequency denervation: the facet treatment study (facts), a randomized, controlled clinical trial / S. P. Cohen, T. L. Doshi, O. C. Constantinescu [et al.] // *Anesthesiology*. – 2018. – Vol. 129 (3). – P. 517–535. – DOI: 10.1097/ALN.0000000000002274

180. Efficacy and outcome predictors of fluoroscopy-guided facet joint injection for spondylolysis / W. Y. Kang, J. W. Lee, E. Lee [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 2018. – Vol. 47 (8). – P. 1137–1144. – DOI: 10.1007/s00256-018-2897-5

181. Evaluation of the facet joints with magnetic resonance images in the patients with disc degeneration and spondylolisthesis / Y. E. Kundakci, N. Unver Dogan, I. Guler [et al.] // *Surg. Radiol. Anat.* – 2018. – Vol. 40 (9). – P. 1063–1065. – DOI: 10.1007/s00276-018-2052-y

182. Evaluation of water content in lumbar intervertebral discs and facet joints before and after physiological loading using T2 mapping MRI / D. Yamabe, H. Murakami, K. Chokan [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2017. – Vol. 42 (24). – P. 1423–1428. – DOI: 10.1097/BRS.0000000000002204

183. Expression of adiponectin in the subchondral bone of lumbar facet joints with different degrees of degeneration / Q. Lai, Y. Liu, L. Huang [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2017. – Vol. 18 (1). – P. 427. – DOI: 10.1186/s12891-017-1786-8

184. Facet angle and its importance on joint violation in percutaneous pedicle screw fixation in lumbar vertebrae: A retrospective study / Z. Xu, Y. Tao, H. Li [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2018. – Vol. 97 (22). – P. E10943. – DOI: 10.1097/MD.00000000000010943

185. Facet angles in lumbar disc herniation: their relation to anthropometric features / I. Karacan, T. Aydin, Z. Sahin [et al.] // *Spine*. – 2004. – Vol. 29 (10). – P. 1132–1136.

186. Facet joint fixation and anterior, direct lateral, and transforaminal lumbar interbody fusions for treatment of degenerative lumbar disc diseases: retrospective cohort study of a new minimally invasive technique / E. Belykh, A. A. Kalinin, N. L. Martirosyan [et al.] // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 114. – P. e959–e968. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.03.121

187. Facet joint hypertrophy is a misnomer: A retrospective study / S. J. An, M. S. Seo, S. I. Choi [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2018. – Vol. 97 (24). – E. 11090. – DOI: 10.1097/MD.00000000000011090

188. Facet joint osteoarthritis affects spinal segmental motion in degenerative spondylolisthesis / S. Kitanaka, R. Takatori, Y. Arai [et al.] // *Clin. Spine Surg.* – 2018. – Vol. 31 (8). – P. E386–E390. – DOI: 10.1097/BSD.0000000000000674

189. Facet joint syndrome: from diagnosis to interventional management / R. Perolat, A. Kastler, B. Nicot [et al.] // *Insights Imaging*. – 2018. – Vol. 9 (5). – P. 773. – DOI: 10.1007/s13244-018-0638-x

190. Facet joints of the spine: structure-function relationships, problems and treatments, and the potential for regeneration / S. A. O'Leary, N. K. Paschos, J. M. Link [et al.] // *Annu. Rev. Biomed. Eng.* – 2018. – Vol. 20. – P. 145–170. – DOI: 10.1146/annurev-bioeng-062117-120924

191. Facet sagittal orientation: possible role in the pathology of degenerative lumbar spinal stenosis / X. Liu, X. Zhao, Y. Long [et al.] // *J. Spine (Phila Pa 1976)*. – 2018. – Vol. 43 (14). – P. 955–958. – DOI: 10.1097/BRS.0000000000002493

192. Facet-joint injections for non-specific low back pain: a feasibility RCT / S. Snidvongs, R. S. Taylor, A. Ahmad [et al.] // *Health Technol. Assess.* – 2017. – Vol. 21 (74). – P. 1–130. – DOI: 10.3310/hta21740

193. Failure of facet replacement system with metal-on-metal bearing surface and subsequent discovery of cobalt allergy: report of 2 cases / M. L. Goodwin, W. R. Spiker, D. S. Brodke, B. D. Lawrence // *J. Neurosurg. Spine.* – 2018. – Vol. 29 (1). – P. 81–84. – DOI: 10.3171/2017.10.SPINE17862

194. Farfan, H. F. The relation of facet orientation to intervertebral disc failure / H. F. Farfan, J. D. Sullivan // *Can. J. Surg.* – 1967. – Vol. 10 (2). – P. 179–185.

195. Finite element model predicts the biomechanical performance of transforaminal lumbar interbody fusion with various porous additive manufactured cages / Z. Zhang, H. Li, G. R. Fogel [et al.] // *Comput. Biol. Med.* – 2018. – Vol. 95. – P. 167–174. – DOI: 10.1016/j.combiomed.2018.02.016

196. Gao, S. Robot-assisted and conventional freehand pedicle screw placement: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / S. Gao, Z. Lv, H. Fang // *Eur. Spine J.* – 2018 – Vol 27 (4). – P. 921–930. – DOI: 10.1007/s00586-017-5333-y

197. Gertzbein, S. D. Semirigid instrumentation in the management of lumbar spinal conditions combined with circumferential fusion: A multicenter study / S. D. Gertzbein, R. Betz, D. Clements // *Spine.* – 1996. – Vol. 21. – P. 1918–1925.

198. Ghormley, R. K. Low back pain with special reference to the articular facets, with presentation of an operative procedure / R. K. Ghormley // *JAMA.* – 1933. – Vol. 101 (23). – P. 1773–1777.

199. Gibson, J. N. Surgery for degenerative lumbar spondylosis: updated Cochrane review / J. N. Gibson, G. Waddell // *Spine.* – 2005. – Vol. 30 (20). – P. 2312–2320. – DOI: 10.1097/01.brs.0000182315.88558.9c

200. Goldthwaite, J. The lumbo-sacral articulation. An explanation of many cases of "lumbago", "sciatica" and paraplegia / J. Goldthwaite // *Boston Med. Surg. J.* – 1911. – Vol. 164 (11). – P. 365–372.

201. Gomez Vega, J. C. Clinical diagnosis scale for pain lumbar of facet origin: systematic review of literature and pilot study / J. C. Gómez Vega, J. C. Acevedo-González // *Neurocirugia (Astur).* – 2018. – Vol. 30 (3). – P. 133–143. – DOI: 10.1016/j.neucir.2018.05.004

202. Gopalan, B. Lumbosacral transitional vertebra-related low back pain: resolving the controversy / B. Gopalan, J. S. Yerramshetty // *Asian Spine J.* – 2018. – Vol. 12 (3). – P. 407–415. – DOI: 10.4184/asj.2018.12.3.407

203. Hambræus, J. Radiofrequency denervation improves health-related quality of life in patients with thoracic zygapophyseal joint pain / J. Hambræus, K. S. Hambræus, J. Persson // *Pain Med.* – 2018. – Vol. 19 (5). – P. 914–919. – DOI: 10.1093/pm/pnx142

204. High failure rate of the interspinous distraction device (X-Stop) for the treatment of lumbar spinal stenosis caused by degenerative spondylolisthesis

/ O. J. Verhoof, J. L. Bron, F. H. Wapstra, B. J. van Royen // *Eur. Spine J.* – 2008. – Vol. 17 (2). – P. 188–192.

205. High field structural MRI in the management of degenerative cervical myelopathy / D. Wright, S. Martin, E. A. Pereira [et al.] // *Br. J. Neurosurg.* – 2018. – Vol. 32 (6). – P. 595–598. – DOI: 10.1080/02688697.2018.146737

206. Hinkley, B. S. Effects of 360-degree lumbar fusion in a workers' compensation population / B. S. Hinkley, M. E. Jaremko // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1997. – Vol. 22 (3). – P. 312–322.

207. Horwitz, T. An anatomical, pathological and roentgenological study of the intervertebral joints of the lumbar spine and the sacroiliac joints / T. Horwitz, R. M. Smith // *Am. J. Roentgenol.* – 1940. – Vol. 43. – P. 173–186.

208. Identifying the cause of low back pain using SPECT-CT / G. Stewart, R. Young, M. Foy, A. Fogg // *Clin. Radiol.* – 2014. – Vol. 69. – P. S7.

209. Improving fluoroscopic visualization for lower cervical medial branch blocks with a modified swimmer's view: a technical report / D. S. Stolzenberg, R. Pheifer, J. Armstrong [et al.] // *Pain Physician.* – 2018. – Vol. 21 (3). – P. 303–308.

210. Incidence and risk factors of adjacent cranial facet joint violation following pedicle screw insertion using cortical bone trajectory technique / K. Matsukawa, T. Kato, Y. Yato [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2016. – Vol. 41 (14). – P. e851–e856. – DOI: 10.1097/BRS.0000000000001459

211. Inciting events associated with lumbar facet joint pain / C. A. Odonkor, Y. Chen, P. Adekoya [et al.] // *Anesth. Analg.* – 2018. – Vol. 126 (1). – P. 280–288. – DOI: 10.1213/ANE.0000000000002242

212. Increased and decreased pelvic incidence, sagittal facet joint orientations are associated with lumbar spine osteoarthritis in a large cadaveric collection / D. S. Weinberg, R. W. Liu, K. K. Xie [et al.] // *Int. Orthop.* – 2017. – Vol. 41 (8). – P. 1593–1600. – DOI: 10.1007/s00264-017-3426-1

213. Interpreting the MINT randomized trials evaluating radiofrequency ablation for lumbar facet and sacroiliac joint pain: A call from ASRA for better education, study design, and performance / D. A. Provenzano, A. Buvanendran, O. A. de León-Casasola

[et al.] // *Reg. Anesth. Pain Med.* – 2018. – Vol. 43 (1). – P. 68–71. – DOI: 10.1097/AAP.0000000000000699

214. Interventions for lumbar synovial facet joint cysts: a comparison of percutaneous, surgical decompression and fusion approaches / R. J. Campbell, R. J. Mobbs, P. J. Rao, K. Phan // *World Neurosurg.* – 2017. – Vol. 98. – P. 492–502. – DOI: 10.1016/j.wneu.2016.11.044

215. Intraarticular facet injections for low back pain: Design considerations, consensus methodology to develop the protocol for a randomized controlled trial / T. Mars, D. R. Ellard, J. H. L. Antrobus [et al.] // *Pain Physician.* – 2015. – Vol. 18. – P. 473–493.

216. Intra-articular facet joint injections for low back pain: a systematic review / R. Vekaria, R. Bhatt, D. R. Ellard [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2016. – Vol. 25 (4). – P. 1266–1281.

217. Intra-articular triamcinolone versus hyaluronate injections for low back pain with symptoms suggestive of lumbar zygapophyseal joint arthropathy: a pragmatic, double-blind randomized controlled trial / T. M. Annaswamy, C. Armstead, I. Carlson [et al.] // *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* – 2018. – Vol. 97 (4). – P. 278–284. – DOI: 10.1097/PHM.0000000000000879

218. Is facet tropism associated with increased risk of disc herniation in the lumbar spine? / H. Ghandhari, E. Ameri, H. Hasani [et al.] // *Asian Spine J.* – 2018. – Vol. 12 (3). – P. 428–433. – DOI: 10.4184/asj.2018.12.3.428

219. Is ultrasound-guided cervical periradicular injection useful for cervical facet joint syndrome? / A. Tognù, L. Aurini, B. Borghi [et al.] // *Minerva Anestesiol.* – 2018. – Vol. 84 (4). – P. 523–524. – DOI: 10.23736/S0375-9393.17.12349-7

220. Jacobs, R. R. Enhancement of lumbar spine fusion by use of translaminar facet joint screws / R. R. Jacobs, P. X. Montesano, R. P. Jackson // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1989. – Vol. 14 (1). – P. 12–15.

221. Jang, J. S. Guide device for percutaneous placement of translaminar facet screws after anterior lumbar interbody fusion: Technical note / J. S. Jang, S. H. Lee, S. R. Lim // *J. Neurosurg.* – 2003. – Vol. 98 (1). – P. 100–103.

222. Kellgren, J. H. Radiological assessment of osteoarthritis / J. H. Kellgren, J. S. Lawrence // *Ann. Rheum. Dis.* – 1957. – Vol. 16 (4). – P. 494–502.

223. Kerimbaev, T. T. Comparative effectiveness of cortical screw fixation versus traditional pedicle screw instrumentation: a preliminary report / T. T. Kerimbaev, V. A. Byvaltsev // *Coluna/Columna.* – 2017. – Vol. 16 (Suppl 1). – EP059. – P. 35.

224. Khoddam-Khorasani, P. Trunk hybrid passive-active musculoskeletal modeling to determine the detailed t12-s1 response under in vivo loads / P. Khoddam-Khorasani, N. Arjmand, A. Shirazi-Adl // *Ann. Biomed. Eng.* – 2018. – Vol. 46 (11). – P. 1830–1843. – DOI: 10.1007/s10439-018-2078-7

225. Kikinis, R. 3D slicer: a platform for subject-specific image analysis, visualization, and clinical support / R. Kikinis, S. D. Pieper, K. G. Vosburgh // *Intraoperative Imaging and Image-Guided Therapy.* – 2014. – P. 277–289.

226. Kim, K. T. Clinical outcomes of 3 fusion methods through the posterior approach in the lumbar spine / K. T. Kim, S. H. Lee, Y. H. Lee // *Spine.* – 2006. – Vol. 31 (12). – P. 1351–1357.

227. Kim, M. W. Factors associated with the symptoms of young adults with L5 spondylolysis / M. W. Kim, K. Y. Lee, S. Lee // *Asian Spine J.* – 2018. – Vol. 12 (3). – P. 476–483. – DOI: 10.4184/asj.2018.12.3.476

228. King, D. Internal fixation for lumbosacral fusion / D. King // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1948. – Vol. 30A (3). – P. 560–565.

229. Kozak, J. A. Simultaneous combined anterior and posterior fusion: An independent analysis of a treatment for the disabled low-back pain patient / J. A. Kozak, J. P. O'Brien // *Spine.* – 1990. – Vol. 15. – P. 322–328.

230. Kulkarni, A. G. The use of tubular retractors for translaminal discectomy for cranially and caudally extruded discs / A. G. Kulkarni, S. B. Kantharajanna, A. N. Dhruv // *Indian J. Orthop.* – 2018 – Vol. 52 (3). – P. 328–333. – DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho\_364\_16

231. Kurosawa, D. Groin pain associated with sacroiliac joint dysfunction and lumbar disorders / D. Kurosawa, E. Murakami, T. Aizawa // *Clin. Neurol. Neurosurg.* – 2017. – Vol. 161. – P. 104–109.



232. Lane, J. D. Transperitoneal approach to intervertebral disc in lumbar arena / J. D. Lane, E. S. Moore // *Ann. Surg.* – 1948. – Vol. 127 (3). – P. 537–551.

233. Laser application in neurosurgery / E. G. Belykh, K. Yagmurlu, N. L. Martirosyan [et al.] // *Surgical Neurology International.* – 2017. – Vol. 8. – P. 274. – DOI: 10.4103/sni.sni\_489\_16

234. Le Huec, J. C. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects / J. C. Le Huec, K. Hasegawa // *Eur. Spine J.* – 2016. – Vol. 25 (11). – P. 3630–3637.

235. Lee, C. H. The efficacy of conventional radiofrequency denervation in patients with chronic low back pain originating from the facet joints: a meta-analysis of randomized controlled trials / C. H. Lee, C. K. Chung, C. H. Kim // *Spine J.* – 2017. – Vol. 17 (11). – P. 1770–1780. – DOI: 10.1016/j.spinee.2017.05.006

236. Lee, C. W. Percutaneous endoscopic laminotomy with flavectomy by uniportal, unilateral approach for the lumbar canal or lateral recess stenosis / C. W. Lee, K. J. Yoon, J. H. Jun // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 113. – P. e129–e137. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.01.195

237. Lindblom, K. Discography of dissecting transosseous ruptures of intervertebral discs in the lumbar region / K. Lindblom // *Acta Radiol.* – 1951. – Vol. 36 (1). – P. 12–16.

238. Lumbar CT-guided radiofrequency ablation of the medial branch of the dorsal ramus of the spinal nerve: Anatomic study and description of a new technique / G. C. Feigl, C. Mattersberger, W. Rosmarin [et al.] // *Schmerz.* – 2018. – Vol. 32 (2). – P. 99–104. – DOI: 10.1007/s00482-018-0283-9

239. Lumbar disc degeneration was not related to spine and hipbone mineral densities in Chinese: facet joint osteoarthritis may confound the association / J. Pan, X. Lu, G. Yang [et al.] // *Arch. Osteoporos.* – 2017. – Vol. 12 (1). – P. 20. – DOI: 10.1007/s11657-017-0315-6

240. Lumbar facet joint injection in treating low back pain: Radiofrequency denervation versus SHAM procedure. Systematic review / M. Al-Najjim, R. Shah,

M. Rahuma, O. A. Gabbar // *J. Orthop.* – 2017. – Vol. 15 (1). – P. 1–8. – DOI: 10.1016/j.jor.2017.10.001

241. Lumbar facet tropism: a comprehensive review / F. Alonso, C. M. Kirkpatrick, W. Jeong [et al.] // *World Neurosurg.* – 2017. – N 102. – P. 91–96. – DOI: 10.1016/j.wneu.2017.02.114

242. Lumbar stenosis: a recent update by review of literature / S. Y. Lee, T. H. Kim, J. K. Oh [et al.] // *Asian Spine J.* – 2015. – Vol. 9 (5). – P. 818–828. – DOI: 10.4184/asj.2015.9.5.818

243. Macnab, I. The blood supply of the lumbar spine and its application to the technique of intertransverse lumbar fusion / I. Macnab, D. Dall // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1971. – Vol. 53 (4). – P. 628–638.

244. Magerl, F. P. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation / F. P. Magerl // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1984. – Vol. 189. – P. 125–141.

245. 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.

246. Mandibular pain: an uncommon radiation for cervical facet joint syndrome / E. Piraccini, H. Byrne, M. Calli [et al.] // *Minerva Anestesiol.* – 2018 – Vol. 84 (4). – P. 526–528. – DOI: 10.23736/S0375-9393.18.12356-X

247. Mathematical model of bone morphogenetic proteins influence on intervertebral disc cell proliferation in vitro / V. A. Byvaltsev, L. A. Bardonova, E. G. Belykh [et al.] // *The New Armenian Medical Journal.* – 2017. – Vol. 11 (1). – P. 55–60.

248. Mechanisms of low back pain: a guide for diagnosis and therapy / M. Allegri, S. Montella, F. Salici [et al.] // *F1000Research.* – 2016. – Vol. 5. – DOI: 10.12688/f1000research.8105.1

249. Microcalcification of lumbar spine intervertebral discs and facet joints is associated with cartilage degeneration, but differs in prevalence and its relation to age

/ T. Hawellek, J. Hubert, S. Hirschke [et al.] // *J. Orthop. Res.* – 2017. – Vol. 35 (12). – P. 2692–2699. – DOI: 10.1002/jor.23591

250. Minimally invasive 360 degrees instrumented lumbar fusion / J. S. Thalgott, A. K. Chin, J. A. Ameriks [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2000. – Vol. 9 (1). – P. S051–S056.

251. Minimally invasive lateral foraminotomy with partial lateral facetectomy for lumbar radiculopathy-An evaluation of facet integrity and description of the procedure / A. Hari, M. Krishna, S. Rajagandhi [et al.] // *Neurol. India.* – 2017. – Vol. 65 (6). – P. 1358–1365. – DOI: 10.4103/0028-3886.217932

252. Minimally invasive surgery for traumatic fractures in ankylosing spinal diseases / N. R. Nayak, J. M. Pisapia, K. G. Abdullah, J. N. Schuster // *Global Spine J.* – 2015. – Vol. 5 (4). – P. 266–273. – DOI: 10.1055/s-0034-1397341

253. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): Technical feasibility and initial results / J. D. Schwender, L. T. Holly, D. P. Rouben, K. T. Foley // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2005. – Vol. 18. – P. S1–S6.

254. Moore, K. R. Degenerative disc disease treated with combined anterior and posterior arthrodesis and posterior instrumentation / K. R. Moore, M. R. Pinto, L. M. Butler // *Spine.* – 2002. – Vol. 27 (15). – P. 1680–1686.

255. Morphological basis for back pain: the demonstration of nerve fibers and neuropeptides in the lumbar facet joint capsule but not in ligamentum flavum / I. K. Ashton, B. A. Ashton, S. J. Gibson [et al.] // *J. Orthop. Res.* – 1992. – Vol. 10 (1). – P. 72–78.

256. Newman, M. H. Anterior lumbar interbody fusion for internal disc disruption / M. H. Newman, G. L. Grinstead // *Spine.* – 1992. – Vol. 17 (7). – P. 831–833.

257. Orientation of the lumbar facet joints: association with degenerative disc disease / S. D. Boden, K. D. Riew, K. Yamaguchi [et al.] // *J. Bone Jt. Surg. Am.* – 1996. – Vol. 78 (3). – P. 403–411.

258. Osteosynthesis of the dorsolumbar spine using an anterolateral screw plate / J. Senegas, J. M. Vital, D. Baulny, F. Grenier // *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* – 1987. – Vol. 73 (2). – P. 157–160.

259. Outcome analysis of Direct Lateral Interbody Fusion in the treatment of patients with degenerative disc diseases of lumbar spine / V. A. Byvaltsev, A. A. Kalinin, E. G. Belykh [et al.] // *The New Armenian Medical Journal*. – 2017. – Vol. 11 (1). – P. 33–39.

260. Outcome analysis of using arthroplasty of intervertebral disc of lumbosacral spine with «M-6 L» prosthesis / V. A. Byvaltsev, A. A. Kalinin, Yu. Ya. Pestryakov [et al.] // *The New Armenian Medical Journal*. – 2017. – Vol. 11 (1). – P. 48–54.

261. Pathology of osteoarthritis / K. P. H. Pritzker, K. D. Brandt, M. Doherty, L. S. Lohmander. – Oxford University Press, 2006. – Vol. 49. – 58 p.

262. Percutaneous endoscopic lumbar surgery via transfacet approach for lumbar synovial cyst / H. H. Wu, L. Chu, Y. J. Zhu [et al.] // *World Neurosurg*. – 2018. – Vol. 116. – P. 35–39. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.05.018

263. Posterior cervical spine crisscross fixation: biomechanical evaluation / J. F. Cusick, F. A. Pintar, J. S. Cheng [et al.] // *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. – 2018. – Vol. 55. – P. 18–22. – DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2018.04.001

264. Preoperative severity of facet joint degeneration does not impact the 2-year clinical outcomes and cervical imbalance following laminoplasty / K. Tamai, A. Suzuki, A. Yabu [et al.] // *Spine J.* – 2018. – Vol. 19 (2). – P. 246–252. – DOI: 10.1016/j.spinee.2018.06.343

265. Prospective evaluation of 1-year outcomes in single-level percutaneous lumbar trans facet screw fixation in the lateral decubitus position following lateral transpsoas interbody fusion / J. W. Rhee, R. J. Petteys, A. N. Anaizi [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2015. – Vol. 24 (11). – P. 2546–2554.

266. Pulsed radiofrequency application in treatment of chronic zygapophyseal joint pain / G. Mikeladze, R. Espinal, R. Finnegan [et al.] // *Spine J.* – 2003. – Vol. 3 (5). – P. 360–362.

267. Putti, E. A case of isolated monolateral fracture of the vertebral isthmus caused by a street accident / E. Putti, F. B. Tatò // *Chir. Organi. Mov.* – 1987. – Vol. 72 (4). – P. 385–389.

268. Radiation dose exposure for lumbar transforaminal epidural steroid injections and facet joint blocks under CT vs. Fluoroscopic Guidance / P. Maino, S. Presilla, P. A. Colli Franzone [et al.] // *Pain Pract.* – 2018 – Vol. 18 (6). – P. 798–804. – DOI: 10.1111/papr.12677

269. Radiofrequency facet joint neurotomy in treatment of facet syndrome / C. Yilmaz, S. Kabatas, T. Cansever [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2010. – Vol. 23 (7). – P. 480–485.

270. Radiofrequency neurolysis for lumbar pain using a variation of the original technique / J. F. Leon, J. G. Ortiz, E. O. Fonseca [et al.] // *Pain Physician.* – 2016. – Vol. 19 (3). – P. 155–161.

271. Randomised sham-controlled double-blind multicentre clinical trial to ascertain the effect of percutaneous radiofrequency treatment for lumbar facet joint pain / C. W. van Tilburg, D. L. Stronks, J. G. Groeneweg, F. J. Huygen // *Bone Joint J.* – 2016. – Vol. 98-B (11). – P. 1526–1533.

272. Real-time fusion-imaging in low back pain: a new navigation system for facet joint injections / E. Massone, D. Orlandi, A. Bellelli [et al.] // *Radiol. Med.* – 2018. – Vol. 123 (11). – P. 851–859. – DOI: 10.1007/s11547-018-0916-1

273. Recurrent upper lumbar disc herniation treated via the transforaminal approach using microendoscopy-assisted lumbar discectomy: a case report / Y. Takagi, H. Yamada, H. Ebara [et al.] // *J. Med. Case Rep.* – 2018. – Vol. 12 (1). – P. 110. – DOI: 10.1186/s13256-018-1653-8

274. Rees, W. S. Multiple bilateral subcutaneous rhizolysis of segmental nerves in the treatment of the intervertebral disc syndrome / W. S. Rees // *Ann. Gen. Pract.* – 1971. – Vol. 16. – P. 126–127.

275. Relationship between facet tropism and facet joint degeneration in the sub-axial cervical spine / X. Rong, Z. Liu, B. Wang [et al.] // *BMC Musculoskelet Disord.* – 2017. – Vol. 18 (1). – P. 86. – DOI: 10.1186/s12891-017-1448-x

276. Remote cerebellar hemorrhage after intradural disc surgery / J. C. Yoo, J. J. Choi, D. W. Lee, S. Lee // *J. Korean Neurosurg. Soc.* – 2013. – Vol. 53 (2). – P. 118–120. – DOI: 10.3340/jkns.2013.53.2.118

277. Repeated high rate facet capsular stretch at strains that are below the pain threshold induces pain and spinal inflammation with decreased ligament strength in the rat / S. Kartha, B. A. Bulka, N. S. Stiansen [et al.] // *J. Biomech. Eng.* – 2018. – Vol. 140 (8). – DOI: 10.1115/1.4040023

278. Response to cervical medial branch blocks in patients with cervicogenic vertigo / T. Hahn, M. E. Halatsch, C. Wirtz, S. Klessinger // *Pain Physician.* – 2018. – Vol. 21 (3). – P. 285–294.

279. Results of total lumbar intervertebral disc replacement with M6-L: a multicenter study / V. A. Byvaltsev, A. A. Kalinin, I. A. Stepanov [et al.] // *Coluna/Columna.* – 2017. – Vol. 16 (4). – P. 288–291.

280. Retrospective study of application of interspinous implants for degenerative lumbar diseases / C. D. Li, H. L. Sun, X. Y. Liu [et al.] // *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* – 2009. – Vol. 89 (45). – P. 3196–3200.

281. Robotic ultrasound-guided facet joint insertion / J. Esteban, W. Simson, S. Requena Witzig [et al.] // *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* – 2018. – Vol. 13 (6). – P. 895–904. – DOI: 10.1007/s11548-018-1759-x

282. Rohof, O. The response to radiofrequency neurotomy of medial branches including a bipolar system for thoracic facet joints / O. Rohof, C. K. Chen // *Scand. J. Pain.* – 2018. – Vol. 18 (4). – P. 747–753. – DOI: 10.1515/sjpain-2018-0048

283. Sabnis, A. B. Is L5-S1 motion segment different from the rest? A radiographic kinematic assessment of 72 patients with chronic low back pain / A. B. Sabnis, U. Chamoli, A. D. Diwan // *Eur. Spine J.* – 2018 – Vol. 27 (5). – P. 1127–1135. – DOI: 10.1007/s00586-017-5400-4

284. Sadeghian, H. Sonography guided lumbar nerve and facet blocks: The first report of clinical outcome from Iran / H. Sadeghian, R. Motiei-Langroudi // *Radiography (Lond).* – 2018. – Vol. 24 (1). – P. 52–56. – DOI: 10.1016/j.radi.2017.08.005

285. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain / J. Y. Lazennec, S. Ramare, N. Arafati [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2000. – Vol. 9 (1). – P. 47–55.

286. Salmon calcitonin attenuates degenerative changes in cartilage and subchondral bone in lumbar facet joint in an experimental rat model / Y. Gou, F. Tian, Q. Kong [et al.] // *Med. Sci. Monit.* – 2018. – Vol. 24. – P. 2849–2857. – DOI: 10.12659/MSM.910012
287. Samani, J. Study of a semi-rigid interspinous “U” fixation system 106 patients over six years / J. Samani // *Spinal surgery, child orthopaedics.* – 2000. – Vol. 1. – P. 9.
288. Sasso, R. C. Posterior fixation of thoracic and lumbar spine fractures using DC plates and pedicle screws / R. C. Sasso, H. B. Cotler, J. D. Reuben // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1991. – Vol. 16 (3). – P. 134–139.
289. Seeing the site of treatment improves habitual pain but not cervical joint position sense immediately after manual therapy in chronic neck pain patients / K. Beinert, B. Lutz, W. Zieglgänsberger, M. Diers // *Eur. J. Pain.* – 2018. – DOI: 10.1002/ejp.1290
290. Shealy C. N. Facet denervation in the management of back and sciatic pain / C. N. Shealy // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1976. – Vol. 115. – P. 157–164.
291. Silvers H. R. Lumbar percutaneous facet rhizotomy / H. R. Silvers // *Spine.* – 1990. – Vol. 15. – P. 36–40.
292. Snidvongs, S. Pulsed radio frequency: a non-neurodestructive therapy in pain management / S. Snidvongs, V. Mehta // *Curr. Opin. Support. Palliat. Care.* – 2010. – Vol. 4 (2). – P. 107–110. – DOI: 10.1097/SPC.0b013e328339628a
293. Specificity of lumbar medial branch and L5 dorsal ramus blocks. A computed tomography study / P. Dreyfuss, A. C. Schwarzer, P. Lau, N. Bogduk // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1997. – Vol. 22 (8). – P. 895–902.
294. Stand-alone lumbar cage subsidence: A biomechanical sensitivity study of cage design and placement / A. Calvo-Echenique, J. Cegoñino, R. Chueca, A. Pérez-Del Palomar // *Comput. Methods Programs Biomed.* – 2018. – Vol. 162. – P. 211–219. – DOI: 10.1016/j.cmpb.2018.05.022
295. Stauffer, R. N. Anterior interbody lumbar spine fusion: Analysis of Mayo Clinic series / R. N. Stauffer, M. B. Coventry // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1972. – Vol. 54. – P. 756–768.

296. Stevens, K. J. Comparison of minimally invasive and conventional open posterolateral lumbar fusion using magnetic resonance imaging and retraction pressure studies / K. J. Stevens, D. B. Spenciner, K. L. Griffiths // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2006. – Vol. 19 (2). – P. 77–86.

297. Superior segment facet joint violation during instrumented lumbar fusion is associated with higher reoperation rates and diminished improvement in quality of life / J. M. Levin, V. J. Alentado, A. T. Healy [et al.] // *Clin. Spine Surg.* – 2018. – Vol. 31 (1). – P. 36–41. – DOI: 10.1097/BSD.0000000000000566

298. Surgical treatment of internal disc disruption: An outcome study of four fusion techniques / V. Vamvanij, B. E. Fredrickson, J. M. Thorpe [et al.] // *J. Spinal Disord.* – 1998. – Vol. 11. – P. 375–382.

299. The Bagby and Kuslich method of lumbar interbody fusion. History, techniques, and 2-year follow-up results of a United States prospective, multicenter trial / S. D. Kuslich, C. L. Ulstrom, S. L. Griffith [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1998. – Vol. 23 (11). – P. 1267–1278.

300. The diagnostic accuracy of the Kemp's test: a systematic review / K. Stuber, C. Lerede, K. Kristmanson [et al.] // *J. Can. Chiropr. Assoc.* – 2014. – Vol. 58. – P. 258–267.

301. The effect of an interspinous process implant on facet loading during extension / C. M. Wiseman, D. P. Lindsey, A. D. Fredrick, S. A. Yerby // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2005. – Vol. 30 (8). – P. 903–907.

302. The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine / A. Fujiwara, T. H. Lim, H. S. An [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2000. – Vol. 25 (23). – P. 3036–3044.

303. The effects of orientation of lumbar facet joints on the facet joint contact forces: an in vitro biomechanical study / X. Liu, Z. Huang, R. Zhou [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2018. – Vol. 43 (4). – P. e216–e220. – DOI: 10.1097/BRS.0000000000002290

304. The influence of artificial cervical disc prosthesis height on the cervical biomechanics: a finite element study / W. Yuan, H. Zhang, X. Zhou [et al.] // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 113. – P. e490–e498. – DOI: 10.1016/j.wneu.2018.02.062



305. The potential impact of various diagnostic strategies in cases of chronic pain syndromes associated with lumbar spine degeneration / A. Bokov, O. Perlmutter, A. Aleynik [et al.] // *J. Pain Res.* – 2013. – Vol. 6. – P. 289–296. – DOI: 10.2147/JPR.S42646

306. The relationship between degenerative changes and osteoporosis in the lumbar spine / J. Y. Margulies, A. Payzer, M. Nyska [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1996. – Vol. 324. – P. 145–152.

307. The relative contributions of the disc and zygapophyseal joint in chronic low back pain / A. C. Schwarzer, C. N. Aprill, R. Derby [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1994. – Vol. 19 (7). – P. 801–806.

308. The sigmoid notch view for distal radius fractures / R. N. Kamal, F. Leversedge, D. S. Ruch [et al.] // *J. Hand Surg. Am.* – 2018. – Vol. 43 (11). – P. 1038. – DOI: 10.1016/j.jhsa.2018.03.016

309. Therapeutic lumbar facet joint nerve blocks in the treatment of chronic low back pain: cost utility analysis based on a randomized controlled trial / L. Manchikanti, V. Pampati, A. D. Kaye, J. A. Hirsch // *Korean J. Pain.* – 2018. – Vol. 31 (1). – P. 27–38. – DOI: 10.3344/kjp.2018.31.1.27

310. Thomas, D. Radiofrequency facet joint denervation in the lumbar spine / D. Thomas, K. J. Schnake // *Eur. Spine J.* – 2017. – Vol. 26 (3). – P. 427–428. – DOI: 10.1007/s00586-017-5278-1

311. Transforaminal lumbar interbody fusion using unilateral pedicle screw fixation plus contralateral translaminar facet screw fixation in lumbar degenerative diseases / F. Liu, C. Jiang, Y. Cao [et al.] // *Indian J. Orthop.* – 2014. – Vol. 48 (4). – P. 374–379.

312. Treatment of cervical subaxial injury in the very young child / Z. Özbek, E. Özkara, M. Vural, A. Arslantaş // *Eur. Spine J.* – 2018. – Vol. 27 (6). – P. 1193–1198. – DOI: 10.1007/s00586-017-5316-z

313. Ulf Fernström (1915-1985) and his contributions to the development of artificial disc replacements / C. Fisahn, B. Burgess, J. Iwanaga [et al.] // *World Neurosurg.* – 2017. – Vol. 98. – P. 278–280. – DOI: 10.1016/j.wneu.2016.10.135

314. Ultrasound assessment of ice-ball formation by cryoneurolysis device in an ex vivo model / A. Kastler, H. Gruber, E. Gizewski, A. Loizides // *Reg. Anesth. Pain Med.* – 2018. – Vol. 43 (6). – P. 361–633. – DOI: 10.1097/AAP.0000000000000793

315. Ultrasound versus fluoroscopy-guided cervical medial branch block for the treatment of chronic cervical facet joint pain: a retrospective comparative study / K. D. Park, D. J. Lim, W. Y. Lee [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 2017. – Vol. 46 (1). – P. 81–91.

316. Unintentional lumbar facet joint injection guided by fluoroscopy during interlaminar epidural steroid injection: a retrospective analysis / M. J. Kim, Y. S. Choi, H. J. Suh [et al.] // *Korean J. Pain.* – 2018 – Vol. 31 (2). – P. 87–92. – DOI: 10.3344/kjp.2018.31.2.87

317. Validation of lumbar spine loading from a musculoskeletal model including the lower limbs and lumbar spine / J. A. Actis, J. D. Honegger, D. H. Gates [et al.] // *J. Biomech.* – 2018. – N 68. – P. 107–114. – DOI: 10.1016/j.jbiomech.2017.12.001

318. Van Kleef, M. Randomized trial of radiofrequency lumbar facet denervation for chronic low back pain / M. Van Kleef, G. A. Barendse, A. Kessels // *Spine.* – 1999. – Vol. 24. – P. 1937–1942.

319. Variation of facet joint orientation and tropism in lumbar degenerative spondylolisthesis and disc herniation at L4-L5: A systematic review and meta-analysis / Z. Liu, Y. Duan, X. Rong [et al.] // *Clin. Neurol. Neurosurg.* – 2017. – Vol. 161. – P. 41–47. – DOI: 10.1016/j.clineuro.2017.08.005

320. Vernon-Roberts, B. The synovial response to intraarticular cobalt-chrome wear particles / B. Vernon-Roberts, D. W. Howie // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1988. – Vol. 232. – P. 244–254.

321. Voyadzis, J. M. Minimally invasive lumbar transfacet screw fixation in the lateral decubitus position after extreme lateral interbody fusion: a technique and feasibility study / J. M. Voyadzis, A. N. Anaizi // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2013. – Vol. 26 (2). – P. 98–106.

322. Yasar, D. Radiofrequency and Methylprednisolone in treatment of lower back pain caused by facet joint syndrome: comparison of the outcomes / D. Yasar, O. Korgun,

D. Emine // Asian J. Neurosurg. – 2018 – Vol. 13 (2). – P. 283–287. – DOI: 10.4103/1793-5482.228569