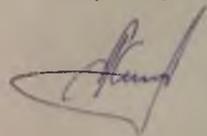


Федеральное государственное научное учреждение
«Научный центр реконструктивной и восстановительной хирургии» Сибирского
отделения Российской академии медицинских наук
(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Иркутский
научный центр хирургии и травматологии» с 08.12.2014 года).

На правах рукописи



Калинин
Андрей Андреевич

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕГЕНЕРАТИВНОГО
СПОНДИЛОЛИСТЕЗА ПРИ МНОГОУРОВНЕВЫХ ПОРАЖЕНИЯХ
МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА
ПОЗВОНОЧНИКА**

14.01.15 – травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
д.м.н. Бывальцев В.А.

Иркутск 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1. Анатомо-физиологические особенности, этиология и патогенез дегенеративных заболеваний позвоночника	11
1.2. Методы диагностики дегенеративных заболеваний позвоночника	19
1.3. Хирургическое лечение дегенеративных заболеваний позвоночника	23
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	43
2.1. Клиническая характеристика исследуемых групп	43
2.2. Характеристика инструментальных методов исследования	52
2.3. Методы статистической обработки результатов исследования. . . .	58
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕТРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	60
3.1. Методика оперативных вмешательств.....	60
3.2. Результаты клинических исследований.....	67
3.3. Анализ послеоперационных осложнений.	69
3.4. Ретроспективный клинико-морфологический анализ.	70
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	78
4.1. Методика оперативных вмешательств.	78
4.2. Клинические характеристики подгрупп.	81
4.3. Характеристика инструментальных методов исследования.....	94
4.4. Анализ клинико-биометрических параметров пораженных позвоночно-двигательных сегментов пациентов группы проспективного исследования и их взаимосвязь с исходом хирургического лечения.....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
ВЫВОДЫ	111
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	113
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	114
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	115

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Сегодня хирургическое лечение дегенеративных заболеваний позвоночника является наиболее динамично развивающимся направлением в спинальной нейрохирургии [11, 20, 53, 108, 145, 256]. Одним из основных клинических симптомов дегенеративного процесса в позвоночнике является боль [40, 153], а рецидивирующий болевой синдром - доминирующая причина временной утраты трудоспособности со значительными экономическими потерями [6, 15, 24, 241]. Эти заболевания затрагивают все возрастные и социальные слои общества, особенно при тенденции повышения средней продолжительности жизни населения в развитых странах [5, 219, 227]. Увеличение количества пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника способствует интенсивному внедрению современных высокотехнологичных хирургических методов лечения [116, 276].

При наличии поясничных и пояснично-крестцовых болей частота поражения межпозвонковых дисков (МПД) встречается от 80 до 85 % [36, 38, 186, 271], при этом от 2,2 до 24 % вертеброгенного болевого синдрома связано с формированием патологического смещения позвонков [38, 39, 137, 176]. Методами нейровизуализации верифицирован многоуровневый характер дегенеративных изменений межпозвонковых дисков на пояснично-крестцовом уровне [5, 7, 31, 40, 42, 271]. Клинически значимая форма дегенеративного изменения межпозвонкового диска представлена грыжей [1, 7, 17], а патологическая подвижность позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) определена спондилолистезом [5, 39, 49].

В настоящее время основным способом хирургического лечения грыжи МПД является микрохирургическая дискэктомия по методике W. Caspar (1977), которая позволяет устранить диско-радикулярный конфликт за счет оптимального внутриканального обзора и удаления не только фактора компрессии, но и дегенерированной части диска [4, 35, 51].

Минимизация манипуляций в зоне оперативного вмешательства значительно снижает риски ятрогенных повреждений анатомических структур позвоночного канала и выраженность рубцово-спаечного эпидурита, что важно при выявлении до операции признаков патологической подвижности позвонков относительно друг друга [5, 29, 78, 113, 230]. Тем не менее, после микродискэктомии на одном или нескольких уровнях происходит уменьшение размеров межтеловых пространств, развитие или прогрессирование сегментарной нестабильности. Показано, что при наличии спондилолистеза I степени в течение первого года после декомпрессивной операции нестабильность прогрессирует на 6-15 % [57, 58, 257], а при II степени и более у 43 % пациентов [144], при этом рецидив неврологической симптоматики в 3-20 % случаев [38, 39] является проявлением синдрома «неудачно оперированного позвоночника», основными причинами которого являются послеоперационная сегментарная нестабильность и рецидив грыжи диска [38, 55, 271].

Хирургические методы устранения спондилолистеза в настоящий момент заключаются в создании межтелового спондилодеза кейджами [5, 98, 187, 273], с дополнительной инструментальной фиксацией [84, 130, 205, 210].

На настоящее время дискуссионным вопросом является выбор доступа к пораженному спондилолистезом сегменту. Ряд авторов считает оптимальным использование дорзальных оперативных вмешательств для эффективной декомпрессии содержимого позвоночного канала [13,156], но по некоторым данным [18,19,160,182,185,201] вентральная стабилизация способствует лучшему восстановлению сагиттального баланса позвоночника за счет манипуляций на передней опорной колонне. Тем не менее, приоритетным направлением хирургического лечения спондилолистеза, при необходимости выполнения манипуляций на позвоночном канале, является задний доступ.

С одной стороны, такой спондилодез связан со значительной агрессией в отношении паравертебральных мягких тканей, повреждением мышечно-связочного аппарата, приводящего к развитию значительных интра- и экстраканальных рубцово-спаечных изменений, что в свою очередь требует

длительного заживления и восстановительного периода, а в ряде случаев может явиться причиной снижения качества жизни, влиять на трудоспособность пациента [6, 49, 263]. С другой стороны, сохраняющаяся сегментарная нестабильность при менее радикальных вмешательствах, является одной из частых причин рецидива болевого синдрома в послеоперационном периоде [5, 12, 139].

Необходимость в улучшении способов устранения компрессии нервных структур, лечения и профилактики дегенеративного спондилолистеза при условии сохранения малотравматичности оперативного вмешательства, определило цель и задачи исследования.

Цель исследования: улучшить результаты декомпрессивно-стабилизирующих хирургических вмешательств на пояснично-крестцовом отделе позвоночника у пациентов с дегенеративным спондилолистезом на фоне многоуровневых поражений межпозвонковых дисков.

Задачи исследования:

1. Провести ретроспективно-проспективный анализ данных клинико-неврологического и лучевого методов обследования пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника и выявить причины неудовлетворительных исходов после декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств.

2. Провести сравнительный анализ эффективности минимально-инвазивных методов спондилодеза при лечении пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела с традиционными способами хирургической коррекции.

3. Выявить биомеханические факторы, имеющие значимую связь с отдаленным послеоперационным клиническим исходом, на основе которых разработать алгоритм тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении

межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника для оптимизации послеоперационных исходов.

Научная новизна

Разработан «Способ доступа к позвоночному каналу при стенозирующем поражении пояснично-крестцового отдела позвоночника» (патент № 2508909 от 10.03.2014.), использование которого, в подгруппе пациентов оперированных с применением межтелового спондилодеза с ригидной межкостистой фиксацией, позволяет добиться «отличного и хорошего» послеоперационного результата при исходных биометрических параметрах: линейного смещения позвонков – не более 8 мм., сагиттального объема движений ПДС – не более 14° . При этом достигается минимально допустимое значение болевого синдрома и достаточный уровень функционального состояния пациентов с эффективным устранением патологического смещения позвонков с формированием межтелового костного блока (более 85 %), уменьшением сагиттальной ангуляции и восстановлением общего угла поясничного лордоза (в среднем до 52°), а применяемый объем декомпрессии – двухсторонний из одностороннего доступа позволяет осуществить оптимальную визуализацию сосудисто-нервных образований позвоночного канала.

Разработан «Способ реконструкции позвоночного канала при лечении стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника» (патент № 2531927 от 27.10.2014.) использование которого, в подгруппе пациентов оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации, позволяет достичь «отличного и хорошего» послеоперационного результата при исходных биометрических параметрах: линейного смещения позвонков – не более 13 мм., сагиттального объема движений ПДС – не более 16° . При этом достигается минимально допустимое значение болевого синдрома и достаточный уровень функционального состояния пациентов с эффективным устранением патологического линейного смещения позвонков с формированием межтелового костного блока (более 90 %), уменьшением сагиттальной ангуляции и восстановлением общего угла поясничного лордоза (в среднем до 53°), а

применяемая оригинальная реконструкция позвоночного канала – осуществить достаточный объем декомпрессивного хирургического этапа.

На основании клинически значимых биомеханических факторов разработан алгоритм тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника с учетом дополнений к классификации патологического смещения позвонков по Meyerding H.W. (1931), который позволил определить дифференцированную тактику выполнения декомпрессивно-стабилизирующих хирургических вмешательств.

Практическая значимость работы

Разработаны и внедрены в клиническую практику способы доступа и реконструкции позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника, позволяющие при минимальной операционной травме мышечно-связочного аппарата выполнить оптимальную реконструкцию позвоночного канала и эффективную интраканальную визуализацию, а также стабилизацию оперированного сегмента (патент № 2508909 от 10.03.14. «Способ доступа к позвоночному каналу при стенозирующем поражении пояснично-крестцового отдела позвоночника», патент № 2531927 от 27.10.14. «Способ реконструкции позвоночного канала при лечении стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника»), что позволило значительно улучшить результаты лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Использованы дополнения к классификации патологического смещения позвонков по Meyerding H.W., 1931, коррелирующие с результатами современных методов исследования дегенеративных изменений ПДС.

Разработан алгоритм тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника, использование которого, с учетом клинически значимых биомеханических

факторов, позволяет на дооперационном этапе определить дифференцированную хирургическую тактику.

Положения, выносимые на защиту

1. Созданный алгоритм тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника, основанный на исследовании клинически значимых биомеханических параметров пояснично-крестцового отдела позвоночника, позволяет дифференцированно определять показания для декомпрессивно-стабилизирующего оперативного вмешательства с фиксацией, определяемой степенью патологического смещения позвонков.

2. Симультанное использование межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации в совокупности с оригинальным способом доступа к позвоночному каналу позволяет улучшить клинические и рентгенологические результаты лечения по сравнению с традиционной методикой межтелового спондилодеза с установкой ригидного межкостистого имплантата у пациентов с дегенеративным спондилолистезом до 12,5 % при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

3. Применение межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации в совокупности с оригинальным способом малотравматичной реконструкции позвоночного канала позволяет улучшить клинические и рентгенологические результаты лечения по сравнению с методикой открытой транспедикулярной фиксации у пациентов с дегенеративным спондилолистезом от 12,5 % до 25 % при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Публикации результатов исследования

По теме диссертационного исследования опубликовано 25 печатных работ, из них 7 в ВАК реферируемых журналах. Оформлены 2 методические рекомендации, 2 медицинские технологии, получено 2 патента на изобретение.

Апробация работы

Основные положения диссертации представлены и обсуждались: на заседаниях курса нейрохирургии Иркутского государственного медицинского университета Минздрава России, кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования (2012-2014 гг.), на заседаниях Байкальского общества нейрохирургов (2012-2014 гг.), научно-практической конференции «Актуальные вопросы травматологии, ортопедии и хирургии», посвященной 30-летию Института хирургии НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 65-летию института травматологии и ортопедии НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН и 90-летию кафедры госпитальной хирургии ГБОУ ВПО ИГМУ Минздравсоцразвития РФ (2011 г., Иркутск), Сибирском международном нейрохирургическом форуме (2012 г., Новосибирск), ежегодной научно-практической конференции врачей Восточно-Сибирской железной дороги ОАО РЖД (2012 г., Иркутск), II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Человек: здоровье и экология» (2011, Иркутск), III научно-практической конференции молодых ученых Сибири и Дальнего Востока (2012, Иркутск), Открытии Медицинского центра ДВФУ (2013, Владивосток), X Всероссийском Байкальском конгрессе «Актуальные проблемы анестезиологии и реаниматологии» (2013, Иркутск), III межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых «Человек: здоровье и экология» (2013, Иркутск), «IV научно-практической конференции молодых ученых Сибирского и Дальневосточного федеральных округов» (2014, Иркутск) «II съезде дорожных нейрохирургов, III международном симпозиуме «Современные аспекты нейрохирургии» и научно-практической школе молодых ученых (Иркутск – Фукуи – Финикс)» (2015, Иркутск), научно-практической конференции с международным участием «Молекулярные и гистоморфологические особенности дегенеративных процессов в межпозвоночных дисках» (2015, Иркутск), научно-практической конференции «Современные принципы комплексного лечения, реанимации и реабилитации больных с заболеваниями и травмами нервной системы» (2015, Красноярск).

Внедрение результатов исследования

Полученные результаты внедрены в работу научно-клинического отдела нейрохирургии ФГБУ НЦРВХ СО РАМН (ФГБНУ ИНЦХТ с 08.12.2014 года), отделения нейрохирургии НУЗ Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД». Материалы диссертационного исследования используются в учебном процессе кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» Минздрава России при подготовке и усовершенствовании практических врачей по специальностям «нейрохирургия» и «травматология и ортопедия», в учебном цикле «Вертебрология» курса нейрохирургии ГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав - обзор литературы, материал и методы исследования, результаты ретроспективного и проспективного исследований и их обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы.

Текст изложен на 144 листах машинописного текста, иллюстрирован 39 таблицами и 33 рисунками, схемами. Библиография включает 278 источников, из них 62 - отечественных и 216 - иностранных.

Личный вклад автора выразился в предложении основной идеи и цели исследования, в выборе необходимых методологических подходов. Автор лично собрал и проанализировал весь необходимый материал, проводил клинические обследования, участвовал в проведении хирургического лечения 80% пациентов. Автором разработаны клиничко-диагностические алгоритмы, предложены способы доступа и реконструкции позвоночного канала при стенозирующих процессах пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Глава 1 Обзор литературы: современные представления о патогенезе, диагностике и хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника

1.1. Анатомо-физиологические особенности, этиология и патогенез дегенеративных заболеваний позвоночника

Сегодня болевой синдром в поясничном отделе позвоночника, как один из основных признаков развития дегенеративного процесса, встречается часто [5,6, 40]. Детализации этого понятия, согласно которого обоснованным является использование терминологии локальных и распространенных поражений позвоночника, что, безусловно, имеет непосредственное значение для выбора объёма и способа проводимых оперативных вмешательств.

Используемый ранее, термин остеохондроз позвоночника, сегодня представляет собирательное понятие. Это полиэтиологичное и мультифакториальное заболевание, характеризующееся деградацией межпозвонковых дисков, суставов, костно-связочного аппарата и проявляющееся различными неврологическими, ортопедическими и висцеральными нарушениями [36, 45].

Среди вертеброгенной патологии, в структуре заболеваемости периферической нервной системы дегенеративно-дистрофический процесс занимает ведущее место (77-81%) и более 40 % от всех ортопедических заболеваний взрослых [5, 40, 56]. 80% взрослого населения испытывают боли в спине, а рецидивирующий болевой синдром, толерантный к консервативным методам лечения, определяется как основная причина временной утраты нетрудоспособности. Установлено, что при наличии поясничных и пояснично-крестцовых болей частота поражения межпозвонковых дисков колеблется от 80 до 85 % [7, 36, 38, 186, 271] и является решающим фактором развития вертеброгенного синдрома, при этом отсутствует прямая корреляция между клиничко-неврологическими проявлениями и количеством дегенерированных

межпозвонковых дисков. Показано, что от 2,2 % до 24 % вертеброгенного болевого синдрома связано с формированием патологического смещения позвонков [5, 38, 39], при этом многоуровневый дегенеративно-дистрофический процесс составляет большую часть вертебро-спинальной патологии на пояснично-крестцовом уровне [40, 42, 271].

Известно, что анатомо-функциональной единицей позвоночника является позвоночно-двигательный сегмент, представляющий собой соединение смежных позвонков посредством межпозвонкового диска, суставов и окружающего мышечно-связочного аппарата [3]. С позиций биомеханики позвоночный столб, представлен в виде отдельных звеньев, объединенных в кинематическую цепь. Физиологичный объём движений в поясничном отделе позвоночника осуществляется в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях (преимущественно в передне-заднем направлении) и связан с двумя нижними сегментами [239], и они при этом, наиболее часто подвергаются оперативным хирургическим вмешательствам по поводу дегенеративно-дистрофического процесса. В основе нормальной биомеханики поясничного отдела позвоночника также лежит физиологический лордоз, вершиной которого является IV поясничный позвонок, поддерживающийся за счет противодействия сил мышц спины, брюшного пресса и связочного аппарата позвонков.

При детализации биомеханических изменений позвоночника в течение жизни установлено, что количество ПДС и позвонков не всегда сопоставимы и определяются наличием сопутствующего травматического фактора, перенесенных оперативных вмешательств, генерализованным дегенеративно-дистрофический процессом. Показано, что при этом число ПДС может уменьшаться, что влияет на изменение сагиттального баланса и биомеханику позвоночного столба в целом [46, 92]. Нагрузки, воздействующие на позвоночно-двигательный сегмент, определяются состоянием позвоночно-тазового баланса (ПТБ), который представлен в виде пространственной закономерности: проекция общего центра тяжести в норме располагается несколько кзади от линии соединяющей тазобедренные суставы [73]. Особое внимание уделяется сагиттальному ПТБ, т.к.

во фронтальной плоскости взаимоотношение таза и позвоночника сбалансированы. Доказано, что изменение сагиттального ПТБ непосредственно влияет на формирование грыж межпозвонковых дисков и способствует интенсификации дегенеративного процесса в смежных со спондилодезированным сегментах [168, 243]. Отмечено, что у лиц с гиполордотической осанкой наиболее часто подвержены дегенерации передние отделы ПДС, а с гиперлордотической – задние [73].

Интенсивный процесс дегенерации наблюдается при повышенной нагрузке на межпозвонковые диски за счет избыточных физических нагрузок, активных занятий спортом или повышенной массы тела [36, 42, 126]. Значение имеют генетические факторы – от 31 % до 61 % [74, 147], меньшее - хронические интоксикации [68], атеросклеротические поражения сосудов [152], длительное сидячее положение [179] и вибрация [269]. Генетически детерминированные факторы риска чаще всего связаны с дефектами коллагена IX типа [143, 243], коллагена XI типа, интерлейкина-1, рецепторов витамина D, матрицы металлопротеиназы (ММР-3) [147].

Прогрессирование дегенеративного заболевания в межпозвонковых дисках способствует снижению фиксационных свойств анатомических структур. Внутренние (разболтанность суставов, слабость собственного мышечного корсета) и внешние (переохлаждения, легкие травмы) факторы, оказывает влияние на реализацию процесса патологической подвижности ПДС [95].

Морфологические и функциональные изменения межпозвоночного диска при его дегенерации описаны *Осна А.И.*(1973, 1984 гг.) [37], которым выделено: 1 период - осуществляется внутридисковое перемещение пульпозного ядра, обусловленное начальными явлениями его дегенерации. Клинические проявления заболевания в данный период представлены в виде ограничения подвижности поясничного отдела позвоночника, чувства утомления и неприятных ощущений в пояснице; 2 период – период нестабильности позвоночного сегмента. Характеризуется дальнейшим прогрессированием дегенеративных изменений в поражённом диске, сопровождающихся болевым синдромом с локальными

болями в поясничной области; 3 период - происходит полный разрыв диска, вслед за которым наблюдается выпячивание и (или) секвестрация пульпозного ядра диска. Период характеризуется клиническими проявлениями дискорадикулярного конфликта (развитие компрессионных корешковых синдромов); 4 период - характеризуется прогрессивным дистрофическим поражением других элементов ПДС (позвоночно-двигательного сегмента) - суставов и связок.

При изучении сегментарной нестабильности ПДС установлено, что это не отдельная форма заболевания, а этап развития дегенеративного процесса, возникающего после разрыва фиброзного кольца, характеризуемое изменением взаимосвязи между телами позвонков, в результате нарушения статики и кинетики позвоночного столба [5, 62, 251, 254]. Чем большее число межпозвонковых дисков вовлекается в патологический процесс, тем более выраженная степень нестабильности позвоночного столба [38, 42] которая проявляется патологическим увеличением объема и нарушением сочетанности движений в ПДС [252].

Изучение причин возникновения сегментарной нестабильности ПДС, а также разработка способов её патофизиологического и биомеханического обоснования ведется уже длительно. *White* и *Panjabi* (1990) [209] формулировали нестабильность, как неспособность позвоночника поддерживать нормальное положение и защищать нервные элементы, которые находятся внутри позвоночного канала и межпозвонковых отверстий, от деформации, компрессии или структурных повреждений при движении позвонков. *Kirkaldy-Willis* и *Farfan* (1982) определяли дегенеративный процесс в поясничном отделе позвоночника с патологоанатомической точки зрения. Возникновение в начальном периоде дисфункции межпозвонкового диска, проявляющейся дегенерацией пульпозного ядра, разрывом фиброзного кольца и артритом межпозвонковых суставов. Фаза нестабильности характеризовалась уменьшением высоты диска, «разболтанностью» связок вокруг тела позвонка и суставных капсул, дегенерацией межпозвонковых суставов, увеличением объема движений в позвоночном сегменте. Далее рестабилизация позвоночного сегмента с

формированием остеофитов, гипертрофии межпозвонковых суставов, резким уменьшением содержания воды в диске и повышением содержания в нем коллагена [159]. В тоже время аналогичные патологические изменения часто выявляют у лиц без клинической симптоматики. *J.W. Frymoyer* (1988) характеризовал нестабильность ПДС как «...потерю упругости и сопротивления движениям. При приложении силы к позвоночному сегменту происходит его смещение. Оно более значительно, чем в нормальном позвоночном сегменте. Это чрезмерное смещение приводит к формированию болевого синдрома, прогрессирующей деформации позвоночного сегмента и повреждению нервных структур». *F. Denis* [105] представил трехопорную теорию стабильности ПДС, где выделил: переднюю опорную структуру – передняя продольная связка, передняя часть фиброзного кольца, передняя половина тел позвонков; среднюю опорную структуру – задняя продольная связка задняя часть фиброзного кольца, задняя половина тел позвонков; задняя опорная структура – надостистая, межкостистая и желтая связки, суставные капсулы, дужки позвонков. Дальнейшие исследования проблем нестабильности ПДС и возможности индивидуального подхода к её устранению [175], привели к появлению двухопорной теории стабильности, согласно которой выделяют передний и задний комплексы (рисунок 1)

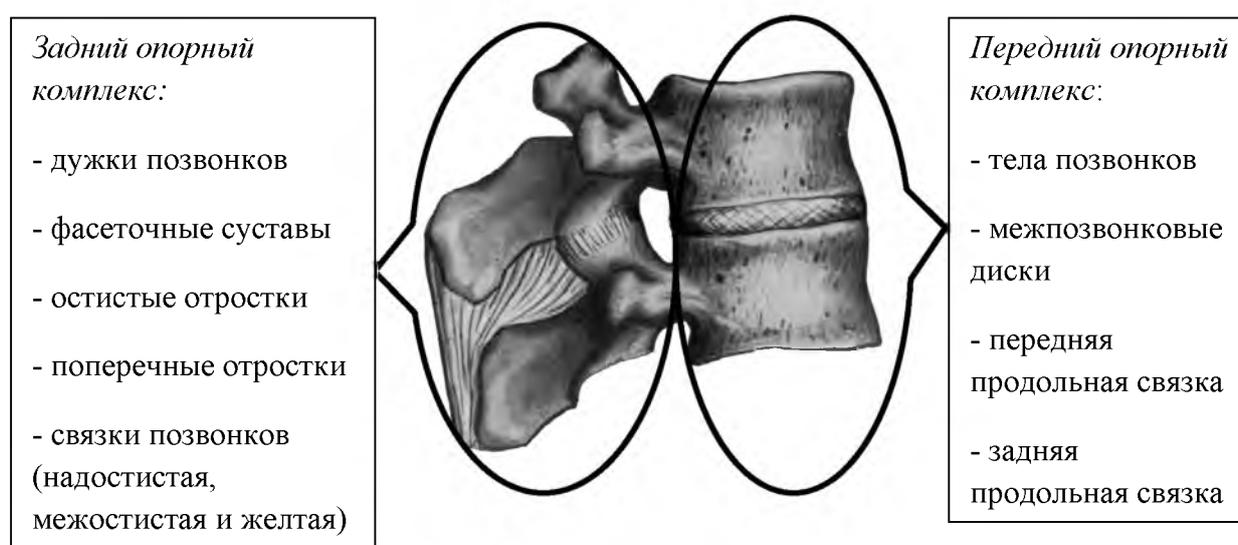


Рисунок 1 – Анатомо-функциональное строение ПДС по двухопорной стабильности (*T. Leibl et all, 1999*)

Детализация анатомо-функционального строения ПДС позволила обосновать вентральную и дорзальную декомпрессию в зависимости от структур, вовлеченных в дегенеративный процесс, а также оптимизировать стабилизацию оперированного сегмента [3] с обоснованием распределения осевых нагрузок на передние и задние опорные комплексы, что для поясничного отдела позвоночника составляет по 50 % (рисунок 2).

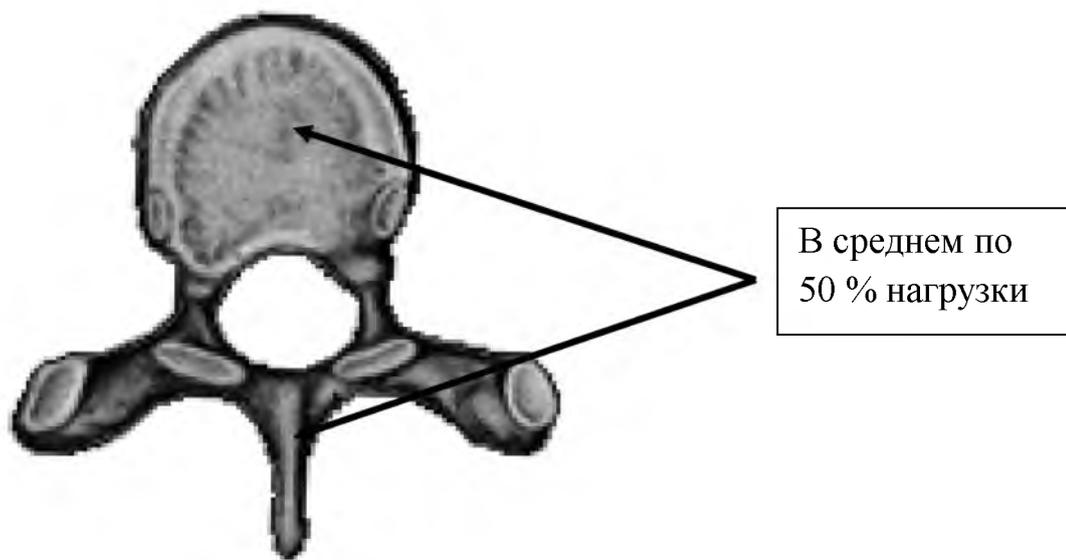


Рисунок 2 – Схематическое распределения вертикальной нагрузки на передний и задний опорные комплексы позвоночного сегмента

Учитывая редкое поражение тела позвонка при дегенеративном процессе, основной интерес переднего опорного комплекса представлен межпозвонковым диском, передней и задней продольными связками. Передняя продольная связка, покрывая передние отделы тел позвонков, прочно связана с надкостницей. Задняя, тесно прилегая к межпозвонковому диску, отделяется от позвонков слоем рыхлой клетчатки с венозными сплетениями. Эти связки являются антагонистами и ограничивают смещение позвонков относительно друг друга [3, 49].

Основное значение в патогенезе дегенеративного поражения поясничного отдела позвоночного столба принадлежит межпозвонковому диску, который состоит из гидрофильной субстанции - пульпозного ядра и плотноэластического фиброзного кольца, за счет которых осуществляется соединительная и амортизационная функции. Воздействие внешних сил приводит к равномерному

распределению давления внутри межпозвонкового диска, которое стабилизируется за счет напряжения фиброзного кольца, а мышечно-связочный баланс способствует уменьшению чрезмерного воздействия внешних сил [49, 209].

Установлено, что основу структуры межпозвонкового диска составляет сеть коллагеновых волокон и протеогликанов, за счет которых осуществляется механическая устойчивость. В составе диска выделены агреканы, способные притягивать на себя воду, что позволяет межпозвонковому диску восстанавливать исходную форму после прекращения на него давления внешних сил [215]. Кроме того выявлен ряд других белков и гликопротеинов: эластин, фибромодулин и декорин [110].

Наряду с матричными белками в состав межпозвонкового диска входят протеазы и их ингибиторы, ответственные за обмен протеинов. В норме их взаимоотношение гармонично, но в течение жизни оно может изменяться и способствовать интенсификации процесса дегенерации ткани межпозвоночного диска [225]. Это, наряду с повреждающими действиями естественных внутренних повреждающих факторов - свободных радикалов, окиси азота, интерлейкинов и простагландинов, приводит к значительным морфологическим изменениям ткани диска и его биомеханической дисфункции [87].

Межпозвонковый диск сверху и снизу ограничен слоем гиалинового хряща (замыкательная пластинка), через отверстия в котором, после деваскуляризации, происходит пассивное питание дисковой ткани за счет диффузии по градиенту давления [7, 259]. Наружная часть межпозвонкового диска представлена фиброзным кольцом - плотно-эластической структурой, являющейся каркасом и состоящей из прочных упорядоченных коллагеновых волокон [7, 90, 260].

Возрастные изменения межпозвонковых дисков связаны с потерей агреканов и дегидратацией, а также с увеличением количества коллагеновых волокон [81]. При этом строение диска становится дезорганизованным, в его структуре возникают трещины, а граница между ядром и кольцом исчезает [7, 101]. Основную часть энергии межпозвонковый диск получает из глюкозы путем

гликолиза с образованием молочной кислоты. Деваскуляризация замыкательных пластинок прогрессирует и на фоне постепенного закрытия «транспортных каналов», нарушается его питание с накоплением продуктов распада [86]. На фоне продолжающейся активности клеточных протеаз, происходит некроз волокон. Таким образом, хрящевой состав диска трансформируется в фиброзный [7, 236, 261]. Это способствует изменению внутридискового давления, с неравномерным распределением осевой нагрузки и изменением сагиттального ПТБ, а ослабление фиксирующих свойств фиброзного кольца – к его разрыву и миграции пульпозного ядра.

В состав заднего опорного комплекса входят элементы, формирующие заднюю стенку позвоночного канала (дужки отростки позвонков) и мышечно-связочный аппарат (паравертебральная мускулатура, желтая, надостистая и межкостистая связки). Дужки начинаются от задне-наружной поверхности тела позвонка педикулами (ножками). Последние формируют межпозвонковые отверстия, через которые выходят сосудисто-нервные образования. Роль заднего полукольца не только защитная, но и стабилизирующая. Желтые связки, соединяя дужки смежных позвонков, повышают упругость и стабильность заднего опорного комплекса за счет большого количества эластических волокон входящих в их состав.

Межпозвонковые суставы являются комбинированными малоподвижными сочленениями. Основная их роль состоит в направлении движений, а также ограничение объема движения [89]. Установлено, что формирующаяся патология дугоотросчатых суставов за счет деструкции или гипертрофии фасеток приводят к переднему смещению позвонка (антеспондилолистезу) [197], в то время как поражение элементов межпозвонкового диска - к заднему смещению (ретроспондилолистезу) [104]. При сочетанном поражении вышеперечисленных структур формируется ротационная неустойчивость, для которой характерны клинические вертеброгенные проявления за счет компрессии сосудисто-нервных образований [100, 121].

Защитный спазм мышц спины приводит к сглаживанию поясничного лордоза, а иногда к локальному кифозированию и сколиотической деформации, как следствие - снижается нагрузка на задние отделы межпозвонкового диска, расширяются межпозвонковые отверстия и уменьшается компрессия нервных структур. Биомеханические изменения при патологии межпозвонковых дисков представлены в виде ограничения подвижности позвонков, что приводит к компенсаторной гипермобильности смежных сегментов. Следовательно, патологический процесс, возникающий в одном позвоночно-двигательном сегменте, инициирует комплекс морфологических изменений, приводящий к многоуровневному дегенеративному поражению позвоночного столба.

Патологические изменения анатомических образований, входящих в состав позвоночно-двигательного сегмента, являются проявлением естественного дегенеративного процесса и могут встречаться в группе людей, у которых отсутствуют вертеброгенные симптомы [158]. В связи с чем, судить о наличии патологических изменений требующих хирургической коррекции, необходимо только при наличии клинически значимых нарушениях ПДС [247].

1.2. Методы диагностики дегенеративных заболеваний позвоночника

Лучевые методы исследования. Диагностические мероприятия при наличии диско-радикулярного конфликта пояснично-крестцового отдела позвоночника описаны в многочисленных исследованиях [36, 38, 42, 45]. В тоже время, необходимо отметить, что концептуальный подход и алгоритм обследования пациентов с дегенеративным спондилолистезом на фоне многоуровневых поражений межпозвонковых дисков остаются недостаточно изученными [5, 168, 223].

Обязательным диагностическим исследованием при патологии межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, является обзорная спондилография, выполняемая в двух проекциях [129]. На ней выявляются косвенные признаки наличия патологической подвижности: спинальная

деформация (гиперлордоз, кифоз, сколиоз и их комбинация), дефекты дужек и фасеток позвонков, тракционные костные шипы на передней поверхности тел позвонков [28, 34].

Рентгенография пояснично-крестцового отдела позвоночника с функциональными нагрузками является доступным и информативным методом диагностики нестабильности ПДС, включающим в себя выполнение снимков в фазе максимального сгибания и разгибания в боковой проекции [106]. Диагностируемые таким способом смещения позвонка более 4 мм (передне-заднее или боковое) или угловое смещение более 10° по сравнению со смежными уровнями считается признаком нестабильности, а от 2 до 4 мм – патологической подвижностью [66, 70, 77]. Эти величины имеют значение как прогностический фактор риска, способствующего прогрессированию патологического смещения после декомпрессивного вмешательства [64, 139, 258].

Также для интерпретации величины смещения используется показатель нестабильности (*И.Л. Тагер с соавт., 1979*), характеризующий сумму (или разность) величины смещения в миллиметрах, выявленную при использовании функциональной спондилографии:

$$P = L_1 \pm L_2 ,$$

где P – показатель нестабильности; L_1 – наибольшая, а L_2 наименьшая величина смещения позвонка.

Использование методики функциональной спондилографии имеет диагностические ограничения, так, например, при обострении остеохондроза (в условиях гипертонуса паравертебральных мышц) невозможно определить наличие или отсутствие нестабильности в ПДС. В этом случае, для объективной оценки величины смещения позвонков, рекомендована функциональная спондилография с отягощением, предложенная Сорокиным В.А. и соавт (2006). Данный способ диагностики позволяет визуализировать в сагиттальной плоскости большую подвижность позвоночно-двигательных сегментов, что имеет важное клиническое и функциональное значение.

Необходимость объективизации определения нестабильности и детализации этого понятия привело к систематизации количественных клинико-рентгенологических характеристик *S.I. Essen* (1995) (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала клинической оценки рентгенологической нестабильности поясничного отдела позвоночника по *S.I. Essen* (1995)

Признак	Оценка в баллах
Разрушение элементов передней колонны или их функциональная неполноценность	2
Разрушение элементов задней колонны или их функциональная неполноценность	2
Рентгенологические признаки (сгибательно-разгибательные рентгенограммы):	
Смещение верхнего позвонка более чем на 4,5 мм или 15%	2
- сагиттальная ротация верхнего позвонка	
15° на уровне L _{I-II} , L _{II-III} , L _{III-IV}	2
20° на уровне L _{IV-V}	2
25° на уровне L _V - S _I	2
Поражение cauda equina	3
Потенциальная возможность возникновения боли при вертикальной нагрузке	1

Диагноз нестабильности позвоночника соответствует сумме учетных баллов 5 и более

Таким образом, для клинико-рентгенологической верификации нестабильности необходимо учитывать не только наличие патологической подвижности, но и состояние опорных элементов позвоночно-двигательного сегмента [270]. Детальная диагностика последних стала возможна благодаря использованию неинвазивных методов обследования: магнитно-резонансной томографии (МРТ) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) [61]. Применение последнего позволяет дать оценку состояния костных структур – тел позвонков и дугоотростчатых суставов, а также визуализировать краевые остеофиты и оссификацию связочного аппарата. Использование МРТ позволяет

определить мягкотканую компрессию сосудисто-нервных элементов позвоночного канала за счет грыжи межпозвонкового диска, гипертрофии желтой и задней продольной связок [76].

МРТ имеет ряд преимуществ перед МСКТ для диагностики многоуровневых дегенеративных поражений межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника: помимо отсутствия лучевой нагрузки и частой потребности в ведении контрастирующих веществ, данный метод позволяет оценить состояние всего поясничного отдела позвоночного столба [170, 171].

МРТ - исследование пояснично-крестцового отдела позвоночника в стандартном горизонтальном положении не дает полноценной информации о состоянии межпозвонковых дисков. В последнее время, становится активным использование функциональной МР-диагностики с применением вертикального сканера [142, 163, 167]. Это связано с возможностью исследования физиологических изменений в межпозвонковых дисках под воздействием силы тяжести и положения тела в пространстве – истинные параметры: высоту межпозвонкового диска, размеры позвоночного канала и межпозвонкового отверстия, величину пролабирования дискового материала и наличие смещения позвонков относительно друг друга [134].

Клинико-неврологическая диагностика. Для формирования клинического диагноза нестабильности ПДС недостаточно только рентгенологических признаков патологической подвижности позвонков при бессимптомном течении заболевания, обязательно наличие резко выраженной боли в поясничном отделе связанной с динамическими нагрузками, при отсутствии патологических изменений на спондилограммах [194]. Дегенеративно-дистрофический процесс, затрагивающий межпозвонковый диск и позвоночный канал, приводит к сдавлению нервных структур, раздражению рецепторов задней продольной связки, избыточной подвижности позвоночно-двигательного сегмента [38, 263]. Следовательно, под патологическим сегментарным смещением поясничного отдела позвоночника понимают комплекс клинических проявлений в совокупности с рентгенологическими изменениями [67, 132].

Неврологическая симптоматика при компрессионных формах пояснично-крестцового остеохондроза наблюдается вследствие раздражения рецепторов менингеальной ветви спинномозгового нерва, а также самих спинномозговых корешков [42, 62]. Болевая импульсация осуществляется посредством ноцирецепторов самого диска за счет высвобождения вещества Р [266]. Их наличие и клиническая взаимосвязь подтверждена исследованиями [267].

Клиническая картина дегенеративно-дистрофических процессов пояснично-крестцового отдела позвоночника формируется из вертеброгенных симптомов (нарушение биомеханики поясничного отдела позвоночника) и неврологических проявлений, связанных со сдавлением невралных структур (чувствительные, двигательные и вегетативные волокна), а также сосудистых образований (артерии, вены) [189].

Показано, что между клинико-неврологическими проявлениями и количеством дегенерированных межпозвонковых дисков отсутствует прямая взаимосвязь [25, 31]. При дегенеративном спондилолистезе на фоне многоуровневых поражений межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника в большинстве случаев имеет место полирадикулярная неврологическая симптоматика, что может изменять объём хирургической тактики [31]. В меньшей степени встречаются ситуации, при которых существует многоуровневая дегенерация с минимальной неврологической симптоматикой, при этом ряд авторов [38, 48, 61] считают, что межпозвонковые диски, даже с выраженной их дегенерацией, при отсутствии неврологической симптоматики не должны быть оперированы [198].

1.3. Хирургическое лечение дегенеративных заболеваний позвоночника

В общей структуре хирургических вмешательств на позвоночном столбе количество декомпрессивно-стабилизирующих операций составляет 2-3 % [45, 51, 223]. Это связано с отсутствием на сегодняшний день однозначной тактики, выбора клинически значимых уровней поражения и уточнения объема

хирургического вмешательства, а также недостаточной диагностики явлений нестабильности ПДС на дооперационном этапе.

Минимизация манипуляций в зоне оперативного вмешательства снижает риски ятрогенных повреждений нервных структур и выраженность рубцово-спаечного эпидурита. В 3-20 % случаях [38, 40] формируется понятие синдрома «неудачно оперированного позвоночника», характеризующегося послеоперационным возобновлением болевого синдрома в пояснице и (или) ноге, функциональной недостаточностью, снижением трудоспособности и качества жизни пациентов. Причинами рецидивов неврологической симптоматики, в подавляющем большинстве случаев, являются: послеоперационная сегментарная нестабильность и рецидив грыжи диска [38, 55, 271]. Выраженность клинической картины, продолжительность течения заболевания и степень биомеханических нарушений – основные причины, значительно снижающие результаты операций [13, 38, 45]. Тактика лечения пациентов с остеохондрозом позвоночника, в частности сочетанных с сегментарной нестабильностью, между врачами смежных специальностей не достаточно predetermined. Сохраняются неоднозначные мнения о консервативном и оперативном методах лечения, не преодолены разногласия в выборе оптимальных способов хирургического лечения дегенеративных заболеваний позвоночника [36, 45, 61, 82, 271].

Консервативная тактика показана всем больным на начальном этапе заболевания, кроме случаев, требующих экстренного хирургического вмешательства (пациенты с быстро нарастающим неврологическим дефицитом, каудальным синдромом и т.п.). В случае же неэффективности этого подхода ставится вопрос о плановом оперативном лечении.

С современных позиций вертебурологии, дифференцированный подход к хирургическим вмешательствам при дегенеративном спондилолистезе при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела остается не достаточно изученным. Имеется нейро-ортопедическая концепция, основанная на ликвидации компрессии сосудисто-нервных образований (диско-радикулярного конфликта) и предотвращении

нестабильности ПДС [41, 60]. Но для осуществления поставленных задач остаются нерешенными вопросы объема декомпрессии нервных структур и способа фиксации оперированного позвоночно-двигательного сегмента [40, 56, 65]. Определен лишь основной принцип вмешательств – первично выполнение декомпрессии, а при необходимости - стабилизация [38, 73].

Спинальная хирургия получила свое активное развитие в начале XX века. Опыт применения различных декомпрессивных и стабилизирующих операционных этапов имеет огромное значение для ретроспективного анализа результатов хирургического лечения, оценки эффективности и обоснованности спинальных вмешательств.

Выявление причин способствующих развитию дегенеративного процесса позвоночного столба и исследование подходов к лечению пациентов с дорсалгией ведутся на протяжении длительного времени. Впервые декомпрессивную операцию с целью удаления грыжи межпозвонкового диска провели *Oppenheim и Krause* в 1909 году, предположив сдавление спинно-мозговых корешков внутриканальными «хордомами». Американские ученые *W.J. Mixer и J.S. Bagg* в 1933 году выявили дегенеративное происхождение внутривозвоночных образований и предложили использовать ламинэктомию и трансдуральный доступ к позвоночнику. Анализ отдаленных результатов применения ламинэктомии при удалении грыж дисков оказались не обнадеживающими: более чем у половины больных возникал рецидив болевого синдрома и ухудшение неврологической симптоматики [38, 42, 45]. Для минимизации агрессии в отношении костной ткани предложены методики гемиламинэктомии, парциальной резекции полудужки без нарушения целостности дуги и, разработанный в 1941 году *Love*, способ удаления грыжи диска через междужковую щель. Установлено, что уменьшение агрессии оперативного вмешательства позволило улучшить послеоперационные неврологические результаты с сохранением стабильности оперированного сегмента позвоночника [36, 39, 48]. Тем не менее, невозможность тотального удаления грыжи диска

задним способом являлось причиной рецидивов симптоматики и ревизионных хирургических вмешательств.

Стабилизирующие вмешательства в виде спондилодеза стали использоваться на основе способов *Ольби* (1911 г.) – введение костного аутотрансплантата в расщеп остистых отростков и *Гиббса* (1911, 1912, 1917 гг.) – с фиксацией не только остистых отростков, но и дужек с межпозвонковыми суставами. Неполноценность формирования костной мозоли и тенденция к рассасыванию трансплантата послужили стимулом к разработке модификаций заднего межкостистого спондилодеза с использованием: костного трансплантата и стальной проволоки, а также компрессионного спондилодеза металлическими стяжками по *Цивьяну Я.Л. и Рамиху Э.А.* Наиболее часто применяемым способом лечения остеохондроза стал задний междузвонковый спондилодез [38, 42]. Ряд его особенностей: невозможность адекватной фиксации нескольких сегментов, анатомические особенности поясничного лордоза препятствующие плотному прилеганию трансплантата, отсутствие должной нагрузки на дужки позвонка и связанные с этим отсутствие консолидации и лизис костной ткани, определил ограниченное применение данного метода.

Исходя из позиций радикальности дискэктомии в 1906 году *W. Muller* был введен в практику принципиально новый метод спондилодеза из переднего трансперитонеального доступа. Техника данного вмешательства и результаты дискэктомии из переднего доступа представлены в работах *В.Д. Чаплина* (1931) и *В.Н. Вумс* (1933) [48]. Тем не менее, данный метод спондилодеза не получил широкого распространения [18] и использовался преимущественно для лечения туберкулезного спондилита и спондилолистеза [18, 75].

Несмотря на попытки улучшить результаты хирургического лечения остеохондроза поясничного отдела, значимого эффекта изменение объема хирургического вмешательства не приносило. Было предложено сочетание декомпрессивных и стабилизирующих вмешательств трансформировать в комбинированные. Определилось два направления: основоположником первого был *Dandy*, который предложил дополнять обычное удаление грыжи диска

выскабливанием его полости, родоначальником второго были *Farrel, Maccrachen* 1941 г. и *Ghormley, Love, Joung* 1942 г., выполнявшие после стандартной декомпрессии задний межостистый или междузубовый спондилодез на пораженном уровне. *Jaslow* 1946 г. и *Cloward* 1952 г. предложили использование межтелового корпорозеда при помощи костных трансплантантов через задний доступ. Тем не менее, неудовлетворительные результаты комбинированных вмешательств привели к сокращению количества проводимых хирургических операций.

В настоящее время тактика в отношении пациентов с дегенеративным поражением поясничного отдела позвоночника между врачами смежных специальностей остается дискуссионной [38, 40, 56, 60, 65]. Патогенетическое лечение остеохондроза заключается в устранении диско-радикулярного конфликта и при наличии показаний выполнение стабилизации оперированного сегмента [41, 73], т.к. этиотропное лечение уже сформированного дистрофического процесса позвоночного столба не дает обнадеживающих результатов [3, 42, 48].

Различные мнения, касающиеся объема необходимой декомпрессии с сохранением стабильности опорных элементов, являются причиной для дискуссий в современной вертебрологии [10, 51]. Многие авторы считают необоснованным выполнение вмешательств на клинически незначимых межпозвонковых дисках, несмотря на выраженную их дегенерацию. Мотивируя тем, что дополнительные манипуляции на позвоночном канале и нервных структурах приводят к образованию эпидурального фиброза, дисцита и спондилита. Так, по данным *W. Caspar*, в 94 % случаях операция выполняется на одном уровне поражения [88]. Это обусловлено необходимостью в полноценной декомпрессии сосудисто-нервных образований позвоночного канала и сохранением стабильности оперированного отдела позвоночника.

Установлено, что ятрогенная нестабильность часто является следствием ламинэктомии с последующей дискэтомией и фораминальной декомпрессией (фасетэктомией) [124, 200]. Принято считать, что сохранение межпозвонкового

сустава с одной стороны обеспечивает стабильность позвоночника [16]. Ряд биомеханических исследований показали, что нестабильность ПДС может происходить при тотальном удалении межпозвонкового сустава с одной стороны, но осуществление односторонней или двусторонней медиальной фасэтэктомии на стабильности позвонков не отражается [63]. Показано, что удаление более чем 50% каждого межпозвонкового сустава на одном уровне приводит к значительной сегментарной нестабильности, при этом в случае дополнительного проведения дискэктомии, наблюдается грубая дестабилизация позвоночного сегмента.

При изучении послеоперационной сегментарной нестабильности установлено, что произведение задней декомпрессии без осуществления стабилизации у 73% больных с незначительным дооперационных спондилолистезом вызывает его прогрессирование [103]. Исследование биомеханики оперированного ПДС выявило минимальное влияние фасэтэктомии при флексии. В тоже время при ротации, особенно сопряженной с аксиальной нагрузкой, нестабильность позвоночного сегмента объективно возрастает [174].

С целью минимизации дестабилизирующего эффекта в 70-80 е годы прошлого века предложены альтернативные ламинэктомии способы декомпрессии: ограниченная, остеопластическая ламинэктомии (ламинопластика), субартикулярная фенестрация, ламинотомия, селективная декомпрессия [174, 277]. Использование данных методов позволяет избежать прогрессирования нестабильности, но область их применения ограничена одноуровневым поражением ПДС [43, 151, 224].

Длительное время по частоте использования и результатам лечения при дегенеративных изменениях поясничного отдела позвоночника занимает микрохирургическая дискэктомия с использованием операционного микроскопа, предложенная *Caspar* (1977 г) и *Williams* (1978 г). Данный способ наименее травматичен и обеспечивает адекватную визуализацию межтеловых промежутков, позволяя тем самым улучшить результаты лечения по сравнению с традиционной открытой методикой [30, 45, 54, 61]. Продолжение поиска эффективных способов дискэктомии привело к разработке *Foley* (1997 г.) и *Smith* методики

микроэндоскопической дискэктомии, а *J. Destandau* (1999 г.) эндоскопического способа лечения диско-радикулярного конфликта [36, 39]. По мнению ряда авторов, результаты использования операционных микроскопа и эндоскопа являются сопоставимыми [36, 39, 48]. Вследствие ограниченной визуализации межтеловых промежутков и не возможности осуществления необходимой стабилизации имеются данные о противоречивых взглядах на их использование при дегенеративном спондилолистезе на фоне многоуровневых поражений межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела [54, 61].

Хирургическая фиксация оперированного отдела позвоночника с позиций современной оперативной вертебрологии основывается на создании неподвижного спондилодеза и динамической стабилизации. Это формирование костного блока между позвонками с отсутствием движений между ними и уменьшение объема патологических движений с минимальным изменением биомеханики оперированного отдела позвоночника.

Неоднозначные взгляды на необходимость стабилизации оперированного сегмента привели к ряду исследований, анализировавших результаты хирургических вмешательств с и без установки фиксирующих устройств. Установлено, что в 74 % поясничного стеноза без наличия дооперационной нестабильности удалось достичь значительного улучшения только декомпрессией, когда изначально имеющаяся гипермобильность ПДС биомеханические результаты применения артродеза были более эффективными, чем использование полуригидной системы педикулярной фиксации (*Dynesys*) [252]. Исследования, *Grob* [124] также не выявили различий в результатах декомпрессивных и декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств без предшествующей сегментарной нестабильности. В тоже время имеющиеся признаки чрезмерной патологической подвижности, учитывая послеоперационное её усугубление за счет резекции части опорных элементов, несомненно, являются показанием к установке фиксирующих устройств [115, 151].

Сегодня для предупреждения развития и лечения дегенеративного спондилолистеза используются методы спондилодеза, выполняемые из переднего

ALIF (*anterior lumbar interbody fusion*), бокового XLIF (*lateral lumbar interbody fusion*) и задних PLIF (*posterior lumbar interbody fusion*), TLIF (*transforaminal lumbar interbody fusion*) доступов. Определение способа хирургического лечения зависит от владения хирургом навыками. По мнению ряда авторов, ни дорзальные, ни вентральные доступы для лечения дегенеративно-дистрофического процесса позвоночника не являются универсальными [18, 32, 38, 61, 75, 83].

Эволюция стабилизирующих операций на позвоночнике связана с разработкой современных металлоконструкций для осуществления спондилодеза [177]. Установлено, что их применение повышает степень стабильности оперированного сегмента [268]. *Lazennec et al.* указывает, что анатомически и физиологически правильное положение фиксированных позвонков непосредственно влияет на исход операции [172].

Передние стабилизирующие вмешательства: Травматичность и значительное количество послеоперационных осложнений классического внутрибрюшного подхода к позвоночному столбу привели к разработке *T. Iwahara* (1944 г.) менее агрессивной методики - ретроперитонеального доступа [32]. *Lane и Moore* (1948 г.) обосновали применение методики переднего спондилодеза (ALIF) для хирургического лечения дегенеративных процессов поясничных дисков [169]. Для корпородеза изначально использовали аутокость, а *Bagby и Kuslich* (1992 г.) применили цилиндрический имплант, в который помещали костную стружку. В настоящее время межтеловые кейджи представлены разнообразием: цилиндрические и прямоугольные титановые, керамические, из синтетических волокон, пористого никелида титана, полиактиднокислотного и полиароматического полимеров [83,184]. Изменение биомеханики оперированного уровня и ускорение дегенерации смежных сегментов привело к разработке подвижных протезов [59]. Сравнительный анализ использования конструктивно различающихся систем показал, что использование подвижных межпозвонковых дисков позволяет добиться более успешных послеоперационных результатов и полноценной реабилитации, чем при использовании неподвижных [18, 75, 185]. Установлено, что при использовании

методики ALIF увеличение количества уровней ухудшает качество анкилоза и предпочтительна для операции на одном позвоночно-двигательном сегменте [11, 18, 75, 178, 204].

Традиционно для кожного разреза используются доступы: срединный, параректальный и надлобковый. Все они включают ретроперитонеальный подход к межпозвонковым дискам с мобилизацией подвздошных сосудов [140, 222, 229]. Анатомическая эффективность процедуры ALIF заключается в восстановлении высоты диска и поясничного лордоза, а также в уменьшении напряжения заднего связочного аппарата [109]. Посредством данного доступа возможны тотальная дискэктомия с формированием полноценного спондилодеза и ограничение рубцово-спаечного процесса в позвоночном канале за счет отсутствия инструментальных манипуляций [32, 184, 191]. Сдерживающими факторами использования данной методики являются невозможность устранения фораминального стеноза и удаления секвестрированной грыжи диска [91, 228]. Возникающие при этом осложнения: кишечная непроходимость, повреждение органов брюшной полости [72, 124], послеоперационные вентральные грыжи, ретроградную эякуляцию [93, 112], чаще всего связаны непосредственно с проекционным доступом.

Анализ литературных данных по результатам лечения вентральным ретроперитонеальным стабилизирующим вмешательством показал: *Stauffer* и *Coventry* (1972 г.) получили в 36 % случаев хорошие результаты [245]; *Inoue* в (1988 г.) опубликовал о 73 % успехе доступа [141]; по данным *Loguidice et al* подобный спондилодез в 80 % был адекватным и имел у 80 % респондентов успешные результаты [182]. Исследования *Newman* и *Grinstead* сообщили об эффективном спондилодезе в 89 % случаях с 86 % хороших результатов [201].

По данным ряда авторов [18, 83] данный способ оперативного лечения приводит к положительным клиническим результатам. Но, по мнению некоторых исследователей, в большинстве случаев костный блок не формируется, корешковый и болевой синдромы сохраняются, а частота ранних послеоперационных осложнений составляет 15-30 %. При анализе отдаленных

результатов лечения установлено, что только 42 % больных вернулись к прежней работе, а 23 % требовалось повторное хирургическое вмешательство [32, 75].

Процедура ALIF претерпела в своем развитии три этапа: открытой, миниоткрытой и лапароскопической. Результаты сравнительного анализа хирургического лечения поясничного остеохондроза различными методиками вентрального доступа оказались противоречивыми. Предложенная в 1991 году *Obenchain* [204] техника лапароскопического переднего спондилодеза (ALIF), требовавшая достаточного навыка от хирурга, сопровождалась значительным количеством осложнений (ранение внутренних органов и крупных сосудов), а также увеличением времени оперативного лечения [146, 161]. *Zdeblick* и *David* [277] изучая методики открытой и лапароскопической ALIF выявили 4 % и 20 % осложнений соответственно. *Kaiser et al* [146] не определили преимуществ между лапароскопической и мини-открытой ALIF. Таким образом, среди ALIF наиболее активно применяемой методикой (по меньшему количеству осложнений) является мини-открытый доступ. По данным *Brau* [85] осложнения, встречаемые при таком доступе в виде: повреждения сосудов составили 1,6 %; ретроградная эякуляция – 0,1 %; кишечная непроходимость длительностью более 3 дней – 0,6 %; поверхностная раневая инфекция – 0,4 %.

С целью улучшения рентгенологических показателей спондилодеза появилась методика объединяющая передний корпородез и транспедикулярную фиксацию. Это сочетание было рекомендовано пациентам с высоким риском формирования псевдоартроза: при повторном вмешательстве, курильщикам и пациентам с сахарным диабетом. *Moore et al* [195] сообщили об успешном в 95 % артродезе с 86 % удачными результатами у пациентов с хроническими болевыми синдромами в спине с неэффективным консервативным лечением. *Gertzbein et al* [122] показал адекватный спондилодез в 97 % с 77 % хорошими исходами, из которые более половины пациентов были оперированы на двух и более уровнях. Исследования *Kozak and O'Brien* [166] получили в 90 % хорошие результаты 1 и 2 уровневом спондилодеза и 78 % хорошие результаты 3-х уровневом спондилодеза. *Hinkley and Jaremko* [132] продемонстрировали, что после данного

вмешательства трудоспособность восстановлена более чем в 90 % случаев. При оценке отдаленных послеоперационных результатов установлено, что в 19 % возник псевдоартроз и в 14 % произошла дегенерация смежного сегмента [248].

Боковые стабилизирующие вмешательства. Усовершенствованная дополнительным применением лапароскопической техники процедура ALIF получила широкое распространение [178], тем не менее, количество осложнений в виде: кровотечения, повреждение внутренних органов, сексуальная дисфункция [127] послужили мотивацией к разработке менее травматичных доступов и методов спондилодеза XLIF и DLIF. Эти боковые подходы к позвоночному столбу осуществляются через забрюшинную клетчатку и поясничную мышцу и являются относительно новым направлением в вертебрологии. Техника оперативного доступа была представлена *Pimenta* [217] и явилась модификацией вентрального ретроперитонеального доступа [208]. Ее основные преимущества заключаются в сохранении заднего мышечно-сухожильного комплекса и передней продольной связки, а также отсутствии тракции спинномозгового корешка. Осложнения, связанные с процедурой XLIF/ DLIF имеют место на этапе доступа или отсутствуют, а риск дестабилизирующего влияния вмешательства – минимален [160, 208]. Ограниченное поле во время операции делает невозможным применение данной методики при многоуровневой дегенерации межпозвонковых дисков, сочетанной с дегенеративным спондилолистезом. Анатомически обусловленное ограничение манипуляций на межпозвонковых дисках L_I-L_{II}, L_V-S_I (за счет вертикального хода нижних ребер и высокого стояния крыла подвздошной кости) и невозможность выполнения центральной декомпрессии позвоночного канала также являются сдерживающими факторами для широкого применения данной методики.

Задние стабилизирующие вмешательства: В истории развития операционной техники задней стабилизации выделяют периоды: с 1931 по 1982 гг. – использование нефункциональных конструкций для восстановления статики позвоночного столба [33, 48] и создание функциональных эндопротезов с сохранением статической и динамической функций [38, 61].

Cloward предложил широкую костную декомпрессию и максимальное удаление дискового материала. В последующем в полость диска устанавливался остеоиндуктивный или остеоиндуктивный материал [96]. Использование для межтелового спондилодеза аутокости, с тенденцией к формированию псевдоартроза или лизированию, послужило предпосылкой к применению резьбовых кейджей, предложенных *G. Bagby и S. Kuslich* (1977 г.), что позволило обеспечить надежную фиксацию позвоночного сегмента, повысить эффективность лечения и сократить сроки послеоперационного постельного режима [71]. Сегодня имплантаты для транстеловой фиксации изготавливаются из различных материалов (металлы, керамика, карбон), широкое распространение получили кейджи из пористого никелид титана. Конструкции из металла с эффектом памяти формы, как перспективное направление в хирургии позвоночника не нашли широкого распространения, в виду недостаточной фиксирующей функции. Расширяющиеся конструкции (*X-tenz, DePuy Acromed; Synex, Synthes; VBR, Ulrich; B-Twin*), имеющие исходный меньший размер, позволяют уменьшить объём резекции костных структур. Осложнения, связанные с методикой PLIF однотипны и представлены повреждением дурального мешка с усугублением неврологической симптоматики, тракцией и ранением корешков, развитием эпидурального фиброза.

По результатам исследований декомпрессия задним доступом и межтеловой корпородез являются более травматичными, чем вентральные вмешательства, и связаны с рецидивами грыж межпозвонковых дисков, развитием рубцово-спаечного фиброза в 7-27 % случаев [22, 44]. Данная методика позволяет манипулировать на большем количестве межпозвонковых дисков вовлеченных в патологический процесс, а также не имеет анатомических ограничений для выполнения вмешательства [13, 38, 55, 83].

Тенденция к укреплению задних опорных структур после широкой декомпрессии инициировало разработку дорзального спондилодеза - транспедикулярного остеосинтеза, в основе которого заложено проведение специальных винтов через корни дуг позвонков. *Roy-Camile R.R.* (1961 г.)

предложил систему транспедикулярной фиксации, состоящую из транспедикулярных винтов и пластин, соединяющихся между собой. Резорбция костной ткани вокруг установленных винтов и связанная с этим нестабильность конструкции, а также переломы и деформации ее элементов являются главными недостатками имеющихся транспедикулярных конструкций [5, 13, 30, 55]. Изучение возможности уменьшения хирургической агрессии в отношении транспедикулярной фиксации стимулировало появление чрескожных транспедикулярных винтов с минимизацией травматичности доступа и уменьшению послеоперационного болевого синдрома [214, 238, 272].

Исходы задней межтеловой стабилизации неоднозначны. Показано, что изолированный транспедикулярный остеосинтез не способствует адекватному спондилодезу и приводит к повторной компрессии нервных структур за счет нарастания нестабильности [5, 10, 30, 38, 55]. При этом неправильное проведение фиксирующих элементов способствуют повреждению нервных структур [203, 226]. В этой связи комбинируют транспедикулярный остеосинтез с методикой PLIF [38, 203, 219], что существенно повысило стабильность (в 90 % возникал костный блок) и количество хороших результатов лечения (в 67 %).

McCulloch et al заявил о полноценном в 91% спондилодезе без инструментальной составляющей с 78% успешных результатов [192]. Исследования *France et al* опубликовали об адекватном спондилодезе в 76% с и 64% без дополнительной стабилизации [115]. Установлено, что межтеловой спондилодез не сочетающийся с дополнительной транспедикулярной фиксацией в 26% приводит к формированию псевдоартроза с рецидивом болевого синдрома и снижением трудовой реабилитации [131, 237]. Проспективные рандомизированные исследования ряда авторов подтвердили преимущества сочетания техник по успешной трудовой реабилитации – 75 % по сравнению с их изолированным применением, где лишь 1/3 пациентов вернулась к прежней работе, но по стабилизационным характеристикам обе методики были сопоставимы [80, 183, 255].

Blume (1985 г.) разработал менее травматичный трансфораминальный доступ, представляющий односторонний подход к позвоночному столбу [190, 196, 207]. В дальнейшем операция получила название TLIF и ее стали сочетать с межпозвоночным спондилодезом, одно- или двухсторонней транспедикулярной фиксацией [97, 128]. Данная процедура стала альтернативой PLIF с минимальной травматизацией мягких тканей и костных структур и меньшим количеством повреждений твердой мозговой оболочки [118, 136].

Биомеханические исследования ригидных методик PLIF и TLIF показали, что в послеоперационном периоде происходит изменение естественной биомеханики оперированного сегмента за счет уплощения поясничного лордоза [38, 97]. *Lowe et al* установили что после одностороннего TLIF в сочетании с ТПФ спондилодез был достигнут в 90 % случаев, при этом хорошие и отличные результаты выявлены у 85 % пациентов [26, 201].

Сохраняющееся количество неудовлетворительных результатов явилось основой для появления минимально-инвазивной методики TLIF [184, 235]. Сущность способа заключается в установке транспедикулярных винтов только на стороне фасетэктомии с последующим введением педикулярного винта через фасеточный сустав на противоположной стороне. Такая методика уменьшает время операции, не ухудшая при этом жесткости системы [232]. Биомеханические исследования *Slucky* при сравнении односторонней, односторонней с установкой винта контрлатерально и двухсторонней транспедикулярной фиксации установили, что первая методика не обеспечивает оптимального стабилизационного эффекта, а второй и третий сопоставимы по жесткости между собой [242].

Улучшение послеоперационных результатов процедуры мини-TLIF связано с транскутанным введением винтов под ЭОП из парамедианного разреза через трубчатый ретрактор [149, 221, 244]. Согласно исследованиям *Schwender* минимально агрессивные методики TLIF осуществляли спондилодез в 100 % случаев [255]. Сравнительный анализ данной методики со стандартной TLIF выявил полноценный спондилодез в 80 % и 87 % соответственно [210, 231].

Stevens при помощи МРТ-диагностики подтвердили меньшую травматичность транскутанных методик [246]. При сравнительном анализе послеоперационных осложнений в группах открытой и мини-открытой TLIF получены данные о 4,0 % и 0,6 % случаях соответственно [212].

Исследование возможности использования минимально инвазивных методик на пояснично-крестцовом переходе привело к появлению способа AxiaLIF, который используется на уровне L_v-S₁ посредством чрескожного предсакрального доступа. Методика была описана *Marotta et al* [186]. *Aryan et al* сообщили о 91 % адекватного спондилодеза [69].

Рандомизированные клинические исследования *Fritzell* провели сравнительный анализ среди трех групп – изолированного транспедикулярного остеосинтеза и в сочетании с задним и передним межтеловым спондилодезом [118]. Полноценный костный блок наступил у 72 %, 87 %, и 91 % соответственно. Количество ранних осложнений составили 6 %, 16 %, и 31 %. Отдаленные осложнения в исследуемых группах были выявлены в 12 %, 22 %, и 40 % [117]. Биомеханические исследования показали, что после установки кейджей позвоночно-двигательный сегмент стабилен и способен выдержать нагрузку при сгибаниях, разгибаниях и боковых наклонах [130]. В работах *Polikeit A.* не выявлено значимых биомеханических различий между двумя кейджами, установленными из переднего доступа, и одним кейджем, установленным с бокового доступа [218].

Kim et al при анализе трех групп: изолированных транспедикулярной фиксации и заднего межтелового спондилодеза и их сочетания установил, что о хороших и отличных результатах сообщили 81 %, в 88 %, и 86 % респондентов соответственно, а возникновение псевдоартроза выявлено в 8 %, 5 %, 4 % случаев [157]. Исследование *Glassman et al* также не выявило значимого преимущества какой-либо стабилизационной методики [123]. *Madan u Boeree* заявили об отсутствии значимого результата между PLIF и ALIF [185], хотя *Knox u Charpan* о 35 % хороших результатов [161], *Vamvanij et al* о 63 % удовлетворительные результаты в группе задней стабилизации [262].

Мнение о рассмотрении сочетания межтелового корпорозеда и ригидной фиксации как основного стандарта лечения дегенеративного спондилолистеза претерпевает в настоящее время изменение [38, 226]. Устраняя нестабильность пораженного позвоночно-двигательного сегмента, ригидный спондилодез может приводить к функциональной перегрузке соседних сегментов [223, 233, 263]. Использование межтелового артродеза приводит к значительному изменению биомеханики [173] с ускоренной дегенерацией смежного сегмента [205, 213, 265, 274] за счет перераспределения нагрузки на замыкательные пластинки и увеличения внутридискового давления [102, 199].

Принципиально новым подходом к решению проблемы хирургического лечения дегенеративных поражений позвоночника являются исследования по применению динамической фиксации нестабильных позвоночных сегментов [48, 82, 119]. Предпосылками к этому явились: отсутствие 100 % рентгенологических признаков артродезирования после установки ригидных конструкций, умеренное количество хороших и отличных результатов (от 60 до 80 %) и формирование у 89 % пациентов в пятилетнем послеоперационном периоде дегенеративного процесса в смежном с вмешательством уровне [79].

Метод лигаментопластики предложенный *J. Senegas et al*, а в дальнейшем и другие его способы предложенные *H. Graf* и *J. Mochida et al* [148] основаны на применении синтетических материалов для замены связочного аппарата после задней декомпрессии. Позднее были разработаны межкостистые имплантаты с синтетическими связками – система *Wallis, Diam* и *Loop* [47, 164, 234]. При исследовании эффектов данных систем показано, что они не изменяют внутридисковое давление и размер фораминального отверстия на смежных с операцией ПДС, а действуют исключительно локально [94, 177, 250].

Применение мягких динамических стабилизаторов часто не осуществляло стабилизацию на должном уровне, что послужило причиной к разработке систем *Graf, Dynesis* и *Fass* [203, 239, 273], состоящих из транспедикулярных винтов и искусственных связок между винтами, позволяющих получить оптимистичные послеоперационные результаты [47, 203, 273]. Биомеханически,

транспедикулярные динамические фиксаторы обладают более жесткой степенью фиксации, ограничивая диапазон движений во фронтальной и сагиттальной плоскостях, в то время как межкостистые импланты только в сагиттальной [202, 239]. В то же время применение динамических стабилизирующих систем приводит к незначительному уплощению лордоза и тем самым минимизирует изменение биомеханики оперированного отдела позвоночника [77]. Дальнейшее изучение данных конструкций не выявило преимуществ систем полуригидной фиксации с ригидной [48, 165], а использование мягкой стабилизации привело к большому числу отрицательных отдаленных результатов и стало иметь очень узкий круг использования [233, 239]. Исследования *Rohlmann et al* [226] установили, что динамические имплантаты менее устойчивы к аксиальным нагрузкам, чем ригидные системы и не могут быть использованы при выраженной сегментарной нестабильности. Проспективное исследование *P. Korovessis* посвященное хирургическому лечению нестабильных форм поясничного остеохондроза в группах: декомпрессивной ламинэктомии и ригидной, полуригидной и динамической транспедикулярной фиксации не выявило статистически значимых различий по уровню послеоперационного болевого синдрома и качеству формирования костного блока между телами позвонков [164].

Для поддержания флексорно-экстензионного положения ПДС *J.F. Zuckerman et al* [278] предложил использовать межкостистый имплантат без лигаментопластики (*X-Top*). Это способствовало появлению системы U-образной формы [48, 163]. Применение таких межкостистых имплантатов позволяло увеличить размеры позвоночного канала и межпозвонковых отверстий за счет изменения высоты задних и средних отделов межтеловых пространств, не влияя передние – тем самым не создавая кифоз. Установлено, что дистракция задних опорных структур ПДС может приводить к подвывиху позвонков за счет уменьшения площади контакта суставных фасеток [38, 54, 61, 233]. При анализе литературных данных показано, что применение полуригидной и мягкой стабилизации не уменьшает количество послеоперационных осложнений по

сравнению с ригидной [51, 164, 203]. Не смотря на все преимущества динамических имплантов, показания к их установке в настоящее время не сформулированы [38, 48, 203, 233, 243].

За период с 1990 по 2009 года было проведено около 360 исследований сравнительного анализа минимально инвазивных и открытых методик стабилизации, но статистически значимых различий при их выполнении не выявлены [99]. Общие сведения и возможности проведения межтелового спондилодеза представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительная характеристика различных подходов для осуществления межтелового спондилодеза

Название	ALIF	XLIF/ DLIF	PLIF	TLIF
Иллюстрация доступа				
Дополнительный инструментарий	Крючковые ретракторы	Тубулярный ретрактор, система для ЭМГ-мониторинга	Билатеральный ранорасширитель	Трубчатая система METRx (Sofamor Danek), нетрубчатая система – MaXcess
Подход	Односторонний	Односторонний	Двухсторонний	Односторонний
Необходимое минимальное количество хирургов	2	1	2	2
Возможный объем декомпрессии	Дискэктомия	Дискэктомия	Ламинэктомия, гемиламинэктомия, фораминомия, дискэктомия	Ламинэктомия, гемиламинэктомия, фораминомия, дискэктомия
Положение пациента	На спине (Тренделенбурга)	На боку	На животе (коленно-локтевое) со сгибанием в ПКОП	На животе (коленно-локтевое) со сгибанием в ПКОП

Продолжение Таблицы 2

Название	ALIF	XLIF/ DLIF	PLIF	TLIF
Необходимость в дополнении TSR	+	++	++	+
Возможность лечения 1-уровневого спондилолистеза	+	+	+	+
Возможность лечения многоуровневого спондилолистеза	-/+	-	++	++
Реконструкция позвоночного канала	+/-	-	++	+
Тотальность дискэтомии	++	++	+	+
Исключение рубцово-спаечного эпидурита и эпидурального кровотечения	+	+	-	-/+
Исключение повреждения крупных сосудистых магистралей	-	++	+	+
Исключение повреждения поясничного сплетения	+	-/+	++	++
Сохранение заднего опорного комплекса	+	++	--	-/+
Возможность манипуляций на МПД Th _{XII} -L _I - L _{II} -L _{III}	-	-	+	+
Возможность манипуляций на м/п L _{III} -L _{IV}	+	+	+	+

Продолжение Таблицы 2

Название	ALIF	XLIF/ DLIF	PLIF	TLIF
Возможность манипуляций на м/п L _{IV} -L _V	+	+	+	+
Возможность манипуляций на м/п L _V -S _I	+	-	+	+
Визуализация	Оптическая, эндоскопическая, микроскопическая	Оптическая, но возможно использование операционного микроскопа	Эндоскопическая, микроскопическая, эндоскопическая ассистенция	Эндоскопическая, микроскопическая, эндоскопическая ассистенция
Необходимый R-контроль (экспозиция)	+	+++	++	+
Показания к использованию	Дегенеративная нестабильность	Дегенеративная нестабильность	Дегенеративная нестабильность, грыжа диска центральной, парамедианной и латеральной локализации, одно и двухсторонний фораминальный стеноз	Дегенеративная нестабильность, грыжа диска парамедианной, латеральной и экстрафораминальной локализации, односторонний фораминальный стеноз

Совершенствование технологий в хирургической вертебрологии привело к значительному снижению неудовлетворительных результатов лечения. Несмотря на это, устранение вертебро-неврального конфликта не сопровождается восстановлением динамического равновесия в позвоночной колонне, особенно при многоуровневом поражении, и способствует прогрессированию или развитию нестабильности ПДС в отдаленном периоде, что является стимулом для дальнейших научных исследований в этой области.

Глава 2 Материал и методы исследования

Проведено проспективное нерандомизированное исследование с ретроспективным анализом среди пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника, имеющих показания к проведению декомпрессивно-стабилизирующих оперативных вмешательств. Все пациенты имели распространенный характер поражения межпозвонковых дисков (более двух), но при этом хирургическому вмешательству подвергался один нестабильный позвоночно-двигательный сегмент. Работа осуществлена в рамках государственной программы ФГБУ «Научный центр реконструктивной и восстановительной хирургии» СО РАМН - «Изучение реакций нервной, сердечно-сосудистой, мышечной систем и неспецифических изменений организма при дегенеративно-дистрофических поражениях позвоночника (сколиозы, остеохондрозы) на хирургическое и консервативное лечение в условиях Восточной Сибири» (шифр 060, № гос. регистрации 01.200951064), а также при поддержке гранта Российского научного Фонда «Молекулярные сигнальные каскады и их влияние на нутритивный транспорт через межклеточный матрикс для регенерации межпозвонкового диска» (№ 15-15-30037). Исследование одобрено локальным этическим комитетом НЦРВХ СО РАМН (протокол № 3 от 13.03.12.).

2.1. Клиническая характеристика исследуемых пациентов

Ретроспективный анализ. Были изучены истории болезни и рентген-архивные данные 75 пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника, оперированных в нейрохирургическом отделении НЦРВХ СО РАМН за период с 2008 по 2011 гг. Ретроспективно, в зависимости от выполненной хирургической методики выделено две подгруппы пациентов: I А

($n=38$) – после предварительной односторонней фасетэктомии, выполнен одноуровневый трансфораминальный межтеловой спондилодез с ригидной межкостистой фиксацией, II A ($n=37$) – после проведения ламинэктомии с одно- или двух сторонней фасетэктомии, осуществлен односегментарный межтеловой спондилодез с транспедикулярной стабилизацией.

Из 75 пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника: на двух смежных ПДС признаки дегенерации диагностированы у 40 (53 %) пациентов, на трех уровнях у 19 (26 %), на четырех – у 16 (21 %) (рисунок 3).

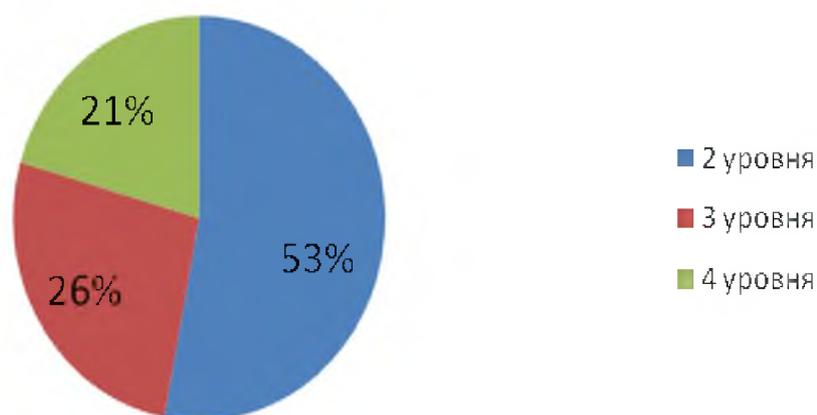


Рисунок 3 – Количественное соотношение дегенеративно измененных межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника у оперированных пациентов со спондилолистезом

Произведена комплексная оценка различных признаков дегенеративного поражения позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) и их сопоставления, для этого использован ряд шкал и классификаций:

- 1) Классификация степени дегенеративного процесса по результатам магнитно-резонансной томографии (МРТ) (Pfirmann С., 2001) [216].
- 2) Классификация степени дегенеративных изменений фасеточных суставов (ФС) по результатам МРТ (Fujiwara А., 2000) [120].

3) Классификация степени дегенеративного изменения межпозвонкового диска (МПД) по гистологическому исследованию (Vernon-Roberts B., 1987) [264].

4) Для определения объема патологической подвижности в оперированном сегменте использован показатель смещения позвонков (ПСП), заключающийся в измерении степени линейной трансляции позвонков, определяемой по рентгенограммам пояснично-крестцового отдела позвоночника, с учетом классификации спондилолистеза по Meyerding H.W. (1931). Величина ПСП рассчитывалась как разница смещения между флексией и экстензией.

Для определения степени патологического смещения позвонков относительно друг друга была использована классификация спондилолистеза по Meyerding H.W. (1931) [193] (Рисунок 4):

I степень – смещение вышележащего позвонка до $\frac{1}{4}$ тела нижележащего,

II степень – от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$,

III степень – от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$,

IV степень – от $\frac{3}{4}$ до смещения на всю длину тела,

V степень – спондилоптоз (полное соскальзывание вышележащего позвонка).

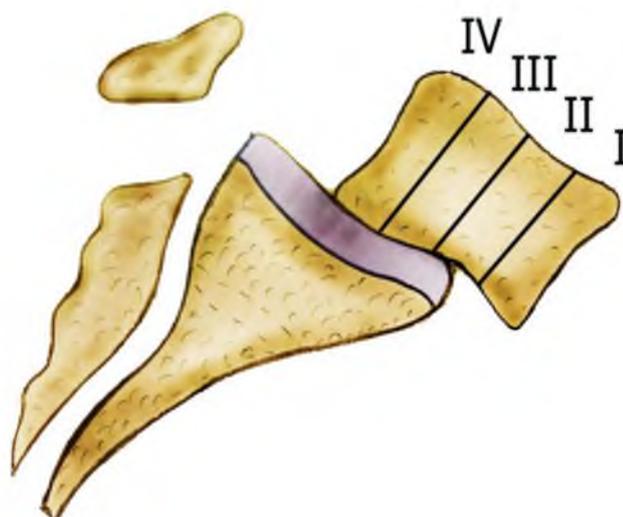


Рисунок 4 – Классификация степени спондилолистеза по Meyerding H.W. [193]

Перспективное исследование. В исследование включено 90 пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях

межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника, которым выполнены минимально-инвазивные декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства. Используются критерии, являющиеся показаниями и противопоказаниями к выполнению операции.

Критерии включения:

- Неэффективность консервативной терапии более 3 месяцев – наличие длительного или рецидивирующего корешкового болевого синдрома, стойкого неврологического дефицита от явлений радикулоневралгии до радикулопатии с периферическими парезами.
- Наличие дегенеративного спондилолистеза I степени по Meyerding (1931).
- Сумма учетных баллов по шкале клинической оценки рентгенологической нестабильности поясничного отдела позвоночника (Essen S.I., 1995) более 5.
- Наличие дегенеративных изменений межпозвонковых дисков по данным нейровизуализации на 2х и более уровнях.
- Наличие электронейромиографических (ЭНМГ) данных, подтверждающих компрессию нервных структур.
- Письменное согласие пациента на обследование и оперативное вмешательство.

Критерии исключения:

- Любая сопутствующая патология в стадии декомпенсации.
- Центральный стеноз позвоночного канала.
- Спондилолистез II, III, IV ст. по Meyerding (1931) с или без спондилолиза.

Для систематизации групп исследования по величине линейного смещения позвонков и определения дифференцированного подхода к осуществлению задней стабилизации оперированных сегментов выделено две подгруппы пациентов: I Б – при смещении позвонков относительно друг друга до 12,5 % проводилась ригидная межкостистая фиксация с межтеловым спондилодезом. При этом доступ к позвоночному каналу выполнялся по оригинальной методике со спилом основания остистого отростка позвонка контрлатерально в косо-горизонтальной

плоскости; II Б – при смещении позвонков относительно друг друга от 12,5 % до 25 % осуществлялась транспедикулярная стабилизация с межтеловым спондилодезом. В вышеупомянутой подгруппе использовался оригинальный способ реконструкции позвоночного канала, позволяющий выполнить микрохирургическую реконструкцию позвоночного канала посредством спила остистого отростка и ипсилатеральной дужки и осуществить ревизию спинномозгового корешка с противоположной стороны.

Средний возраст пациентов в подгруппе I А составил 39 (32;46) лет, в подгруппе I Б – 38 (33;46) лет ($p=0,8$), в подгруппе II А – 46 (39;54) лет, в подгруппе II Б – 44 (35;53) года ($p=0,6$). Распределение пациентов по возрасту представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение оперированных пациентов по возрасту

Возрастная группа	I группа		p	II группа		p
	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа I Б (n=45)		Подгруппа II А (n=37)	Подгруппа II Б (n=45)	
20-30 лет	5 (13 %)	7 (15 %)	>0,05	1 (3 %)	1 (2 %)	>0,05
31-40 лет	17 (45 %)	19 (43 %)		12 (32 %)	14 (32 %)	
41-50 лет	10 (26 %)	12 (27 %)		13 (35 %)	15 (33 %)	
51-60 лет	5 (13 %)	5 (11 %)		6 (16 %)	8 (18 %)	
Старше 60 лет	1 (3 %)	2 (4 %)		5 (13 %)	7 (15 %)	

Примечание: p – доверительная вероятность

На долю активного и работоспособного возраста (31-50 лет) пришлось: 84 % оперированных пациентов подгруппы I А, 85 % подгруппы I Б, 71 % в подгруппе II А и 67 % в подгруппе II Б.

Среди всех оперированных количество респондентов мужского пола превалировало и в количественном соотношении составило 2:1. Для подгруппы I А количество мужчин отмечено 25 (66 %), для подгруппы I Б 31 (69 %) ($p=0,72$), для подгруппы II А 27 (73 %), для подгруппы II Б 29 (64 %) ($p=0,54$). При анализе установлено, что количество пациентов занимающихся тяжелым физическим

трудом было сравнимым и составило: в подгруппе I А 43 (96 %) и I Б 43 (96 %) человека ($p=0,65$), в подгруппе II А – 42 (93 %) и подгруппе II Б 41 (91 %) соответственно ($p=0,82$) (таблица 4).

Таблица 4 – Распределение оперированных пациентов по виду деятельности

Род занятий	I группа		p	II группа		p
	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа I Б (n=45)		Подгруппа II А (n=37)	Подгруппа II Б (n=45)	
Тяжелый физический труд	24 (63 %)	27 (61 %)	>0,05	24 (65 %)	30 (67 %)	>0,05
Легкий физический труд	7 (19 %)	9 (20 %)		6 (16 %)	7 (15 %)	
Интеллектуальный труд	5 (13 %)	7 (15 %)		4 (11 %)	4 (9 %)	
Неработающие	2 (5 %)	2 (4 %)		3 (8 %)	4 (9 %)	
Наличие инвалидности (из числа неработающих)	-----	-----		2 (5 %)	1 (2 %)	

Примечание: p – доверительная вероятность

Клинико-неврологическая характеристика. Пациентам осуществлялся динамический клинико-инструментальный подход. При ретроспективном анализе изучались отдаленные результаты хирургического лечения пациентов через 24 месяца: уровень болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли ВАШ (Wewers M., 1990), изучение качества жизни по опроснику для пациентов с проблемами в спине *Oswestry Disability Index* версии 2.1a (ODI) (Fairbank J., 1980), исследование послеоперационных исходов по шкале *Macnab* (Macnab I., 1971) [8], динамика линейного смещения позвонков до и после операции по поясничной спондилографии и количество послеоперационных осложнений.

В проспективном исследовании оценивалось состояние пациентов при поступлении, при выписке, динамическое наблюдение проводили в сроки 3, 6, 12,

24 месяца после операции. Клиническая оценка включала в себя: неврологический осмотр, определение уровня болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли ВАШ (Wewrs M., 1990), изучение качества жизни по опроснику для пациентов с проблемами в спине Освестри (Fairbank J., 1980), исследование послеоперационных исходов по шкале MacNab (MacNab I., 1971) [8].

Оценивали: степень активности и положение больного, внешний вид поясничного отдела позвоночника и нижних конечностей, визуальное изменение конфигурации позвоночного столба, выраженность напряжения околопозвоночных мышц, пальпаторная болезненность остистых отростков и паравертебральных точек. Ведущим синдромом, предъявляемым пациентами с вертеброгенной патологией, являлась – боль. При оценке болевого синдрома учитывалась его локализация, характер и выраженность, а также наличие иррадиации. В исследовании использовалась визуально-аналоговая шкала боли (ВАШ) (Wewrs M., 1990), которая заполнялась больными до- и после операции. Методика оценки уровня болевого синдрома по ВАШ проводилась по отметке интенсивности болевых ощущений пациентом и измерению длины горизонтальной линии очерченной на листе бумаги: от 0 – нет боли, до 10 – невыносимая боль, выраженной в миллиметрах (рисунок 5).

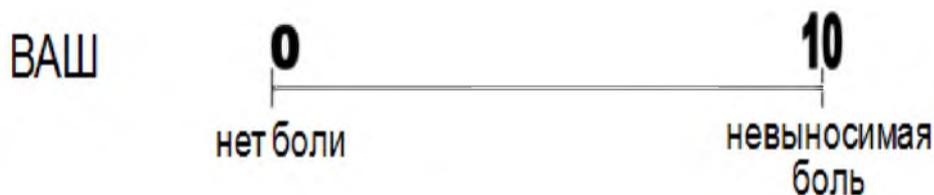


Рисунок 5 – Визуально-аналоговая шкала боли (ВАШ)

Определялась выраженность боли в пояснице и нижних конечностях. Уровень болевого синдрома измерялся в утренние часы. Также для оценки динамики болевого синдрома в области операционной раны и потребности в

анальгетиках в послеоперационном периоде измерения производили ежедневно. Для купирования болевого синдрома в области послеоперационной раны использовались инъекции наркотических анальгетиков (трамадол 2,0) и ненаркотических анальгетиков (кетонал 2,0).

Исследовались симптомы натяжения периферических нервов (Ласега, Вассермана), корешков (Нери), симптом кашлевого толчка. Определялись нарушения чувствительности, двигательные расстройства, состояние рефлексов и функции тазовых органов. Для верификации симптомов нейрогенной перемежающей хромоты использовалась маршевая проба с оценкой неврологического статуса до и после нагрузки.

При опросе пациентов внимание акцентировалось на факторы, влияющие на возникновение болевого синдрома и неврологические проявления, статические и динамические нагрузки. Также оценивалась взаимосвязь появления симптоматики с соматическими заболеваниями. Длительность заболевания от момента появления клинической симптоматики до проведения хирургического вмешательства в большинстве случаев превышала 1 год (таблица 5).

Таблица 5 – Распределение пациентов по срокам течения заболевания до проведения оперативного лечения

Длительность анамнеза	I группа		p	II группа		p
	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа I Б (n=45)		Подгруппа II А (n=37)	Подгруппа II Б (n=45)	
До года	5 (13 %)	7 (15 %)	>0,05	-----	-----	>0,05
От 1 до 5 лет	16 (42 %)	19 (43 %)		20 (54 %)	22 (50 %)	
От 5 до 15 лет	15 (40 %)	17 (38 %)		14 (38 %)	18 (40 %)	
Более 15 лет	2 (5 %)	2 (4 %)		3 (8 %)	5 (10 %)	

Примечание: p – доверительная вероятность

Анализируя частоту госпитализаций для стационарного лечения установлено, что в большинстве случаев их количество составило 2-3 случая (таблица 6).

Таблица 6 – Распределение пациентов по количеству госпитализаций для стационарного лечения до проведения оперативного вмешательства

Количество госпитализаций	I группа		p	II группа		p
	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа I Б (n=45)		Подгруппа II А (n=37)	Подгруппа II Б (n=45)	
1	2 (5 %)	1 (2 %)	>0,05	-----	-----	>0,05
2	17 (45 %)	20 (45 %)		14 (38 %)	16 (37 %)	
3	16 (42 %)	20 (45 %)		16 (43 %)	19 (43 %)	
4	1 (3 %)	2 (4 %)		3 (8 %)	4 (8 %)	
5	2 (5 %)	2 (4 %)		4 (11 %)	6 (12 %)	

Примечание: p – доверительная вероятность

Наиболее часто пациенты испытывали корешковый болевой синдром на фоне дегенеративного поражения позвоночно-двигательных сегментов пояснично-крестцового отдела позвоночника 2-4 раза в год (таблица 7).

Таблица 7 – Распределение пациентов с дегенеративными поражениями ПДС пояснично-крестцового отдела позвоночника по количеству ежегодных обострений

Количество ежегодных обострений	I группа		p	II группа		p
	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа I Б (n=45)		Подгруппа II А (n=37)	Подгруппа II Б (n=45)	
До 2х раз	3 (8 %)	5 (10 %)	>0,05	-----	-----	>0,05
2-3 раза	15 (40 %)	18 (41 %)		10 (27 %)	10 (24 %)	
3-4 раза	16 (42 %)	18 (41 %)		21 (57 %)	26 (58 %)	
Более 4х раз	4 (10 %)	4 (8 %)		6 (16 %)	9 (18 %)	

Примечание: p – доверительная вероятность.

Всем пациентам осуществлялся общеклинический минимум обследования, включающий в себя: полный гематологический анализ – для исключения острого или хронического воспалительного процесса (внимание уделялось уровню

лейкоцитоза и СОЭ), биохимическое исследование крови (показатели сахара, печеночных ферментов, ревматологические пробы), исследование иммунного статуса (ВИЧ, гепатиты тип В, С и их маркеры), анализ других жидких сред (моча, ликвор), для мужчин обязательный осмотр уролога, для женщин – гинеколога.

Оценка эффективности оперативного лечения и послеоперационных осложнений. Исследование ближайших и отдаленных результатов лечения осуществлялось по шкале субъективной оценки MacNab (MacNab I., 1971) (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). Для изучения качества жизни пациентов в динамике применяли опросник для пациентов с проблемами в спине Освестри Oswestry Disability Index версии 2.1a (ODI), разработанного в 1865 г. Jeremy С. Т. Fairbank, в переводе на русский язык (<http://www.orthosurg.org.uk/odi/>). Исследовались параметры: интенсивность боли, самообслуживание, поднятие предметов, ходьба, положение сидя, стоя, сон, сексуальная жизнь, досуг, поездки [8].

Схема применения опросника: для каждого раздела максимальный балл – 5 (от 0 до 5). Если пациент заполнил все 10 разделов, то ODI высчитывается так: сумма набранных баллов / максимально возможное количество баллов x 100. Например, $16 / 50 \times 100 = 32$. Если один из разделов не заполнен или противоречив, то индекс высчитывается так: сумма набранных баллов / максимально возможно количество баллов x 100. Например, $16 / 45 \times 100 = 35,5$.

Оптимальная длительность периода наблюдения пациентов после операции определена в 24 месяца, промежуточные контрольные осмотры позволили выявить минимальные изменения клиническом в состоянии пациентов, а также предупредить усугубление субклинических биомеханических изменений.

2.2. Характеристика инструментальных методов исследования

Инструментальное обследование заключалось в проведении: спондилографии пояснично-крестцового отдела позвоночника в 2-х проекциях

(прямой и боковой), а также с функциональными пробами, методов нейровизуализации (магнитно-резонансная (МРТ) и мультиспиральная компьютерная томографии (МСКТ) пояснично-крестцового отдела позвоночника) и нейрофизиологии – электромиография нижних конечностей (ЭНМГ).

Рентгенологические методы исследования. Рентгенологическое исследование проводилось по общепринятой методике на аппарате Duo Diagnost, Philips (Netherlands) в виде: обзорной (в передне-задней и боковой проекциях) и функциональной (в боковой проекции в положении сгибания и разгибания в пояснице) спондилографии. При проведении обзорной рентгенографии пояснично-крестцового отдела позвоночника определялись признаки дегенеративного процесса: субхондральный склероз, изменение формы тел позвонков и фасеточных суставов, уменьшение высоты межпозвонкового диска (рисунок 6 а, б). Угол поясничного лордоза измеряли по методу Кобба на боковой рентгенограмме как пересечение перпендикуляров, опущенных от прямых линий, проходящих через верхние замыкательные пластинки L₁ и S₁ позвонков (рисунок 6 в).

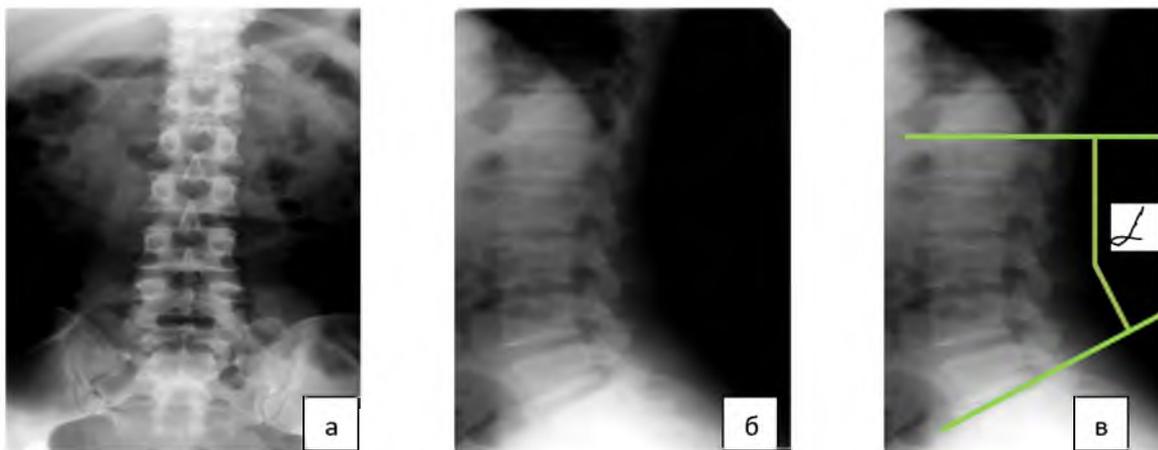


Рисунок 6 – Обзорная спондилография пояснично-крестцового отдела позвоночника: а – прямая проекция, б – боковая проекция, в – методика измерения угла поясничного лордоза

Функциональное рентгенологическое исследование, выполняемое в положении максимального разгибания и сгибания, позволило установить патологическую подвижность позвоночно-двигательных сегментов, а также

величину линейной трансляции позвонков и сагиттальной ангуляции (рисунок 7 а, б). По результатам функциональной спондилографии также определялся общий объем движений в поясничном отделе позвоночника как разница между углами поясничного лордоза в положении экстензии и флексии. Также исследовалась амплитуда сегментарного угла (рисунок 7 в), как разница сегментарных углов между положением флексии и экстензии.

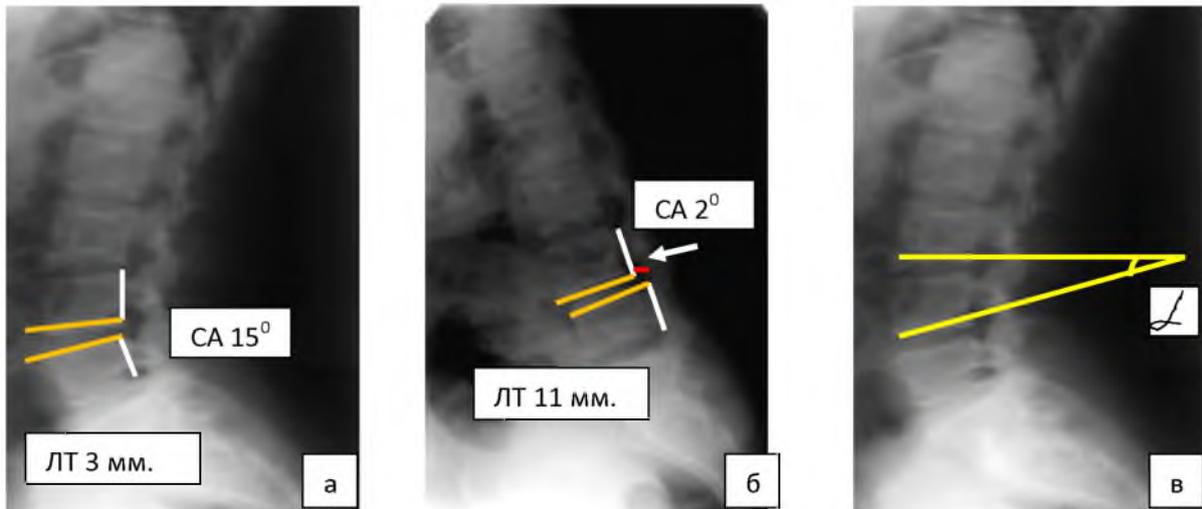


Рисунок 7 – Функциональная спондилография пояснично-крестцового отдела позвоночника: а – положение разгибания (линейная трансляция 3 мм., сагиттальная ангуляция 16°), б – положение сгибания (линейная трансляция 11 мм., сагиттальная ангуляция 2°), в – методика измерения сегментарного угла. Показатель смещения позвонков: ЛТ – 8 мм., СА – 13°

В динамике осуществлялось исследование высоты межтелового промежутка в переднем (А), среднем (В) и заднем (С) отделах – наименьшая высота межпозвонкового диска (рисунок 8). В связи с невозможностью установить одинаковое расстояние от излучателя до позвоночника, для минимизации погрешности измерений, была введен параметр D – величина диагонали L_V позвонка. В процессе проведения до и послеоперационного обследования величину коррекции рассчитывали по формуле: $D = D_{\text{доопер}}/D_{\text{послеопер}}$

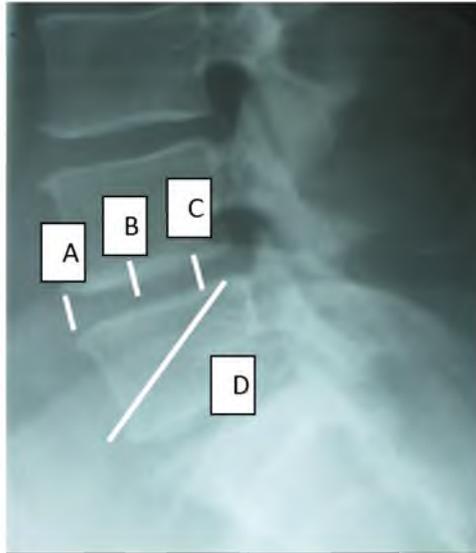


Рисунок 8 – Параметры исследования межтелового промежутка: А – переднее межтеловое пространство, В – среднее межтеловое пространство, С – заднее межтеловое пространство, D – диагональ для расчета корригирующего коэффициента

Рентген-миелографическое исследование. Для верификации уровня дегенеративного поражения, степени экструзии межпозвонкового диска, состояния проходимости ликворных путей и позвоночного канала применялась методика восходящей позитивной миелографии (рисунок 9).

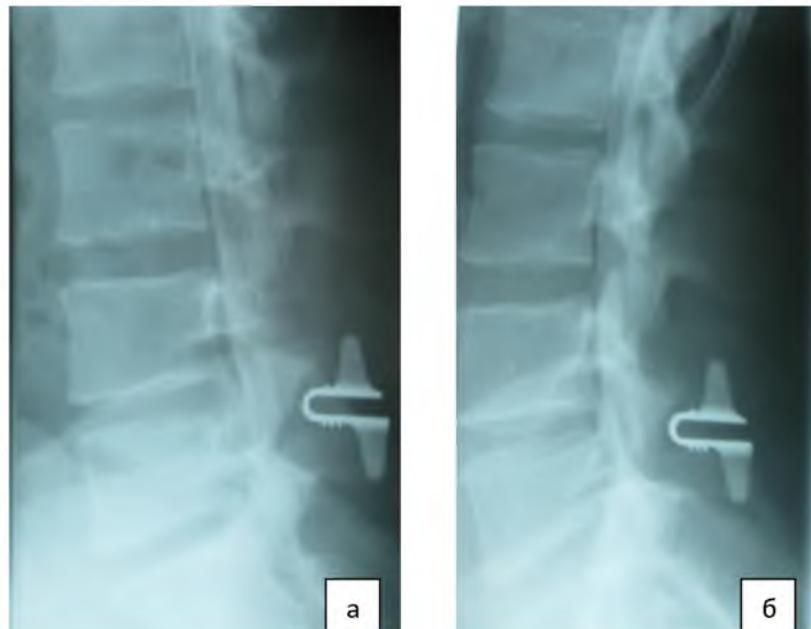


Рисунок 9 – Функциональная R-миелография пояснично-крестцового отдела позвоночника пациента после декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства

в ПДС L_{IV}-L_V. Определяется равномерное распределение контрастного вещества в субарахноидальном пространстве: а – при сгибании в поясничном отделе, б – при разгибании в поясничном отделе

Компьютерная и магнитно-резонансная томографии. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) выполнялась на томографе Bright Speed Edge (4 спирали), General Electric (USA). Для проведения позитивной миелографии и МСКТ-миелографии использовали рентгеноконтрастный неионный препарат – Ультравист 300 (Германия). Для магнитно-резонансной томографии (МРТ) использовалось оборудование фирмы Magnetom Essenzal (Siemens) 1,5 Т, в режимах T1 и T2.

Объём проведенных нейровизуализационных методов обследования пациентов представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Объем нейровизуализационных методов исследуемых пациентов

Метод обследования	Количество исследований	
	Группа ретроспективного исследования (n=75)	Группа проспективного исследования (n=90)
МСКТ	2 (3 %)	3 (3,3 %)
МРТ	64 (85 %)	74 (82 %)
МСКТ-миелография	9 (12 %)	13 (14,4 %)
Итого	75 (100 %)	90 (100 %)

Исследование проводилось в двух проекциях – сагиттальной (определяется уровень грыжевого выпячивания, наличие краниального или каудального смещения) и аксиальной (определяется локализация и размеры секвестра и его взаимоотношения с окружающими анатомическими структурами). В режиме T1 грыжа диска представлена изо- или гиперинтенсивным участком в отличие от межпозвонкового диска, ликвор имеет темный цвет. В режиме T2 секвестр имеет выраженный гиперинтенсивный МР-сигнал, а спинномозговая жидкость принимает светлые тона (рисунок 10).

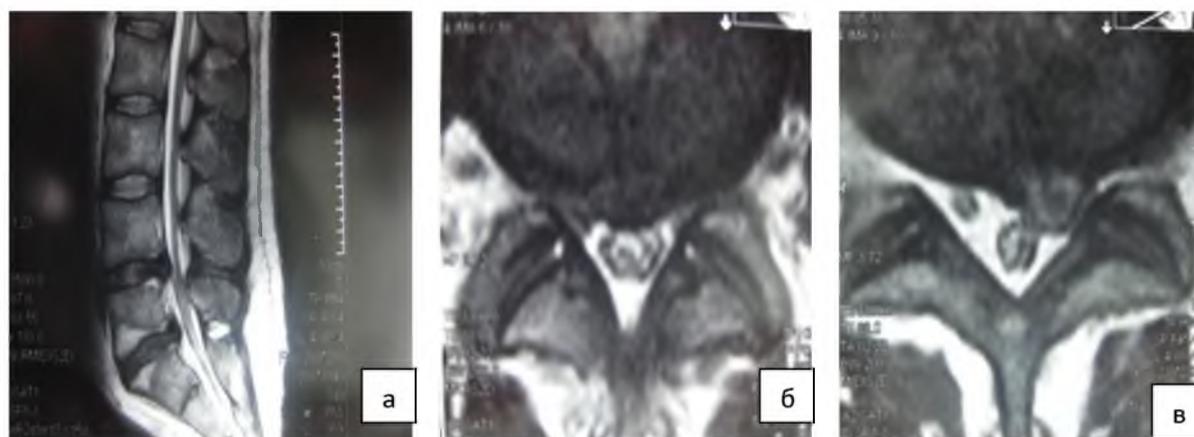


Рисунок 10 – Магнитно-резонансная томография пациента Д. в T2 режиме: а – сагиттальная проекция поясничного отдела позвоночника, б – фронтальная проекция межпозвонкового диска L_{IV}-L_V с циркулярной протрузией, в – фронтальная проекция межпозвонкового диска L_V-S_I с левосторонней грыжей

В большинстве наблюдений дискогенная патология локализовалась в L_{IV}-L_V и L_V-S_I (более 70 %) позвоночно-двигательных сегментах (таблица 9).

Таблица 9 – Локализация уровня патологического процесса в поясничном отделе позвоночника при выполнении оперативных вмешательств

Уровень ПДС (абс. число, %)	L _{III} -L _{IV}	L _{IV} -L _V	L _V -L _{VI}	L _{VI} -S _I	L _V -S _I
Группа ретроспективного исследования (n=75)	3 (4 %)	39 (52%)	9 (12 %)	2 (3 %)	22 (29%)
Группа проспективного исследования (n=90)	4 (4 %)	46 (51 %)	5 (6 %)	9 (10 %)	26 (29 %)

Морфологическое исследование. Весь операционный материал исследовался методом световой оптической микроскопии после окрашивания гематоксилин-эозином по общепринятой методике. Для оценки степени дегенерации ткани межпозвонкового диска изучали: количество хондроцитов, наличие и размер очагов некроза, структуру коллагеновых волокон.

Электромиография нижних конечностей. 61 пациенту (81 %) группы ретроспективного исследования и 76 пациентам (84 %) проспективного

исследования выполнено электрофизиологическое обследование – стимуляционная электромиография нижних конечностей на компьютерном комплексе «Нейро-ЭМГ» - микро, Нейрософт (Россия). Проводимое исследование включало накожную суммарную электромиографию с проксимальных и дистальных отделов нижних конечностей. Чувствительность ЭНМГ-исследования в 1,5 раза выше, чем стандартный неврологический осмотр и позволяет установить уровень поражения в среднем у 70-75 % больных с дискогенной патологией (Marinacci A. (1965)., Лисунов В.А. (1970)., Попелянский Я.Ю.(1997).

2.3. Методы статистической обработки результатов исследования

Статистическая обработка результатов исследования проведена на персональном компьютере с использованием прикладных программ обработки данных баз Microsoft Excel 2010 (Microsoft., США) и Statistica for Windows 8.1 (StatSoftinc., США). Полученные результаты проанализированы с применением методов вариационной статистики. Оценка характера распределения признаков производилась по тестам на нормальность Шапиро-Уилка, Колмогорова-Смирнова и Лилефорса. 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 $Me (25\%; 75\%)$. Статистическая значимость различий установлена для повторных измерений (спустя 3, 6, 12 и 24 месяцев после операции), с учетом поправки Бонферрони, при $p < 2,5\%$. Используются критерии непараметрической статистики: Мана-Уитни (M-U) для межгруппового сравнения, критерий Вилкоксона (W) для зависимых выборок, Хи-квадрат (χ^2) для биномиальных признаков. Корреляционный анализ проведен с использованием рангового коэффициента корреляции r_s Спирмена.

Сравнительный анализ проводился между группами ретроспективного и проспективного исследований. Основным критерием, характеризующим функциональный исход операции являлся индекс качества жизни Освестри. Известно, что среднее квадратичное отклонение при измерении шкалой Освестри может достигать 15, при этом минимальная клинически значимая разница принята равной 10 [206]. Используя модуль «Power analysis» проведен расчёт минимального достаточного количества пациентов в группах (рисунок 11).

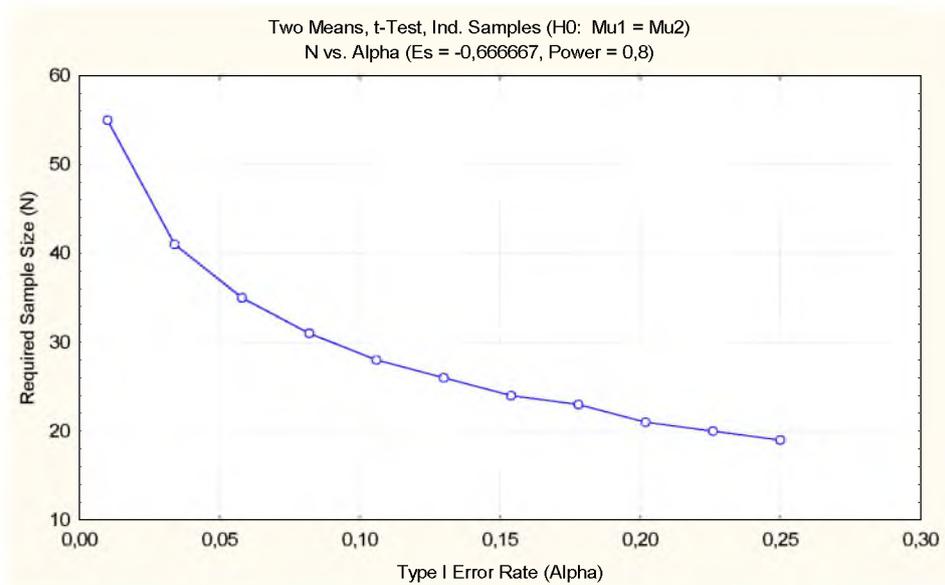


Рисунок 11 – График зависимости необходимого числа наблюдений в группе от заданного уровня значимости ошибки первого рода при мощности исследования 80%, стандартном отклонении 15 и разнице эффектов 10

Для проведения исследования статистической мощностью 80% и 2-х сторонним уровнем значимости $p < 0,05$ с целью обнаружения минимального клинически-значимого различия равного 10 и при стандартном отклонении равном 15 при применении 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

Для исследования отдаленных исходов оперативного лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника проведен ретроспективный анализ результатов декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств проведенных за период с 2008 по 2011 года. Были изучены истории болезни и рентген-архивные данные 75 пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника, о которых была получена полная информация в течение 24 месяцев после операции. Среди пациентов, в зависимости от вида проведенного оперативного вмешательства, была сформирована группа ретроспективного анализа и из нее выделено две подгруппы: I A ($n=38$) – после предварительной односторонней фасетэктомии, выполнен одноуровневый трансфораминальный межтеловой спондилодез с ригидной межкостистой фиксацией, II A ($n=37$) – после проведения ламинэктомии с одно- или двух сторонней фасетэктомии, осуществлен односегментарный межтеловой спондилодез с транспедикулярной стабилизацией.

3.1. Методика оперативных вмешательств

Положение пациента на операционном столе: проведение декомпрессивных и декомпрессивно-стабилизирующих оперативных вмешательств в исследовании осуществлялось в положении пациента лежа на животе с разгружающими периферические сосудисто-нервные стволы и брюшную стенку валиками под плечами и передними верхними осями. Для придания оптимального разгибания в поясничном отделе позвоночника производили моделирование позиции операционным столом (рисунок 12).



Рисунок 12 – Положение пациента на операционном столе при проведении декомпрессивных и декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств

Доступ к позвоночному каналу: В проводимом исследовании осуществлялся задний доступ к содержимому позвоночного канала после верификации уровня поражения ЭОП или дооперационной поясничной спондилографии (рисунок 13).



Рисунок 13 – Поясничная спондилограмма (прямая проекция) с расположенной металлической меткой в межостистом промежутке L_{III}-L_{IV} (указана стрелкой)

Методика подхода к межпозвоночному промежутку заключалась в срединном разрезе кожи и подкожно-жировой клетчатки в проекции остистых отростков, линейном рассечении торако-люмбарной фасции, двухстороннем скелетировании паравертебральных мышц распатором с последующей тампонадой салфетками смоченными в 3 % растворе перекиси водорода для минимизации кровопотери (рисунок 14).

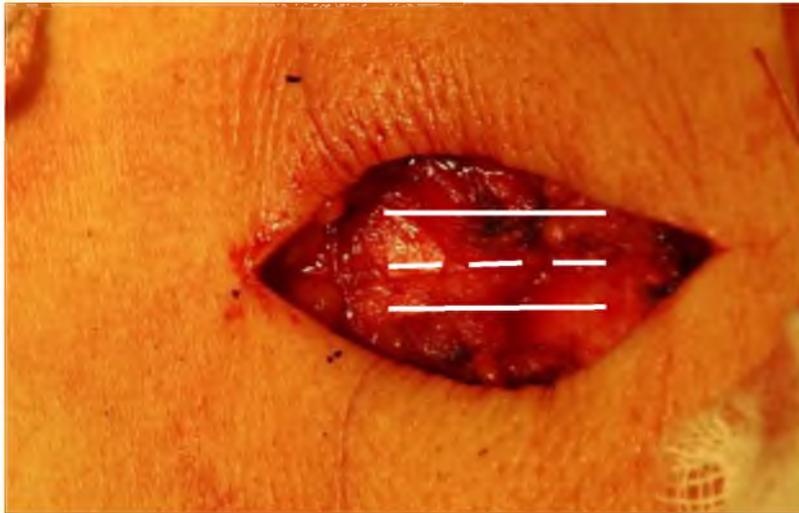


Рисунок 14 – Схематичное изображение рассечения грудно-поясничной фасции: пунктирная линия – проекция остистых отростков, сплошная линия – проекция линейного разреза торако-люмбарной фасции

Этап декомпрессии осуществлялся с применением микрохирургических инструментов, фирм: «Codman», «Aescular» и операционного микроскопа Olympus 5000 посредством срединного разреза и двухстороннего скелетирования паравертебральных мышц (рисунок 15).



Рисунок 15 – Билатеральные ранорасширители установленные в операционную рану

Объем декомпрессии отличался от степени патологической подвижности и методики выполнения стабилизации. Выделены следующие варианты доступов: интерламинэктомия с дополнительной резекцией смежных дужек; парциальная гемиламинэктомия с медиальной фасетэктомией, с удалением части дужки позвонка и верхнего суставного отростка нижележащего поясничного позвонка; ламинэктомия, с удалением остистого отростка и дужки позвонка с двух сторон [14].

Хирургические методики: все операции проводились под внутривенным обезболиванием с использованием искусственной вентиляции легких. Для выполнения декомпрессивного этапа применяли операционный микроскоп Olympus 5000 (Япония) и оригинальный набор спинального инструментария фирмы Aescular (Германия).

Группа пациентов, которым была выполнена реконструкция позвоночного канала с последующей ригидной межостистой фиксацией и межтеловым спондилодезом по традиционной методике. Этапы вмешательства (рисунок 16) и клинический пример (рисунок 17):

1. *Разрез.* Выполнялся продольный разрез кожи и подкожно-жировой клетчатки в проекции остистых отростков позвонков в области патологического процесса.

2. *Доступ через мягкие ткани.* Апоневроз рассекался линейно. Осуществлялось скелетирование остистых отростков и дужек с двух сторон. Устанавливался билатеральный ранорасширитель по центру раны.

3. *Костный доступ.* При помощи микроскопа Olympus 5000 при 8–12-ти кратном увеличении и оригинального набора спинального инструментария фирмы Aescular (Germany) выполнялась микрохирургическая реконструкция позвоночного канала с полной или частичной фасетэктомией.

4. *Менингоградикулолиз и дискэктомия.* Оценивались пульсация и форма дурального мешка и спинно-мозговых корешков. Выполнялись менингоградикулолизис и ревизия вентральной части дурального мешка, затем после смещения корешка медиально осуществлялась субтотальная дискэктомия.

5. *Установка компонентов фиксирующей системы:* после проведения реконструкции последовательно выполнялось:

- удаление надостистой и межостистой связок (рисунок 16 а).
- установка межтелового кейджа по общепринятой методике трансфораминальным доступом (рисунок 16 б).
- ригидная межостистая фиксация (рисунок 16 в).

Все этапы операции выполняются под флюороскопическим контролем (ЭОП).

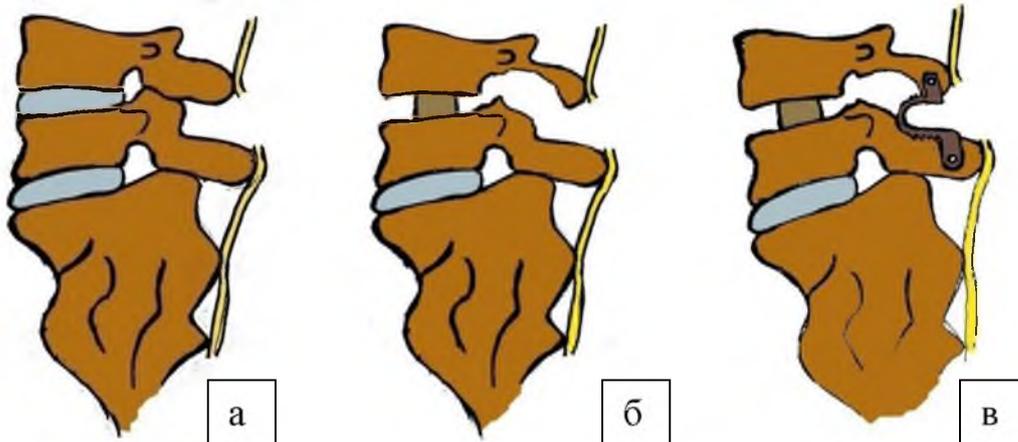


Рисунок 16 – Схема выполнения межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации (а, б, в)

б. *Послойное закрытие раны.* Послеоперационная рана ушивалась послойно: накладывались швы на апоневроз, подкожно-жировую клетчатку и кожу.

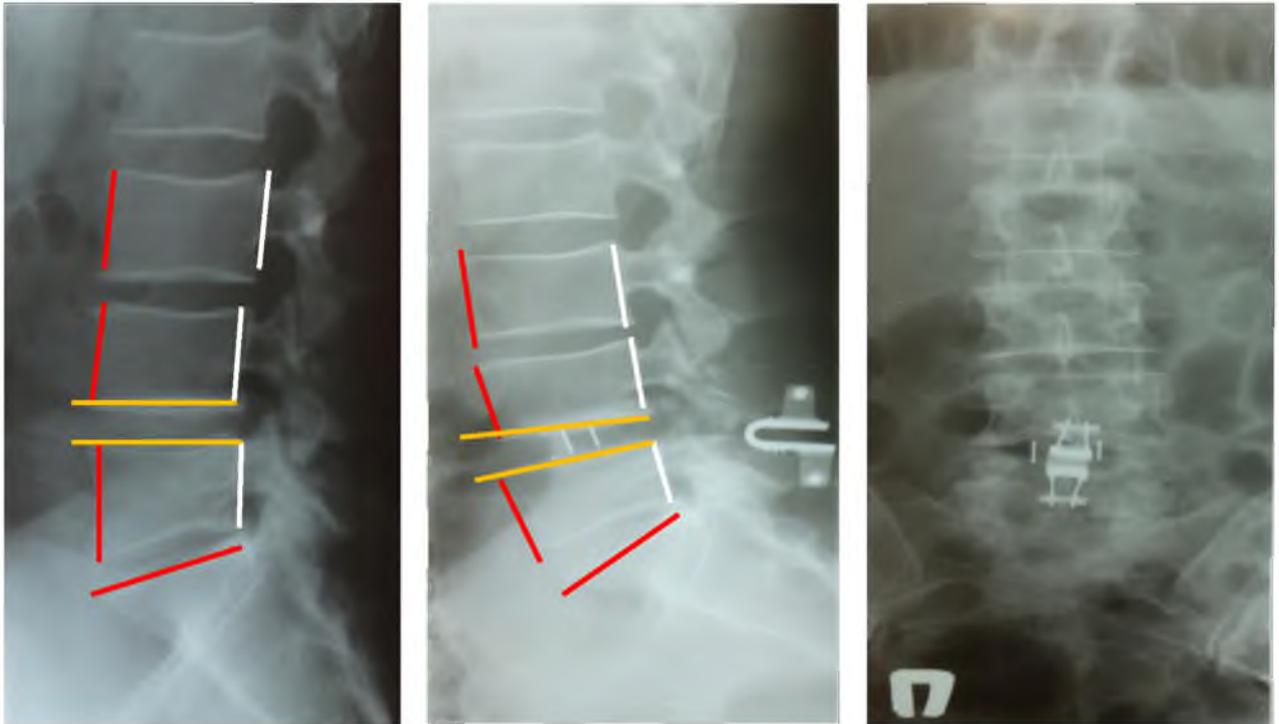


Рисунок 17 – Рентгенограммы пациента Т. До и после хирургического лечения дегенеративного спондилолистеза L_{IV} (линейное смещение 8 мм.) с применением межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации

Группа пациентов, которым была выполнена реконструкция позвоночного канала с последующей традиционной открытой транспедикулярной стабилизацией и межтеловым спондилодезом. Этапы вмешательства [21] и клинический пример (рисунок 19):

1. *Разрез.* Выполнялся разрез кожи над остистыми отростками позвонков длиной, зависящей от количества ПДС вовлеченных в патологический процесс.

2. *Доступ через мягкие ткани.* Апоневроз рассекался линейно. Осуществлялось скелетирование остистых отростков и дужек смежных

позвонков. Устанавливался билатеральный ранорасширитель в верхний и нижний углы раны.

3. *Костный доступ.* При помощи микроскопа Olympus 5000 при 8–12-ти кратном увеличении и оригинального набора спинального инструментария фирмы Aescular (Germany) выполнялась микрохирургическая реконструкция позвоночного канала с полной или частичной ламинэктомией одно или двухсторонней фасетэктомией.

4. *Менингоградикулолиз и дискэктомия.* Оценивалась пульсация и форма дурального мешка и спинно-мозговых корешков. Выполнялся менингоградикулолизис и ревизия вентральной части дурального мешка, затем после смещения корешка медиально осуществлялась субтотальная дискэктомия.

5. *Установка компонентов фиксирующей системы:* после проведения реконструкции последовательно выполнялись:

- общий вид поясничного отдела позвоночника (рисунок 18 а).
- вид поясничного отдела позвоночника после выполнения ламинэктомии (рисунок 18 б).
- установка межтелового кейджа по общепринятой методике трансфораминальным доступом (рисунок 18 в).
- транспедикулярная установка винтов с монтажом продольных балок и поперечного коннектора (рисунок 18 г).

Все этапы операции выполнялись под флюороскопическим контролем (ЭОП).

6. *Послойное закрытие раны.* Послеоперационная рана ушивается послойно: накладываются швы на апоневроз, подкожно-жировую клетчатку и кожу.

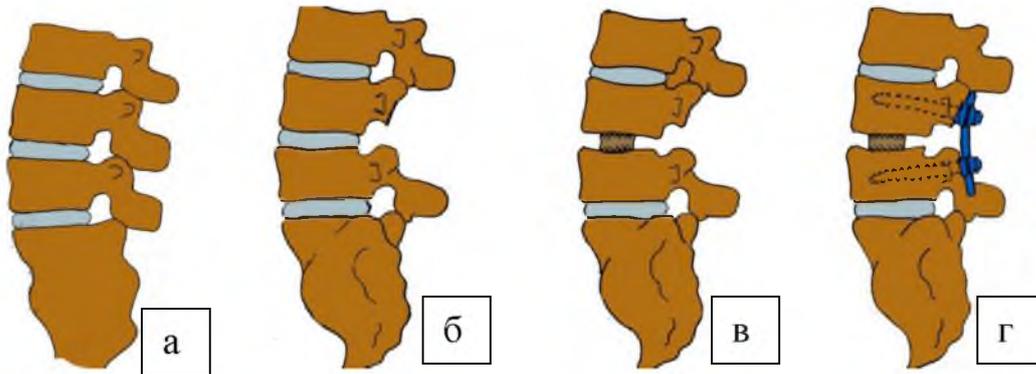


Рисунок 18 – Схема выполнения межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации (а, б, в, г)

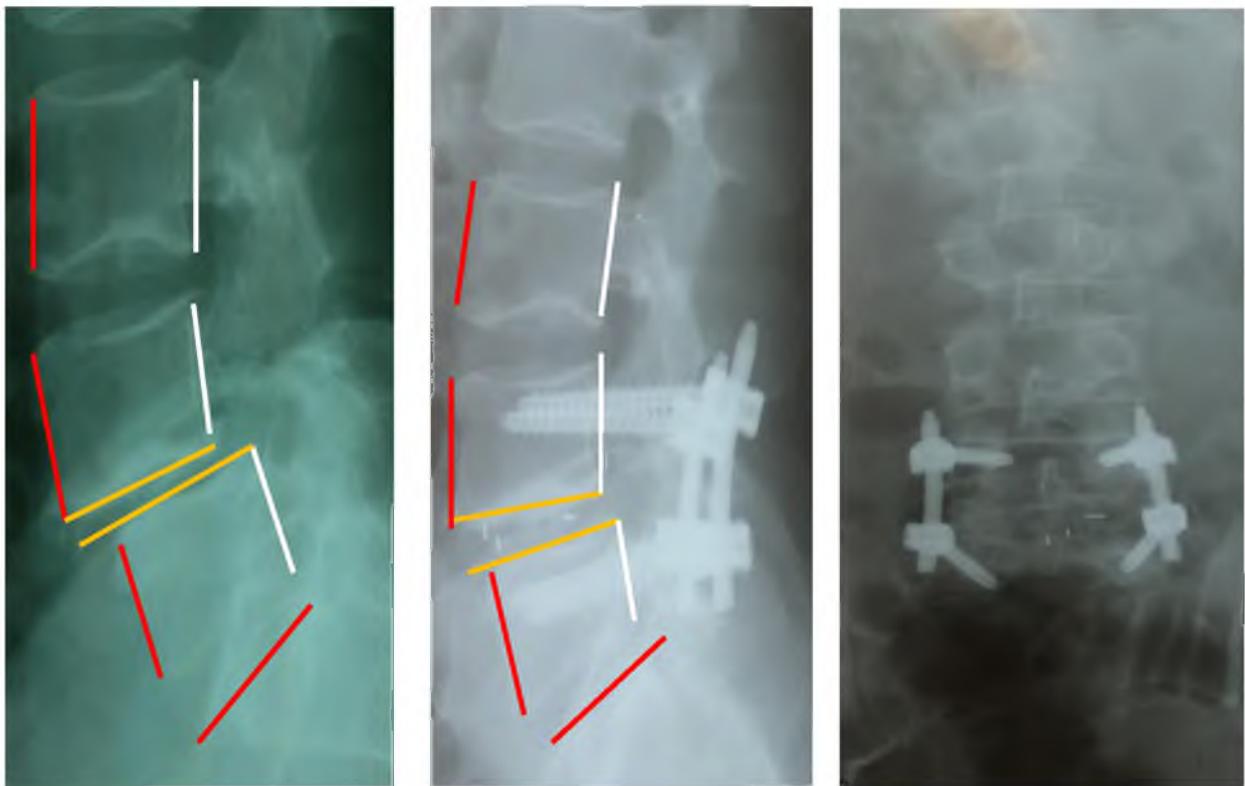


Рисунок 19 – Рентгенограммы пациента С. до и после хирургического лечения дегенеративного спондилолистеза L_{IV} (линейное смещение 14 мм.) с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации

3.2. Результаты клинических исследований

Распределение оперированных пациентов по полу и возрасту представлено в таблице 10.

Таблица 10 – Распределение пациентов по полу, возрасту и конституциональным особенностям

Признак	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа II А (n=37)
Возраст, лет	38 (33;46)	38 (32;44)
Мужской пол, n, %	25 (66 %)	27 (73%)
Женский пол, n, %	13 (34 %)	10 (27 %)
ИМТ, кг/м ²	26,8 (25,1;29,5)	25,8 (22,9;29,1)

Примечание: ИМТ - индекс массы тела

Клинические исходы уровня корешкового болевого синдрома по ВАШ и качества жизни по индексу Освестри через 24 месяца после операции представлены в таблице 11, по шкале субъективного исхода Маснаб в таблице 12.

Таблица 11 – Отдаленные результаты лечения пациентов по ВАШ и ODI

Признак	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа II А (n=37)
ВАШ, мм.	14 (8;18)	25 (20;36)
ODI, баллы	18 (12;28)	30 (22;44)

Полученные отдаленные результаты лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом были сопоставимы с результатами исследований других авторов. Так, после ригидной фиксации с использованием транспедикулярной стабилизации и межтелового спондилодеза в исследовании Logroscino С.А. (2011) [181] через 24 месяца установлен уровень болевого синдрома по ВАШ 21 мм. (10;35) и качество жизни по ODI 27,1 (11,2;34,8).

Таблица 12 – Межгрупповое распределение оперированных пациентов по шкале Маснаб

Признак	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа II А (n=37)
Отлично	4 (10 %)	-
Хорошо	14 (37 %)	11 (29,7 %)
Удовлетворительно	17 (45 %)	24 (64,9 %)
Неудовлетворительно	3 (8 %)	2 (5,4 %)

При анализе удовлетворенности исходом операции после декомпрессивных и декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств не было получено принципиальных различий с опубликованными результатами оценки отдаленных исходов оперативного лечения [206].

3.3. Анализ послеоперационных осложнений

По результатам ретроспективного анализа выявленные осложнения были разделены на интраоперационные, ранние и отдаленные послеоперационные осложнения, связанные с проведением оперативного вмешательства. Данные представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристика выявленных осложнений в подгруппах ретроспективного исследования

Признак	Подгруппа I A (n=38)	Подгруппа II A (n=37)
<i>Интраоперационные осложнения, n, %</i>	8 (21 %)	7 (19 %)
Травма ТМО	4	3
Повреждение корешка	3	3
Поломка инструмента	1	1
<i>Ранние послеоперационные осложнения, n, %</i>	7 (18 %)	8 (22 %)
Формирование послеоперационной гематома	4	5
Инфицирование послеоперационной раны	3	3
Венозные тромбозы, ТЭЛА	-	-
<i>Отдаленные послеоперационные осложнения, n, %</i>	10 (26 %)	10 (27 %)
Формирование грыжи диска смежного с операцией уровня	3	4
Прогрессирование степени нестабильности ПДС	2	-
Нестабильность фиксирующей конструкции	-	-
Ухудшение неврологической симптоматики	5	6

Среди всех интраоперационных осложнений ($n=15$) встречалось ятрогенное повреждение твердой мозговой оболочки дурального мешка и/ или спинно-мозгового корешка, при данном виде осложнения выполнялась

микрохирургическая дурация с дополнительной аппликацией фибриновым клеем. Выявленные поломки инструментария (губок конхотома, «щупа» невротомы) связаны с их техническим состоянием.

В группе ранних послеоперационных осложнений выявлены патологические состояния (n=15), связанные с поверхностным инфицированием послеоперационной раны с или без формирования межмышечной гематомы, которые были эффективно купированы консервативными мероприятиями. В проведенном исследовании, в связи со строгим соблюдением протокола профилактики осложнений связанных с венозным тромбозом и тромбоэмболией легочной артерии за счет эластичного бинтования нижних конечностей и назначения антикоагулянтной терапии, неблагоприятных сосудистых последствий не выявлено.

В отдаленном послеоперационном периоде выявлялись осложнения (n=20), связанные с грыжеобразованием на смежном с операцией уровне было характерно для обеих подгрупп спондиледеза и было связано с биомеханическим перераспределением нагрузки и повышением внутридискового давления в смежном со спонделодизированном сегменте. Увеличение степени нестабильности оперированного сегмента было зафиксировано в 2 случаях после установки ригидного межкостистого имплантата и связано с исходным наличием значительного объема патологической подвижности. Выделенная группа осложнений в виде ухудшения неврологической симптоматики, не связанных с вышеперечисленными патологическими состояниями, была связана с формированием послеоперационного эпидурального фиброза. Вышеперечисленные осложнения являются частыми и описываются в литературных источниках [9, 240, 253].

3.4. Ретроспективный клинико-морфологический анализ

С целью оптимизации послеоперационных клинических исходов и уменьшения количества послеоперационных осложнений при лечении

дегенеративного спондилолистеза при многоуровневых дегенеративных поражениях пояснично-крестцового отдела позвоночника произведена комплексная оценка различных признаков дегенеративного поражения позвоночно-двигательных сегментов и их сопоставления, для этого использован ряд шкал и классификаций.

Применялись: 1) Классификация степени дегенеративного процесса по результатам магнитно-резонансной томографии (PfirmannС., 2001). [216]: I степень – структура МПД светлая, гомогенная, с гипер- или изоинтенсивным по отношению к цереброспинальной жидкости сигналом с сохранением границы между пульпозным ядром и фиброзным кольцом и высоты МПД; II степень - структура МПД неоднородная с горизонтальными включениями, с гипер- или изоинтенсивным по отношению к цереброспинальной жидкости сигналом с сохранением границы между пульпозным ядром и фиброзным кольцом и высоты МПД; III степень - структура МПД серая неоднородная, с изоинтенсивным по отношению к цереброспинальной жидкости сигналом с нечеткой границей между пульпозным ядром и фиброзным кольцом и незначительным снижением высоты МПД; IV степень - структура МПД серо-черная неоднородная, с изо- или гипоинтенсивным по отношению к цереброспинальной жидкости сигналом с потерей границы между пульпозным ядром и фиброзным кольцом и умеренным снижением высоты МПД; V степень - структура МПД черная неоднородная, с гипоинтенсивным по отношению к цереброспинальной жидкости сигналом с потерей границы между пульпозным ядром и фиброзным кольцом и значительным снижением высоты (коллапс) МПД.

2) Классификация степени дегенеративных изменений фасеточных суставов (ФС) по результатам МРТ (FujiwaraА., 2000) [120]: I степень – отсутствие гипертрофии ФС с гипоинтенсивным сигналом в T-1 и T-2 режимах; II степень – отсутствие гипертрофии ФС с гипоинтенсивным сигналом в T-1 и гиперинтенсивным сигналом T-2 режимах; III степень – отсутствие гипертрофии ФС с гиперинтенсивным сигналом в T-1 и изо или гиперинтенсивным сигналом T-2

режимах; IV степень – гипертрофия ФС с гипоринтенсивным сигналом в T-1 и T-2 режимах.

3) Классификация степени дегенеративного изменения МПД по гистологическому исследованию (Vernon-Roberts В., 1987) [264]: I степень – немногочисленные реактивные хондроциты, изолированные трещины в структуре с повреждением одного кольцевого слоя, изолированные очаги некроза; II степень – умеренное количество реактивных хондроцитов, умеренные трещины структуры с повреждением двух кольцевых слоев, локальные очаги некроза; III степень – большое количество реактивных хондроцитов, глубокое повреждение структуры с захватом трех кольцевых слоев, множественные мелкие очаги некроза; IV степень – значительное количество реактивных хондроцитов, глубокое повреждение структуры с захватом четырех кольцевых слоев, множественные диффузные очаги некроза.

Произведен анализ динамики степени патологической подвижности ПДС по функциональной спондилографии в группе ретроспективного исследования до и после оперативного вмешательства (таблица 14). При динамической оценке установлена статистически значимая редукция линейного смещения позвонков.

Таблица 14 – Динамика линейного смещения позвонков исследуемых пациентов до операции и через 24 месяца по результатам функциональной спондилографии, (мм)

Признак	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа II А (n=37)
До операции	10 (8;11)	14 (12;14)
После операции	4 (3;4)	5 (4;6)
p	0,002	0,005

Примечание: p – доверительная вероятность

При проведении корреляционного анализа получена значимая положительная непараметрическая корреляция отдаленной субъективной удовлетворенности пациента проведенной операцией по шкале Masнаb и показателя линейного смещения позвонков до и после операции (таблица 15).

Таблица 15 – Корреляция показателя линейного смещения позвонков исследуемых пациентов до и после операции с показателем субъективной удовлетворенности по шкале Macnab

Показатель	Подгруппа I А (n=38)		Подгруппа II А (n=37)	
	R	p	R	p
Показатель смещения позвонков до операции	0,91	< 0,05	0,75	< 0,05
Показатель смещения позвонков после операции	0,92	< 0,05	0,84	< 0,05

Примечание: p – доверительная вероятность

R – коэффициент корреляции Спирмена

При анализе дегенеративных изменений позвоночно-двигательных сегментов в исследуемой группе пациентов, корреляционный анализ выявил значимую положительную непараметрическую корреляцию показателя линейного смещения позвонков, степени дегенерации МПД по Pfirmann С. (рисунок 20) и морфологических его изменений по Vernon-Roberts В. (рисунок 21), при этом со степенью дегенеративных изменений фасеточных суставов по Fujiwara А. корреляция отсутствовала (таблица 16).

Таблица 16 – Корреляция степени линейного смещения позвонков исследуемых пациентов и дегенеративных изменений МПД по Pfirmann, Fujiwara, Vernon-Roberts

Показатель	Подгруппа I А (n=38)		Подгруппа II А (n=37)	
	R	p	R	p
Pfirmann	0,906047	< 0,05	0,667908	< 0,05
Fujiwara	0,267183	> 0,05	0,078897	> 0,05
Vernon-Roberts В.	0,866015	< 0,05	0,848714	< 0,05

Примечание: R – показатель корреляции

p – доверительная вероятность

All Groups
Correlations (Pfirmann-ПСП 5v*112c)

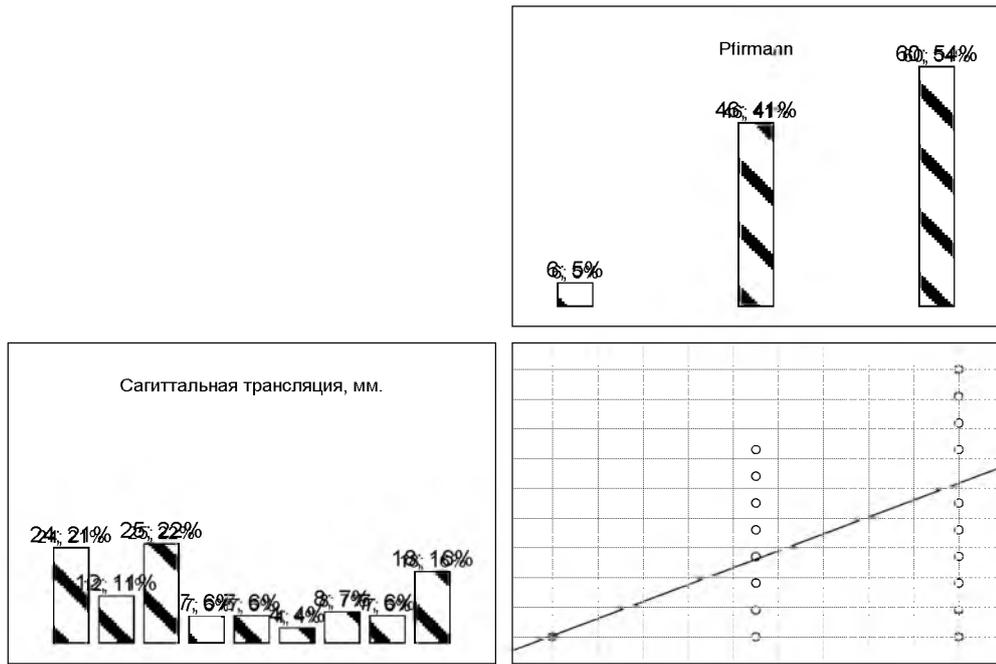


Рисунок 20 – Общегрупповая корреляция показателя степени дегенерации МПД по Pfirmann С.и линейного смещения позвонков оперированных пациентов

All Groups
Correlations (Vernon-Roberts-ПСП 5v*112c)

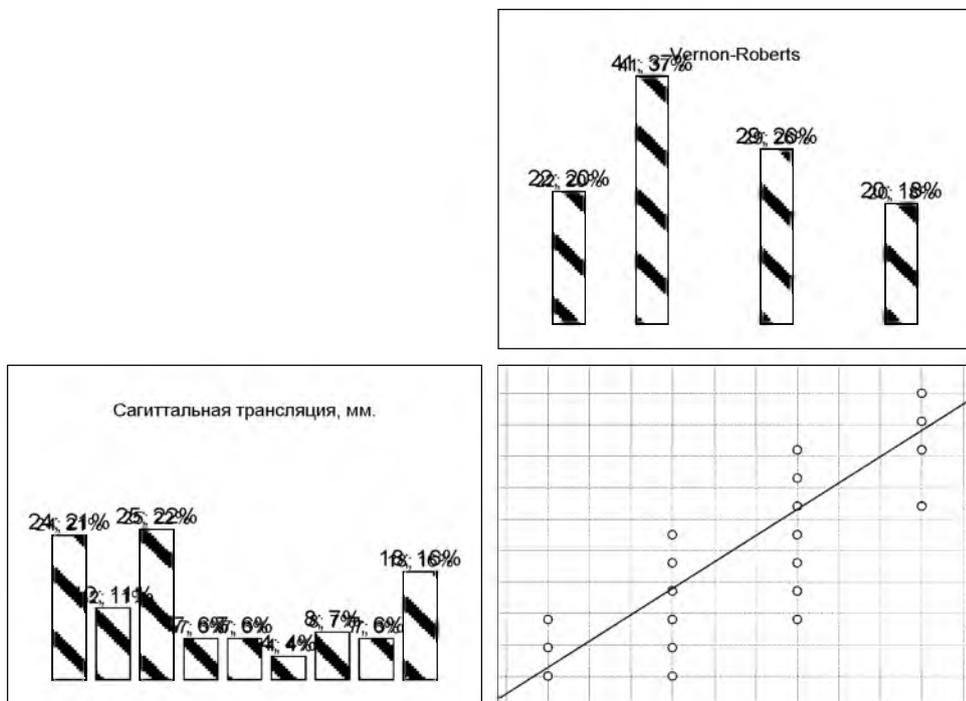


Рисунок 21 – Общегрупповая корреляция морфологических изменений МПД по Vernon-Roberts В. и линейной трансляции позвонков оперированных пациентов

Таким образом, величина линейного смещения позвонков позволила с достаточной уверенностью судить о степени дегенерации межпозвонкового диска и определить возможную тактику хирургического лечения (рисунок 22,23).

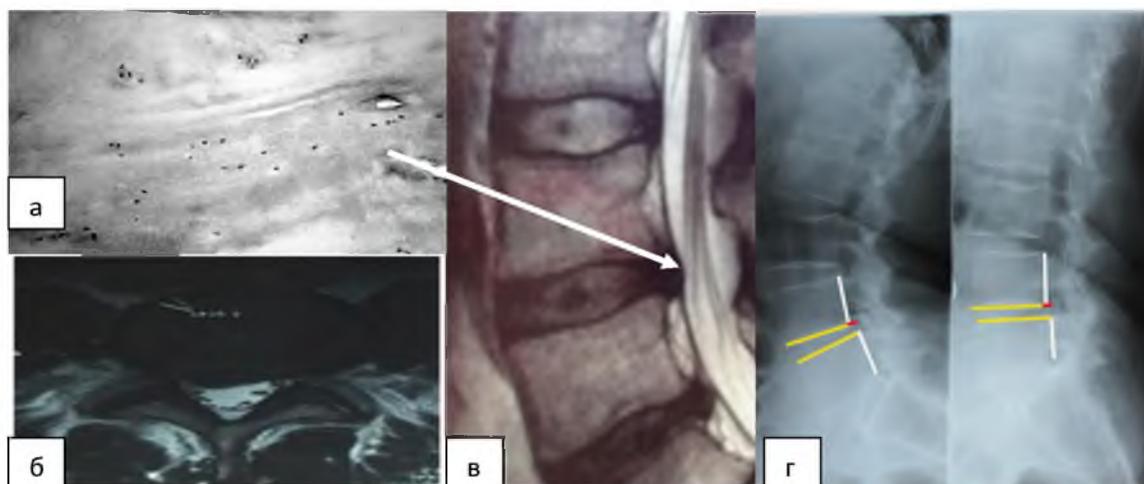


Рисунок 22 – Клинико-инструментальное и морфологическое сопоставление дегенеративных изменений МПД на уровне L_{IV} - L_V пациентки Д.: а – гистологическая картина, б – фронтальная МРТ-грамма на уровне L_{IV} - L_V , в – сагиттальная МРТ-грамма, г – функциональная поясничная спондилография (линейное смещение позвонков 8 мм.) (I А подгруппа исследования)

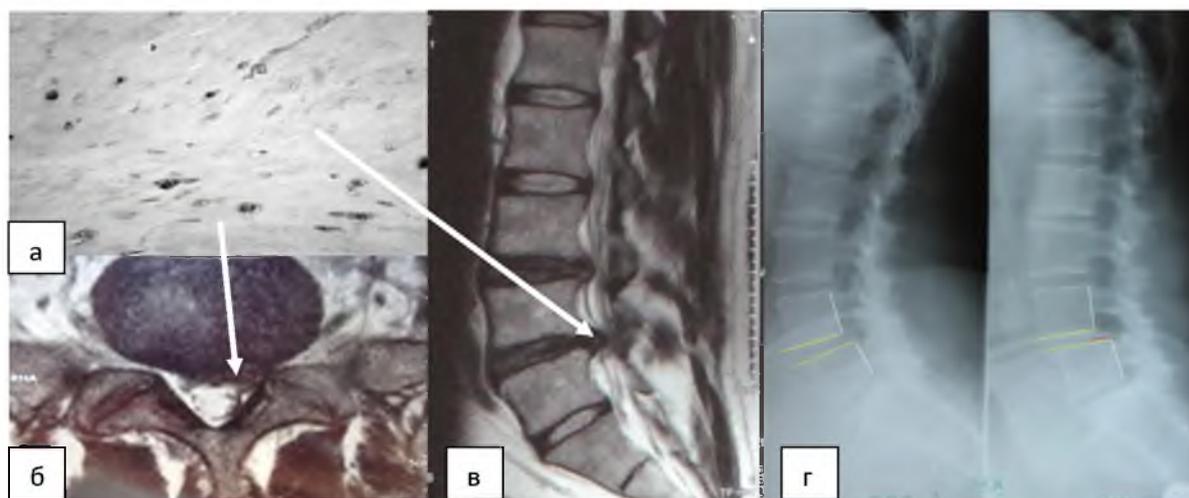


Рисунок 23 – Клинико-инструментальное и морфологическое сопоставление дегенеративных изменений МПД на уровне L_{IV} - L_V пациента С.: а – гистологическая картина, б – фронтальная МРТ-грамма на уровне L_{IV} - L_V , в – сагиттальная МРТ-грамма, г – функциональная поясничная спондилография (линейное смещение позвонков 13 мм.) (II А подгруппа исследования)

Для объективизации классификации степени патологической подвижности ПДС на основе величины линейного смещения позвонков у пациентов со спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового позвоночника использован дискриминантный анализ. Была построена матрица классификации в соответствии с программой Statistica for Windows 8.1 (StatSoftinc., США) (таблица 17), на основании которой получены выводы о достаточной эффективности линейной дискриминантной функции (ЛДФ) – выявлено высокое качество распознавания (более 90 % в каждой из групп), что подтверждает возможность реализации статистической модели (на основании математических расчетов в программе Statistica for Windows 8.1.) по предложенной классификации.

Таблица 17 – Матрица классификации на основе величины линейного смещения позвонков у оперированных пациентов как результат применения линейной дискриминантной функции (число и доля объектов исследования)

Группа (G)	Проценты	G 1:0	G 2:1	G 3:2
G 1:0	100,0000	6	0	0
G 2:1	100,0000	0	69	0
G 3:2	96,6667	0	1	29
Общее количество	99,0476	6	70	29

На основании вышеперечисленных данных предложено выделение 4-х групп пациентов с исследуемой патологией пояснично-крестцового отдела позвоночника на основании линейного смещения позвонков (Meyerding H.W., 1931) [193]: 1) Отсутствие смещения позвонков относительно друг друга – пациенты без нарушения пространственных взаимоотношений в позвоночно-двигательном сегменте.

2) Смещение позвонков до 12,5 % – пациенты с легкими нарушениями пространственных взаимоотношений в позвоночно-двигательном сегменте.

3) Смещение позвонков от 12,5 до 25 % – пациенты с умеренными нарушениями пространственных взаимоотношений в позвоночно-двигательном сегменте.

4) Смещение позвонков более 25 % – пациенты со значительными нарушениями пространственных взаимоотношений в позвоночно-двигательном сегменте.

Глава 4 Результаты проспективного исследования и их обсуждение

В основу проспективного исследования положен анализ результатов лечения 90 пациентов, из которых выделено две подгруппы пациентов: I Б – при смещении позвонков относительно друг друга до 12,5 % проводилась ригидная межкостистая фиксация с межтеловым спондилодезом. При этом доступ к позвоночному каналу выполнялся по оригинальной методике со спилом основания остистого отростка позвонка контрлатерально в косо-горизонтальной плоскости; II Б – при смещении позвонков относительно друг друга от 12,5 % до 25 % осуществлялась транспедикулярная стабилизация с межтеловым спондилодезом. В вышеупомянутой подгруппе использовался оригинальный способ реконструкции позвоночного канала, позволяющий выполнить микрохирургическую реконструкцию позвоночного канала посредством спила остистого отростка и ипсилатеральной дужки и осуществить ревизию спинномозгового корешка с противоположной стороны.

4.1. Методика оперативных вмешательств

Все операции проводились под внутривенным обезболиванием с использованием искусственной вентиляции легких. Для выполнения декомпрессивного этапа применяли операционный микроскоп Olympus 5000 (Япония) и оригинальный набор спинального инструментария фирмы Aescular (Германия).

Группа пациентов, которым был выполнен доступ к позвоночному каналу с последующей ригидной межкостистой фиксацией и межтеловым спондилодезом по оригинальной методике. Этапы вмешательства:

Особенность костного доступа: доступ к позвоночному каналу производился со спилом основания остистого отростка позвонка контрлатерально в косо-горизонтальной плоскости (патент на изобретение № 2508909 от 10.03.14. «Способ доступа к позвоночному каналу при стенозирующем поражении

пояснично-крестцового отдела позвоночника») (рисунок 24) [50]; клинический пример (рисунок 25).

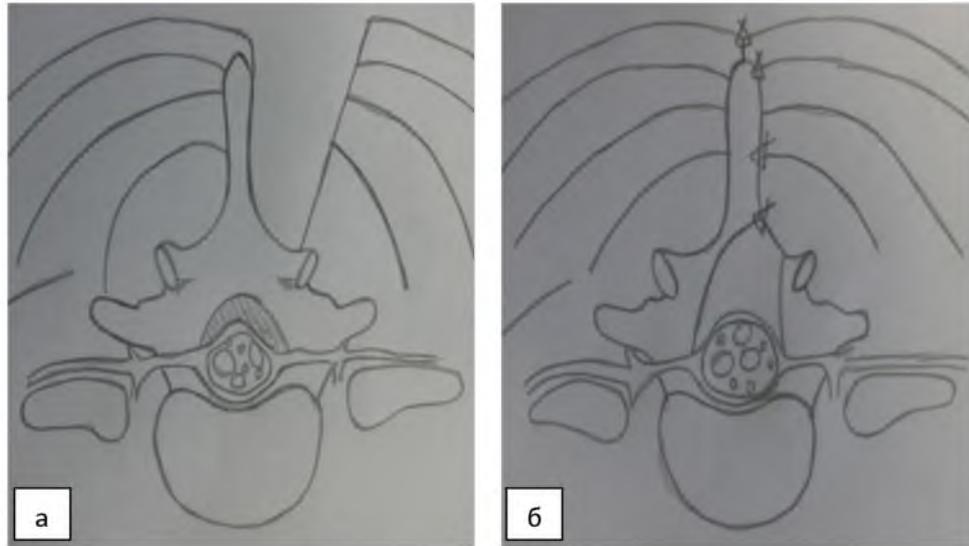


Рисунок 24 – Схематическое изображение оригинального способа доступа к позвоночному каналу: а – односторонний доступ к позвоночному каналу с отведением паравертебральных мышц; б – вид послеоперационной раны после осуществления интраканальных манипуляций

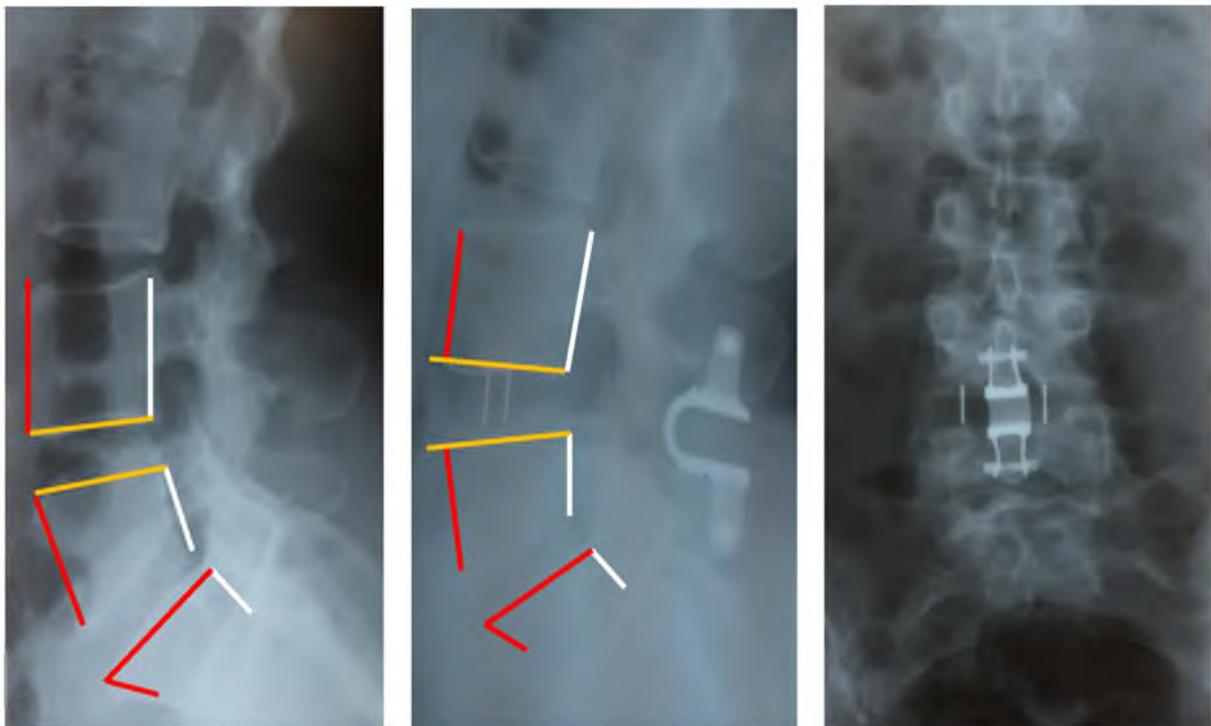


Рисунок 25 – Рентгенограммы пациентки П. до и после хирургического лечения дегенеративного спондилолистеза L_V (линейное смещение 8 мм.) с применением межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации

Группа пациентов, которым была выполнена реконструкция позвоночного канала с последующей открытой транспедикулярной стабилизацией и межтеловым спондилодезом по оригинальной методике. Этапы вмешательства:

Нами разработан оригинальный способ реконструкции позвоночного канала поясничного отдела позвоночника (патент на изобретение № 2531927 от 27.10.14. «Способ реконструкции позвоночного канала при лечении стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника») [52].

Особенность костного доступа: при помощи микроскопа Olympus 5000 при 8–12-ти кратном увеличении, оригинального набора спинального инструментария и высокоскоростной пневматической дрели фирмы Aescularp (Germany) выполнялась микрохирургическая реконструкция позвоночного канала со спилом остистого отростка и ипсилатеральной дужки (рисунок 26), а также при необходимости односторонней фасетэктомия; клинический пример (рисунок 27).

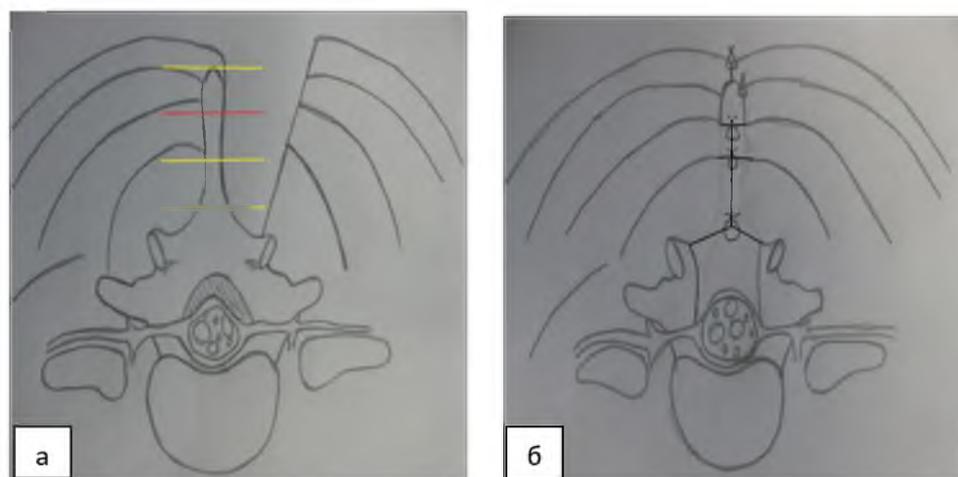


Рисунок 26 – Схематическое изображение оригинального способа реконструкции позвоночного канала: а – односторонний доступ к позвоночному каналу с отведением паравертебральных мышц; б – вид послеоперационной раны после реконструкции позвоночного канала

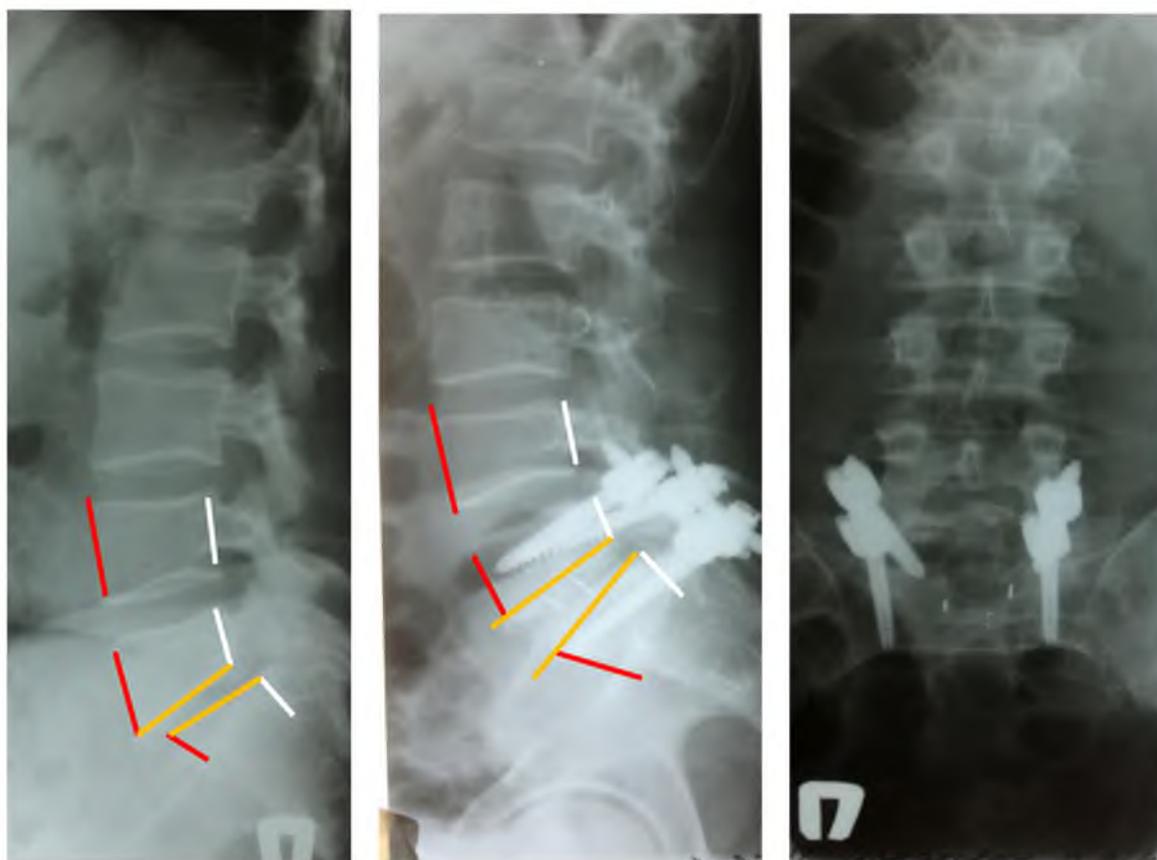


Рисунок 27 – Рентгенограммы пациента И. до и после хирургического лечения дегенеративного спондилолистеза L_V (линейное смещение 13 мм.) с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации

4.2. Клинические характеристики подгрупп проспективного исследования

Результаты хирургического лечения пациентов со спондилолистезом до 12,5 %. Сравнительный анализ с ретроспективными данными.

Сведения о параметрах исследуемых пациентов - полу, возрасту и конституциональным особенностям представлены в таблице 18. При анализе установлено, что в обеих группах хирургической коррекции по полу, возрасту и значению индекса массы тела контингент пациентов был сопоставимым ($p > 0,05$).

Таблица 18 – Распределение исследуемых пациентов по полу, возрасту, конституциональным особенностям

Признак	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа I Б (n=45)	p
Возраст, лет	38 (33;46)	39 (32;46)	0,81
Мужской пол, n, %	25 (66 %)	30 (67 %)	0,72
Женский пол, n, %	13 (34 %)	15 (33 %)	
ИМТ, кг/м ²	26,8 (25,1;29,5)	26,5 (23,2;29,4)	0,65

Примечание: p – доверительная вероятность.

ИМТ – индекс массы тела

На основании нейровизуализационных (МРТ, МСКТ) данных по отношению к костным структурам позвоночного канала выделены следующие локализации грыжевого выпячивания: срединная (медианная), парамедианная, боковая и фораминальная. Частота встречаемости локализации грыжи диска в зависимости от способа оперативного вмешательства представлена в таблице 19. [111].

Таблица 19 – Локализация грыжи диска у оперированных пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника

Локализация грыжи диска	Группа I А (n=38)	Группа I Б (n=45)	p
Срединная	9 (24 %)	10 (22 %)	0,46
Парамедианная	23 (61 %)	27 (60 %)	0,28
Боковая	6 (15 %)	8 (18 %)	0,71
Фораминальная	-	-	-

Примечание: p – доверительная вероятность

В исследуемых группах для проведения сравнительного анализа проводимого оперативного лечения использовался ряд интраоперационных показателей: длительность операции, объем кровопотери и длина разреза (таблица 20).

Таблица 20 – Сравнительный анализ интра- и послеоперационных показателей пациентов первой группы

Признак	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа I Б (n=45)	p
Длительность операции, мин.	170 (145;185)	165 (140;190)	0,61
Объем кровопотери, мл.	130 (90;210)	150 (100;200)	0,52
Длина разреза, мм.	60 (45;75)	55 (45;70)	0,40
Время активизации, сутки	2 (3;4)	2 (2;3)	0,24
Сроки госпитализации, сутки	11 (10;12)	11 (9;12)	0,31

Примечание: p – доверительная вероятность

При сравнительном анализе установлено, что интраоперационные показатели в исследуемых группах не имели статистически значимых различий ($p > 0,05$). При проведении корреляционного анализа выявлена непараметрическая положительная корреляция длительности операции и объема кровопотери как в группе I А - $R=0,59$; $p < 0,05$, так и в группе I Б - $R=0,55$; $p < 0,05$.

Послеоперационный койко-день варьировал от 9 дней до 11 дней без существенной разницы при обоих способах хирургической коррекции ($p=0,3$).

Детализированная оценка динамики неврологического статуса, уровня болевого синдрома по ВАШ, качества жизни по Освестри, удовлетворенности пациента оперативным вмешательством по шкале Masнав была реализована в группе проспективного наблюдения.

Исходный неврологический статус и его динамика представлены в таблице 21. При анализе отмечен статистически значимый регресс симптоматики ($p < 0,05$), при этом статистически значимая межгрупповая разница отсутствовала ($p > 0,05$).

Таблица 21 – Неврологическая симптоматика пациентов первой группы исследования до и после проведения оперативных вмешательств

Симптомы	Подгруппа I А (n=38)		Подгруппа I Б (n=45)		p
	До операции	Через 18-24 мес.	До операции	Через 18-24 мес.	
Корешковый болевой синдром	38 (100 %)	4 (10,5 %)	45 (100 %)	5 (11,1 %)	0,04
Сегментарные чувствительные расстройства	34 (89,6 %)	21 (55,3 %)	42 (93,3 %)	26 (57,8 %)	0,01
Двигательные нарушения	22 (57,9 %)	8 (21 %)	29 (64,4 %)	7 (15,5 %)	0,01
Угнетение/выпадение рефлексов	36 (86,8 %)	11 (29 %)	40 (88,9 %)	10 (22,2 %)	0,03
Синдром КПХ	31 (81,6 %)	2 (5,3 %)	38 (84,4 %)	2 (4,4 %)	0,02
p	0,42				
			0,68		

Примечание: p – доверительная вероятность

КПХ – синдром каудогенной перемежающейся хромоты

При динамической оценке выраженности корешкового болевого синдрома отмечено достоверное уменьшение его уровня ВАШ в течение всего периода наблюдения, достигая минимальных значений к 24 месяцам после операции (рисунок 28).

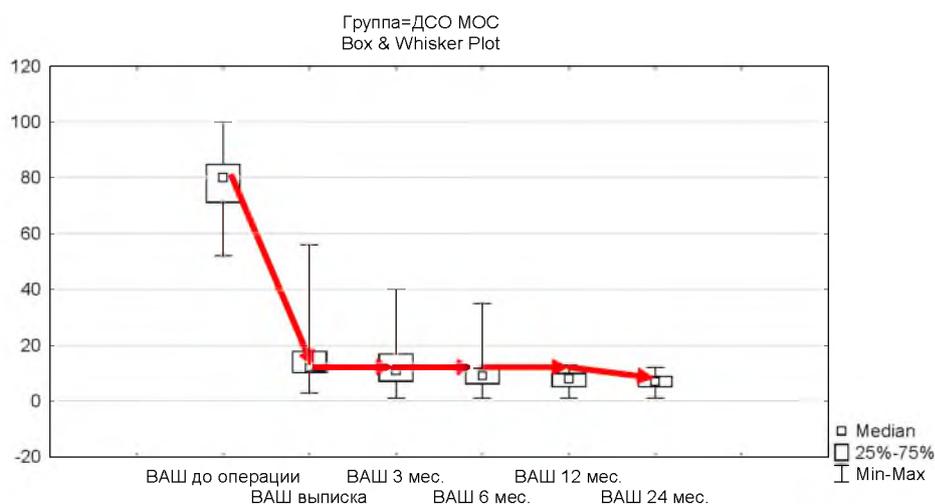


Рисунок 28 – Оценка болевого синдрома по уровню ВАШ: до операции, при выписке, спустя 3, 6, 12 и 24 месяцев после операции

При межгрупповом сравнении отдаленных результатов по уровню болевого синдрома установлен статистически значимо меньший его уровень через 24 месяца после операции в подгруппе минимально-инвазивного межтелового спондилодеза и установки ригидного межкостистого имплантата (I Б) в сравнении с традиционной методикой межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации (I А) ($p < 0,05$) (таблица 22).

Таблица 22 – Межгрупповое сравнение отдаленных результатов хирургического лечения по ВАШ

Признак	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа I Б (n=45)	p
ВАШ, мм.	14 (8;18)	6 (4;8)	0,01

Примечание: p – доверительная вероятность

При исследовании функционального состояния выявлено значительное улучшение качества жизни по индексу ODI на момент выписки, а также в отмеченные протоколом исследования временные промежутки (рисунок 29).

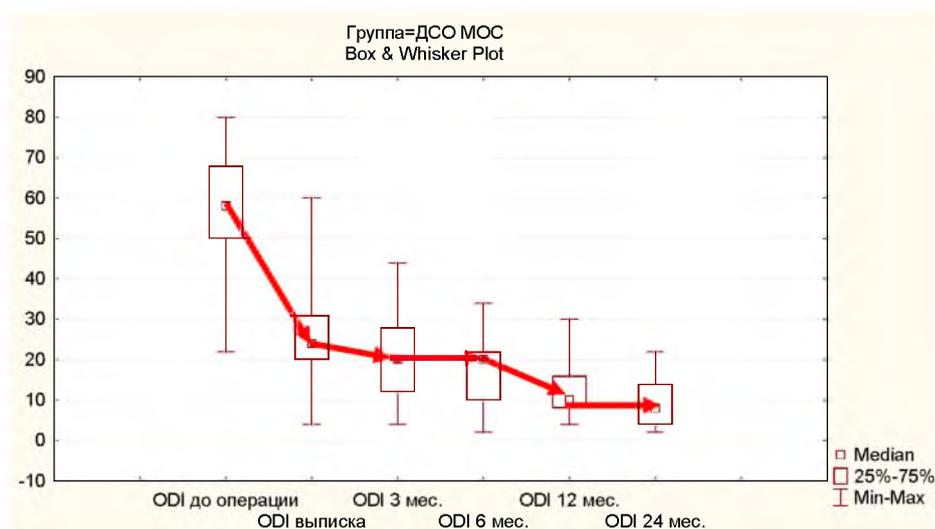


Рисунок 29 – Изменение индекса ODI: до операции, при выписке, спустя 3, 6, 12 и 24 месяцев после операции

При межгрупповом сравнении качества жизни пациентов по индексу ODI, при оценке через 24 месяца после хирургического лечения, выявлено

статистически значимо лучшее функциональное состояние пациентов в подгруппе минимально-инвазивного межтелового спондилодеза с установкой ригидного межкостистого имплантата (I Б) в сравнении с традиционной методикой межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации (I А) ($p < 0,05$) (таблица 23).

Таблица 23 – Межгрупповое сравнение отдаленных результатов хирургического лечения по ODI

Признак	Подгруппа I А ($n=38$)	Подгруппа I Б ($n=45$)	p
ODI, баллы	18 (12;28)	8 (4;14)	0,02

Примечание: p – доверительная вероятность

Анализ отдаленных результатов хирургического лечения по шкале Маснав выявил статистически значимо большую удовлетворенность результатом проведенной операции через 24 месяца в группе минимально-инвазивного межтелового спондилодеза с установкой ригидного межкостистого имплантата (I Б) в сравнении с традиционной методикой межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации (I А) ($p < 0,05$) (таблица 24).

Таблица 24 – Межгрупповое сравнение отдаленных результатов хирургического лечения по шкале Маснав

Признак	Подгруппа I А ($n=38$)	Подгруппа I Б ($n=45$)	p
Отлично	4 (10 %)	7 (15 %)	0,012
Хорошо	14 (37 %)	33 (74 %)	
Удовлетворительно	17 (45 %)	5 (11 %)	
Неудовлетворительно	3 (8 %)	-	

Примечание: p – доверительная вероятность

По результатам исследования выявленные осложнения разделены на интраоперационные, ранние и отдаленные послеоперационные осложнения, связанные с проведением оперативного вмешательства (таблица 25). При

проведения межгруппового сравнения установлено статистически значимо большее количество послеоперационных осложнений в подгруппе пациентов оперированных по методике ригидной межкостистой фиксации и межтеловым спондилодезом, по сравнению с минимально инвазивным способом спондилодеза ($p < 0,05$).

Таблица 25 - Характеристика выявленных осложнений среди пациентов первой группы исследования

Признак	Подгруппа I А (n=38)	Подгруппа I Б (n=45)	p
<i>Интраоперационные осложнения, n, %</i>	8 (21 %)	2 (4,4 %)	0,04
Травма ТМО	4	1	
Повреждение корешка	3	-	
Поломка инструмента	1	1	
<i>Ранние послеоперационные осложнения, n, %</i>	7 (18 %)	1 (2,2 %)	0,03
Формирование послеоперационной гематома	4	-	
Инфицирование послеоперационной раны	3	1	
Венозные тромбозы, ТЭЛА	-	-	
<i>Отдаленные послеоперационные осложнения, n, %</i>	10 (26 %)	3 (6,7 %)	0,03
Формирование грыжи диска смежного с операцией уровня	3	-	
Прогрессирование степени нестабильности ПДС	2	1	
Нестабильность фиксирующей конструкции	-	2	
Ухудшение неврологической симптоматики за счет формирования рубцово-спаечного эпидурального фиброза	5	-	

Результаты хирургического лечения пациентов со спондилолистезом от 12,5 % до 25 %. Сравнительный анализ с ретроспективными данными.

Сведения о параметрах исследуемых пациентов - полу, возрасту и конституциональным особенностям представлены в таблица 26. При анализе

установлено, что в обеих группах хирургической коррекции по полу, возрасту и значению индекса массы тела группы были сопоставимы ($p > 0,05$).

Таблица 26 – Распределение больных по полу, возрасту и конституциональным особенностям

Признак	Группа II А ($n=37$)	Группа II Б ($n=45$)	p
Возраст, лет	38 (32;44)	39,5 (33;49)	0,32
Мужской пол, n, %	27 (73%)	31 (69%)	0,54
Женский пол, n, %	10 (27 %)	14 (31 %)	
ИМТ, кг/м ²	25,8 (22,9;29,1)	26,4 (23,5;29,7)	0,71

Примечание: p – доверительная вероятность

ИМТ – индекс массы тела

Частота встречаемости локализации грыжи диска по результатам нейровизуализационных (МРТ, МСКТ) данных в зависимости от способа оперативного вмешательства представлена в таблица 27 [111].

Таблица 27 – Локализация грыжи диска у оперированных пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника во второй группе

Локализация грыжи диска	Подгруппа II А ($n=37$)	Подгруппа II Б ($n=45$)	p
Срединная	19 (51,3 %)	25 (55,6 %)	0,64
Парамедианная	18 (48,7 %)	20 (44,4 %)	0,41
Боковая	-	-	-
Фораминальная	-	-	-

Примечание: p – доверительная вероятность

В исследуемых группах для проведения сравнительного анализа проводимого оперативного лечения использовался ряд интраоперационных показателей длительности операции, объема кровопотери и длины разреза (таблица 28).

Таблица 28 – Сравнительный анализ интра- и послеоперационных показателей пациентов второй группы

Признак	Подгруппа II А (n=37)	Подгруппа II Б (n=45)	p
Длительность операции, мин.	240 (150;300)	225 (145;290)	0,22
Объем кровопотери, мл.	450 (320;650)	390 (300;600)	0,16
Длина разреза, мм.	100 (85;145)	95 (80;140)	0,40
Время активизации, сутки	4 (3;5)	3 (3;4)	0,08
Сроки госпитализации, сутки	11 (10;13)	11 (10;12)	0,54

Примечание: p – доверительная вероятность

При сравнительном анализе интра- и послеоперационных показателей между пациентами второй группы исследования статистически значимая разница отсутствовала ($p > 0,05$).

При проведении корреляционного анализа выявлена непараметрическая положительная корреляция длительности операции и объема кровопотери: II А ($R=0,74$; $p < 0,05$) и II Б ($R=0,49$; $p < 0,05$).

Послеоперационный койко-день варьировал от 9 дней до 13 дней без существенной разницы при обоих способах хирургической коррекции ($p=0,3$).

Исходный неврологический статус и его динамика представлены в таблица 29. При анализе отмечена статистически значимая положительная динамика в обеих подгруппах ($p < 0,05$), при этом статистически значимого межгруппового различия не выявлено ($p > 0,05$).

Таблица 29 – Неврологическая симптоматика пациентов второй группы исследования до и после проведения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств

Симптомы	Подгруппа II А (n=37)		Подгруппа II Б (n=45)		p
	До операции	Через 18-24 мес.	До операции	Через 18-24 мес.	
Корешковый болевой синдром	37 (100 %)	4 (10,8 %)	45 (100 %)	4 (11,1 %)	0,03

Продолжение таблицы 29

Симптомы	Подгруппа II А (n=37)		Подгруппа II Б (n=45)		p
	До операции	Через 18-24 мес.	До операции	Через 18-24 мес.	
Сегментарные чувствительные расстройства	35 (94,6 %)	20 (54 %)	43 (95,5 %)	22 (48,9 %)	0,01
Двигательные нарушения	21 (56,7 %)	9 (24,3 %)	24 (53,3 %)	8 (17,8 %)	0,01
Угнетение/выпадение рефлексов	35 (94,6 %)	12 (32,4 %)	41 (91,1 %)	9 (20 %)	0,03
Синдром КПХ	32 (86,5 %)	2 (5,4 %)	40 (88,9 %)	3 (6,7 %)	0,02
p	0,32				
			0,26		

Примечание: p – доверительная вероятность

При динамической оценке выраженности болевого синдрома в группе пациентов оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной фиксации с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике отмечено достоверное уменьшение его уровня по ВАШ в течение всего периода наблюдения, достигая минимальных значений к 24 месяцам после операции (рисунок 30).

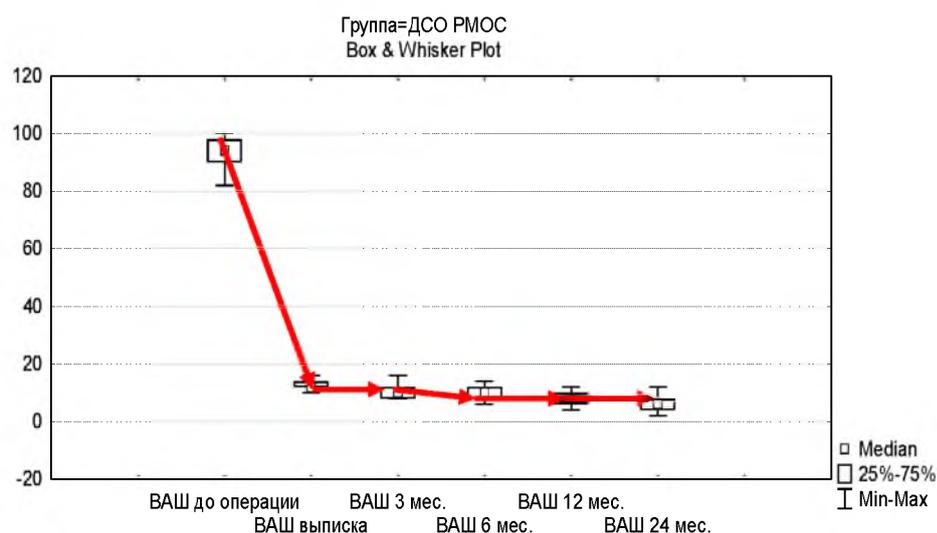


Рисунок 30 – Оценка болевого синдрома по уровню ВАШ: до операции, при выписке, спустя 3, 6, 12 и 24 месяцев после операции

При межгрупповом сравнении отдаленных результатов по уровню болевого синдрома установлен статистически значимо меньший его уровень через 24 месяца после операции в подгруппе пациентов, оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике (II Б) в сравнении с открытой транспедикулярной фиксацией и межтеловым спондилодезом (II А) ($p < 0,05$) (таблица 30).

Таблица 30 – Межгрупповое сравнение отдаленных результатов хирургического лечения пациентов второй группы по ВАШ

Признак	Подгруппа II А ($n=37$)	Подгруппа II Б ($n=45$)	p
ВАШ, мм.	25 (20;36)	12 (10;18)	0,02

Примечание: p – доверительная вероятность

При исследовании функционального состояния пациентов, оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике по индексу ODI выявлено значительное улучшение качества жизни на момент выписки, а также в отмеченные протоколом исследования временные промежутки (рисунок 31).

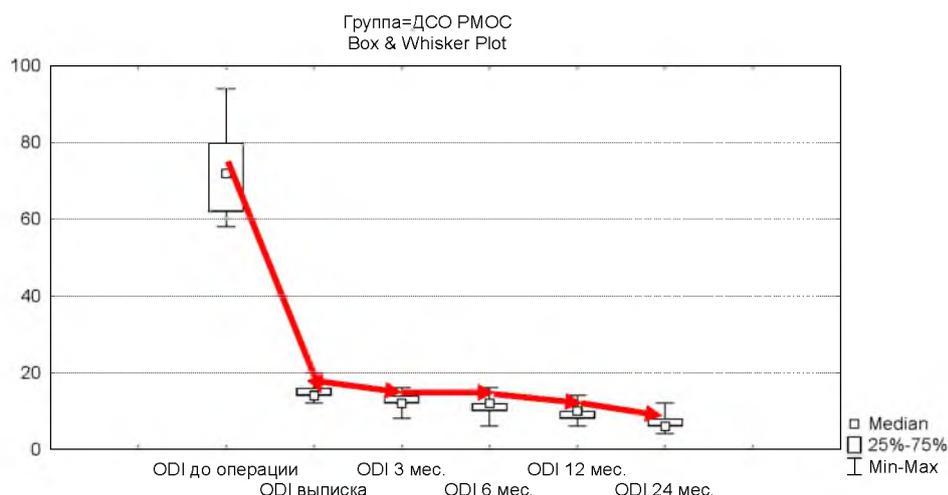


Рисунок 31 – Изменение индекса ODI: до операции, при выписке, спустя 3, 6, 12 и 24 месяцев после операции

При межгрупповом сравнении качества жизни пациентов по индексу ODI, при оценке через 24 месяца после хирургического лечения, выявлено статистически значимо лучшее функциональное состояние пациентов, оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике (II Б) в сравнении с открытой транспедикулярной фиксацией и межтеловым спондилодезом (II А) ($p < 0,05$) (таблица 31).

Таблица 31 – Межгрупповое сравнение отдаленных результатов хирургического лечения пациентов второй группы по индексу ODI

Признак	Подгруппа II А ($n=37$)	Подгруппа II Б ($n=45$)	p
ODI, баллы	30 (22;44)	18 (14;24)	0,01

Примечание: p – доверительная вероятность

Анализ отдаленных результатов хирургического лечения по шкале Macnab выявил статистически значимо большую удовлетворенность результатом проведенной операции через 24 месяца в подгруппе пациентов, оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизацией с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике (II Б) в сравнении с открытой транспедикулярной фиксацией и межтеловым спондилодезом (II А) ($p < 0,05$) (таблица 32).

Таблица 32 – Межгрупповое сравнение отдаленных результатов хирургического лечения пациентов второй группы по шкале Macnab

Признак	Подгруппа II А ($n=37$)	Подгруппа II Б ($n=45$)	p
Отлично	-	6 (13 %)	0,03
Хорошо	11 (30 %)	29 (65 %)	
Удовлетворительно	24 (65 %)	10 (22 %)	
Неудовлетворительно	2 (5 %)	-	

Примечание: p – доверительная вероятность

При осуществлении сравнительного анализа количества осложнений выявлено статистически значимо меньшее их количество среди пациентов, оперированных в подгруппе пациентов, оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике (II Б) в сравнении с открытой транспедикулярной фиксацией и межтеловым спондилодезом (II А) ($p < 0,05$) (таблица 33).

Таблица 33 – Характеристика выявленных осложнений среди пациентов второй группы исследования

Признак	Подгруппа II А ($n=37$)	Подгруппа II Б ($n=45$)	p
<i>Интраоперационные осложнения, n, %</i>	7 (19 %)	1 (2,2 %)	0,03
Травма ТМО	3	1	
Повреждение корешка	3	-	
Поломка инструмента	1	-	
<i>Ранние послеоперационные осложнения, n, %</i>	8 (22 %)	2 (4,4 %)	0,04
Формирование послеоперационной гематома	5	2	
Инфицирование послеоперационной раны	3	-	
Венозные тромбозы, ТЭЛА	-	-	
<i>Отдаленные послеоперационные осложнения, n, %</i>	10 (27 %)	3 (6,7 %)	0,02
Формирование грыжи диска смежного с операцией уровня	4	2	
Прогрессирование степени нестабильности ПДС	-	-	
Нестабильность фиксирующей конструкции	-	-	
Ухудшение неврологической симптоматики за счет формирования рубцово-спаечного эпидурального фиброза	6	1	

4.3. Характеристики инструментальных методов исследования подгрупп проспективного исследования

Рентгенологические данные характеризующие изменения в оперированном отделе позвоночника с использованием межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации после оригинального доступа к позвоночному каналу представлены в таблице 34.

Таблица 34 – Рентгенологические параметры оперированного сегмента в динамике после межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации (данные представлены в виде Me (25;75))

Параметры	Результаты измерений		
	До операции	Через 8-12 месяцев	Через 18-24 месяца
Высота пространства на уровне фиксации в переднем отделе, см.			
Группа I Б (n=45)	0,32 (0,30; 0,34)	0,34 (0,33;0,36)	0,35 (0,34;0,36)
Высота пространства на уровне фиксации в среднем отделе, см.			
Группа I Б (n=45)	0,24 (0,23;0,24)	0,31 (0,29;0,33)	0,31 (0,28;0,31)
Высота пространства на уровне фиксации в заднем отделе, см.			
Группа I Б (n=45)	0,17 (0,17; 0,18)	0,31 (0,29; 0,32)	0,31 (0,30;0,33)
Амплитуда сегментарного угла, град.			
Группа I Б (n=45)	12 (8;12)	4 (4;6)	4 (4;8)
Угол поясничного лордоза, град.			
Группа I Б (n=45)	45 (40;50)	45 (40;45)	40 (40;45)
Общий объем движений в поясничном отделе позвоночника, град.			
Группа I Б (n=45)	35 (30;40)	35 (35;40)	30 (30;35)

Примечание: p – доверительная вероятность

При исследовании биомеханических изменений в оперированном отделе позвоночника после декомпрессивно-стабилизирующих операций с использованием межтелового спондилодеза с ригидной межкостистой фиксацией установлено, что после задней стабилизации произошло ограничение флексионно-экстензионной амплитуды верифицировано с 12^0 (8;12) до 4^0 (4;8) ($p_w=0,03$) с отсутствием межгрупповой разницы.

В катамнезе 24 месяцев: общий объём движений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника существенно не изменился в обеих подгруппах ($p_w > 0,05$).

При динамическом исследовании рентгенологических параметров оперированного сегмента позвоночника после выполнения межтелового спондилодеза изучаемыми способами хирургической коррекции наблюдалось восстановление передних, средних и особенно задних межтеловых пространств ($p_w < 0,001$). Полученные рентгенологические данные совпадают с результатами исследователей [138, 162, 234].

Рентгенологические данные характеризующие изменения в оперированном отделе позвоночника методами межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации после оригинальной методики реконструкции позвоночного канала отражены в таблице 35.

Таблица 35 – Рентгенологические параметры оперированного сегмента в динамике после межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации (данные представлены в виде Me (25;75))

Параметры	Результаты измерений		
	До операции	Через 8-12 месяцев	Через 18-24 месяца
Высота пространства на уровне фиксации в переднем отделе, см.			
Группа II Б ($n=45$)	0,33 (0,31; 0,34)	0,34 (0,34;0,36)	0,34 (0,34;0,36)
Высота пространства на уровне фиксации в среднем отделе, см.			
Группа II Б ($n=45$)	0,23 (0,22;0,24)	0,31 (0,28;0,32)	0,31 (0,28;0,32)
Высота пространства на уровне фиксации в заднем отделе, см.			
Группа II Б ($n=45$)	0,18 (0,17; 0,19)	0,31 (0,29; 0,33)	0,31 (0,29;0,33)
Амплитуда сегментарного угла, град.			
Группа II Б ($n=45$)	10 (8;12)	6 (4;8)	4 (4;6)
Угол поясничного лордоза, град.			
Группа II Б ($n=45$)	39 (38;40)	43 (42;45)	42 (41;44)
Общий объём движений в поясничном отделе позвоночника, град.			
Группа II Б ($n=45$)	36 (33;38)	35 (34;35)	35 (34;35)

Примечание: p – доверительная вероятность

При исследовании биомеханических изменений в оперированном отделе позвоночника после декомпрессивно-стабилизирующих операций с использованием межтелового спондилодеза с транспедикулярной стабилизацией установлено, что после задней стабилизации произошло ограничение флексионно-экстензионной амплитуды с 10^0 (8;12) до 6^0 (4;6) ($p_w=0,02$).

В катамнезе 24 месяцев: общий объём движений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника существенно не изменился ($p_w>0,05$).

При динамическом исследовании рентгенологических параметров оперированного сегмента позвоночника после выполнения транспедикулярной стабилизации с межтеловым спондилодезом наблюдалось восстановление передних, средних и особенно задних межтеловых пространств ($p_w<0,001$) в катамнезе 24 месяцев. Что подтверждается данными ряда исследователей [18, 154, 156, 180, 211, 275].

4.4. Анализ клинико-биометрических параметров пораженных позвоночно-двигательных сегментов пациентов группы проспективного исследования и их взаимосвязь с исходом хирургического лечения

Основные клинические параметры, имеющие прямую взаимосвязь с клиническим послеоперационным исходом и уровнем качества жизни, являются – степень болевого синдрома по ВАШ и функциональное состояние по индексу ODI. Произведен корреляционный анализ вышеперечисленных клинических составляющих и биомеханических характеристик до и после операции – амплитуда сегментарного угла, угол поясничного лордоза и степень линейного смещения позвонков.

Выявлена значимая положительная непараметрическая корреляция значения отдаленного результата оперативного лечения по ВАШ и ODI с исследуемыми рентгенологическими параметрами (рисунок 32, таблицы 36, 37), за исключением исходного значения угла поясничного лордоза.

All Groups Correlations

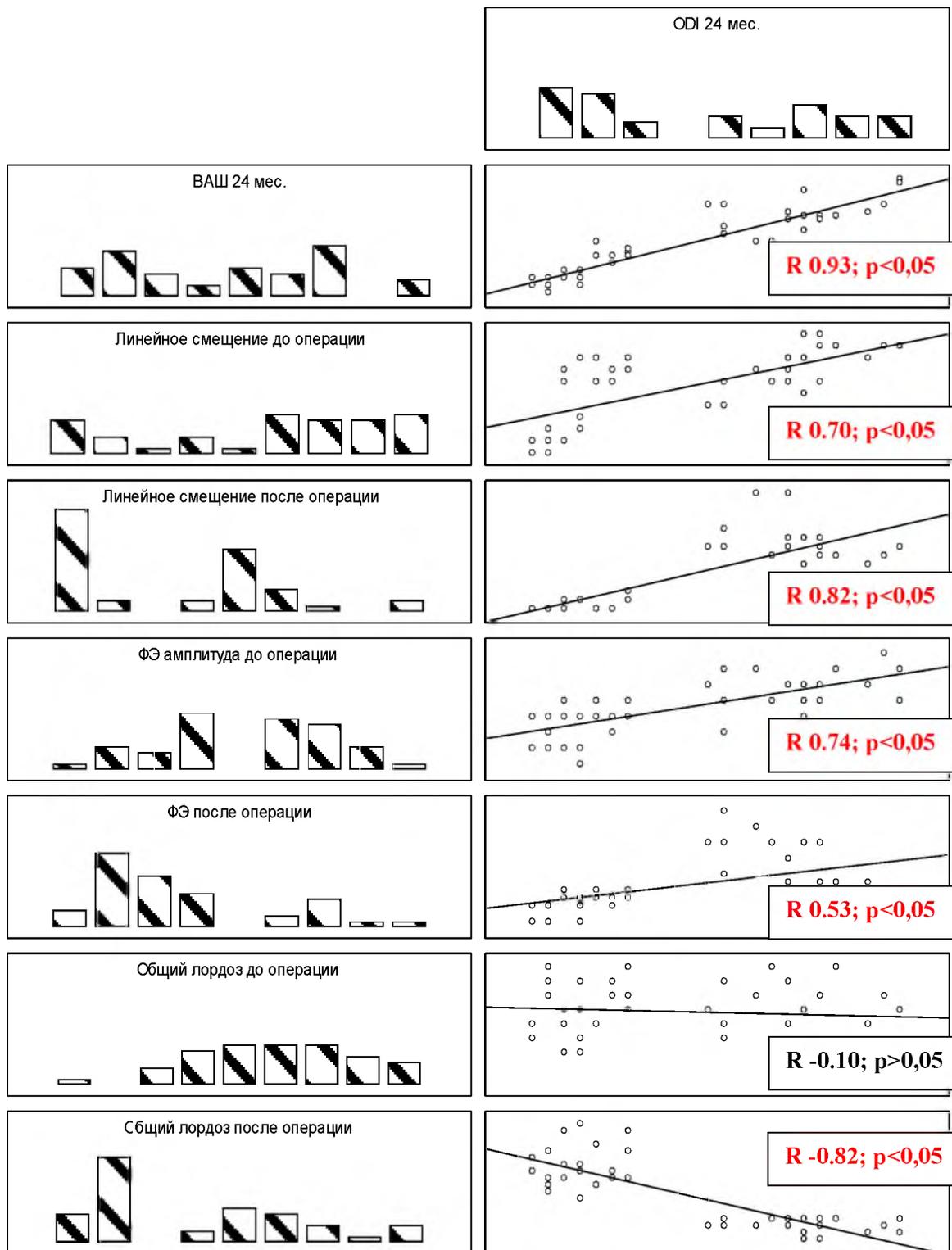


Рисунок 32 – Общая корреляционная зависимость клинических показателей и рентгенологических параметров в группе проспективного исследования

Таблица 36 – Корреляция уровня болевого синдрома по ВАШ через 24 месяца после операции и рентгенологических характеристик (амплитуда сегментарного угла, угол поясничного лордоза и степень линейного смещения позвонков)

Показатель	Подгруппа I Б (n=45)		Подгруппа II Б (n=45)	
	R	p	R	p
ЛС до операции	0,79	< 0,05	0,71	< 0,05
ЛС после операции	0,82	< 0,05	0,87	< 0,05
ФЭА до операции	0,68	< 0,05	0,73	< 0,05
ФЭА после операции	0,81	< 0,05	0,61	< 0,05
Общий лордоз до операции	-0,25	> 0,05	-0,20	> 0,05
Общий лордоз после операции	-0,81	< 0,05	-0,78	< 0,05

Примечание: p – доверительная вероятность

R – коэффициент корреляции Спирмена

ЛС – линейное смещение позвонков

ФЭА – флексионно-экстензионная амплитуда сегментарного угла

Таблица 37 – Корреляция значения функционального состояния по ODI через 24 месяца после операции и рентгенологических характеристик (амплитуда сегментарного угла, угол поясничного лордоза и степень линейного смещения позвонков)

Показатель	Подгруппа I Б (n=45)		Подгруппа II Б (n=45)	
	R	p	R	p
ЛС до операции	0,94	< 0,05	0,77	< 0,05
ЛС после операции	0,90	< 0,05	0,91	< 0,05
ФЭА до операции	0,75	< 0,05	0,73	< 0,05
ФЭА после операции	0,88	< 0,05	0,60	< 0,05
Общий лордоз до операции	-0,05	> 0,05	-0,16	> 0,05
Общий лордоз после операции	-0,82	< 0,05	-0,88	< 0,05

Примечание: p – доверительная вероятность

R – коэффициент корреляции Спирмена

ЛС – линейное смещение позвонков

ФЭА – флексионно-экстензионная амплитуда сегментарного угла

С целью детального анализа влияния биомеханических характеристик на клинический результат и исследования возможности дифференцированного применения декомпрессивно-стабилизирующих методик осуществлено разделение результатов исследования на:

- «отличный и хороший» послеоперационный исход определен по уровню болевого синдрома по ВАШ – до 20 мм., индексу ODI до 15 баллов (как минимально допустимые значения, не ограничивающие повседневную активность пациентов).

- «удовлетворительный и неудовлетворительный» послеоперационный исход определен по уровню болевого синдрома по ВАШ – более 20 мм., индексу ODI более 15 баллов (как значения, ограничивающие повседневную двигательную активность).

Сравнительный анализ данных клинического и инструментальных методов обследования пациентов, оперированных с применением межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации с использованием оригинального минимально-инвазивного доступа представлен в таблице 38., для подгруппы пациентов, оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике отражен в таблице 39.

Таблица 38 – Сравнительный анализ данных клинического и инструментальных методов обследования в зависимости от послеоперационного результата подгруппы пациентов, оперированных с применением межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации с использованием оригинального минимально-инвазивного доступа

Показатель	Подгруппа I Б (n=45)		p
	«хорошие и отличные» исходы (n=38)	«удовлетворительные и неудовлетворительные» исходы (n=7)	
ВАШ 24 месяца	7 (4;10)	24 (18;32)	<0,01
ODI 24 месяца	8 (6;12)	35 (28;42)	<0,01

Продолжение таблицы 38

Показатель	Подгруппа I Б (n=45)		p
	«хорошие и отличные» исходы (n=38)	«удовлетворительные и неудовлетворительные» исходы (n=7)	
ЛС до операции	6 (5;8)	11 (9;12)	<0,01
ЛС после операции	1 (1;2)	8 (7;14)	<0,01
ФЭА до операции	10 (8;14)	18 (12;20)	<0,01
ФЭА после операции	6 (4;8)	14 (10;18)	<0,01
Общий лордоз до операции	33 (26;38)	33 (22;38)	0,96
Общий лордоз после операции	52 (44;66)	37 (32;38)	<0,01
Межтеловой костный блок через 24 месяца	34 (89 %)	5 (71 %)	<0,01

Примечание: p – доверительная вероятность

ЛС – линейное смещение позвонков

ФЭА – флексионно-экстензионная амплитуда сегментарного угла

Таблица 39 – Сравнительный анализ данных клинического и инструментальных методов обследования в зависимости от послеоперационного результата подгруппы пациентов, оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике

Показатель	Подгруппа II Б (n=45)		p
	«хорошие и отличные» исходы (n=35)	«удовлетворительные и неудовлетворительные» исходы (n=10)	
ВАШ 24 месяца	14 (8;18)	25,5 (21;35)	<0,01
ODI 24 месяца	15 (10;18)	43 (38;52)	<0,01
ЛС до операции	12 (11;13)	14 (13;15)	<0,01
ЛС после операции	1,5 (1;3)	7,5 (6;9)	<0,01
ФЭА до операции	14 (12;16)	18 (14;22)	<0,01
ФЭА после операции	7 (6;8)	8,5 (7;9)	<0,01
Общий лордоз до операции	32 (28;38)	31 (26;38)	0,34

Продолжение таблицы 39

Показатель	Подгруппа II Б (n=45)		p
	«хорошие и отличные» исходы (n=35)	«удовлетворительные и неудовлетворительные» исходы (n=10)	
Общий лордоз после операции	53 (48;64)	36 (32;38)	<0,01
Межтеловой костный блок через 24 месяца	32 (91 %)	7 (70 %)	<0,01

Примечание: p – доверительная вероятность

ЛС – линейное смещение позвонков

ФЭА – флексионно-экстензионная амплитуда сегментарного угла

При анализе исследуемых биомеханических характеристик установлено, что во всех подгруппах у пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника выявлен гиполордоз – общий лордоз до операции составил до 35⁰, при этом с отдаленным клиническим результатом данный параметр не коррелировал: по ВАШ R= -0,25; p>0,05 – для подгруппы I Б, R= -0,20; p>0,05 – для подгруппы II Б; по ODI R= -0,05; p>0,05 – для подгруппы I Б; R= -0,16; p>0,05 – для подгруппы II Б.

Биометрические параметры (линейное смещение позвонков – не более 8 мм., сагиттальный объем движений – не более 14⁰) ассоциируются у пациентов подгруппы I Б, оперированных с применением межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации с использованием оригинального минимально-инвазивного доступа с «отличными и хорошими» послеоперационными исходами. При этом достигается минимальный уровень болевого синдрома и хорошее функциональное состояния пациентов с эффективным устранением патологического линейного смещения позвонков с формированием межтелового костного блока (более 85 %), уменьшением сагиттальной ангуляции и восстановлением общего угла поясничного лордоза (в среднем до 52⁰), а применяемый объем декомпрессии – двухсторонний из одностороннего доступа

позволяет осуществить оптимальную визуализацию сосудисто-нервных образований позвоночного канала. «Удовлетворительные и неудовлетворительные» послеоперационные результаты в подгруппе пациентов I Б, находятся в прямой корреляционной связи от исходных значительных пространственных нарушений в позвоночно-двигательном сегменте и, вероятно, связаны с недостаточной фиксационной способностью ригидным межкостистым имплантатом.

Биометрические параметры (линейное смещение позвонков – не более 13 мм., сагиттальный объем движений – не более 16^0) ассоциируются у пациентов подгруппы II Б, оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике с «отличными и хорошими» послеоперационными исходами. При этом достигается минимальный уровень болевого синдрома и хорошее функциональное состояния пациентов с эффективным устранением патологического линейного смещения позвонков с формированием межтелового костного блока (более 90 %), уменьшением сагиттальной ангуляции и восстановлением общего угла поясничного лордоза (в среднем до 53^0), а применяемая оригинальная реконструкция позвоночного канала – осуществить достаточный объем декомпрессивного хирургического этапа. «Удовлетворительные и неудовлетворительные» послеоперационные результаты в подгруппе пациентов II Б, имеют корреляционную взаимосвязь с большим объемом патологической сегментарной подвижности и, вероятно, недостаточным объемом декомпрессии сосудисто-нервных образований позвоночного канала.

На основании оценки биомеханических параметров ПДС и поясничного отдела позвоночника, определенных по данным МРТ и рентгенографии у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков нами разработан алгоритм оптимизации тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника (рисунок 33).

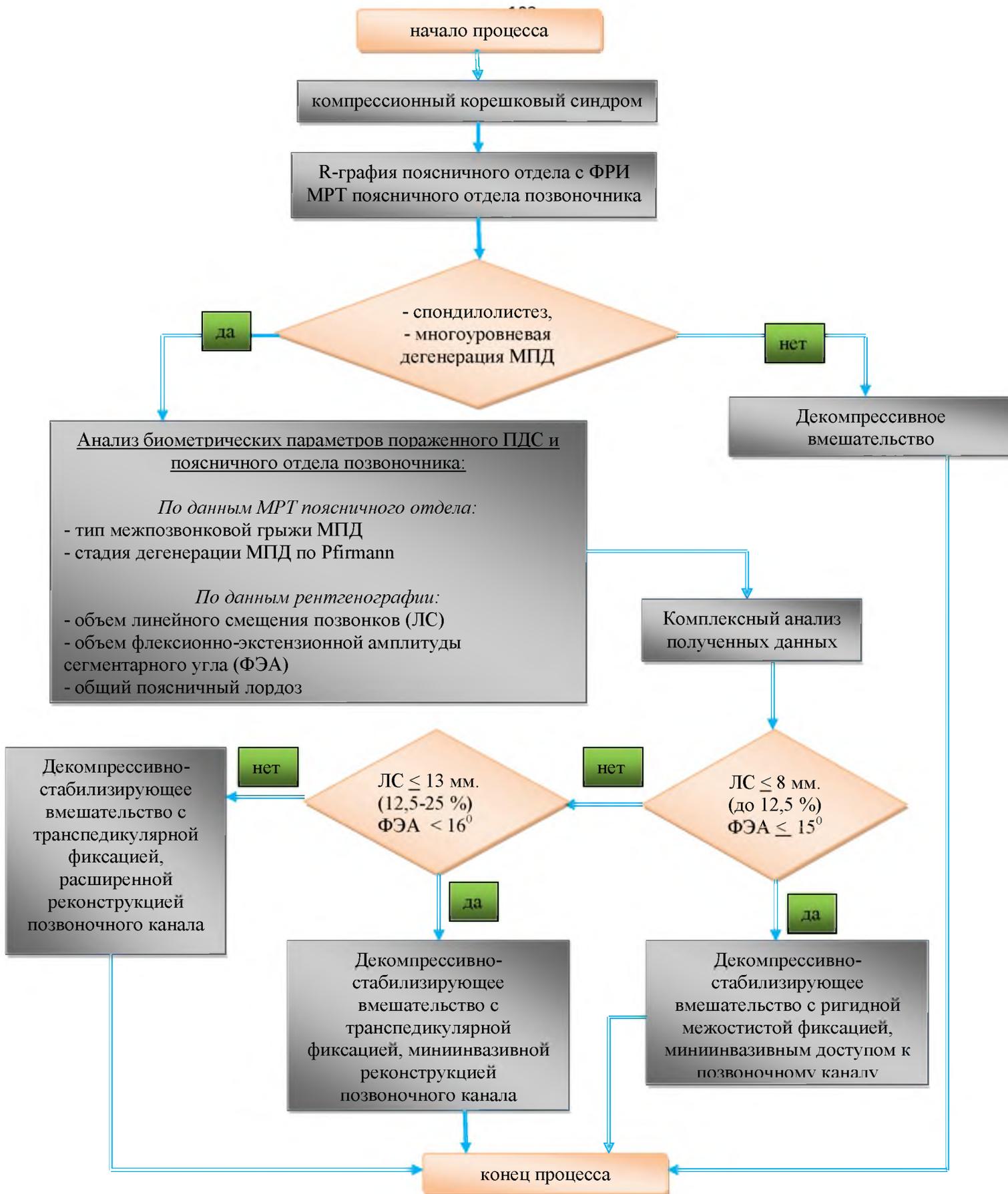


Рисунок 33 – Алгоритм тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день спинальная хирургия является активно развивающимся разделом современной медицины. Высокий уровень хирургических технологий позволяет достоверно оценить эффективность хирургических вмешательств с позиций доказательной медицины. Детализация доминирующих патоморфологических и патофизиологических биомеханических изменений в поясничном отделе позвоночника обеспечивает реализацию дифференцированной тактики и персонализации хирургических вмешательств при дегенеративных заболеваниях позвоночника.

В проведенном исследовании, представлен анализ использования декомпрессивно-стабилизирующих хирургических методик для лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Обоснована актуальность диагностики патологического смещения, по результатам которой оптимизирована лечебно-диагностическая тактика для пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела, для этого введены дополнения к классификации патологического смещения позвонков по Meyerding H.W. (1931).

На основании клинически значимых биомеханических факторов разработан алгоритм тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника с учетом дополнений к классификации патологического смещения позвонков по Meyerding H.W. (1931), который позволил определить дифференцированную тактику выполнения декомпрессивно-стабилизирующих хирургических вмешательств.

Для изучения причин отдаленных неблагоприятных результатов оперативных вмешательств, при наличии дегенеративного спондилолистеза при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового

отдела позвоночника осуществлен ретроспективный анализ историй болезни, рентген-архивных данных и клинико-инструментальная оценка результатов лечения 75 пациентов. В зависимости от выполненной хирургической методики выделено две подгруппы пациентов: I А ($n=38$) – после предварительной односторонней фасетэктомии, выполнен одноуровневый трансфораминальный межтеловой спондилодез с ригидной межкостистой фиксацией, II А ($n=37$) – после проведения ламинэктомии с одно- или двух сторонней фасетэктомии, осуществлен односегментарный межтеловой спондилодез с транспедикулярной стабилизацией.

Установлено, что в отдаленном послеоперационном периоде частой причиной неудовлетворительных исходов является прогрессирование дегенеративного процесса в смежных с операцией сегментах, прогрессирование степени патологического смещения позвонков и развитие рубцово-спаечных изменений ухудшающих состояние пациентов после операции.

С целью возможной оптимизации послеоперационных клинических исходов и уменьшения количества осложнений произведена комплексная оценка различных признаков дегенеративного поражения позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) и их сопоставления. При проведении корреляционного анализа получена значимая положительная непараметрическая корреляция показателя линейного смещения позвонков по отношению к степени дегенерации МПД по Pfirrmann С. и морфологических его изменений по Vernon-Roberts В.

На основании вышеперечисленных данных предложено выделение 4-х групп пациентов с исследуемой патологией пояснично-крестцового отдела позвоночника на основании линейного смещения позвонков (Meyerding H.W., 1931): 1) Отсутствие смещения позвонков относительно друг друга – пациенты без нарушения пространственных взаимоотношений в позвоночно-двигательном сегменте. 2) Смещение позвонков до 12,5 % – пациенты с легкими нарушениями пространственных взаимоотношений в позвоночно-двигательном сегменте. 3) Смещение позвонков от 12,5 до 25 % – пациенты с умеренными нарушениями пространственных взаимоотношений в позвоночно-двигательном сегменте. 4)

Смещение позвонков более 25 % – пациенты со значительными нарушениями пространственных взаимоотношений в позвоночно-двигательном сегменте.

Проведенный дискриминантный анализ предложенной классификации показал достаточную (99 %) ее эффективность в отношении данной категории пациентов.

В основу проспективного исследования положен анализ результатов лечения 90 пациентов. Для систематизации групп исследования по величине линейного смещения позвонков и определения дифференцированного подхода к осуществлению задней стабилизации оперированных сегментов выделено две подгруппы пациентов: I Б – при смещении позвонков относительно друг друга до 12,5 % проводилась ригидная межкостистая стабилизация с межтеловым спондилодезом. При этом доступ к позвоночному каналу выполнялся по оригинальной методике со спилом основания остистого отростка позвонка контрлатерально в косо-горизонтальной плоскости; II Б – при смещении позвонков относительно друг друга от 12,5 % до 25 % осуществлялась транспедикулярная фиксация с межтеловым спондилодезом. В вышеупомянутой подгруппе использовался оригинальный способ реконструкции позвоночного канала, позволяющий выполнить микрохирургическую реконструкцию позвоночного канала посредством спила остистого отростка и ипсилатеральной дужки и осуществить ревизию спинномозгового корешка с противоположной стороны

Проведен сравнительный анализ результатов лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника ретроспективной группы (группа А) и группы проспективного исследования (группа Б).

Статистически значимой разницы по полу, возрасту и конституциональным особенностям между анализируемыми группами не выявлено. Для верификации диагноза всем пациентам проводился полный комплекс клинического, лабораторного и инструментальных обследований. Клиническая оценка исходов

хирургических вмешательств осуществлялась при помощи общепринятых критериев спинальных операций: шкалы ВАШ, Маснаб, опросник Освестри, анализировали возникновение послеоперационных осложнений. Для исследования эффективности декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств применялись: спондилография пояснично-крестцового отдела позвоночника в 2-х проекциях (прямой и боковой), а также с функциональными пробами, методов нейровизуализации (магнитно-резонансная и мультиспиральная компьютерная томографии пояснично-крестцового отдела позвоночника) и нейрофизиологии – электромиография нижних конечностей. Катамнез наблюдения составил 24 месяца для обеих групп.

Хирургическая методика декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств направлена не только на снижение послеоперационного болевого синдрома и улучшение качества жизни пациентов, но и на полноценное функциональное восстановление и трудовую реабилитацию. Установлено, что в обеих группах время активизации и длительность стационарного лечения были сопоставимы.

При межгрупповом сравнении отдаленных результатов по уровню корешкового болевого синдрома установлен статистически значимо меньший его уровень через 24 месяца после операции в подгруппах спондилодеза по заявленным способам, в сравнении с традиционными методиками ($p < 0,05$).

При межгрупповом сравнении отдаленных результатов хирургического лечения установлено статистически значимо лучшее функциональное состояние пациентов по индексу ODI через 24 месяца после операции в обеих подгруппах межтелового спондилодеза по заявленным способам, в сравнении с традиционными методиками ($p < 0,05$).

При межгрупповом сравнении отдаленных результатов хирургического лечения по шкале Маснаб выявлено статистически значимо большая удовлетворенность результатом проведенной операции через 24 месяца в подгруппах пациентов оперированных по заявленным способам ($p < 0,05$) в сравнении с традиционными методиками.

При изучении результатов хирургического лечения пациентов по заявленным способам выявлено статистически значимо меньшее количество послеоперационных осложнений.

Произведен анализ клинико-биометрических параметров пораженных позвоночно-двигательных сегментов пациентов группы проспективного исследования и их взаимосвязь с исходом хирургического лечения.

Произведен корреляционный анализ степени болевого синдрома по ВАШ и функционального состояния по индексу ODI и биомеханических характеристик до и после операции – амплитуды сегментарного угла, угла поясничного лордоза и степени линейного смещения позвонков. Выявлена значимая положительная непараметрическая корреляция значения отдаленного результата оперативного лечения по ВАШ и ODI с исследуемыми рентгенологическими параметрами, за исключением исходного значения угла поясничного лордоза.

При анализе исследуемых биомеханических характеристик установлено, что во всех подгруппах у пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника выявлен гиполордоз – общий лордоз до операции составил до 35° , при этом с отдаленным клиническим результатом данный параметр не коррелировал: по ВАШ $R = -0,25$; $p > 0,05$ – для подгруппы I Б, $R = -0,20$; $p > 0,05$ – для подгруппы II Б; по ODI $R = -0,05$; $p > 0,05$ – для подгруппы I Б; $R = -0,16$; $p > 0,05$ – для подгруппы II Б.

Биометрические параметры (линейное смещение позвонков – не более 8 мм., сагиттальный объем движений – не более 14°) ассоциируются у пациентов подгруппы I Б, оперированных с применением межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксацией с использованием оригинального минимально-инвазивного доступа с «отличными и хорошими» послеоперационными исходами. При этом достигается минимальный уровень болевого синдрома и хорошее функциональное состояния пациентов с эффективным устранением патологического линейного смещения позвонков с формированием межтелового костного блока (более 85 %), уменьшением сагиттальной ангуляции и

восстановлением общего угла поясничного лордоза (в среднем до 52°), а применяемый объем декомпрессии – двухсторонний из одностороннего доступа позволяет осуществить оптимальную визуализацию сосудисто-нервных образований позвоночного канала. «Удовлетворительные и неудовлетворительные» послеоперационные результаты в подгруппе пациентов I Б, находятся в прямой корреляционной связи от исходных значительных пространственных нарушений в позвоночно-двигательном сегменте и, вероятно, связаны с недостаточной фиксационной способностью ригидным межкостистым имплантатом.

Биометрические параметры (линейное смещение позвонков – не более 13 мм., сагиттальный объем движений – не более 16°) ассоциируются у пациентов подгруппы II Б, оперированных с применением межтелового спондилодеза и транспедикулярной стабилизации с реконструкцией позвоночного канала по оригинальной методике с «отличными и хорошими» послеоперационными исходами. При этом достигается минимальный уровень болевого синдрома и хорошее функциональное состояния пациентов с эффективным устранением патологического линейного смещения позвонков с формированием межтелового костного блока (более 90 %), уменьшением сагиттальной ангуляции и восстановлением общего угла поясничного лордоза (в среднем до 53°), а применяемая оригинальная реконструкция позвоночного канала – осуществить достаточный объем декомпрессивного хирургического этапа. «Удовлетворительные и неудовлетворительные» послеоперационные результаты в подгруппе пациентов II Б, имеют корреляционную взаимосвязь с большим объемом патологической сегментарной подвижности и, вероятно, недостаточным объемом декомпрессии сосудисто-нервных образований позвоночного канала.

На основании оценки биомеханических параметров ПДС и поясничного отдела позвоночника, определенных по данным МРТ и рентгенографии у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков нами разработан алгоритм оптимизации тактики хирургического лечения пациентов с

дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Это объективно подтверждает необходимость выполнения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств только после комплексного изучения клинорентгенологических проявлений патологической подвижности позвоночно-двигательных сегментов.

ВЫВОДЫ

1. При ретроспективном анализе результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневых поражениях межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника в отдаленном послеоперационном периоде установлено, что основными причинами неудовлетворительных исходов являются прогрессирование дегенеративного процесса в смежных с операцией сегментах, нарастание степени патологической подвижности позвонков с нестабильностью фиксирующей конструкции и ухудшение неврологической симптоматики на фоне развития рубцово-спаечного эпидурального фиброза.

2. В подгруппе пациентов, оперированных с применением минимально-инвазивного способа доступа к позвоночному каналу со спондилодезом межтеловым кейджем и ригидной межкостистой фиксацией в отдаленном послеоперационном периоде выявлены статистически значимо меньшие уровень болевого синдрома - 6 мм. (4;8) и 14 мм. (8;18) ($p_U=0,01$) и более высокий уровень качества жизни по ODI – 8 (4;14) и 18 (12;28) ($p_U=0,02$) по сравнению с традиционной методикой межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации.

3. В подгруппе пациентов оперированных с применением малотравматичной реконструкции позвоночного канала с последующей транспедикулярной фиксацией и межтеловым спондилодезом в отдаленном послеоперационном периоде выявлены статистически значимо меньшие уровень болевого синдрома - 12 мм. (10;18) и 25 мм. (20;36) ($p_U=0,02$), и более высокий уровень качества жизни по ODI – 18 (14;24) и 30 (22;44) ($p_U=0,01$) по сравнению с традиционной методикой открытой транспедикулярной фиксации и межтелового спондилодеза.

4. На основании клинически значимых биомеханических факторов разработан алгоритм тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным спондилолистезом при многоуровневом поражении

межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника с учетом дополнений к классификации патологического смещения позвонков по Meyerding Н.В. (1931). Согласно которому при исходных биометрических параметрах (линейное смещение позвонков – не более 8 мм., сагиттальный объем движений в ПДС – не более 14°) после оригинального способа двухсторонней декомпрессии из одностороннего доступа возможно применение межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации, а при исходных биометрических параметрах (линейное смещение позвонков – не более 13 мм., сагиттальный объем движений в ПДС – не более 16°) после оригинального способа реконструкции позвоночного канала целесообразна транспедикулярная фиксация с межтеловым спондилодезом.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Пациентам с дегенеративным заболеванием пояснично-крестцового отдела позвоночника, направляемым на хирургическое лечение, в предоперационном периоде необходимо определение наличия, вида и степени патологической подвижности позвонков по данным поясничной спондилографии, а также определение распространенности дегенеративного процесса по результатам магнитно-резонансной томографии.

При наличии объективных рентгенологических данных линейного смещения позвонков относительно друг друга до 12,5 % (линейное смещение позвонков – не более 8 мм., сагиттальный объем движений в ПДС – не более 14⁰) после оригинального способа двухсторонней декомпрессии из одностороннего доступа, для снижения травматичности доступа и эффективной стабилизации позвонков, возможно применение межтелового спондилодеза и ригидной межкостистой фиксации.

При выявлении линейного смещения позвонков относительно друг друга от 12,5 % до 25 % (линейное смещение позвонков – не более 13 мм., сагиттальный объем движений в ПДС – не более 16⁰) целесообразным является выполнение оригинального способа реконструкции позвоночного канала с осуществлением транспедикулярной фиксации и межтелового спондилодеза.

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ВАШ	– визуальная аналоговая шкала боли
ИМТ	– индекс массы тела
КПХ	– каудогенная перемежающаяся хромота
ЛС	– линейное смещение позвонков
ЛФК	– лечебная физическая культура
МПД	– межпозвонковый диск
МРТ	– магнитно-резонансная томография
МСКТ	– мультиспиральная компьютерная томография
ПДС	– позвоночно-двигательный сегмент
ПСП	– показатель смещения позвонков
ПТБ	– позвоночно-тазовый баланс
РМОС	– ригидная межкостистая стабилизация
ТМО	– твердая мозговая оболочка
ТПФ	– транспедикулярная фиксация
ТЭЛА	– тромбоэмболия легочной артерии
ФЭА	– флексионно-экстензионная амплитуда сегментарного угла
ЭМГ	– электромиография
ALIF	– anterior lumbar interbody fusion (передний поясничный межтеловой спондилодез)
ODI	– Oswestry disability index (индекс Освестри)
PLIF	– posterior lumbar interbody fusion (задний поясничный межтеловой спондилодез)
TLIF	– transforaminal lumbar interbody fusion (трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез)
XLIF (LLIF)	– lateral lumbar interbody fusion (боковой поясничный межтеловой спондилодез)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арестов, С.О. Особенности техники и отдаленные результаты портальных эндоскопических вмешательств при грыжах межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / С.О. Арестов, А.О. Гуца, А.А. Кашеев // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2011. – № 1. – С. 27–33.
2. 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. – Москва, 2006. – 27 с.
3. 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.
4. 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.
5. Бывальцев, В.А. Оптимизация результатов лечения пациентов с сегментарной нестабильностью поясничного отдела позвоночника при использовании малоинвазивной методики спондилодеза / В.А. Бывальцев, А.А. Калинин, Е.Г. Белых, В.А. Сороковиков, В.В. Шепелев // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2015. – №3. – С. 45–54.
6. Бывальцев, В.А. Анализ результатов редукции кифотической деформации с помощью пункционной вертебропластики и стентопластики у пациентов с травматическими компрессионными переломами груднопоясничной локализации / В.А. Бывальцев, А.А. Калинин, В.А. Сороковиков, Е.Г. Белых, С.Ю. Панасенков, Е.Г. Григорьев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2014. – № 2. – С. 12–18.
7. Бывальцев, В.А. Наноструктурный анализ поясничных межпозвонковых дисков на разных стадиях дегенеративного процесса / В.А. Бывальцев, С.Ю.

Панасенков, П.Ю. Цыганов, Е.Г. Белых, В.А. Сороковиков // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2013. – №3. – С. 36–41.

8. Бывальцев, В.А. Использование шкал и анкет в вертебродологии / В.А. Бывальцев, В.А. Сороковиков, Е.Г. Белых, Н.И. Арсентьева // Неврология и психиатрия имени С.С. Корсакова. – 2011. – № 9 (III). – С. 51–56.

9. Бывальцев, В.А. Осложнения различных видов хирургии грыж поясничных межпозвонковых дисков / В.А. Бывальцев, В.А. Сороковиков, А.В. Егоров, Е.Г. Белых, А.А. Калинин, С.Ю. Панасенков // Сибирский медицинский журнал. – 2012. - № 3. – С. 87–89.

10. Бывальцев, В.А. Сравнительный анализ эффективности эндоскопической, микрохирургической и эндоскопически ассистированной дискэктомий в лечении пациентов с грыжами поясничных межпозвоночных дисков / В.А. Бывальцев, В.А. Сороковиков, А.В. Егоров, Е.Г. Белых, С.Ю. Панасенков, А.А. Калинин, А.А. Мурзин // Вопр. нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2010. – № 4. – С. 20–26.

11. Бывальцев, В.А. Анализ результатов переднего шейного спондилодеза с использованием гибридного кейджа РСВ Evolution за двухлетний период / В.А. Бывальцев, В.А. Сороковиков, А.А. Калинин, Е.Г. Белых // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2013. - № 1. – С. 37–45.

12. Бывальцев, В.А. Сравнительный анализ результатов декомпрессивных и одномоментных декомпрессивно-стабилизирующих операций при лечении диско-радикалярного конфликта пояснично-крестцового отдела позвоночника / В.А. Бывальцев, В.А. Сороковиков, А.А. Калинин, А.В. Егоров, Е.Г. Белых, С.Ю. Панасенков // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской Академии медицинских наук. – 2011. – № 4 (80), часть 1. – С. 38–43.

13. Ветрилэ, С.Т. Показания и особенности выбора тактики хирургического лечения поясничного остеохондроза с использованием транспедикулярных фиксаторов / С.Т. Ветрилэ, В.В. Швец, А.И. Крупаткин // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 4. – С. 40–46.

14. Гиоев, П.М. Задние доступы в хирургии врожденных и дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника / П.М. Гиоев, Е.Н. Кондаков // Хирургия позвоночника. – 2008. – № 1. – С. 40–45.
15. Гринь, А.А. Комментарии к статье М. Х. Кариева, Ю. Ф. Сабуренко, С. Н. Ишмухамедова и др. «Перкутанная дискэктомия в лечении больных поясничным остеохондрозом» // Нейрохирургия. – 2002. – №1. – С. 25–26.
16. 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.
17. Дестандо, Ж. Эндоскопическая хирургия грыжи поясничного диска: исследование 1562 случаев / Ж. Дестандо // Хирургия позвоночника. – 2006. – № 1. – С. 50–54.
18. Доценко, В.В. Спондилолистез: передние малотравматичные операции / В.В. Доценко, И.Н. Шевелев, Н.В. Загородний // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 1. – С. 47–54.
19. Доценко, В.В. Возможности высокоинформативных методов исследования для объективизации сращения поясничных позвонков при использовании имплантатов из титана / В.В. Доценко, Н.В. Ремизов, В.Б. Вовкогон, И.А. Круглов, А.Н. Ремизов, П.В. Доценко // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 4. – С. 50–54.
20. Дракин, А.И. Спонтанная резорбция грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / А.И. Дракин // Военно-медицинский журнал. – 2008. – Т. 329, N 6. – С. 61.
21. Зуев, И.В. Стабильная и динамическая фиксация при повреждениях и дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника / И.В. Зуев, Е.А. Давыдов, В.П. Берснев, А.А. Ильин, М.Ю. Коллеров // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 3. – С. 8–13.

22. 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.
23. Коновалов, Н.А. Прогнозирование микрохирургического лечения грыж межпозвонковых дисков на пояснично-крестцовом уровне: автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.18 / Коновалов Николай Александрович. – Москва, 1999. – 24 с.
24. 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.
25. Крутько, А.В. Корреляционная зависимость клинико-морфологических проявлений и биомеханических параметров у больных с дегенеративным спондилолистезом L_{IV} позвонка / А.В. Крутько, А.В. Пелеганчук, Д.М. Козлов, А.В. Гладков, Ш.А. Ахметьянов // Травматология и ортопедия России. – 2011. – № 4 (62). – С. 44-52.
26. Крутько, А.В. Сравнительный анализ результатов заднего межтелового спондилодеза (PLIF) и трансфораминального межтелового спондилодеза (TLIF) в сочетании с транспедикулярной фиксацией / А.В. Крутько // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2012. – № 1. – С. 12–21.
27. 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.
28. 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.
29. Кушнирук, П.И. Морфологическое обоснование медиальной фасетэктомии при микрохирургическом удалении грыж поясничных межпозвонковых дисков:

- автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.18 / Кушнирук Петр Иванович. – Москва, 2005. – 24 с.
30. Лебедев, А.С. Отдаленные 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.
31. 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. – Москва, 2007. – 111 с.
32. Луцик, А.А. Вентральные стабилизирующие и декомпрессивно-стабилизирующие операции при разных клинических вариантах спондилолистеза / А.А. Луцик, А.Г. Епифанцев, Г.Ю. Бондаренко // Хирургия позвоночника. – 2010. – № 4. – С. 48–54.
33. 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.
34. Мовшович, И.А. К вопросу о нестабильности позвоночника (классификация, диагностика) / И.А. Мовшович, Ш.Ш. Шотемор // Ортопедия и травматология. – 1979. – №5. – С.24–29.
35. 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.
36. Назаренко, Г.И. Вертеброгенная боль в пояснице / Г.И. Назаренко, И.Б. Героева, А.М. Черкашов, А.А. Рухманов. – М.: Медицина, 2008. – 456 с.
37. Осна, А.И. Хирургическое лечение поясничных остеохондрозов / А.И. Осна. – М., 1965. – 150 с.
38. 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.

39. 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.
40. 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.
41. Попелянский, Я.Ю. Ортопедическая неврология (вертеброневрология)/ Я.Ю. Попелянский. М., 2003. – 244 с.
42. Продан, А.И. Дегенеративные заболевания позвоночника. Том 1. Семиотика. Классификация. Диагностика / А.И. Продан, В.А. Радченко, Н.А. Корж. – Харьков: ИПП «Контраст», 2007. – т. 1. – 272 с.
43. Продан, А.И. Ортопедические аспекты хирургического лечения стеноза позвоночного канала / А.И. Продан // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2005. – № 1. – С. 93–97.
44. Продан, А.И. Осложнения хирургического лечения поясничного спинального стеноза / А.И. Продан, О.А. Перепечай, В.А. Колесниченко, С.И. Балан, А.Г. Чернышев // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 1. – С. 31–37.
45. Рамешвили, Т.Е. 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.
46. Рождественский, А.С. Хирургическое лечение изолированных нестабильных повреждений позвоночника: автореф. дис... канд.мед. наук.: 14.00.24. / Рождественский Алексей Сергеевич. – С-Пб, 2000. – 22 с.
47. Симонович, А.Е. 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.
48. Симонович, А.Е. Хирургическое лечение дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника: автореф. дис... д-ра мед. наук.: 14.00.28./ Симонович Александр Евгеньевич. – Новосибирск, 2005. – 45 с.

49. Сороковиков, В.А. Формирование синдрома нестабильности позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) и патогенетически обоснованные способы его коррекции: дис.. д-ра мед. наук: 14.00.22. / Сороковиков Владимир Алексеевич. – Иркутск, 2003. – 187 с.
50. 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.
51. 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.
52. 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.
53. Сулайманов, Ж.Д. Копорудез как метод лечения нестабильных форм остеохондроза / Ж.Д. Сулайманов // Хирургия позвоночника. – 2008. – № 2. – С. 36–40.
54. Тиходеев, С.А. Мини-инвазивная хирургия позвоночника / С.А. Тиходеев. – СПб: Изд. Дом СПбМАПО, 2005. – 112 с.
55. 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.

56. Фомичев, Н.Г. Вертебрология Российской Федерации: проблемы и пути улучшения организации специализированной помощи / Н.Г. Фомичев, М.А. Садовой // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 1. – С. 25–32.
57. Хвисюк, Н.И. Нестабильность позвоночника / Н.И. Хвисюк, Н.А. Корж, Е.М. Маковоз // Ортопедия и травматология. – 1984. – №3. – С.1–7.
58. Хелимский, А.М. Хронические дискогенные болевые синдромы шейного и поясничного остеохондроза / А.М. Хелимский. – Хабаровск: РИОТИП, 2000. – 256 с.
59. Чертков, А.К. Эндопротезирование поясничных дисков / А.К. Чертков // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 2. – С.56–61.
60. Шаповалов, В.М. Избранные лекции по вертебрологии / В.М. Шаповалов, К.А. Надулич, А.В. Теремшонок. – СПб.: НПО «Профессионал», 2008. – 176 с.
61. Шустин, В.А. Диагностика и хирургическое лечение неврологических осложнений поясничного остеохондроза / В.А. Шустин, В.Е. Парфенов, С.В. Топтыгин, Г.Е. Труфанов, Ю.А. Щербук. – СПб.: ФОЛИАНТ, 2006. – 168 с.
62. Щедренок, В.В. Малоинвазивная хирургия дегенеративных заболеваний позвоночника / В.В. Щедренок, И.В. Яковенко, Н.В. Аникеев, К.И. Себелев, О.В. Могучая. – СПб.: Изд-во ФГУ «РНХИ им. Проф. А.Л. Поленова» Минздравсоцразвития России, 2011. – 435 с.
63. Abumi, K. Biomechanical evaluation of lumbar spinal stability after graded facetectomies / K. Abumi, M.M. Panjabi, K.M. Kramer // Spine. – 1995. – Vol. 15. – P. 1142–1147.
64. Ahmadi, A. Kinematic analysis of dynamic lumbar motion in patients with lumbar segmental instability using digital videofluoroscopy / A. Ahmadi, N. Maroufi, H. Behtash, H. Zekavat, M. Parnianpour // Eur Spine J. – 2009. – Vol. 18. – P. 1677–1685.
65. Akbarnia, B.A. Extreme lateral interbody fusion (XLIF) safely improves segmental and global deformity in large adult lumbar scoliosis: preliminary results on 13 patients / B.A. Akbarnia, V.V. Varma, S. Bess // 15th International Meeting On Advanced Spine Techniques (IMAST), Hong Kong, July 8–11, 2008.

66. Alam, A. Radiological evaluation of lumbar intervertebral instability / A. Alam // *Ind J Aerospace Med.* – 2002. – Vol. 46 (2). – P. 48–53.
67. Alqarnia, A.M. Clinical Tests to Diagnose Lumbar Segmental Instability: A Systematic Review / A.M. Alqarnia, A.G. Schneiders, P.A. Hendrick // *J Orthop Sports Phys Ther.* – 2011. – Vol. 41(3). – P. 130–140.
68. An, H.S. Comparison of smoking habits between patients with surgically confirmed herniated lumbar and cervical disc disease and controls / H.S. An, C.P. Silveri, J.M. Simpson, P. File, C. Simmons, F.A. Simeone, R.A. Balderston // *J Spinal Disord.* – 1994. – Vol. 7. – P. 369–373.
69. Aryan, H.E. Percutaneous axial lumbar interbody fusion (AxiaLIF) of the L5-S1 segment: Initial clinical and radiographic experience / H.E. Aryan, C.B. Newman, J.J. Gold, F.L. Acosta Jr, C. Coover, C.P. Ames // *Minim Invasive Neurosurg.* – 2008. – Vol. 51. – P. 225–230.
70. Axelsson, P. Intervertebral mobility in the progressive degenerative process. A radiostereometric analysis / P. Axelsson, B.S. Karlsson // *Eur Spine J.* – 2004. – Vol. 13. – P. 567–572.
71. Bagby, G.W. Arthrodesis by the distraction-compression method using a stainless steel implant / G.W. Bagby // *Orthopedics.* – 1988. – Vol. 11. – P. 931–934.
72. Baker, J.K. Vascular injury in anterior lumbar surgery / J.K. Baker, P.R. Reardon, M.J. Reardon // *Spine.* – 1993. – Vol. 18. – P. 2227–2230.
73. Battie, M.C. Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetic Influences / Battie M.C., T. Videman, E. Parent // *Spine.* – 2004. – Vol. 29. – P. 2679–2690.
74. Battie, M.C. 1995 Volvo Award in clinical sciences: Determinants of lumbar disc degeneration: A study relating lifetime exposures and magnetic resonance imaging findings in identical twins / M.C. Battie, T. Videman, L.E. Gibbons // *Spine.* – 1995. – Vol. 20. – P. 2601–2612.
75. Benglis, D.M. Minimally invasive anterolateral approaches for the treatment of back pain and adult degenerative deformity / D.M. Benglis, M.S. Elhammady, A.D. Levi // *Neurosurg.* – 2008. – Vol. 63. – P. A191–A196.

76. Benneker, L.M. Correlation of radiographic and MRI parameters to morphological and biochemical assessment of intervertebral disc degeneration / L.M. Benneker, P.F. Heini, S.E. Anderson, M. Alini, K. Ito // *Eur Spine J.* – 2005. – Vol. 14. – P. 27–35.
77. Benq, R.J. Preliminary design and experimental studies of a novel soft implant for correcting sagittal plane instability in the lumbar spine / R.J. Benq, W.K. Walsh // *Spine.* – 1997. – Vol. 22. – P. 1819–1825.
78. Bezer, M. The influence of vertebral instability on peridural circulation and concomitant peridural fibrosis formation / M. Bezer, K. Gokkus, B. Kocaoglu, O. Guven // *Eur Spine J.* – 2006. – Vol. 15. – P. 959–964.
79. Bono, C.M. Posterior pedicle fixation – based Dynamic Stabilization devices for the Treatment of degenerative Diseases of the Lumbar Spine / C.M. Bono, M. Kadaba, A.R. Vaccaro // *J. Spinal Disord Tech.* – 2009. – Vol. 22 (5). – P. 376–383.
80. Bono, C.M. Critical analysis of trends in fusion for degenerative disc disease over the past 20 years: Influence of technique on fusion rate and clinical outcome / C.M. Bono, C.K. Lee // *Spine.* – 2004. – Vol. 29. – P. 455–463.
81. Boos, N. Classification of Age-Related Changes in Lumbar Intervertebral Discs / N. Boos, S. Weissbach, H. Rohrbach, C. Weiler, K.F. Spratt, A.G. Nerlich // *Spine.* – 2001. – Vol. 27 (23). – P. 2631–2644.
82. Boos, N. *Spinal Disorders Fundamentals of Diagnosis and Treatment* / N. Boos, M. Aebi. – 2008: Springer Verlag. – 1199 p.
83. Bozkus, H. Biomechanical comparison of anterolateral plate, lateral plate, and pedicle screws–rods for enhancing anterolateral lumbar interbody cage stabilization / H. Bozkus, R.H. Chamberlain, L.E. Perez Garza, N.R. Crawford, C.A. Dickman // *Spine.* – 2004. – Vol. 29 (6). – P. 635–641.
84. Bozkus, H. Unilateral Dynamic Stabilization for Unilateral Lumbar Spinal Pathologies; A New Surgical Concept / H. Bozkus, M. Sasan, T. Oktenoglu, A.L. Aydin, A.F. Ozer // *Turkish Neurosurgery.* – 2012. – Vol. 22 (6). – P. 718–723.

85. Brau, S. Mini-open approach to the spine for anterior lumbar interbody fusion: Description of the procedure, results and complications / S. Brau // *Spine J.* – 2002. – Vol. 2. – P. 216–223.
86. Buckwalter, J.A. Aging and degeneration of the human intervertebral disc / J.A. Buckwalter // *Spine.* – 1995. – Vol. 20. – P. 1307–1314.
87. Burke, J. G. Intervertebral discs which cause low back pain secrete high levels of proinflammatory mediators / J.G. Burke, R.W. Watson, D. McCormack, F.E. Dowling, M.G. Walsh, J.M. Fitzpatrick // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2002. – Vol. 84. – P. 196–201.
88. Caspar, W. The Caspar microsurgical discectomy and comparison with a conventional standard lumbar disc procedure W./ Caspar, B. Campbell, D. Barbier, R. Kretschmer, Y. Gotfried // *Neurosurgery.* – 1991. – Vol. 28. – P. 78–87.
89. Caterini, R. The correlation between exaggerated fluid in lumbar facet joints and degenerative spondylolisthesis: prospective study of 52 patients / R. Caterini, F. Mancini, S. Bisicchia, P. Maglione, P. Farsetti // *J. Orthopaed Traumatol.* – 2011. – Vol. 12. – P. 87–91.
90. Cevei, M. Imagistic and histopathologic concordances in degenerative lesions of intervertebral disks / M. Cevei, E. Rosca, L. Liviu, G. Mutiu, D. Stoicanescu, L. Vasile // *Rom J Morphol Embryol.* – 2011. – Vol. 52 (1). – P. 327–332.
91. Chen, D. Increasing neuroforaminal volume by anterior interbody distraction in degenerative lumbar spine / D. Chen, L.A. Fay, J. Lok // *Spine.* – 1995. – Vol. 20. – P. 74-79.
92. Chen, W.J. Survivorship analysis of DKS instrumentation in the treatment of spondilolisthesis / W.J. Chen, C.C. Niu, L.H. Chen, C.H. Shih // *Clin. Orthop.* – 1997. – Vol. 339. – P. 113-120.
93. Christensen, F.B. Retrograde ejaculation after retroperitoneal lower lumbar interbody fusion / F.B. Christensen, C.E. Bunger // *Int Orthop.* – 1997. – Vol. 21. – P. 176–180.
94. Christie, S.D. Dynamic interspinous process technology / S.D. Christie, J.K. Song, R.G. Fessler // *Spine.* – 2005. – Vol. 30. (16). – P. S73–S78.

95. Clifton, A.G. Identifiable causes for poor outcome in surgery for cervical spondylosis. Postoperative computed myelography and MR imaging / A.G. Clifton, J.M. Stevens, P. Whitear, B.E. Kendall // *Neuroradiology*. – 1990. – Vol. 32 (6). – P. 450–455.
96. Cloward, R.B. The treatment of ruptured intervertebral discs by vertebral body fusion: Indications, operative technique, after care / R.B. Cloward // *J Neurosurg*. – 1953. – Vol. 10. – P. 154–168.
97. Coe, J.D. Instrumented transforaminal lumbar interbody fusion with bioabsorbable polymer implants and iliac crest autograft / J.D. Coe // *Neurosurg. Focus*. – 2004. – Vol. 16 (3). – P. E11.
98. Costa, F. Stand-alone cage for posterior lumbar interbody fusion in the treatment of high-degree degenerative disc disease: design of a new device for an “old” technique. A prospective study on a series of 116 patients / F. Costa, M. Sassi, A. Ortolina, A. Cardia, R. Assietti, A. Zerbi, M. Lorenzetti, F. Galbusera, M. Fornari // *Eur Spine J*. – 2011. – Vol. 20 (1). – P. S46–S56.
99. Courtney, D.K. Does minimal access tubular assisted spine surgery increase or decrease complication in spinal decompression or fusion? / D.K. Courtney, J.R. Dallari, D.S. Norvell, M.B. Dekutoski // *Spine*. – 2010. – Vol. 35 (9). – P. S57–S65.
100. Cramer, G.D. Reliability of Zygapophysial Joint Space Measurements Made from MRI Scans of Acute Low Back Pain Subjects: Comparison of Two Statistical Methods / G.D. Cramer, D.C.J. Cantu, J.D. Pocius, J.A. Cambron, R.A. McKinnis // *J Manipulative Physiol Ther*. – 2010. – Vol. 33 (3). – P. 220–225.
101. Cs-Szabo, G. Changes in mRNA and protein levels of proteoglycans of the anulus fibrosus and nucleus pulposus during intervertebral disc degeneration / G. Cs-Szabo, J.D. Ragasa-San, V. Turumella, K. Masuda, E.J. Thonar, H.S. An // *Spine*. – 2002. – Vol. 27. – P. 2212–2219.
102. Cunningham, B.W. The effect of spinal destabilization and instrumentation on lumbar intradiscal pressure: An in vitro biomechanical analysis / B.W. Cunningham, Y. Kotani, P.S. McNulty // *Spine*. – 1997. – Vol. 22. – P. 2655–2663.

103. Cusick, J.F. Biomechanics of sequential posterior lumbar surgical alterations / J.F. Cusick, N. Yoganandan, F.A. Pintar, J.M. Reinarz // *J. Neurosurg.* – 1992. – Vol. 76. – P. 805–811.
104. De Loubresse, C.G. Posterolateral fusion for radicular pain in istmic spondylolisthesis / C.G. De Loubresse, T. Bon, A. Deburge // *Clin. Orthop.* – 1996. – Vol. 323. – P. 194–201.
105. Denis, F. Acute burst fractures. A comparative analysis of a modern fracture classification and pathologic findings / F. Denis, J.A. Willen, U.H. Gaekwad, B.A. Kakulas // *Clin. Orthop.* – 1992. – P. 169–175.
106. Dvork, J. Clinical validation of functional flexion-extension roentgenograms of the lumbar spine / J. Dvork, M.M. Panjabi, J.E. Novotny, D.G. Chang, D. Grob // *Spine.* – 1991. – Vol. 16 (8). – P. 943–950.
107. Eser, O. Dynamic stabilisation in the treatment of degenerative disc disease with modic changes / O. Eser, C. Gomleksiz, M. Sasani, T. Oktenoglu, A.L. Aydin, Y. Ataker, T. Suzer, A.F. Ozer // *Adv Orthop.* – 2013. – Article ID 806267. – P. 1–6.
108. Eliyas, J.K. Surgery for degenerative lumbar spine disease / J.K. Eliyas, D. Karahalios // *Dis Mon.* – 2011. – Vol. 57 (10). – P. 592-606.
109. Evans, J.H. Biomechanics of lumbar fusion / J.H. Evans // *Clin Orthop Relat Res.* – 1985. – Vol. 193. – P. 38–46.
110. Eyre, D.R. Collagen polymorphisms of the intervertebral disc / D.R. Eyre, Y. Matsui, J.J. Wu // *Biochem Soc Trans.* – 2001. – Vol. 30. – P. 844–848.
111. Fardon, D.F. Nomenclature and Classification of Lumbar Disc Pathology. Recommendations of the Combined Task Forces of the North American Spine Society, American Society of Spine Radiology, and American Society of Neuroradiology / D.F. Fardon, P.C. Milette // *Spine.* – 2001. – Vol. 26. – P. E93–E113.
112. Flynn, J.C. Sexual complications of anterior fusion of the lumbar spine / J.C. Flynn, C.T. Price // *Spine.* – 1984. – Vol. 9. – P. 489–492.
113. Fourney, D.R. Does minimal access tubular assisted spine surgery increase or decrease complications in spinal decompression or fusion? / D.R. Fourney, J.R. Dettori, D.C. Norvell, M.B. Dekutoski // *Spine.* – 2010. – Vol. 20 (9). – P. 57–65.

114. France, J.C. A randomized prospective study of posterolateral lumbar fusion: Outcomes with and without pedicle screw instrumentation / J.C. France, M.J. Yaszemski, W.C. Lauerma // *Spine*. – 1999. – Vol. 24. – P. 553-560.
115. Frazier, D.D. Associations between spinal deformity and outcomes after decompression for spinal stenosis / D.D. Frazier, S.J. Lipson, A.H. Fossel, J.N. Katz // *Spine*. – 1997. – Vol. 22. – P. 2025–2029.
116. Freemont, A. J. The cellular pathobiology of the degenerate intervertebral disc and discogenic back pain / A.J. Freemont // *Rheumatology*. – 2009. – Vol. 48 (1). – P. 5–10.
117. Fritzell, P. Swedish Lumbar Spine Study Group: Complications in lumbar fusion surgery for chronic low back pain: Comparison of three surgical techniques used in a prospective randomized study. A report from the Swedish Lumbar Spine Study Group / P. Fritzell, O. Hagg, A. Nordwall // *Eur Spine J*. – 2003. – Vol. 12. – P. 178–189.
118. Fritzell, P. Chronic low back pain and fusion: A comparison of three surgical techniques: A prospective multicenter randomized study from the Swedish lumbar spine study group / P. Fritzell, O. Hagg, P. Wessberg // *Spine*. – 2002. – Vol. 27. – P. 1131–1141.
119. Fuchs, P.D. The use of an interspinous implant in conjunction with a graded facetectomy procedure / P.D. Fuchs, D.P. Lindsey, K.Y. Hsu // *Spine*. – 2005. – Vol. 30. – P. 1266–1272.
120. Fujiwara, A. 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, N. Tanaka, C.H. Jeon, G.B. Andersson, V.M. Haughton // *Spine*. – 2000. – Vol. 25 (23). – P. 3036–3044.
121. Fujiya, M. Clinical study on stability of combined distraction and compression rod instrumentation with posterolateral fusion for unstable degenerative spondylolisthesis / M. Fujiya, M. Saita, R. Kaneda, K. Abumi // *Spine*. – 1990. – Vol. 15 (11). – P. 1216–1222.

122. 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.
123. Glassman, S. MOS Short Form 36 and Oswestry Disability Index outcomes in lumbar fusion: A multicenter experience / S. Glassman, M.F. Gornet, C. Branch // *Spine J*. – 2006. – Vol. 6. – P. 21-26.
124. Grob, D. Degenerative lumbar spinal stenosis. Decompression with and without arthrodesis / D. Grob, T. Humke, J. Dvorak // *J Bone Joint Surg Am*. – 1995. – Vol. 77. – P. 1036–1041.
125. Hackenberg, L. Occlusion of the left common iliac artery and consecutive thromboembolism of the left popliteal artery following anterior lumbar interbody fusion / L. Hackenberg, U. Liljenqvist, H. Halm // *J Spinal Disord*. – 2001. – Vol. 14. – P. 365–368.
126. Hangai, M. Factors associated with lumbar intervertebral disc degeneration in the elderly / M. Hangai, K. Kaneoka, S. Kuno, S. Hinotsu, M. Sakane, N. Mamizuka, S. Sakai, N. Ochiai // *Spine J*. – 2008. – Vol. 8. – P. 732–740.
127. Hannon, J.K. Comparison of insufflations vs. retractional technique for laparoscopic assisted intervertebral fusion of the lumbar spine / J.K. Hannon, W.B. Faircloth, D.R. Lane // *Surg Endosc*. – 2000. – Vol. 14. – P. 300–304.
128. Harris, B.M. Transforaminal lumbar interbody fusion: the effect of various instrumentation techniques on the flexibility of the lumbar spine / B.M. Harris, A.S. Hilibrand, P.E. Savas, A. Pellegrino, A.R. Vaccaro, S. Siegler, T.J. Albert // *Spine*. – 2004. – Vol. 29 (4). – P. E65–70.
129. Hasegawa, K. What are the reliable radiological indicators of lumbar segmental instability? / K. Hasegawa, H. Shimoda, K. Kitahara, K. Sasaki, T. Homma // *J Bone Joint Surg*. – 2011. – Vol. 93. – P. B650–B657.
130. Hee, H.T. Anterior/posterior lumbar fusion versus transforaminal lumbar interbody fusion: analysis of complications and predictive factors / H.T. Hee, F.P. Castro, M.E. Majd // *J. Spinal Disord*. – 2001. – Vol. 14. – P. 533–540.

131. Hellstadius, A. Experiences gained from spondylo-syndesis operations with H-shaped bone transplantations in the case of degeneration of discs in the lumbar back / A. Hellstadius // *Acta Orthop Scand.* – 1955. – Vol. 24. – P. 207–215.
132. Herno, A. Long-term clinical and magnetic resonance imaging follow-up assessment of patients with lumbar spine stenosis after laminectomy / A. Herno, K. Partanen, T. Talaslahti, E. Kaukanen, V. Turunen, O. Suomalainen, O. Airaksinen // *Spine.* – 1999. – Vol. 24 (15). – P. 1533–1537.
133. Hinkley, B.S. Effects of 360-degree lumbar fusion in a workers' compensation population / B.S. Hinkley, M.E. Jaremko // *Spine.* – 1997. – Vol. 22. – P. 312–322.
134. Hirasawa, Y. Postural variation in dural sac cross sectional area measured in normal individual's supine, standing and sitting, using MRI / Y. Hirasawa, W. Bashir, M.H. Pope, F.W. Smith // *RSNA. Radiology.* - 2003. – Vol. 1316. – P. 641.
135. Holinka, J. Stabilising effect of dynamic interspinous spacers in degenerative low-grade lumbar instability / J. Holinka, P. Krepler, M. Matzner, J.G. Grohs // *International Orthopaedics (SICOT).* – 2011. – Vol. 35. – P. 395–400.
136. Humphreys, S.C. Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion / S.C. Humphreys, S.D. Hodges, A.G. Patwardhan // *Spine.* – 2001. – Vol. 26. – P. 567–571.
137. Ibarz, E. Instability of the lumbar spine due to disc degeneration. A finite element simulation / E. Ibarz, Y. Más, J. Mateo, A. Lobo-Escolar, A. Herrera, L. Gracia // *Advances in Bioscience and Biotechnology.* – 2013. – Vol. 4. – P. 548–556.
138. Iguchi, T. Intimate relationship between instability and degenerative signs at L4/5 segment examined by flexion–extension radiography / T. Iguchi, T. Ozaki, T. Chin, N. Tsumura, A. Kanemura, K. Kasahara, R. Kuroda, M. Doita, K. Nishida // *Eur Spine J.* – 2011. – Vol. 20. – P. 1349–1354.
139. Iida, Y. Postoperative lumbar spinal instability occurring or progressing secondary to laminectomy / Y. Iida, O. Kataoka, T. Sho // *Spine.* – 1990. – Vol. 15. – P. 1186–1189.

140. Inamasu, J. Laparoscopic anterior lumbar interbody fusion: a review of outcome studies / J. Inamasu, B.H. Guiot // *Minim Invasive Neurosurg.* – 2005. – Vol. 48 (6). – P. 340–347.
141. Inoue, S. Degenerative spondylolisthesis: Pathophysiology and results of anterior interbody fusion / S. Inoue, T. Watanabe, S. Goto, K. Takahashi, K. Takata, E. Sho // *Clin Orthop Relat Res.* – 1988. – Vol. 227. – P. 90–98.
142. Jang, S.Y. Radiographic Parameters of Segmental Instability in Lumbar Spine Using Kinetic MRI / S.Y. Jang, M.H. Kong, H.J. Hymanson, T.K. Jin, K.Y. Song, J.C. Wang // *J Korean Neurosurg Soc.* – 2009. – Vol. 45. – P. 24–31.
143. Jim, J.J. The TRP2 allele of COL9A2 is an age-dependent risk factor for the development and severity of intervertebral disc degeneration / J.J. Jim, N. Noponen-Hietala, K.M. Cheung // *Spine.* – 2005. – Vol. 30. – P. 2735–2742.
144. Johnsson, K. Preoperative and postoperative instability in lumbar spinal stenosis / K. Johnsson, I. Redlund-Johnell, A. Uden // *Spine.* – 1989. – Vol. 14. – P. 591–593.
145. José-Antonio, S.S. Philosophy and concepts of modern spine surgery / S.S. José-Antonio, M. Baabor-Aqueveque, F. Silva-Morales // *Acta Neurochir.* – 2011. – Vol. 108. – P. 23–31.
146. Kaiser, M.G. Comparison of the mini-open versus laparoscopic approach for anterior lumbar interbody fusion: A retrospective review / M.G. Kaiser, R.W. Jr. Haid, B.R. Subach // *Neurosurgery.* – 2002. – Vol. 51. – P. 97–103.
147. Kalichman, L. The genetics of intervertebral disc degeneration: Familial predisposition and heritability estimation / L. Kalichman, D.J. Hunter // *Joint Bone Spine.* – 2008. – Vol. 75. – P. 383–387.
148. Kanayama, M. A minimum 10-year follow-up of posterior dynamic stabilization using Graf artificial ligament / M. Kanayama T., Hashimoto, K. Shigenobu // *Spine.* – 2007. – Vol. 32. – P. 1992–1996.
149. Kaner, T. Minimum Two-Year Follow-Up of Cases with Recurrent Disc Herniation Treated with Microdiscectomy and Posterior Dynamic Transpedicular Stabilisation / T. Kaner, M.Sasani, T. Oktenoglu, A.L. Aydin, A.F. Ozer // *The Open Orthopaedics Journal.* – 2010. – Vol. 4. – P. 120–125.

150. Kato, Y. Biomechanical study of lumbar spinal stability after osteoplastic laminectomy / Y. Kato, M.M. Panjabi, K. Nibu // *J. Spinal Disord.* – 1998. – Vol. 11. – P. 146–150.
151. Katz, J.N. Lumbar laminectomy alone or with instrumented or non-instrumented arthrodesis in degenerative lumbar spinal stenosis: patient selection, cost and surgical outcomes / J.N. Katz, S.J. Lipson, R.A. Lew // *Spine.* – 1997. – Vol. 22. – P. 1123–1131.
152. Kauppila, L.I. Atherosclerosis and disc degeneration/low-back pain—a systematic review / L.I. Kauppila // *Eur J Vasc Endovasc Surg.* – 2009. – Vol. 37. – P. 661–670.
153. Kettler, A. Do early stages of lumbar intervertebral disc degeneration really cause instability? Evaluation of an in vitro database / A. Kettler, F. Rohlmann, C. Ring, C. Mack, H.-J. Wilke // *Eur Spine J.* – 2011. – Vol. 20. – P. 578–584.
154. Kim, D.H. Posterior Lumbar Interbody Fusion using Unilateral Single Cage and Local Morselized Graft / D.H. Kim, S.T. Jeong, S.S. Lee // *Clinics in Orthopedic Surgery.* – 2009. – Vol. 1 (4). – P. 214–221.
155. Kim, K.A. Dynamic intraspinous spacer technology for posterior stabilization: case-control study on the safety, sagittal angulation, and pain outcome at 1-year follow-up evaluation / K.A. Kim, M. McDonald, J.H. Pik, P. Khoueir, M.Y. Wang // *Neurosurg Focus.* – 2007. – Vol. 22 (1). – P. E7.
156. Kim, K.H. Fusion Criteria for Posterior Lumbar Interbody Fusion with Intervertebral Cages : The Significance of Traction Spur / K.H. Kim, J.Y. Park, D.K. Chin // *J. Korean Neurosurg Soc.* – 2009. – Vol. 46. – P. 328–332.
157. 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. – P. 1351–1357.
158. Kim, N.H. The role of transitional vertebrae in spondilosis and spondilolytic spondilolisthesis / N.H. Kim, K.S. Suk // *Bul. Hosp Jt Dis.* – 1997. – Vol. 56. – P. 161–166.
159. Kirkaldy-Willis, W.H. Instability of the lumbar spine / W.H. Kirkaldy-Willis, H.F. Farfan // *Clin Orthop Relat Res.* – 1982. – Vol. 165. – P. 110–123.

160. Knight, R.Q. Direct lateral lumbar interbody fusion for degenerative conditions: early complication profile / R.Q. Knight, P. Schwaegler, D. Hanscom, J. Roh // *J Spinal Disord Tech.* – 2009. – Vol. 22. – P. 34–37.
161. Knox, B.D. Anterior lumbar interbody fusion for discogram concordant pain / B.D. Knox, T.M. Chapman // *J Spinal Disord.* – 1993. – Vol. 6. – P. 242–244.
162. Kong, D-S. One-year Outcome Evaluation after Interspinous Implantation for Degenerative Spinal Stenosis with Segmental Instability / D-S. Kong, E-S. Kim, W. Eoh // *J Korean Med Sci.* – 2007. – Vol. 22. – P. 330–335.
163. Kong, M.H. Lumbar Segmental Mobility According to the Grade of the Disc, the Facet Joint, the Muscle, and the Ligament Pathology by Using Kinetic Magnetic Resonance Imaging / M.H. Kong, Y. Morishita, W. He, M. Miyazaki, H. Zhang, G. Wu, H.J. Hymanson, J.C. Wang // *Spine.* – 2009. – Vol. 34 (23). – P. 2537–2544.
164. Korovesiss, P. Rigid, semirigid versus dynamic instrumentation for degenerative lumbar spine stenosis: A correlative radiological and clinical analysis of short-term results / P. Korovesiss, Z. Papazisis, G. Koureas, E. Lambiris // *Spine.* – 2004. – Vol. 29. – P. 735–742.
165. Korovessis, P. The role of rigid vs. dynamic instrumentation for stabilization of the degenerative lumbosacral spine / P. Korovessis, Z. Papazisis, E. Lambiris // *Stud. Health. Technol. Inform.* – 2002. – Vol. 91. – P. 457–461.
166. 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.
167. Kulig, K. Segmental lumbar mobility in individuals with low back pain: in vivo assessment during manual and self-imposed motion using dynamic MRI / K. Kulig, C.M. Powers, R.F. Landel, H. Chen, M. Fredericson, M. Guillet, K. Butts // *BMC Musculoskeletal Disorders.* – 2007. – Vol. 8 (8). – P. 1–10.
168. Labelle, H. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study / H. Labelle, P. Roussouly, E. Berthonnaud // *Spine.* – 2004. – Vol. 29. – P. 2049–2054.

169. Lane, J.D. Transperitoneal approach to the intervertebral disc in the lumbar area / J.D. Lane, E.S. Moore // *Annals. Surg.* – 1948. – Vol. 127. – P. 537–551.
170. Lattig, F. Lumbar facet joint effusion in MRI: a sign of instability in degenerative spondylolisthesis? / F. Lattig, T.F. Fekete, D. Grob, F.S. Kleinstu"ck, D. Jeszenszky, A.F. Mannion // *Eur Spine J.* – 2012. – Vol. 21. – P. 276–281.
171. Lawhorne, T.W. Treatment of degenerative spondylolisthesis: potential impact of dynamic stabilization based on imaging analysis / T.W. Lawhorne, F.P. Girardi, C.A. Mina, I. Pappou, F.P. Cammisa Jr. // *Eur Spine J.* – 2009. – Vol. 18. – P. 815–822.
172. Lazenec, J.Y. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain / J.Y. Lazenec, S. Ramare, N. Arafati, C.G. Laudet, M. Gorin, B. Roger, S. Hansen, G. Saillant, L. Maurs, R. Trabelsi // *Eur. Spine J.* – 2000. – Vol. 9. – P. 47–55.
173. Lee, C.K. Lumbosacral spinal fusion: A biomechanical study / C.K. Lee, N.A. Langrana // *Spine.* – 1984. – Vol. 9. – P. 574–581.
174. Lee, K.K. Effect of facetectomy on lumbar spinal stability under sagittal plane loadings / K.K. Lee, E.C. Teo, T.X. Qiu // *Spine.* – 2004. – Vol. 29. – P. 1624–1631.
175. Leibl, T. Instability of spinal fractures-therapeutic relevance of different classifications / T. Leibl, M. Funke, K. Dresing, E. Grabbe // *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr.* – 1999. – Vol. 170 (2). – P. 174–180.
176. Leone, A. Lumbar Intervertebral Instability: A Review / A. Leone, G. Guglielmi, V.N. Cassar-Pullicino, L. Bonomo // *Radiology.* – 2007. – Vol. 245 (1). – P. 62–77.
177. Lidsey, D.P. The effects of an interspinous implant on the kinematics of the instrumented and adjacent levels in the lumbar spine / D.P. Lidsey, K.E. Swanson, P. Fuchs // *Spine.* – 2003. – Vol. 28. – P. 2192–2197.
178. Lieberman, I.H. Transperitoneal laparoscopic exposure for lumbar interbody fusion / I.H. Lieberman, P.C. Willsher, D.E. Litwin, P.T. Salo, B.G. Kraetschmer // *Spine.* – 2000. – Vol. 25. – P. 509–514.
179. Lis, A.M. Association between sitting and occupational LBP / A.M. Lis, K.M. Black, H. Korn // *Eur Spine J.* – 2007. – Vol. 16. – P. 283–298.

180. Liu, H. Comparison of Topping-off and posterior lumbar interbody fusion surgery in lumbar degenerative disease: a retrospective study / H. Liu, J. Zhou, B. Wang, H. Wang, Z. Jin, Z. Zhu, K. Miao // *Chin Med J.* – 2012. – Vol. 125 (22). – P. 3942–3946.
181. Logroscino, C.A. A minimally invasive posterior lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spine instabilities / C.A. Logroscino, L. Proietti, E. Pola, L. Scaramuzzo, F.C. Tamburrelli // *Eur Spine J.* – 2011. – Vol. 20 (1). – P. S41–S45.
182. Loguidice, V.A. Anterior lumbar interbody fusion / V.A. Loguidice, R.G. Johnson, R.D. Guyer // *Spine.* – 1988. – Vol. 13. – P. 366–369.
183. Lorenz, M. A comparison of single-level fusions with and without hardware / M. Lorenz, M. Zindrick, P. Schwaegler // *Spine.* – 1991. – Vol. 16 (8). – P. S455–S458.
184. Lowe, T.G. Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion (TLIF): Indications, technique, and 2-year results / T.G. Lowe, A.D. Tahernia, M.F. O'Brien, D.A. Smith // *J Spinal Disord Tech.* – 2002. – Vol. 15. – P. 31–38.
185. Madan, S.S. Comparison of instrumented anterior interbody fusion with instrumented circumferential lumbar fusion / S.S. Madan, N.R. Boeree // *Eur. Spine J.* – 2003. – Vol. 12 (6). – P. 567–575.
186. Manchikanti, L. Evaluation of the relative contributions of various structures in chronic low back pain / L. Manchikanti, V. Singh, V. Pampati, K.S. Damron, R.C. Barnhill, C. Beyer, K.A. Cash // *Pain Physician.* – 2001. – Vol. 4. – P. 308–316.
187. Marchi, L. Stand-Alone Lateral Interbody Fusion for the Treatment of Low-Grade Degenerative Spondylolisthesis / L. Marchi, N. Abdala, L. Oliveira, R. Amaral, E. Coutinho, L. Pimenta // *The ScientificWorld Journal.* - 2012. - Article ID 456346. – P. 1–7.
188. Marotta, N. A novel minimally invasive presacral approach and instrumentation technique for anterior L5-S1 intervertebral discectomy and fusion: Technical description and case presentations / N. Marotta, M. Cosar, L. Pimenta, L.T. Khoo // *Neurosurg Focus.* – 2006. – Vol. 20. – P. E9.
189. Martins, D.E. Correlations between radiographic, magnetic resonance and histological examinations on the degeneration of human lumbar intervertebral discs /

- D.E. Martins, V.M. Oliveira, M.T. Alves, M. Wajchenberg, E. Landim, J.C. Belloti, E.B. Puertas, A. Ishida // *Sao Paulo Med J.* – 2010. – Vol. 128 (2). – P. 63–68.
190. Mayer, H.M. *Minimally Invasive Spine Surgery: A Surgical Manual*. 2nd ed / H.M. Mayer. Berlin: Springer; 2006. – p. 361.
191. McAfee, P.C. Anterior BAK instrumentation and fusion: Complete versus partial discectomy / P.C. McAfee, G.A. Lee, I.L. Fedder, B.W. Cunningham // *Clin Orthop Relat Res.* – 2002. – Vol. 394. – P. 55–63.
192. McCulloch, J.A. Uninstrumented posterolateral lumbar fusion for single level isolated disc resorption and/or degenerative disc disease / J.A. McCulloch // *J Spinal Disord.* – 1999. – Vol. 12. – P. 34–39.
193. Meyerding, H.W. Spondylolisthesis / H.W. Meyerding // *J. Bone Joint Surg.* – 1931. – Vol. 13. – P. 39–48.
194. Modic, M.T. Lumbar Degenerative Disk Disease / M.T. Modic, J.S. Ross // *Radiology.* – 2007. – Vol. 245 (1). – P. 43–61.
195. 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. – P. 1680–1686.
196. Moskowitz, A. Transforaminal lumbar interbody fusion / A. Moskowitz // *Orthop Clin North Am.* – 2002. – Vol. 33. – P. 359–366.
197. Muoller, H. Symptoms, signs, and functional disability in adult spondylolisthesis / H. Muoller, A. Sundin, R. Hedlund // *Spine.* – 2000. – Vol. 25. – P. 683–689.
198. Mysliwicz, L. W. MSU classification for herniated lumbar discs on MRI: toward developing objective criteria for surgical selection / L.W. Mysliwicz, J. Cholewicki, M.D. Winkelpleck, G.P. Eis // *Eur. Spine J.* – 2010. – Vol. 19 (7). – P. 1087–1093.
199. Nachanakian, A. The Interspinous Spacer: A New Posterior Dynamic Stabilization Concept for Prevention of Adjacent Segment Disease / A. Nachanakian, A.E. Helou, M. Alaywan // *Advances in Orthopedics.* – 2013. – Article ID 637362. – P. 1–7.
200. Nasca, R.J. Rationale for spinal fusion in lumbar spinal stenosis / R.J. Nasca // *Spine.* – 1989. – Vol. 14. – P. 451–454.

201. Newman, M.H. Anterior lumbar interbody fusion for internal disc disruption / M.H. Newman, G.L. Grinstead // *Spine*. – 1992. – Vol. 17. – P. 831–833.
202. Niosi, C.A. The effect of dynamic posterior stabilization on facet joint contact forces: an in vitro investigation / C.A. Niosi, D.C. Wilson, Q. Zhu, O. Keynan, D. Wilson, T. Oxland // *Spine*. – 2008. – Vol. 33. – P. 19–26.
203. Nockels, R.P. Dynamic stabilization in the surgical management of pain ful lumbar spinal disordes / R.P. Nockels // *Spine*. – 2005. – Vol. 30 (16). – P. S68–S72.
204. Obenchain, T.G. Laparoscopic lumbar discectomy: Case report / T.G. Obenchain // *J. Laparoendosc Surg*. – 1991. – Vol. 1. – P. 145–149.
205. Okuda, S. Risk factors for adjacent segment degeneration after PLIF / S. Okuda, M. Iwasaki, A. Miyauchi // *Spine*. – 2004. – Vol. 29. – P. 1535–1540.
206. Ostelo, R.W. Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: towards international consensus regarding minimal important change / R.W. Ostelo, R.A. Deyo, P. Stratford // *Spine*. – 2008. – Vol. 33. – P. 90–94.
207. Ozgur, B.M. Minimally invasive technique for transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) / B.M. Ozgur // *Eur Spine J*. – 2005. - Vol. 14 (9). – P. 887–894.
208. Ozgur, B.M. Extreme lateral interbody fusion (XLIF): a novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion / B.M. Ozgur, H. Aryan, L. Pimenta, W. Taylor // *Spine J*. – 2006. – Vol. 6. – P. 435–443.
209. Panjabi, M.M. Clinical spinal instability and low back pain / M.M. Panjabi // *Journal of Electromyography and Kinesiology*. – 2003. – Vol. 13. – P. 371–379.
210. Park, Y. Comparison of one-level posterior lumbar interbody fusion performed with a minimally invasive approach or a traditional open approach / Y. Park, J.W. Ha // *Spine*. – 2007. – Vol. 32. – P. 537–543.
211. Park, Y. Surgical Outcomes of Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for the Treatment of Spondylolisthesis and Degenerative Segmental Instability / Y. Park, J.W. Ha, Y.T. Lee, H.C. Oh, J.H. Yoo, H.B. Kim // *Asian Spine Journal*. – 2011. – Vol. 5 (4). – P. 228–236.
212. Parker, S.L. Postoperative infection after minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): literature review and post analysis / S.L.

- Parker, O. Adogwa, T.F. Witham, O.S. Aaronson, J. Cheng, M.J. McGirt // *Minim Invasive neurosurg.* – 2011. – Vol. 54 (1). – P. 33–37.
213. Pellise, F. Radiologic assessment of all unfused lumbar segments 7.5 years after instrumented posterior spinal fusion / F. Pellise, A. Hernandez, X. Vidal // *Spine.* – 2007. – Vol. 32. – P. 574–579.
214. Perez Cruet, M.J. A prospective, multi center, randomized clinical trial evaluating minimally invasive versus open pedicle screw instrumentation / M.J. Perez Cruet, H. Sheikh, B. Richards, O. Didyuk // *Proceedings of the Congress of Neurological Surgeons*; 2005 October 10; Boston.
215. Pezowicz, C.A. Intralamellar relationships within the collagenous architecture of the annulus fibrosus imaged in its fully hydrated state / C.A. Pezowicz, P.A. Robertson, N.D. Broom // *J. Anat.* – 2005. – Vol. 207. – P. 299–312.
216. Pfirrmann, C.W. Magnetic Resonance Classification of Lumbar Intervertebral Disc Degeneration / C.W. Pfirrmann, A. Metzdorf, M. Zanetti, J. Hodler, N. Boos // *Spine.* – 2001. – Vol. 26 (17). – P. 1873–1878.
217. Pimenta, L. Lateral endoscopic transpsoas retroperitoneal approach for lumbar spine surgery / L. Pimenta // *VIII Brazilian Spine Society Meeting*; May 2001; Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.
218. Polikeit, A. Factors influencing stresses in the lumbar spine after the insertion of intervertebral cages: finite element analysis / A. Polikeit, S.J. Ferguson, L.P. Nolte, T.E. Orr // *Eur. Spine J.* – 2003. – Vol. 12 (4). – P. 413–420.
219. Putzier, M. Application of a dynamic pedicle screw system (Dynesys) for lumbar segmental degenerations: comparison of clinical and radiological results for different indications / M. Putzier, S.V. Schneider, J. Funk // *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* – 2004. – Vol. 142. – P. 166–173.
220. Quintero, S. The disability evaluation and low back pain / S. Quintero, E.G. Manusov // *Prim Care.* – 2012. – Vol. 39 (3). – P. 553–559.
221. Regev, G.I. Nerve injury to the posterior rami medial branch during the insertion of pedicle screws: comparison of mini-open versus percutaneous pedicle screw insertion

- technics / G.I. Regev, Y.P. Lee, W.R. Taylor // *Spine*. – 2009. – Vol. 34. – P. 1239–1242.
222. Resnick, D.K. Guidelines for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 11: interbody techniques for lumbar fusion / D.K. Resnick // *J Neurosurg Spine*. – 2005. – Vol. 2 (6). – P. 692–699.
223. Resnick, D.K. Surgical management of low back pain / D.K. Resnick, R.W. Haid jr, J.C. Wang. – New York: Thieme, 2008. – 210 p.
224. Riamondi, A.J. Laminotomy and total reconstruction of the posterior spinal arch for spinal surgery in childhood / A.J. Riamondi, F.A. Gutierrez, C. DiRocco // *J. Neurosurg*. – 1976. – Vol. 45. – P. 555–560.
225. Roberts, S. TNF alpha-stimulated gene product (TSG-6) and its binding protein, IalphaI, in the human intervertebral disc: new molecules for the disc / S. Roberts, H. Evans, J. Menage // *Eur Spine J*. – 2005. – Vol. 14. – P. 36–42.
226. Rohlmann, A. Comparison of the effects of bilateral posterior dynamic and rigid fixation devices on the loads in the lumbar spine: a finite element analysis / A. Rohlmann, N.K. Burra, T. Zander // *Eur. Spine J*. – 2007. – Vol. 16. – P. 1223–1231.
227. Rubinstein, S.M. Spinal manipulative therapy for acute low-back pain / S.M. Rubinstein, C.B. Terwee, W.J. Assendelft, M.R. Boer // *Cochrane Database Syst. Rev*. – 2012. – Vol. 12 (9). – P. 1–6.
228. Sandu, H.S. Distractive properties of a threaded interbody fusion device: An in vivo model / H.S. Sandu, S. Turner, J.M. Kabo // *Spine*. – 1996. – Vol. 21. – P. 1201–1210.
229. Saraph, V. Comparison of conventional versus minimally invasive extraperitoneal approach for anterior lumbar interbody fusion / V. Saraph // *Eur Spine J*. – 2004. – Vol. 13 (5). – P. 425–431.
230. Schaller, B. Failed back surgery syndrome: the role of symptomatic segmental single-level instability after lumbar microdiscectomy / B. Schaller // *Eur Spine J*. – 2004. – Vol. 13. – P. 193–198.

231. Scheufler, K.M. Percutaneous transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar instability / K.M. Scheufler, H. Dohmen, V.I. Vougioukas // *Neurosurgery*. – 2007. – Vol. 60 (2). – P. 203–212.
232. Schleicher, P. Biomechanical evaluation of different asymmetrical posterior stabilization methods for minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion / P. Schleicher, P. Beth, A. Ottenbacher // *J. Neurosurg Spine*. – 2008. – Vol. 9. – P. 363–371.
233. Schmoelz, W. Dynamic stabilization of the lumbar spine and its effects on adjacent segments: an in vitro experiment / W. Schmoelz, J.F. Huber, T. Nydegger, I. Dipl, L. Claes, H.J. Wilke // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2003. – Vol. 16. – P. 418–423.
234. Schulte, T.L. The effect of dynamic, semi-rigid implants on the range of motion of lumbar motion segments after decompression / T.L. Schulte, C. Hurschler, M. Haversath, U. Liljenqvist, V. Bullmann, T.J. Filler, N. Osada, E.-M. Fallenberg, L. Hackenberg // *Eur Spine J.* – 2008. – Vol. 17. – P. 1057–1065.
235. Schwender, J.D. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): Technical feasibility and initial results / J.D. Schwender, L.T. Holly, D.P. Rouben // *J Spinal Disord Tech.* – 2005. – Vol. 18. – P. S1–S6.
236. Selard, E. Finite element study of nutrient diffusion in the human intervertebral disc / E. Selard, A. Shirazi-adl, J.P. Urban // *Spine* 2003. – Vol. 28. – P. 1945–1953.
237. Shaw, E.G. The results of lumbo-sacral fusion for low back pain / E.G. Shaw, J.G. Taylor // *J. Bone Joint Surg Br.* – 1956. – Vol. 38. – P. 485–497.
238. Sheikh, H. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion and pedicle screw fixation: an excellent technique for treatment of chronic lower back pain secondary to spondylolisthesis or degenerative disc disease with or without associated stenosis / H. Sheikh, B. Richards, O. Didyuk, M.J. Perez Cruet // *Proceedings of the 22nd Annual Meeting of the AANS/CNS Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves*; 2006 March; Lake Buena Vista, FL.
239. Shuler, T.C. Segmental lumbar lordosis: manual versus computer-assisted measurement using seven different techniques / T.C. Shuler, B.R. Subach, C.L. Branch, K. Foley, J.K. Burkus // *J. Spinal Disord Tech.* – 2004. – Vol. 17. – P. 372–379.

240. Siepe, C.J. Influence of lumbar intervertebral disc degeneration on the outcome of total lumbar disc replacement: a prospective clinical, histological, X-ray and MRI investigation / C.J. Siepe, F. Heider, E. Haas, W. Hitzl, U. Szeimies, A. Sta"bler, C. Weiler, A.G. Nerlich, M.H. Mayer // *Eur Spine J.* – 2012. – Vol. 21. – P. 2287–2299.
241. Sink, E.L. Reliability of a Complication Classification System for Orthopaedic Surgery / E.L. Sink, M. Leunig, I. Zaltz, J.C. Gilbert, J. Clohisy // *Clin Orthop Relat Res.* – 2012. – Vol. 470. – P. 2220–2226.
242. Slucky, A.V. Less invasive posterior fixation method following transforaminal lumbar interbody fusion: A biomechanical analysis / A.V. Slucky, D.S. Brodke, K.N. Bachus, J.A. Droge, J.T. Braun // *Spine J.* – 2006. – Vol. 6. – P. 78–85.
243. Solovieva, S. Intervertebral disc degeneration in relation to the COL9A3 and the IL-1 p gene polymorphisms / S. Solovieva, J. Lohiniva, P. Leino-Arjas, R. Raininko, K. Luoma, L. Ala-Kokko, H. Riihimäki // *Eur. Spine J.* – 2006. – Vol. 15. – P. 613–619.
244. Son, S. Minimally Invasive Multilevel Percutaneous Pedicle Screw Fixation for Lumbar Spinal Diseases / S. Son, S.G. Lee, C.W. Park, W.K. Kim // *Korean J Spine.* – 2012. – Vol. 9 (4). – P. 352–357.
245. 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.
246. 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. – P. 77–86.
247. Sullivan, P.B. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondilolysis or spondilolisthesis / P.B. Sullivan, G.D. Phytty, L.T. Twomey, G.T. Allison // *Spine.* – 1997. – Vol. 22. – P. 2959–2967.
248. Suratwala, S.J. Functional and radiological outcomes of 360 degrees fusion of three or more motion levels in the lumbar spine for degenerative disc disease / S.J. Suratwala, M.R. Pinto, T.J. Gilbert // *Spine.* – 2009. – Vol. 34. – P. E351–E358.

249. Swanson, K.E. The effects of an interspinous implant on intervertebral disc pressures / K.E. Swanson, D.P. Lindsey, K.Y. Hsu, J.F. Zukerman // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – P. 26–32.
250. Szpalski, M. *Nonfusion Technologies in Spine Surgery, 1st Edition* / M. Szpalski, R.L. Gunzburg, J.C. Le Huec, M. Braude-Bruno. – Lippincott Williams & Wilkins. – 2007. – 224 p.
251. Taher, F. Lumbar Degenerative Disc Disease: Current and Future Concepts of Diagnosis and Management (Review Article) / F. Taher, D. Essig, D.R. Lebl, A.P. Hughes, A.A. Sama, F.P. Cammisa, F.P. Girardi // *Advances in Orthopedics*. – 2012. – Article ID 970752. – P. 1–7.
252. Takahashi, K. Changes of the sacrum in severe spondylolisthesis: a possible key pathology of the disorder / K. Takahashi, M. Yamagata, K. Takayanagi, T. Tauchi // *J. Orthop. Sci.* – 2000. – Vol. 5 (1). – P. 18–24.
253. Teli, M. Higher risk of dural tears and recurrent herniation with lumbar micro-endoscopic discectomy / M. Teli, A. Lovi, M. Brayda-Bruno // *Eur. Spine J.* – 2010. – Vol. 19 (30). – P. 443–450.
254. Than, K. D. Bone morphogenetic proteins and degenerative disk disease / K.D. Than, S.U. Rahman, M.J. Vanaman, A.C. Wang // *Neurosurgery*. – 2012. – Vol. 70 (4). – P. 996–1002.
255. Thomsen, K. Award winner in clinical studies: The effect of pedicle screw instrumentation on functional outcome and fusion rates in posterolateral lumbar spinal fusion: A prospective, randomized clinical study / K. Thomsen, F.B. Christensen, S.P. Eiskjaer // *Spine*. – 1997. – Vol. 22. – P. 2813–2822.
256. Tjardes, T. Image-guided spine surgery: state of the art and future directions / T. Tjardes, S. Shafizadeh, D. Rixen, T. Paffrath, B. Bouillon, E.S. Steinhausen, H. Baethis // *Eur Spine J.* – 2010. – Vol. 19 (1). – P. 25-45.
257. Tsou, P.M. Postsurgical instability in spinal stenosis, in Hopp E (ed): *Spinal Stenosis (State of the Art Reviews)* / P.M. Tsou, E. Hopp // *Spine*. – 1987. – Vol. 1. – P. 533–550.

258. Tuite, G.F. Outcome after laminectomy for lumbar spinal stenosis. Part II: Radiographic changes and clinical correlations / G.F. Tuite, S.E. Doran, J.D. Stern // *J. Neurosurg.* – 1994. – Vol. 81. – P.707–715.
259. Urban, J.P. Nutrition of the intervertebral disc: Effect of fluid flow on solute transport / J.P. Urban, S. Holm, A. Maroudas // *Clin Orthop Relat Res.* – 1982. – Vol. 170. – P. 296–302.
260. Urban, J.P. Swelling pressure of the intervertebral disc: influence of proteoglycan and collagen contents / J.P. Urban, J.F. McMullin // *Biorheol.* – 1985. – Vol. 22. – P. 145–157.
261. Urban, J.P. Nutrition of the Intervertebral Disc / J.P. Urban, S. Smith, J.C. Fairbank // *Spine.* – 2004. – Vol. – 29. – P. 2700–2709.
262. Vamvanij, V. Surgical treatment of internal disc disruption: An outcome study of four fusion techniques / V. Vamvanij, B.E. Fredrickson, J.M. Thorpe, M.E. Stadnick, H.A. Yuan // *J Spinal Disord.* – 1998. – Vol. 11. – P. 375–382.
263. Van den Hauwe, L. Facet joint degeneration / L. Van den Hauwe // *Europ. Radiology.* – 2009. – Vol. 19 (1). – P. 19.
264. Vernon-Roberts, B. Disc pathology and disease states / B. Vernon-Roberts // In: Gosh P., ed. *The Biology of the Intervertebral Disc.* Boca Raton, FL: CRC Press. – 1988. – P. 73-119.
265. Wai, E.K. Magnetic resonance imaging 20 years after anterior lumbar interbody fusion / E.K. Wai, E.R. Santo, R.A. Morcom // *Spine.* – 2006. – Vol. 31. – P. 1952–1956.
266. Weinstein, J. Neurogenic and nonneurogenic pain and inflammatory mediators / J. Weinstein // *Orthop Clin North Am.* – 1991. – Vol. 22. – P. 235–246.
267. Weinstein, J. The pain of discography / J. Weinstein, W. Claverie, S. Gibson // *Spine.* – 1988. – Vol. 13. – P. 1344–1348.
268. Whitesides, T.E. Jr. The effect of an interspinous implant on intervertebral disc pressures / T.E. Whitesides Jr. // *Spine.* – 2003. – Vol.28. – P. 1906–1907.
269. Wilder, D.G. The biomechanics of vibration and low back pain / D.G. Wilder // *Am J. Ind Med.* – 1993. – Vol. 23. – P. 577–588.

270. Wilke, H.-J. Validity and interobserver agreement of a new radiographic grading system for intervertebral disc degeneration: Part I. Lumbar spine / H.-J. Wilke, F. Rohlmann, C. Neidlinger-Wilke, K. Werner, L. Claes, A. Kettler // *Eur Spine J.* – 2006. – Vol. 15. – P. 720–730.
271. Wilmink, J.T. Degenerative disc disease / J.T. Wilmink // *Europ. Radiology.* - 2009. – Vol. 19 (1). – P. 19.
272. Wiltse, L. History of pedicle screw fixation of the spine [State of the Art Review] / L. Wiltse // *Spine.* – 1992. – Vol. 6. – P. 1–10.
273. Yang, J.Y. The impact of adjacent segment degeneration on the clinical outcome after lumbar spinal fusion / J.Y. Yang, J.K. Lee, H.S. Song // *Spine.* – 2008. – Vol. 33. – P. 503–507.
274. Yu, C.H. Adjacent Segment Degeneration after Single-Level PLIF: Comparison between Spondylolytic Spondylolisthesis, Degenerative Spondylolisthesis and Spinal Stenosis / C.H. Yu, J.E. Lee, J.J. Yang, B.-S. Chang, C.-K. Lee // *Asian Spine Journal.* – 2011. – Vol. 5 (2). – P. 82–90.
275. Zagra, A. Prospective study of a new dynamic stabilisation system in the treatment of degenerative discopathy and instability of the lumbar spine / A. Zagra, L. Minoia, M. Archetti, A.S. Corriero, K. Ricci, M. Teli, F. Giudici // *Eur Spine J.* – 2012. – Vol. 21 (1). – P. S83–S89.
276. Zander, T. Influence of graded facetotomy and laminectomy on spinal biomechanics / T. Zander, A. Rohlmann, C. Klockner // *Eur. Spine J.* – 2003. – Vol. 12. – P. 427–434.
277. Zdeblick, T.A. A prospective comparison of surgical approach for anterior L4-L5 fusion: Laparoscopic versus mini anterior lumbar interbody fusion / T.A. Zdeblick, S.M. David // *Spine.* – 2000. – Vol. 25. – P. 2682–2687.
278. Zuckerman, J.F. A prospective randomized multicenter study for the treatment of lumbar spine stenosis with the X-Stop interspinous implant: 1-year results / J.F. Zuckerman, K.Y. Hsu, C.A. Hartjen // *Eur. Spine J.* – 2003. – P. 22–31.