

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский
институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

Масевнин
Сергей Владимирович

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
ПРОКСИМАЛЬНОГО КОНТАКТНОГО ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО
СЕКМЕНТА ПОСЛЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ФИКСАЦИИ
В ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛЕ ПОЗВОНОЧНИКА

14.01.15 – травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
д.м.н. профессор Д.А. Пташников

Санкт-Петербург-2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧАЕМОГО ВОПРОСА ПО ДАННЫМ СОВРЕМЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1. Частота и распространенность болезни смежного сегмента	14
1.2. Патофизиологические особенности смежных сегментов	16
1.3. Биомеханика смежных сегментов в условиях ригидной фиксации	17
1.4. Факторы риска развития патологических изменений смежных сегментов	19
1.4.1. Нарушения сагиттального баланса	21
1.4.2. Нарушения позвоночно-тазовых соотношений	24
1.4.3. Значение предшествующих дегенеративных изменений	26
1.5. Зависимость частоты развития патологии смежных сегментов от подходов к оперативному лечению	28
1.6. Особенности лечения болезни смежного сегмента	34
1.7. Резюме	35
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	37
2.1. Структура и общая характеристика диссертационного исследования	37
2.2. Общая характеристика больных	39
2.3. Инструментальные методы исследования	45
2.3.1. Рентгенологические методы исследования	45
2.3.2. Другие методы исследования	49
2.4. Анкетирование больных	49
2.5. Статистическая обработка результатов исследования	51
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ БОЛЕЗНИ СМЕЖНОГО СЕГМЕНТА	52
3.1. Клинико-рентгенологические особенности патологических изменений проксимального контактного ПДС после инструментальной фиксации по- ясничного отдела	52

3.2. Особенности преобладающих клинико-рентгенологических проявлений БСС	58
3.3. Изучение влияния нарушений сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений на основные клинические проявления БСС	59
3.4. Результаты оценки факторов риска развития БСС	61
3.4.1. Определение значимости факторов риска развития БСС за весь период наблюдения	63
3.4.2. Определение значимости факторов риска раннего развития БСС	66
3.4.3. Определение значимости факторов риска для определенных вариантов течения БСС	70
3.5. Обсуждение полученных результатов	72
ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА	74
4.1. Особенности техники хирургического вмешательства с применением минимально инвазивной методики	76
4.2. Особенности хирургического вмешательства с восстановлением сагиттального баланса	82
4.3. Влияние травматичности хирургического доступа на отдаленные результаты лечения	84
4.4. Анализ результатов лечения пациентов проспективной группы	85
4.5. Обсуждение полученных результатов	94
Глава 5. Сравнительный анализ значимости основных факторов риска развития патологии проксимального контактного ПДС и обоснование усовершенствованной диагностической программы и алгоритма выбора рациональной тактики хирургического лечения	96
5.1. Сравнительный анализ значимости основных факторов риска развития дегенеративных изменений проксимального контактного ПДС	96

5.2. Усовершенствованная диагностическая программа пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника с учетом профилактики развития патологии проксимального контактного ПДС	98
5.3. Алгоритм выбора тактики хирургического лечения больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника с учетом профилактики развития патологии проксимального контактного ПДС	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
ВЫВОДЫ	110
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	112
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	113
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	114

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Совершенствование методик хирургического лечения больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника является на сегодняшний день одним из приоритетных направлений травматологии и ортопедии (Колесов С.В. с соавт., 2016; Ekman P.A. et al., 2009; Xia X.P. et al., 2013; Jalalpour K. et al., 2015; Hu K. et al., 2016). При этом особое внимание уделяется лечению пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника (Амин Ф.И. с соавт., 2009; Гиоев П.М. с соавт., 2013; Булатов А.В. с соавт., 2014; Fujiwara A. et al., 2001; Chan D. et al., 2006; Liang B. et al., 2012; Mobbs R.J. et al., 2015). Такое внимание определяется, прежде всего, высокой частотой встречаемости указанной патологии. Так, дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника занимают первое место среди всех ортопедических заболеваний взрослых, составляя свыше 40%, при этом 81% данной патологии локализуется в пояснично-крестцовом отделе (Берснев В.П. с соавт., 1998; Шустин В.А. с соавт., 2006; Василенко И.И. с соавт., 2015).

В настоящее время хирургический подход является основным в лечении пациентов с выраженной дегенеративно-дистрофической патологией поясничного отдела позвоночника, основными задачами которого являются декомпрессия невральных структур и предотвращение нестабильности позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) (Ветрилэ С.Т. с соавт., 2004; Burval D.J. et al., 2006; Тье Е.У. et al., 2016). При этом наиболее распространенным методом стабилизации является транспедикулярная фиксация с передним спондилодезом из заднего доступа, т.н. ригидная фиксация на 360° (Vaccaro A.R, Ball S.T., 2000; Akamaru T., et al., 2003; Rajae S.S. et al., 2012; Omid-Kashani F. et al., 2014; Hu K. et al., 2016). Однако, несмотря на успешно проведенный спондилодез с инструментальной фиксацией, сохраняется риск неудовлетворительных результатов хирургического лечения в отдаленном периоде. Значительная роль в этом принадлежит декомпенсации дегенеративной патологии смежного с фиксируемым ПДС,

являющейся частью болезни смежного сегмента (БСС), или adjacent segment disease (ASD) (Мушкин А.Ю. с соавт., 2009; Продан А.И. с соавт., 2010; Афаунов А.А. с соавт., 2014; Radcliff К.Е. et al., 2013; Mushkin A.Y. et al., 2014; Saavedra-Pozo F.M. et al., 2014; Maruenda J.I. et al., 2016; Ghasemi A.A. et al., 2016; Zhang С. et al., 2016). При этом подавляющее большинство патологических изменений после инструментальной фиксации позвонков поясничного отдела происходит непосредственно в вышележащем ПДС (Mok J.M. et al., 2009; Radcliff К.Е. et al., 2013; Imagama S. et al., 2016).

В настоящее время описано множество факторов, способствующих появлению и прогрессивному развитию дегенеративных изменений в смежном с фиксируемым уровнем сегменте, и их количество постоянно растет. Тем не менее, в соответствии с классическими исследованиями, их можно разделить на две основные категории: факторы, связанные с пациентами, обычно не зависящие от врача, и хирургические факторы, на которые непосредственно может влиять врач во время операции (Akamaru T., et al., 2003; Rao R.D. et al., 2005; Liang J. et al., 2014; Ou С.У. et al., 2015; Kim J.У. et al., 2016).

К факторам, зависящим от пациентов, относят женский пол, возраст старше 60 или моложе 30 лет, индекс массы тела больше 30, курение, сопутствующую соматическую патологию, существовавшие ранее дегенеративные изменения смежных межпозвонковых дисков, менопаузу. Хирургические факторы включают значительную протяженность фиксации, включение сегмента L5-S1 в зону спондилодеза, жесткость имплантатов, технические ошибки фиксации, нарушение сагиттального и фронтального балансов.

Несмотря на большое количество факторов риска развития дегенеративных изменений в смежных ПДС, нет единого мнения о том, какие из них имеют решающее значение (Yan J.Z. et al., 2011; Liang J. et al., 2014; Ghasemi A.A. et al., 2016; Kim J.У. et al., 2016). Наиболее широко в современной литературе обсуждается значение сагиттального дисбаланса, нарушений позвоночно-тазовых соотношений, протяженности металлоконструкции и предшествующих изначальных дегенеративных изменений смежного межпозвонкового диска, однако значимость

данных факторов изучена недостаточно (Senteler M. et al., 2014; Rothenfluh D.A. et al., 2014; Yamasaki K. et al., 2017). Кроме того, до сих пор не доказано существование корреляционных связей между клиническими и рентгенологическими проявлениями болезни смежного сегмента.

В целом анализ научной литературы убеждает в том, что механизмы развития дегенеративных нарушений в смежных позвоночных сегментах, а также факторы риска развития болезни смежного сегмента изучены недостаточно и продолжают обсуждаться в современной мировой литературе. При этом весьма актуальным является обоснование и разработка диагностической программы, а также рационального подхода к выбору метода хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника с учетом профилактики развития болезни смежного сегмента. Практическая важность этих нерешенных вопросов определили цель и задачи нашего диссертационного исследования.

Цель исследования – усовершенствовать диагностическую программу и разработать алгоритм выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника, учитывающий факторы риска развития дегенеративных изменений в проксимальном контактном ПДС и направленный на их профилактику.

Задачи исследования:

1. Изучить клинико-рентгенологические особенности патологических изменений в проксимальном контактном с фиксированным ПДС.
2. Определить влияние баланса туловища, позвоночно-тазовых взаимоотношений и степени дегенеративных изменений в смежных межпозвонковых дисках на декомпенсацию статики и биомеханики в проксимальном, контактном с фиксированным ПДС в раннем и отдаленном послеоперационном периодах.
3. Оценить эффективность коррекции сагиттального профиля и позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с дегенеративно-дистрофическими

заболеваниями позвоночника на основании анализа частоты развития БСС и отдаленных результатов лечения профильных пациентов в целом.

4. Обосновать и апробировать в клинике алгоритм предоперационного обследования пациентов с учетом факторов риска развития дегенеративных изменений в проксимальном смежном сегменте позвоночника.

5. Разработать и апробировать в клинике алгоритм выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, основанный на определенных хирургических приемах с учетом предупреждения развития БСС.

Научная новизна исследования

1. На основании анализа собственного клинического материала получены новые сведения о наиболее значимых факторах риска развития дегенеративных изменений в смежном проксимальном ПДС после инструментальной фиксации поясничного отдела позвоночника.

2. Обоснованы рациональные объемы и приемы оперативного лечения пациентов, направленные на профилактику развития болезни смежного сегмента в отдаленном послеоперационном периоде.

3. Определено значение коррекции сагиттального профиля и позвоночно-тазовых взаимоотношений в профилактике развития БСС.

4. Впервые научно обоснованы показания к профилактической фиксации и / или денервации смежного сегмента с точки зрения предупреждения развития и прогрессирования дегенеративно-дистрофических изменений в нем.

5. Обоснованы и успешно апробированы в клинике усовершенствованная диагностическая программа и алгоритм хирургического лечения пациентов с учетом профилактики развития изучаемых осложнений в отдаленном периоде.

Практическая значимость

1. Результаты проведенного комплексного анализа ближайших и отдаленных исходов оперативного лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника позволили определить наиболее значимые факторы риска развития дегенеративно-дистрофических изменений в проксимальном, контактном по отношению к фиксируемому, ПДС.

2. Обоснованные в ходе исследования рекомендации по методике инструментальной фиксации поясничного отдела позвоночника с коррекцией определенных позвоночно-тазовых взаимоотношений направлены на уменьшение частоты осложнений в отдаленном послеоперационном периоде, а также на улучшение функциональных исходов лечения и качества жизни больных.

3. Предложенные и успешно апробированные в клинике усовершенствованная диагностическая программа и алгоритм хирургического лечения пациентов изученного профиля позволяют обоснованно планировать оперативный подход и обеспечивают благодаря этому уменьшение частоты осложнений в отдаленном периоде, связанных с развитием дегенеративных изменений в проксимальном контактном ПДС.

Методология и методы исследования

Наше ретроспективное клиническое исследование включало наблюдение за 142 больными с дегенеративно-дистрофическим поражением поясничного отдела позвоночника, прошедшими хирургическое лечение в клинике РНИИТО им. Р.Р. Вредена в период с 2006 по 2014 год. При этом проспективная часть исследования включала наблюдение за 22 пациентами, оперированными в клинике РНИИТО им. Р.Р. Вредена с 2013 по 2014 год с использованием методики коррекции позвоночно-тазовых взаимоотношений.

Всем пациентам стабилизация ПДС проводилась с использованием ригидных систем транспедикулярной фиксации и межтеловых кейджей, установленных трансфораминальным доступом.

Все пациенты ретроспективной группы были проанализированы обследованы на предмет наличия наиболее обсуждаемых факторов риска развития патологии проксимального контактного ПДС. Для этого пациенты были разделены на группы с клинико-рентгенологическими проявлениями болезни смежного сегмента и без таких проявлений на основании трехлетнего периода наблюдения. В первую группу вошли 36 человек, у которых в течение трех лет после оперативного лечения были выявлены клинические и рентгенологические признаки дегенеративных изменений контактного ПДС над зоной инструментальной фиксации. Вторую группу составили 84 пациента без признаков БСС на основании трехлетнего периода наблюдения.

Во всех случаях проводился комплексный анализ результатов клинического и рентгенологического обследования, а также количественная (балльная) оценка уровня болевого синдрома, качества жизни и функционального состояния пациентов. Для этого использовались шкалы ВАШ, ODI и Nurick. В обеих группах результаты лечения и наличие предполагаемых факторов риска оценивали до операции, непосредственно перед выпиской пациентов из стационара, а также в отдаленном периоде (через 3, 6, 12 месяцев и далее ежегодно до появления признаков болезни смежного сегмента или достижения трехлетнего периода наблюдения).

Диагностика развития дегенеративных процессов проксимального контактного ПДС проводилась на основании клинической картины, физикального обследования, неврологического статуса, данных рентгенографии и МРТ.

Кроме того, было целенаправленно определены основные клинико-рентгенологические проявления болезни смежного сегмента как различные варианты ее течения и выявлены факторов риска, влияющие на ее развитие.

Выявление факторов риска и определение их значимости проводили в описанных выше группах статистическими методами множественной логистической регрессии и ROC анализа. При этом отдельно была определена значимость описанных факторов в развитии БСС в течение первого года после оперативного лечения.

В проспективную часть исследования вошли 22 пациента с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела, имеющие предоперационный показатель разницы тазового угла и поясничного лордоза свыше 11° . Этим пациентам оперативное лечение проводилось с использованием хирургических приемов, направленных на уменьшение данного параметра. Контрольную группу сравнения составили 17 пациентов основной ретроспективной когорты, имевшие также разницу тазового угла и поясничного лордоза более 11° . Данные группы пациентов были проанализированы по клинико-рентгенологическим параметрам до операции, а также через 3, 6, 12, 24 и 36 месяцев. Был выполнен сравнительный анализ результатов лечения пациентов обеих групп с использованием методов непараметрической статистики.

В результате на основании полученных данных и изучения научных публикаций по теме исследования были разработаны и обоснованы усовершенствованная диагностическая программа и алгоритм хирургического лечения данной категории пациентов с учетом профилактики развития изучаемых осложнений в отдаленном периоде.

Все перечисленные выше показатели, а также отдаленные результаты оперативного лечения пациентов были изучены и проанализированы непосредственно диссертантом, принимавшим участие в лечении и обследовании пациентов, включенных в настоящее исследование.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Несмотря на увеличение числа осложнений, связанных с декомпенсацией дегенеративных изменений в проксимальном контактном ПДС, характер, частота встречаемости, сроки возникновения, а также факторы риска их развития нуждаются в дополнительном изучении.

2. Выбор рациональной тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическим поражением поясничного отдела позвоночника должен основываться на полноценном клинико-рентгенологическом обследова-

нии с использованием усовершенствованной диагностической программы, а также с обязательным учетом позвоночно-тазовых взаимоотношений и состояния проксимального контактного сегмента.

3. У пациентов с нарушениями позвоночно-тазовых взаимоотношений и высоким риском развития БСС объем хирургического лечения должен быть дополнен оперативными приемами, направленными на максимально возможную коррекцию этих нарушений.

4. Предложенные усовершенствованная диагностическая программа и алгоритм хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическим поражением поясничного отдела позвоночника успешно апробированы в клинике, способствуют улучшению отдаленных результатов лечения и могут быть рекомендованы к широкому клиническому использованию.

Апробация и реализация диссертационной работы

Основные результаты диссертационного исследования доложены на всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 2013); на международных конференциях World Forum of Spine Research (Сиань, 2014); The European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFORT) (Лондон, 2014), а также на международных конгрессах Global Spine Congress (Буэнос Айрес, 2015; Дубай, 2016).

По теме диссертации опубликованы 4 печатные работы, в том числе 2 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований.

Клиническая часть работы выполнялась в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, где были апробированы и внедрены в практику разработанные алгоритмы предоперационного обследования и выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника с учетом профилактики развития осложнений отдаленного периода связанных с декомпенсацией дегенеративных

изменений вышележащего позвоночно-двигательного сегмента. Материалы диссертационного исследования используются при чтении лекций и проведении семинарских занятий с клиническими ординаторами и аспирантами, а также врачами, проходящими усовершенствование по программам дополнительного профессионального образования на базе ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 132 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав (обзор литературы, характеристика материала и методов исследования, собственные результаты и их обсуждение), заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы из 174 источников (25 отечественных и 149 иностранных авторов). Работа содержит 28 рисунков и 26 таблиц.

ГЛАВА 1

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧАЕМОГО ВОПРОСА ПО ДАННЫМ СОВРЕМЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Частота и распространенность болезни смежного сегмента

На сегодняшний день все большее распространение в хирургическом лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника получают различные типы спондилосинтеза с использованием разнообразных технических устройств и имплантационных материалов. В настоящее время существует немало фундаментальных научных работ, которые посвящены определению места инструментальной фиксации в современной хирургии позвоночника и разработкам новых типов спондилодеза с использованием различных погружных фиксаторов (Gillet P. et al., 2003; Rajaei S.S. et al., 2012; Yang M. et al., 2014; Omidi-Kashani F. et al., 2014; Jalalpour K. et al., 2015; Mobbs R.J. et al., 2015; Hu K. et al., 2016). Однако при имеющемся прогрессе в хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника отмечается значительный процент отсроченных осложнений.

Несмотря на успешно выполненный спондилосинтез, всегда присутствует определенный риск декомпенсации со стороны смежных, особенно вышележащих сегментов. При этом вследствие весьма отдаленного периода развития данной патологии, составляющего в среднем от 1,5 до 3 лет, значительное количество практикующих врачей не связывает возникшие изменения с проведенной ранее инструментальной фиксацией (Lee C.K., 1988; Kumar M.N. et al., 2001; Gillet P. et al., 2003; Mok J.M. et al., 2009; Nakashima H. et al., 2015).

Патология смежного сегмента может включать в себя как дегенеративные изменения, так и переломы позвонков переходной зоны. Появление дегенеративной патологии включает в себя, как правило, разрастание дугоотросчатых суставов, гипертрофию желтой связки, характерные изменения межпозвонкового диска и, соответственно, некоторый дефицит просвета позвоночного канала. Так же данные изменения могут сочетаться со спондилолистезом, нестабильностью,

грыжеобразованием, появлением сколиотической деформации и переломами смежных позвонков (Мушкин А.Ю., с соавт., 2009; Ульрих Э.В., с соавт., 2016; Radcliff K.E. et al., 2013; Mushkin A.Y. et al., 2014; Saavedra-Pozo F.M. et al., 2014; Zhang C. et al., 2016).

В связи с этим в последнее время особую остроту обретает дискуссия, предметом которой является влияние стабилизации позвонков на возникновение и прогрессирование патологических изменений в смежных с вовлеченными в спондилодез ПДС. Впервые об этой проблеме упомянули в 1963 г. R.I. Harris и J.J. Wiley с соавторами (1963), описав 6 случаев нестабильности вышележащих позвонков после фиксации в поясничном отделе. В 1987 г. T.R. Lehmann с соавторами (1987), оценив 21-летние результаты лечения 33 пациентов после задней стабилизации, сообщили о развитии нестабильности над зоной спондилодеза в 45% случаев. Эти исследования во многом послужили толчком к более детальному изучению биомеханики оперированного позвоночника.

Так, P. Park с соавторами (2004) на основании анализа литературных данных отметил, что частота возникновения рентгенологических признаков болезни смежного сегмента колеблется от 8% до 100%, в то время как клинически значимые проявления отмечаются в 8,2–18,5% наблюдений.

Позднее W.R. Sears с соавторами (2011) описали 25% частоту развития болезни смежного сегмента у пациентов через 10 лет после инструментальной фиксации поясничного отдела позвоночника небольшой протяженности. Настолько значительная разница в литературе объясняется, прежде всего, отсутствием единого подхода к анализу данных осложнений.

Кроме того, большинство исследователей отмечают относительно равную частоту возникновения болезни смежного сегмента над зоной спондилодеза и под ней при оперативном лечении на шейном отделе позвоночника, в то время как после инструментальной фиксации позвонков поясничного отдела подавляющее большинство патологических изменений происходит непосредственно в вышележащем ПДС (Mok J.M. et al., 2009; Radcliff K.E. et al., 2013; Lee J.C. et al., 2015; Imagama S. et al., 2016).

1.2. Патофизиологические особенности смежных сегментов

У большинства пациентов, нуждающихся в стабилизации позвоночника, ожидается снижение болевого синдрома после успешно проведенного хирургического лечения. G. Elni (1981) более 30 лет назад высказал утверждение, что стабилизация позвоночника неминуемо создает конфликт между сиюминутной выгодой и отдаленными последствиями. Одними из наиболее очевидных недостатков спондилосинтеза позвоночника являются биомеханические изменения, возникающие в смежных позвоночно-двигательных сегментах. Появление в таких условиях перегрузки в смежных сегментах неизбежно, что, в свою очередь, может приводить к возникновению преждевременных дегенеративных изменений, порой с развитием механических повреждений и нестабильности с клиническими проявлениями в виде болевого синдрома, а иногда и с неврологическим дефицитом. По данным ряда авторов, потенциальными изменениями в смежных сегментах являются дегидратация межпозвонковых дисков, видимая только по МРТ; сужение дискового пространства; вакуум-эффект, формирование остеофитов; появление или усиление дегенеративного ретролистеза; антелистез либо ротационные смещения смежных позвонков; стенозирование позвоночного канала за счет гипертрофии дугоотросчатых суставов и желтой связки; протрузии межпозвонковых дисков с грыжеобразованием и появление нестабильности на смежном уровне с нарушениями статики и биомеханики позвоночника (Bridwell K.H., 2007; Cheh G. et al., 2007; Yang M. et al., 2014). При этом особенность болевого синдрома в данном случае заключается в его непредсказуемости, непоследовательности и зачастую несоответствии с данными рентгенологической картины в отличие от болевого синдрома при первичном дегенеративном поражении.

Некоторые авторы, опираясь на клинические и биомеханические исследования, утверждают, что результатом выполнения инструментальной фиксации является обязательная избыточная нагрузка на смежные, нестабилизированные ПДС (Bastian L. et al., 2001; Akamaru T. et al., 2003; Kyaw T.A. et al., 2014; Bisschop A. et al., 2015; Imagama S. et al., 2016). Применение жесткой стабилизации одного или нескольких позвоночных сегментов приводит к серьезным изменениям в статике

и биомеханике позвоночника со смещением центра ротации, возникновением нехарактерных движений и повышением внутридискового давления (Park P. et al., 2004). Вследствие полного выключения фиксированного ПДС и увеличения функциональной нагрузки на смежные происходит более быстрое развитие дегенеративных изменений в смежных сегментах, что может привести к возникновению и манифестации клинической симптоматики, нередко с неврологическими расстройствами, и потребовать проведения длительного консервативного лечения или повторных хирургических вмешательств (Hilibrand A.S. et al., 2004; Cheh G. et al., 2007; Maruenda J.I. et al., 2016; Zhang C. et al., 2016).

Другие авторы высказывают противоположное мнение. Его суть состоит в том, что патологические изменения на уровне смежных с фиксированными ПДС закономерно происходят вследствие прогрессирования уже протекающего дегенеративного процесса, а не являются результатом собственно спондилодеза (Lee C.K. et al., 1988; Akamaru T. et al., 2003; Ekman P. et al., 2009). Однако теории, описывающие возрастание нагрузки на смежные с зоной стабилизации отделы, получают все большее распространение при дальнейшем изучении биомеханики позвоночника в условиях его фиксации.

1.3. Биомеханика смежных сегментов в условиях ригидной фиксации

Согласно исследованиям на механических моделях, повышение жесткости за счет фиксации двигательных сегментов приводит к компенсаторному увеличению подвижности в смежных отделах и одновременной перегрузке задних стабилизирующих элементов (Cole T.C. et al., 1987; Ha K.Y. et al., 1993; Chow D.H. et al., 1996; Oda I. et al., 1999; Bisschop A. et al., 2015).

Результаты биомеханических исследований на фиксированном трупном материале продемонстрировали, что использование задней металлофиксации приводит к увеличению нагрузки на смежный позвоночно-двигательный сегмент путем смещения центра ротации дорзально, тем самым вызывая перегрузку заднего суставного и связочного комплекса (Lee C.K. et al., 1984; Yang S.W. et al., 1986; Schlegel J.D. et al., 1996).

Тем не менее, до сих пор недостаточно известно о поведении позвоночно-двигательных сегментов, смежных с фиксируемыми. В ряде исследований, проведенных в лабораторных условиях, поддерживается идея о потенциально вредных перегрузках переходных сегментов. Y. Shono с соавторами (1998) в своем биомеханическом исследовании на телятах показали, что позвоночник с зоной спондилосинтеза имеет большую подвижность на смежных сегментах при сгибании и разгибании, причем эта гипермобильность была пропорциональна протяженности и жесткости фиксации. Авторы также провели исследование, сравнивая степень подвижности позвоночника у пациентов со спондилодезом и у первичных, не оперированных ранее больных. На основании данного исследования было высказано предположение, что позвоночно-двигательные сегменты поясничного отдела в условиях локальной фиксации стремятся достичь тех же показателей мобильности, что и до проведенного спондилосинтеза.

L. Bastian с соавторами (2001) подтверждают полученные ранее клинические данные, основываясь на изменениях подобного характера на анатомическом материале, а так же показывают, что степень патологической подвижности в смежных сегментах уменьшается при удалении стабилизирующих имплантов.

S.L. Weinhoffer с соавторами (1995) отмечают повышение внутридискового давления в межпозвонковом диске, смежном с зоной спондилодеза, пропорциональное протяженности фиксации, при этом внутридисковое давление изучаемого диска достоверно превышает давление следующего.

В то же время, M.B. Dekutoski с соавторами (1994) в своем исследовании *in vitro* и *in vivo* в эксперименте на собаках изучали биомеханику позвоночно-двигательных сегментов, оценивая величину нагрузки на смежных уровнях и степень их подвижности. Авторы пришли к выводам, что подвижность в смежных сегментах возрастает во время передвижения, в то время как аксиальная нагрузка остается без изменений.

Ряд других исследователей, в том числе A. Rohlman с соавторами (1999), напротив, не обнаружили достоверных отличий в межпозвонковом диске по сравнению с теми же сегментами в условиях нефиксированного позвоночника. Они

сделали вывод, что механические факторы не играют существенной роли в развитии болезни смежного сегмента. Однако авторы также считали, что повышенная подвижность позвонков переходного сегмента создает благоприятные условия для развития патологических изменений в них, повреждая связочный комплекс.

В настоящее время большинство исследователей высказывается в пользу существования определенной зависимости между исходной жесткостью позвоночно-двигательных сегментов, ригидностью фиксации, ее протяженностью и появлением сегментарной перегрузки уровней, смежных с зоной спондилодеза (Колесов С.В., 2014; Rao R.D. et al., 2005; Bridwell К.Н., 2007; Cheh G., 2007; Kaito T., 2010; Sears W.R., 2011; Yang M. et al., 2014; Lu K. et al., 2015). Однако некоторые авторы не поддерживают данную теорию (Hambly M.F. et al., 1998).

M.F. Hambly с соавторами (1998) описали наблюдение 42 пациентов с задней стабилизацией на поясничном отделе позвоночника со средним периодом наблюдения в 22,6 года. Они отметили, что дегенеративные изменения возникают у таких пациентов с одинаковой долей вероятности как в смежном сегменте, так и на уровне выше него. В их исследовании оперированные пациенты сравнивались с контрольной группой людей, схожей по возрастному и половому составу, ранее не оперированных и обратившихся за медицинской помощью по поводу болей в спине. По заключению авторов, частота возникновения дегенеративных изменений на переходных уровнях значимо не отличалось у исследуемой и контрольной групп.

После анализа источников, содержащих информацию по этому вопросу, можно сделать вывод, что степень выраженности и скорость развития патологических изменений на смежных уровнях после стабилизации позвонков зависит от ряда факторов, которые необходимо учитывать как на этапе предоперационного планирования, так и во время реабилитации.

1.4. Факторы риска развития патологических изменений смежных сегментов

Теоретически к факторам, влияющим на развитие патологических изменений ПДС, в разное время было отнесено множество таких показателей, как изменяе-

мые и неизменяемые внешние и внутренние факторы пациента; наличие изначальных дегенеративных изменений и патологической подвижности смежных ПДС; выбор тактики оперативного лечения, включающей в себя методы стабилизации, протяженность фиксации, жесткость конструкции, сохранение и восстановление фронтального и сагиттального баланса позвоночника (Etebar S. et al., 1999). Однако, анализируя вышеперечисленные факторы риска, необходимо выделить наиболее значимые из них.

С.С. Edward с соавторами (2004) в своем исследовании, изучая такие возможные факторы со стороны пациента, как пол, возраст, индекс массы тела, курение, менопаузальный период, на основании анализа пятилетних наблюдений выявили статистически подтвержденную зависимость лишь от возрастного критерия. Так, у молодых пациентов риск развития дегенеративных изменений в смежных с оперированными сегментах достоверно выше, чем у пациентов старших возрастных групп. Авторы объясняют это большей физической активностью молодых и, соответственно, повышенными нагрузками на позвоночник в целом.

Однако ранее Y. Aota с соавторами (1995) указывали на то, что у пациентов старше 55 лет частота развития болезни смежного сегмента выше, чем у больных младших возрастных групп. Так же некоторые другие исследователи отмечали увеличение частоты декомпенсации дегенеративных изменений на вышележащих сегментах с увеличением возраста пациентов (Rahm M.D. et al., 1996; Etebar S. et al., 1999; Wiltse L.L. et al., 1999; Kumar N.M. et al., 2001; Zhang C. et al., 2016).

Важность изначальных дооперационных дегенеративных изменений смежных ПДС признается в подавляющем большинстве работ, посвященных данной проблеме. По результатам исследования С.С. Edward с соавторами (2003) и К.Ж. Cho с соавторами (2009), у пациентов с изначальными дегенеративными изменениями смежных межпозвонковых дисков 1-й стадии по классификации Weiner (начальные патологические изменения на МРТ) вероятность прогрессирования заболевания до клинически значимой 2-й или 3-й стадии в 2,5–3 раза выше, чем у пациентов без дегенеративных изменений.

Y. Aota с соавторами (1995) в ретроспективном анализе 65 пациентов с дегенеративными заболеваниями отметили 25% частоту развития декомпенсации смежного вышележащего сегмента с развитием нестабильности на данном уровне после спондилосинтеза в поясничном отделе в отдаленном периоде наблюдений (в среднем спустя 39 месяцев). По данным авторов, частота развития нестабильности была выше у женщин, пациентов старше 55 лет и людей с полисегментарным поражением.

R. Park с соавторами (2004) также определили женский пол как фактор риска, связанный с развитием болезни смежного сегмента. В то же время K.Y. Na с соавторами (2005), изучая данный вопрос, выявили, что высокая экспрессия рецепторов эстрогена может усугублять дегенеративные изменения в хряще дугоотростчатых суставов и так же рассматривается в качестве одного из факторов риска развития данной патологии у женщин в период менопаузы.

1.4.1. Нарушения сагиттального баланса

Позвоночник не является механически жесткой опорной структурой, поэтому имеет физиологические изгибы в сагиттальной плоскости, формирование или сохранение которых является одной из задач во время оперативного лечения всех без исключений заболеваний позвоночника. Хотя при оценке коррекции после оперативного лечения акцент делается на изменении во фронтальной плоскости, в последние годы стало очевидно, что в отдаленном периоде основные проблемы позвоночника связаны с нарушениями сагиттального баланса. Так, уменьшение поясничного лордоза снижает амортизационные свойства позвоночника, что неминуемо приводит к раннему развитию дегенеративно-дистрофических изменений и болевому синдрому (одной из причин которого является напряжение экстензоров бедра и мышц спины с целью установления баланса в вертикальном положении) выше зоны фиксации, а восстановление правильного сагиттального профиля служит предохранением от патологических изменений в нефиксированном отделе позвоночника и обеспечивает качество жизни пациентов, сходное с общей популяцией (Perez-Grueso F.S. et al., 2000).

Многие авторы, в том числе К.Ж. Paonessa с соавторами (1992), уже в 80-х – 90-х годах прошлого столетия подчеркивали важность сохранения сагиттального баланса для повседневной активности и качества жизни пациентов. Но данные утверждения не разделялись рядом хирургов, для которых постановка ламинарных фиксаторов была зачастую важнее, чем восстановление сагиттального баланса (Moskowitz A. et al., 1980; Cochran T. et al., 1983; Hayes M.A. et al., 1988). Методику Harrington критиковали за уменьшение поясничного лордоза и возникновение компенсаторного гиперлордоза нижележащих нефиксированных ПДС (Luk K.D. et al., 1987; Hayes M.A. et al., 1988). Однако является ли компенсаторный гиперлордоз основной причиной болевого синдрома или уникальным адаптивным механизмом, до сих пор является спорным вопросом. В своем исследовании факторов, вызывающих болевой синдром, на протяжении 10 лет после оперативного лечения с применением дистракторов Харрингтона P.J. Connolly с соавторами (1995) пришли к выводу, что сагиттальный дисбаланс с отсутствием физиологического лордоза в поясничном отделе и синдромом плоской спины непосредственно связан с неудовлетворительными отдаленными клиническими результатами. Был описан синдром «фиксированного сагиттального дисбаланса», развивающийся вследствие уменьшения величины поясничного лордоза после фиксации сегментарным инструментарием (CDI, Isola) и проведения в этом отделе дистракции. Однако недавние исследования пациентов, которым в подростковом возрасте было проведено оперативное лечение с использованием инструментария Cotrel-Dubousset (CD), показали противоположные тенденции в виде постепенного увеличения поясничного лордоза без значимого нарастания дегенеративных изменений в отдаленном периоде (Takahashi S. et al., 2002).

J.D. Schlegel с соавторами (1996) описали рецидив болевого синдрома у 58 пациентов после спондилодеза в поясничном отделе позвоночника в среднем через 13,1 года после оперативного лечения по поводу разнообразной патологии. Авторы так же отмечали значение сагиттального дисбаланса в развитии декомпенсации смежного сегмента, однако статистически подтвердить это не удалось.

P.-L. Lai с соавторами (2004), оценивая значение поясничного лордоза и важность его восстановления, не выявили непосредственной зависимости между величиной лордоза и появлением изменений в смежных ПДС.

В другом исследовании M.N. Kumar с соавторами (2001) изучили корреляцию нарушений сагиттального профиля с частотой развития дегенеративной патологии смежного сегмента после спондилосинтеза в поясничном отделе позвоночника. В исследование входила однородная по основным показателям группа из 83 пациентов, которые были прооперированы по поводу дегенеративной патологии с использованием заднего спондилосинтеза CD инструментарием и спондилодеза, в том числе по методике PLIF. Авторы отмечают поражение смежного вышележащего сегмента в 36,1% случаев в основном за счет ретроспондилолистеза позвонка над зоной фиксации. Сроки клинических проявлений декомпенсации смежного сегмента составляли в среднем 5,2 года с момента операции. Пациенты с нормальными сагиттальными соотношениями были менее подвержены риску развития клинически значимой дегенеративной патологии. Около 50% больных с поражением переходной зоны потребовали повторного оперативного вмешательства.

J.P. Steib с соавторами (2000) провели исследование, включающее 113 пациентов, оперированных по поводу различной патологии поясничного отдела позвоночника с использованием CD инструментария и заднего спондилодеза аутокостью. В среднем частота развития патологических изменений в переходном отделе составила 55%, а необходимость повторного оперативного вмешательства возникла в 15,9% случаев. В выводах к данной работе авторы отметили значимость восстановления поясничного лордоза для профилактики развития болезни смежного сегмента.

С хирургической точки зрения, лучшая коррекция сагиттального профиля достигается при продлении зоны фиксации до крестца, однако при выборе данной тактики оперативного лечения необходимо учитывать все дополнительные риски и осложнения (Edwards C.C. et al., 2004). Так, M.B. Dekutoski с соавторами (1993) отказывались от включения в зону спондилодеза крестца, отмечая, что это приво-

дит к потере поясничного лордоза во время операции и вентральному сагиттальному дисбалансу в послеоперационном периоде. Авторы объясняют вентральное смещение сагиттального баланса денервацией мышц вследствие травматичности оперативного доступа, изменениями в длине разгибателей спины после коррекции кифотического компонента деформации, а также вестибулярными нарушениями.

Необходимо учитывать, что, несмотря на все способы фиксации крестца, применяемые в настоящее время, при отсутствии восстановленного сагиттального баланса, неизбежно возникает несостоятельность фиксации с развитием псевдоартрозов. Это позволяет сделать вывод о том, что для снижения риска развития нестабильности и образования ложных суставов предпочтительнее смещение сагиттального баланса кзади по отношению к центру крестца (т.н. отрицательный сагиттальный баланс). S.D. Glassman с соавторами (2005) также говорят о преимуществах отрицательного сагиттального профиля. В своем исследовании 298 пациентов, оперированных по поводу сколиотических деформаций взрослых, авторы на основании анализа отдаленных результатов лечения показывают, что положительный и даже нейтральный сагиттальный баланс приводят к раннему развитию дегенеративных изменений в смежных ПДС.

1.4.2. Нарушения позвоночно-тазовых соотношений

Глобальный баланс позвоночника, по мнению ряда авторов, является наиболее важным прогностическим фактором удовлетворительных результатов хирургического лечения в отдаленном периоде (Kaito T., 2010; Sears W.R., 2011; Maruenda J.I. et al., 2016). В то же время оценка сагиттального профиля зачастую проводится лишь на основании величины поясничного лордоза и смещения вертикальной оси (Sagittal Vertical Axis, SVA). В то время как предоперационное определение тазовых параметров, не являясь тривиальным исследованием, не всегда выполняется хирургами, особенно при нормальных показателях поясничного лордоза и SVA.

Значимость сагиттального баланса и позвоночно-тазовых соотношений в хирургическом лечении патологии позвоночника обсуждается достаточно широко в

течение длительного времени (Vaz G. et al., 2002; Hioki A. et al., 2005; Ruberte L.M., et al., 2009; Pellet N. et al., 2011; Barrey C. et al., 2011; Mehta V.A., 2012; Liang J. et al., 2014; Yamasaki K. et al., 2017). Несмотря на это, определенные закономерности в развитии патологии смежного сегмента вследствие отклонения данных параметров от должных величин до сих пор окончательно не выявлены.

А. Hioki с соавторами (2005) в своем исследовании отмечали значимость величины тазового угла (PI) и поясничного лордоза (LL) в развитии дегенеративных процессов вследствие перегрузки дугоотростчатых суставов в пояснично-крестцовом переходе. Данную биомеханическую модель ученые наблюдали при значениях тазового угла свыше 55° и поясничного лордоза ниже 25° .

В настоящее время все более широкое обсуждение в данном отношении получает параметр разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL). Разница тазового угла и поясничного лордоза считается одним из наиболее значимых позвоночно-тазовых показателей в развитии дегенеративной патологии в поясничном отделе позвоночника (Senteler M. et al., 2014; Rothenfluh D.A. et al., 2015). Так, результаты биомеханического исследования М. Senteler с соавторами (2014) показывали, что позвоночно-тазовые соотношения, количественно выраженные в показателе PI-LL, коррелируют с величиной нагрузки на дугоотростчатые суставы в позвоночно-двигательных сегментах L3-L4 и L4-L5.

Высокие значения данного параметра оказывают прямое влияние как на развитие дегенеративной патологии поясничного отдела в целом, так и на декомпенсацию дегенеративных изменений в смежных с фиксированным отделах вследствие перегрузки позвоночно-двигательных сегментов. Так, у пациентов с разницей показателей PI-LL более 10° (тип В по D. A. Rothenfluh 2015) на фоне изменений сагиттального профиля риски раннего развития болезни смежного сегмента достоверно выше, чем у пациентов с типом А ($PI-LL \leq 10^\circ$) (рис. 1).

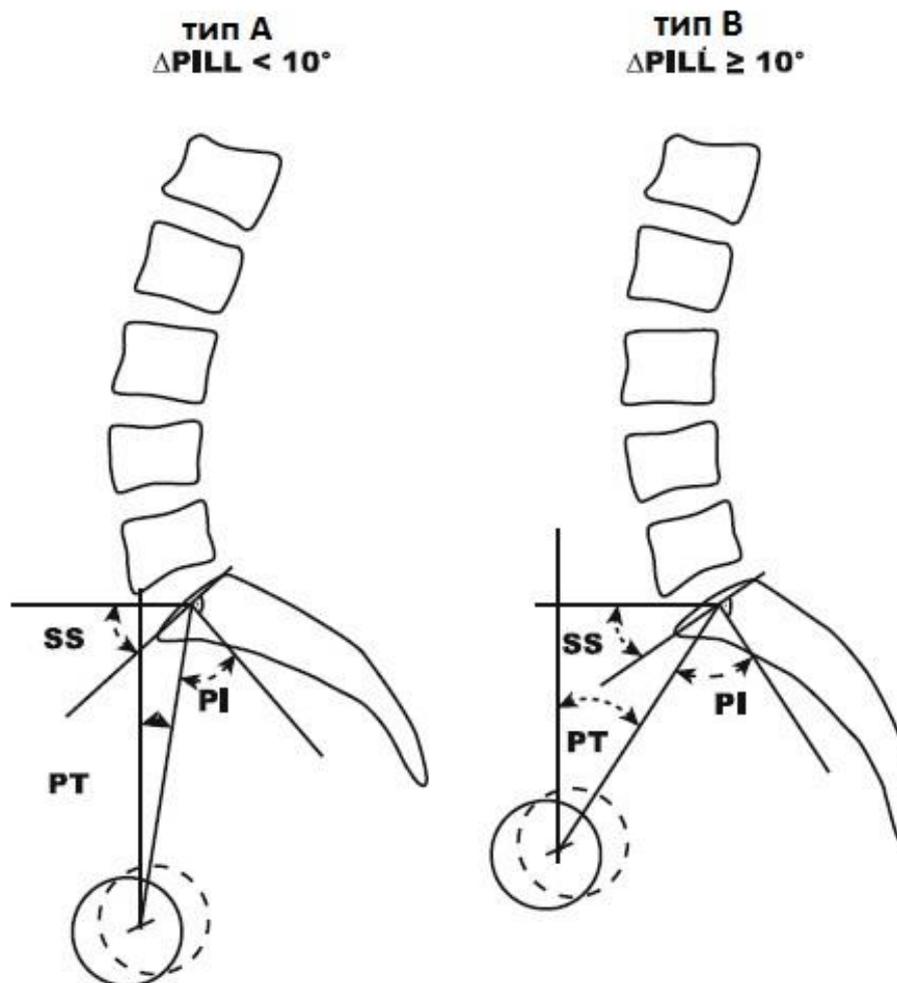


Рис. 1. Типы позвоночно-тазовых соотношений по D. A. Rothenfluh

1.4.3. Значение предшествующих дегенеративных изменений

Уровни предполагаемой инструментальной фиксации должны быть изучены самым тщательным образом на этапе предоперационного планирования, включая обязательное МРТ-исследование с последующей оценкой исходного состояния будущего смежного диска. По результатам исследования Philippe Gillet с соавторами (2003), 37% пациентов после хирургического лечения дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника имели клинически значимые проявления болезни смежного сегмента, а 50% из них потребовалось повторное оперативное лечение. Ретроспективная оценка исходного состояния межпозвонковых дисков выявила значимые дегенеративные изменения межпозвонковых дисков в более чем половине случаев декомпенсации переходного уровня. Исследователи так же

отмечают, что в ретроспективном исследовании значительная часть пациентов исключается, не достигнув двухлетнего периода наблюдения, вследствие развития клинически значимой болезни смежного сегмента, требующей повторного оперативного лечения. Таким образом, скорость развития данных патологических изменений и необходимость повторных хирургических вмешательств остается недооцененной.

К сожалению, в подавляющем большинстве ретроспективных исследований предоперационное состояние ПДС не оценивается достаточно полно, что может послужить причиной получения некорректных результатов вследствие разнородности первичной группы пациентов (Gillet P., 2003).

J. Cauchoix с соавторами (1985) в исследовании, в которое вошли 75 больных, которым был выполнен передний или задний спондилодез по поводу дегенеративного поражения поясничного отдела, на основании 10-летнего периода наблюдений обнаружили патологические изменения переходного отдела над зоной фиксации в 79% случаев. Однако никакой зависимости между клиническими проявлениями и рентгенологической картиной авторами выявлено не было. Также не было отмечено зависимости частоты развития болезни смежного сегмента от способа фиксации. В данном исследовании авторами впервые была подчеркнута необходимость выполнения предоперационной дискографии для оценки состояния будущего смежного диска и определения необходимой протяженности фиксации.

Теоретически нужно стремиться к окончанию фиксации на уровне с нормальным позвоночно-двигательным сегментом. Это особенно справедливо при работе с молодыми пациентами, которые ожидают высокие функциональные результаты. В связи с этим систематическое использование МРТ диагностики, а в некоторых случаях и провокационной дискографии на предоперационном этапе должно выполняться с целью определения уровня окончания фиксации. В случае необходимости протяженной инструментальной фиксации вследствие многоуровневого характера поражения авторы рекомендуют либо вовсе избегать оперативного вмешательства, либо включать в зону спондилодеза наиболее патологически

измененные уровни, оставляя компрометированные по данным МРТ, но бессимптомные сегменты. Провокационная дискография может выполняться в сомнительных ситуациях в стадии дегидратации диска, так как такие изменения могут существовать бессимптомно достаточно долгое время. Так, по данным S.D. Boden с соавторами (1990), до 35% людей без клинических проявлений в возрасте от 20 до 39 лет и практически все люди старше 60 лет имеют дегенеративные поражения межпозвонковых дисков. Соответственно, решение о включении такого диска в зону спондилодеза должно быть обоснованным. С другой стороны, скомпрометированный, хотя и бессимптомный сегмент имеет вероятность проявить себя клинически после появления перегрузки в результате окончания фиксации на данном уровне. Когда по данным МРТ по задней границе диска имеется зона повышенной интенсивности сигнала или присутствуют характерные изменения по Modic, корреляция с болевым синдромом в спине более отчетливая, соответственно, провокационная дискография в таких случаях должна отходить на второй план (Penta M. et al., 1995).

1.5. Зависимость частоты развития патологии смежных сегментов от подходов к оперативному лечению

В настоящее время сочетание передней и задней фиксации для создания так называемого «спондилодеза на 360°» является методом выбора при лечении многих заболеваний и повреждений позвоночника. Комбинированная передняя и задняя фиксация доказала возможность создания зоны жесткого спондилодеза и уменьшения частоты развития псевдоартрозов, но теоретически такая ригидная фиксация вследствие функционального перераспределения нагрузки должна приводить к ускоренному развитию дегенеративных изменений в смежных сегментах по сравнению только с передним или задним вариантом фиксации.

На основании проведенных клинических исследований J.D. Schlegel с соавторами (1996) показали, что в тех случаях лечения дегенеративных заболеваний позвоночника, когда спондилодез на поясничном отделе достигался без использования металлофиксации, декомпенсация смежных сегментов наступала значи-

тельно позже, чем при применении металла. Средний период до появления симптоматики составил более 13 лет.

В то же время разработанные системы динамической фиксации позвоночника теоретически не должны вызывать перегрузку смежных отделов и снижать вероятность развития декомпенсации дегенеративных изменений в них.

Однако на основании отдаленных результатов использования данных систем G.H. St-Pierre с соавторами (2015) показали отсутствие различий в частоте проявления болезни смежного сегмента по сравнению со стандартными ригидными системами транспедикулярной фиксации. В то же время, по мнению ряда авторов, выполнение инструментальной фиксации с использованием стержней пониженной ригидности позволяет достигать эффективной стабилизации позвоночно-двигательных сегментов, не вызывая при этом перегрузку смежных отделов.

В своих исследованиях С.В. Колесов с соавторами (2014, 2016) на протяжении 1,5-летнего периода наблюдения не выявили ни одного случая болезни смежного сегмента у пациентов после динамической фиксации. Однако на сегодняшний день продолжаются дискуссии о непосредственной эффективности и показаниях к применению систем динамической стабилизации, что ограничивает их использование и, соответственно, оценку отдаленных результатов хирургического лечения, в том числе с точки зрения профилактики развития болезни смежного сегмента.

В 2001 г. M.N. Kumar с соавторами (2001) представили работу, в которой они оценивали отдаленные результаты (минимум 5 лет) оперативного лечения 83 пациентов по поводу дегенеративных заболеваний позвоночника. Исследователи не обнаружили статистически значимого различия в плане развития патологии смежных сегментов между группами с задней и комбинированной фиксацией.

В ряде экспериментальных работ, посвященных изучению биомеханики позвоночника, показано, что теоретически нагрузка на смежные ПДС возрастает с увеличением протяженности фиксации. Однако данные клинической практики не так однозначны.

М. Penta с соавторами (1995) провели рентгенологическое исследование с целью выявления зависимости между частотой патологических изменений смежных уровней и протяженности спондилодеза. На основании анализа 10-летних результатов лечения пациентов с исходным отсутствием дегенеративных изменений над уровнем фиксации по данным МРТ исследователи не выявили статистически значимой корреляции частоты патологических изменений от протяженности металлофиксации.

С.А. Kuhns с соавторами (2007) на основании изучения 9-летних отдаленных результатов определили, что частота развития патологических изменений смежных ПДС возрастает в 2,5 раза при увеличении протяженности фиксации, в то время как С.С. Edward с соавторами (2004) в своем исследовании не нашли таких различий.

Позднее W.R. Sears с соавторами (2011) в ретроспективном исследовании 912 пациентов сделали выводы о трехкратном увеличении риска развития клинически значимой болезни смежного сегмента у пациентов после фиксации трех и более позвоночно-двигательных сегментов в сравнении с менее протяженной стабилизацией.

А.Е. Brodsky с соавторами (1989), оценивая ретроспективно отдаленные результаты хирургического лечения 206 пациентов после проведенного спондилосинтеза на уровне L4-L5, выявили лишь 2,7% случаев декомпенсации сегмента L5-S1, требующей его фиксации. Авторы, наблюдавшие пациентов от 6 месяцев до 32,5 лет, пришли к выводу, что включение в зону спондилодеза сегмента L5-S1 не является обязательным при первичной патологии уровня L4-L5. Однако столь оптимистичные выводы сопровождались наблюдением в 64% случаях снижения высоты межпозвонкового диска различной степени над зоной инструментальной фиксации. При этом авторы отметили отсутствие какой-либо корреляции между клинической и рентгенологической картиной и представили данное наблюдение как незначимое.

Р. Guigui с соавторами (2000) изучали клинические результаты лечения пациентов с дегенеративно дистрофическим заболеванием позвоночника, которым

был выполнен спондилосинтез, и пациентов после проведенной декомпрессивной ламинэктомии с металлофиксацией или без нее. Авторы выявили, что повреждения переходной зоны возникали значительно чаще после ламинэктомии, сопровождающейся спондилосинтезом или металлофиксацией, чем после изолированной декомпрессивной ламинэктомии. Авторы не отмечают значение протяженности фиксации или ее ригидности в развитии дегенеративных повреждений смежных сегментов. Изучаемая патология выражалась в 49% случаях в снижении высоты межпозвонкового диска, в 30% – в истинной нестабильности, в 32% – в угловой патологической подвижности и в 35% латеролистезов за 8,9 лет наблюдений отдаленных результатов.

Около 20 лет назад появились исследования, оценивающие патологическую подвижность и нестабильность смежных с фиксируемыми ПДС. В исследованиях *in vitro* и в экспериментальных работах на собаках было доказано увеличение подвижности в смежных ПДС после протяженной фиксации (Dekutoski M.B. et al., 1994). Недавние работы на поясничном и шейном отделах позвоночника показали появление патологической подвижности и возрастания внутридискового давления в смежных межпозвонковых дисках после спондилодеза, что и может являться причиной развития и быстрого прогрессирования дегенеративных изменений в них. K.D. Luk с соавторами (1987) сообщили о развитии патологической подвижности при максимальном разгибании в дистальных нефиксированных ПДС после наблюдений 62 подростков в средние сроки 13 лет, оперированных по поводу идиопатического сколиоза. По мнению авторов, возникновение патологической подвижности, происходящее вследствие постепенного восстановления общего нормального поясничного лордоза и пояснично-крестцового угла, также является показателем предрасположенности к раннему развитию дегенеративных изменений. M.A. Naues с соавторами (1988), исследуя стабильность смежных ПДС после фиксации, сообщили, что подвижность позвонков во фронтальной плоскости значительно увеличивалась в нижних смежных сегментах и зачастую вызывала болевой синдром при смещении на 5 мм. Так же авторы отмечают, что сегмент L4-L5 описывается в литературе как наиболее мобильный. Этим объясняются повы-

шенная распространенность образования односторонних и двусторонних синовиальных кист дугоотростчатых суставов на этом уровне и высокая частота возникновения болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника после фиксации L4 позвонка – 62% по данным М.А. Hayes с соавторами (1988). Эти данные позволяют некоторым авторам сделать вывод о нецелесообразности включения в зону спондилодеза L4 позвонка.

Р. Axelsson с соавторами (2007) провели стереофотометрический анализ подвижности сегмента L4-L5 до инструментальной фиксации на уровне L5-S1 и спустя 3, 6 и 12 месяцев после нее. Они сделали вывод, что ригидная фиксация может нарушать биомеханику переходной зоны, приводя к перераспределению нагрузки, и вызывать патологическую подвижность на данном уровне. Их первое заключение о нарушении биомеханики и кинематики позвоночника после инструментальной фиксации не вызывает сомнений, в то время, как второй вывод относительно патологической подвижности во многом спорный, так как авторы в своем исследовании наблюдали увеличение, уменьшение, а так же отсутствие изменений подвижности в смежных сегментах в схожих пропорциональных величинах. Еще одним недостатком их исследования являлось то, что состояние будущего переходного сегмента оценивалось исключительно по данным рентгенографического исследования и не учитывало возможную дегидратацию межпозвонковых дисков или их протрузию. Дополнительно с технической точки зрения, установка краниальных транспедикулярных винтов происходит нередко с частичным повреждением целостности дугоотростчатого сустава вышележащего уровня, что, в свою очередь, еще больше увеличивает вероятность развития дегенеративных изменений в данном сегменте с патологической подвижностью и последующим стенозом позвоночного канала.

C.G. Hutter с соавторами (1983) наблюдали группу из 492 пациентов, прооперированных по методике межтелового спондилодеза из заднего доступа без спондилосинтеза, в течение минимум 5 лет. Широко известно, что межтеловой спондилодез оказывает непосредственное влияние на сагиттальный профиль позвоночника, однако, к сожалению, авторы не изучили вопрос сагиттального ба-

ланса и его корреляцию с развитием патологии смежного сегмента. Таким образом, потенциально интересная работа получила весьма неоднозначные и спорные выводы.

Позднее Т. Kaito с соавторами (2010) на основании ретроспективного анализа данных 97 пациентов, которым была выполнена инструментальная фиксация ПДС L4-L5 с межтеловым спондилодезом кейджами, определили зависимость между высотой используемого межтелового импланта и частотой развития рентгенологических и клинических проявлений болезни смежного сегмента. По мнению авторов, чрезмерная дистракция на уровне L4-L5 приводит к нарушениям биомеханики на вышележащем сегменте и появлению дегенеративной патологии L3-L4.

M.N. Kumar с соавторами (2001) в своей работе сравнили группу из 28 пациентов после спондилодеза по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний с группой из 28 больных после ламинэктомии с той же патологией. В 35,7% случаев авторы наблюдали снижение высоты смежных вышележащих межпозвонковых дисков в группе со спондилосинтезом и в 18,5% у пациентов группы с изолированной декомпрессией. Нестабильность на тех же уровнях наблюдалась в 18,5% и в 7,4% соответственно в группах с металлофиксацией и без нее. Вопрос сагиттального баланса в данной работе так же остался без внимания.

Так же, по мнению ряда авторов, спондилосинтез с использованием стандартного заднего доступа приводит к ослаблению мышечного компонента и способствует снижению биомеханической защиты смежных сегментов, а порой и повреждению фасеточных суставов на данном уровне. Так, при краниальном использовании систем ламинарной фиксации неминуемо происходит разрушение заднего мягкотканного опорного комплекса, что создает предпосылки к развитию нестабильности вышележащего сегмента (Мушкин А.Ю., с соавт., 2009; Lai P-L., et al., 2004).

K.D. Luk с соавторами (1987) при исследовании биомеханики позвоночника не отметили достоверного увеличения подвижности смежного вышележащего сегмента по отношению к зоне спондилодеза по сравнению с соответствующими

позвоночно-двигательными сегментами неоперированных добровольцев. В этой работе обращает на себя внимание то, что авторами был проведен анализ пациентов со спондилодезом, выполненным передним доступом. Тем более интересными являются результаты исследования, которые подчеркивают стабилизирующую роль задних суставных, связочных и мышечных элементов, неминуемо повреждаемых во время заднего доступа.

Все же необходимо отметить, что патологическая подвижность смежных ПДС, запуская ряд необратимых процессов и приводящая к раннему появлению дегенеративных изменений, обязана, по мнению большинства авторов, своим развитием нарушению биомеханики оперированного позвоночника. При этом наиболее значимыми являются такие показатели, как сагиттальный дисбаланс и нарушения позвоночно-тазовых соотношений (Connolly P.J. et al., 1995; Perez-Gruoso F.S. et al., 2000; Jonge T. et al., 2002; Kim Y.J. et al., 2006; Senteler M. et al., 2014).

1.6. Особенности лечения болезни смежного сегмента

На сегодняшний день в мировой литературе нет единой концепции лечения болезни смежного сегмента. Подходы к лечению данной патологии должны учитывать как клиническую картину, а так же биомеханическую и патологоанатомическую составляющую. В случае бессимптомного течения либо при незначительных клинических проявлениях должна применяться тактика динамического наблюдения. Когда речь заходит о необходимости лечения, то существующие техники варьируются от стандартного обезболивания до повторного оперативного вмешательства, порой с применением высоко травматичных методик с целью восстановления глобального баланса туловища. Так, в случае преобладания спондилоартроза в клинико-рентгенологической картине болезни смежного сегмента эффективным может быть использование радиочастотной денервации дугоотростчатых суставов, в то время как при наличии признаков нестабильности или стеноза позвоночного канала целесообразно проведение полноценного оперативного

вмешательства со стабилизацией позвоночно-двигательных сегментов и декомпрессией неврологических структур.

Выбор тактики лечения должен осуществляться индивидуально с учетом анализа причин развития данной патологии и оценки имеющихся факторов риска рецидива.

1.7. Резюме

Проведенный анализ научных публикаций по теме исследования позволил сделать вывод о том, что на сегодняшний день знания об изменениях в переходных ПДС после спондилосинтеза ригидными системами транспедикулярной фиксации в поясничном отделе позвоночника остаются в значительной степени неполными. Исследования *in vitro* имеют ряд характерных для них ограничений, в то время как клинические исследования на достаточно большом материале и со значимым отдаленным периодом наблюдения встречаются достаточно редко. Еще одним существенным недостатком представленных клинических исследований является многообразие оцениваемой первичной патологии пациентов, где критерием сравнения порой лишь служит факт фиксации поясничного отдела. Однако достоверные результаты многолетних исследований могут быть получены только в результате анализа однородного материала. Так, на основании во многом их противоречивых итогов представленных клинических исследований можно сделать вывод о том, что для корректной оценки и достоверности полученных результатов, прежде всего, необходимо работать с группами сопоставимых пациентов, исключая смешение таких патологий как дегенеративные заболевания, спондилолизные листезы, травмы и новообразования. С другой стороны, даже внутри, казалось бы, однородной группы с дегенеративным поражением позвоночника есть определенные различия между молодыми пациентами с нестабильностью на фоне грыжеобразования и пожилыми больными со стенозом позвоночного канала вследствие дегенеративного спондилолистеза. По тем же причинам результаты лечения необходимо оценивать в группах с единым подходом к оперативному вмешательству.

Тем не менее, несмотря на продолжающуюся дискуссию относительно этиологии болезни смежного сегмента и неоднозначности ее развития нельзя отрицать значимость раннего проявления данной патологии. Раннее развитие БСС в течение первого года после операции, при наличии предоперационных дегенеративных изменений в данном сегменте, необходимо рассматривать в рамках осложнений проведенного хирургического лечения, а не в вариантах течения основного заболевания.

Таким образом, на сегодняшний день можно с уверенностью опровергнуть постулат, высказанный С.К. Lee (1988) и имевший широкое распространение до недавнего времени о том, что декомпенсацию смежных сегментов следует рассматривать в рамках непрерывного течения дегенеративного процесса и принимать как неминуемое следствие фиксации поясничного отдела, а не как осложнение оперативного лечения.

Проведенный анализ научных публикаций по теме исследования показал, что дегенеративные изменения в смежных ПДС изучены недостаточно, особенно их характер и сроки возникновения, а факторы риска развития таких изменений и их значимость не определены и требуют специального изучения. При этом существующие диагностические программы не позволяют выявить факторы риска развития изучаемой патологии, что определяет необходимость совершенствования диагностики у профильных пациентов. Следует также отметить, что планирование и проведение оперативного лечения не учитывает возможные меры профилактики развития дегенеративной патологии в смежных сегментах и требует разработки алгоритма выбора рационального метода хирургического лечения пациентов с ДДЗП. Перечисленные выше нерешенные вопросы определили направленность нашего диссертационного исследования, его цель и задачи.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Структура и общая характеристика диссертационного исследования

Настоящее диссертационное исследование построено на анализе отдаленных результатов оперативного лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника. При этом определяющим было выявление клинико-рентгенологических проявлений болезни проксимального контактного ПДС и проведение анализа, направленного на определение наиболее значимых факторов риска развития данной патологии. Все изучаемые явления и сравниваемые характеристики были определены общей целью и единой направленностью в решении поставленных задач.

На первом этапе исследования, в ходе изучения клинико-рентгенологических особенностей патологических изменений проксимального контактного ПДС после инструментальной фиксации поясничного отдела нами были оценены результаты вертеброневрологического обследования всех пациентов непосредственно перед хирургическим этапом лечения. Отдельно были проанализированы результаты вертеброневрологического обследования пациентов с проявлениями БСС. На основании предоперационного рентгенологического обследования были определены показатели сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений, а также изучены их особенности для всех пациентов. В результате была отмечена необходимость расчета позвоночно-тазовых параметров и МРТ диагностики состояния проксимального контактного межпозвонкового диска на этапе предоперационного планирования у данной категории больных.

Кроме того, на первом этапе работы решалась задача оценки клинико-рентгенологических проявлений болезни смежного сегмента и выявления основных вариантов течения данного заболевания.

На втором этапе исследования для первичной оценки значимости факторов риска развития изучаемой патологии пациенты первичной когорты были разделены на две группы. В первую (основную) группу вошли 36 пациентов с рентгено-

логическими проявлениями болезни смежного сегмента, а вторую (контрольную) группу составили 84 пациента без признаков изучаемой патологии на протяжении трехлетнего периода наблюдения после выполненных операций. Основные параметры сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений были оценены у всех этих пациентов до и после оперативного лечения.

Кроме того, нами было определено влияние нарушений сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений на качество жизни, функциональную активность и уровень болевого синдрома пациентов с БСС. Дополнительно был проведен анализ случаев раннего развития БСС. Для этого из пациентов группы с рентгенологическими проявлениями изучаемой патологии была выделена подгруппа из 8 человек с развитием БСС в течение первого года после операции. В результате данного этапа исследования была сформирована матрица данных результатов клинических и инструментальных исследований, которая легла в основу дальнейшего анализа значимости изучаемых факторов риска развития болезни смежного сегмента.

На третьем этапе работы был проведен специальный анализ, направленный на определение статистически значимых факторов риска развития БСС за трехлетний период наблюдения и в случае раннего ее развития. В результате были определены достоверные факторы риска и пороговые значения их величин, вызывающие развитие дегенеративной патологии в проксимальном контактном сегменте. Кроме того, было оценено влияние определенных факторов риска на развитие отдельных вариантов течения изучаемой патологии.

Кроме того, на данном этапе работы было проведено проспективное исследование в группе из 22 пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, имевших показатель разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) более 11° . Данным пациентам оперативное лечение дополнялось хирургическими приемами, позволяющими увеличивать поясничный лордоз и тем самым уменьшать показатель PI-LL. В контрольную группу сравнения вошли 17 больных из первичной когорты пациентов, у которых также, по данным предоперационного обследования, было выявлено увеличение параметра PI-LL более 11° .

У больных обеих групп были оценены основные позвоночно-тазовые параметры, показатели болевого синдрома и качества жизни до операции, а также в отдаленном периоде наблюдения (через 3, 6, 12, 24 и 36 месяцев). Полученные результаты лечения пациентов исследуемых групп были оценены путем сравнительного анализа с использованием непараметрических статистических методов.

Данные, полученные на первых трех этапах исследования, позволили уточнить показания к профилактической фиксации и денервации смежного ПДС с учетом профилактики БСС.

Следует также отметить, что все пациенты, включенные в данное исследование, были оперированы в одном медицинском учреждении, одной операционной бригадой, что исключает разницу в отдаленных результатах лечения, связанную с различной хирургической техникой и разным оборудованием. Все клинические, рентгенологические и биомеханические показатели, а также отдаленные результаты оперативного лечения были изучены и проанализированы непосредственно диссертантом.

Результаты анализа клинико-рентгенологических особенностей патологических изменений проксимального контактного ПДС после инструментальной фиксации, а также изучения факторов риска развития БСС легли в основу разработки усовершенствованной диагностической программы и алгоритма выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, которые были предложены в ходе четвертого этапа диссертационного исследования.

2.2. Общая характеристика больных

Работа основана на анализе результатов хирургического лечения 142 пациентов с дегенеративно-дистрофическим поражением позвоночника после инструментальной фиксации поясничного отдела в период с 2006 по 2014 г.

При этом 120 больных вошли ретроспективную группу исследования, а 22 пациента составили проспективную группу, подробно описанную в разделе 4.4.

Средний возраст пациентов составил $55,1 \pm 4,8$ лет (от 31 до 70). Среди исследуемых преобладали женщины – 64,1%, мужчин было – 35,9%, большинство пациентов имели возраст старше 51 года. Возрастное и половое распределение представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение пациентов по возрасту и полу

Пол	Возраст, лет				Итого	
	30-40	41-50	51-60	61-70	абс. ч.	%
Женщины	7	21	33	30	91	64,1%
Мужчины	4	12	19	16	51	35,9%
Всего	11	33	52	46	142	100

У всех больных диагностированы дегенеративно-дистрофические заболевания поясничного отдела позвоночника. В группу исследования вошли пациенты со стенозом позвоночного канала степеней С и D по классификации С. Schizas и N. Theumann (2009) (рис. 2), грыжами межпозвонковых дисков и дегенеративными спондилолистезами (табл. 2).

Таблица 2

Распределение пациентов по первичной патологии и полу

Первичная патология	Пол		Итого	
	Мужчины	Женщины	абс. ч.	%
Грыжи межпозв. дисков	7	19	26	18,3%
Дегенеративный спондилолистез	21	40	61	43,0%
Стеноз позвоночного канала	23	32	55	38,7%

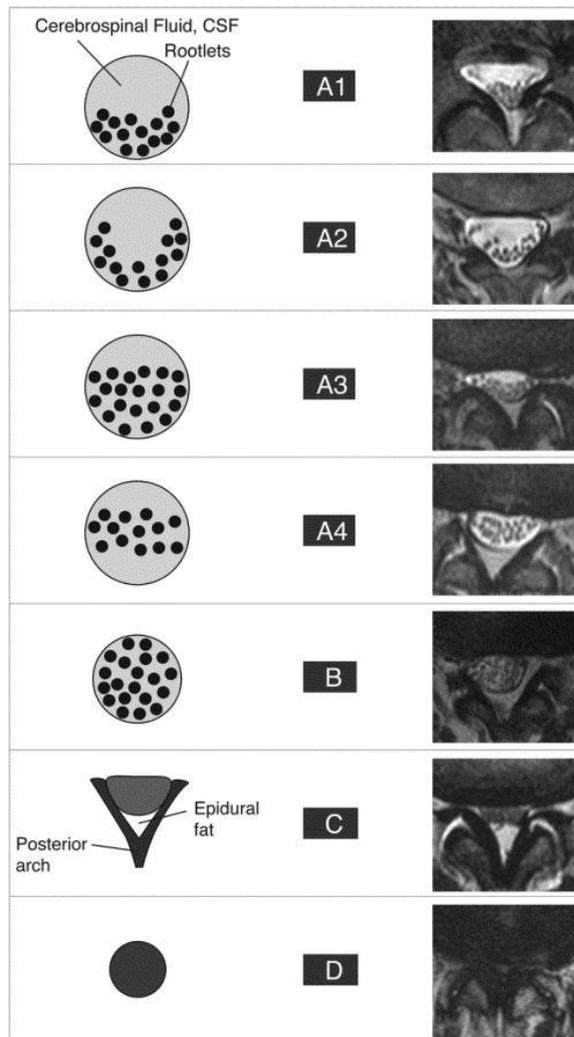


Рис. 2. Классификация стеноза позвоночного канала по С. Schizas и N. Theumann (2009)

Следует отметить, что показания к инструментальной фиксации при грыжах межпозвонковых дисков были определены вследствие наличия нестабильности в данных ПДС, определенной на основании функционального рентгенографического обследования.

Таким образом, в данную когорту были включены взрослые пациенты не старше 70 лет после оперативного лечения, проведенного в клинике РНИИТО им. Р.Р. Вредена с 2006 по 2014 г. по поводу дегенеративно-дистрофического заболевания позвоночника с наличием стеноза позвоночного канала и/или нестабильности ПДС. Объем оперативного лечения включал одномоментную заднюю инструментальную фиксацию стандартными транспедикулярными системами и перед-

ний межтеловой спондилодез кейджами трансфораминальным доступом (TLIF). Протяженность фиксации составляла до двух позвоночно-двигательных сегментов. Минимальный период наблюдения в случаях отсутствия проявлений болезни смежного сегмента составлял 3 года.

Критериями исключения являлось наличие сопутствующей патологии системного характера (сахарный диабет, ревматоидный артрит), онкологических заболеваний, ранее перенесенных операций на позвоночнике, а также противопоказаний для выполнения МРТ. Кроме того, из данного исследования были исключены пациенты с выраженными нарушениями функциональных возможностей (4 стадия и выше по шкале Nurick), а также пациенты с развившимися инфекционными осложнениями, нестабильностью имплантатов и псевдоартрозами.

До операции, в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах все больные проходили комплексное клинико-рентгенологическое обследование. В рамках предоперационного планирования выполнялись стандартные спондилограммы в прямой и боковой проекциях, функциональные рентгенограммы в боковой проекции, стоя в положении максимально возможного сгибания и разгибания и МРТ поясничного отдела. Степень дегенеративных изменений м/п дисков оценивали по модифицированной шкале Pfirrmann (табл. 3).

Все пациенты, включенные в исследование, до операции имели нормальную высоту смежных межпозвонковых дисков, ни у одного не было признаков нестабильности в смежных ПДС на основании функционального рентгенографического исследования. Во всех случаях мы изучали послеоперационные и контрольные телерентгенограммы в двух проекциях и оценивали их по классификации Schwab (табл. 4). Подробное распределение пациентов согласно данной классификации будет приведено ниже в рамках решения задач исследования.

Классификация дегенеративных изменений поясничных межпозвонковых дисков
по Pfirrmann modified

Стадия	Сигнал от ядра и внутренних волокон фиброзного кольца	Различия между внутренними и наружными волокнами фиброзного кольца в задней части диска	Высота диска
1	Равномерно гиперинтенсивный (эквив. ликвору)	Отчетливые	Нормальная
2	Гиперинтенсивный (больше предкрестцового жира и меньше ликвора)	Отчетливые	Нормальная
3	Гиперинтенсивный (меньше предкрестцового жира)	Отчетливые	Нормальная
4	Средней интенсивности (немного больше наружных волокон фиброзного кольца)	Неотчетливые	Нормальная
5	Гипоинтенсивный (= наружным волокнам фиброзного кольца)	Неотчетливые	Нормальная
6	Гипоинтенсивный	Неотчетливые	<30% снижения высоты
7	Гипоинтенсивный	Неотчетливые	30-60% снижения высоты
8	Гипоинтенсивный	Неотчетливые	>60% снижения высоты

Классификация Schwab

Тип дуги	Сагиттальный модификатор
T: Только грудная дуга с поясничной дугой $<30^\circ$	Разница между PI и LL0: в пределах 10° +: умеренная $10-20^\circ$ ++: явная $>20^\circ$
L: грудно-поясничная/только поясничная с грудной дугой $<30^\circ$	Общий баланс 0: SVA <4 см +: SVA $4-9,5$ см ++: SVA $>9,5$ см
D: двойная дуга с T- и L-дугой $>30^\circ$	Наклон таза (PT) 0: PT $<20^\circ$ +: PT $20-30^\circ$ ++: PT $>30^\circ$
N: без деформации все дуги $<30^\circ$	—

PI – тазовый угол, LL – угол поясничного лордоза, SVA – вертикальная сагиттальная ось, PT – наклон таза.

На основании проведенного клинико-рентгенологического обследования пациентов в послеоперационном периоде нами были выявлены клинические и рентгенологические признаки дегенеративных изменений проксимального контактного ПДС.

Рентгенологические проявления патологии смежных м/п дисков были определены по данным стандартной рентгенографии (снижение высоты межпозвоночного промежутка), функциональных рентгенограмм (появление признаков патологической подвижности) и МРТ (прогрессивное нарастание дегенеративных изменений по Pfirrmann).

Клинические проявления патологических изменений смежного сегмента определялись по уровню болевого синдрома (на основании VAS), по влиянию неврологического дефицита на функциональное состояние (Nurick) и качеству жизни пациентов (по ODI).

2.3. Инструментальные методы обследования больных

2.3.1. Рентгенологические методы исследования

В диагностике дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника ведущая роль принадлежит рентгенологическим методам исследования.

Одной из наиболее достоверных неинвазивных и часто применяемых рентгенологических методик является спондилография в двух проекциях (рис. 3).



Рис. 3. Стандартные рентгенограммы пациента С., 55 лет, с антеспондилолистезом L4 позвонка в прямой (А) и боковой (Б) проекциях

В нашем исследовании всем пациентам спондилография выполнялась еще и с функциональными нагрузками, в боковой проекции стоя в положении максимально возможного сгибания и разгибания позвоночника (рис. 4).



А.

Б.

Рис.4. Рентгенограммы пациента С., 55 лет в положении максимально возможного сгибания (А) и разгибания позвоночника (Б).

Анализ спондилограмм позволял определить рентгенологические признаки остеохондроза, уровень преимущественного поражения, функциональные возможности заинтересованного отдела позвоночника, нестабильность ПДС над зоной предполагаемой инструментальной фиксации.

В рамках предоперационного планирования всем пациентам были выполнены функциональные рентгенограммы заинтересованного отдела позвоночника как для определения объема предстоящего оперативного лечения, так и для документального подтверждения отсутствия признаков нестабильности ПДС, не включаемых в зону фиксации.

Рентгенологические признаки нестабильности ПДС и сужения межпозвоночных промежутков на уровнях предстоящего оперативного лечения на функциональных спондилограммах были выявлены у 82 (68,3%) больных. Так же отмечалась прямая клиничко-рентгенографическая зависимость между степенью выраженности дегенеративно-дистрофических изменений по данным рентгенограмм и клинической симптоматикой соответствующего уровня.

Для оценки таких глобальных отношений позвоночника, как сагиттальный и фронтальный баланс, а так же позвоночно-тазовых соотношений всем пациентам после оперативного лечения выполнялись телерентгенограммы позвоночника в двух стандартных проекциях в положении стоя (рис. 5).



Рис. 5. Телерентгенограммы пациента С., 55 лет, в положении стоя

Для определения состояния межпозвонковых дисков проксимальных по отношению к планируемому уровню фиксации, всем пациентам проводилась магнитно-резонансная томография. Пациенты, имевшие противопоказания для выполнения МРТ, были исключены из исследования.

Магнитно-резонансная томография. МРТ на сегодняшний день является одним из самых информативных методов исследования при дегенеративном стенозе позвоночного канала. Достоинствами МРТ являются неинвазивность, отсутствие лучевой нагрузки, высокое разрешение и широкое поле изображения, возможность получения срезов любой ориентации, визуализация содержимого дурального мешка, корешковых каналов, околопозвоночной зоны, а так же всех мягкотканых элементов зоны сканирования. Стандартное обследование поясничной области включает в себя T1 и T2-взвешенные изображения в сагиттальной плоскости, охватывающие области от конуса до крестца и от одного корешкового отверстия до другого. Аксиальные срезы выполняются на интересующем врача уровне. Данное обследование позволяет выявлять наличие, положение и степень сужения позвоночного канала, а так же гипертрофию и другие патологические изменения структур, непосредственно ответственных за стенозирование позвоночного канала (рис. 6).

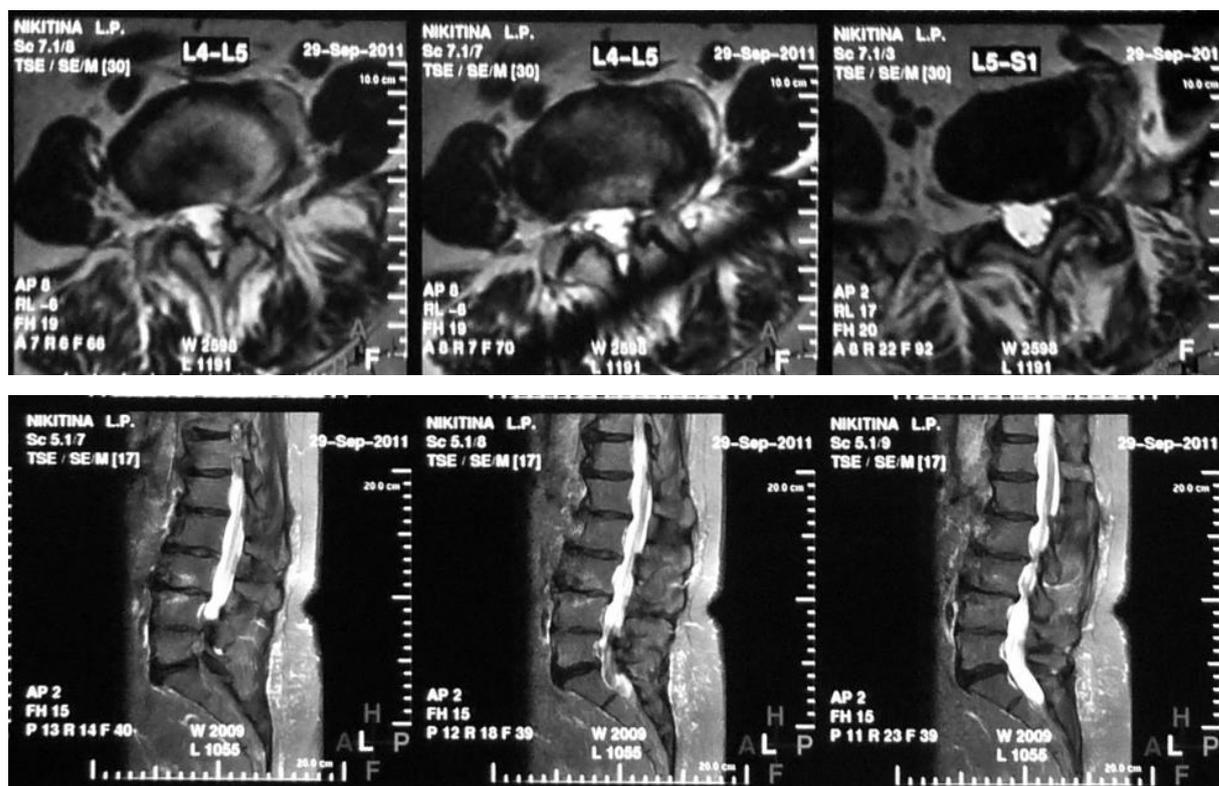


Рис. 6. МРТ поясничного отдела, стеноз позвоночного канала на уровне L4-5-S1, дегенеративные изменения L3-4 стадии 7 по Pfirrmann

Определение выраженности дегенеративных изменений в межпозвонковых дисках и их классификация согласно Pfirrmann возможно только на основании МРТ исследования.

2.3.2. Другие методы исследования

Всем больным назначался общий анализ крови, полный биохимический анализ крови, коагулограмма с целью исключения острых и хронических воспалительных процессов, хронических соматических заболеваний. У всех больных исследовалась реакция Вассермана крови, при необходимости проводился анализ на ВИЧ. Обследование включало также клинический анализ мочи.

Осмотр стоматолога для исключения очагов хронических инфекций. УЗДГ сосудов нижних конечностей для выявления наличия тромбообразования и других нарушений проходимости артерий и вен.

2.4. Анкетирование больных

Всем пациентам, включенным в исследование, проводилось дооперационное и контрольное рентгенологическое обследование позвоночника в сроки 3, 6, 12, 18 и 24 месяца и далее. Пациентам в те же сроки было выполнено МРТ поясничного отдела позвоночника. Для оценки выраженности болевого синдрома использовалась наиболее простая и удобная в повседневной практике визуальная аналоговая шкала боли (ВАШ, Visual Analog Scale - VAS), где начальная точка шкалы обозначает отсутствие боли – 0 баллов, а максимально выраженной, нестерпимой боли соответствует ее конец – 10. При этом отдельно оценивался уровень боли в поясничном отделе позвоночника и боли неврологического характера, иррадиирующей в ноги.

В ряде других шкал одновременно оцениваются боль и качество жизни больных. При оценке хронического и рецидивирующего болевого синдрома наиболее важна оценка тяжести боли за данный интервал времени. Удобство применения VAS связано с тем, что она может быть использована для определения динамики болевого синдрома в течение определенного срока.

Для оценки качества жизни пациентов была использована анкета качества жизни Освестри, (Oswestry Disability Index – ODI), разработанная в 1980 г. для оценки степени нарушения жизнедеятельности, обусловленного патологией позвоночника. Анкета Освестри доступна в версии 2.1a и состоит из 10 разделов. Для каждого раздела максимальный балл равен 5. Индекс ответов (ODI) высчитывается так: сумма набранных баллов, разделенное на максимально возможное количество баллов и умноженная на 100.

Для оценки неврологического дефицита использовалась шкала оценки функционального состояния Nurick, по которой состояние пациента оценивают по его способности ходить (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценки функционального состояния Nurick

Стадия	Критерий
0	Признаки и симптомы вовлеченности нервного корешка без данных о патологии спинного мозга
1	Признаки патологии спинного мозга, трудностей с ходьбой нет
2	Незначительные трудности с ходьбой, которые не мешают работать полное время
3	Трудности с ходьбой, которые мешают работать полное время или выполнять всю домашнюю работу, но которые не настолько сильные, чтобы требовалась помощь постороннего при ходьбе
4	Способность ходить только с посторонней помощью или используя специальные приспособления для ходьбы (ходунки)
5	Возможность передвигаться только сидя или находится только в постели

2.5. Статистическая обработка полученных количественных данных

Для статистической обработки данных, полученных в результате клинических исследований, использовались непараметрические методы статистического анализа, множественной логистической регрессии и ROC анализа.

Проводилось вычисление следующих показателей: M – среднее арифметическое значение величины вариационного ряда; σ – среднеквадратичное отклонение; m – величина ошибки среднего значения; n – количество наблюдений. Для сравнения количественных параметров (возраст, позвоночно-тазовые величины, показатели шкал) в исследуемых группах и оценки достоверности различий использовался непараметрический критерий Манна – Уитни (u).

Различия между величинами и корреляционные связи рассматривались как статистически значимые при значениях $p < 0,05$, которое принято в медико-биологических исследованиях.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась на персональном компьютере с применением статистической программы STATISTICA 10, MedCalc. Аппаратное обеспечение: Intel Pentium Core 4 Quad 8200 2.33 ГГц, используемое программное обеспечение: OS Microsoft Windows 7, Microsoft Office Excel 2010.

ГЛАВА 3

ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ БОЛЕЗНИ СМЕЖНОГО СЕГМЕНТА

3.1. Клинико-рентгенологические особенности патологических изменений проксимального контактного ПДС после инструментальной фиксации поясничного отдела

В рамках решения первой задачи исследования мы изучали клинико-рентгенологические особенности патологических изменений проксимального контактного ПДС у 120 пациентов, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника. Работа с данной когортой пациентов составила ретроспективную часть нашего исследования.

У всех пациентов были оценены антропометрические данные, а также результаты вертеброневрологического обследования до операции. Изучались следующие аспекты:

- поясничный лордоз (LL);
- положение крестца и таза (SS, PT,PI);
- линия отвеса от центра тела С7 позвонка в сагиттальной плоскости (SVA);
- движения в поясничном отделе позвоночника;
- характер и локализация болевого синдрома;
- явления неврологического дефицита.

Результаты вертеброневрологического исследования представлены в таблице 6. У всех пациентов дегенеративно-дистрофические заболевания сопровождались выраженными статико-биомеханическими и неврологическими расстройствами со стороны позвоночного столба, сопровождавшимися парезами более чем у 36% пациентов, причем уже длительно существующими, с мышечными гипотрофиями более чем у 17% из них, и нейрогенной перемежающейся хромотой в 30% случаев.

Результаты вертеброневрологического обследования пациентов до операции
(n=120)

Симптом	Количество пациентов	
	абс.	%
Болевой синдром в поясничном отделе	110	91,7
Иррадиация болевого синдрома в нижние конечности	54	45
Сглаженность поясничного лордоза	45	37,5
Анталгическая поза в положении лежа	32	26,7
Болезненность при надавливании в паравертебральных точках с одной или с двух сторон	120	100
Симптомы натяжения корешков спинного мозга (Нери, Ласега)	86	71,7
Гипестезия в зоне заинтересованных корешков	56	46,7
Гиперестезия	6	5
Снижение мышечной силы в нижних конечностях	44	36,7
Гипотрофия мышц конечностей	21	17,5
Нейрогенная перемежающаяся хромота	36	30

Результаты вертеброневрологического обследования пациентов с клинкорентгенологическими проявлениями патологических изменений проксимального контактного отдела представлены в таблице 7.

Результаты вертеброневрологического обследования пациентов
с клинико-рентгенологическими проявлениями БСС

Симптом	Количество пациентов (n = 36)	
	абс.	%
Болевой синдром в поясничном отделе	36	100
Иррадиация болевого синдрома в нижние конечности	11	30,6
Сглаженность поясничного лордоза	22	61,1
Анталгическая поза в положении лежа	3	8,3
Болезненность при надавливании в паравертебральных точках с одной или с двух сторон	36	100
Симптомы натяжения корешков спинного мозга (Нери, Ласега)	26	72,2
Гипестезия в зоне заинтересованных корешков	10	27,8
Гиперестезия	1	2,8
Снижение мышечной силы в нижних конечностях	2	5,6
Гипотрофия мышц конечностей	1	2,8
Нейрогенная перемежающаяся хромота	6	16,7

Оценка вертеброневрологического статуса не позволила выявить достоверных различий у пациентов до оперативного лечения и в случаях проявления БСС.

Для комплексного изучения результатов лечения, особенно в отдаленном послеоперационном периоде, а также для адекватного сравнения полученных ре-

зультатов с данными других авторов клинические проявления патологии мы не стали разделять по симптомам и синдромам, а объединили по основным клинико-неврологическим шкалам (VAS, Nurick) и шкале оценки качества жизни (ODI).

На основании оценки данных МРТ исследования были определены основные характеристики проксимального контактного ПДС и стадийность дегенеративных процессов в нем на этапе предоперационного планирования (табл. 8).

Таблица 8

Стадии дегенеративных изменений в проксимальном контактном межпозвонковом диске по Pfirrmann до операции

Основной патоморфологический признак	Количество пациентов (n=120)	
	абс.	%
Норма / Стадия 1	83	69,1
Стадия 2-3	11	9,2
Стадия 4-5	23	19,2
Стадия 6-8	3	2,5

Из данных таблицы видно, что у 28,4% пациентов наблюдались начальные дегенеративные изменения в проксимальном контактном межпозвонковом диске без снижения его высоты, т.е. диагностируемые только по данным МРТ.

Кроме того, у всех пациентов ретроспективной группы были определены рентгенологические характеристики сагиттального баланса согласно классификации Scoliosis Research Society (SRS) – Schwab, что позволило выявить нарушения сагиттального профиля у больных до операции. По степени тяжести они распределились следующим образом:

- нормальный сагиттальный баланс с отклонением SVA до 4 см по SRS-Schwab выявлен у 92 (76,7%) больных;
- умеренный сагиттальный дисбаланс (Positive по SRS – Schwab) (отклонение SVA на 4–9 см) – у 28 (23,3%) пациентов.
- выраженный сагиттальный дисбаланс (Very Positive по SRS – Schwab) (отклонение SVA более 9 см) выявлен не был.

Для оценки позвоночно-тазовых взаимоотношений нами были определены параметр разницы между тазовым углом (PI) и поясничным лордозом (LL), а также показатель наклона таза к вертикали (PT).

Согласно критериям, предложенным Schwab (см. табл. 4) пациенты были распределены по степени нарушения данного параметра.

- нормальные значения PI-LL до 10° выявлены у 87 (72,5%) больных;
- умеренные нарушения показателя PI-LL (10° – 20°) – у 33 (27,5%);
- выраженные нарушения показателя PI-LL (более 20°) выявлены не были;
- нормальные значения PT до 20° выявлены у 91 (75,8%);
- умеренные нарушения показателя PT (20° – 30°) – у 29 (24,2%);
- выраженные нарушения показателя PT (более 30°) выявлены не были.

Оценивая взаимосвязь показателей сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений, нами было выявлено отсутствие прямой корреляции параметров сагиттального профиля (SVA, LL) и PI-LL. Так, из 33 пациентов с умеренными нарушениями показателя PI-LL по Schwab только 3 (9%) имели сагиттальный дисбаланс, и у 9 (27%) было выявлено снижение величины поясничного лордоза ($LL < 20^\circ$). Таким образом, у 24 (73%) пациентов нарушения показателя PI-LL не сочетались с изменениями показателей сагиттального профиля позвоночника и могли быть выявлены только по данным анализа телерентгенограмм.

Пример таких позвоночно-тазовых взаимоотношений представлен ниже на рисунке 7. Анализ данных параметров показывает, что, несмотря на удовлетворительные значения поясничного лордоза и отсутствие значимого смещения сагиттального профиля, показатель разницы тазового угла и поясничного лордоза превышает норму практически в 2 раза.

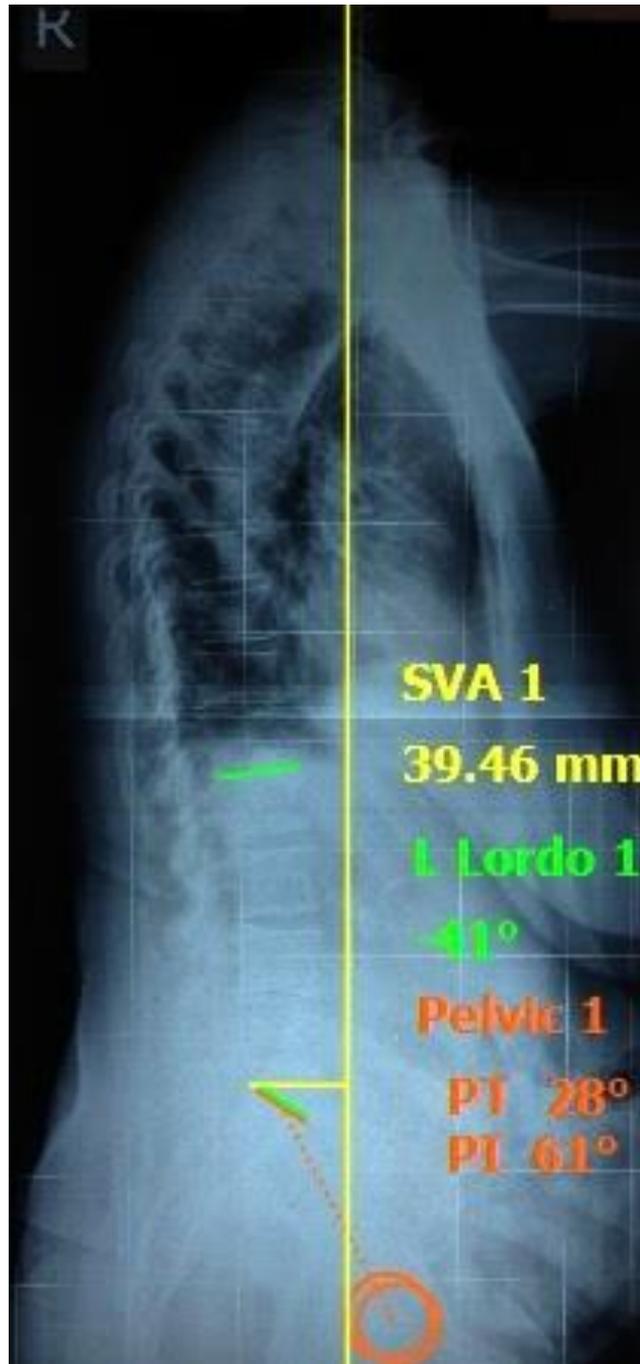


Рис. 7. Пациент М., 62 лет. Телерентгенограмма в боковой проекции. Поясничный лордоз (LL) 41° , сагиттальная вертикальная ось (SVA) 3,9 см, тазовый угол (PI) 61° . Разница показателей тазового угла и поясничного лордоза 20° .

Полученные результаты еще раз подчеркивают необходимость проведения полноценного предоперационного обследования, включающего обязательное выполнение телерентгенограмм с расчетом основных позвоночно-тазовых показателей.

3.2. Особенности преобладающих клинико-рентгенологических проявлений БСС

Результаты обследования пациентов с наличием признаков БСС были изучены с целью выявления особенностей клинико-рентгенологических проявлений данной патологии. Всем пациентам с жалобами на появление либо усиление болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника, помимо стандартного, было выполнено функциональное рентгенологическое обследование для исключения нестабильности ПДС непосредственно над зоной инструментальной фиксации. Также пациентам было выполнено МРТ исследование для оценки состояния проксимального контактного ПДС и выявления компрессии невральных структур.

Таким образом, на основании оценки клинико-рентгенологической картины и выявления преобладающих патологических изменений нами были определены основные рентгенологические проявления БСС (табл. 9).

Таблица 9

Основные клинико-рентгенологические проявления БСС.

Рентгенологические проявления БСС	Преобладающие клинические проявления	Количество пациентов (n = 36)	
		абс. ч.	%
Спондилоартроз	Болевой синдром в пояснице	16	44,4
Нестабильность вышележащего ПДС		12	33,3
Стеноз позвоночного канала	Болевой синдром в ногах	3	8,3
Грыжа м/п диска		5	13,9

Данный анализ показал, что у 28 (77,8%) пациентов с БСС основным клиническим проявлением был болевой синдром в поясничном отделе позвоночника. При этом рентгенологически были выявлены наличие спондилоартроза в кон-

тактном вышележащем ПДС (44,4%) и нестабильность в смежном сегменте (33,3%). В случаях преобладания в клинической картине неврологической симптоматики у 22,2% пациентов выявлялся стеноз позвоночного канала на уровне фораминальных отверстий проксимального контактного ПДС за счет снижения высоты межпозвонкового диска и гипертрофии желтой связки (8,3%) либо компрессия невральных структур грыжей межпозвонкового диска (13,9%).

Подробный анализ влияния факторов риска на отдельные варианты течения БСС представлен в разделе 3.4.3.

3.3. Изучение влияния нарушений сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений на основные клинические проявления БСС

Для формирования алгоритма хирургического лечения пациентов с ДДЗП с целью снижения частоты развития патологических изменений проксимального контактного ПДС мы изучили влияние основных позвоночно-тазовых взаимоотношений на клинические проявления и показатели качества жизни у больных данного профиля.

Теоретически, основываясь на биомеханических исследованиях, тяжесть дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника и степень клинических проявлений находятся в прямой зависимости от степени нарушения глобального баланса туловища и позвоночно-тазовых взаимоотношений.

Для определения корреляционных отношений между исследуемыми патологическими изменениями нами было изучено влияние сагиттального дисбаланса и нарушений позвоночно-тазовых взаимоотношений на клиническую картину пациентов с БСС. С этой целью все исследуемые пациенты с клинорентгенологическими проявлениями БСС были разделены на группы в зависимости от наличия нарушений сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений и проанализированы по описанным выше критериям (табл. 10, 11). Пациенты, имевшие нарушения позвоночно-тазовых взаимоотношений в сочетании с сагиттальным дисбалансом (3 случая), были исключены из данного анализа.

Влияние сагиттального дисбаланса на клиническую картину и качество жизни пациентов с БСС

Средний показатель до операции	SVA N (n=23)	SVA 4–9 см (n=10)	Значение p*
VAS, балл	4,5±1,0	4,5±1,0	0,990
ODI, %	42,6±4,7	44,1±5,1	0,189
Nurick	1,3±0,6	1,4±0,5	0,286

* на основании критерия Манна – Уитни.

Влияние показателя PI-LL на клиническую картину и качество жизни пациентов с БСС

Средний показатель до операции	PI-LL < 11° (n=24)	PI-LL ≥ 11° (n=9)	Значение p*
VAS, балл	4,3±1,0	5,2±0,8	0,0001
ODI, %	41,6±4,6	46,0±3,8	0,0001
Nurick	1,3±0,6	1,4±0,7	0,652

* на основании критерия Манна – Уитни.

В данном исследовании мы проследили закономерность между наличием нарушений разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) и уровнем болевого синдрома, а так же качества жизни данной категории пациентов. Так, уровень болевого синдрома и качество жизни пациентов имели достоверно значимую тенденцию к ухудшению при наличии нарушений таких позвоночно-тазовых взаимоотношений, как разница тазового угла и поясничного лордоза. Значения достоверности получены в ходе проведенного U теста на основании непараметрического критерия Манна – Уитни.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что нарушения позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с признаками БСС могут существенно влиять на характер клинического течения заболевания, ухудшать качество жизни и приводить к проявлению патологии, требующей хирургического вмешательства.

3.4. Результаты оценки факторов риска развития БСС

Как уже было отмечено, в исследовании проанализированы результаты хирургического лечения 120 пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, которым была выполнена инструментальная фиксация поясничного отдела позвоночника.

Все пациенты были проанализированы на предмет наличия наиболее обсуждаемых факторов риска развития БСС. К ним относят возраст пациентов моложе 30 и старше 60 лет, индекс массы тела более 30, женский пол, предшествующие дегенеративные изменения в межпозвонковых дисках, протяженность спондилосинтеза, нарушение сагиттального баланса позвоночника и основных позвоночно-тазовых взаимоотношений.

Степень повседневной активности пациентов была оценена по шкале Nurick и так же была рассмотрена в рамках влияния на изучаемую патологию. Для этого все пациенты были разделены на группы с рентгенологическими проявлениями БСС и без таких проявлений на основании трехлетнего наблюдения. При этом рентгенологическими критериями БСС служил анте- или ретроспондилолистез вышележащего позвонка более 3 мм, снижение высоты смежного межпозвонкового диска более чем на 3 мм или увеличение межпозвонкового угла более 5° по результатам функциональных рентгенограмм.

Таким образом, в группу с выявленной по данным рентгенологического обследования БСС были включены 36 (30%) пациентов.

Контрольную группу составили 84 (70%) пациента без признаков прогрессирования дегенеративных изменений в проксимальном контактном ПДС. Результаты первичного статистического анализа изучаемых факторов для данных групп пациентов представлены ниже (табл. 12).

На основании первичного анализа с использованием непараметрического критерия Манна – Уитни нами были получены статистически значимые показатели предшествующих дегенеративных изменений, сагиттального баланса (SVA) и позвоночно-тазовых взаимоотношений (PI-LL; PT). В отношении остальных опи-

сываемых в литературе факторов риска статистически значимых различий в изучаемых группах выявлено не было.

Таблица 12

Факторы риска развития БСС до операции

Фактор риска	Пациенты с БСС (n=36)	Контрольная группа (n=84)	Значение p *
Возраст , лет	53,3 ± 6,4	55,4 ± 7,6	0,058
ИМТ	28,3 ± 4,9	27,5 ± 4,8	0,456
Женский пол	24 (67%)	54 (64%)	0,865
ODI, %	43,2 ± 8,2	41,9 ± 7,6	0,066
Предшествующие дегенеративные изменения	2,0 ± 1,6	1,2 ± 0,9	0,036
Протяженность фиксации	1,4 ± 0,6	1,5 ± 0,7	0,441
Nurick	1,3 ± 0,6	1,3 ± 0,6	0,954
PI-LL, град.	9,3 ± 3,7	7,4 ± 3,2	0,021
SVA, см	2,9 ± 1,5	2,3 ± 1,4	0,042
РТ, град.	18,5 ± 4,1	16,8 ± 2,5	0,002

* на основании критерия Манна – Уитни.

Следующим этапом для всех пациентов была проведена оценка показателей позвоночно-тазовых взаимоотношений и сагиттального баланса непосредственно после оперативного лечения. По результатам данной оценки достоверных изменений показателей позвоночно-тазовых взаимоотношений и сагиттального баланса после оперативного лечения выявлено не было (табл. 13).

Таблица 13

Оценка позвоночно-тазовых соотношений до и после операции

Общее количество пациентов (n=120)	до операции	после операции	Значение p (достоверность)*
PI-LL, град.	7,9 ± 3,4	8,2 ± 3,6	0,431
SVA, см	2,5 ± 1,5	2,7 ± 1,6	0,232
РТ, град.	17,3 ± 3,2	18,1 ± 3,3	0,082

* на основании критерия Манна – Уитни.

Повторное оперативное лечение потребовалось 28 (77,8%) пациентам с проявлениями БСС, 8 (22,2%) пациентам проводимое консервативное или минимально инвазивное оперативное лечение (радиочастотная денервация дугоотростчатых суставов) показало свою эффективность. При этом изучаемые предоперационные показатели позвоночно-тазовых взаимоотношений статистически значимо не отличались между группами консервативного и ревизионного оперативного лечения (табл.14).

Таблица 14

Оценка позвоночно-тазовых взаимоотношений в группах консервативного и ревизионного оперативного лечения

Позвоночно-тазовые взаимоотношения	Группа консервативного лечения (n=8)	Группа ревизионного оперативного лечения (n=28)	Значение p (достоверность)*
PI-LL, град.	9,1 ± 4,2	10,4 ± 3,2	0,146
SVA, см	3,1 ± 1,6	2,7 ± 1,4	0,314
РТ, град.	17,4 ± 4,4	19,3 ± 4,2	0,084

* на основании критерия Манна – Уитни.

Несмотря на то, что прослеживается определенная тенденция к увеличению показателей PI-LL и РТ в группе ревизионного оперативного лечения, делать выводы о достоверности данных значений не следует ввиду небольшой выборки.

3.4.1. Определение значимости факторов риска развития БСС за весь период наблюдения

Для определения значимости факторов риска развития декомпенсации дегенеративных изменений в проксимальном контактном ПДС нами был применен логистический регрессионный анализ. Первично на основании проведенного унивариантного анализа нами были выделены факторы, оказывающие влияние на развитие изучаемой патологии в случае изолированной оценки (табл. 15).

Унивариантная оценка факторов риска развития БСС

Фактор риска	Значение p
Предшествующие дегенеративные изменения	0,047
PI-LL, град.	0,005
SVA, см	0,039
PT, град.	0,007

Таким образом, на основании первичного унивариантного анализа были выявлены факторы, оказывающие влияние на развитие дегенеративной декомпенсации вышележащего отдела. К таким факторам были отнесены наличие исходных дегенеративных изменений, показатель разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL), отклонение сагиттальной вертикальной оси (SVA) и наклон таза к вертикали (PT).

Следует отметить, что полученные данные не являлись окончательными и представляли собой пример ложноположительного результата, так как при этом не учитывается взаимное влияние данных переменных (факторов риска) на исход.

Таким образом, для выявления факторов, оказывающих независимое влияние на развитие изучаемой патологии, следующим этапом нами был проведен множественный логистический регрессионный анализ.

Множественный логистический регрессионный анализ

Факторы риска	Значение p	Отн. шансов (95% CI)
Предшествующие дегенеративные изменения	0,122	1,2 (0,96–1,45)
PI-LL, град.	0,007	4,2 (1,46–12,25)
SVA, см	0,064	1,3 (0,98–1,75)
PT, град.	0,078	1,1 (0,98–1,30)

По результатам множественного логистического регрессионного анализа значимое влияние на развитие БСС оказывает только показатель разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL). При этом согласно данным анализа, показатель PI-LL, превышающий 11° , является статистически значимым фактором риска развития изучаемой патологии ($p = 0,007$; ОШ: 4,2; 95% ДИ 1,46-12,25) (табл. 16).

Пороговое значение показателя PI-LL (12°) было определено путем построения ROC кривой с достоверным значением $p=0,017$ и площадью под кривой (AUC), равной 0,633 (95% ДИ: 0,54–0,72) (рис. 8).

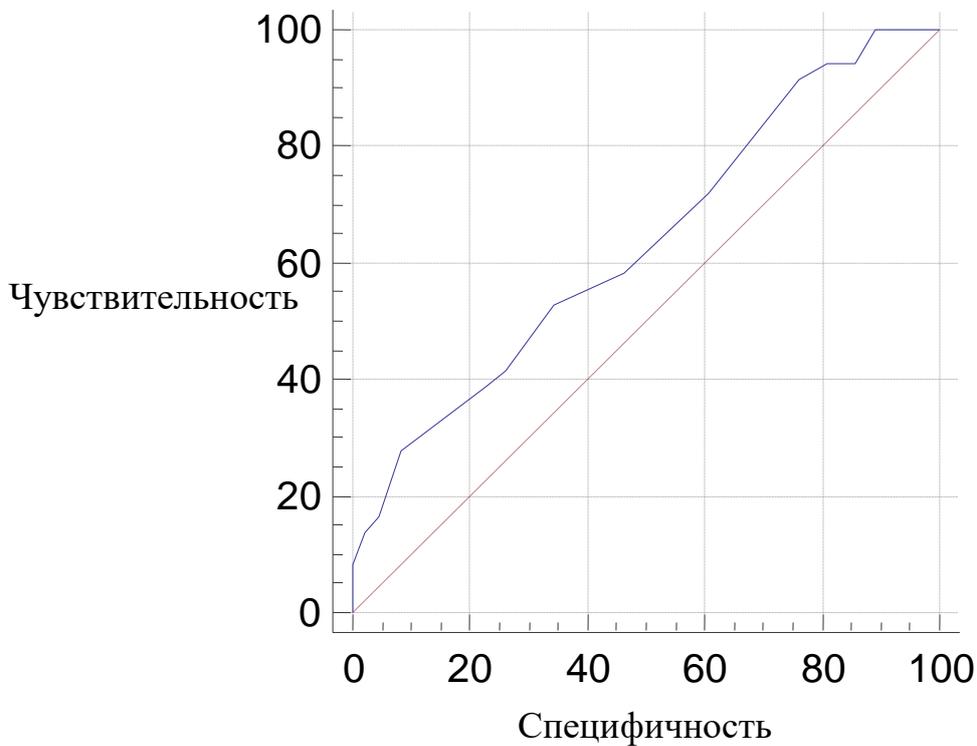


Рис. 8. ROC анализ для показателя PI-LL

Таким образом, по данным ROC анализа и множественной логистической регрессии, пороговое значение показателя PI-LL, повышающее риск развития декомпенсации дегенеративных изменений вышележащего сегмента в 4,2 раза, со-

ставляет 12°. Данное значение определено при помощи индекса Youden с чувствительностью 27,8 и специфичностью 91,7.

3.4.2. Определение значимости факторов риска раннего развития БСС

Следующим этапом исследования был анализ раннего появления дегенеративной декомпенсации проксимального контактного ПДС, т.е. случаев развития данной патологии в первый год после оперативного лечения. Всего в эту группу вошло 8 пациентов. Результаты первичного статистического анализа изучаемых факторов для пациентов с ранним развитием патологии и пациентов контрольной группы представлены в таблице 17.

Таблица 17

Сводная таблица факторов риска раннего развития БСС до операции

Фактор риска	Пациенты с ранним развитием БСС (n=8)	Контрольная группа (n=84)	Значение p*
Возраст, лет	49,5 ± 8,4	55,4 ± 7,6	0,034
ИМТ	29,0 ± 3,6	27,5 ± 4,8	0,463
Женский пол	6 (75%)	54 (64%)	0,145
ODI, %	42,9 ± 6,1	41,9 ± 7,6	0,226
Предшествующие дегенеративные изменения	3,0 ± 2,6	1,2 ± 0,9	0,024
Протяженность фиксации	1,5 ± 0,8	1,5 ± 0,7	0,851
Nurick	1,4 ± 0,7	1,3 ± 0,6	0,986
PI-LL, град.	12,1 ± 5,3	7,4 ± 3,2	0,011
SVA, см	4,0 ± 1,1	2,3 ± 1,4	0,002
PT, град.	18,8 ± 4,4	16,8 ± 2,5	0,113

* на основании критерия Манна – Уитни.

На основании результатов первичного анализа с использованием непараметрического критерия Манна – Уитни статистически значимые значения были получены для показателей возраста, предшествующих дегенеративных изменений, сагиттального баланса (SVA) и разницы тазового угла и поясничного лордоза

(PI-LL). В отношении остальных описываемых в литературе факторов риска значимых различий в изучаемых группах выявлено не было.

Следует отметить, что всем пациентам группы раннего развития изучаемой патологии потребовалось проведение повторного оперативного вмешательства с фиксацией вышележащего отдела.

Для определения значимости факторов риска раннего развития БСС нами был применен логистический регрессионный анализ.

Первично на основании проведенного унивариантного анализа нами были выделены факторы, оказывающие влияние на раннее развитие изучаемой патологии в случае изолированной оценки (табл. 18).

Таблица 18

Унивариантная оценка факторов риска развития БСС

Фактор риска	Значение p
Предшествующие дегенеративные изменения	0,034
PI-LL	0,001
SVA	0,004

К таким факторам были отнесены наличие исходных дегенеративных изменений, показатель разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) и отклонение сагиттальной вертикальной оси (SVA).

Следующим этапом для оценки независимого влияния изучаемых факторов был проведен множественный логистический регрессионный анализ (табл.19).

Таблица 19

Результаты множественного логистического регрессионного анализа

Факторы риска	Значение p	ОШ (95% ДИ)
Предшествующие дегенеративные изменения	0,300	1,2 (0,83-1,85)
PI-LL	0,004	35,7 (6,59-193,12)
SVA	0,008	6,5 (1,43-28,99)

По результатам множественного логистического регрессионного анализа значимое влияние на раннее развитие болезни смежного сегмента оказывают показатели разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) и отклонения сагиттальной вертикальной оси (SVA). При этом согласно результатам данного анализа, показатель PI-LL, превышающий 12° , является значимым фактором риска раннего развития изучаемой патологии ($p = 0,004$; ОШ: 35,7; 95% ДИ: 6,59-193,12) (табл. 19).

Пороговое значение показателя PI-LL (13°) было определено путем построения ROC кривой с достоверным значением $p=0,045$ и площадью под кривой (AUC), равной 0,762 (95% ДИ: 0,68 – 0,84) (рис. 9).

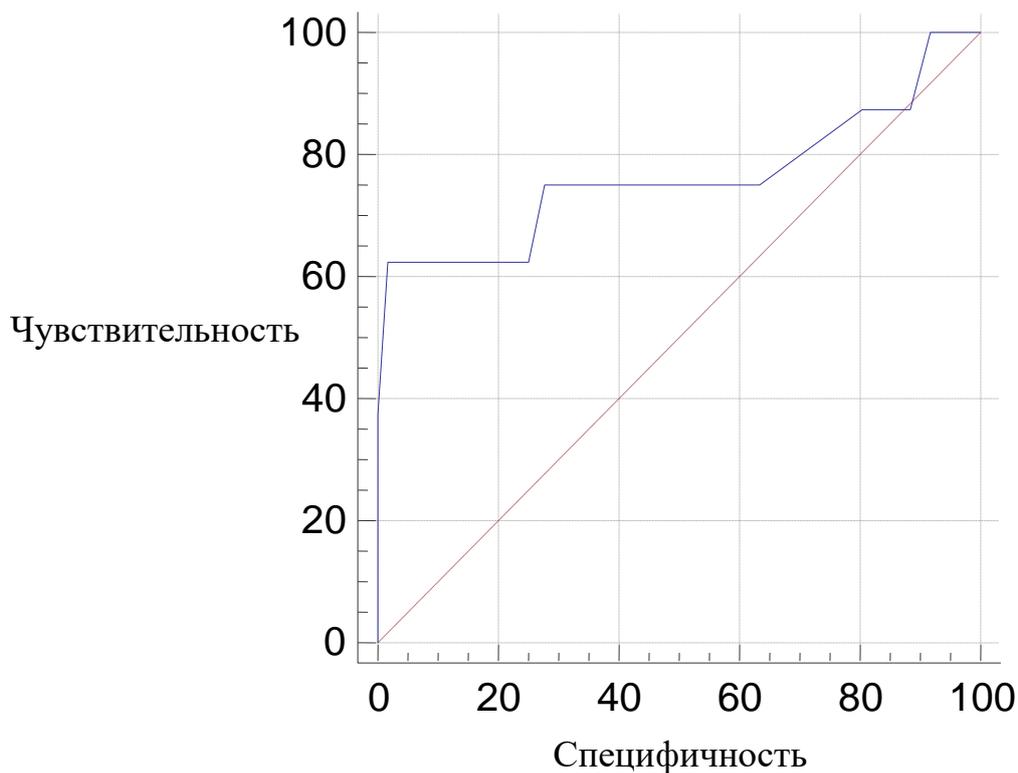


Рис. 9. ROC анализ для показателя PI-LL

Таким образом, по данным ROC анализа и множественной логистической регрессии, пороговое значение показателя PI-LL, повышающее риск раннего развития декомпенсации дегенеративных изменений вышележащего сегмента в $35,7$

раза составляет 13°. Данное значение определено при помощи индекса Youden с чувствительностью 62,5 и специфичностью 95,5.

По результатам проведенного анализа в отношении параметра SVA получены следующие данные: показатель SVA, превышающий 3 см, является статистически значимым фактором риска раннего развития изучаемой патологии ($p = 0,011$; ОШ: 6,5; 95% ДИ: 1,43-28,99) (табл. 19).

Пороговое значение показателя SVA (4 см) было определено путем построения ROC кривой с достоверным значением $p=0,001$ и площадью под кривой (AUC), равной 0,817 (95% ДИ: 0,74 – 0,88) (рис. 10).

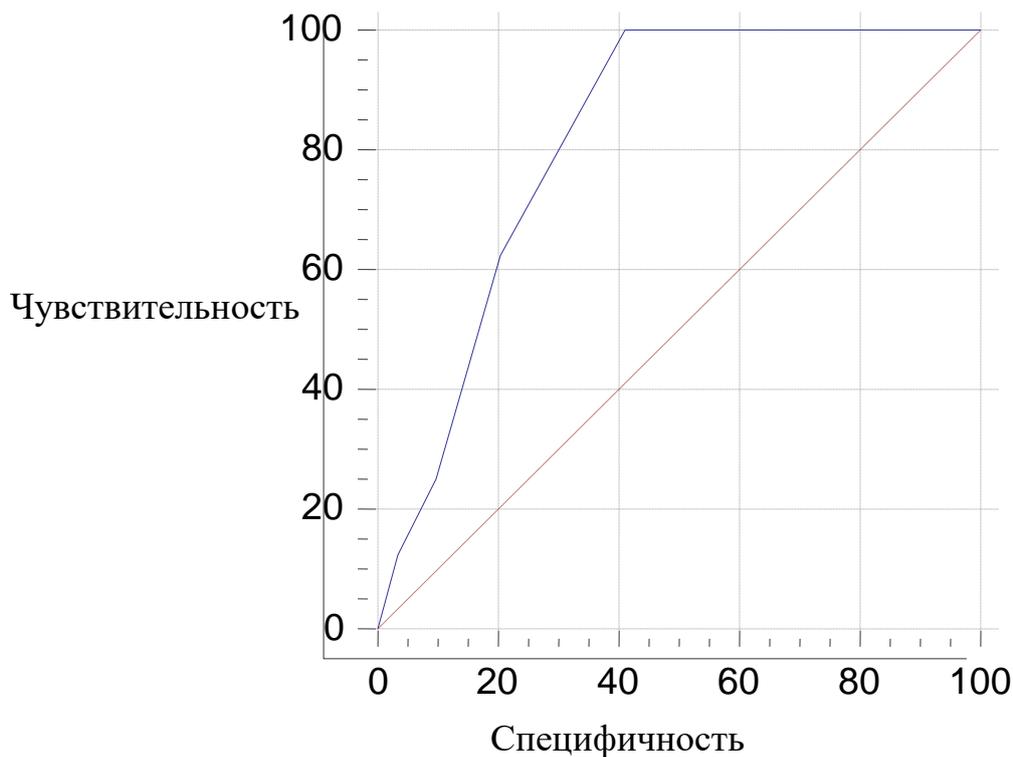


Рис. 10. ROC анализ для показателя SVA

Таким образом, по данным ROC анализа и множественной логистической регрессии, пороговое значение показателя SVA, повышающее риск раннего развития декомпенсации дегенеративных изменений проксимального контактного

ПДС в 6,5 раза, составляет 4 см. Данное значение определено при помощи индекса Youden с чувствительностью 62,5 и специфичностью 79,5.

Выявленная тенденция многократного возрастания рисков развития изучаемой патологии в течение первого года после операции с увеличением показателя PI-LL более 12° и отклонением сагиттального баланса (SVA) кпереди свыше 3 см имеет лишь относительную достоверность ввиду наличия небольшой выборки.

Детальные пояснения и подробная характеристика изучаемых факторов риска будут представлены позже в рамках решения задач исследования.

Результаты лечения и наличие факторов риска оценивали до операции, непосредственно перед выпиской пациентов из стационара, а также в отдаленном периоде (через 3, 6, 12 мес. и далее ежегодно). Диагностика развития дегенеративных процессов в проксимальном контактном ПДС проводилась на основании клинической картины, физикального обследования, неврологического статуса, данных рентгенографии и МРТ. При этом диагноз декомпенсации данной патологии и показания к ревизионному оперативному лечению устанавливались при неэффективности проводимого комплексного консервативного лечения в течение 1 месяца.

3.4.3. Определение значимости факторов риска для определенных вариантов течения БСС

На основании распределения изучаемой патологии по отдельным клинорентгенологическим проявлениям, представленного в таблице 9 раздела 3.2, нами была проведена оценка возможного влияния определенных ранее факторов риска на развитие того или иного варианта течения БСС.

С этой целью нами был проведен множественный логистический регрессионный анализ влияния показателей сагиттального баланса (SVA), позвоночно-тазовых взаимоотношений (PI-LL; PT) и предшествующих дегенеративных изменений вышележащего ПДС (по Pfirrmann) на развитие определенного варианта течения БСС (табл. 20).

Влияние основных факторов риска на отдельную нозологию БСС (р значения*)

Проявления БСС	Фактор риска БСС			Pfirmann
	SVA	PT	PI-LL	
Спондилоартроз	0,792	0,086	0,080	0,009
Нестабильность вышележащего ПДС	0,594	0,397	0,073	0,061
Стеноз позвоночного канала	0,963	0,285	0,434	0,673
Грыжа м/п диска	0,155	0,550	0,661	0,998

* на основании логистического регрессионного анализа.

При помощи логистической регрессии мы получили статистически значимые данные для развития спондилоартроза в условиях наличия предшествующих дегенеративных изменений (табл. 20). При этом согласно проведенному анализу, показатель наличия предшествующих дегенеративных изменений смежного ПДС выше 3-й стадии по Pfirmann является статистически значимым фактором риска развития спондилоартроза как варианта клинико-рентгенологического течения изучаемой патологии ($p = 0,009$; ОШ: 2,9; 95% ДИ: 1,29–6,53).

Пороговое значение стадии предшествующих дегенеративных изменений (4 стадия по Pfirmann) было определено путем построения ROC кривой со статистически значимым значением $p=0,024$ и площадью под кривой (AUC), равной 0,756 (95% ДИ: 0,59–0,88) (рис. 11).

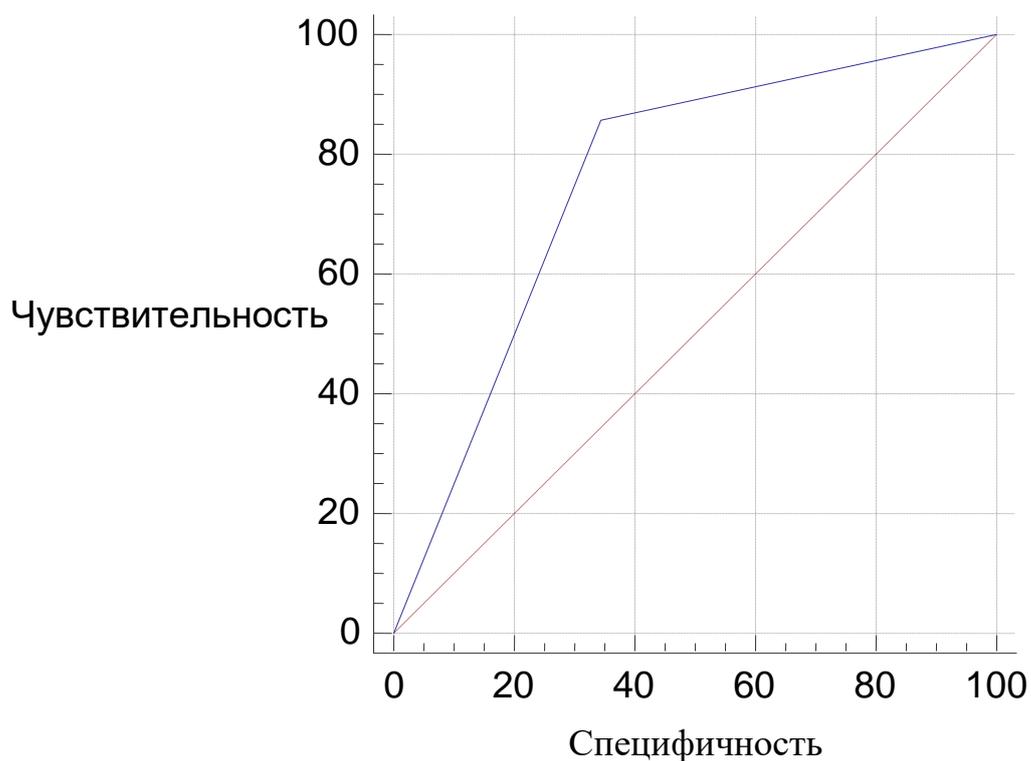


Рис. 11. ROC анализ для показателя предшествующих дегенеративных изменений

Таким образом, по данным ROC анализа и логистической регрессии, пороговая стадия дегенеративных изменений в смежном вышележащем ПДС, повышающая риск развития спондилоартроза как варианта течения изучаемой патологии в 2,9 раза, соответствует 4 стадии по Pfirrmann.

3.5. Обсуждение полученных результатов

Оценка клинико-рентгенологических особенностей патологических изменений в смежных ПДС показала влияние нарушений позвоночно-тазовых взаимоотношений на уровень болевого синдрома и качество жизни пациентов с болезнью смежного сегмента. При этом, несмотря на удовлетворительные значения поясничного лордоза и отсутствие значимого смещения сагиттального профиля, показатель разницы тазового угла и поясничного лордоза может значительно превышать норму.

Анализ результатов проведенного оперативного лечения пациентов с дегенеративным поражением позвоночного столба показал, что достоверное влияние на развитие клинически значимой БСС оказывали нарушения позвоночно-тазовых соотношений, а именно разница значений тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL). При этом пороговое значения данного параметра, определяющее его достоверность, составило 12° . Риск возникновения декомпенсации дегенеративных изменений вышележащего позвоночно-двигательного сегмента в этом случае возрастает в 4,2 раза. Более того, наличие нарушений основных позвоночно-тазовых взаимоотношений существенно влияет на характер течения болезни смежного сегмента, отягощая его, в первую очередь, клинически.

В случае развития изучаемой патологии в течение первого года после операции, по результатам множественного логистического регрессионного анализа, статистически значимое влияние оказывали показатели разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) и отклонения сагиттальной вертикальной оси (SVA).

Выявленная тенденция многократного возрастания рисков развития изучаемой патологии в течение первого года после операции с увеличением показателя PI-LL более 12° и отклонением сагиттального баланса (SVA) кпереди свыше 3 см имеет лишь относительную значимость вследствие наличия небольшой выборки.

Наличие предшествующих дегенеративных изменений вышележащего ПДС 4 стадии и более по Pfirrmann значимо повышает риск развития спондилоартроза в нем ПДС в 2,9 раза.

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о необходимости на этапе предоперационного планирования определения основных показателей сагиттального профиля и позвоночно-тазовых взаимоотношений, а также о целесообразности выполнения максимально возможной их коррекции.

ГЛАВА 4

ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА

Хирургическое лечение дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника, несмотря на широкое распространение и сложившуюся единую философию в оперативных подходах, представляет сложную задачу для нейрохирургов и ортопедов в связи с возрастающим числом осложнений в позднем послеоперационном периоде. Однако определить, в каких случаях развитие таких патологических изменений является непосредственным осложнением оперативного лечения, а когда происходит в рамках закономерного развития дегенеративно-дистрофического процесса, достаточно непросто. Наличие многочисленных и неоднозначных факторов риска развития дегенеративных изменений на смежных сегментах заставляет искать наиболее подходящий алгоритм оперативной активности индивидуально для каждого пациента.

Теоретически хирургическое вмешательство может влиять на такие показатели глобального баланса, как SVA и PI-LL посредством изменения величины поясничного лордоза (LL).

Оценив данные параметры сразу после операции, мы получили некоторые различия, обусловленные техникой хирургического вмешательства. Так, после операции средний показатель SVA, характеризующий наличие сагиттального дисбаланса, был ниже, чем до операции. При этом статистически значимое снижение было отмечено в группе пациентов без признаков прогрессирования дегенеративных изменений в смежных вышележащих сегментах.

Такие же закономерности были выявлены в параметрах разницы тазового угла и поясничного лордоза. Значимое уменьшение среднего значения данного показателя было обнаружено для пациентов без признаков болезни смежного сегмента (табл. 21).

Изменение позвоночно-тазовых параметров после операции

Количество пациентов	SVA до операции	SVA после операции	Значение p	PI-LL до операции	PI-LL после операции	Значение p*
Общее количество (n=120)	2,5±1,5	2,7±1,6	0,232	7,9±3,4	8,2±3,6	0,431
Пациенты без болезни смежного сегмента (n=84)	1,9±1,4	1,5±0,8	0,039	7,4±3,2	6,4±2,9	0,048
Пациенты с болезнью смежного сегмента (n=36)	2,8±1,8	3,0±1,6	0,581	8,8±3,8	8,7±3,9	0,926

* на основании критерия Манна – Уитни

Как уже было отмечено в ранее, оперативное лечение проводилось в один этап и преследовало две основные задачи.

Первая задача заключалась в декомпрессии неврологических структур на заинтересованном уровне, а вторая – в стабилизации позвоночно-двигательных сегментов. При этом стабилизация проводилась по методике спондилодеза на 360° с использованием систем транспедикулярной и межтеловой фиксации. Технически оперативное лечение проводилось как стандартным открытым доступом, так и с использованием минимально инвазивных методик.

Результаты хирургического лечения оценивались на основании данных архивных историй болезни, рентгенограмм, телерентгенограмм, КТ и МРТ до операции, сразу после нее и в отдаленном периоде (через 3, 6, 12, 24 и 36 месяцев).

4.1. Особенности техники хирургического вмешательства с применением минимально инвазивной методики

Отдельного внимания заслуживает оперативный доступ к задним структурам позвоночного столба, осуществляемый у пациентов с использованием тубулярных ранорасширителей (Pipeline DePuy, Quadrant Medtronic). Данная минимально инвазивная методика позволяет визуализировать до трех ПДС из одного разреза для каждой стороны поражения, значительно снижая травматизацию мягких тканей, интраоперационную кровопотерю и время операции. Декомпрессия неврологических структур осуществляется с использованием микронейрохирургического инструментария и оптического увеличения посредством удаления смежных дугоотросчатых суставов целиком (так называемая фораминаэктомия) и резекции желтой связки (флаваэктомия) на заинтересованных уровнях. При наличии передней компрессии корешка выполнялась резекция диска (с удалением грыжи или спондилезного шипа). Данная методика доступа позволила таким же операционным этапом установить систему транспедикулярной фиксации при помощи стандартного инструментария, а так же выполнить при необходимости передний корпородез из заднего доступа по методике TLIF, Smith-Peterson остеотомию и адекватный задний спондилодез аутокостью.

Послеоперационные раны ушивались послойно с оставлением активных дренажей на срок до 2–5 дней. Пациенты активизировались на 1–2-й день после операции.

В раннем послеоперационном периоде не было отмечено ни одного случая нарастания неврологического дефицита. Примеры хирургического лечения пациентов представлены на рисунках 13–20.

Клинический пример №1

Пациент Г., 53 года. Диагноз: дегенеративно-дистрофическое заболевание позвоночника, стеноз позвоночного канала на уровне L5-S1. Вертеброгенный болевой синдром.

Поступил с жалобами на боли в поясничном отделе позвоночника, с иррадиацией в ноги по задне-наружной поверхности до стоп, больше справа. На этапе предоперационного обследования рентгенологически подтверждено отсутствие нестабильности ПДС и выраженных нарушений глобального баланса. Уровень болевого синдрома по VAS составлял 6 баллов. Индекс ODI был равен 62%. Неврологического дефицита отмечено не было. На основании предоперационного обследования пациенту выполнено оперативное лечение в объеме: декомпрессивная фораминомия на уровне L5-S1 с обеих сторон, передний спондилодез из заднего доступа по методике TLIF кейджем с аутокостью, транспедикулярный спондилосинтез L5-S1. Продолжительность операции 150 мин, интраоперационная кровопотеря 400 мл. Применялась методика минимально инвазивного доступа при помощи тубулярных ранорасширителей. Ранний послеоперационный период без особенностей, пациент активизирован на 1-е сутки после операции, ходит без дополнительной опоры. Осложнений нет (рис. 12–14).

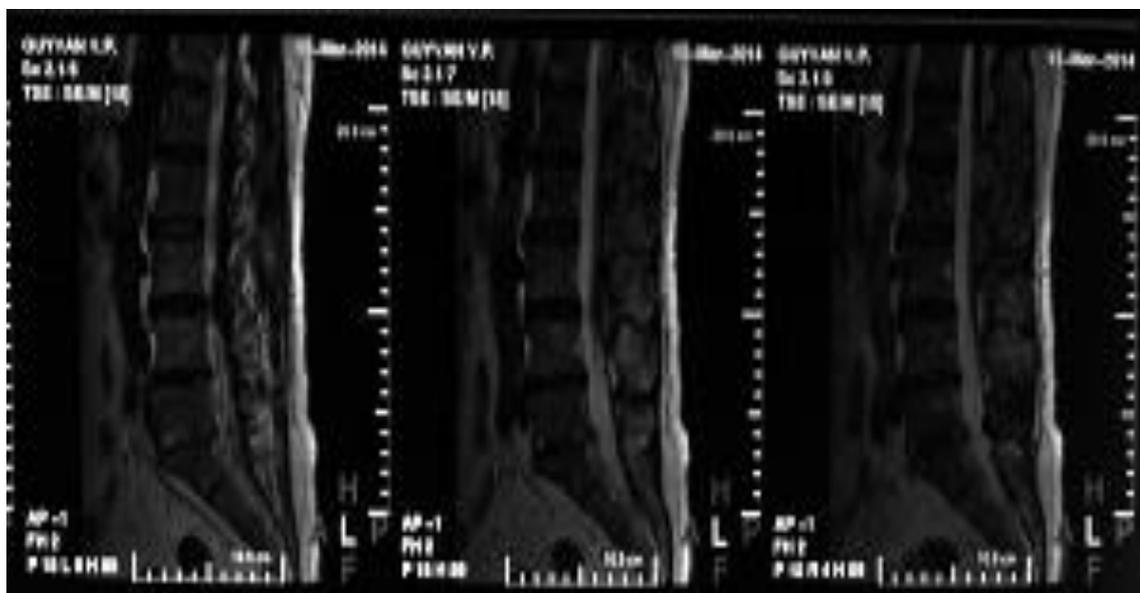


Рис. 12. МРТ пациента Г., 53л., до операции.

Стеноз позвоночного канала на уровне L5-S1



Рис. 13. Рентгенограммы в прямой и боковой проекциях пациента Г., 53 лет, до операции. Снижение высоты межпозвонкового диска L5-S1



Рис. 14. Рентгенограммы в прямой и боковой проекциях пациента Г., 53 л., после операции. Транспедикулярная фиксация L5-S1, межтеловой спондилодез кейджем на уровне L5-S1

Клинический пример № 2

Пациентка Д., 50 лет. Диагноз: дегенеративно-дистрофическое заболевание позвоночника, стеноз позвоночного канала на уровне L4-S1. Нижний парапарез. Вертеброгенный болевой синдром. Поступила с жалобами на периодические боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в ноги по задненаружной поверхности до голеностопных суставов, на онемение, слабость в левой ноге.

На этапе предоперационного обследования по данным МРТ дегенеративные изменения межпозвонкового диска L3-L4 соответствуют 5 стадии по Pfirrmann. Уровень болевого синдрома по VAS составлял 7 баллов. Индекс ODI был равен 62%.

На основании предоперационного обследования пациентке выполнено оперативное лечение: декомпрессивная фораминотомия на уровне L4-L5-S1 с обеих сторон, передний спондилодез из заднего доступа по методике TLIF кейджами с аутокостью, транспедикулярный спондилосинтез L4-L5-S1. Продолжительность операции 180 мин, интраоперационная кровопотеря 800 мл. Применялась методика минимально инвазивного доступа при помощи тубулярных ранорасширителей. Ранний послеоперационный период без особенностей, пациентка активизирована на 1-е сутки после операции, ходит без дополнительной опоры. Осложнений нет (рис. 15–19).

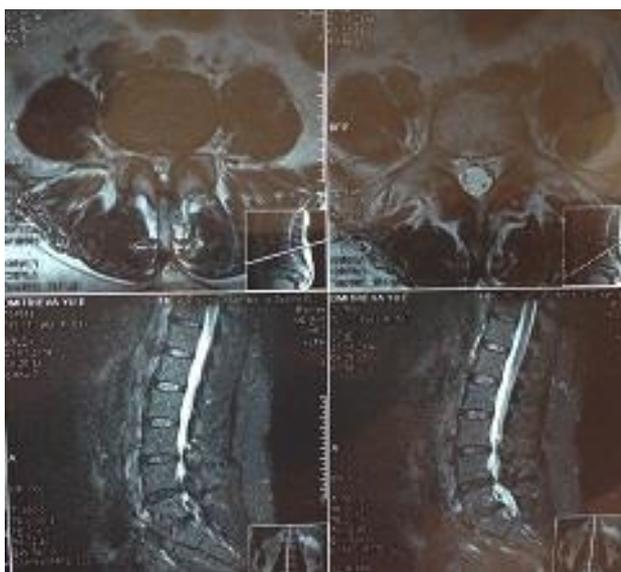


Рис. 15. МРТ пациентки Д., 50 л., до операции.
Стеноз позвоночного канала на уровнях L4-L5-S1



Рис. 16. Рентгенограммы в прямой и боковой проекциях пациентки Д., 50 л., до операции. Снижение высоты межпозвонкового диска L5-S1



Рис. 17. Минимально инвазивный двусторонний доступ при помощи тубулярных ранорасширителей



Рис. 18. Рентгенограммы в прямой и боковой проекциях пациентки Д., 50 л., после операции. Транспедикулярная фиксация L4-L5-S1, остеотомия по Smith-Peterson на уровне L4-L5, межтеловой спондилодез кейджами на уровне L4-L5-S1



Рис. 19. Внешний вид после ушивания операционных ран

Таким образом, использование минимально инвазивной методики, получившей широкое распространение при лечении пациентов данного профиля, позволило проводить хирургическое вмешательство в запланированном объеме, в том числе с применением остеотомий для коррекции сагиттального профиля позвоночника.

4.2. Особенности хирургического вмешательства с восстановлением сагиттального баланса

С целью увеличения поясничного лордоза при данном объеме хирургического лечения используется остеотомия Смит-Петерсона (Smith-Petersen osteotomy – SPO). Суть данной техники состоит в том, что после выполнения остеотомии и сближения задних структур позвоночника происходит увеличение показателей лордоза, а в случае контралатерального приложения разнонаправленных сил (компрессии и дистракции) возможна коррекция деформации во фронтальной плоскости.

Техника операции. После скелетирования задних элементов позвоночника производится установка транспедикулярных винтов. Межкостистая связка удаляется, остистые отростки, как правило, сохраняются, если это не мешает доступу к позвоночному каналу. Следующим этапом на протяжении мобилизации с двух сторон резецируется желтая связка. При помощи высокоскоростного бора или остеотома выполняется фасетэктомия, а затем суставные поверхности дополнительно обрабатываются кусачками Кэррисона (рис. 20). Следует помнить о том, что во время выполнения остеотомии может произойти повреждение ножки позвонка, что, в свою очередь, может привести к нестабильности транспедикулярного винта. После завершения остеотомии производятся удаление межпозвонкового диска, обработка замыкательных пластин позвонков до “кровяной росы” и установка кейджа заполненного аутокостью. После рентген-контроля положения имплантатов производится установка предварительно моделированных стержней и контракция между транспедикулярными винтами. В этот момент задняя колонна сокращается, а передняя колонна удлиняется, что приводит к увеличению лордоза. Данная техника позволяет получить до 10° коррекции за счет каждого оперированного сегмента (Bridwell К.Н., 2006).

При этом технически SPO может быть выполнена как посредством стандартного, так и минимально инвазивного доступа.

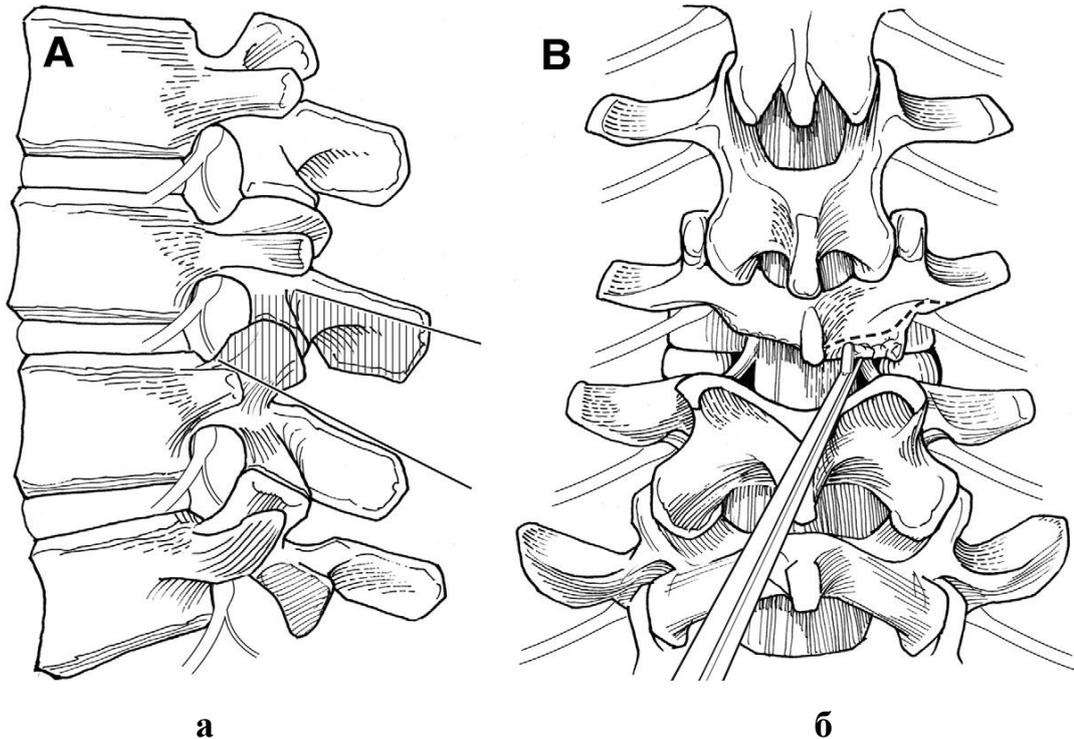


Рис. 20. Область резекции дуги позвонка и дугоотростчатых суставов при выполнении остеотомии по Smith-Petersen:
 А – сагиттальная, В – фронтальная плоскости
 а – сагиттальная, б – фронтальная плоскости

С целью дополнительной коррекции сагиттального профиля и позвоночно-тазовых соотношений применяется методика вентрального позиционирования межтелового кейджа (рис. 21, 22). При этом предпочтительно использование изогнутых (почкообразных) кейджей, имеющих максимально возможную высоту и угол наклона кзади (Ould-Slimane M., et al., 2011).

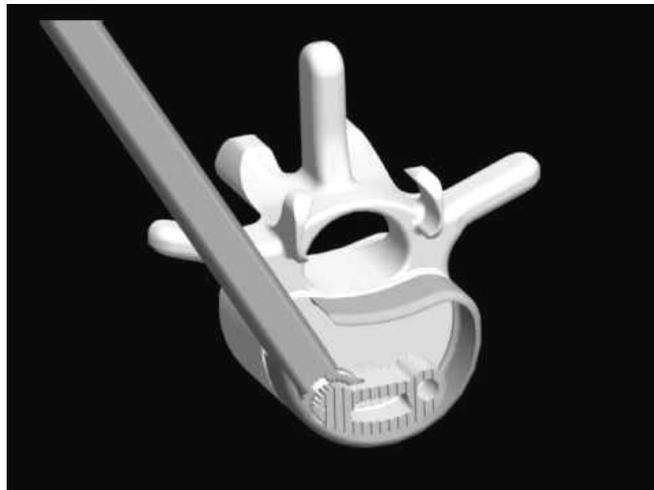


Рис. 21. Схема максимально вентрального позиционирования кейджа

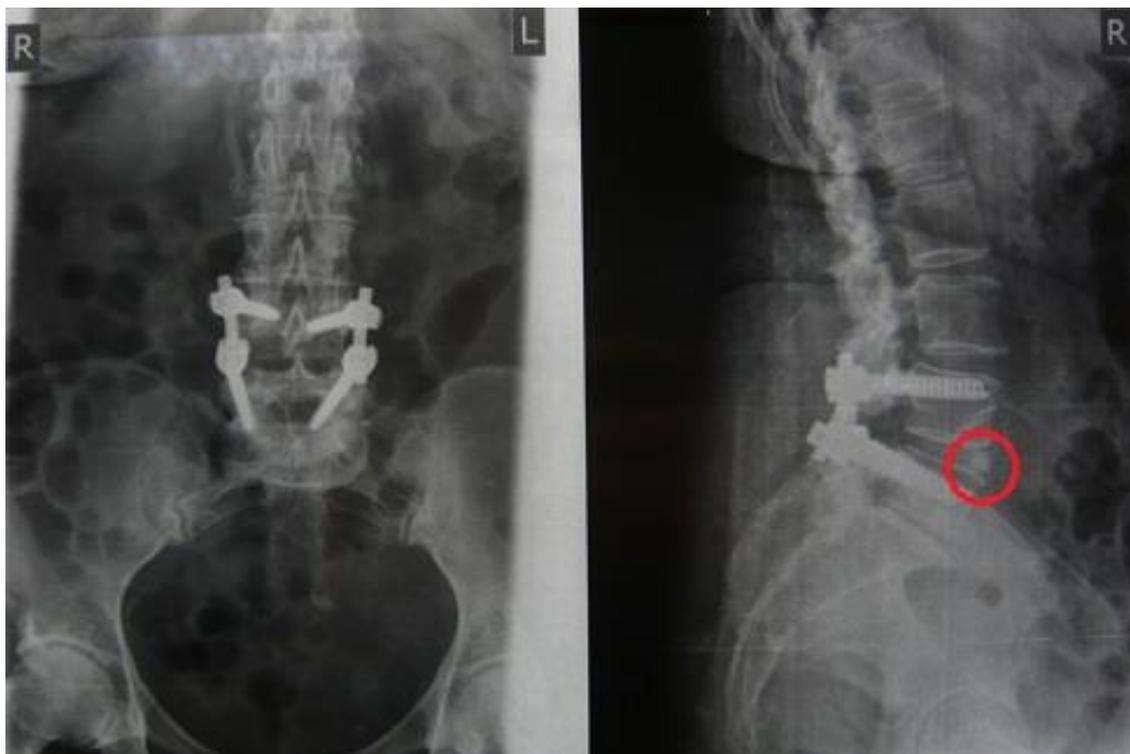


Рис. 22. Рентгенограммы после транспедикулярной фиксации на уровне L4-L5, TLIF L4-L5 с максимально вентральным положением кейджа

4.2. Влияние травматичности хирургического доступа на отдаленные результаты лечения

Ряд авторов связывает появление признаков дегенерации смежного сегмента с травматичностью хирургического доступа, в ходе которого происходит денервация мышц, повреждение фасции и части заднего связочного комплекса (Dekutoski M.V. et al., 1993).

С целью определения влияния травматичности оперативного доступа на развитие и прогрессирование дегенеративных процессов в контактных вышележащих ПДС нами был проведен следующий анализ.

Все пациенты были разделены на группы в зависимости от применяемого хирургического доступа. Оперативное лечение с применением минимально инвазивных методик было выполнено в 76 случаях (63,3%), при этом у 51 пациента (67,1%) была выполнена моносегментарная фиксация. У 44 пациентов (36,6%) был использован стандартный хирургический доступ.

Результаты проведенного исследования данных групп пациентов и изучаемых факторов риска на появление и скорость развития БСС с применением множественного регрессионного анализа, представлены в таблице 22.

Таблица 22

Влияние травматичности хирургического доступа на развитие БСС

Техника операции	Развитие болезни смежного сегмента (n=36)	Значение р	Раннее развитие болезни смежного сегмента (n=8)	Значение р
Минимально инвазивная техника	24 (66,7%)	0,175	5 (62,5%)	0,207
Стандартная техника	12 (33,3%)		3 (37,5%)	

Таким образом, на развитие дегенеративных процессов в вышележащих ПДС не оказывает влияние травматичность хирургического доступа. Не получено статистически значимых данных о снижении частоты развития БСС при использовании минимально инвазивных хирургических методик.

4.4. Анализ результатов лечения пациентов проспективной группы

С учетом предварительных результатов работы с 2013 по 2014 г. нами были прооперированы 22 пациента с дегенеративно-дистрофическим заболеванием позвоночника и сопутствующим нарушением позвоночно-тазовых соотношений. Средний возраст больных составил $54,1 \pm 5,6$ года (от 42 до 64 лет), среди пациентов преобладали женщины – 16 (72,7%), мужчин было – 6 (27,3%). Среди первичной патологии преобладал дегенеративный спондилолистез – 14 (63,6%), далее в равных долях представлены стеноз позвоночного канала и грыжи м/п дисков – по 4 (18,2%) пациентов; 20 (90,9%) пациентам была выполнена моносегментарная фиксация стандартными транспедикулярными системами с передним спондилодезом межтеловым кейджем по методике TLIF. Двум пациентам потребовалась двухуровневая инструментальная фиксация по той же методике.

Критерием включения в данную группу пациентов служило наличие разницы тазового угла и поясничного лордоза свыше 11° . При этом техника оперативного лечения отличалась от стандартной тем, что для восстановления должной величины лордоза применялись Smith-Peterson остеотомия и максимально вентральное позиционирование межтелового кейджа. Данная методика позволяла получать до 10° поясничного лордоза за счет оперативного вмешательства на одном уровне.

Пациентам с наличием предшествующих дегенеративных изменений в вышележащем ПДС дополнительно выполнялась денервация заинтересованных дугоотростчатых суставов интраоперационно при помощи электрокоагулятора.

На основании анализа до- и послеоперационных телерентгенограмм и статистической обработки нами были получены данные, представленные в таблице 23.

Таблица 23

Позвоночно-тазовые параметры пациентов проспективной группы

Позвоночно-тазовые параметры	Средний показатель (n=22)	Значение p*
SVA до операции, см	3,2±1,8	0,073
SVA (см) после операции, см	2,9±1,7	
PI-LL до операции, град.	14,9±3,3	0,001
PI-LL после операции, град.	6,3±3,2	
PT до операции, град.	18,1±4,3	0,205
PT до операции, град.	17,6±4,1	

* на основании критерия Манна – Уитни

Средний срок наблюдения таких пациентов составил $3,2 \pm 0,4$ года (минимальный 36 мес). При оценке параметров позвоночно-тазовых соотношений до и после оперативного лечения значимые изменения были выявлены в разнице тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL). Описываемый параметр был уменьшен в средних значениях более чем в 2 раза (с $14,9^\circ$ до $6,3^\circ$). Количество пациентов, имевших предшествующие дегенеративные изменения в вышележащем ПДС 4 стадии и выше, составило 5 человек (20%). Данным пациентам интраоперационно была выполнена денервация соответствующих дугоотростчатых суставов по вышеописанной методике.

За весь период наблюдения нами не было зафиксировано ни одного случая клинически значимого проявления болезни смежного сегмента. У 4 (16,7%) пациентов из группы с предшествующими дегенеративными изменениями рентгенологически в отдаленном периоде наблюдения были выявлены признаки спондилоартроза в вышележащих дугоотростчатых суставах. Однако клинических проявлений данной патологии выявлено не было.

Контрольная группа сравнения была сформирована нами из первичной когорты пациентов и включала 17 пациентов с разницей тазового угла и поясничного лордоза свыше 11° . Средний возраст больных составил $52,4 \pm 6,4$ года (от 41 до 58 лет), среди пациентов также преобладали женщины – 11 (64,7%), мужчин было – 6 (35,3%). Первичная патология была распределена в практически равных долях между дегенеративным спондилолистезом 6 (35,3%), стенозом позвоночного канала 6 (35,3%) и грыжами м/п дисков – 5 (29,4%); 14 пациентам (82,4%) была выполнена моносегментарная фиксация стандартными транспедикулярными системами с передним спондилодезом межтеловым кейджем по методике TLIF. Трем пациентам потребовалась двухуровневая инструментальная фиксация по той же методике.

Таким образом, на основании анализа до- и послеоперационных телерентгенограмм и статистической обработки нами были получены представленные в таблице 24 данные.

Позвоночно-тазовые параметры пациентов контрольной группы

Позвоночно-тазовые параметры	Средний показатель (n=17)	Значение p*
SVA (см) до операции	2,6±1,4	0,724
SVA (см) после операции	2,4±1,2	
PI-LL (°) до операции	13,5±1,8	0,247
PI-LL (°) после операции	13,2±1,6	
PT (°) до операции	19,4±4,1	0,105
PT (°) после операции	19,7±3,4	

* на основании критерия Манна – Уитни

Минимальный срок наблюдения пациентов составил 36 месяцев при отсутствии признаков развития болезни смежного сегмента. При оценке параметров позвоночно-тазовых соотношений до и после оперативного лечения статистически значимые изменения выявлены не были. Количество пациентов, имевших предшествующие дегенеративные изменения в вышележащем ПДС 4 стадии и выше, составило 3 (17,6%) человека. За период наблюдения нами было зафиксировано 10 (58,8%) случаев клинически значимого проявления БСС, причем у 5 (29,4%) из них декомпенсация дегенеративных изменений происходила в течение первого года после операции.

Проведенный анализ отношения шансов показал значимые отличия частоты развития БСС в исследуемой и контрольной группах ($p = 0,045$; ОШ: 3,1; 95% ДИ:

1,39–6,13). Таким образом, уменьшение показателя PI-LL в 2,4 раза после применения описанной выше хирургической техники снижает вероятность развития БСС в 3,1 раза ($p=0,045$).

Клинико-функциональные методы исследования включали оценку результатов лечения по балльным шкалам ВАШ и ODI. Эти показатели были оценены у пациентов изучаемых групп через 3, 6, 12, 24 и 36 месяцев после выполненных операций. Полученные средние значения суммированы и представлены в таблицах 25 и 26.

Таблица 25

Оценка результатов лечения в трехлетний срок у пациентов проспективной и контрольной групп по ВАШ, баллы

Группа	Срок после операции, мес					
	до операции	3	6	12	24	36
Проспективная (n=22)	7,2±0,9	3,6±0,8	2,5±1,0	1,9±0,8	1,8±0,7	1,9±0,4
Контрольная (n=17)	7,4±1,1	4,2±1,2	4,6±0,9	5,3±1,1	5,1±0,7	4,5±0,6

Таблица 26

Оценка результатов лечения в трехлетний срок у пациентов проспективной и контрольной групп по ODI

Группа	ODI, проценты					
	Срок после операции, мес					
	до операции	3	6	12	24	36
Проспективная (n=22)	42,1±4,9	31,4±5,6	25,5±4,5	22,1±4,7	16,7±4,2	9,2±4,3
Контрольная (n=17)	43,5±5,3	32,2±4,7	36,4±4,9	42,4±5,8	40,3±4,8	42,9±6,2

Проведенные обследования пациентов показали, что уже через 3 месяца после оперативного лечения на позвоночнике выраженность болевого синдрома статистически значимо ($p < 0,05$) снижалась в среднем более чем на 3 балла по визуально-аналоговой шкале в обеих исследуемых группах.

В дальнейшем, через 6, 12, 24 и 36 месяцев после оперативного лечения, средние значения этого показателя постепенно снижались с $3,6 \pm 0,8$ до $1,9 \pm 0,4$ баллов у пациентов проспективной группы. В контрольной группе отмечалась отрицательная динамика в виде нарастания болевого синдрома к 12 месяцам после операции ($5,3 \pm 1,1$) и затем незначительное его снижение к 36 месяцам до $4,5 \pm 0,6$ (рис. 23).

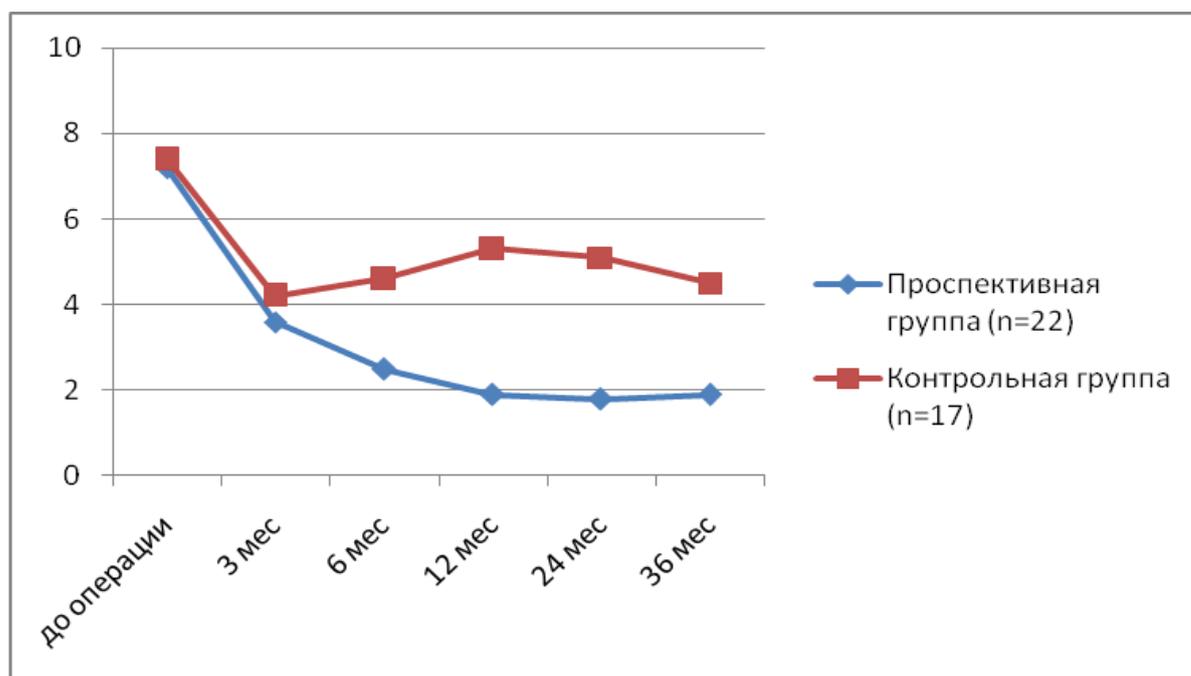


Рис. 23. Динамика болевого синдрома у пациентов исследуемых групп

При этом снижение болевого синдрома в контрольной группе к окончанию периода наблюдения обусловлено в определенной степени проведением повторного оперативного лечения у пациентов с развившейся БСС.

Похожую динамику продемонстрировали также показатели по шкале ODI. К третьему месяцу после проведенных операций качество жизни пациентов обеих групп достоверно улучшалось ($p < 0,05$). Далее, к трехлетнему сроку наблюдения,

у пациентов проспективной группы было отмечено постепенное улучшение показателей качества жизни до $9,2 \pm 4,3\%$ по ODI. В то же время в контрольной группе значения этого показателя достигли предоперационного уровня к 12 месяцам после операции и далее существенно не изменялись (рис. 24).

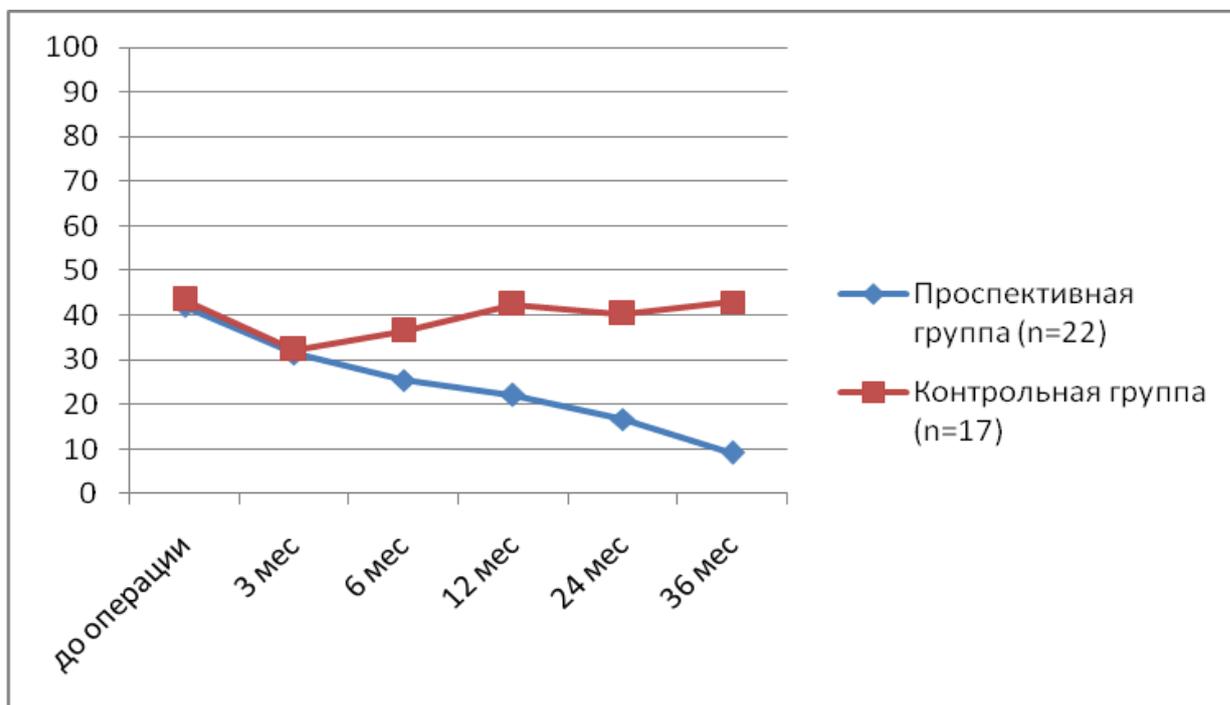


Рис. 24. Динамика уровня качества жизни у пациентов исследуемых групп

Хороший клинический результат, полученный у большинства больных проспективной группы через три года после оперативного лечения на поясничном отделе позвоночника, иллюстрирует следующее клиническое наблюдение.

Пациентка В., 52 лет. Диагноз: дегенеративно-дистрофическое заболевание позвоночника, стеноз позвоночного канала на уровне L4-L5. Вертеброгенный болевой синдром.

Поступила с жалобами на постоянные боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в ноги по задненаружной поверхности до голеностопных суставов. Уровень болевого синдрома в пояснице по ВАШ 6 баллов, в ногах 4 балла. Индекс ODI был равен 42%.

На этапе предоперационного рентгенографического обследования основные позвоночно-тазовые показатели находились в пределах нормы: поясничный лордоз 37° (норма $31\text{--}88^\circ$), тазовый угол составлял 51° (норма $51,9\pm 10^\circ$), угол наклона таза к вертикали был равен 19° (норма $13\pm 6^\circ$). При этом показатель разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) составил 14° (норма $51\text{--}37^\circ$) (рис. 25).

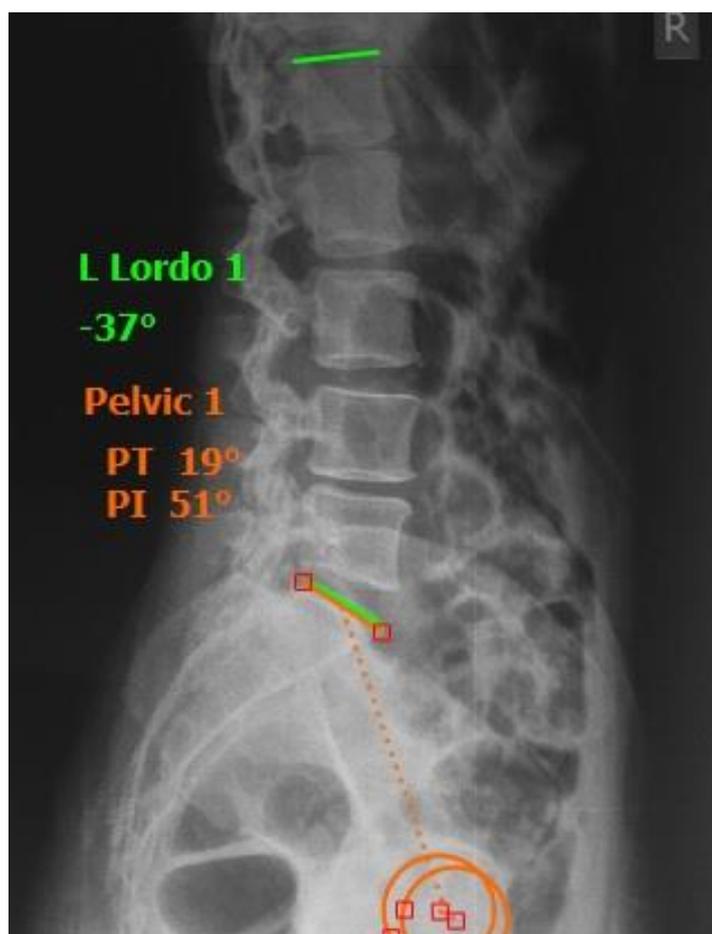


Рис. 25. Результаты предоперационного рентгенологического обследования больной В. 52 лет

На основании предоперационного обследования пациентке выполнено оперативное лечение в объеме: остеотомия по Smith-Peterson на уровне L4-L5, передний спондилодез из заднего доступа по методике TLIF (с максимально возможным вентральным позиционированием кейджа), транспедикулярный спондилосинтез L4-L5. Продолжительность операции – 110 мин, интраоперационная кро-

вопотеря – 300 мл. Применялась методика минимально инвазивного доступа при помощи тубулярных ранорасширителей. Ранний послеоперационный период протекал без особенностей, пациентка активизирована на 1-е сутки после операции.

Анализ послеоперационных рентгенограмм показал увеличение показателя поясничного лордоза до 48° . Соответственно, параметр PI-LL составил 3° ($51-48^\circ$) (рис. 26).

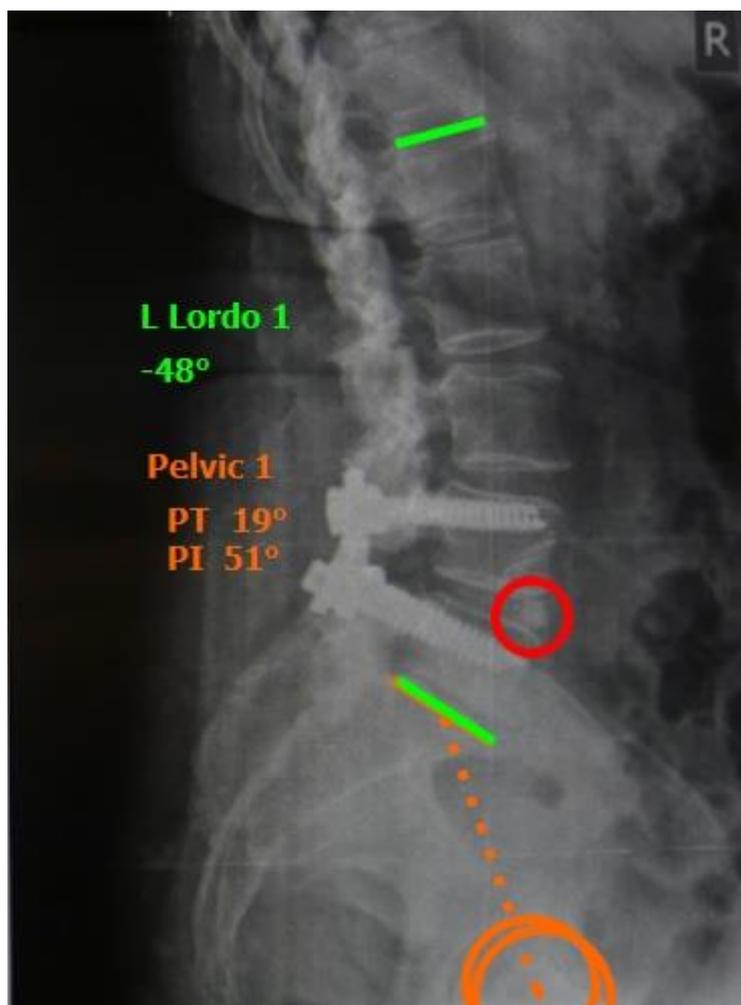


Рис. 26. Результаты послеоперационного рентгенологического обследования больной В., 52 лет

В отдаленном периоде наблюдения отмечено купирование болевого синдрома в ногах и снижение его уровня в поясничном отделе до 2 баллов через 3 месяца после операции. Индекс ODI, отражающий качество жизни, был равен 14% к 6 месяцу после операции и оставался на данном уровне в течение всего

срока наблюдения. За период трехлетнего наблюдения не было выявлено клинико-рентгенологических признаков болезни смежного сегмента.

Таким образом, применение оперативной техники, направленной на коррекцию сагиттального профиля у пациентов с нарушениями позвоночно-тазовых взаимоотношений, позволяет улучшить отдаленные результаты лечения и снизить вероятность развития БСС.

4.5. Обсуждение полученных результатов

Основными задачами оперативного лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическим заболеванием позвоночника являются декомпрессия неврологических структур и, при необходимости, стабилизация позвоночно-двигательных сегментов. Однако увеличение в последние годы оперативной активности при лечении данной категории пациентов сопровождается ростом числа осложнений в отдаленном периоде, связанных с декомпенсацией дегенеративных изменений вышележащего нефиксированного уровня.

Ключевая роль в развитии осложнений отдаленного периода принадлежит, по нашим данным, не столько значению поясничного лордоза (LL), сколько его отношению к ориентации таза в пространстве, выражаемому в показателе PI-LL. Таким образом, даже в условиях нормальных показателей поясничного лордоза (LL) и сагиттального баланса (SVA) невозможно исключить высокие риски развития БСС при высоком показателе PI. Полученные данные о значении показателя PI-LL находят отражение в недавних работах, посвященных анализу позвоночно-тазовых взаимоотношений (Rothenfluh D.A. et al., 2014; Senteler M. et al., 2014). При этом D.A. Rothenfluh с соавторами (2014) отмечали важность данного параметра не только в развитии БСС после стабилизации ПДС, но и в развитие первичных дегенеративных изменений в поясничном отделе.

В настоящее время продолжаются исследования, определяющие значения позвоночно-тазовых параметров в развитии БСС. А.А. Ghasemi с соавторами (2016) показывают значимость нарушений сагиттального профиля позвоночника, а К. Yamasaki с соавторами (2017) отмечают достоверное повышение рисков

появления БСС при увеличении показателя наклона таза к вертикали (РТ) более 21° . Неослабевающий интерес исследователей к определению факторов риска развития БСС среди позвоночно-тазовых параметров в очередной раз подчеркивает отсутствие однозначных ответов и окончательных программ предоперационного обследования и хирургического лечения.

Тем не менее, существующие на сегодняшний день хирургические методики позволяют корректировать некоторые позвоночно-тазовых параметры без применения более травматичной техники, чем в стандартных случаях лечения ДДЗП.

Хирургическое воздействие на факторы риска во время основного этапа оперативного лечения включает в себя увеличение поясничного лордоза посредством остеотомии по Smith-Peterson и компрессии задних отделов позвонков после предварительного введения межтелового кейджа. При этом для достижения большей величины коррекции используют максимально высокий кейдж, который устанавливают в наиболее вентральную позицию. Вследствие увеличения показателя поясничного лордоза (LL) происходит уменьшение такого ключевого параметра позвоночно-тазовых взаимоотношений, как PI-LL. Дополнительно, но не так прямолинейно, может происходить уменьшение показателя SVA и восстановление сагиттального баланса.

Оценка влияния факторов, описанная выше, предполагает статистически значимое снижение воздействия фактора разницы тазового угла и поясничного лордоза при его значениях ниже 12° .

Дополнительно проводимая денервация вышележащих дугоотростчатых суставов в случае наличия изначальных дегенеративных изменений не влияет на прогрессирование данной патологии, однако устраняет клинические проявления возникающего спондилоартроза.

В то же время применение минимально инвазивных методик хирургического доступа не снижает вероятность развития дегенеративной патологии проксимального контактного ПДС.

ГЛАВА 5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗНАЧИМОСТИ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ РИСКА РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИИ ПРОКСИМАЛЬНОГО КОНТАКТНОГО ПДС И ОБОСНОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ И АЛГОРИТМА ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТАКТИКИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

5.1. Сравнительный анализ значимости основных факторов риска развития дегенеративных изменений проксимального контактного ПДС

Проведенное исследование показало, что развитие патологических изменений на смежных уровнях играет значительную роль в развитии осложнений отдаленного периода оперативного лечения с применением металлофиксации.

При этом касательно дегенеративных изменений, значимость основных факторов риска в их развитии существенно отличается в условиях различных подходов к оперативному лечению.

В рамках предоперационного планирования особое внимание должно быть уделено расчету показателей глобального баланса, и прежде всего, сагиттального профиля позвоночника и позвоночно-тазовых взаимоотношений. Так же обязательным является изучение исходного состояния предполагаемого смежного сегмента на основании МРТ.

Следует отметить, что пациенты, включенные в исследование, соответствовали всем признакам когорты, что в конечном итоге повлияло на достоверность результатов.

На основании полученных данных была проведена комплексная оценка факторов риска развития изучаемой патологии. При этом оценка производилась как для развития патологии в целом, так и относительно ранней декомпенсации в ближайший год после операции.

Как было описано ранее, на развитие БСС, на основании трехлетнего наблюдения, значимое влияние оказывает разница тазового угла и поясничного лордоза. Так, показатель PI-LL, равный или выше 12° , повышает риск развития

декомпенсации дегенеративных изменений проксимального контактного ПДС в 4,2 раза ($p = 0,007$; ОШ: 4,2 (1,46-12,25)).

В развитии ранней декомпенсации ведущая роль принадлежит сагиттальному дисбалансу (SVA) и нарушениям позвоночно-тазовых взаимоотношений (PI-LL). При этом, согласно данному анализу, показатель PI-LL, равный или выше 13° , является значимым фактором риска раннего развития изучаемой патологии ($p = 0,004$; ОШ: 35.7, 95% ДИ: 6,59-193,12), а показатель SVA, превышающий 3 см, так же является статистически значимым фактором риска раннего развития изучаемой патологии ($p = 0,011$; ОШ: 6.5, 95% ДИ: 1,43-28,99).

Однако выявленная тенденция многократного возрастания рисков развития изучаемой патологии в течение первого года после операции с увеличением показателя PI-LL 13° и более и отклонением сагиттального баланса (SVA) кпереди свыше 3 см имеет лишь относительную достоверность вследствие наличия небольшой выборки.

Значимость предшествующих дегенеративных изменений была доказана нами в отношении спондилоартроза, варианта течения болезни смежного сегмента, представляющего 44% всей изучаемой патологии и в 60% случаев отвечающего за болевой синдром в поясничном отделе. Так наличие предшествующих дегенеративных изменений проксимального контактного ПДС 4 стадии и более по Pfirrmann повышает риск развития спондилоартроза в нем в 2,9 раза.

В заключение следует отметить, что возникновение БСС на фоне позвоночно-тазовых нарушений является прогностически неблагоприятным состоянием с высокой толерантностью к проводимой консервативной терапии и минимально инвазивной хирургии.

Комплексная оценка деформации позвоночника с определением основных позвоночно-тазовых взаимоотношений позволяет сформулировать алгоритмы хирургического лечения для взрослых пациентов с данной патологией.

При этом ключевая роль в развитии осложнений отдаленного периода принадлежит не столько значению поясничного лордоза (LL), сколько его отношению к ориентации таза в пространстве, выражаемое в показателе PI-LL. Таким

образом, даже в условиях нормальных показателей поясничного лордоза (LL) и сагиттального баланса (SVA) невозможно исключить высокие риски развития БСС при высоком показателе PI.

Таким образом, выполненная работа и ее результаты свидетельствуют о необходимости, на этапе предоперационного планирования, определения основных показателей сагиттального профиля и позвоночно-тазовых взаимоотношений, а также о целесообразности выполнения максимально возможной их коррекции.

5.2. Усовершенствованная диагностическая программа пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника с учетом профилактики развития патологии проксимального контактного ПДС

Для успешного проведения оперативного лечения больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника и профилактики раннего развития клинически значимых дегенеративных изменений нами было проведено детальное рентгенологическое исследование. На этапе обследования выполнялись функциональные рентгенограммы позвоночника и магнитно-резонансная томография.

До операции обязательным являлось проведение телерентгенографического исследования для оценки основных позвоночно-тазовых взаимоотношений и прогнозирования вероятности развития отсроченных осложнений.

Ключевым фактором являлось выявление значимого нарушения сагиттального баланса позвоночника и нарушений параметра разницы тазового угла и поясничного лордоза. Также обязательным является определение исходных изменений проксимального контактного ПДС непосредственно на момент операции.

Анализ отдаленных результатов лечения пациентов после инструментальной фиксации позволил статистически достоверно определить факторы риска значимые в развитии БСС.

Так, нарушения позвоночно-тазовых взаимоотношений, а именно разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL), положительный сагиттальный ба-

ланс позвоночника и наличие предшествующих дегенеративных изменений в той или иной степени вызывает развитие БСС.

Проведённые исследования, аналитическая оценка данных профильной литературы, а также анализ полученных результатов лечения позволили предложить усовершенствованную диагностическую программу для больных с учетом профилактики патологических изменений в проксимальном контактном ПДС (рис. 27).



Рис. 27. Усовершенствованная диагностическая программа для пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника с учетом профилактики БСС, где SVA – вертикальная сагиттальная ось; LL – поясничный лордоз; PI – тазовый угол; ПДС – позвоночно-двигательный сегмент

В подавляющем большинстве случаев показания к операции и объем хирургического вмешательства устанавливаются на основании анализа МРТ картины и, в некоторых случаях, функциональных рентгенограмм. Определение сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений не входит в стандартное предоперационное обследование у пациентов с ДДЗП. Учитывая отсутствие единого подхода к предоперационному обследованию пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, нами был предложен алгоритм предоперационного обследования с учетом профилактики развития БСС.

В случае установления показаний к инструментальной фиксации поясничного отдела позвоночника необходимо проанализировать некоторые дополнительные параметры, проявляющие свое значение в отдаленном послеоперационном периоде.

Первоначально оценивается МРТ поясничного отдела позвоночника, при этом внимание уделяется не только оперируемому уровню, но и сегменту выше предполагаемого уровня фиксации. При этом предпочтительным является оценка МРТ не более трехмесячной давности.

Вторым этапом анализируется телерентгенографическое исследование пациента, при этом рентгенограммы должны быть выполнены в положении стоя с захватом шейного отдела позвоночника и тазобедренных суставов. Для оценки характера позвоночно-тазовых взаимоотношений достаточно определить 4 основных параметра по телерентгенограммам в боковой проекции: сагиттальная вертикальная ось (SVA), поясничный лордоз (LL), тазовый угол (PI) и разницу между показателями PI и LL.

Заключительным этапом предоперационного обследования является непосредственное определение факторов риска развития БСС. К таким факторам мы относим смещение сагиттальной вертикальной оси (SVA) кпереди более 3 см, разница между показателями тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) 12° и более и наличие дегенеративных изменений проксимального контактного ПДС выше 3 стадии по Pfirrmann.

5.3. Алгоритм выбора тактики хирургического лечения больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника с учетом профилактики развития патологии проксимального контактного ПДС

В случае выявления описанных выше факторов риска развития БСС необходим пересмотр определенной ранее тактики оперативного лечения согласно предложенному алгоритму (рис. 28).

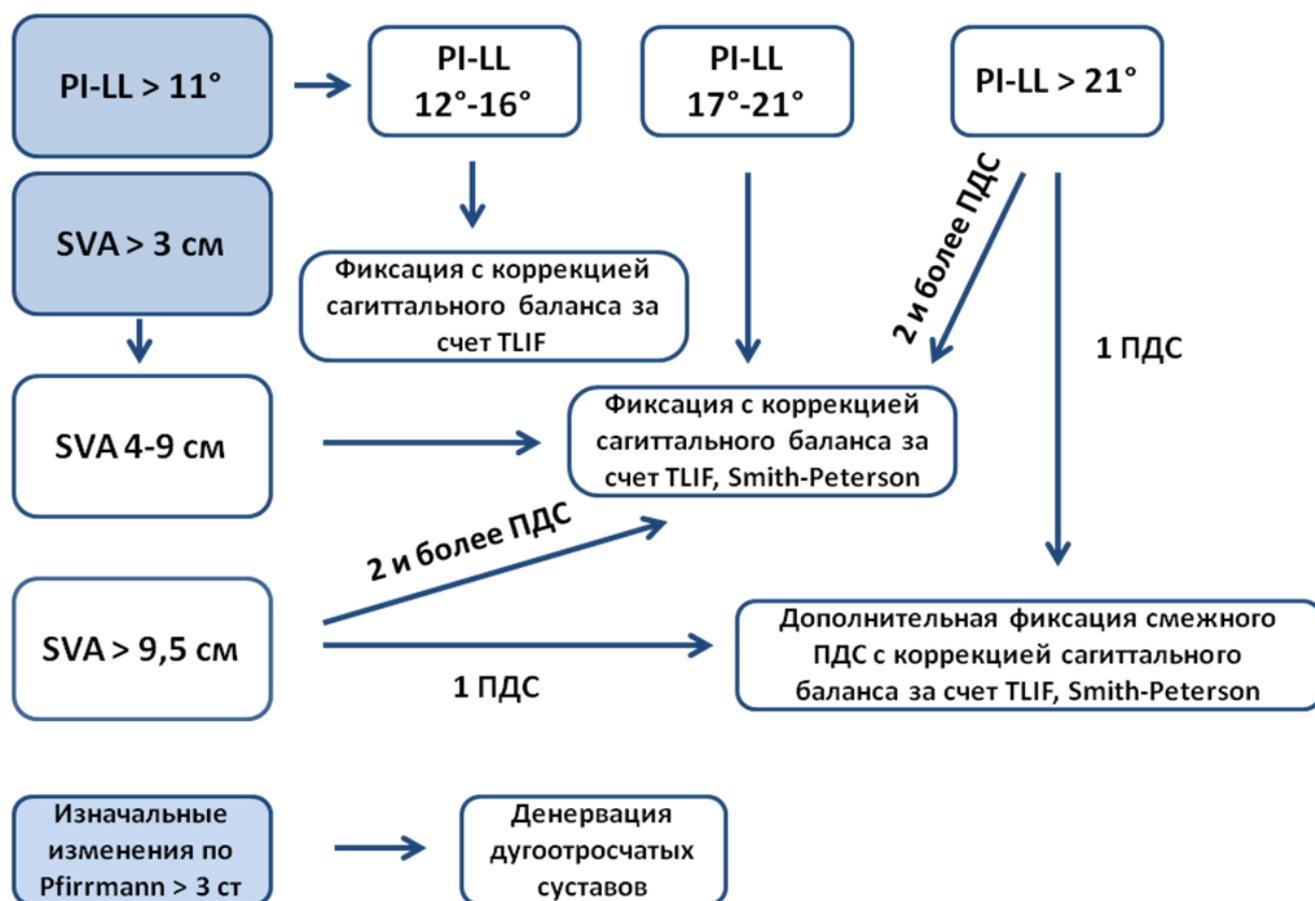


Рис. 28. Алгоритм выбора рациональной тактики лечения больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, где SVA – вертикальная сагиттальная ось; PI-LL – разница между тазовым углом и поясничным лордозом; TLIF - transforaminal lumbar interbody fusion; ПДС – позвоночно-двигательный сегмент

Первым этапом оценивается ключевой показатель позвоночно-тазовых взаимоотношений - разница между тазовым углом и поясничным лордозом (PI-LL). При этом если данный показатель не превышает 16° , то достигнуть необходимой величины коррекции возможно за счет максимально вентрального расположения межтелового кейджа. В том случае, если показатель PI-LL находится в пределах 17° – 21° , то помимо установки межтелового кейджа по описанной выше методике дополнительно должна быть выполнена остеотомия по Smith-Peterson. Данная тактика хирургического лечения должна быть выбрана и в случае выявления умеренно выраженного положительного сагиттального дисбаланса (SVA 4–9 см).

При наличии выраженных позвоночно-тазовых нарушений или сагиттального дисбаланса (PI-LL $> 21^\circ$; SVA $> 9,5$ см) тактика оперативного лечения отличается в зависимости от распространенности первичного поражения. Так, при необходимости полисегментарной фиксации коррекция показателей позвоночно-тазовых соотношений и сагиттального профиля, в большинстве случаев, может быть достигнута за счет применения описанной выше методики на нескольких уровнях. В случае моносегментарного поражения на фоне грубых нарушений сагиттального баланса и позвоночно-тазовых соотношений, в зону инструментальной фиксации необходимо включать проксимальный контактный ПДС. Данное утверждение обусловлено, прежде всего, технической невозможностью восстановления необходимой величины поясничного лордоза за счет оперативного вмешательства на одном сегменте. При этом данная категория пациентов должна рассматриваться в рамках лечения деформаций позвоночника, несмотря на локальный характер дегенеративного поражения.

Заключительным этапом оценивается наличие дегенеративной патологии в проксимальном контактном сегменте. Так в случае выявления изменений характерных для 4 стадии и выше по Pfirrmann рекомендуется интраоперационно выполнять денервацию дугоотростчатых суставов вышележащего позвонка.

Завершая последнюю главу, следует также отметить, что обоснование алгоритмов предоперационной диагностики и выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с учетом профилактики развития БСС, представленное

в настоящем разделе диссертационной работы, явилось одним из важнейших результатов выполненного нами исследования, которое позволило решить четвертую и пятую задачи и реализовать его цель.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БСС, возникающая после ригидной инструментальной фиксации поясничного отдела позвоночника, широко обсуждается в мировой литературе на протяжении более чем трех десятилетий (Ehni G. et al., 1981; Park P., et al., 2004; Rao R.D. et al., 2005; Cheh G., et al., 2007; Radcliff K.E. et al., 2013; Yamasaki K. et al., 2017). При этом основной вопрос обсуждения заключается в том, что в случае оперативного лечения дегенеративной патологии позвоночника развитие БСС может являться не более чем следствием естественного течения заболевания. Следует отметить, что однозначно ответить на этот вопрос до сих пор не представляется возможным, особенно с учетом весьма отдаленных сроков развития и клинических проявлений данной патологии.

В настоящее время описано множество факторов, способствующих появлению и прогрессивному развитию патологических изменений в проксимальном контактом с фиксируемым ПДС, и их количество постоянно растет (Dekutoski M.V. et al., 1994; Aota Y. et al., 1995; Chow D.H. et al., 1996; Edwards C.C. et al., 2004; Hilibrand A.S. et al., 2004; Rao R.D. et al., 2005; Cho K.J. et al., 2009; Rothenfluh D.A. et al., 2014). Однако отсутствие единого мнения по данному вопросу является скорее показателем недостаточной изученности представленной проблемы.

Настоящее диссертационное исследование было проведено с целью определения наиболее значимых факторов риска развития БСС, разработки мер по ее профилактике и улучшению отдаленных результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника.

Для этого нами были проанализированы особенности и результаты хирургического лечения 142 пациентов с дегенеративно-дистрофическим поражением позвоночника после ригидной инструментальной фиксации поясничного отдела, проходивших лечение в клинике РНИИТО им. Р.Р. Вредена в период с 2006 по 2014 год, а также профильные научные публикации.

При этом пациенты, вошедшие в ретроспективную часть исследования, были отобраны согласно описанным выше критериям включения и исключения, что позволило нам сформировать полноценную когорту из 120 человек.

В ходе решения первой задачи, предполагавшей изучение клинорентгенологических особенностей патологических изменений в проксимальном контактном с фиксированным, ПДС были получены важные сведения о рентгенологических изменениях, предшествующих развитию БСС у пациентов с ДДЗП. Так у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника начальные дегенеративные изменения проксимальных контактных межпозвоноковых дисков без снижения их высоты, т.е. диагностируемые только по данным МРТ, наблюдаются в 28,4% случаев. Также нарушение ключевого показателя позвоночно-тазовых взаимоотношений (PI-LL) у 24 (73%) пациентов не сочеталось с изменениями показателей сагиттального профиля позвоночника и могло быть выявлено только по данным анализа телерентгенограмм. При этом стандартное обследование пациентов с ДДЗП не выявляет изменений, которые могут играть ведущую роль в развитии изучаемой патологии. Кроме того, анализ клинорентгенологических проявлений БСС показал значительную долю (44%) спондилоартроза, как варианта течения БСС, который в 60% случаев отвечает за болевой синдром в поясничном отделе. Полученные на данном этапе предварительные результаты побудили совершенствовать программу предоперационного обследования пациентов изучаемого профиля.

Реализация второй задачи нашей диссертационной работы предполагала оценку влияния баланса туловища, позвоночно-тазовых взаимоотношений и дегенеративных изменений в ПДС над зоной инструментальной фиксации на развитие БСС в раннем и отдаленном периодах.

Для этого все пациенты были проанализированы на предмет наличия наиболее обсуждаемых факторов риска развития патологии проксимального контактного ПДС. Далее, используя непараметрический критерий Манна-Уитни и логистический регрессионный анализ, нами были определены основные факторы,

ассоциированные с развитием БСС как за весь период наблюдения, так и в случае ее раннего проявления.

На данном этапе для всех пациентов средствами ROC анализа и множественной логистической регрессии была проведена оценка степени влияния определенных ранее факторов риска.

По результатам оценки влияния изучаемых факторов на развитие декомпенсации дегенеративных изменений вне зависимости от ее сроков возникновения достоверная значимость была получена для показателя разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) от 12° и более. При этом риски возникновения данного осложнения возрастают в 4,2 раза.

Анализ влияния факторов риска на развитие БСС в течение первого года после операции показал значимость показателей сагиттального дисбаланса (SVA) и позвоночно-тазовых взаимоотношений (PI-LL). При этом с увеличением данных параметров свыше определенных пороговых значений (13° для PI-LL и 4 см для SVA) происходит многократное увеличение рисков развития БСС. Несмотря на то, что статистическая достоверность данных показателей условна в связи с наличием небольшой выборки пациентов, определяется достаточно явная тенденция прямой положительной зависимости параметров сагиттального баланса (SVA), позвоночно-тазовых взаимоотношений (PI-LL) и рисков развития ранней декомпенсации дегенеративных изменений. При этом в группе пациентов с ранним развитием изучаемой патологии сочетание двух и более значимых факторов риска встречалось в 6 (75%) случаях, в группе отсроченного проявления БСС – в 6 (21%) случаях, в то время как в группе без признаков декомпенсации проксимального контактного ПДС у 11 (12,5%) пациентов.

Кроме того, нами была доказана значимость предшествующих дегенеративных изменений в отношении развития спондилоартроза как варианта течения БСС. Так, наличие предшествующих дегенеративных изменений проксимального контактного ПДС 4 стадии и более по Pfirrmann значимо повышает риск развития спондилоартроза в нем в 2,9 раза. Также мы проследили закономерность между наличием нарушений разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) и

уровнем болевого синдрома (VAS), а также качества жизни данной категории пациентов (ODI). Так, уровень болевого синдрома и качество жизни пациентов имели статистически значимую тенденцию к ухудшению в условиях наличия нарушений таких позвоночно-тазовых взаимоотношений, как разница тазового угла и поясничного лордоза.

Третья задача нашей диссертационной работы предполагала оценку эффективности коррекции сагиттального профиля и позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника на основании анализа частоты развития БСС и отдаленных результатов лечения профильных пациентов в целом. Для этого на данном этапе нашей работы было проведено проспективное исследование в группе из 22 пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, имевших показатель разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) 12° и более. Данным пациентам оперативное лечение дополнялось хирургическими приемами, позволяющими увеличивать поясничный лордоз и, тем самым, уменьшать показатель PI-LL. В контрольную группу сравнения вошли 17 больных из первичной когорты пациентов, у которых также, по данным предоперационного обследования, значение параметра PI-LL было равно 12° и более. У больных обеих этих групп были оценены основные позвоночно-тазовые параметры, показатели болевого синдрома и качества жизни до операции, а также в отдаленном периоде наблюдения (через 3, 6, 12, 24 и 36 месяцев). Проведенный статистический анализ показал, что применение описанной выше хирургической техники приводит к уменьшению показателя PI-LL в 2,4 раза (с $14,9 \pm 3,3^\circ$ до $6,3 \pm 3,2^\circ$), что позволяет снижать вероятность развития БСС в 3,1 раза ($p=0,045$). Оценка отдаленных результатов лечения выявила значимые отличия в уровне болевого синдрома, качестве жизни и вероятности развития болезни смежного сегмента у пациентов исследуемой и контрольной групп ($p<0,05$).

Все приведенные выше результаты, полученные в ходе решения первых трех задач диссертационного исследования, были обобщены и использованы при обосновании и создании усовершенствованной диагностической программы и ал-

горитма выбора рационального варианта оперативного лечения у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника с учетом профилактики развития БСС.

В предложенной нами диагностической программе ключевая роль отводится предоперационной оценке состояния смежного ПДС на основании МРТ и основных параметров позвоночно-тазовых взаимоотношений по данным телерентгенограмм. На основании данной оценки проводится непосредственное определение факторов риска развития БСС. К таким факторам мы относим смещение сагиттальной вертикальной оси (SVA) кпереди более 3 см, разницу между показателями тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) равную 12° и более, а также наличие дегенеративных изменений проксимального контактного ПДС выше 3 стадии по Pfirrmann.

В случае выявления описанных выше факторов риска развития болезни смежного сегмента необходим пересмотр определенного ранее операционного плана согласно предложенному алгоритму выбора рациональной тактики хирургического лечения. Так, при наличии нарушений позвоночно-тазовых параметров различной степени нами предложен и апробирован в клинике подход с применением методик восстановления должных величин поясничного лордоза, включающий такие приемы, как максимально вентральное позиционирование межтелового кейджа, остеотомия по Smith-Peterson и дополнительная фиксация вышележащего ПДС. При этом инструментальная профилактическая фиксация проксимального контактного ПДС, исходя из анализа наших данных, должна применяться по строгим показаниям в случаях моносегментарного поражения на фоне грубых нарушений сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений в том случае, когда восстановление данных параметров технически невозможно за счет операции на одном ПДС.

Кроме того, в случае выявления предшествующих дегенеративных изменений вышележащего ПДС характерных для 4-й стадии и выше по Pfirrmann рекомендуется интраоперационно выполнять денервацию дугоотростчатых суставов вышележащего позвонка.

Разработка и обоснование данных алгоритмов являлось четвертой и пятой задачами поставленными нами. Предложенные алгоритмы, представленные в виде специальных блок-схем, позволяют обоснованно подходить к предоперационному обследованию и планированию операции и обеспечивают благодаря этому повышение эффективности оперативного лечения профильных пациентов и улучшение его отдаленных результатов, что и являлось, по сути, целью нашей диссертационной работы.

Таким образом, в ходе проведения диссертационного исследования удалось решить все пять задач, что обеспечило реализацию поставленной цели. Сделанные на основании полученных результатов выводы и практические рекомендации представлены далее.

ВЫВОДЫ

1. Хирургическое лечение пациентов с ригидной фиксацией поясничного отдела позвоночного столба приводит к развитию и быстрому прогрессированию дегенеративных изменений в проксимальном контактном ПДС в 30% случаев за трехлетний период, проявляющейся в 44,4% случаях в виде спондилоартроза, при этом начальные дегенеративные изменения в проксимальном контактном межпозвонковом диске без снижения его высоты, т.е. диагностируемые только по данным МРТ, наблюдаются в 28,4% случаев, что необходимо учитывать при прогнозировании рисков развития БСС.

2. Сравнительный анализ показал, что разница тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) является статистически значимым фактором риска развития дегенеративной патологии проксимального контактного ПДС, при этом значение показателя PI-LL равное 12° , увеличивает риск развития БСС в 4,2 раза ($p=0,007$), а наличие предшествующих дегенеративных изменений в проксимальном контактном ПДС (> 3 ст. по Pfirrmann) статистически значимо ($p=0,009$) в 2,9 раза увеличивает риск развития спондилоартроза как одного из ведущих вариантов течения БСС.

3. Применение оперативной техники, направленной на коррекцию сагиттального профиля у пациентов с нарушениями позвоночно-тазовых взаимоотношений значимо уменьшает показатель PI-LL более чем в 2 раза ($p=0,001$), снижает вероятность развития БСС в 3,1 раза ($p=0,045$), улучшает отдаленные результаты лечения, уменьшая уровень болевого синдрома и повышая качество жизни пациентов ($p<0,05$).

4. Усовершенствованная диагностическая программа для пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника позволяет выявлять статистически значимые факторы риска развития БСС и осуществлять мероприятия по их профилактике.

5. Разработанный алгоритм выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями по-

звоночника позволяет снизить частоту осложнений, связанных с декомпенсацией дегенеративных изменений проксимального контактного ПДС после ригидной инструментальной фиксации, в 3,1 раза ($p=0,045$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Оценка исходного состояния предполагаемого проксимального контактного ПДС должна проводиться по данным МРТ непосредственно перед инструментальной фиксацией в поясничном отделе позвоночника.

2. Предоперационное планирование лечения пациентов со дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, кроме стандартного обследования, должно включать анализ позвоночно-тазовых взаимоотношений и глобального баланса на основании телерентгенографического исследования.

3. Инструментальная профилактическая фиксация смежного вышележащего сегмента должна применяться по строгим показаниям в случае моносегментарного поражения на фоне грубых нарушений сагиттального баланса и позвоночно-тазовых соотношений в том случае, когда восстановление данных параметров технически невозможно за счет операции на одном ПДС.

4. Интраоперационная денервация вышележащих дугоотростчатых суставов должна выполняться при наличии исходных дегенеративных изменений 4 стадии и выше по Pfirrmann в позвоночно-двигательном сегменте над зоной фиксации.

5. Стабилизация позвоночника без коррекции имеющихся нарушений сагиттального баланса и позвоночно-тазовых взаимоотношений не должна применяться у пациентов с ДДЗП ввиду достоверного повышения риска развития осложнений, связанных с декомпенсацией смежных ПДС в отдаленном послеоперационном периоде.

6. Пациенты после оперативного лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника на фоне неблагоприятных позвоночно-тазовых взаимоотношений должны проходить ежегодное клинорентгенологическое обследование с учетом высоких рисков развития БСС.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БСС – болезнь смежного сегмента

ДДЗП – дегенеративно-дистрофическое заболевание позвоночника

ДИ – доверительный интервал

ИМТ – индекс массы тела

КТ – компьютерная томография

М/п диск – межпозвонковый диск

МРТ – магнитно-резонансная томография.

ОШ – отношение шансов

ПДС – позвоночно-двигательный сегмент

ASD – Adjacent Segment Disease (болезнь смежного сегмента)

LL – Lumbar Lordosis (поясничный лордоз)

ODI – Oswestry Disability Index (индекс нарушения жизнедеятельности Освестри).

PI – Pelvic Incidence (тазовый угол)

PT – Pelvic Tilt (наклон таза к вертикали)

SVA – Saggital Vertical Axis (сагиттальная вертикальная ось)

SS – Sacral Slope (наклон крестца)

ТК – Thorocal Kiphosis (грудной кифоз)

TLIF – Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (чрезфораминальный межтеловой спондилодез на поясничном отделе).

VAS – Visual Analog Score (визуально-аналоговая шкала).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амин, Ф.И. Тактика хирургического лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний пояснично-крестцового отдела позвоночника у лиц пожилого и старческого возраста / Ф.И. Амин // Вестник травматологии и ортопедии им.Н.Н. Приорова. – 2009. – № 2. – С. 40-47.
2. Аскарлов, А.А. Ошибки и осложнения транспедикулярной фиксации позвоночника погружными конструкциями / А.А. Аскарлов, К.А. Бердюгин, А.К. Чертков [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 4. – С. 425-431.
3. Афаунов, А.А. Анализ причин ревизионных операций при хирургическом лечении больных с поясничными стенозами дегенеративной этиологии / А.А. Афаунов, И.В. Басанкин, А.В. Кузьменко // Хирургия позвоночника. – 2014. – № 1. – С. 86-93.
4. Ахадов, Т.А. Магнитно-резонансная томография в диагностике ранних постоперационных осложнений после хирургического лечения дегенерации межпозвонковых дисков / Т.А. Ахадов, Г.А. Оноприенко, В.Ю. Шантырь // Нейрохирургия. – 1999. – № 3. – С. 19-25.
5. Берснев, В.П. Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов / В.П. Берснев, Е.А. Давыдов, Е.Н. Кондаков. – СПб. : Спец. литература, 1998. – 368 с.
6. Булатов, А.В. Эффективность применения минимально-инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств в хирургическом лечении рецидивов болевого синдрома после операций на поясничном отделе позвоночника / А.В. Булатов, Д.М. Козлов, А.В. Крутько [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2014. – № 2. – С. 60-66.
7. Василенко, И.И. Изменение сагиттального баланса у пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным стенозом поясничного отдела позвоночника / И.И. Василенко, В.С. Климов, А.В. Евсюков [и др.] // Журнал вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2015. – № 5. – С. 102-107.

8. Ветрилэ, С.Т. Особенности хирургического лечения больных с осложненными компрессионными переломами тел позвонков грудного и поясничного отдела позвоночника на фоне системного остеопороза / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, Л.Ю. Дарчия [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2009. – №2. – С. 34.

9. 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.

10. Гиоев, П.М. Диагностика и повторное хирургическое лечение пациентов, оперированных по поводу грыжи межпозвонкового диска на поясничном уровне / П.М. Гиоев, И.В. Зуев, В.В. Щедренок // Хирургия позвоночника. – 2013. – № 1. – С. 64-70.

11. Грунтовский, Г.Х. Диспластические деформации позвоночных сегментов при остеохондрозе / Г.Х. Грунтовский, В.А. Колесниченко // Вестник травматологии и ортопедии им.Н.Н. Приорова. – 2000. – № 1. – С. 26-30.

12. Колесов, С.В. Использование стержней из титанола при фиксации пояснично-крестцового отдела позвоночника (проспективное рандомизированное клиническое исследование) / С.В. Колесов, В.В. Швец, Д.А. Колбовский [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2014. – № 2. – С. 19-24.

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

14. Луцик, А.А. Спондилоартроз / А.А Луцик, И.Р. Шмидт, Е.Б. Колотов. – Новосибирск: Издатель, 2003. – 290 с.

15. Миронов, С.П. Оперативное лечение спондилолистеза позвоночника L5 с применением транспедикулярных фиксаторов / С.П. Миронов, С.Т. Ветрилэ., М.С. Ветрилэ [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 4. – С. 39-46.

16. Мушкин, А.Ю. Биомеханика позвоночника в норме и при патологических состояниях: основные аспекты исследований / А.Ю. Мушкин, Э.В. Ульрих, И.В. Зуев // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 4. – С. 53-61.
17. Полюхович, Э.М. Хирургическое лечение посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника / Э.М. Полюхович // Хирургия позвоночника. – 2007. – № 3. – С. 8-15.
18. Продан, А.И. Осложнения хирургического лечения поясничного спинального стеноза / А.И. Продан, О.И. Перепечай, В.А. Колесниченко // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 1. – С. 31-37.
19. Сабыралиев М.К. Хирургическое лечение пояснично-крестцового спондилолистеза стабилизирующим передним корпородезом: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Сабыралиев М.К. – Бишкек, 2006. – 24 с.
20. Ульрих, Э.В. Вертебральная патология в синдромах / Э.В. Ульрих, А.Ю. Мушкин, А.В. Губин // Новосибирск, 2016. – 46 с.
21. Ульрих, Э.В. Вертебродология в терминах, цифрах, рисунках / Э.В. Ульрих, А.Ю. Мушкин // СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2004. – 187 с.
22. Шотемор, Ш.Ш. К вопросу о нестабильности позвоночника / Ш.Ш. Шотемор // Ортопедия и травматология. – 1979. – № 5. – С. 44-49.
23. Шульга, А.Е. Результаты вертебропластики при повреждениях грудного и поясничного отделов позвоночника у больных с остеопорозом / А.Е. Шульга // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 2.
24. Шустин, В.А. Диагностика и хирургическое лечение неврологических осложнений поясничного остеохондроза / В.А. Шустин, В.Е. Парфенов, С.В. Топтыгин [и др.] // СПб.: Фолиант, 2006. – 168 с.
25. Юмашев, Г.С. Повреждения тел позвонков, межпозвонковых дисков и связок / Г.С. Юмашев, Л.Л. Силин // Ташкент: Медицина, – 1971. – 228 с.
26. Ahn, U.M. Functional outcome and radiographic correction after spinal osteotomy / U.M. Ahn // Spine. – 2002. – Vol. 27. – P. 1000-1202.

27. Akamaru, T. Adjacent segment motion after a simulated lumbar fusion in different sagittal alignments: a biomechanical analysis / T. Akamaru, N. Kawahara, S. Tim Yoon // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – P. 1560-1566.
28. Albert, T.J. Health outcome assessment before and after adult deformity surgery: a prospective study / T.J. Albert, J. Purtill, J. Mesa [et al.] // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – P. 2002-2005.
29. Alentado, V.J. Predisposing Characteristics of Adjacent Segment Disease After Lumbar Fusion / V.J. Alentado, D. Lubelski, A.T. Healy [et al.] // *Spine*. – 2016. – Vol. 41, N 14. – P. 1167-1172.
30. Anandjiwala, J. Adjacent segment degeneration after instrumented posterolateral lumbar fusion: a prospective cohort study with a minimum five-year follow-up / J. Anandjiwala, J.Y. Seo, K.Y. Ha [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2011. – Vol. 20. – P. 1951-1960.
31. Aota, Y. Postfusion instability at the adjacent segments after rigid pedicle screw fixation for degenerative lumbar spinal disorders / Y. Aota, K. Kumano, S. Hirabayashi // *J. Spinal Disord.* – 1995. – Vol. 8. – P. 464-473.
32. Axelsson, P. Adjacent segment hypermobility after lumbar spine fusion / P. Axelsson, R. Johnsson, B. Strömquist // *Acta Orthopaedica*. – 2007. – Vol. 78, N 6. – P. 834-839.
33. Baron, E.M. Medical complications of surgical treatment of adult spinal deformity and how to avoid them / E.M. Baron, T.J. Albert // *Spine*. – 2006. – Vol. 31, N 19. – P. 106-118.
34. Barrey, C. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine. Can we identify the compensatory mechanisms? / C. Barrey, P. Roussouly, G. Perrin // *Eur. Spine J.* – 2011. – Vol. 20, N 5. – P. 626-633.
35. Barrey, C. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases / C. Barrey, J. Jund, O. Nosedá, P. Roussouly // *Eur. Spine J.* – 2007. – Vol. 16. – P. 1459-1467.

36. Bastian, L. Evaluation of the mobility of adjacent segments after posterior thoracolumbar fixation: a biomechanical study / L. Bastian, U. Lange, C. Knop // *Eur. Spine J.* – 2001. – Vol. 10. – P. 295-300.
37. Benoist, M. Natural history of the aging spine / M. Benoist // *Eur. Spine J.* – 2003. – Vol. 12, N 2. – P. 86-89.
38. Bernhardt, M. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction / M. Bernhardt, K.H. Bridwell // *Spine.* – 1989. – Vol. 14. – P. 717-721.
39. Bisschop, A. The effects of single-level instrumented lumbar laminectomy on adjacent spinal biomechanics / A. Bisschop, R.M. Holewijn, I. Kingma // *Global Spine J.* – 2015. – Vol. 5. – P. 39-48.
40. Boden, S.D. Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation / S.D. Boden, D.O. Davis, T.S. Dina // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1990. – Vol. 72, N 3. – P. 403-408.
41. Bridwell, K.H. Decision making regarding Smith-Petersen vs. pedicle subtraction osteotomy vs. vertebral column resection for spinal deformity / K.H. Bridwell // *Spine.* – 2006. – Vol. 31, N 19. – P. 171-178.
42. Bridwell, K.H. Adult spinal deformity revision surgery/ K.H. Bridwell, R.F. Heary, T.J. Albert // *Spinal Deformity.* – 2007. – Vol. 1. – P. 240-248.
43. Brodsky, A.E. Segmental (“floating”) lumbar spine fusions / A.E. Brodsky, R.L. Hendricks, M.A. Khalil // *Spine.* – 1989. – Vol. 14. – P. 447-450.
44. Brunet, J.A. Acquired spondylosis after spinal fusion / J.A. Brunet, L.J. Wiley // *J. Bone Joint Surg.* – 1984. – Vol. 66. – P. 720-724.
45. Chan, D. Genetics of disc degeneration / D. Chan, Y. Song, P. Sham, K.M. Cheung // *Eur. Spine J.* – 2006. – Vol. 15, N 3. – P. 317-325.
46. Cheh, G. Adjacent segment disease following lumbar / thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up / G. Cheh, K.H. Bridwell, L.G. Lenke // *Spine.* – 2007. – Vol. 32. – P. 2253-2257.

47. Cho, K.J. Arthrodesis to L5 versus S1 in long instrumentation and fusion for degenerative lumbar scoliosis / K.J. Cho, S.I. Suk, S.R. Park [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2009. – Vol. 18. – P. 531-537.
48. Chosa, E. Analysis of the effect of lumbar spine fusion on the superior adjacent intervertebral disk in the presence of disk degeneration, using the three-dimensional finite element method / E. Chosa, K. Goto, K. Tororibe [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2004. – Vol. 17. – P. 134-139.
49. Chow, D.H. Effects of short anterior lumbar interbody fusion on biomechanics of neighboring unfused segments / D.H. Chow, K.D. Luk, J.H. Evans, J.C. Leong // *Spine.* – 1996. – Vol. – 21. – P. 549-555.
50. Cochran, T. Long-term anatomic and functional changes in patients with adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod fusion / T. Cochran, L. Irstam, A. Nachemson // *Spine.* – 1983. – Vol. 8 – P. 576-584.
51. Connolly, P.J. Adolescent idiopathic scoliosis. Long-term effect of instrumentation extending to the lumbar spine / P.J. Connolly, H.P. Von Schroeder, G.E. Johnson [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1995. – Vol. 77. – P. 1210-1216.
52. 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.
53. Dekutoski, M.B. Comparison of in vivo and in vitro adjacent segment motion after lumbar fusion / M.B. Dekutoski, M.J. Schendel, J.W. Ogilvie [et al.] // *Spine.* – 1994. – Vol. 19. – P. 1745-1751.
54. Dekutoski, M.B. Fusion to the sacrum in adult idiopathic scoliosis: the role of sagittal balance / M.B. Dekutoski, M. Cohen, M.J. Schendel [et al.] // *Orthop. Trans.* – 1993. – Vol. 17. – P. 125-126.
55. Deyo, R.A. Lumbar spinal fusion: A cohort study of complications, reoperations, and resource use in the Medicare population / R.A. Deyo, M.-A. Ciol, D.C. Cherkin [et al.] // *Spine.* – 1993. – Vol. 18. – P. 1463-1470.

56. Djurasovic, M.O. Sagittal alignment as a risk factor for adjacent level degeneration: a case-control study / M.O. Djurasovic, L.Y. Carreon, S.D. Glassman [et al.] // *Orthopedics*. – 2008. – Vol. 31. – P. 54-56.
57. Edwards, C.C. II. Long adult deformity fusions to L5 and the sacrum a matched cohort analysis. / C.C. Edwards II, K.H. Bridwell, A. Patel // *Spine*. – 2004. – Vol. 29. – P. 1996-2005.
58. Edwards, C.C. II. Thoracolumbar deformity arthrodesis to L5 in adults: the fate of the L5-S1 disc / C.C. Edwards II, K.H. Bridwell, A. Patel [et al.] // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – P. 2122-2131.
59. Ehni, G. The role of spinal fusion. / G. Ehni // *Spine*. – 1981. – Vol. 6. – P. 308-310.
60. Ekman, P.A. Prospective randomized study on the long-term effect of lumbar fusion on adjacent disc degeneration / P. Ekman, H. Moller, A. Shalabi // *Eur. Spine J.* – 2009. – Vol. 18. – P. 1175-1186.
61. Epstein, J.A. Symptomatic lumbar scoliosis with degenerative changes in the elderly / B.S. Epstein, M.D. Jones // *Spine*. – 1979. – Vol. 4, N 6. – P. 542-547.
62. Etebar, S. Risk factors for adjacent-segment failure following lumbar fixation with rigid instrumentation for degenerative instability / S. Etebar, D.W. Cahill // *J. Neurosurg. Spine*. – 1999. – Vol. 90. – P. 163-169.
63. Fink, H.A. Disability after clinical fracture in postmenopausal women with low bone density: the fracture intervention trial (FIT) / H.A. Fink // *Osteoporosis international*. – 2003. – Vol. 14, N 1. – P. 69-76.
64. Fujiwara, A. Morphologic changes in the lumbar intervertebral foramen due to flexion-extension, lateral bending, and axial rotation: an in vitro anatomic and biomechanical study / A. Fujiwara, H.S. An, T.H. Lim, V.M. Haughton // *Spine*. – 2001. – Vol. 26, N 8. – P. 876-882.
65. Ghasemi, A.A. Adjacent segment degeneration after posterior lumbar fusion: an analysis of possible risk factors / A.A. Ghasemi // *Clin. Neurol. Neurosurg.* – 2016. – Vol. 143. – P. 15-18.

66. Gillet, P. The fate of the adjacent motion segments after lumbar fusion / P. Gillet // *Journal of Spinal Disorders & Techniques*. – 2003. – Vol. 16, N 4. – P. 338-345.
67. Glassman, S.D. Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis / S.D. Glassman, S. Berven, K. Bridwell [et al.] // *Spine*. – 2005. – Vol. 30. – P. 682-688.
68. Goffin, J. Long-term follow-up after interbody fusion of the cervical spine / J. Goffin, E. Geusens, N. Vantomme [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2004. – Vol. 17, N 2. – P. 79-85.
69. Goldberg, C. Handedness and scoliosis convexity: a reappraisal / C. Goldberg, F.E. Dowling // *Spine*. – 1990. – Vol. 15, N 2. – P. 61-64.
70. Greenwood, J. Rehabilitation following lumbar fusion surgery: a systematic review and meta-analysis / J. Greenwood, A. McGregor, F. Jones [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2016. – Vol. 41. – P. 28-36.
71. Guigui, P. Long-term influence of associated arthrodesis on adjacent segments in the treatment of lumbar stenosis: a series of 127 cases with 9-year follow-up / P. Guigui, P. Wodecki, P. Bizot [et al.] // *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* – 2000. – Vol. 86. – P. 546-557.
72. Ha, K.Y. Expression of estrogen receptor of the facet joints in degenerative spondylolisthesis / K.Y. Ha, C.H. Chang, K.W. Kim [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2005. – Vol. 30. – P. 562-566.
73. Hambly, M.F. The transition zone above a lumbosacral fusion. / M.F. Hambly, L.L. Wiltse, N. Raghavan // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1998. – Vol. 23, N 16. – P. 1785-1792.
74. Harris, R.I. Acquired spondylosis as a sequel to spine fusion / R.I. Harris, J.J. Wiley // *J. Bone Joint Surg. (Am)*. – 1963. – Vol. 45. – P. 1159-1170.
75. Hayes, M.A. Clinical and radiological evaluation of lumbosacral motion below fusion levels in idiopathic scoliosis / M.A. Hayes, S.F. Tompkins, W.A. Herndon [et al.] // *Spine*. – 1988. – Vol.13. – P. 1161-1167.

76. Hilibrand, A.S. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion? / A.S. Hilibrand, M. Robbins // *Spine J.* – 2004. – Vol. 4, N 6. – P. 190-194.
77. Hikata, T. Risk factors for adjacent segment disease after posterior lumbar interbody fusion and efficacy of simultaneous decompression surgery for symptomatic adjacent segment disease / T. Hikata, M. Kamata, M. Furukawa // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2014. – Vol. 27. – P. 70-75.
78. Hioki, A. Two-level posterior lumbar interbody fusion for degenerative disc disease: improved clinical outcome with restoration of lumbar lordosis / A. Hioki, K. Miyamoto, H. Kodama [et al.] // *Spine J.* – 2005. – Vol. 5, N 6. – P. 600-607.
79. Hu, K. Fusion surgery for lumbar spinal stenosis / K. Hu, D. Feng // *N. Engl. J. Med.* – 2016. – Vol. 375. – P. 598–599.
80. Hutter, C.G. Posterior intervertebral body fusion, a 25-year study / C.G. Hutter // *Clin. Orthop.* – 1983. – Vol. 179. – P. 86-96.
81. Imagama, S. Radiographic adjacent segment degeneration at 5 years after L4/5 posterior lumbar interbody fusion with pedicle screw instrumentation: evaluation by computed tomography and annual screening with magnetic resonance imaging / S. Imagama, N. Kawakami, Y. Matsubara [et al.] // *Clin. Spine Surg.* – 2016. – Vol. 29. – P. 442–451.
82. Ishihara, H. Adjacent segment disease after anterior cervical interbody fusion / H. Ishihara, M. Kanamori, Y. Kawaguchi [et al.] // *Spine J.* – 2004. – Vol. 4. – P. 624-628.
83. Jackson, R.P. Compensatory spinopelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients / R.P. Jackson, M.D. Peterson, A.C. McManus, C. Hales // *Spine.* – 1998. – Vol. 23. – P. 1750-1767.
84. Jalalpour, K. A randomized controlled trial comparing transforaminal lumbar interbody fusion and uninstrumented posterolateral fusion in the degenerative lumbar spine / K. Jalalpour, P. Neumann, C. Johansson, R. Hedlund // *Global Spine J.* – 2015. – Vol. 5. – P. 322-328.

85. Jansen, R.C. Predictability of the spontaneous lumbar curve correction after selective thoracic fusion in idiopathic scoliosis / R.C. Jansen, L.W. van Rhijn, E. Duinkerke [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2007. – Vol. 16, N 9. – P.1335-1342.
86. Jonge T. Sagittal plane correction in idiopathic scoliosis / T. Jonge, J.F. Dubousset, T. Illes // *Spine.* – 2002. – Vol. 27, N 7. – P. 745-761.
87. Jonsson, B. Influence of age on symptoms and signs in lumbar disc herniation / B. Jonsson, B. Strfmqvist // *Spine J.* – 1995. – Vol. 4. – P. 202-205.
88. Kaito, T. Induction of early degeneration of the adjacent segment after posterior lumbar interbody fusion by excessive distraction of lumbar disc space / T. Kaito, N. Hosono, Y. Mukai // *J. Neurosurg Spine.* – 2010. – Vol. 12. – P. 671-679.
89. Kaneda, K. Follow-up study of medial facetectomies and posterolateral fusion with instrumentation in unstable degenerative spondylolisthesis / K. Kaneda, H. Karata, S. Satoh [et al.] // *Clin. Orthop.* – 1986. – Vol. 203. – P. 159-167.
90. Kazunori, Y. Indication fusion for lumbar spinal stenosis in Elderly patients and its significance / Y. Kazunori, S. Takashi, K. Yoshihisa, [et al.] // *Spine.* – 1996. – Vol. 21. – P. 242-248.
91. Kim, J.Y. Paraspinal muscle, facet joint, and disc problems: risk factors for adjacent segment degeneration after lumbar fusion / J.Y. Kim, D.S. Ryu, H.K. Paik [et al.] // *Spine J.* – 2016. – Vol. 16. – P. 867-875.
92. Kim, J.Y. Sagittal thoracic decompensation following long adult spinal instrumentation and fusion to L5 or S1: causes, prevalence, and risk factor analysis / J.Y. Kim, K.H. Bridwell, L.G. Lenke [et al.] // *Spine.* – 2006. – Vol. 31. – P. 2359-2366.
93. 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.
94. Kouwenhoven, J.W. Analysis of preexistent vertebral rotation in the normal spine / J.W. Kouwenhoven, K.L. Vincken, L.W. Bartels, R.M. Castelein // *Spine.* – 2006. – Vol. 31, N 13. – P. 1467-1472.
95. Kuhns, C.A. Thoracolumbar deformity arthrodesis stopping at L5: fate of the L5-S1 disc, minimum 5-year follow-up / C.A. Kuhns, K.H. Bridwell, L.G. Lenke // *Spine.* – 2007. – Vol. 32. – P. 2771-2776.

96. Kumar, M.N. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. / M.N. Kumar, A. Baklanov, D. Chopin // *Eur. Spine J.* – 2001. – Vol. 10. – P. 314-319.
97. Kyaw, T.A. Biomechanical effects of pedicle screw fixation on adjacent segments / T.A. Kyaw, Z. Wang, T. Sakakibara // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2014. – Vol. 24. – P. 283-287.
98. Lai, P-L. Effect of Postoperative Lumbar Sagittal Alignment on the Development of Adjacent Instability / P.-L.Lai, L.-H. Chen, C.-C. Niu [et al.] // *Journal of Spinal Disorders & Techniques.* – 2004. – Vol. 17. – P. 353-357.
99. Lee, C.H. The efficacy of lumbar hybrid stabilization using the DIAM to delay adjacent segment degeneration: an intervention comparison study with a minimum 2-year follow-up / C.H. Lee, S.J. Hyun, K.J. Kim [et al.] // *Neurosurgery.* – 2013. – Vol. 73. – P. 224–233.
100. Lee, C.K. Accelerated degeneration of the segment adjacent to a lumbar fusion / C.K. Lee // *Spine.* – 1988. – Vol.13. – P. 375-377.
101. Lee, C.K. Lumbosacral spinal fusion. A biomechanical study / C.K. Lee, N.A. Langrana // *Spine.* – 1984. – Vol. 9. – P. 574-581.
102. Lee, C.S. Risk factors for adjacent segment disease after lumbar fusion / C.S. Lee, C.J. Hwang, S.-W. Lee [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2009. – Vol. 18. – P. 1637-1643.
103. Lee, J.C. Risk factors of adjacent segment disease requiring surgery after lumbar spinal fusion / J.C. Lee, Y. Kim, J.-W. Soh [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2014. – Vol. 39. – P. 339-345.
104. Lee, J.C. Adjacent segment pathology requiring reoperation after anterior cervical arthrodesis: the Influence of smoking, sex, and number of operated levels / J.C. Lee, S.-H. Lee, C. Peters [et al.] // *Spine.* – 2015. – Vol. 40. – P. 571-577.
105. Legaya, J. Influence of the sagittal balance of the spine on the anterior pelvic plane and on the acetabular orientation / J. Legaya // *Int. Orthop.* – 2009. – Vol. 33. – P. 1695-1700.

106. Lehmann, T.R. Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients / T.R. Lehmann, K.F. Spratt, J.E. Tozzi [et al.] // *Spine*. – 1987. – Vol. 12. – P. 97-104.
107. Liang, J. Risk factors for predicting symptomatic adjacent segment degeneration requiring surgery in patients after posterior lumbar fusion / J. Liang, Y. Dong, H. Zhao // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2014. – Vol. 9. – P. 97.
108. Lu, K. Reduction in adjacent-segment degeneration after multilevel posterior lumbar interbody fusion with proximal DIAM implantation / K. Lu, P.C. Liliang, H.K. Wang // *J. Neurosurg. Spine*. – 2015. – Vol. 23. – P. 190-196.
109. Luk, K.D. The effect on the lumbosacral spine of long spinal fusion for idiopathic scoliosis. A minimum 10-year follow-up / K.D. Luk, F.B. Lee, J.C. Leong [et al.] // *Spine*. – 1987. – Vol. 12. – P. 996-1000.
110. Maruenda, J.I. Adjacent segment degeneration and revision surgery after circumferential lumbar fusion: outcomes throughout 15 years of follow-up / J.I. Maruenda, C. Barrios, F. Garibo [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2016. – Vol. 25. – P. 1550-1557.
111. Min, J.-H. The clinical characteristics and risk factors for the adjacent segment degeneration in instrumented lumbar fusion / J.-H. Min, J.-S. Jang, B. Jung // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2008. – Vol. 21. – P. 305-309.
112. Mobbs, R.J. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF / R.J. Mobbs, K. Phan, G. Malham [et al.] // *J. Spine Surg.* – 2015. – Vol. 1. – P. 2-18.
113. Mok, J.M. Reoperation after primary fusion for adult spinal deformity: rate, reason, and timing / J.M. Mok, J.M. Cloyd, D.S. Bradford [et al.] // *Spine*. – 2009. – Vol. 34. – P. 832-839.
114. Moskowitz, A. Long-term follow-up of scoliosis fusion / A. Moskowitz, J.H. Moe, R.B. Winter [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1980. – Vol. 62. – P. 364-376.

115. Mushkin, A.Y. The Norm and Pathology in Spinal Biomechanics: Main Aspects of Studies / A.Y. Mushkin, E.V. Ulrikh, I.V. Zuev // *Digest of Spinal Surgery Journal*. – 2014. – Vol. 1. – P. 9-17.
116. Murata, Y. Changes in scoliotic curvature and lordotic angle during the early phase of degenerative lumbar scoliosis / Y. Murata, K. Takahashi, E. Hanaoka [et al.] // *Spine*. – 2002. – Vol. 27, N 20. – P. 2268-2273.
117. Nakashima, H. Adjacent segment disease after posteriol lumbar interbody fusion: based on cases with a minimum of 10 years follow-up / H. Nakashima, N. Kawakami, T. Tsuji [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2015. – Vol. 40. – P. 831-841.
118. Oda, I. Does spinal kyphotic deformity influence the biomechanical characteristics of the adjacent motion segments? An in vivo animal model / I. Oda, B.W. Cunningham, R.A. Buckley // *Spine*. – 1999. – Vol. 24. – P. 2139-2146.
119. Okuda, S. Risk factors for adjacent segment degeneration after PLIF / S. Okuda, M. Iwasaki, A. Miyauchi [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2004. – Vol. 29. – P. 1535-1540.
120. Omidi-Kashani, F. Lumbar spinal stenosis: Who should be fused? An updated review / F. Omidi-Kashani, E.G. Hasankhani, A. Ashjazadeh // *Asian Spine J*. – 2014. – Vol. 8. – P. 521-530.
121. Ou, C.Y. Impact of body mass index on adjacent segment disease after lumbar fusion for degenerative spine disease / C.Y. Ou, T.C. Lee, T.H. Lee [et al.] // *Neurosurgery*. – 2015. – Vol. 76. – P. 396-401.
122. Ould-Slimane, M. Influence of transforaminal lumbar interbody fusion procedures on spinal and pelvic parameters of sagittal balance / M. Ould-Slimane, T. Lenoir, C. Dauzac [et al.] // *Eur. Spine J*. – 2012. – Vol. 21, N 6. – P. 1200–1206.
123. Paonessa, K.J. Back pain and disability after Harrington rod fusion to the lumbar spine for scoliosis / K.J. Paonessa, G.L. Engler // *Spine*. – 1992. – Vol. 17, N 8. – P. 249-253.
124. Park, P. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature / P. Park, H.J. Garton, V.C. Gala // *Spine*. – 2004. – Vol. 29. – P. 1938-1944.

125. Penta, M. Magnetic resonance imaging assessment of disc degeneration 10 years after anterior lumbar interbody fusion / M. Penta, A. Sandhu, R.D. Fraser // *Spine*. – 1995. – Vol. 20, N 6. – P. 743-747.
126. Perez-Grueso, F.S. The low lumbar spine below CDI. Long-term findings / F.S. Perez-Grueso, N. Fernandez-Baillo, S. Arauz de Robles // *Spine*. – 2000. – Vol. 25, N 18. – P. 2333-2341.
127. Piat, C. Degenerative vertebral dislocation / C. Piat, J.D. Laredo, J.L. Tassin // *Ann. Radiol.* – 1995. – Vol. 38, N 4. – P. 214-220.
128. Pfirrmann, C.W. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration / C.W. Pfirrmann, A. Metzdorf, M. Zanetti [et al.] // *Spine*. – 2001. – Vol. 26. – P. 1873-1878.
129. Puvanesarajah, V. Perioperative complications associated with posterolateral spine fusions: a study of elderly medicare beneficiaries / V. Puvanesarajah, J.M. Cancienne, B.C. Werner // *The Spine Journal*. – 2016. – Vol. 16. – P.266-267.
130. Radcliff, K.E. Adjacent segment disease in the lumbar spine following different treatment interventions / K.E. Radcliff, C.K. Kepler, A. Jakoi // *Spine J.* – 2013. – Vol. 13. – P. 1339-1349.
131. Radcliff, K.E. What is the rate of lumbar adjacent segment disease after percutaneous versus open fusion? / K.E. Radcliff, C.K. Kepler, M. Maaieh [et al.] // *Orthop. Surg.* – 2014. – Vol. 6. – P. 118-120.
132. Rahm, M.D. Adjacent-segment degeneration after lumbar fusion with instrumentation: a retrospective study / M.D. Rahm, B.B. Hall // *J. Spinal Disord.* – 1996. – Vol. 9. – P. 392-400.
133. Rajaei, S.S. Spinal fusion in the United States: analysis of trends from 1998 to 2008 / S.S. Rajaei, H.W. Bae, L.E. Kanim [et al] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2012. – Vol. 37. – P. 67-76.
134. Rao, R.D. Biomechanical changes at adjacent segments following anterior lumbar interbody fusion using tapered cages / R.D. Rao, K.S. David, M. Wang // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2005. – Vol. 30. – P. 2772-2776.

135. Rao, R.D. Does anterior plating of the cervical spine predispose to adjacent segment changes? / R.D. Rao, M. Wang, L.M. McGrady [et al.] // *Spine*. – 2005. – Vol. 30, N 24. – P. 2788–2792.
136. Remi, C. Lumbar Decompression and Fusion in Elderly Osteoporotic Patients: A Prospective Study Using Less Rigid Titanium Rod Fixation / C. Remi, M. Jean, P. Antonietti [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2008. – Vol. 21, N 2. – P. 86-91.
137. Robin, X. pROC: an open-source package for R and S? to analyze and compare ROC curves / X. Robin, N. Turck, A. Hainard [et al.] // *BMC Bioinformatics*. – 2011. – Vol. 12. – P. 77.
138. Rohlmann, A. Internal spinal fixator stiffness has only a minor influence on stresses in the adjacent discs / A. Rohlmann, J. Calisse, G. Bergmann, U. Weber // *Spine*. – 1999. – Vol. 24, N 12. – P. 1192-1196.
139. Rohlmann, A, Burra NK, Zander T, et al. 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, [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2007. – Vol. 16. – P. 1223-1231.
140. Roussouly, P. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology / P. Roussouly, J.L. Pinheiro-Franco // *Eur. Spine J.* – 2011. – Vol. 20, N 5. – P. 609-618.
141. Rothenfluh, D.A. Pelvic incidence- lumbar lordosis mismatch predisposes to adjacent segment disease after lumbar spinal fusion / D.A. Rothenfluh, D.A. Mueller, E. Rothenfluh [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2014. – Vol. 23. – P. 1384-1394.
142. Ruberte, L.M. Influence of single-level lumbar degenerative disc disease on the behavior of the adjacent segments—a finite element model study / L.M. Ruberte, R.N. Natarajan, G.B. Andersson // *J. Biomech.* – 2009. – Vol. 42. – P. 341-348.
143. Saavedra-Pozo, F.M. Adjacent segment disease perspective and review of the literature / F.M. Saavedra-Pozo, R.A. Deusdara, E.C. Benzel. // *Ochsner J.* – 2014. – Vol. 14. – P. 78-83.

144. Sarwahi, V. Characterization of gait function in patient with postsurgical sagittal (flatback) deformity / V. Sarwahi, O. Boachie-Adjei, S.I. Backus, G. Taira // *Spine*. – 2002. – Vol. 27, N 21. – P. 2328-2337.
145. Schlegel, J.D. Lumbar motion segment pathology adjacent to thoracolumbar, lumbar, and lumbosacral fusions / J.D. Schlegel, J.A. Smith, R.L. Schleusener // *Spine*. – 1996. – Vol. 21. – P. 970-981.
146. Schwab, F.J. Adult scoliosis: a quantitative radiographic and clinical analysis / F.J. Schwab, V.A. Smith, M. Biserni [et al.] // *Spine*. – 2002. – Vol. 27. – P. 387-392.
147. Schwab, F.J. Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis / F.J. Schwab, B. Blondel, S. Bess // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2013. – Vol. 38. – P. 803-812.
148. Senteler, M. Pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch results in increased segmental loads in the unfused and fused lumbar spine / M. Senteler, B. Weisse, J.G. Snedeker, D.A. Rothenfluh // *Eur. Spine J.* – 2014. – Vol. 23. – P. 1384-1393.
149. Sears, W.R. Incidence and prevalence of surgery at segments adjacent to a previous posterior lumbar arthrodesis / W.R. Sears, I.G. Sergides, N. Kazemi [et al.] // *Spine J.* – 2011. – Vol. 11. – P. 11-20.
150. Shabat, S. The impact of obesity on lumbar spinal surgery in elderly patients / S. Shabat., Y. Folman., Z. Arinzon [et al.] // *Eur. Spine J.* 2006. – Vol. 15, N 4. – P. 522.
151. Shimamoto, N. Biomechanical evaluation of stand-alone interbody fusion cages in the cervical spine / N. Shimamoto, B.W. Cunningham, A.E. Dmitriev [et al.] // *Spine*. – 2001. – Vol. 26, N 19. – P. 432-436.
152. Shono, Y. Stability of posterior spinal instrumentation and its effects on adjacent motion segments in the lumbosacral spine / Y. Shono, K. Kaneda, K. Abumi [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1998. – Vol. 23, N 14. – P. 1550-1558.
153. Soh, J. Analysis of risk factors for adjacent segment degeneration occurring more than 5 years after fusion with pedicle screw fixation for degenerative lumbar spine / J. Soh, J.C. Lee, B.J. Shin // *Asian Spine J.* – 2013. – Vol. 7, N 4. – P. 273-281.

154. Spratt, K.F. A predictive model for outcome after conservative decompression surgery for lumbar spinal stenosis / K.F. Spratt, T.S. Keller, M. Szpalski [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2004. – Vol. 13. – P. 14-21.
155. Sponseller, P.D. The use of traction in the treatment of severe spinal deformity / P.D. Sponseller, R.K. Takenaga, P. Newton [et al.] // *Spine.* – 2008. – Vol. 33, N 21. – P. 2305-2309.
156. St-Pierre, G.H. Non-fusion does not prevent adjacent segment disease: Dynesys long term outcomes with minimum five years follow-up / G.H. St-Pierre, A. Jack, R.L. Henderson, A. Nataraj // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2015. – Vol. 41, N 3. – P. 265-273.
157. Steib, J.P. Résultats des ostéosynthèse-arthrodèses lombaires et lombosacrées: corrélation radio-clinique à propos de 113 cas revus avec 3,8 années de recul moyen / J.P. Steib // *Rev. Chir. Orthop.* – 2000. – Vol. 86. – P. 127–135.
158. Takahashi, S. Surgical treatment of idiopathic scoliosis in adults: an age-related analysis of outcome / S. Takahashi, J. Delecrin, N. Passuti // *Spine.* – 2002. – Vol. 27. – P. 1742-1748.
159. Tye, E.Y. Comparison of clinical and radiographic outcomes in patients receiving single-level transforaminal lumbar interbody fusion with removal of unilateral or bilateral facet joints / E.Y. Tye, V.J. Alentado, T.E. Mroz [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2016. – Vol. 41. – P. 1039-1045.
160. Ulibarri, J.A. Biomechanical and clinical evaluation of a novel technique for surgical repair of spondylolysis in adolescents / J.A. Ulibarri., P.A. Anderson., T. Escarcega [et al.] // *Spine.* – 2006. – Vol. 31, N 18. – P. 2067-2072.
161. Vaccaro, A.R. Indications for instrumentation in degenerative lumbar spinal disorders. / A.R. Vaccaro, S.T. Ball // *Orthopedics.* – 2000. – Vol. 23. – P. 260-271.
162. Vaz, G. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine / G. Vaz, P. Roussouly, E. Berthonnaud, J. Dimnet // *Eur. Spine J.* – 2002. – Vol. 11. – P. 80-87.
163. Wang, H. Factors predicting patient dissatisfaction two years after discectomy for lumbar disc herniation in a Chinese older cohort / H. Wang, D. Zhang, L. Ma [et al.] // *Medicine (Baltimore).* – 2015. – Vol. 94. – P. 1584.

164. Wang, H. The incidence and risk factors for the progression of proximal junctional kyphosis in degenerative lumbar scoliosis following long instrumented posterior spinal fusion / H. Wang, L. Ma, D. Yang [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2016. – Vol. 95. – P. 44-43.
165. Wang, J.C. Current treatment strategies for the painful lumbar motion-segment: posterolateral fusion versus interbody fusion / J.C. Wang., P.V. Mumma-neni., R.W. Haid // *Spine*. – 2005. – Vol. 30, N 16. – P. 33-43.
166. Weinhoffer, S.L. Intradiscal pressure measurements above an instrumented fusion. A cadaveric study / S.L. Weinhoffer, R.D. Guyer, M. Herbert, S.L. Griffith // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1995. – Vol. 20. – P. 526-531.
167. Wiltse, L.L. Comparative study of the incidence and severity of degenerative change in the transition zones after instrumented versus noninstrumented fusions of the lumbar spine / L.L. Wiltse, S.E. Radecki, H.M. Biel [et al.] // *J. Spinal Disord.* – 1999. – Vol. 12. – P. 27-33.
168. Xia, X.P. Prevalence of adjacent segment degeneration after spine surgery: a systematic review and meta-analysis / X.P. Xia, H.L. Chen, H.B. Cheng // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2013. – Vol. 38. – P. 597-608.
169. Yamasaki, K. Risk Factors of Adjacent Segment Disease After Transforaminal Inter-Body Fusion for Degenerative Lumbar Disease / K. Yamasaki, M. Hoshino, K. Omori // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2017. – Vol. 42, N 2. – P. 86-92.
170. Yan, J.Z. Finite element analysis in adjacent segment degeneration after lumbar fusion / J.Z. Yan, G.X. Qiu, Z.H. Wu [et al.] // *Int. J. Med. Robot.* – 2011. – Vol. 7. – P. 96-100.
171. Yang, M. Short term outcome of posterior dynamic stabilization system in degenerative lumbar diseases / M. Yang, C. Li, Z. Chen, Y. Bai, M. Li // *Indian J. Orthop.* – 2014. – Vol. 48. – P. 574-581.
172. Yee, T.J. Comparison of adjacent segment disease after minimally invasive or open transforaminal lumbar interbody fusion / T.J. Yee, S.W. Terman, F. La Marca, P. Park // *J. Clin. Neurosci.* – 2014. – Vol. 21. – P. 1796-1801.

173. Yugué, I. Risk factors for adjacent segment pathology requiring additional surgery after single-level spinal fusion: Impact of pre-existing spinal stenosis demonstrated by preoperative myelography / I. Yugué, S. Okada, M. Masuda [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2016. – Vol. 25, N 5. – P. 1542-1549.

174. Zhang, C. Adjacent segment degeneration versus disease after lumbar spine fusion for degenerative pathology: a systematic review with meta-analysis of the literature / C. Zhang, S.H. Berven, M. Fortin, [et al.] // *Clin. Spine Surg.* – 2016. – Vol. 29. – P. 21-29.