

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский  
университет имени И.И. Мечникова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России)

*На правах рукописи*

МУРАБИ ЗАБИУЛА

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМ  
СКОЛИОЗОМ НА ФОНЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА  
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 – 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕГЕНЕРАТИВНОГО СКОЛИОЗА НА ФОНЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА У ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....	10
1.2 Характеристика дегенеративного сколиоза у взрослых.....	13
и особенности его развития.....	13
1.3. Особенности формирования стенозов позвоночного канала у пациентов с дегенеративно-дистрофическими изменениями позвоночника .....	17
1.4. Особенности формирования дегенеративных изменений и нестабильности позвоночно-двигательного сегмента позвоночного столба.....	18
1.5. Современные тенденции в хирургическом лечении дегенеративных сколиозов на фоне нестабильности поясничного отдела позвоночника .....	20
1.6. Клинико-рентгенологические особенности дегенеративного сколиоза позвоночника на фоне нестабильности ПДС в поясничном отделе .....	23
1.7. Виды оперативных вмешательств .....	28
1.8. Протяженность фиксации позвоночника – основы выбора.....	35
1.9. Послеоперационные осложнения.....	37
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	41
2.1. Общая характеристика пациентов .....	41
2.2. Методы исследования .....	48
2.2.1. Клиническое обследование .....	48
2.2.2. Анкетирование больных .....	54
2.3. Инструментальные методы обследования пациентов.....	56
2.3.1. Рентгенологические методы обследования.....	56
2.3.2. Рентгенологическая оценка нестабильности поясничного отдела .....	57
2.3.3. Рентгеновская денситометрия .....	62
2.4. Влияние нестабильности ПДС на клинические и рентгенологические проявления дегенеративного сколиоза позвоночного столба .....	66
2.5. Статистическая обработка полученных в исследовании результатов.....	70
ГЛАВА 3. МЕТОДИКИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ .....	72
3.1. Планирование оперативного лечения .....	72

3.2. Хирургическое лечение пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности поясничного отдела позвоночника с локальной фиксацией в зоне нестабильности позвоночно-двигательного сегмента.....	74
3.3. Хирургическое лечение пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности ПДС с использованием транспедикулярных систем на всей протяженности деформации с её полной коррекцией.....	78
3.4. Техника операции.....	80
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	83
4.1. Оценка результатов лечения в ретроспективной группе .....	83
4.2. Результаты лечения пациентов первой группы (R).....	85
4.3. Результаты лечения пациентов второй группы (R) .....	92
4.4. Оценка результатов лечения в проспективной группе .....	103
4.5. Результаты лечения пациентов первой группы (P) .....	104
4.6. Результаты лечения пациентов второй группы (P).....	111
4.7. Сравнение I группы (R) и I группы (P) .....	121
4.8. Осложнения.....	127
4.9. Алгоритм хирургического лечения пациентов .....	140
с дегенеративным сколиозом позвоночника на фоне нестабильности ПДС .....	140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	143
ВЫВОДЫ .....	149
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	150
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	151
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность исследования

Общее старение населения ведет к росту распространенности дегенеративного сколиоза позвоночника, который является клинически значимой проблемой, в первую очередь, из-за выраженного болевого синдрома (Wong E. et al., 2017). Это заболевание встречается в основном в старшей возрастной категории людей старше 50 лет (Daffner S.D., 2003; Tribus C.B., 2003). Вторичные деформации позвоночника на фоне дегенеративных изменений встречаются у более чем 30% людей пожилого возраста, у которых не было в анамнезе аномалий развития позвоночного столба. Частота встречаемости дегенеративного сколиоза у мужчин и женщин одинакова и составляет 1:1, что отличает его от идиопатического сколиоза (adolescent idiopathic scoliosis – AIS) (Kebaish K.M. et al., 2011).

Распространенность сколиоза во взрослой популяции составляет от 6% до 68,8%; а болевой синдром, как правило, манифестирует в возрасте 40–60 лет (Carter O., 1987; Daffner S.D., A.R. Vaccaro, 2003; Aebi M., 2005; Anasetti F. et al., 2010; Kotwal S. et al., 2011).

Патогенез дегенеративного сколиоза заключается в дистрофических изменениях структурных элементов двигательного сегмента позвоночного столба: межпозвонковых дисков, фасеточных суставов, связочного аппарата в результате нарушения метаболизма как на фоне длительных гипофункциональных состояний, так и вследствие хронических перегрузок. Ослабление и изменение структуры капсульно-связочного аппарата фасеточных суставов приводит сначала к длительному растяжению, а потом к перерастяжению капсулы сустава и скольжению одного позвонка относительно другого – патологической нестабильности позвоночно-двигательного сегмента (ПДС). Патологическая нестабильность приводит к изменению распределения силовых нагрузок в позвоночном столбе с формированием устойчивых порочных положений сместившихся позвонков – спондилолистезов, в том числе антеспондилолистезов

(смещение тела позвонка вперед), ретроспондилолистезов (смещение назад) и латеролистезов (смещение тела позвонка в бок) (Alam W., 2002; Ploumis A., 2007; Silva F.E., 2010; Wong E. et al., 2017).

Неврологические нарушения разной степени тяжести и косметический дефект, нарушение баланса корпуса и опороспособности позвоночного столба так же являются неперенными спутниками дегенеративных деформаций позвоночника. Дегенеративный сколиоз (или сколиоз *de novo*) развивается вследствие сегментарной мультиуровневой дегенерации мышечно-связочного и суставного аппаратов позвоночно-двигательного сегмента, приводящей к нестабильности, деформации и дисбалансу позвоночника, развитию вторичного многоуровневого стеноза позвоночного канала, болевого синдрома и неврологических расстройств.

Варианты хирургического лечения дегенеративного сколиоза включают декомпрессию невралных структур, инструментальную стабилизацию с выполнением заднего или (и) переднего спондилосинтеза и спондилодеза, коррекцию деформации или их комбинации в зависимости от каждого конкретного случая. Основные симптомы и сопутствующие соматические заболевания должны быть тщательно оценены не только для облегчения страданий пациента, но и чтобы свести к минимуму послеоперационные осложнения (Berven S.H. et al., 2007; Palmisani M., 2013; Cho K.J. et al., 2014; Illingworth K.D., 2015).

В отечественной и иностранной литературе представлено множество публикаций о видах оперативного лечения дегенеративного сколиоза, однако до сих пор не разработан единый эффективный алгоритм, который бы совмещал клинико-рентгенологические параметры нестабильности позвоночного столба, степень деформации и виды максимально эффективного оперативного лечения (Palmisani M. et al., 2013; Illingworth K.D., Rahman R., 2015).

**Цель исследования** – улучшение результатов лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника на фоне

нестабильности позвоночно-двигательного сегмента путем создания алгоритма оперативного лечения в зависимости от локализации зоны нестабильности.

### **Задачи исследования**

1. Изучить рентгенологические особенности прогрессирования деформации при дегенеративном сколиозе позвоночника на фоне его нестабильности.
2. Выявить корреляцию между степенью развития деформации и клиническими проявлениями дегенеративного стеноза позвоночного канала.
3. Изучить результаты лечения больных с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности ПДС при помощи многоуровневой фиксации.
4. Изучить результаты лечения больных с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности ПДС при помощи локальной фиксации зоны нестабильности.
5. Определить показания к локальным и многоуровневым фиксациям позвоночника при дегенеративном сколиозе на фоне нестабильности ПДС.
6. Обосновать алгоритм хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом позвоночника на фоне нестабильности ПДС.

### **Научная новизна исследования**

1. Впервые в России на большом клиническом материале изучено течение дегенеративного сколиоза на фоне нестабильности ПДС, определена степень влияния нестабильности ПДС на клинико-рентгенологические характеристики дегенеративного стеноза позвоночного канала.

2. Впервые научно обоснован и клинически апробирован алгоритм хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом позвоночника на фоне нестабильности ПДС, позволяющий выбрать необходимое количество уровней фиксации, уточнены показания и противопоказания к локальным и многоуровневым фиксациям, изучены осложнения и недостатки локальных и многоуровневых фиксаций.

### **Практическая значимость работы**

1. Изучение и многоуровневый анализ клинико-рентгенологических особенностей прогрессирования деформации ПДС при дегенеративном сколиозе позвоночника на фоне его нестабильности позволили определить роль оперативного лечения данной категории пациентов.

2. Анализ ближайших и отдаленных результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом позвоночника на фоне нестабильности ПДС позволили определить наиболее оптимальные сроки и объемы проведения оперативного лечения пациентов данной группы, позволяющие минимизировать количество послеоперационных осложнений.

3. Обоснован выбор уровней фиксации позвоночного столба, уточнены показания и противопоказания к локальной и многоуровневой фиксации ПДС при дегенеративном сколиозе на фоне нестабильности.

4. Разработан и клинически апробирован алгоритм хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом позвоночника на фоне нестабильности ПДС, позволяющий выбрать необходимое количество уровней фиксации, дающий возможность объективно планировать оптимальное оперативное лечение и уменьшить частоту возможных осложнений в послеоперационном периоде, что, несомненно, позволяет улучшить функциональные исходы и повысить качество жизни пациентов.

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

1. Дегенеративный сколиоз крайне негативно влияет на течение дегенеративных процессов в позвоночном столбе у взрослого населения, приводя к выраженным клиническим проявлениям, резкому снижению уровня качества жизни пациентов и их стойкой инвалидизации.

2. Нестабильность ПДС позвоночного столба играет решающую роль в развитии вторичного грубого стеноза позвоночного канала на фоне деформации позвоночника.

3. Выбор необходимого объема оперативного лечения, количество уровней фиксации позвоночного столба у пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности ПДС должен основываться на объективном научно обоснованном понимании клинико-рентгенологических проявлений заболевания, развития и прогрессирования нестабильности ПДС, изменений сагиттального и/или фронтального балансов; должны в полной мере учитываться сопутствующие хронические заболевания и ожидаемые изменения уровня качества жизни.

4. Разработанный алгоритм оперативного лечения пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности ПДС показал свою состоятельность при клинических испытаниях, что привело к снижению частоты развития послеоперационных осложнений, улучшению ближайших и отдаленных результатов лечения больных и может быть использован в широкой клинической практике.

### **Апробация и реализация диссертационной работы**

Основные положения диссертационного исследования были доложены на конференции «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии» (Санкт-Петербург, 2016), XXIV международной конференции «Advanced Spine Techniques» (Кейптаун, Южная Африка, 2017), IX Съезде Ассоциации хирургов-вертебрологов (Санкт-Петербург, 2018).

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 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 и в клинике ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, где были апробированы и внедрены в практику разработанные алгоритмы выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности поясничного

отдела позвоночника. Кроме того, материалы диссертационного исследования используются при чтении лекций и проведении семинарских занятий с клиническими ординаторами, аспирантами и врачами, проходящими усовершенствование по программам дополнительного профессионального образования на базе ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и кафедре травматологии, ортопедии и ВПХ ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России.

### **Объем и структура диссертации**

Материалы диссертационного исследования изложены на 168 страницах машинописного текста, состоят из введения, четырех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа иллюстрирована 74 рисунками и содержит 33 таблицы. Список литературы включает 162 источника, в том числе – 10 работ на русском языке и 152 – на английском языке.

# **ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕГЕНЕРАТИВНОГО СКОЛИОЗА НА ФОНЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА У ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

## **1.1. Эпидемиология дегенеративного сколиоза у взрослых**

Дегенеративный сколиоз у взрослых представляет собой деформацию позвоночного столба с искривлением более  $10^\circ$  по классификации Cobb (Faldini C. et al., 2013; Cho K.J. et al., 2014; Wong E. et al., 2017). Это заболевание встречается, как правило, в возрастной группе пациентов старше 50 лет (Daffner S.D., Vaccaro A.R., 2003). Выявление вторичных деформаций позвоночника на фоне дегенеративных изменений имеют место у более чем 30% пациентов пожилого возраста, у которых не было в анамнезе аномалий развития позвоночного столба. Распространённость дегенеративного сколиоза одинакова у мужчин и у женщин, что отличает его от идиопатического сколиоза (adolescent idiopathic scoliosis – AIS) (Kebaish K.M. et al., 2011). Распространенность сколиоза во взрослой популяции составляет от 6% до 68,8% (Kotwal S. et al., 2011; Cho K.J. et al., 2014). Влияние дегенеративного сколиоза на качество жизни человека увеличивается с возрастом из-за значительного прогрессирования дегенеративных изменений и развития другой патологии позвоночника, влияющей на стабильность позвоночного столба. Болевой синдром, как правило, манифестирует в возрасте 40–60 лет (Kebaish K.M., 2011; Cho K.J. et al., 2014; Hallager D.W. et al., 2016).

В деформационный процесс вовлечен в основном поясничный отдел позвоночника с вершиной на уровне L2-L3 или L3-L4. Как правило, пациенты с дегенеративным сколиозом жалуются на боли в пояснице с наличием неврологических нарушений или без нарушений, таких как радикулопатия и нейрогенная хромота. При этом большинство пациентов с дегенеративным сколиозом лечатся консервативно с хорошими результатами, как и другие дегенеративные заболевания поясничного отдела позвоночника. Однако при

безуспешности консервативной терапии, нарастании неврологического дефицита, устойчивых радикулоишиалгиях, нейрогенной хромоте и прогрессировании деформации показано хирургическое лечение (Li F. et al., 2011).

Классификация сколиоза характеризует картину деформации, которая важна для выбора метода и способа лечения и для формирования единой статистической базы результатов лечения (Liu Y. et al., 2013; Terran J. et al., 2013; На К.У. et al., 2016; York P.J., 2017).

М. Аеби с соавторами разделяет сколиозы у взрослых на три основные группы: 1) первичный дегенеративный сколиоз; 2) идиопатический сколиоз у взрослых; 3) вторичный дегенеративный сколиоз (Aebi M., 2005).

Первичный дегенеративный сколиоз или сколиоз *de novo*, развивается вследствие дегенерации межпозвонкового диска и/или артрита фасеточных суставов. Происходит ассиметричное распределение нагрузки на опорные структуры позвоночного столба. В клинической картине преобладают симптомы болей в спине, которые часто сопровождаются признаками стеноза позвоночного канала (Стоков Л.Д., 1979; Цивьян Я.Л., 1993; Bridwell К.Н. et al. 2003; Pérennou et al., 1994; Daffner S.D., 2003; Daubs M.D. et al., 2007; Davies A., 2009; Yadla S. et al. 2010).

Вторичные деформации позвоночника у взрослых: А – в контексте косоного таза, например, вследствие несоответствия длины ног или патологии бедер или в качестве вторичной деформации при идиопатическом, нервно-мышечном и врожденном сколиозе, или ассиметричных аномалиях в пояснично-крестцовом отделе; В – в контексте метаболических заболеваний костей (остеопороз в основном) в сочетании с ассиметричным артритом (в том числе ревматоидным), болезнью и/или переломами позвонков (Aebi M., 2005; Kotwal S. et al., 2011; Faldini C. et al., 2013).

Обществом исследования сколиоза (SRS) в 2006 году введена система классификации деформации позвоночника у взрослых (Lowe T. et al., 2006; На К.У. et al. 2016). Эта система классифицирует формы дуги на шесть разных типов и три модификации, ссылаясь на классификации по Кингу и Ленке для

подросткового идиопатического сколиоза. Система фокусируется на рентгенологических особенностях деформации позвоночника и позволяет классифицировать не только сколиоз, но и кифоз. Тем не менее, этот метод не помогает в выборе способа оперативного вмешательства или прогнозирования хирургического результата, так как симптомы и возраст пациентов не рассматриваются. Система также не включает дегенеративный сколиоз у взрослых (Lowe T. et al., 2006; Sansur C.A. et al., 2011; Liu Y. et al., 2012; На К.У. et al., 2016).

Классификация Schwab основана на соотношениях между данными рентгенологических исследований и клиническими проявлениями заболевания. Особое внимание уделяется расположению вершины дуги деформации, степени поясничного лордоза и подвывихам тела позвонков (Terran J. et al., 2013; Schwab F. et al., 2012; На К.У. et al., 2016). Установлено, что деформация позвоночника с нахождением вершины в поясничном отделе в сочетании с уменьшением лордоза приводит к значимому снижению качества жизни больного. Недостатками этой системы является то, что она не описывает глобальный баланс, хотя сагиттальный баланс является существенным фактором, определяющим клинический исход деформации позвоночника у взрослых пациентов.

Классификация SRS – Schwab была коренным образом переработана и опубликована в новой версии в 2012 году. Модифицированная классификация учитывает вертебрально-тазовые взаимоотношения и сагиттальный баланс (Nielsen D.H. et al., 2015; На К.У. et al., 2016). Эта система состоит из четырех компонентов: 1) тип основной дуги деформации; 2) разница между тазовым индексом (PI) и углом поясничного лордоза (LL); 3) степень глобального баланса; 4) параметры тазового наклона.

Типы дуги: Т – только грудная, Л – только поясничная, Д – двойная дуга с Т- и Л-дугой  $>30^\circ$  и N – отсутствие глобального дисбаланса (все дуги  $<30^\circ$ ). Исследование показало, что качество жизни тесно связано с типом дуги деформации и тремя основными сагиттальными параметрами (PT, PI и LL). Больные с поясничной основной дугой и деформацией в сагиттальной плоскости

в большей степени подвержены инвалидизации и имеют более значимое снижение уровня качества жизни, чем пациенты с торакальной или двойной дугой. Эта классификация отражает тяжесть заболевания и предполагает определенный объем оперативного пособия. Так, например, пациентам с выраженным сагиттальным дисбалансом, как правило, показано выполнение всех возможных методов вертебротомий для мобилизации позвоночного столба и коррекции деформации, фиксация металлоконструкцией в кости таза для удержания позвоночного столба в достигнутой степени коррекции и декомпрессия невральных структур в зонах стеноза. Но все же, это только уровень рекомендаций, не предполагающий абсолютно слепого следования. Окончательный выбор метода и способа лечения остается за хирургом, который должен учитывать все индивидуальные особенности пациента (Bess S. et al., 2013; Terran J. et al., 2013; Hallager D.W. et al., 2016).

Оптимальная классификация должна быть простой в применении и облегчать выбор варианта лечения как для достижения хорошего рентгенологического результата, клинического исхода и повышения уровня качества жизни пациентов (Kotwal S. et al., 2011).

Информация, опубликованная в работах зарубежных и отечественных авторов, еще раз доказывает, что дегенеративный сколиоз у взрослых – это распространенное заболевание в старшей возрастной группе населения (Cho K.J. et al., 2014).

## **1.2 Характеристика дегенеративного сколиоза у взрослых и особенности его развития**

Первичный дегенеративный сколиоз представляет собой следствие сегментарной дегенерации позвоночно-двигательных сегментов с прогрессирующей дегенерацией межпозвонковых дисков и дугоотростчатых суставов, развивающихся у взрослых пациентов. Асимметричная дегенерация межпозвонковых дисков и/или фасеточных суставов приводит к асимметричной нагрузке на позвоночный сегмент и, следовательно, на весь позвоночный столб.

Это, в свою очередь, приводит к асимметричной деформации с формированием сколиоза и/или кифоза с ротацией и латеролистезами позвонков в зоне деформации (Swank S. et al., 1981; Daffner S.D., 2003; Berven S.H. et al., 2007). Асимметричная деформация создает условия для усиления процесса асимметричной дегенерации, формируя порочный круг патологического процесса. В то же время стимулируются защитные механизмы организма, направленные на стабилизацию позвоночного столба, проявляющиеся разрастаниями дугоотростчатых суставов, спондилезных шипов, что, в свою очередь, вызывает стеноз позвоночного канала и невральных структур. Патоморфологические и патобиомеханические изменения напрямую связаны с клинической картиной при дегенеративном сколиозе у взрослых.

Множество проведенных исследований дают нам богатую почву для размышлений, подтверждая одни теории и дополняя другие.

Считается, что причиной поясничного дегенеративного сколиоза является асимметричная дегенерация межпозвонкового диска, приводящая к заклиниванию диска и неравномерной нагрузке на фасеточные суставы в позвоночно-двигательном сегменте (Mimura M., 1994; Murata Y., 2002). M. Aebi так же указывает, что асимметричная дегенерация диска и/или фасеточных суставов приводит к асимметричной нагрузке на позвоночно-двигательный сегмент и, следовательно, целой области позвоночника. В. Benner и G. Ehni считают причинами поясничной сколиотической деформации дегенеративные изменения в дисках или фасеточных суставах поясничного отдела позвоночника. В своих исследованиях они выявили разницу во внутреннем пространстве фасеточных суставов, которая чаще встречалась в заклиненных сегментах при дегенеративном поясничном сколиозе, чем в подобных, но не заклиненных сегментах при дегенеративном стенозе (Benner V., Ehni G., 1979).

Y. Okushima с соавторами сообщили, что латеральное смещение тела позвонка является показателем нестабильности при дегенеративном сколиозе. Проведенные ими биомеханические исследования латерального смещения тела позвонка при осевой нагрузке на поясничный отдел позвоночника на кадаверном

материале продемонстрировали увеличение бокового смещения и вклинение дисков и фасеточных суставов на противоположной стороне (Okushima Y., 2006).

Т. Toyone с соавторами показали, что латеролистез на вершине дуги более 3 мм приводит к ротационной нестабильности при дегенеративном сколиозе. Исследования проводились на мультиспиральном КТ. В данном исследовании продемонстрировано, что латеролистез приводит к заклиниванию фасеточных суставов в значительно большей степени, чем в сегментах без нестабильности при стенозе позвоночного канала. При этом поддерживается основная идея, что дегенеративные процессы в заклиненных фасеточных суставах приводят к их патологической подвижности и, как следствие, к развитию латеролистеза при дегенеративном сколиозе. Авторы так же отметили, что степень подвижности элементов позвоночно-двигательного сегмента при нестабильности больше, чем аналогичных без нестабильности (Toyone T., 2005).

Исследования S. Ohtori с соавторами продемонстрировали, что фронтальные смещения дисков на уровне L4-5 при заклиненных фасеточных суставах в группе пациентов с дегенеративным сколиозом были значительно больше, чем в контрольной группе при кинематическом исследовании. Причиной авторы считают формирование больших остеофитов при заклинивании сегментов по сравнению с сегментами без вклинения дугоотростчатых суставов и межпозвонковых дисков, что предотвращает смещение кпереди и способствует латеролистезу. Авторы сравнили диапазон движений в позвоночно-двигательном сегменте при заклиненных и незаклиненных фасеточных суставах с одинаковой степенью дегенерации межпозвонкового диска. Результаты показали, что остеофиты не влияют на диапазон движений. Нестабильность ПДС при заклиненных фасеточных суставах была значительно больше, чем при незаклиненных (Ohtori S., 2010).

Анализ соотношения диапазона движений и степени формирования остеофитов по классификации Nathan в группе больных дегенеративным сколиозом выявил отрицательную корреляцию. Этот вывод свидетельствует о

том, что развитие остеофитного образования оказало влияние на стабилизацию позвоночника (Yasuda H. et al., 2012).

Дегенеративные изменения в поясничных сегментах начинаются с дегенерации дисков, что приводит к нестабильности позвоночника и заканчивается формированием остеофитов, стабилизирующих позвоночный столб (Kirkaldy-Willis W.H., 1974). При этом одно из исследований мобильности позвоночного столба на кадаверном материале четко показало, что остеофитообразование препятствует формированию сколиотической дуги искривления (Al-Rawahi M., 2011). И наоборот, заклиненные сегменты при дегенеративном сколиозе были способны двигаться точно так же, как и незаклиненные сегменты при стенозе позвоночного канала, хотя при заклиненных сегментах отмечается большая степень формирования остеофитов (Yasuda H. et al., 2012).

По данным Н. Yasuda с соавторами, у больных дегенеративным сколиозом диапазон движений на вершине деформации на выпуклой стороне был значительно больше, чем на вогнутой стороне при незначительном формировании остеофитов. Полученные данные свидетельствуют о том, что асимметричная дегенерация диска происходила на ранней стадии при заклинивании сегментов у больных с дегенеративным сколиозом, а затем дегенерация прогрессировала с увеличением остеофитрообразования. Эти данные не конфликтуют с этиологией дегенеративного сколиоза, которая, как полагают, начинается с асимметричной дегенерации диска, приводящей к заклиниванию межпозвонковых дисков с формированием асимметрии замыкательных пластинок. Поэтому декомпрессионная хирургия без спондилосинтеза и инструментализации может обеспечить хороший клинический результат для пациентов с дегенеративным сколиозом в фазе стабилизации. Для исследования движения позвоночника на уровнях заклиненных сегментов в группе с дегенеративным сколиозом авторы оценили некоторые рентгенографические параметры и сравнивали с незаклиненными сегментами в группе со стенозом позвоночного канала без деформации. Заклиненные сегменты при дегенеративном сколиозе приводят к

более выраженной дегенерации дугоотростчатых суставов и боковому смещению (латеролистезу). Кроме того, считается, что подвижность заклиненных сегментов при дегенеративном сколиозе больше, чем в свободных сегментах при спинальном стенозе, в одной и той же фазе формирования остеофитов. Следовательно, заклинивание сегментов при дегенеративном сколиозе приводит к сегментарной нестабильности, что клинически может проявляться нейрогенной хромотой и болями в спине. Однако прогрессирование формирования остеофитов должно приводить к рестабилизации позвоночно-двигательного сегмента при дегенеративном сколиозе, следовательно, оценка сформированности остеофитов является одним из важных факторов при выборе тактики хирургического лечения и уровня инструментализации (Yasuda H. et al., 2012).

Несмотря на множество версий и теорий, исследований и концепций, этиология и патогенез дегенеративного сколиоза до конца не ясны, существующее многообразие различных представлений и научных изысканий постоянно меняются и дополняются.

Симптоматика заболевания в значительной степени вариабельна и не может быть спрогнозирована только на основании выраженности искривления позвоночника. Даже на фоне грубых изменений у ряда пациентов клиника может практически или полностью отсутствовать (Berven S., 2011; Chen P.G.-C. et al., 2016).

### **1.3. Особенности формирования стенозов позвоночного канала у пациентов с дегенеративно-дистрофическими изменениями позвоночника**

Разрушение дисков, фасеточных суставов и суставной капсулы, как правило, заканчивается либо мультисегментарной сагиттальной и/или фронтальной нестабильностью. При этом может развиваться не только спондилолистез в сагиттальной плоскости, но и трансляционная дислокация во фронтальной плоскости, то есть в трех измерениях, когда нестабильность выражается в ротационной дислокации. Биологическая реакция на нестабильный

сустав или, в случае с позвоночником, нестабильный сегмент – формирование остеофитов на фасеточных суставах (спондилоартроз) и в замыкательных пластинах позвонков (спондилез), вместе с гипертрофией и кальцификацией связок (желтая связка) и капсулы сустава, что приводит к формированию центрального и фораминального стенозов позвоночного канала (Dick W., 1993; Postacchini F., 1999; Wang Y. et al., 2005; Meals C. et al., 2013). Такое патологическое состояние позвоночно-двигательного сегмента (остеофитоз, лигаментооссификация) приводит к механическому сдавлению корешков в различных участках их прохождения в позвоночном канале, нарастанию ишемических и демиелинизирующих процессов в тканях нервных корешков и, соответственно, к корешковым ишемическим болям, нейрогенной хромоте, неврологическим дефицитам, особенно при вертикальных нагрузках (Ploumis A., 2007; Mao Z. et al., 2008; Мураби З., 2017).

#### **1.4. Особенности формирования дегенеративных изменений и нестабильности позвоночно-двигательного сегмента позвоночного столба**

Выявление нестабильности позвоночно-двигательного сегмента поясничного отдела позвоночника очень важно для выбора тактики лечения дегенеративного сколиоза у взрослых (Kotwal S. et al., 2011).

Вопросы, с которыми сталкивается современный спинальный хирург – как диагностировать и что считать нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) поясничного отдела и когда и как его стабилизировать (Shufflebarger H., 2006).

Чтобы разобраться в этом вопросе, должны быть известны анатомические, физиологические и биомеханические особенности строения ПДС, которые стабилизируют позвоночный столб в нормальных физиологических условиях. Наименьшей единицей позвоночного столба, которая отражает все его биомеханические характеристики, является ПДС. Он образован двумя смежными позвонками, соединенными между собой межпозвонковым диском, двумя парами суставных отростков позвонков, связками, соединяющими тела позвонков,

дужками позвонка, поперечных и остистых отростков (; Schendel M.J. et al. 1993; Brown M.D., 2002; Suzer T., 2014; Мураби З., 2017).

Стабильность позвоночного столба определяется как способность позвонков поддерживать взаимосвязь друг с другом и ограничивать смещения во время физиологических нагрузок (Guillot M. et al., 1988; Crisco J.J. et al., 1992; Peter Reeves N., 2007; Izzo R. et al., 2013).

М.М. Panjabi дает следующее определение сегментарной нестабильности: это расширение физиологических границ подвижности, которое не может быть осуществлено в нормальных физиологических пределах при возникновении проблем в работе различных подсистем, которые обеспечивают стабильность позвоночника. Расширение физиологических границ подвижности вызывает увеличение гибкости в ПДС, далее расширяется объем движений свыше нормы и развивается нестабильность позвоночно-двигательного сегмента (Panjabi M.M., 1992).

J.W. Frymoyer с соавторами считают нестабильностью потерю упругости и сопротивления движениям. При приложении силы к позвоночному сегменту происходит его смещение. Оно более значительно, чем в нормальном позвоночном сегменте. Это чрезмерное смещение приводит к формированию болевого синдрома, прогрессирующей деформации позвоночного сегмента и повреждению нервных структур (Frymoyer J.W., 1985; Stokes I.A., Frymoyer J.W., 1987; Pope M.H. et al., 1992).

AAOS (Американская академия хирургов-ортопедов) определяет сегментарную нестабильность как “развитие движения выше нормы, когда нет никакой нагрузки на позвоночник” (Suzer T., 2014).

Стабильность позвоночно-двигательных сегментов определяется как их способность поддерживать взаимоотношения и взаимоограничения в перемещении во время физиологических нагрузок (Stokes I.A.F., 1987; Brown M.D., 2002; Fritz J.M., 2005; Krijnen M. et al. 2006).

Термин "нестабильность позвоночника" используется как собирательное понятие для оценки состояния позвоночно-двигательного сегмента или

позвоночника в целом (Pope M.H., 1985; Panjabi M.M., 1992; Pathria M., 2005; Колотов Е.Б. с соавт., 2009).

Практически все заболевания, поражающие кости, диски, суставы, связочный аппарат или поддерживающие структуры позвоночника, могут привести к развитию нестабильности позвоночника. К ним относятся травмы, онкологические процессы, инфекционные и воспалительные заболевания, заболевания соединительной ткани, врожденные аномалии, дегенеративные заболевания и ятрогенные (интраоперационные) поражения (Alam W., 2002; Pakzaban P., 2010).

Асимметричная дегенерация межпозвонковых дисков и/или дугоотростчатый сустав ведет к асимметричной нагрузке на позвоночно-двигательный сегмент. Этот процесс повторяется снова и снова и приводит к сколиотической и/или кифотической деформации. Более того, деформация дугоотростчатого сустава вызывает моно- или мультисегментарный и/или фронтальный дисбаланс. Появление остеофитов на дугоотростчатых суставах и замыкательных пластинках позвонков является биологической реакцией на нестабильный сегмент и направлена на рестабилизацию позвоночно-двигательного сегмента. Однако остеофит может недостаточно стабилизировать пораженный сегмент, и это приводит к динамическому фораминальному стенозу с корешковой болью и нейрогенной хромотой (Benner B., 1979; Grubb S.A., 1988; Grubb S.A., 1992; Benoist M., 2003; Voos N., 2008).

### **1.5. Современные тенденции в хирургическом лечении дегенеративных сколиозов на фоне нестабильности поясничного отдела позвоночника**

Хирургическое лечение применяется у пациентов с дегенеративным сколиозом, когда консервативное лечение неэффективно (Lonstein J.E., 2006; Meals C. et al., 2013; Palmisani M., 2013).

Целью хирургического лечения является уменьшение боли, дискомфорта и повышение качества жизни с точки зрения функциональной деятельности с минимизацией возможных осложнений. На данном этапе развития медицины в

распоряжении хирурга имеются различные хирургические техники и методики: от декомпрессий фораминальных отверстий, переднего, заднего или комбинированного спондилодеза и спондилосинтеза, до сложных многоплоскостных вертебротомий для формирования новых взаимоотношений в позвоночном столбе и коррекции деформаций (Bradford D.S., 1999; Oskouian R.J., 2006; Berven S.H. et al., 2007).

Операция включает в себя декомпрессию нервных элементов с восстановлением глобального баланса и стабилизацией позвоночника. По сравнению с хирургией пациентов подросткового возраста, оперативное лечение деформаций у взрослых более мультикомпонентно и технически сложно. Ведь проведение спондилосинтеза транспедикулярными системами само по себе не даёт должного восстановления баланса корпуса в связи с ригидностью деформации на фоне многолетнего её существования. Это делает необходимым проведение различных многоуровневых остеотомий, начиная от остеотомий по Осно, Смит-Петерсону до многоплоскостных вертебротомий ножек и тела позвонка (PSO, VCR) для создания мобильности в позвоночно-двигательных сегментах с последующей коррекцией баланса и стабилизацией достигнутого результата транспедикулярной системой.

Наиболее часто проводятся операции из заднего доступа с использованием транспедикулярных систем. Выполняется доступ к позвоночному столбу, скелетируются элементы позвоночно-двигательного сегмента, выполняется вертебротомия по Смит-Петерсону в зонах, где предполагается установка металлосистемы с коррекцией деформации. Для придания большей подвижности в позвоночно-двигательном сегменте возможно проведение дискотомии или дискэктомии. В некоторых случаях постановка кейджей в межтеловых промежутках способствует формированию необходимого лордоза и/или коррекции фронтального дисбаланса. Использование аутокости как спереди, при использовании межтеловых кейджей, так и сзади создает предпосылки для спондилодеза костным блоком, что многократно увеличивает прочность всей конструкции «костно-металлический блок» и препятствует возможным

переломам металлоконструкции. При тяжелой степени деформации, наряду с вертебротомией по Смит-Петерсону, межтеловым спондилодезом кейджами, применяются вертебротомии (PSO, VCR), когда удаляется часть тела позвонка. Как правило, – это клиновидная резекция, помогающая достигнуть необходимой степени коррекции лордоза (PSO), или полностью удаляется тело позвонка с заменой его сетчатым мешом (VCR). Эти операции крайне опасны из-за высокого риска развития осложнений как со стороны нервных структур, так и со стороны внутренних органов в результате массивных кровопотерь и длительного времени операции. Особенно это актуально для пожилых людей (Михайлов Д.А. с соавт., 2017; Bridwell К.Н., 2006; Burton D.C., 2006).

Также существует подход к хирургическому лечению дегенеративного сколиоза через передний доступ. Этапы операции отличаются доступом и объемом вертебротомии. При операциях передним доступом в качестве мобилизации позвоночно-двигательного сегмента выступает дискэктомия. В ряде случаев производят передний спондилодез кейджами разного размера и на различных уровнях, чтобы изменить конфигурацию межтелового пространства и баланс поясничного отдела в целом. Фасеточные суставы остаются интактными, так как через передний доступ выполнить их резекцию невозможно. Этим обусловлено и определенное ограничение использования переднего доступа. При выраженном спондилоартрозе с компрессией нервного корешка в фораминальном отверстии, наличии гипертрофированной желтой связки, выраженной деформации операции из переднего доступа не эффективны, так как не позволяют провести адекватную декомпрессию и мобилизацию сегмента для коррекции деформации (Berven S.H. et al.. 2007; Schwab F.J. et al.. 2008).

Учитывая всеобщий тренд к уменьшению интродооперационной травмы, малоинвазивные подходы находят свое применение и в лечении дегенеративных сколиозов. Эти методики, как правило, сводятся к использованию перкутанно устанавливаемых транспедикулярных винтов с проведением через отдельный локальный доступ декомпрессии заинтересованных невральных структур. Некоторые авторы используют эндоскопические методики для проведения

декомпрессии позвоночного канала. Подобные методики действительно малотравматичны, но и глобальных задач по восстановлению баланса корпуса решить не могут, что не лишает их права на существование, а лишь ограничивает объем возможного применения (Berven S.H. et al., 2007; Schwab F.J. et al., 2008).

Современные тенденции в хирургическом лечении дегенеративного сколиоза заключаются не только в снятии болевого синдрома, коррекции деформации, но самое важное – в снижении частоты послеоперационных осложнений и связанных с этим повторных операций (Berven S.H. et al., 2007; Schwab F.J. et al., 2008).

### **1.6. Клинико-рентгенологические особенности дегенеративного сколиоза позвоночника на фоне нестабильности ПДС в поясничном отделе**

Диагностический комплекс для выявления и определения степени дегенеративного сколиоза позвоночника на фоне нестабильности поясничного отдела включает анамнестическое, общеклиническое, неврологическое, рентгенологическое исследования, МРТ, КТ, в ряде случаев – КТ с миелографией и электронейромиографию (Alam W., 2002; Wu Z.-H. et al., 2008).

Основные жалобы пациентов с дегенеративным сколиозом — это боль в поясничном отделе позвоночника. В целом клиническая картина основана на четырех признаках: 1) боль в поясничном отделе позвоночника; 2) корешковые боли; 3) симптомы нейрогенной хромоты и/или неврологического дефицита; 4) прогрессирование деформации.

Обычно пациентов с дегенеративным сколиозом боли беспокоят в течение несколько лет, однако жалобы на боли в ногах, симптомы нейрогенной хромоты, трудности при поднятии или спуске по лестнице появляется позже. Боли, проявляющиеся во время осевой или физической нагрузке или только во время некоего движения указывают на нестабильность одного или нескольких позвоночно-двигательных сегментов. Пациенты с симптомами нейрогенной хромоты и/или корешковой болью жалуются на усиления болевого синдрома во время длительного положения стоя и во время ходьбы, на более поздних стадиях

заболевания боли усиливаются в ночное время. Это, как правило, связано с раздражением или компрессией нервных корешков, центральным или латеральным стенозом на одном или нескольких уровнях и, как следствие, нарушением кровообращения в невралгических структурах (Voos N., 2008). Клинический осмотр больного с дегенеративным сколиозом – это фактически совмещение неврологического и ортопедического осмотров. Исследуется весь неврологический статус, особенно мышечная сила в конечностях, чувствительность, корешковые расстройства, симптомы натяжения корешков, рефлексы. Тщательно исследуются черепной мозговой нерв (ЧМН) для исключения центральных влияний на имеющуюся симптоматику. С точки зрения ортопедии, производится замер антропометрических данных с выявлением и фиксацией степеней отклонения корпуса тела в ту или иную сторону, изучением походки и осанки пациента, а также его двигательных стереотипов.

Телерентгенограммы позвоночника выполняются в положении стоя в стандартных прямой и боковой проекциях, а также в боковой и прямой проекциях в положении сгибания-разгибания и наклонов вправо-влево (функциональные пробы). В первую очередь нас интересуют такие параметры, как высота межпозвонкового диска, наличие субхондрального склероза, остеофитов, тракционных шпор, вакуум-феномена, которые являются признаками нестабильности ПДС. На функциональных рентгенограммах можно обнаружить четыре типа сегментарной нестабильности: 1) антелистез, 2) ретролистез, 3) изменение сегментарных углов с латеролистезом или без него, 4) патологическая осевая ротация. Суммарное флексионно-экстензионное смещение тел позвонков более чем на 3 мм и изменение сегментарных углов более чем на  $10^\circ$  расцениваются как признак чрезмерной сегментарной гипермобильности или нестабильности (Alam W., 2002).

Для измерения величины искривления во фронтальной плоскости используют метод Cobb, позволяющий измерить угол наклона, а соответственно и степень отклонения позвоночного столба от средней линии (центральной крестцовой оси (CSA – central sacral axis)), проведенной через центр крестца и С7

во фронтальной плоскости. Измеряются варианты положения крестца относительно оси позвоночного столба. Наклон крестца (Sacral slope - SS) – угол между линией замыкательной пластинки S1 ( $m=41\pm 8^{\circ}$ ) и проведенной в горизонтальной плоскости линией. Отклонение таза (Pelvic tilt - PT) – угол между вертикальной линией, проведенной из центральной точки окружности головки бедренной кости, и линией, проведенной, от этой же точки к центру замыкательной пластинки S1 ( $m=12\pm 8^{\circ}$ ). Определяется основной тазовый индекс (Pelvic incidence - PI), указывающий степень наклона крестца (Boulay C. et al., 2006; Kelft E., 2016; Weinberg D.S. et al., 2016) (рис. 1).

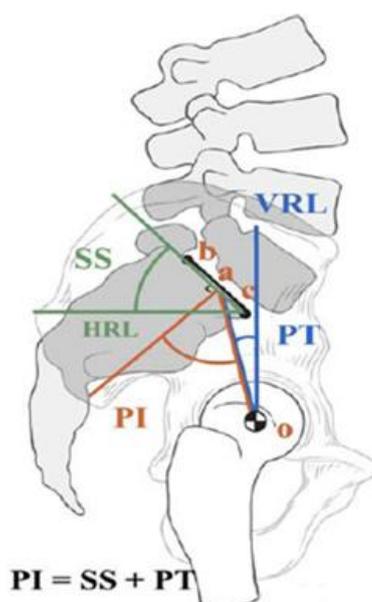


Рис. 1. Основной тазовый индекс (Pelvic incidence – PI)

Проводится измерение сагиттальной вертикальной оси (sagittal vertical axis - SVA) от центра тела C7 к S1 для определения степени нарушения сагиттального баланса и центральной крестцовой оси (CSA – central sacral axis) для определения фронтального баланса. Анализируются данные измерений углов поясничного лордоза (lumbar lordosis – LL) и грудного кифоза (thoracic kyphosis – ТК). Все перечисленные параметры необходимы для планирования степени интраоперационной коррекции деформации. У пациентов с данной деформацией сагиттальный и фронтальный баланс играют ведущую роль. Их коррекция влияет

на исход оперативного лечения (Kobayashi T. et al., 2006; Bridwell K.H., 2007) (рис. 2).



Рис. 2. Сагиттальная вертикальная ось (sagittal vertical axis – SVA)

Выполнение магнитно-резонансной томографии необходимо для диагностики и оценки выраженности стеноза позвоночного канала, состояния межпозвонковых дисков, гипертрофии желтой связки, патологии дугоотростчатых суставов, а также спондилитов, дисцитов и опухолей позвоночника (Ploumis A., 2007; Hansson T. et al., 2009) (рис. 3).

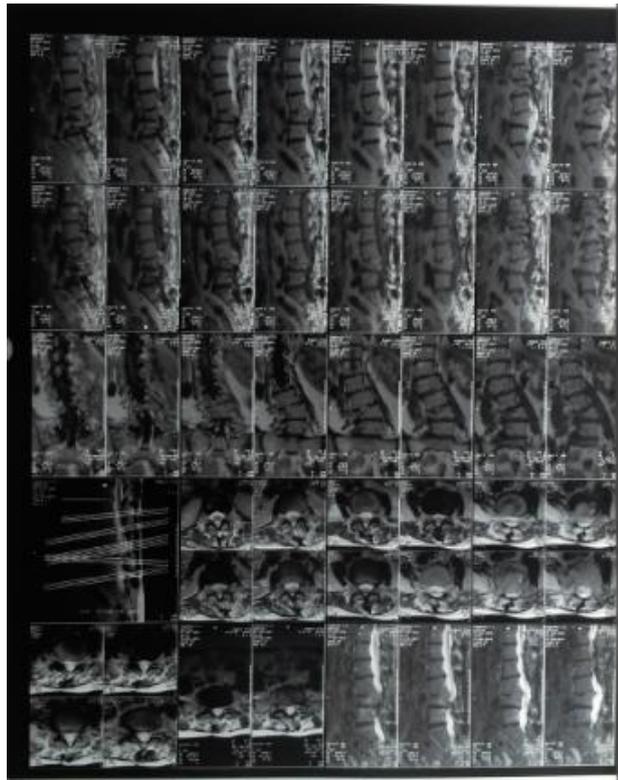


Рис. 3. Магнитно-резонансная томограмма позвоночного столба

Компьютерная томография проводится с целью выявления степени стеноза позвоночного канала разрастания остеофитов, образования спонтанного костного блока в зоне деформации, наличия врожденных аномалий позвоночного столба (рис. 4).

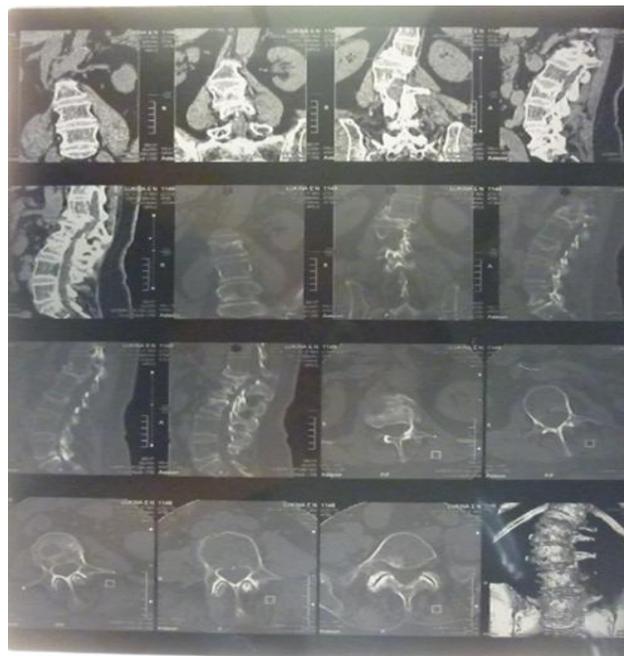


Рис. 4. Компьютерная томография позвоночного столба

При невозможности выполнения МРТ (наличие металлоконструкций, кардиостимуляторов) выполняется КТ с миелографией. В условиях перевязочной в положении больного на боку в дуральный мешок на уровне L4-5 или L5-S1 в междужковое пространство вводится игла. При положительной ликворной пробе (истечение ликвора при удалении мандрена) в дуральный мешок заводится контрастное вещество в объеме 20–40 мл, как правило, омнипак. После введения контрастного вещества выполняется КТ позвоночного столба. В результате мы видим степень прохождения контраста в дуральном мешке и можем выявить все уровни и степени стеноза позвоночного канала (рис. 5).



Рис. 5. КТ-миелография позвоночного столба

Электронейромиография позволяет определить наличие патологических изменений в конкретных корешках, выявить демиелинизирующие процессы в нервном волокне, что крайне важно для понимания прогноза для пациента и выбора метода дальнейшего лечения (Lee D.J. et al., 1992).

### 1.7. Виды оперативных вмешательств

На сегодняшний день существуют различные хирургические подходы, направленные на лечение дегенеративного сколиоза, но выбор методики до сих пор остается вопросом дискуссий. Виды оперативных вмешательств можно разделить на три группы: изолированные декомпрессивные вмешательства,

декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства (*in situ*) с транспедикулярной фиксацией и межтеловым спондилодезом, выполненные из заднебокового доступа к межпозвоноквым дискам (PLIF или TLIF), декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства с коррекцией сагиттального и фронтального баланса (Swank S. et al., 1981; Sanderson P.L., 1993; Bradford D.S., 1997; Aebi M., 2005).

Изолированные декомпрессивные вмешательства могут применяться у пациентов пожилого возраста, которые имеют высокий риск развития послеоперационных осложнений со стороны соматических заболеваний, и у пациентов со сниженной минеральной плотностью костной ткани. Операция включает в себя лишь малоинвазивный доступ тем или иным способом, проведение фораминомии, флавумэктомии и выполнение радикулолиза малоинвазивным инструментарием (Berven S., 2011; Daubs M. et al., 2013).

J.P. Kostuik и J. Bentivoglio (1981) для уменьшения травматичности хирургического вмешательства и сохранения большего числа нефиксированных позвоночно-двигательных сегментов так же предлагал преимущественно использовать фиксацию *in situ* без коррекции деформации. Но со временем авторы выявили, что в смежных с фиксируемыми ПДС дегенеративно-дистрофические изменения развиваются в более ранние сроки, чем после операций с восстановлением сагиттального и фронтального балансов.

Ряд зарубежных и отечественных авторов, основываясь на многолетнем анализе данной патологии, отмечают, что локальные декомпрессивные вмешательства без спондилосинтеза вызывают дальнейшее прогрессирование деформации, приводят к развитию нестабильности и в отдаленном периоде вызывают усиление болевого синдрома как в поясничном отделе, так и ногах. В связи с этим авторы предлагают сочетать декомпрессивные операции со стабилизацией позвоночно-двигательных сегментов на патологически измененных уровнях (Михайлов Д.А., Пташников Д.А., 2017; Radcliff K.E., Vaccaro A., 2012).

F.E. Silva и L.G. Lenke, (2010) предложили оперативное лечение ADS на

шести уровнях: I уровень – изолированная декомпрессия структур позвоночного канала (дуральный мешок, нервные корешки); II – локальный задний спондилосинтез в сочетании с декомпрессией невральных структур; III – декомпрессия невральных структур и протяженный задний спондилосинтез без коррекции поясничной деформации; IV – декомпрессия в сочетании с задним спондилосинтезом, передним спондилодезом и коррекцией деформации поясничного отдела позвоночного столба; V – транспедикулярный спондилосинтез поясничного и грудного отделов с коррекцией деформации; VI – транспедикулярный спондилосинтез, передний спондилодез с использованием различных остеотомий при грубых деформациях позвоночного столба.

В таблице 1 представлены симптомы и рентгенологические параметры, являющиеся критериями выбора методики оперативного лечения.

Лечение пациентов на I уровне. Выполняется только декомпрессия невральных структур. Эта операция в основном подходит больным с нейрогенной хромотой на фоне локального стеноза позвоночного канала и требует столь же локальной декомпрессии. Рентгенологические параметры выбора пациентов на данный вид операции: наличие передних остеофитов допустимо, ротационный подвывих не превышает 2 мм, угол деформации не превышает  $<30^\circ$ , гиперкифоз в грудном отделе отсутствует, глобальный баланс не нарушен, нестабильности нет. Кроме того, должна быть минимальной или отсутствовать боль в пояснице и не должно быть жалоб на деформацию позвоночного столба. При этом локальная декомпрессия на фоне сколиотической деформации и стенозе позвоночного канала, по данным ряда авторов, является фактором риска развития прогрессирования деформации и усиления клинических проявлений заболевания.

Уровни оперативного лечения ADS по Lenke – Silva в зависимости от клинических и рентгенологических данных (Silva F.E., Lenke L.G., 2010)

Симптомы, данные Rg	Конс. лечение	Уровень I	Уровень II	Уровень III	Уровень IV	Уровень V	Уровень VI
Нейрогенная хромота, радикулопатия	мин.	+	+	+	+	+	+
Боли в пояснице	мин.	мин.	+/-	+	+	+	+
Пер. остеофиты	+	+	-	-	-	-	-
Латеролистез	-	-	-	+	+	+	+
Фронт. угол Cobb (<30°)	-	-	-	+	+	+	+
Поясн. кифоз	-	-	-	-	+	+	+
Тотальный дисбаланс	-	-	-	-	-	+	+
						(flexible)	+
							(stiff/fused)

Примечание: мин. – минимально выраженные.

На II уровне лечения выполняется дополнительный задний спондилосинтез, ограниченный областью декомпрессии. Данный вид операций показан при всех вышеупомянутых симптомах. При этом угол искривления не должен превышать 30°, ротационный подвывих может быть более 2 мм, не допускается наличие передних остеофитов в зоне стабилизации. Наличие грудного компенсаторного гиперкифоза возможно, но он должен быть клинически незначим. Должен быть относительно сбалансированный сагиттальный и фронтальный баланс туловища. Провели исследования 55 пациентов с ADS, в лечении которых использовалась только декомпрессия (I группа, 16 больных) с группой больных (II группа, 39 больных), которым была выполнена декомпрессия с ограниченным спондилосинтезом. Больные I группы относились к более старшей возрастной категории и имели меньшие углы деформации (табл. 2). При минимально

двухлетнем наблюдении у 62% в первой группе и у 82% во второй группе больных получены хорошие результаты ( $p < 0,05$ ). За 5 лет наблюдений у 12 из 16 больных первой группы был рецидив стеноза, тогда как у 14 из 39 больных второй группы выявлен стеноз смежных уровней. Доля стеноза была больше в первой группе ( $p = 0,008$ ). Результаты были представлены на ежегодном собрании SRS в 2006.

Таблица 2

Возраст и показатели деформации до и после операции в двух группах больных по Lenke – Silva

Показатель	Уровень I	Уровень II	Значение p
Возраст, лет	75,0 ± 6	66,3 ± 7,6	0,01
Период наблюдений, лет	4,6 ± 2,7	4,6 ± 2,4	0,39
Угол деформации до операции, град.	16,0 ± 6	22,0 ± 8	0,23
Угол деформации после операции, град.	3,0 ± 4	1,0 ± 8	0,5

III уровень лечения. На данном этапе выполняется транспедикулярный спондилосинтез всей поясничной дуги, коррекции деформации не производится, выполняется декомпрессия невральных структур в соответствии с уровнем поражения. При этом клинические симптомы заболевания должны быть связаны с деформацией позвоночного столба. Надо отметить, что корреляция выраженности клинической картины со степенью деформации позвоночного столба выходит на первый план и определяет необходимо достаточный метод оперативного лечения. Данной группе соответствуют пациенты с углом деформации  $>45^\circ$ , ротационным подвывихом  $>2$  мм без остеофитов по передней поверхности тел позвонков в зоне предполагаемого спондилосинтеза, с сохраненным фронтальным и сагиттальным балансом. У данной группы больных при постановке винтов в таз или крестец возможно дополнять задний спондилосинтез передним спондилодезом. Для этого можно использовать задние доступы (TLIF, PLIF).

На IV уровне лечения задний спондилосинтез поясничного отдела позвоночника обязательно дополняется передним спондилодезом. Передний спондилодез немаловажен для коррекции угла лордоза поясничного отдела позвоночника и стабилизации нестабильных ПДС. Данная методика дает возможность выполнить относительную декомпрессию невральных структур путем дистракции в фасеточных суставах, приводит к снижению выраженности клинических симптомов спондилоартроза. Особенно ярко это проявляется у курильщиков, больных сахарным диабетом, у пациентов с остеопенией. Если у пациента также наблюдается выраженное ожирение, передний спондилодез снижает шансы развития нестабильности металлоконструкции за счет регулирования центра тяжести в пространстве. И все же, при стандартном доступе спереди у пожилых больных наблюдается развитие нестабильности в ПДС. Следовательно, ASF выборочно рекомендуется для больных с грубым стенозом, выраженным болевым синдромом в поясничном отделе, при наличии деформации позвоночного столба, с незначительным сагиттальным дисбалансом. Передние остеофиты должны отсутствовать, как и грудной гиперкифоз, а ротационный подвывих не должен превышать 2 мм.

V уровень лечения – это транспедикулярный спондилосинтез поясничного и грудного отделов позвоночника. Критерии включения: больные, имеющие уже все вышеописанные параметры, а также грудной гиперкифоз и/или компенсаторную грудную дугу. Наличие общего дисбаланса в сочетании или без такового с фронтальным дисбалансом так же могут быть оперированы данным методом. На данном этапе лечения используются различные остеотомии для коррекции дисбаланса позвоночного столба.

Выбор степени и метода остеотомии особенно характерен для VI уровня лечения. При наличии самокоррекции деформации на функциональных снимках на 30% и более не требуется проведение остеотомии. Это объясняется мобильностью подобной деформации. Ригидной считается деформация, при которой аутокоррекция менее 30%, при этом показано применение остеотомий. Особенно необходимо проведение остеотомий при ригидных деформациях с

глобальным дисбалансом и формированием спонтанного костного блока в зоне деформации. Адекватный выбор метода и уровня остеотомии может привести к уменьшению протяженности металлофиксации и быть достаточным для проведения коррекции баланса корпуса. А правильно восстановленный баланс корпуса играет ведущую роль как фактор, напрямую влияющий на исход лечения (Silva F.E., Lenke L.G., 2010). Тщательная оценка клинических проявлений заболевания и рентгенологической картины баланса корпуса на дооперационном этапе – это первый шаг к выбору правильного метода и необходимого уровня остеотомии.

Глобальный сагиттальный дисбаланс у данной группы больных может быть отнесен к I или II типам по К.Н. Bridwell (Bridwell К.Н., 2007). I тип сагиттального дисбаланса характерен для больных, которые в целом сбалансированы, но в некоторых сегментах позвоночного столба есть деформация по типу гипер- или гипокифоза, сглаженного лордоза. II тип сагиттального дисбаланса относится к общему и сегментарному дисбалансу, когда есть нарушение сагиттального и фронтального баланса. Они могут быть классифицированы как типы А и В. Тип А характеризуется разнонаправленным наклоном плеч пациента и таза. Тип В, наоборот, имеет однонаправленный наклон плеч и таза пациента. Особо показано применение остеотомии при ригидной деформации на фоне типа В.

Остеотомия по Смит – Петерсону, как правило, используется при I типе сагиттального дисбаланса, при условии адекватной мобильности сегмента за счет межпозвонкового диска в зоне остеотомии (Silva F.E., Lenke L.G., 2010). Можно выполнить передний релиз сегмента при нестабильном межпозвонковом диске при условии, что тела позвонков высокие, а также сочетать с передним межтеловым спондилодезом различными имплантами или без таковых. Передний спондилодез с постановкой межтеловых имплантов обязателен, если высота тел позвонков мала. Данный метод показан также для использования при II типе дисбаланса, когда остеотомия по Смит – Петерсону дает возможность сместить точку равновесия в пределах 3 см от крестца.

Другой подход при II типе – это PSO остеотомия, зарекомендовавшая себя с лучшей стороны как при остеопоротическом изменении костной ткани, так и у курильщиков и больных с сахарным диабетом, так как непосредственный контакт костных поверхностей дает хороший костный блок. Как правило, это дает возможность получить примерно 30° коррекции угла лордоза, а значит, может применяться и для коррекции глобального баланса корпуса. При этом передний релиз и межтеловой спондилодез различными имплантами не обязательны. (Dakwar E., 2010). Передний спондилодез может быть выполнен при введении винтов в крестец. Однако при выполнении вышеописанных методов (PSO) правильная коррекция баланса может легко быть достигнута только задним доступом (Bridwell K.H., 2003). Точное количество уровней резекции для достижения правильного баланса позвоночного столба легко вычислить, используя простые тригонометрические формулы (Ondra S.L. et al., 2006). Асимметричная PSO остеотомия зачастую полезна при коррекции дисбаланса типа II A при двухсторонних деформациях. Более радикальная техника резекции позвоночного столба часто необходима для редкого типа деформаций II B (Bradford D.S., Tribus C.B., 1997; Lenke L.G., 2009; Silva F.E., Lenke L.G., 2010).

### **1.8. Протяженность фиксации позвоночника – основы выбора**

Выбор крайних точек фиксации позвоночника для коррекции деформации в дегенеративном сколиозе имеет важное значение и влияет на результат операции. Критерии для определения уровня спондилосинтеза (Aebi M., 2005 ;Gupta M.C.. 2003; Cho K.J. et al., 2013):

- 1) спондилосинтез не должен быть остановлен в вершине дуги;
- 2) переходный кифоз входит в спондилосинтез;
- 3) тяжелый латеральный подвывих входит в спондилосинтез;
- 4) спондилолистез и ретролистез включены в спондилосинтез;

•5) верхнему инструментированному позвонку должен быть в горизонтальном (нейтральном) положении, а не в наклоненном (Aebi M., 2005; Gupta M.C., 2003).

Многие авторы спорят по поводу проксимального уровня спондилосинтеза, а именно, должен ли он быть продлен до Th10 позвонка или остановлен в поясничном отделе позвоночника. Спондилосинтез, закончившийся на уровне L1, скорее всего, приведет к декомпенсации проксимального смежного сегмента с развитием клинически значимых дегенеративных изменений, влекущих за собой стенозирование невральных структур на данном уровне или к перелому вышележащего позвонка. Чтобы не допустить этого, рекомендуется продлевать спондилосинтез до Th10, так как Th10 более стабильный, чем Th11 или Th12 из-за его более устойчивого крепления к ребрам. Однако некоторые хирурги утверждают, что это не может предотвратить болезнь смежного сегмента, потому что она развивается как дегенеративный процесс, связанный с перераспределением нагрузки на оставшийся вне зоны фиксации последний проксимальный сегмент. И это не зависит от уровня, на котором остановили инструментализацию за исключением случаев остановки на вершине кифоза. Наоборот, спондилосинтез до Th10 может привести к периоперационным осложнениям из-за длинного спондилосинтеза и более длительного времени операции. К.Ж. Cho с соавторами сообщают, что спондилосинтез до Th11 или Th12 приемлем, когда верхний инструментированный позвонок находится вне дуги деформации (Cho et al., 2013).

Также важно определиться, следует ли остановить спондилосинтез на дистальном уровне L5 или продлить до крестца. Дистальный спондилосинтез обычно распространяется до L5, так как вершина искривления позвоночного столба, как правило, расположена между L2–L4, и у диска L4-5 обычно имеются дегенеративные изменения. Нет никаких сомнений в том, что спондилосинтез выполняется до крестца у пациентов с существующей патологией в L5-S1, таких как стеноз позвоночного канала, спондилолистез и тяжелые дистрофические изменения. Однако есть разногласия относительно того, где остановить

спондилосинтез – на L5 или на крестце, если сегмент L5-S1 выглядит здоровым (Bridwell К.Н., 2003; Zaborovskii N. et al., 2017). Разница в операциях, в которых спондилосинтез останавливается в L5 по сравнению с S1, считается относительно небольшой; однако это может быть причиной в последующем более прогрессивной дегенерации в L5-S1 (Zaborovskii N. et al., 2017).

Edwards С.С. с соавторами сообщают, что у 61% пациентов с фиксацией в L5 наблюдались дегенеративные изменения, ведущие стенозу позвоночного канала, сагиттальному дисбалансу, что увеличивало риска повторных операций. Поэтому предпочтительно выполнять спондилосинтез в S1 у пациентов с сагиттальным дисбалансом, так как весьма вероятно, что сагиттальный дисбаланс может вызвать дегенерацию в L5-S1 сегментах, даже без дегенеративных изменений до операции (Edwards С.С. et al., 2003; Lee J.C., 2015). Коррекция сагиттального дисбаланса лучше достигается путем спондилосинтеза до крестца, чем спондилосинтеза до L5. Однако частота осложнений выше в спондилосинтезе до крестца. Псевдоартроз, который является наиболее частым осложнением при L5-S1 сегмента, наблюдается в 42% случаев спондилосинтеза до крестца, и всего в 4% случаев при спондилосинтезе в L5. Для предотвращения псевдоартроза рекомендуют выполнять межтеловой спондилодез и дополнительную фиксацию к подвздошной кости. Сагиттальная декомпенсация после спондилосинтеза до крестца – это не редкость, поэтому восстановление поясничного лордоза является важным для достижения сагиттального баланса (Edwards С.С. et al., 2003; Kuhns С.А. et al., 2007).

### **1.9. Послеоперационные осложнения**

Хирургическая коррекция деформации позвоночника представляет большой риск развития периоперационных и отдаленных осложнений. Периоперационные осложнения могут включать повреждение нервных корешков и дурального мешка, повреждение сосудов, инфекцию в области проведенного оперативного вмешательства, потерю фиксации и декомпенсацию позвоночно-двигательного

сегмента выше или ниже спондилосинтеза (Berven S.H. et al., 2007; Cho K.-J. et al., 2007).

Обильная кровопотеря – не редкость в хирургии дегенеративного сколиоза позвоночника. Это связано с многоуровневой фиксацией, проведением различных вертебротомий, повреждением эпидуральных вен, которые зачастую варикозно расширены, и длительным временем операции, что само по себе приводит к большим кровопотерям (Cho K.-J. et al., 2007). Минимизация кровопотери, безусловно, является важнейшей задачей, так как напрямую приводит к снижению периоперационных осложнений, уменьшению использования донорской крови, антифибринолитиков и, соответственно, расходов на переливание крови (Cho K.J. et al., 2014). Малоинвазивные методы, применяемые с целью коррекции дегенеративного сколиоза у взрослых, великолепно справляются с задачей снижения как интраоперационных кровопотерь, так и периоперационных осложнений. Латеральный межтеловой поясничный спондилодез коррелирует с меньшей кровопотерей и, следовательно, меньшей заболеваемостью, чем открытая коррекция. Однако некоторые ограничения техник латерального межтелового поясничного спондилодеза были зарегистрированы. Операции на сегменте L5-S1 не могут быть проведены посредством забрюшинного транспосоас-доступа, потому что подвздошный гребень перекрывает подход к межпозвонковому диску. Так же стоит отметить, что осложнения, связанные с доступами, такие как неврологический дефицит, в области бедра не полностью предотвращаются с помощью интраоперационного нейромониторинга (Graham R.V. et al., 2014).

Поздние осложнения включают болезни смежного сегмента, псевдоартрозы и недостатки инструментария. Болезни смежного сегмента представлены стенозом позвоночного канала и проксимальным переходным кифозом. Факторами риска болезни смежного сегмента являются сагиттальный дисбаланс, повреждение фасеточных суставов и пожилой возраст пациентов (Масевнин С.В., 2016; Kim Y.J. et al., 2006; Masevnin S.V. et al., 2015).

Псевдоартроз чаще всего происходит в L5-S1 при спондилосинтезе с крестцом, но может развиваться и в грудопоясничном переходе (Kim Y.J. et al., 2006; Zaborovskii N. et al., 2017). Заболеваемость псевдоартрозом выше у пациентов старшего возраста, когда пояснично-грудной кифоз более 20°, и поясничный лордоз уменьшается. Сагиттальный дисбаланс является еще одним фактором риска псевдоартроза (Cho K.J. et al., 2013).

Проблемы, связанные с металлоконструкциями, представлены развитием нестабильности и миграцией винтов в наиболее дистальной и проксимальной частях фиксации. Развитие нестабильности винтов и, как следствие, резорбция костной ткани, возникает у пациентов с сагиттальным дисбалансом, особенно при полисегментарной многоуровневой фиксации (Tsuchiya K. et al., 2006).

Для таких случаев рекомендуется использовать костный цемент при заведении крайних винтов, что предотвратит развитие их нестабильности в дальнейшем (Pateder D.V. et al., 2007; Dai F. et al., 2015).

Так же для предотвращения развития псевдоартроза в дистальной части инструментария рекомендуется продолжать фиксацию в таз (Cho K.J. et al. 2007; Lebl D.R. et al., 2013).

Дегенеративный взрослый сколиоз часто сопровождается сагиттальным дисбалансом. Хотя восстановление сагиттального дисбаланса является критическим для того, чтобы улучшить клинический исход, недостатки сагиттального дисбаланса после перестройки инструментария наблюдалась у некоторых пациентов. Более высокий тазовый наклон может быть связан с сагиттальной декомпенсацией вследствие недостаточной коррекции. У таких пациентов требуется более высокая степень коррекции поясничного лордоза. Объем коррекции поясничного лордоза должен быть пропорционален измеряемому тазовому наклону – (PI). Потеря коррекции дискового пространства после спондилосинтеза может также привести к неоптимальной коррекции поясничного лордоза. Опоры передней колонны с кейджем помогает предотвращать потери коррекции в дисковых пространствах (Sun X. et al., 2009; Costanzo G. et al., 2014; Blizzard D. et al., 2016).

## Резюме

Нестабильность позвоночного столба как в целом, так и отдельных его сегментов – это патологическое состояние, в основе которого лежит чрезмерное патологическое механическое смещение позвонков относительно друг друга, сопровождающееся выраженным болевым синдромом в соответствующей области позвоночника. Эта патология является одним из определяющих факторов при определении показаний к хирургической стабилизации позвоночно-двигательных сегментов. Хотя нестабильность двигательных сегментов позвоночного столба неоднократно обсуждалась как в отечественной, так и в зарубежной литературе, этиологические факторы, факторы риска, факторы, влияющие на развитие патогенетического механизма до сих пор недостаточно изучены. Так же остается открытым вопрос об алгоритме лечения пациентов с данной патологией (Vries A.A.B. De et al., 2010; Millhouse P.W. et al., 2015).

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Общая характеристика пациентов

Проведен ретроспективный и проспективный анализ результатов оперативного лечения 120 пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности поясничного отдела позвоночника, проведенного в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и в клинике ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» в период с 2010 по 2018 г.

Наше исследование состоит из двух частей:

- Первая часть исследования – ретроспективная. Мы изучили результаты лечения 60 пациентов с локальной нестабильностью на вершине дуги деформации и в переходных зонах при дегенеративном сколиозе, оперированных с применением транспедикулярных систем на всей протяженности деформации, с её полной коррекцией.
- Вторая часть исследования – проспективная. Нами были отобраны 60 пациентов с локальной нестабильностью на вершине дуги деформации и в переходных зонах при дегенеративном сколиозе, которые были оперированы методом локальной транспедикулярной фиксации с передним межтеловым спондилодезом из заднего доступа (TLIF).

Следующим шагом стал статистический анализ и сравнение результатов лечения у данных пациентов. Пациенты были разделены на две когорты. В каждой когорте было по две группы.

Первая (ретроспективная) когорта (R):

I группа – 30 пациентов с локальной нестабильностью на вершине дуги деформации на фоне дегенеративного сколиоза, оперированных с применением транспедикулярных систем на всей протяженности деформации, с её полной коррекцией.

II группа – 30 пациентов с локальной нестабильностью в переходных зонах дуги деформации на фоне дегенеративного сколиоза, оперированных с

применением транспедикулярных систем на всей протяженности деформации, с её полной коррекцией.

Вторая (проспективная) когорта (P):

I группа – 30 пациентов с локальной нестабильностью на вершине дуги деформации на фоне дегенеративного сколиоза, оперированных методом локальной транспедикулярной фиксации с передним межтеловым спондилодезом из заднего доступа (TLIF).

II группа – 30 пациентов с локальной нестабильностью в переходных зонах дуги деформации на фоне дегенеративного сколиоза, оперированных методом локальной транспедикулярной фиксации с передним межтеловым спондилодезом из заднего доступа (TLIF).

Были проведены сравнения в группах по следующим параметрам:

- 1) характер и количество осложнений,
- 2) прогрессирование деформации после оперативного лечения,
- 3) обострение соматической патологии,
- 4) уровень качества жизни (ODI, SRS-24),
- 5) степень купирования болевого синдрома на различных этапах наблюдения (VAS),
- 6) степень купирования неврологического дефицита на различных этапах наблюдения (ASIA).

Сравнения результатов лечения по определенным нами параметрам проводились между группами. Все группы были репрезентативны по исследуемым признакам, определенным в параметрах включения больных.

Критерии включения пациентов в исследование:

- пациенты с локальной нестабильностью поясничного отдела позвоночника по критериям White and Panjabi;
- $SVA < 6$  см;
- фронтальный дисбаланс  $< 8$  см;
- антелистез или ретролистез или латеролистез  $> 3$  мм;
- прогрессирование деформации  $> 2$  мм в год;

- $PI + LL + TK \leq 45^\circ$ ;
- PI не менее  $15^\circ$ ;
- PT не более  $35^\circ$ ;
- LL не менее  $15^\circ$ ;
- угол Cobb не менее  $30^\circ$ ;
- пациенты с выраженными клиническими проявлениями патологии в виде неврологических расстройств (парезы до 3,5 баллов) и интенсивного болевого синдрома;
- детерминированные при помощи инструментальных методов исследования дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника, стенозы и деформации позвоночного канала, соответствующие уровню и характеру клинических проявлений;
- неврологические нарушения, детерминированные электрофизиологическими инструментальными методами исследования;
- неоднократный неэффективный курс консервативного лечения в анамнезе.

#### Критерии исключения:

- онкологические заболевания,
- «свежие» переломы тел позвонков на фоне остеопороза,
- последствия травм позвоночного столба менее 6 месяцев,
- грубый неврологический дефицит (парапарезы более 3,5 баллов),
- демиелинизирующие радикулопатии,
- обострение хронической соматической патологии,
- психические расстройства,
- ОРВИ,
- иммунодефицит (ВИЧ).

После тщательного отбора в наше исследование было включено 120 больных в возрасте старше 50 лет. Средний возраст пациентов составил  $67 \pm 7,6$  лет (от 50 до 80). Среди них женщин было 96 – 80%, мужчин 24 – 20%. Хотя в литературе

распределение по полу при дегенеративном сколиозе равно 1:1, в нашем исследовании женщин было в 4 раза больше. Возможно, это связано с тем, что мужчины реже обращались за помощью. При этом максимальное количество пациентов находилось в возрасте от 60 до 69 лет, а минимальное – в возрастной группе старше 80 лет – всего 2 человека. Распределение пациентов по полу и возрасту представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение пациентов по возрасту и полу

Возраст, лет	Пол				Всего	
	Мужской		женский			
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
50-59	8	6,7	24	20	32	26,7
60-69	10	8,3	48	40	58	48,3
70-79	6	5	22	18,3	28	23,3
80-89	0	0	2	1,7	2	1,7
Всего	24	20	96	80	120	100

Оценку результатов, исследуемых параметров у пациентов в группах проводили до операции, через 3, 6, 12 месяцев, 2 и 3 года после проведенного оперативного лечения.

В проспективной когорте (в дальнейшем по тексту – когорта «Р») медиана послеоперационного наблюдения составила 2,4 года (от 3 мес. до 3 лет). При этом больных, наблюдавшихся по срокам более двух лет, было 52 человека, что дает нам возможность судить о результатах лечения и переносить их на общую выборку.

На дооперационном этапе у всех больных применялись все необходимые методы исследований в соответствии с общепринятым диагностическим комплексом – клинические, в том числе неврологические и ортопедические,

рентгенологические (в том числе КТ, МРТ), электрофизиологические, статистические и другие.

При оценке исследуемых признаков использовались методы статистического анализа Kruskal – Wallis в пространстве языка программирования R. Статистически значимых различий между пациентами сравниваемых групп на дооперационном этапе получено не было ( $p>0,05$ ) (табл. 4, 5).

Таблица 4

## Общая характеристика больных R-когорты

Параметры оценки	Группы пациентов первой (R) когорты до операции		
	I	II	P
VAS, балл (SD)	8 ( $\pm 2,2$ )	8 ( $\pm 1,9$ )	0,13
ODI, % (SD)	77,4 ( $\pm 4,1$ )	78,1 ( $\pm 4,2$ )	0,067
SRS-24, балл (SD)	1,9 ( $\pm 0,6$ )	1,9 ( $\pm 0,4$ )	0,48
ASIA	D-E	D-E	0,54
PI-LL, град. (SD)	22,4 ( $\pm 3,7$ )	23 ( $\pm 4,2$ )	0,28
PT, град. (SD)	34,3 ( $\pm 4,3$ )	35,5 ( $\pm 3,1$ )	0,185
LL, град. (SD)	12,3 ( $\pm 2,1$ )	12,7 ( $\pm 2,8$ )	0,12
TK, град. (SD)	44,7 ( $\pm 4,7$ )	44,3 ( $\pm 5,3$ )	0,22
SVA, см (SD)	5,3 ( $\pm 2,2$ )	5,1 ( $\pm 1,9$ )	0,174
(SD)	2,5 ( $\pm 1,3$ )	2,4 ( $\pm 1,4$ )	0,182
Cobb, град. (SD)	38,3 ( $\pm 4,8$ )	37,7 ( $\pm 4,5$ )	0,17
CSA, (SD)	3,2 ( $\pm 1,8$ )	3,3 ( $\pm 1,2$ )	0,15

Общая характеристика больных Р-когорты

Параметры оценки	Группы пациентов второй (Р) когорты до операции		
	I	II	P
VAS, балл (SD)	8 ( $\pm 2,2$ )	8 ( $\pm 1,9$ )	0,661
ODI, % (SD)	77,4 ( $\pm 4,1$ )	78,1 ( $\pm 4,2$ )	0,067
SRS-24, балл (SD)	1,9 ( $\pm 0,6$ )	1,9 ( $\pm 0,4$ )	0,196
ASIA	D-E	D-E	0,61
PI-LL, град. (SD)	22,4 ( $\pm 3,7$ )	23 ( $\pm 4,2$ )	0,195
PT, град. (SD)	34,3 ( $\pm 4,3$ )	35,5 ( $\pm 3,1$ )	0,16
LL, град. (SD)	12,3 ( $\pm 2,1$ )	12,7 ( $\pm 2,8$ )	0,22
TK, град. (SD)	44,7 ( $\pm 4,7$ )	44,3 ( $\pm 5,3$ )	0,165
SVA, см (SD)	7,3 ( $\pm 2,2$ )	8,1 ( $\pm 1,9$ )	0,136
CSA (SD)	3,7 ( $\pm 1,3$ )	3,5 ( $\pm 1,4$ )	0,14
Cobb, град. (SD)	38,3 ( $\pm 4,8$ )	37,7 ( $\pm 4,5$ )	0,429

\*Примечание: VAS – Visual Analog Score (визуально-аналоговая шкала); ODI – Oswestry Disability Index (индекс нарушения жизнедеятельности Освестри); PI – Pelvic incidence (тазовый коэффициент); PT – Pelvic tilt (наклон таза); LL – lumbar lordosis (поясничный лордоз); TK – thoracic kyphosis (грудной кифоз); SVA – sagittal vertical axis (сагиттальная вертикальная ось); CSA central sacral axis

В группу исследования включили пациентов с моно- и полисегментарной нестабильностью поясничного отдела по рентгенологическим критериям White и Panjabi, также у пациентов был диагностирован стеноз позвоночного канала степеней C и D по классификации C. Schizas и N. Theumann (2010) (рис. 6), грыжи межпозвонковых дисков и дегенеративный спондилолистез, который также рассматривался нами как проявление нестабильности (табл. 6, 7).

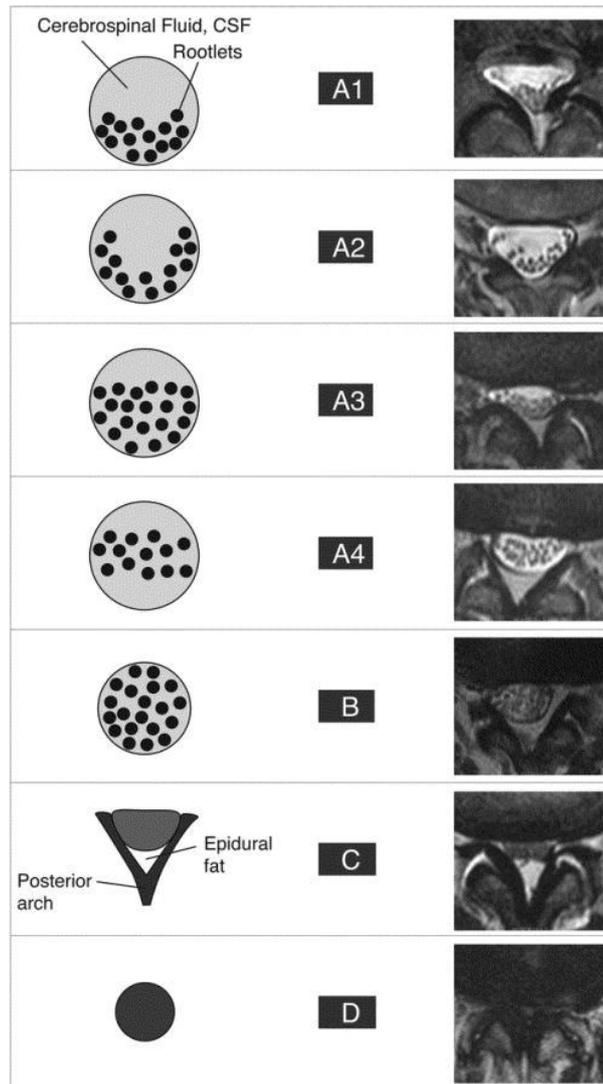


Рис. 6. Классификация стеноза позвоночного канала по С. Schizas и N. Theumann (2010)

Таблица 6

Распределение пациентов обеих когорт по количеству уровней стеноза позвоночного канала

	Количество уровней стеноза			Итого	
	2-3	4-5	>5	абс.	%
Количество пациентов	80	35	5	120	100%

Распределение пациентов в обеих когортах по степени стеноза позвоночного канала по классификации С. Schizas, N.Theumann (2010)

	Степень стеноза позвоночного канала		Итого	
	С	D	абс. ч.	%
Количество пациентов	78	42	120	100%

Из представленных данных можно сделать вывод, что выбранные для нашего исследования больные имели достаточно выраженную деформацию позвоночного столба с нарушением статики и биомеханики ПДС с яркой клинической симптоматикой как со стороны болевого синдрома, так и неврологических расстройств в результате вторично развившихся дегенеративных стенозов позвоночного канала. При этом степень стеноза позвоночного канала в более чем трети случаев была максимальной.

## 2.2. Методы исследования

### 2.2.1. Клиническое обследование

Клиническое обследование больных начиналось с выявления основных жалоб. На первом месте у всех проходивших обследование в клинике был болевой синдром. Пациентов детально расспрашивали о точной локализации болевого синдрома (для определения уровня поражения нервных корешков. Уточняли причины возникновения или повышения интенсивности болей и их иррадиацию. Выявляли взаимосвязь с нагрузками на различные отделы позвоночного столба, с факторами, приводящими к повышению внутрибрюшного давления, такими как чихание, кашель, натуживание и др. Выявляли очаги хронических воспалительных процессов в органах грудной клетки, брюшной полости и малого таза. Как возможный фактор и дополнительный источник вертеброгенных болевых синдромов, возможных аллергических компонентов заболевания принимали во внимание различные переохлаждения. Выяснялись

механизмы силовых усилий, позиции корпуса, объемы и направления движений и другие провоцирующие факторы, вызывающие боль, а также факторы, способствующие снижению болевого синдрома. В качестве провоцирующего фактора рассматривались профессиональные вредности, которые могут способствовать или провоцировать начало заболевания. В основном это профессии с тяжелыми постоянными статико-динамическими перегрузками. Отрицательное влияние оказывало длительное нахождение в положении сидя с длительными наклонами корпуса и головы вперед или в сторону. При опросе создавалась психоэмоциональная картина пациента, учитывающая вероятные психогенные факторы-провокаторы как самого заболевания, так и его обострений. Выяснили субъективно личное отношение пациента к болезни, своему состоянию, к переживанию боли.

В поясничном отделе позвоночника отмечали болевой синдром все 120 (100%) больных. Боли в пояснице с иррадиацией в ноги наблюдались так же у всех 120 больных. На боли, отдающие в обе ноги, жаловались 96 (80%) пациентов. Боли только в одной ноге были у 40 (20%) пациентов. Основным провоцирующим фактором у всех пациентов была физическая нагрузка, особенно осевая (ходьба – 77 (64,2%), нахождение в положении сидя – 32 (26,7%), подъем тяжестей – 120 (100%) и смена положения тела (сгибание, разгибание, переход из положения лежа в положение сидя – 120 (100%) больных). На втором месте отмечен психоэмоциональный – 102 (85%) пациента.

Боли причиняли неудобства и дискомфорт пациентам, ограничивая их в выполнении ежедневных бытовых задач, не говоря уже о тотальном снижении работоспособности. Все пациенты работающего возраста находились на больничном листе – 43 (35,8%) человека. При этом начало болей более чем 10 лет назад отмечали 75 (62,5%) человек, более 5 лет назад – 34 (28,3%) человек, более 3 лет – 11 (9,2%) человек. Продолжительность заболевания к моменту исследования и оперативного вмешательства колебалась от 6 месяцев до 15 лет и составила в среднем  $6,1 \pm 1,2$  года. Медиана распределилась в области 4 лет.

Все пациенты жаловались на слабость в ногах при ходьбе как проявление нейрогенной перемежающей хромоты.

Исследование симптомов натяжения корешков спинного мозга (проба Нери), боли в пояснице и/или ноге – у 120 (100%) больных. Так же у всех 120 (100%) больных выявлен положительный симптом Ласега (натяжение седалищного нерва) на стороне поражения.

В исследованной группе не была определена гиперестезия. Всех пациентов беспокоила потеря чувствительности в различных зонах на ногах – гипестезия. Снижение мышечной силы в конечностях (нижний парез) отмечено у 78 (65%) пациентов: с одной стороны – у 59 (75,6%) больных, с двух сторон – у 19 (24,4%) пациентов. На нижних конечностях гипотрофия мышц выявлена в 10 (8,3%) случаях. Нарушения функций тазовых органов выявлены у 3 (3,3%) больных. Это проявлялось периодическими затруднениями при мочеиспускании, трудностями удержания мочи, задержками стула. Нарушений половой функции не было в исследуемых группах.

Оценка вертеброневрологического статуса включала известные методы, применяемые ортопедами и неврологами. Они взаимно дополняют друг друга.

Пациенты с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности в позвоночно-двигательном сегменте проявляют следующие клинические признаки нестабильности (Kotilainen E., Valtonen S., 1993) невозможность возвратиться в вертикальное положение из наклонного из-за приступа резкой боли или так называемого «прострела»; 2) появление острой боли при попытке опустить поднятые выпрямленные ноги; 3) постоянная тревожность, опасения пациента, что неудачное движение положение вызовет острую боль.

У пациентов в нашем исследовании данные симптомы отмечены у всех 120 человек.

Антропометрические данные оценены у всех пациентов:

- отношение длины туловища к длине конечностей;
- асимметрия положений надплечий; локализация таза в плоскости;
- походка;

- линия прохождения нижних углов лопаток;
- выраженность шейного лордоза, грудного кифоза и поясничного лордоза;
- расположение крестца в пространстве;
- сагиттальная вертикальная ось;
- выраженность и расположение реберного горба;
- наличие деформации, её локализация, протяжённость и сторона расположения;
- наличие противодуги деформации, её степень;
- подвижность в шейном, грудном и поясничном отделах позвоночника.

Все эти данные необходимы для планирования оперативного лечения, выбора протяженности фиксации, необходимой степени коррекции с учетом анатомических особенностей не только позвоночника, но и таза, нижних конечностей, плечевого пояса, грудины, наличие рубцовых изменений на передней брюшной стенке, грудной клетке, так как формирование биомеханики движения – это глобальный механизм, включающий в себя практически весь опорно-двигательный аппарат.

Все пациенты до обращения в клинику проходили многократные курсы консервативного лечения как амбулаторно, так и в стационаре. Лечение включало прием анальгетиков, стероидных и нестероидных противовоспалительных средств, витаминов (в основном группы В), препаратов никотиновой кислоты, миорелаксантов. Больные проходили курсы паравертебральных блокад, физиотерапевтические процедуры, занятия лечебной физкультурой и санаторно-курортное лечение. Эффекта от проведенной терапии либо не было, либо он был кратковременным.

Наличие хронической соматической патологии, выявляемой при оценке общего состояния больных, может серьезно повлиять на выбор тактики лечения у пациентов старшей возрастной группы и ограничить хирурга в использовании необходимого способа лечения больного. При госпитализации в стационар все больные осматривались терапевтом, а при необходимости – кардиологом, хирургом, эндокринологом, другими специалистами.

Пациенты, включенные в наше исследование, не были соматически здоровы, что было связано со значительным количеством сопутствующих хронических заболеваний. Характер сопутствующей хронической соматической патологии у пациентов исследуемых групп отражен в таблице 8.

Таблица 8

Структура сопутствующей хронической соматической патологии в когортах

Параметр	Ретроспективная		Проспективная	
	I группа	II группа	I группа	II группа
Заболевания сердечно-сосудистой системы	10	15	12	11
Заболевания органов дыхания	5	8	6	7
Заболевания ЖКТ	6	7	5	6
Заболевания мочеполовой системы	6	4	6	5
Патология эндокринной системы	8	9	7	8
Другие хронические заболевания	4	3	3	5

При отборе больных для оперативного лечения по соматическому статусу нами использовалась общепринятая Международная классификация оценки предоперационного физикального статуса пациентов, предложенная Американской ассоциацией анестезиологов (Aronson W.L. et al., 2003). Степень операционного риска оценивалась на основании сбора анамнеза, оценки физикального статуса, заключений узких специалистов и результатов лабораторно инструментальных обследований:

1 степень риска – практически здоровые люди;

2 степень риска – легкое течение соматической патологии в стадии компенсации при небольшом объеме оперативного вмешательства;

3 степень – соматическая патология средней степени тяжести в стадии субкомпенсации;

4 степень – тяжелое течение соматической патологии в стадии декомпенсации.

При наличии признаков исходной декомпенсации по соматическому статусу (гипергликемия, декомпенсация артериальной гипертензии (АГ), тахикардическая форма мерцания предсердий (фибрилляция и трепетание предсердий) с учетом повышенного операционного риска пациентам предварительно проводилась предоперационная подготовка в течение 2-5 дней уже в условиях стационара нашей клиники.

Критерием допуска пациентов на плановую операцию являлась компенсация всех хронических соматических заболеваний у пациентов.

Противопоказаниями к любому хирургическому вмешательству по соматическому статусу являлись:

– наличие острых сосудистых катастроф: ОИМ, ОНМК. В этих случаях выполнение операции возможно, но не ранее чем через 6 месяцев после курса интенсивной и реабилитационной терапии и восстановления компенсаторных возможностей организма;

– острые респираторные заболевания;

– обострения хронических заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой систем и других соматических заболеваний;

– острые инфекционные и вирусные заболевания;

– когнитивные нарушения и психические заболевания в стадии обострения;

– активная стадия туберкулеза;

– грубая декомпенсация свертывающей системы крови (международное нормализованное отношение (МНО)  $>2,5$ ) у пациентов, получающих непрямые антикоагулянты (варфарин) (Aronson W.L. et al., 2003).

У всех пациентов произведена оценка степеней тяжести операционного риска, изучена частота и структура, причинность неадекватной предоперационной соматической подготовки, выполнена ее адекватная коррекция.

Всем больным назначался стандартный комплекс лабораторных исследований, включающий клинический и биохимический анализы крови, общий анализ мочи, коагулограмму, определение маркеров гепатита и сифилиса, группы крови и резус-фактора. Данные анализы назначались с целью оценки состояния внутренних органов и систем и входили в комплекс предоперационного обследования больных.

### **2.2.2. Анкетирование больных**

Для оценки результатов хирургического лечения применялись следующие опросники и шкалы: боль оценивалась по общепринятой визуально-аналоговой шкале (VAS), степень нарушения уровня качества жизни проводили по опроснику Освестри – Oswestry Disability Index (ODI), удовлетворённость своим состоянием и проведённым оперативным лечением пациенты оценивали по опроснику SRS-24, степень неврологических нарушений – по модифицированной американской шкале оценки повреждений спинного мозга – American Spinal Injury Association score (ASIA).

Пациенты измеряли интенсивность боли по визуально-аналоговой шкале (VAS). Это субъективная оценка пациентом своих болевых ощущений, которые он испытывает на момент исследования. Ноль соответствует отсутствию боли, а 10 баллов— максимально выраженной боли (Ogon M. et al., 1996; Breivik H. et al., 2008).

С целью оценки качества жизни пациенты заполняли опросник уровня качества жизни Освестри – Oswestry Disability Index (ODI), который был разработан в 1980 г. и предназначался для измерения степени нарушения процессов жизнедеятельности в результате патологии позвоночника. Состоит анкета из 10 разделов. Максимальный балл для каждого раздела равен 5. Конечное резюме ответов (ODI) подсчитывается по формуле: сумма набранных

баллов, деленная на максимально возможное количество баллов и умноженная на 100 (Fairbank J.C., 2000; Kim G.M., 2015).

Опросник SRS 24 (Scoliosis Research Society) был разработан для оценки уровня удовлетворенности пациентов своим состоянием и результатами оперативного лечения и сравнения этих результатов с дооперационным уровнем. С его помощью можно выделить параметры, в большей степени влияющие на удовлетворенность пациентов результатами их лечения. S. Parent с соавторами в своем исследовании отмечают простоту, практичность опросника и специфичность по нозологии, что дает возможность оценить уровень боли, внешний вид, функциональность и удовлетворенность пациентов с деформацией позвоночного столба после хирургического лечения (Rothenfluh D.A. et al., 2012).

Неврологический дефицит оценивали, используя американскую шкалу оценки повреждений спинного мозга – American Spinal Injury Association score (ASIA) (Roberts T.T. et al., 2017). Ранжирование тяжести поражения производится по пяти уровням от А до Е, где А – тотальная потеря чувствительности и движений, а Е – это отсутствие неврологического дефицита. Пациенты исследованных групп имели нарушения по типу С с сохраненной двигательной функцией ниже уровня поражения патологическим процессом, основная группа мышц имела силу менее 3 баллов. Так же пациенты имели нарушения по типу D с двигательными функциями ниже уровня поражения по силе 3 балла и более. Несмотря на то, что данная классификация была создана для изучения неврологического статуса у пациентов с повреждениями спинного мозга, мы выбрали ее для объективизации оценки неврологического статуса больных со стенозами в нашем исследовании, опираясь на то, что в клинической картине течения заболевания преобладали парезы. В литературе последних лет нам не удалось найти адекватной и в то же время простой и удобной классификации, позволяющей объединить результаты и провести сравнительную характеристику динамики неврологических расстройств при дегенеративном сколиозе на фоне нестабильности ПДС как в рамках одного исследования, так и между различными исследованиями и в то же время объективно оценить силу мышц и кожную

чувствительность, вывести динамику изменений симптоматики на фоне лечения графически. Все это и стало причиной использования данной классификации для оценки неврологического статуса у больных в нашей работе.

### **2.3. Инструментальные методы обследования пациентов**

#### **2.3.1. Рентгенологические методы обследования**

Всем больным выполняли телерентгенограммы позвоночника до и после операции в двух стандартных проекциях в положении стоя для определения и сравнения таких глобальных отношений позвоночника, как сагиттальный и фронтальный баланс, а также позвоночно-тазовых соотношений (рис. 7). Так же отдельно выполнялись прицельные рентгеновские снимки поясничного отдела для более детального изучения взаимоотношений анатомических структур позвоночно-двигательных сегментов поясничного отдела позвоночника (рис. 8).



Рис. 7. Телерентгенограммы позвоночника в положении стоя в стандартных прямой и боковой проекциях



Рис. 8. Рентгенограммы поясничного отдела позвоночника

### 2.3.2. Рентгенологическая оценка нестабильности поясничного отдела

В нашей работе мы использовали качественные и количественные радиологические признаки, которые описали многие авторы, посвятившие свои исследования выявлению нестабильности в позвоночно-двигательном сегменте (Boden S.D., 1990; Wood K.V. et al., 1994; McGregor A.H., 1998).

Диагноз «нестабильность позвоночника» обычно основывается на визуализации аномальной подвижности позвонков. Может быть нарушение нормальной трансляции и/или ротации вокруг X-, Y- и Z-осей трехмерной системы координат, предложенной М.М. Panjabi и М.М. White (Panjabi M.M., 1992; Panjabi M.M., 2003). В этой системе ось X по горизонтали во фронтальной плоскости проходит слева направо, ось Y является вертикальной, ось Z проходит горизонтально в сагиттальной плоскости спереди назад. Нестабильность позвонков, как правило, это разнонаправленный процесс, в то время как конечное смещение вычисляется в одной плоскости одновременно. Смещения в сагиттальной (спереди назад или Z-ось) и коронарной (из стороны в сторону, или X-ось) плоскостях оцениваются на рентгенограммах, а смещения в осевой плоскости вычисляются при компьютерной томографии (КТ) или на МРТ.

В нашей работе наблюдались пациенты с сегментарной нестабильностью в ПДС поясничного отдела позвоночника по рентгенологическим критериям White и Panjabi у 120 человек (100%) (Panjabi M.M., 2003) (рис. 9).

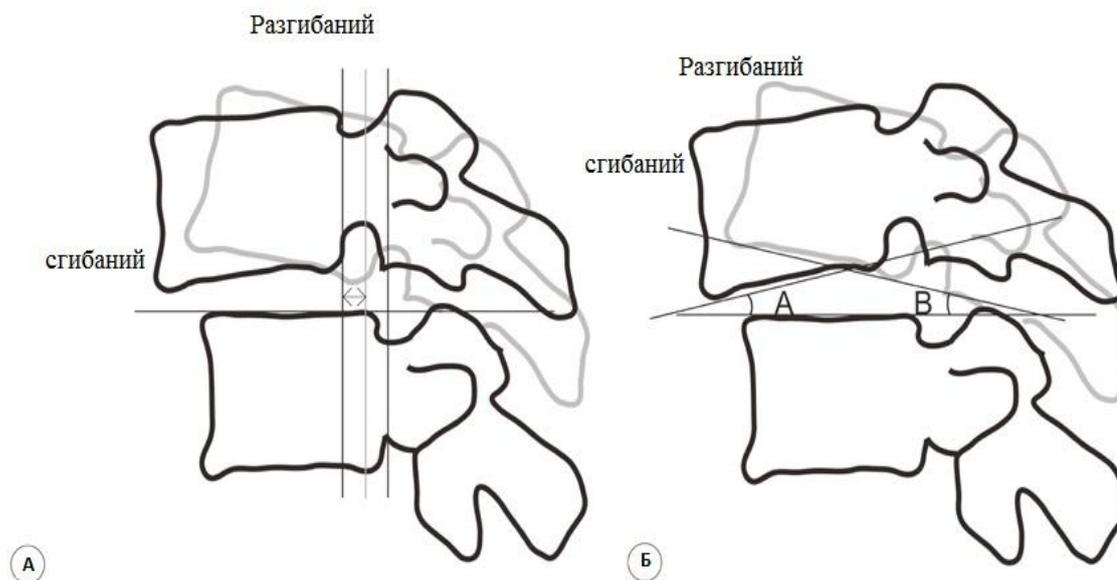


Рис. 9. Методика измерения сегментарной нестабильности в ПДС

Нами были выполнены функциональные рентгенограммы с нагрузками в боковой проекции в положении максимально возможного сгибания и разгибания позвоночника в положении стоя, а также с наклонами вправо-влево для выявления латеролистезов и ротационных смещений позвонков. Функциональная рентгенография помогла выявить наличие и уровень нестабильности.

1) При функциональной спондилографии были выявлены следующие изменения:

- трансляция в сагиттальной плоскости на 4,5 мм и более или 15% на любом уровне;
- ротация позвонков в сагиттальной плоскости:
  - 15° на уровне L1-L2, L2-L3 и L3-L4,
  - 20° на уровне L4-L5,
  - 25° на уровне L5-S1.

2) Стандартная спондилография выявила следующие изменения:

- смещение в сагиттальной плоскости 4,5 мм и более или 15% на различных уровнях;
- относительная ротация в сагиттальной плоскости более 22° на любом уровне.

Распределение выявленных нестабильных позвоночно-двигательных сегментов у пациентов в нашем исследовании выглядело следующим образом. В группе из 60 пациентов с нестабильностью на вершине дуги деформации максимальное количество нестабильных сегментов было на уровне L3-L4 – 25, на уровне L4-L5 – 19 случаев. В меньшей степени нестабильность выявлена на уровне L2-L3 – 13 случаев. На уровне Th12-L1 и L5-S1 не было выявлено ни одного случая, при этом данные уровни ни в одном из случаев не являлись вершиной деформации. И на уровнях L1-L2 выявлено минимальное количество случаев нестабильности – всего 3 (табл. 9).

В группе с нестабильностью в переходных зонах дуги деформации распределение нестабильных сегментов выглядело иначе. Максимальное количество случаев нестабильности выявлено в сегментах L1-L2 – у 16 пациентов, L2-L3 – у 14 пациентов и L5-S1 – у 11 пациентов. Реже нестабильность выявлялась на уровнях в сегментах Th12-L1 – у 7 пациентов, L4-L5 – у 8 пациентов и наименьшее количество пришлось на уровень L3-L4 – у 4 пациентов (табл. 9).

Таблица 9

Распределение пациентов по уровню нестабильности ПДС

Уровень нестабильности ПДС	Группа с нестабильностью на вершине дуги (n=60)		Группа с нестабильностью в переходных зонах (n=60)	
	Абс.	%	Абс.	%
Th12-L1	0	0	7	11,7
L1-L2	3	5	16	26,7
L2-L3	13	21,7	14	23,3
L3-L4	25	41,7	4	6,7
L4-L5	19	31,7	8	13,3
L5-S1	0	0	11	18,3

Интересными представляются данные о виде сегментарной нестабильности в изучаемых когортах больных. В обеих группах в максимальной степени был выражен латеролистез: 33 и 32 случая соответственно для группы с нестабильностью на вершине дуги и с нестабильностью в переходных зонах. Меньше всего выявлено ретролистезов и ротаций позвонков 8 и 7 / 8 и 9 для обеих групп соответственно. Антелистез встречался в 11 и 12 случаях соответственно. Данные представлены в таблице 10.

Таблица 10

Распределение пациентов в зависимости от вида сегментарной нестабильности

Вид сегментарной нестабильности	Группа с нестабильностью на вершине дуги N=60		Группа с нестабильностью в переходных зонах N=60	
	абс.	%	абс.	%
Переднее смещение позвонка (антелистез)	11	18,3	12	20
Заднее смещение (ретролистез)	8	13,3	7	11,7
Ротация в сагиттальной плоскости	8	13,3	9	15
Латеролистез	33	55	32	53,3

Сегментарный лордоз в ПДС (угол Cobb) измерялся на боковых рентгенограммах. По задней поверхности вышележащего позвонка вдоль верхней замыкательной пластинки и нижней замыкательной пластинки нижележащего позвонка проводились линии. От линии строились перпендикуляры до пересечения и формирования равных вертикальных углов, которые являются искомой величиной (рис. 10).

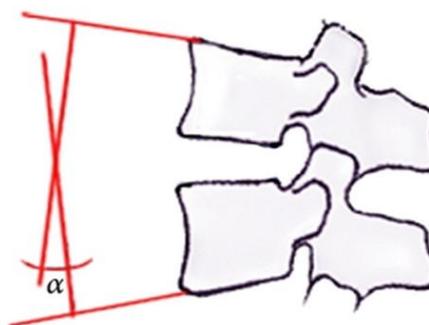


Рис. 10. Определение угла Cobb в позвоночно-двигательном сегменте

Полученные нами данные свидетельствуют о большей склонности сегментов позвоночного столба к латеральному смещению (латеролистезу), что обусловлено отсутствием связок на боковых поверхностях позвонков, подобно передней и задней продольным связкам, и о сильном влиянии на стабильность ПДС межпозвонкового диска, который, утрачивая свои стабилизирующие функции в результате деградации на фоне дегенеративных процессов, перестает сдерживать тело позвонка от смещения.

При этом дегенеративно измененные дугоотростчатые суставы не могут предотвратить патологические смещения позвонков. Попадая в патологическое положение, ПДС испытывая на себе осевую нагрузку, не способен к правильному её перераспределению и передаче на нижележащий сегмент, который, в свою очередь, так же начинает втягиваться в патологический процесс ранней деградации с развитием нестабильности.

На этом фоне начинают максимально проявляться клинические признаки нестабильности ПДС с невозможностью возвращения в вертикальное положение из наклонного из-за приступа резкой, простреливающей боли, появлением острой боли при попытке опустить поднятые выпрямленные ноги, нарастающим страхом перед сменой положений, так как это вызывает острую боль.

Таким образом, нами решена первая задача по изучению клинко-рентгенологических особенностей прогрессирования деформации при дегенеративном сколиозе позвоночника на фоне его нестабильности.

### 2.3.3. Рентгеновская денситометрия

Это исследование проводилось у 100% больных для определения минеральной плотности костной ткани, для измерения содержания в ней кальция – основного структурного элемента кости. С помощью данного исследования можно определить потерю костной массы и выявить наличие остеопороза. У всех пациентов исследованной группы выявлен остеопороз той или иной степени выраженности. Для постановки диагноза «остеопороз» применялся метод двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA) – «золотой стандарт» диагностики остеопороза. Преобладали пациенты с T-критерием от -2,5 до -3,5 SD – 54 больных (45%). Значительное число пациентов обоего пола имели выраженную степень остеопороза (ниже -3.5 SD) – 35 (29,2%) больных. Остеопения с T-критерием до -2,4 SD выявлена у 31 (25,8%) больного. При этом как у мужчин, так и у женщин с возрастом отмечалось прогрессирование остеопороза со снижением МПКТ и показателей T-критерия. Данные представлены в таблице 11.

Таблица 11

Минеральная плотность костной ткани в зависимости от пола и возраста пациентов

Возраст, лет	Минеральная плотность						Всего		
	Муж.		T	Жен.		T			
	Абс.	%	SD от -2,5	Абс.	%	SD от -2,5	Абс.	%	SD от -2,5
50-59	8	6,7	3	24	20	17	32	26,7	19
60-69	10	8,3	5	48	40	35	58	48,3	40
70-79	6	5,0	6	22	18,3	22	28	23,3	28
80-89	0	0	0	2	1,7	2	2	1,7	2
Всего	24	20		96	80		120	100	89

### 2.3.4. Магнитно-резонансная томография поясничного отдела позвоночника

МРТ считается наиболее точным методом визуализации для диагностики дегенеративных патологий позвоночника и часто используется как диагностический метод выбора для пациентов с хроническими болями в спине. Магнитно-резонансная томография позвоночника позволяет получить дополнительную информацию о нейронных элементах, сосудистой системе, мягких тканях и гидратации дисков в деталях, а также позволяет определить степень стеноза позвоночника по классификации С. Schizas и N. Theumann. В режим T2 spin-echo МРТ позволяет оценить степень дегенерации межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника по классификации Pfirrmann (Pfirrmann C.W. et al., 2001) (табл.12) или по модифицированной шкале Pfirrmann (James F.G. et al., 2007) (табл.13).

Таблица 12

Классификация Pfirrmann

I степень	<ul style="list-style-type: none"> <li>- диск однородный</li> <li>- имеет яркий интенсивный белый сигнал</li> <li>- высота диска сохранена</li> </ul> II степень <ul style="list-style-type: none"> <li>- диск однородный, но сохраняет гиперинтенсивный белый сигнал</li> <li>- хорошо дифференцированные пульпозное ядро и фиброзное кольцо, может присутствовать горизонтальная серая полоска</li> <li>- высота межпозвонкового диска сохранена</li> </ul>
III степень	<ul style="list-style-type: none"> <li>- диск негомогенный, серого цвета</li> <li>- плохо прослеживается дифференцировка между пульпозным ядром и фиброзным кольцом</li> <li>- высота диска нормальная или слегка снижена</li> </ul>
IV степень	<ul style="list-style-type: none"> <li>- диск неоднородный, имеет гипоинтенсивный темно-серый сигнал</li> <li>- не прослеживается дифференцировка между пульпозным ядром и фиброзным кольцом</li> <li>- высота диска легко или умеренно снижена</li> </ul>
V степень	<ul style="list-style-type: none"> <li>- диск неоднородный, имеет гипоинтенсивный черный сигнал</li> <li>- не прослеживается дифференцировка между пульпозным ядром и фиброзным кольцом</li> <li>- высота межпозвонкового диска резко снижена</li> </ul>

Модифицированная классификация Pfirrmann

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

Дегенеративные дискогенные изменения позвонков можно обнаружить на замыкательных пластинах, ограничивающих межпозвонковые диски (типам Modic 1-3) (Modic M.T. et al., 1988; Kobayashi T. et al., 2006) (табл. 14).

Типы дегенерации межпозвонкового диска по Modic

1 стадия (Modic I)	Нарастание интенсивности сигнала в T2-взвешенном состоянии (ВИ), снижение в T1-ВИ. Данные изменения можно охарактеризовать как процесс нарушения кровообращения в замыкательных пластинках и их склерозирование
2 стадия (Modic II)	Высокоинтенсивный сигнал в T1-ВИ и среднеинтенсивный в T2-ВИ. Данные изменения отражают процесс замещения красного костного мозга желтым костным мозгом как результат ишемии в пределах тел позвонков
3 стадия (Modic III)	Снижение интенсивности сигнала во всех режимах. Данные изменения соответствуют субхондральному склерозу, определяемому на стандартных спондилограммах

Практически 94% больных, находившихся под нашим наблюдением, были обследованы методом МРТ на догоспитальном этапе с целью выяснения причины выраженного болевого синдрома. При проведении исследования пояснично-крестцового отдела позвоночника у всех больных выявлены признаки дегенерации межпозвонкового диска на 2 и более уровнях. Во всех наблюдениях зарегистрированы дегидратационные изменения межпозвоночных дисков со снижением их высоты. Чаще поражались межпозвоночные диски Th12-L1, L1-2, L2-3, L3-4, L4-5 и L5-S1 (0,08%, 6,7%, 13,3%, 40,9% и 38,8% соответственно). Патологические изменения дисков были представлены диффузными протрузиями с выбуханием в просвет позвоночного канала на 4–6 мм и грыжами межпозвоночных дисков: центральными, парамедианными, фораминальными. Размеры грыжевого выпячивания колебались от 4 до 9 мм. В структуре спинного

мозга и конского хвоста выявлены ишемические изменения у 28 (2,3%) больных. Изменения физиологического лордоза зарегистрированы у 105 (87,5%) больных. У 120 (100%) больных отмечены проявления спондилоартроза дугоотростчатых суставов различной степени с компрессией корешков и/или дурального мешка.

#### **2.4. Влияние нестабильности ПДС на клинические и рентгенологические проявления дегенеративного сколиоза позвоночного столба**

Для решения второй задачи мы проанализировали клинические проявления заболевания, рентгенологические характеристики и этапы формирования стенозов позвоночного канала в зависимости от степени и выраженности нестабильности ПДС.

Дегенеративный сколиоз характеризуется как ригидными деформациями, так и нестабильностью в позвоночно-двигательных сегментах на фоне выраженного образования спондилезных шипов и спондилоартроза.

Для формирования собственного определения нестабильности позвоночно-двигательного сегмента, в виду отсутствия общепринятого, мы воспользовались несколькими классификациям и определениями, так как они только дополняют друг друга и никак не противоречат общей концепции развития нестабильности в ПДС.

Итак, под нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента мы понимаем:

1) выявление рентгенологических критериев патологической подвижности в сегментах позвоночника на функциональных рентгенограммах в сагиттальной и фронтальной плоскостях, таких как анте-, ретро- и латеролистезов более 3 мм с формированием подвывиха в межпозвонковых суставах, и ротацией позвонка;

2) увеличение степени смещения позвонков в течение 6 месяцев на 2 мм и более на стандартных рентгенограммах позвоночника;

3) увеличение угла Cobb на рентгенограммах во фронтальной плоскости более чем на 2°;

4) наличие остеофитов и разрастаний дугоотростчатых суставов, прогрессирующих в течение 6 месяцев наблюдений;

5) прогрессивная дегенерация межпозвонкового диска по данным МРТ на одну степень за 6 месячный период наблюдения;

6) прогрессирование степени стеноза позвоночного канала на 2 мм по данным МРТ за 6 месячный период наблюдения;

7) острый болевой синдром в поясничном отделе позвоночника и в ногах при смене положения тела, нахождении в положении сидя или стоя более 30 минут.

При этом для постановки диагноза достаточно наличия одного рентгенологического критерия в сочетании с клиническим.

У всех 120 (100%) больных в нашем исследовании выполнялись функциональные рентгенограммы с максимальным сгибанием и разгибанием, а также боковыми наклонами в области основной дуги деформации. У всех пациентов обнаружены признаки нестабильности позвоночно-двигательных сегментов.

Наличие всех 7 критериев выявлено у 79 (65,8%) пациентов, 6 – у 36 (30%) человек, 5 и менее – у 5 (4,2%) больных.

Некоторым пациентам проводились дополнительные функциональные исследования, такие как функциональная рентгенография с миелографией и функциональная электронейромиография (рис. 11, 12).

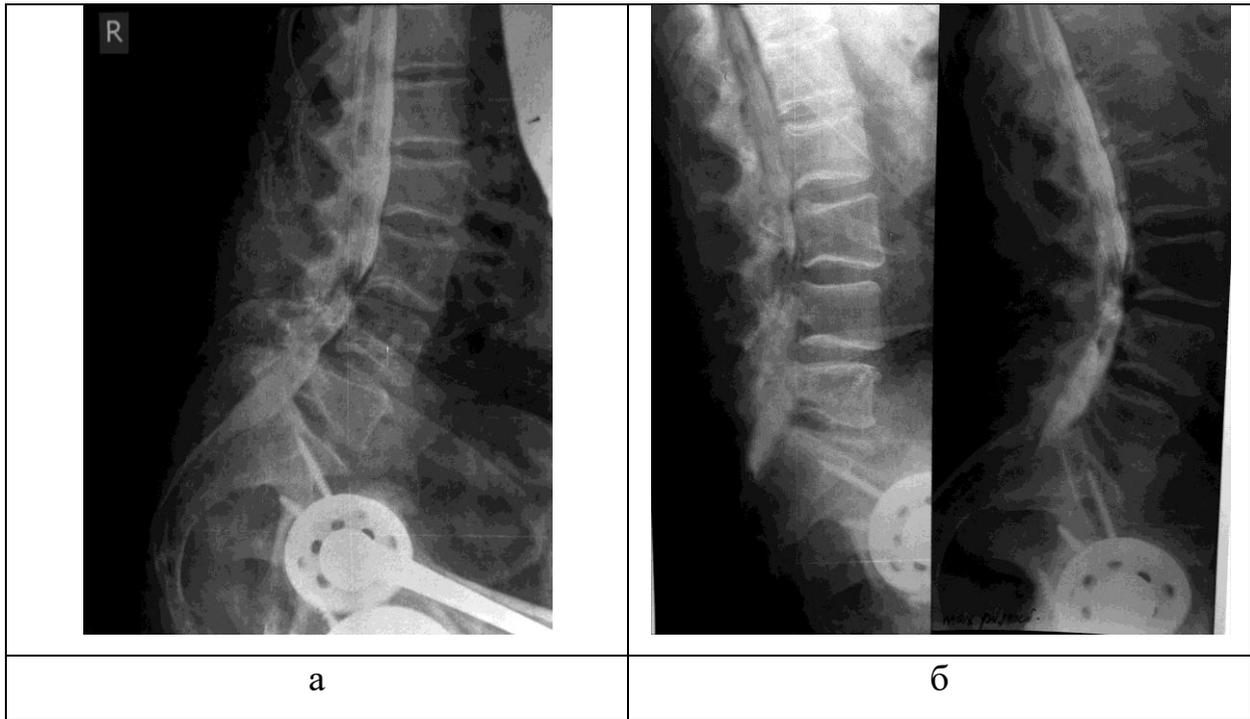


Рис. 11. Рентгенография с миелографией поясничного отдела позвоночника, боковая проекция (а); функциональная Rg-миелография с максимальным сгибанием и разгибанием (б). Отмечается выраженное нарушение ликвородинамики на уровне L3-4 при максимальном сгибании

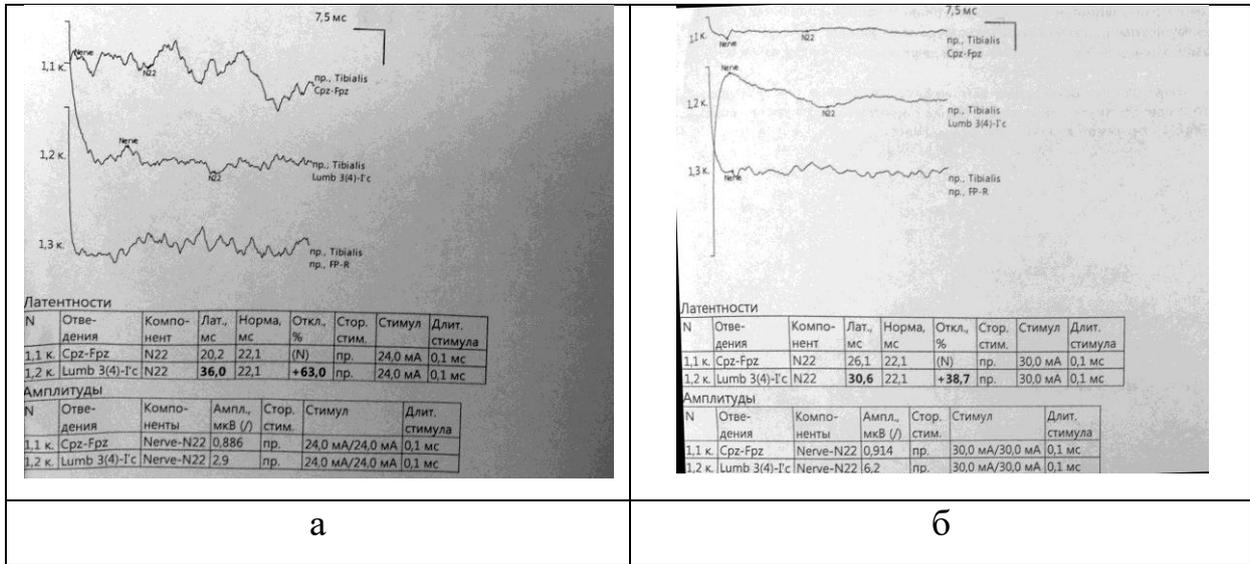


Рис.12. Функциональная электронейромиография: а – показатели без нагрузки; б – признаки нарушения проводимости при максимальном сгибании в поясничном отделе позвоночника

По полученным результатам функциональной рентгенографии с миелографией, рентгенологические признаки ликвородинамических нарушений были выявлены у 7 (5,8%) пациентов, не выполнивших МРТ по медицинским показаниям.

Нарушения проводимости, выявленные во время проведения функциональных проб с максимальным сгибанием и разгибанием поясничного отдела позвоночника по данным электронейромиографии, определялись у 63 (70%) пациентов. Причём у всех из них уровни патологических изменений в нервных корешках при электронейромиографии совпадали с уровнями выявленного стеноза позвоночного канала по данным МРТ, КТ и рентгеновского исследования.

Проводимое нами исследование позволило выявить прямую зависимость между нарастанием нестабильности позвоночно-двигательного сегмента и прогрессированием стеноза позвоночного канала. Чем больше признаков нестабильности ПДС и чем более они были выражены по данным рентгенологических исследований (функциональные рентгенограммы, КТ), тем большая степень стеноза позвоночного канала наблюдалась на МРТ. При этом если на начальных этапах нестабильности позвоночно-двигательного сегмента пациентов больше беспокоили боли в спине без иррадиации в ноги, то с прогрессированием процесса патологической подвижности ПДС и усилением степени стеноза позвоночного канала их больше беспокоил болевой синдром в ногах по ходу компримированных корешков. При течении заболевания более 7 лет наблюдался спад болевого синдрома с превалированием неврологических расстройств в виде парезов и гипестезий. Больных уже не беспокоили боли в ногах, они жаловались на стойкую утрату мышечной силы и атрофию мышц ног в зоне иннервации страдающего нервного корешка. При этом на первый план снова выходили боли в спине, обусловленные прогрессирующим спондилоартрозом. На протяжении всего времени развития патологического процесса нестабильности в ПДС, межпозвонковые диски так же проходили свои стадии дегенерации, прямо

пропорционально времени течения заболевания и степени развития нестабильности ПДС.

Итак, основываясь на наших исследованиях, клинически можно разделить течение заболевания на три фазы:

1) боли в спине с начальными признаками нестабильности в ПДС, стеноз позвоночного канала С (Schizas С., Theumann N.), дегенерация межпозвонкового диска 6 стадии по модифицированной шкале Pfirrmann, неврологического дефицита нет;

2) в первую очередь боли в ногах, в меньшей степени в спине, с выраженными признаками нестабильности в ПДС, стенозом позвоночного канала С-D (Schizas С., Theumann N.), нижним моно- или парапарезом до 3,5–4 баллов (D-E по ASIA) и/или с перемежающейся нейрогенной хромотой, дегенерация межпозвонкового диска 7-й стадии по модифицированной шкале Pfirrmann;

3) боли в спине, нижний моно- или парапарез до 2,5–3,5 баллов (D по ASIA), стеноз позвоночного канала D (Schizas С., Theumann N.), дегенерация межпозвонкового диска 8 стадии по модифицированной шкале Pfirrmann.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что нестабильность позвоночного столба на фоне деформации позвоночника у пациентов со стенозом позвоночного канала может существенно влиять на характер клинического течения заболевания и в большинстве случаев отягощать течение стеноза как рентгенологически, так и клинически.

## **2.5. Статистическая обработка полученных в исследовании результатов**

Для статистической обработки данных, полученных в результате клинических исследований, использовалась среда программирования R.

Для количественных показателей получали статистические описания:

$M$  – среднее арифметическое значение величины вариационного ряда;

$\sigma$  – среднеквадратичное отклонение;

$m$  – величина ошибки среднего значения;

$n$  – количество наблюдений; минимум максимум; медиану и квартили.

Для сравнения количественных признаков и оценки достоверности различий использовались непараметрические критерии: Mann – Whitney; Kruskal–Wallis в среде программирования R. Сопоставление частотных характеристик (пол, результат) качественных показателей проводилось с помощью непараметрических методов  $\chi^2$ ,  $\chi^2$  с поправкой Йетса (для малых групп), критерия Фишера (Юнкеров В.И, 2005; Кабаков И. 2014).

Оценка изучаемых показателей в динамике после проведенного лечения и в катамнезе выполнялась с помощью критериев Знаков (2 этапа) и Фридмана (более 2-х этапов) (Юнкеров В.И ,2005; Кабаков И., 2014).

Доверительные интервалы принципиально важных показателей в выводах рассчитывались на основе углового преобразования Фишера.

Для визуализации структуры исходных данных и полученных результатов их анализа мы использовали графические возможности системы R и модуль построения диаграмм системы Microsoft Office. Для представления частотных характеристик признаков были построены столбиковые и круговые диаграммы. Количественные показатели в различных исследуемых подгруппах для полноты описания и удобства восприятия и сравнения мы представили в форме «Box & Whisker Plot», когда на одном поле при различных группировках на основе качественных критериев отражены среднее значение, ошибка среднего и стандартное отклонение для указанного параметра.

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

## ГЛАВА 3. МЕТОДИКИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ

### 3.1. Планирование оперативного лечения

Подбор подходящих методик хирургического лечения первичного дегенеративного сколиоза позвоночника на фоне моно- и полисегментарной нестабильности представляет сложную задачу для нейрохирургов и ортопедов. С одной стороны, необходимо корригировать деформации, а с другой стороны необходимо уменьшить риски осложнений. Сопутствующие патологии являются важным показателем состояния здоровья и могут вызвать периоперационные осложнения. Благодаря улучшению хирургических методов и послеоперационного ухода за больными расширились возможности проведения сложных многочасовых реконструктивных операций у пациентов с тяжелыми хроническими сопутствующими заболеваниями, включая легочные и сердечно-сосудистые заболевания, остеопороз, заболевания соединительной ткани, пороки развития, дефицит массы тела (Smith J.S. et al., 2009). Мероприятия по правильному планированию операций и подготовке пациентов, созданию надлежащих клинических условий, влияющих на раннюю реабилитацию больных старшей возрастной группы, могут привести к значительному снижению интра- и послеоперационных осложнений, хотя и не исключают таковые. Дополнительные потенциальные преимущества приводят к уменьшению сроков госпитализации и реабилитации. Это все влияет на продолжительность пребывания и выздоровления пациента, а также на снижение общих расходов и, следовательно, использование ресурсов с пользой для общества в целом (Slover J. et al., 1980).

Непременным условием для допуска пациента к оперативному вмешательству является купирование или введение в состояние ремиссии всех хронических соматических заболеваний для снижения степени риска развития осложнений со стороны внутренних органов.

На этапе планирования оперативного вмешательства для определения подходящего хирургического метода анализируется анамнез пациента, данные клинического, неврологического, рентгенологического обследования,

денситометрии, а также в обязательном порядке учитываются данные КТ и МРТ с пристальным изучением зон стеноза позвоночного канала, нестабильности и деформации позвоночного столба.

При анализе рентгенологических параметров особое внимание уделяли степени деформации позвоночного столба, таким параметрам, как поясничный лордоз, наклон крестца, тазовый индекс, грудной кифоз, сагиттальный и фронтальный балансы и взаимоотношениям между ними. Данные этих параметров дают возможность определить степень деформации и выбрать необходимые углы интраоперационной коррекции для формирования правильного баланса корпуса.

Так как в нашем исследовании уже имелись совершенно конкретные условия выбора пациентов в группы сравнений, в том числе и по степени деформации, предоперационное планирование включало в большей степени определение количества зон нестабильности в позвоночном столбе в зоне деформации. В остальном пациенты до операции консультировались у терапевта для выявления хронических заболеваний и определения степени ремиссии, по необходимости назначения корригирующей терапии, у невролога для определения степени неврологического дефицита и его топической диагностики, выполняли ЭКГ для контроля показателей гемодинамики, ФГДС для исключения возможных причин желудочных кровотечений – изъязвлений и эрозий слизистой оболочки, осматривались анестезиологом, выполняли клинические и биохимические анализы крови и мочи, для выявления скрытой инфекции в организме или биохимических нарушений. И лишь по результатам всех вышеперечисленных исследований и отсутствии противопоказаний, пациент допускался к оперативному лечению.

С учетом длительности и травматичности операции, возможной массивной кровопотери в предоперационном периоде обязательно проводилось определение группы крови и подбор совместимой, в необходимых количествах.

### **3.2. Хирургическое лечение пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности поясничного отдела позвоночника с локальной фиксацией в зоне нестабильности позвоночно-двигательного сегмента**

По этой методике хирургического лечения выполнено 60 пациентам: 43 женщинам и 17 мужчинам. Хирургическое лечение заключалось в заднем спондилосинтезе и спондилодезе без намеренной коррекции сагиттального баланса, в зоне с выявленной нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента, лимитированной участком декомпрессии неврологических структур на фоне стеноза позвоночного канала. Основными преимуществами локальной стабилизации для больного считается сохранение большего числа нефиксированных позвоночно-двигательных сегментов, что в той или иной степени оставляет большую подвижность в позвоночном столбе и приносит меньший дискомфорт пациенту после операции, а также уменьшает травматичность хирургического вмешательства. При таких операциях меньше кровопотеря и время операции, что снижает риски анестезиологических и интраоперационных осложнений (Kostuik J.P., 1979).

Этот тип операции может быть использован для пациентов, у которых источником боли является один или два сегмента с выраженной нестабильностью и спинальным стенозом (Smith J.S. et al., 2009). У всех пациентов в ходе предоперационной подготовки оценивалось наличие рентгенологических признаков нестабильности ПДС и их локализаций. Также изучали данные КТ для выявления спонтанных блоков позвоночно-двигательных сегментов. Еще раз в отметим, что в данной группе показаниями к операции послужили выраженное усиление болевого синдрома при осевой нагрузке и смене положения тела, явные признаками моносегментарной нестабильности ПДС, умеренный сагиттальный дисбаланс (отклонение SVA 4–6 см) и выявленный стеноз позвоночного канала по данным МРТ. Моносегментарная нестабильность (мы рассматривали моносегментарную до двух уровней включительно) выявлена у всех 120 пациентов, проходивших исследование в нашей работе.

Технически оперативное лечение состояло из нескольких этапов: 1) доступ

к позвоночно-двигательным сегментам; 2) скелетизация задних структур позвоночного столба; 3) установка транспедикулярных винтов под ЭОП-контролем; 4) остеотомия по Смит – Петерсону; 5) декомпрессия дурального мешка и корешков на заинтересованных уровнях; 6) доступ к межпозвонковому диску с его последующим удалением; 7) заведение кейджа в межтеловой промежуток с аутокостью из резецированных дугоотростчатых суставов; 8) установка заранее отмоделированных штанг в головки транспедикулярных винтов с их закреплением в последних внутренними гайками; 9) проведение деротации, компрессии, дистракции для локальной коррекции деформации на уровне фиксации; 10) дренирование и ушивание послеоперационной раны.

Подход к задним структурам позвоночного столба выполнялся при помощи стандартного заднего доступа или из малоинвазивного паравертебрального доступа с использованием тубулярных ретракторов (рис. 13).

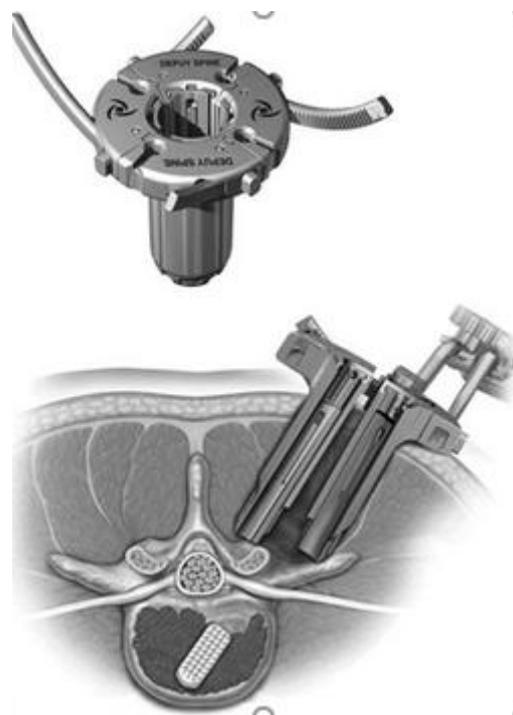


Рис. 13. Тубулярный ретрактор

Особенностью последнего доступа является его малая травматичность в связи с отведением паравертебральных мышц специальными ретракторами. Под эндотрахеальным наркозом в положении больного на животе, на валиках

Вильсона, выполнялся доступ через 2 разреза кожи, отступая 4-5 см от средней линии в проекции поперечных необходимых позвонков, в зоне требуемой декомпрессии и фиксации. Сначала с двух сторон устанавливаются тубусы малого диаметра и далее все большего и большего. Тем самым мышечная ткань разводится безопасно, с минимальной травматизацией. Следующим шагом производится установка ретракторов-ранорасширителей, обеспечивающих достаточный доступ для работы на двух уровнях. После выполнения доступа субпериостально выделяют и скелетируют дуги позвонков, остистые отростки, суставные фасетки и поперечные отростки. Связочный аппарат заднего стабилизирующего комплекса ПДС по возможности не удаляется.

Далее выполняется постановка транспедикулярных винтов в тело позвонка через ножки дуг. Точкой входа винта в поясничном отделе позвоночника считается центральная часть зоны прикрепления поперечного отростка к ножке дуги позвонка (рис. 14). Формирование канала в корне дуги происходит с помощью развертки, далее наличие костных стенок определяется щупом, после чего осуществляется введение винта в тело позвонка. После постановки всех винтов проводится ЭОП-контроль.

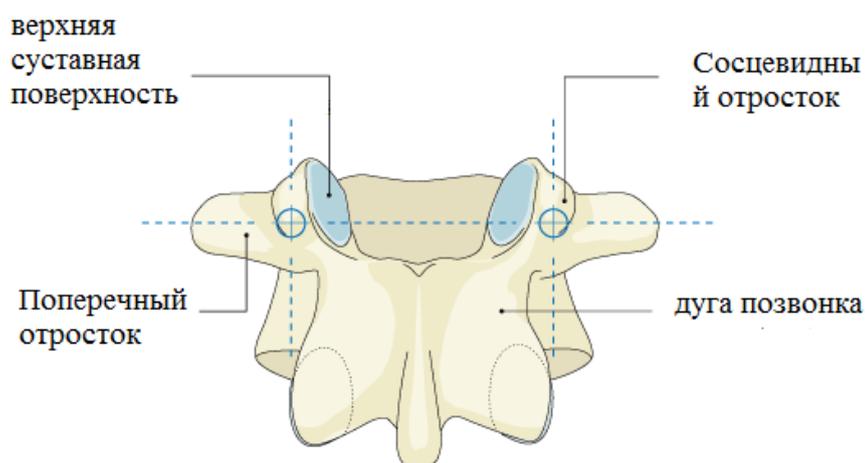


Рис. 14. Точка введения транспедикулярного винта в тело позвонка

После завершения установки и контроля стояния винтов в телах позвонков хирург переходит к следующей фазе операции – остеотомии по Смит - Петерсону. С использованием нейрохирургического инструментария, pistolетных кусачек Керрисона, кусачек Люэра, конхатомов выполняется фораминэктомия с удалением суставных отростков дугоотростчатых суставов, краевой резекцией остистого отростка по его длиннику, удаляется желтая связка и выполняется декомпрессия невралных структур с мобилизацией нервных корешков.

Следующий этап – это выделение в зоне фораминального отверстия из мягких тканей сосудистой сетки межпозвонкового диска и его полное удаление. Дискотомом формируется окно входа в диск в фиброзном кольце. Ложками, кюретами и конхотомами производится кюретаж диска с зачищением замыкательных пластин до кровяной росы. В образовавшийся межтеловой промежуток заводят кейдж, заполненный аутокостью. Размер кейджа определяется с помощью специальных меток разного размера, поочередно заводимых в межтеловое пространство. Кейджи используют не только для создания условий формирования межтелового спондилодеза, но и для восстановления высоты межтелового промежутка. Межтеловой спондилодез, выполняемый подобным образом, называется трансфораминальным (TLIF) (рис. 15).

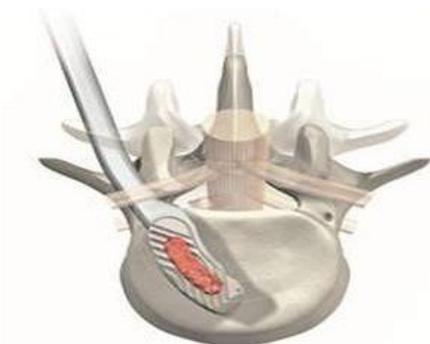


Рис. 15. Трансфораминальный межтеловой спондилодез кейджем

После установки винтов моделируются штанги по форме позвоночного столба, устанавливаются в головки транспедикулярных винтов и фиксируются окончательными гайками. С помощью дистрактора, деротатора, компрессора выполняется возможная коррекция деформации. По сторонам от штанг и в области фораминотомии укладывают мелко измельченную аутокость для формирования заднего спондилодеза. Рана послойно ушивается с применением активного дренажа.

Для пациентов, у которых по данным остеоденситометрии выявили снижение минеральной плотности костной ткани до уровня остеопороза, для более надежной фиксации применяли методику фиксации транспедикулярных винтов костным цементом, произведенным из полиметилметакрилата (РММА). Для этого применяли или специальные перфорированные (фенестрированные) винты, непосредственно через которые вводился костный цемент, образующий цементную мантию вокруг винта, или стандартные транспедикулярные винты, устанавливаемые непосредственно после вертебропластики нужного позвонка и до момента полимеризации цемента. Для повышения прочности фиксации металлоконструкции в условиях остеопороза достаточным считается установка краниальных, каудальных винтов, а также винтов на вершине деформации с использованием костного цемента.

### **3.3. Хирургическое лечение пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности ПДС с использованием транспедикулярных систем на всей протяженности деформации с её полной коррекцией**

Этот тип хирургического лечения включает спондилосинтез всей протяженности деформации и её полную коррекцию. Коррекция деформации – это, в первую очередь, восстановление баланса корпуса в сагиттальной и фронтальной плоскостях либо восстановление оси позвоночного столба – кифоза, лордоза, при правильном балансе. Этапы операции похожи на описанные в предыдущей главе, но тубулярные ранорасширители не используются. Сама операционная рана обеспечивает доступ ко всей дуге деформации до нейтральных

позвонков включительно, с полной скелетацией задних структур позвоночного столба на всем протяжении доступа. Выполняется резекция связочного аппарата, включая надостную, межостистую и желтую связки. Отсеотомия по Смит-Петерсону (SPO) с резекцией дугоотросчатых суставов выполняется не только в зоне стеноза позвоночного канала, но и на протяжении всех ПДС, вовлеченных в деформацию (рис. 16).

Дополнительную коррекцию сагиттального баланса и позвоночно-тазовых соотношений выполняли с помощью методики вентрального позиционирования межтелового кейджа, чтобы достигнуть максимально возможную высоту и угол наклона кзади. Использовали изогнутые банановидные кейджи (Ould-Slimane M., et al., 2011).

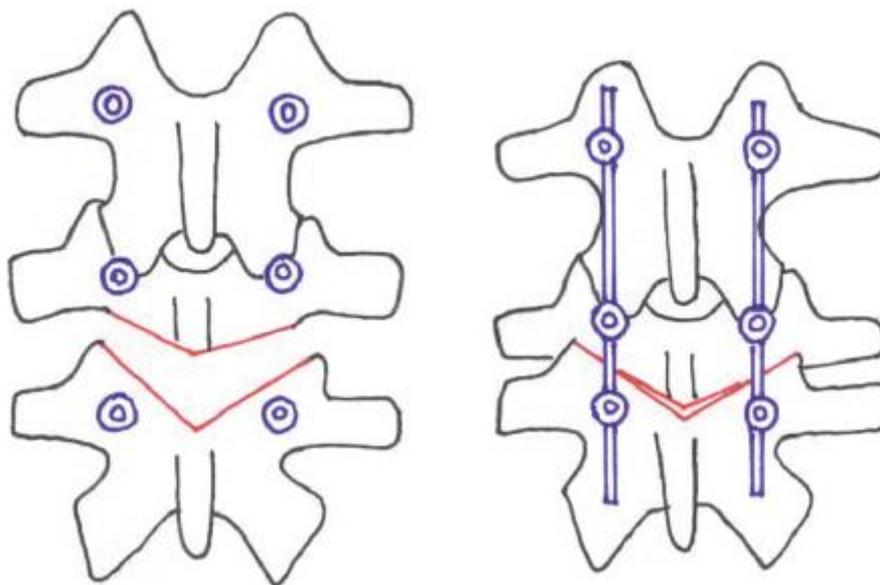


Рис. 16. Остеотомия по Смит – Петерсону (SPO)

С помощью данной техники может достигнуть примерно  $10^\circ$  коррекции в сагиттальной плоскости на каждом ПДС (Fritz J.M., 2005; Ould-Slimane M. et al., 2012). Смысл методики состоит в том, что после проведения остеотомии и соединения задних структур позвонков происходит увеличение угла лордоза, а в

случае контралатерального воздействия разнонаправленных сил (компрессии и дистракции) имеет место коррекция деформации во фронтальной плоскости.

Уровень спондилосинтеза определяется с помощью телерентгенограмм позвоночника, а также рентгенографии в положении сгибания-разгибания и боковых наклонов, что позволяет оценить мобильность структуральных и компенсаторных дуги искривления и выбрать оптимальные уровни спондилодеза.

### **3.4. Техника операции**

Используя задний доступ в проекции остистые отростков, выполняется послойный разрез и выделение задних элементов позвонков. После определения соответствующего уровня необходимой остеотомии производится удаление суставных отростков при помощи высокоскоростного бора или остеотома, а желтых и межостистых связок – при помощи пистолетных кусачек Керрисона и кусачек Люэра с обеих сторон (SPO), как мы уже описывали в предыдущей главе. Как правило, Ширина остеотомии составляет от 7 до 15 мм. Таким образом выполняется релиз задних элементов позвоночно-двигательного сегмента.

Остеотомия выполняется с предельной осторожностью, чтобы не допустить повреждения ножки позвонка, что, в свою очередь, может привести к потере стабильности транспедикулярного винта.

После завершения остеотомии производят удаление межпозвонкового диска, обработку замыкательных пластин позвонков до “кровяной росы” и установку кейджа, заполненного аутокостью. После рентген-контроля положения имплантатов производятся установка предварительно моделированных стержней и контракция между транспедикулярными винтами. В результате задняя колонна сокращается, а передняя колонна удлиняется, что приводит к увеличению лордоза.

Как мы уже говорили, данная техника позволяет получить до 10° коррекции в сагиттальной плоскости на каждом оперированном сегменте, что в целом обеспечивает необходимую степень коррекции лордоза (Bridwell К.Н., 2007).

Как и в операциях с короткой фиксацией, дополнительно корригировали сагиттальный баланс с помощью методики вентрального позиционирования межтелового банановидного кейджа (рис. 17) (Anand N. et al., 2017; Barone G. et al., 2017).

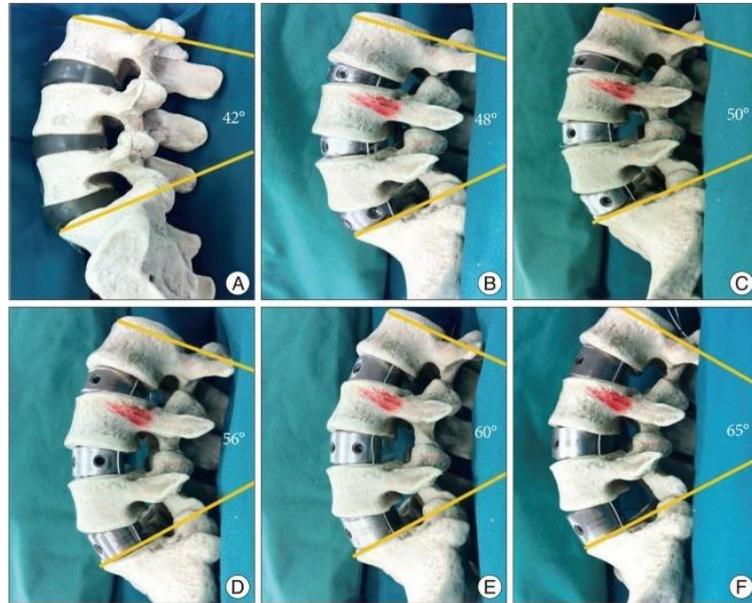


Рис. 17. Методики вентрального позиционирования межтелового банановидного кейджа (Suh L.R. et al., 2012)

Транспедикулярная система дополняется моноаксиальными (с неподвижной головкой) или юниаксиальными (головка подвижна в одной плоскости) винтами для реализации возможности проведения деротации позвонков.

После установки штанг, для окончательной коррекции деформации, выполняется «деротационный» маневр. При помощи предварительно смоделированных штанг, наряду с коррекцией сколиотической деформации, формируется поясничный лордоз в зависимости от типа деформации и, соответственно, от потребности. Коррекцию выполняют медленно. Усилие деротационного маневра не должно быть чрезмерным. Гиперусилия могут привести к дестабилизации винтов в телах позвонков, потере стабильности и миграции винта из тела. Последний момент – фиксация штанг в винтах с проведением дистракции и компрессии на дугах искривления позвоночника. Последовательно применяется дистрактор и контрактор. В вогнутых зонах

позвоночного столба проводится дистракция, а в выгнутых – компрессия (рис. 18).

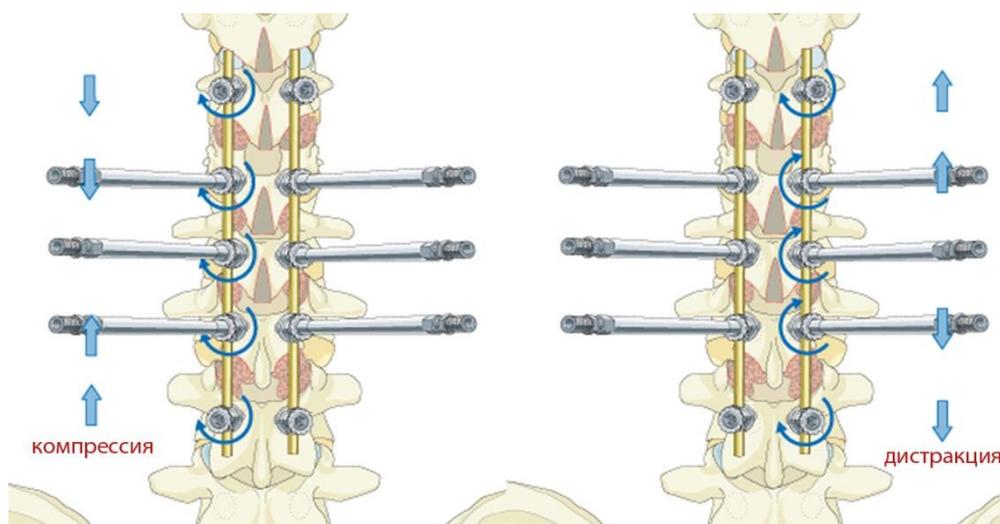


Рис. 18. Схема этапов компрессии и дистракции

На заключительном этапе штанги соединяются между собой с помощью поперечных коннекторов, формируя замкнутую прямоугольную систему. По сторонам стержней укладывают мелко измельченную аутокость для формирования заднего костного блока. В качестве аутотрансплантатов используются резецированные остистые, суставные отростки, ребра, а при необходимости дополнительные аутотрансплантаты забираются из крыла подвздошной кости. Рана послойно ушивается с применением активного дренажа.

## ГЛАВА 4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 4.1. Оценка результатов лечения в ретроспективной группе

В первую часть исследования вошли 60 пациентов (14 мужчин и 56 женщин), которые были распределены на 2 группы в зависимости от локализации нестабильности: группа I – локальная нестабильность на вершине дуги деформации, группа II – локальная нестабильность в переходных зонах. Не было статистически значимых различий между группами по изучаемым параметрам: VAS, ODI, SRS-24, ASIA, Cobb, LL, PI-LL, PT, LL, TK, SVA, CSA (табл. 15).

Таблица 15

Характеристика пациентов первой когорты по основным клинико-рентгенологическим параметрам

Параметры оценки	Группы пациентов первой когорты (R) до операции		
	I	II	P
VAS, балл (SD)	8 (±2,2)	8 (±1,9)	P=0,13
ODI % (SD)	67,4 (±4,1)	78,1 (±4,2)	P=0,067
SRS-24, балл (SD)	2,3 (±0,6)	1,9 (±0,4)	P=0,48
PI-LL, град. (SD)	22,4 (±3,7)	23 (±4,2)	P=0,28
PT, град. (SD)	34,3 (±4,3)	35,5 (±3,1)	P=0,185
PI, град (SD)	29,8 (±3,1)	30,1 (±4,2)	P=0,172
LL, град. (SD)	12,3 (±2,1)	12,7 (±2,8)	P=0,12
TK, град. (SD)	44,7 (±4,7)	44,3 (±5,3)	P=0,22
SVA, см (SD)	5,3 (±2,2)	5,1 (±1,9)	P=0,174
CSA(SD)	2,5 (±1,3)	2,4 (±1,4)	P=0,182
Cobb, град. (SD)	38,3 (±4,8)	37,7 (±4,5)	P=0,17

Пациенты были оперированы с использованием метода транспедикулярного спондилосинтеза на протяжении всего поясничного отдела, иногда с захватом в зону фиксации Th12-11 позвонков, иногда с постановкой винтов в таз. При этом выполнялась вертебротомия по Смит – Петерсону с мобилизацией всей дуги деформации, декомпрессией невралных структур и максимально возможной коррекцией деформации. В ряде случаев выполняли передний спондилодез кейджами из заднего доступа (TLIF).

В послеоперационном периоде обе группы больных проходили осмотр в сроки 3, 6, 12 месяцев и далее через 2 и 3 года. Средняя продолжительность наблюдения составила 30 месяцев (диапазон 11–36 месяцев). Как мы уже указывали ранее, все пациенты имели клинические и рентгенологические признаки нестабильности ПДС поясничного отдела позвоночника.

Результаты лечения классифицированы на три группы:

- 1) хорошие результаты,
- 2) удовлетворительные результаты,
- 3) неудовлетворительные результаты.

Итак, полное купирование болевого синдрома (0–2 балла по VAS), регресс неврологических нарушений (У по ASIA), снижение индекса нарушения жизнедеятельности по Oswestry в среднем от 25% и ниже, улучшение качества жизни на 4-5 баллов по SRS-24 расценивалось нами как хороший результат.

Неполный регресс болей – от 3 до 5 баллов по VAS, остаточные явления неврологической симптоматики (D-E по ASIA), данные индекса нарушения жизнедеятельности по Oswestry от 26 до 49%, качество жизни 3,5–4 по SRS-24 приняты за удовлетворительный результат.

За неудовлетворительный результат мы принимали состояние без динамики или ухудшение по сравнению с исходными данными (от 6 до 10 баллов по VAS, выраженные неврологические расстройства C-D по ASIA, нарушение уровня жизнедеятельности по ODI выше 60% и результаты по опроснику SRS-24 менее 3,5 баллов).

#### 4.2. Результаты лечения пациентов первой группы (R)

Эта группа состояла из 30 пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне локальной нестабильности на вершине дуги деформации. В этой группе проводилось одноэтапное хирургическое лечение с применением транспедикулярных систем на всей протяженности деформации с её полной коррекцией. Средний возраст составил 63,4 года (диапазон 50–79).

До операции пациенты заполняли опросники VAS, SRS 24 и ODI. Средний показатель VAS до операции для первой группы R составлял 8 ( $\pm 2,2$ ) баллов. Показатель уровня качества жизни ODI – 67,4% ( $\pm 4,1$ ), показатель удовлетворенности своим состоянием и полученным ранее лечением (консервативным) равнялся 2,3 ( $\pm 0,6$ ) балла. Свое самочувствие пациенты оценивали как неудовлетворительное по предложенной нами трехступенчатой системе оценки. Пациентов мучал выраженный болевой синдром как при нагрузке, так и в покое, при смене положения тела, имелись неврологические расстройства с потерей силы в ногах до 3,5 баллов в разных зонах и перемежающейся нейрогенной хромотой (табл. 1).

Средний угол Cobb до операции был равен  $38,3^\circ$  ( $\pm 4,8$ ), что является выраженной деформацией, видной на глаз. Соответственно, многих пациентов беспокоил и косметический эффект. Средний показатель сагиттального баланса на дооперационном этапе – +5,3 см ( $\pm 2,2$  см). Поясничный лордоз был сглажен и составлял  $12,3^\circ$  ( $\pm 2,1$ ), что было одним из факторов нарушения баланса корпуса. Основной тазовый индекс (PI), отражающий компенсаторный наклон таза назад, что помогает пациенту сохранять устойчивое положение тела в пространстве, равнялся  $29,8^\circ$  ( $\pm 3,1$ ). Остальные данные тазовых параметров и взаимоотношений представлены в таблице 15.

Продолжительность операции составила  $250 \pm 30,5$  мин, интраоперационная кровопотеря –  $2518 \pm 500$  мл, среднее количество ПДС, вошедших в спондилосинтез, –  $5 \pm 3$ .

В раннем послеоперационном периоде (3-й месяц наблюдений) происходило снижение уровня болевого синдрома со среднего  $8 \pm 2,2$  по VAS до

3,8±1,8, что ощущается пациентами как значительное снижение или полное прекращение болей в ногах и незначительные боли в зоне проведенной операции. Снижение болевого синдрома отразилось на уровне качества жизни пациентов и выразилось в 33,3%±4,6 по шкале ODI. Пациенты были удовлетворены результатами проведенного оперативного лечения. По данным опросника SRS-24, степень удовлетворенности составляла 3,4±0,8 балла. Пациенты стали более мобильны, стали выходить на прогулки на улицу. В результате купирования неврологического дефицита до уровня E по ASIA больные могли ходить без остановки 30–40 минут, могли обслуживать себя не только на уровне личной гигиены, но и в социальной сфере: походы в магазин, аптеку, поликлинику. Частота хороших результатов составляла 76,6% (23 человека), удовлетворительных – 23,4% (7 человек). Неудовлетворительных результатов не было. В последующие 3 и 6 месяцев сохранялась достигнутая положительная тенденция. Уровень боли достигал 2,5±1,4 балла по VAS, уровень качества жизни – 36,2%±4,2, удовлетворенность своим состоянием и проведенным оперативным лечением – 3,9±0,5 балла (табл.16).

Далее, в среднем через 12-18 мес. мы отметили нарастание болей в пояснице, появление болей в ногах – VAS 4,6±0,8 баллов, в некоторых случаях развился неврологический дефицита до стадии C-D по ASIA. При оценке своего состояния появился такой ответ, как «неудовлетворительное» у 14 (46,6%) пациентов, хороших результатов стало 6 (20%), удовлетворительных – 10 (33,3%). Появление негативной тенденции в основных показателях связано с развившимися в это время осложнениями. В дальнейшем все больные были реоперированы, и при заполнении опросников снова появилась положительная тенденция. К 2-му летнему рубежу наблюдений данные опросников показали значительное улучшение результатов лечения по всем оцениваемым параметрам: снижение болевого синдрома по VAS достигло 2,8±1,2 баллов, улучшение уровня качества жизни достигло 27,3%±4,4, что стало самым лучшим результатом за весь период наблюдений. Так же улучшилась удовлетворенность своим состоянием и проведенным оперативным лечением – 3,6±0,7 баллов. Неврологических

выпадений не было – E по ASIA. К 36 месяцам наблюдений мы отметили некоторые ухудшения в состоянии больных по всем исследуемым параметрам, что было связано с продолжающимися дегенеративными процессами в позвоночном столбе соответственно возрасту и усиленными проведенным оперативным вмешательством, с исключением большого количества сегментов позвоночного столба из биомеханической системы распределения нагрузки. Статистически значимых различий между данными двухлетнего и трехлетнего наблюдения не было. Пациенты в значительной степени адаптировались к новому состоянию. В целом к окончанию трехлетнего периода наблюдений хороших результатов было 63,3% (19 человека), удовлетворительных – 36,7% (11 человек). Неудовлетворительных результатов не было (табл.16, рис. 19–24).

Таблица 16

## Динамика болевого синдрома у пациентов I группы (R)

Шкала	До опер.	3 мес.	6 мес.	12 мес.	24 мес.	36 мес.
VAS	8±2,2	3,8±1,8	2,5±1,4	4,6±0,8	2,8±1,2	3,2±1,1
ODI	67,4±4,1	33,3±4,6	36,2±4,2	56,3±3,9	27,3±4,4	28,2±4,1
SRS 24	2,3±0,6	3,4±0,8	3,9±0,5	2,7±0,9	3,6±0,7	4,2±0,8
ASIA	D	E	E	D	E	E

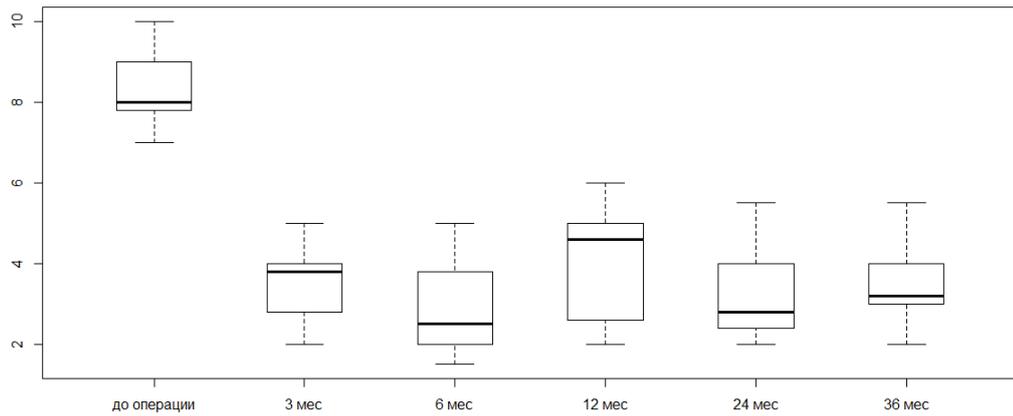


Рис. 19. Динамика показателей VAS у пациентов I группы (R)

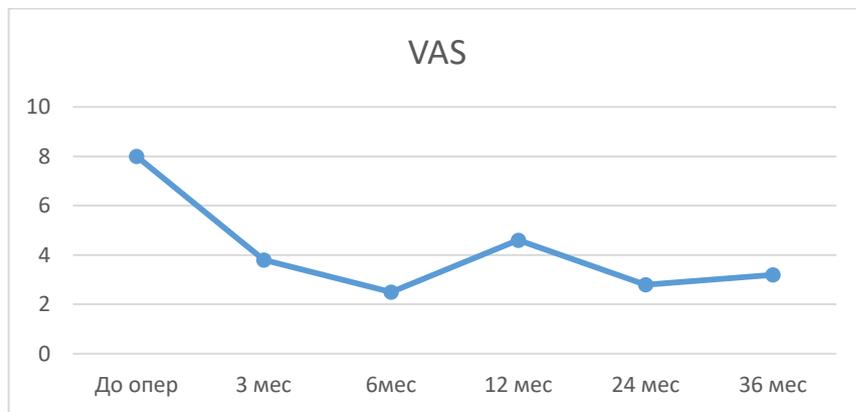


Рис. 20. Динамика болевого синдрома по VAS у пациентов I группы (R)

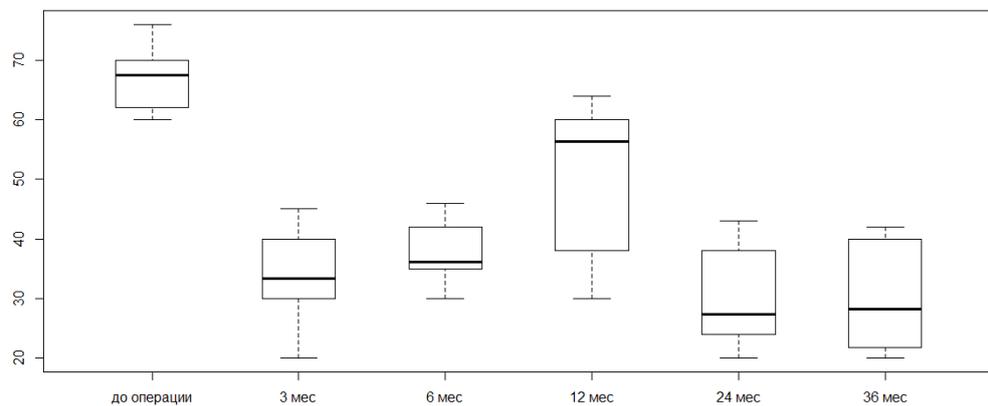


Рис. 21. Динамика показателей по ODI у пациентов I группы (R)

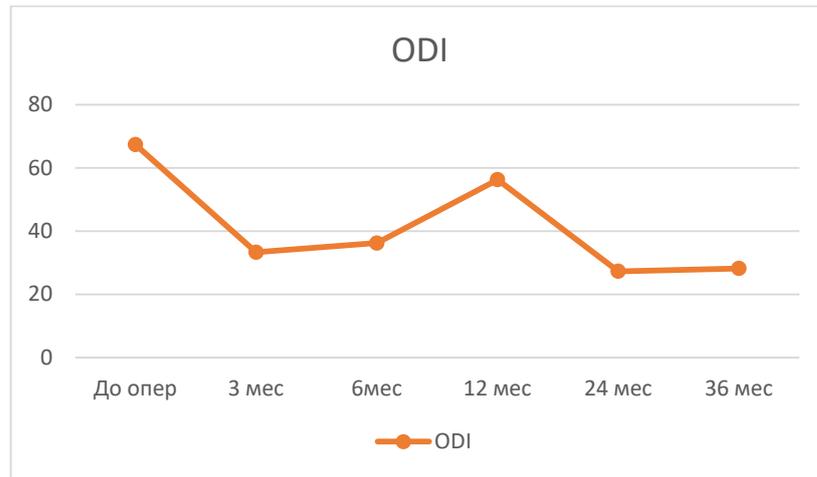


Рис. 22. Динамика ODI у пациентов I группы (R)

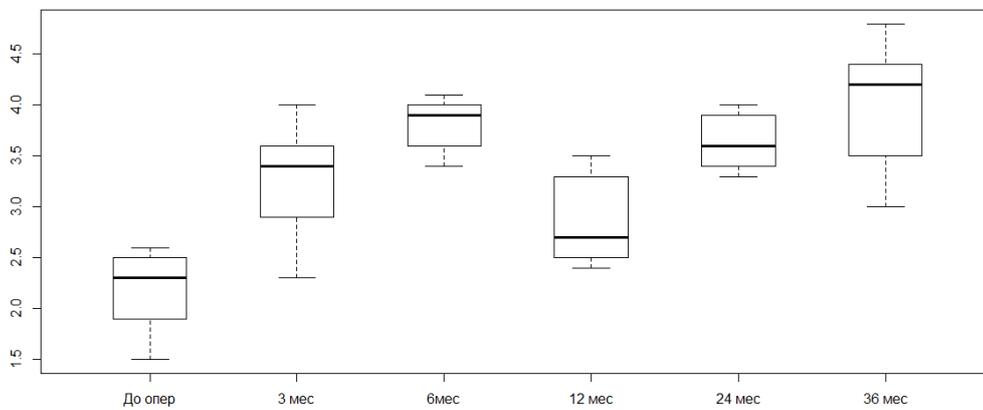


Рис. 23. Динамика удовлетворённости своим состоянием и проведённым оперативным лечением по SRS 24 у пациентов I группы (R)

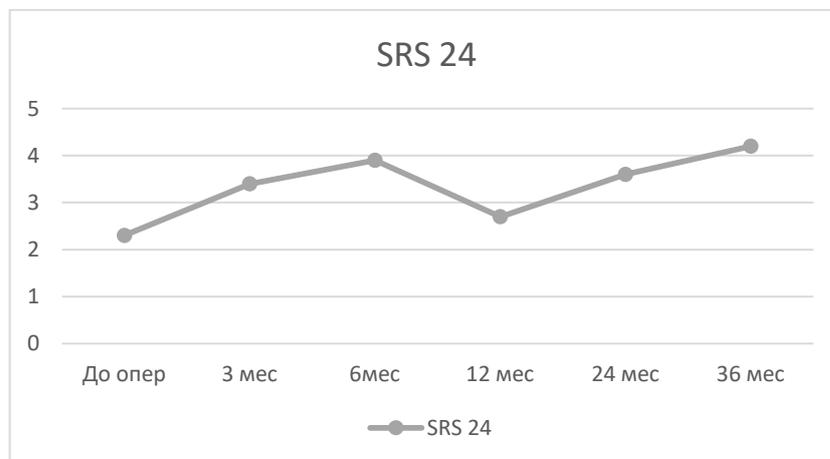


Рис. 24. Динамика удовлетворённости своим состоянием и проведённым оперативным лечением по SRS 24 у пациентов I группы (R)

### Клинический пример пациентов первой группы

Пациентка Б. 71 год.

Диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночного столба, осложненный латеролистезом L2 позвонка, вторичным стенозом позвоночного канала на уровне L2-S1. Нарушение статики и биомеханики позвоночного столба. Вертеброгенный болевой синдром.

Жалобы на боли в поясничном отделе позвоночного столба, в обеих ногах, больше слева. Слабость в левой ноге. Онемение и ощущение ползания мурашек в обеих ногах, но больше слева. Передвигалась пациентка с двумя палочками. Не могла себя полноценно обслуживать.

Сопутствующие заболевания: ИБС, стенокардия напряжения 2 ФК, гипертоническая болезнь II, риск ССО 4. Атеросклеротический кардиосклероз. Хронический гастрит.

Клиническое обследование: снижение силы в левой ноге до 3,5 баллов и в правой до 4 баллов. Гипестезия начиналась с уровня иннервации корешка L2 и доходила до зон иннервации корешка S1 с обеих сторон. Нарушения осанки с небольшим наклоном корпуса вперед, соответствует клиническим проявлениям положительного сагиттального баланса.

Уровень боли по VAS до операции был 8 баллов. Качество жизни по шкале ODI было очень низким и составило 75%, по данным опросника SRS-24 качество жизни было на уровне 1,5 баллов. Пациентка считала себя глубоким инвалидом.

Рентгенологическое обследование: SVA +5,5 см, фронтальный дисбаланс с отклонением влево +4 см. Угол дуги деформации по Cobb – 32°, нестабильность L2 с латеролистезом на 4 мм, L3 с антелистезом на 3 мм, PI+TK+LL = 62°. По данным МРТ выраженный стеноз позвоночного канала на уровне L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1 (рис. 25, 26 а).

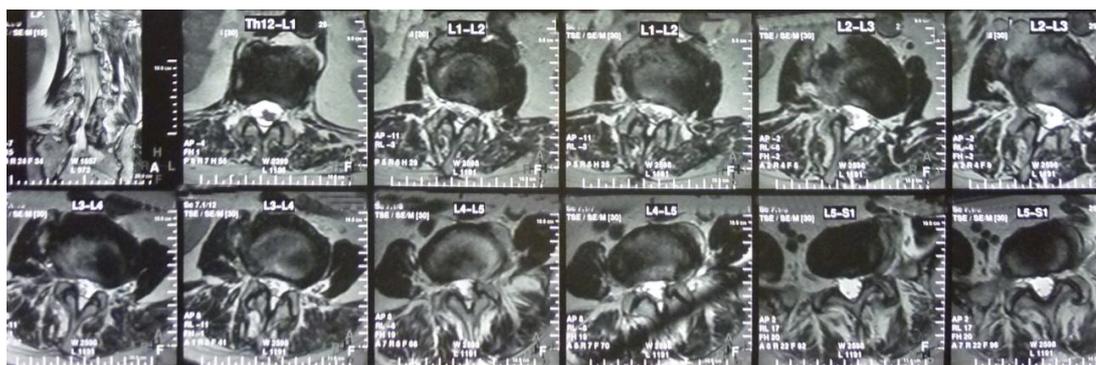


Рис. 25. МРТ пациентки Б., 71 год.  
Стеноз позвоночного канала на уровнях L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1

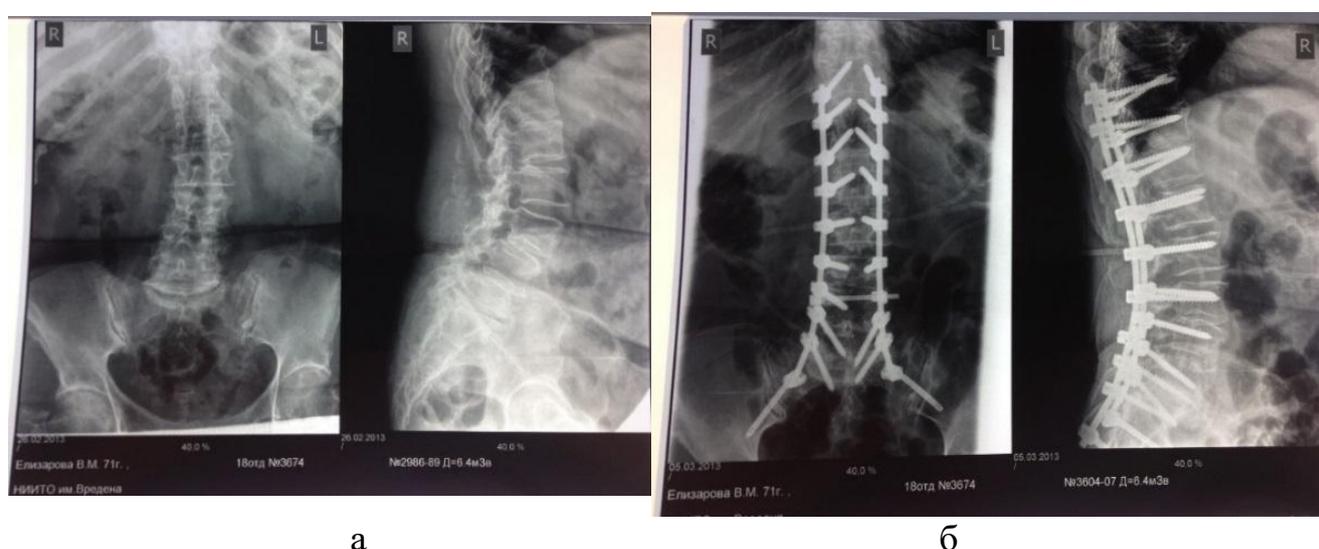


Рис. 26. Рентгенограмма в положении стоя пациентки Б: а – до операции; угол Cobb 32°, SVA +5,5 см, фронтальный левосторонний дисбаланс +4 см, LL= 42°, ТК= 6°; б – после операции; угол Cobb 0,5°, SVA +0,2 см, LL= 63°

Выполнялось одноэтапное хирургическое лечение с применением транспедикулярных систем на всей протяженности деформации с её полной коррекцией. У пациентки уменьшился болевой синдром в поясничном отделе позвоночника и боли в ногах спустя три месяца после операции. Неврологический дефицит регрессировал в течение месяца после операции с восстановлением силы в ногах. Уровень боли по VAS уменьшился до 3 баллов. Качество жизни по шкале ODI – 34%, SRS-24 – 4 балла.

Сагиттальный баланс SVA – +0,5 см, достигнута полная коррекция фронтального дисбаланса. Угол дуги деформации по Cobb уменьшился до 0,5° (рис. 26 б). После 3 лет наблюдений уровень VAS у пациентки остался 3 балла, ODI – 38%, SRS 24 – 4 балла. Осложнений не было. Рентгенологическая картина не изменилась.

### **4.3. Результаты лечения пациентов второй группы (R)**

В эту группу вошли 30 пациентов с локальной нестабильностью в переходных зонах дуги деформации на фоне дегенеративного сколиоза, оперированных с применением транспедикулярных систем, SPO на всей протяженности деформации с её полной коррекцией. Средний возраст составил 64,2 года (диапазон 50–80).

Продолжительность операции в среднем составила  $220 \pm 1,5$  мин, интраоперационная кровопотеря –  $2465 \pm 189$  мл. Среднее количество фиксированных ПДС – 5.

На дооперационном этапе средний уровень боли по VAS составлял 8 ( $\pm 1,9$ ) баллов. Уровень качества жизни по опроснику ODI – 68,1% ( $\pm 4,2$ ), значения опросника удовлетворенности своим состоянием и полученным ранее лечением равнялся 2,2 ( $\pm 0,4$ ) балла. Так же, как и в первой группе (R), состояние пациентов было оценено как неудовлетворительное по трехступенчатой системе оценки, описанной выше. Основной жалобой у пациентов был болевой синдром не только в поясничном отделе позвоночника, но и в ногах. Боли возникали и при нагрузке, и в покое. Так же пациенты отмечали потерю силы в ногах до 3,5 баллов в зонах в зависимости от поражения нервного корешка и слабость, развивающуюся в ногах при ходьбе, как проявление нейрогенной перемежающейся хромоты (табл. 17).

Рентгенологические параметры пациентов II группы (R): значительная, даже визуально определяемая деформация с углом Cobb на дооперационном этапе 37,7° ( $\pm 4,5$ ), нарушения сагиттального баланса не выражены и составляли +5,1 ( $\pm 1,9$ ), значительно сглаженный поясничный лордоз – 12,7° ( $\pm 2,8$ ). Тазовый

индекс (PI) равнялся  $30,1^\circ$  ( $\pm 4,2$ ). Подробно клинико-рентгенологические характеристики представлены в таблице 15.

В послеоперационном периоде, на разных этапах наблюдений, данные опросников показали следующие результаты. Через три месяца после операции отмечалось снижение выраженных болей с  $7,8 \pm 1,3$  балла по VAS до весьма умеренных  $3,6 \pm 1,1$  балла. Пациенты отмечали значительное облегчение страданий, связанных с болевым синдромом, переставали принимать анальгетики в ряде случаев. Боли снижались не только в поясничном отделе позвоночника, но и в ногах. Вслед за снижением уровня боли повышался уровень качества жизни до  $35,1 \pm 2,5$  по шкале ODI.

В этот период наблюдений степень удовлетворенности результатами проведенного оперативного лечения была весьма значительна и составляла по опроснику SRS-24  $3,1 \pm 0,9$  балла. Социальный аспект жизнедеятельности пациентов улучшился. Появилась возможность обслуживать себя самостоятельно не только по элементарным бытовым аспектам, но и заниматься любимыми хобби, ходить на прогулки, принимать гостей дома. Купирование неврологического дефицита до уровня E по ASIA позволило совершать прогулки без остановки до 40 минут. Доля хороших результатов в данной группе через 3 месяца после операции составляла 73,3% (22 человека), удовлетворительных – 26,7% (8 человек). Неудовлетворительных результатов не было. За 6 месяцев наблюдений положительная динамика, достигнутая ранее, сохранялась, и даже улучшились некоторые показатели. Уровень боли снизился до  $2,6 \pm 1,2$  балла по VAS, повысился уровень качества жизни до  $34,8 \pm 3,1$ , удовлетворенность своим состоянием и проведенным оперативным лечением так же повысилась до  $3,7 \pm 1,3$  балла. Данные представлены в таблице 17.

Через год и на протяжении всего последующего года наблюдений мы столкнулись с ситуацией, аналогичной с первой (R) группой. За счет развития осложнений и проведенных ревизионных операций ухудшились показатели по всем искомым параметрам с нарастанием болей в пояснице, появлением болей в

ногах – VAS  $5,1 \pm 1,4$  баллов. В некоторых случаях развился неврологический дефицит до стадии C-D по ASIA.

Ухудшился уровень качества жизни по ODI до  $58,3\% \pm 3,2$ . Появилась неудовлетворённость проведённым ранее оперативным лечением –  $2,5 \pm 1,1$  баллов по SRS-24. При оценке состояния больных неудовлетворительных результатов стало 50% – 15 пациентов, хороших результатов – 5 (16,6%) и удовлетворительных – 10 (33,4%).

В дальнейшем все больные, также как и в первой группе, были реоперированы с декомпрессией невралных структур и восстановлением баланса корпуса. К двухлетнему периоду наблюдений мы вновь отметили возвращение положительных показателей данных опросников и, соответственно, улучшение состояния пациентов. Снизился болевой синдром по VAS до  $2,6 \pm 1,7$  баллов, повысился уровень качества до  $24,8 \pm 3,5$ , улучшилась удовлетворенность своим состоянием и проведённым оперативным лечением до  $3,8 \pm 1,1$  баллов, неврологических выпадений не было – E по ASIA. К 36 месяцам наблюдений мы отметили коррекцию показателей шкал и опросников в сторону незначительного ухудшения: VAS –  $3,1 \pm 1,2$  балла, ODI –  $27,3\% \pm 3,4$ , SRS-24 –  $4,1 \pm 1,2$ . Это было обусловлено продолжающимися дегенеративными процессами в позвоночном столбе, провоцируемыми как проведенной операцией и установленной металлоконструкцией, так и непосредственно течением самого инволютивного процесса.

Статистически достоверных различий при этом не было между данными двух- и трехлетнего наблюдения. Пациенты хорошо адаптировались к новому состоянию. К окончанию трехлетнего периода наблюдений хороших результатов было 66,6% (20 человека), удовлетворительных – 33,4% (10 человек). Неудовлетворительных результатов не было (табл. 17; рис. 27–32).

Результаты лечения пациентов II группы (R)

Шкала	До опер.	3 мес.	6 мес.	12 мес.	24 мес.	36 мес.
VAS	7,8±1,6	3,6±1,1	2,6±1,2	5,1±1,4	2,6±1,7	3,1±1,2
ODI	78,2±2,2	35,1±2,5	34,8±3,1	58,3±3,2	24,8±3,5	27,3±3,4
SRS 24	2,2±1,1	3,1±0,9	3,7±1,3	2,5±1,1	3,8±1,1	4,1±1,2
ASIA	C-D	E	E	D-E	E	E

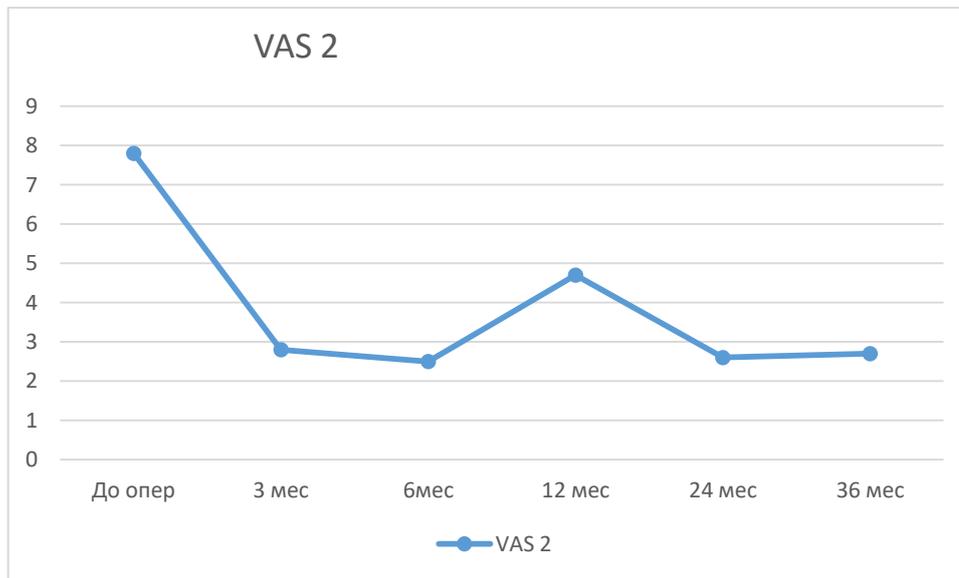


Рис. 27. Динамика болевого синдрома по VAS у пациентов II группы (R)

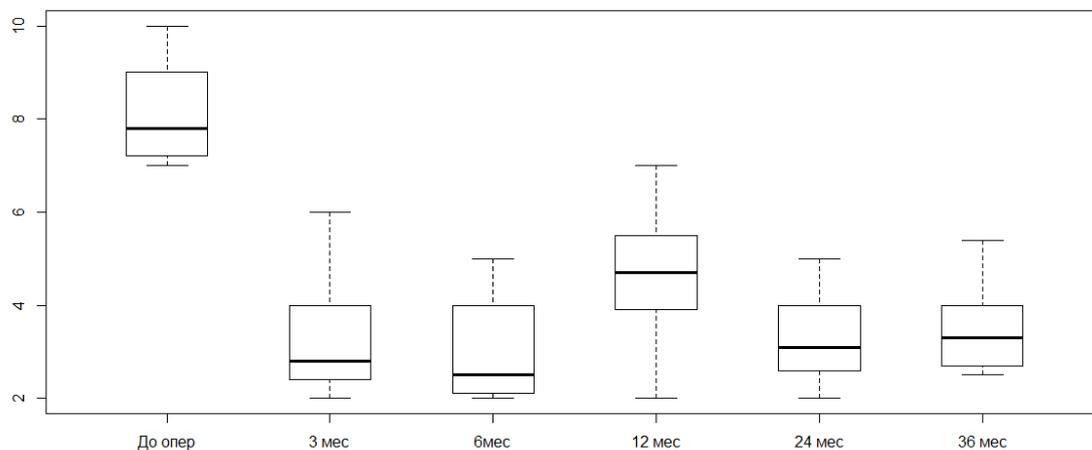


Рис. 28. Динамика болевого синдрома по VAS у пациентов II группы (R)

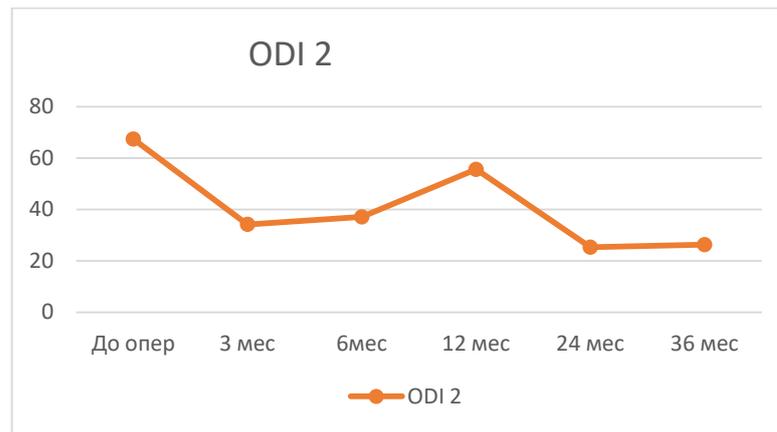


Рис. 29. Динамика уровня качества жизни по ODI у пациентов II группы(R)

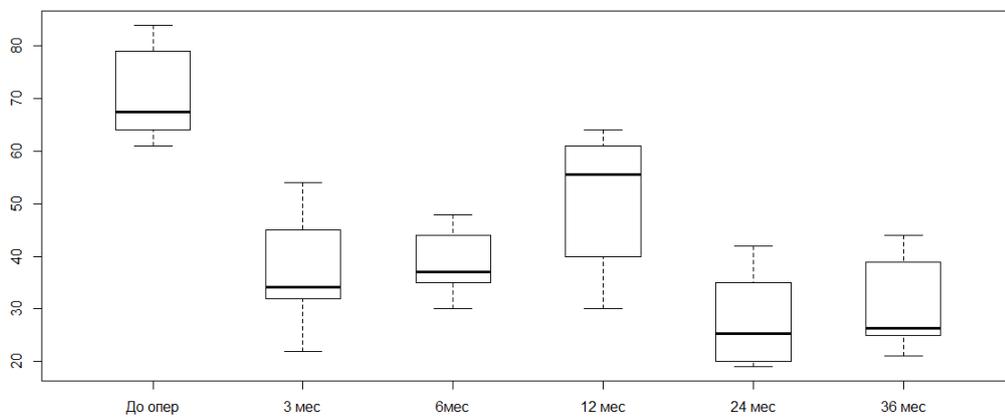


Рис. 30. Динамика уровня качества жизни по ODI у пациентов II группы(R)

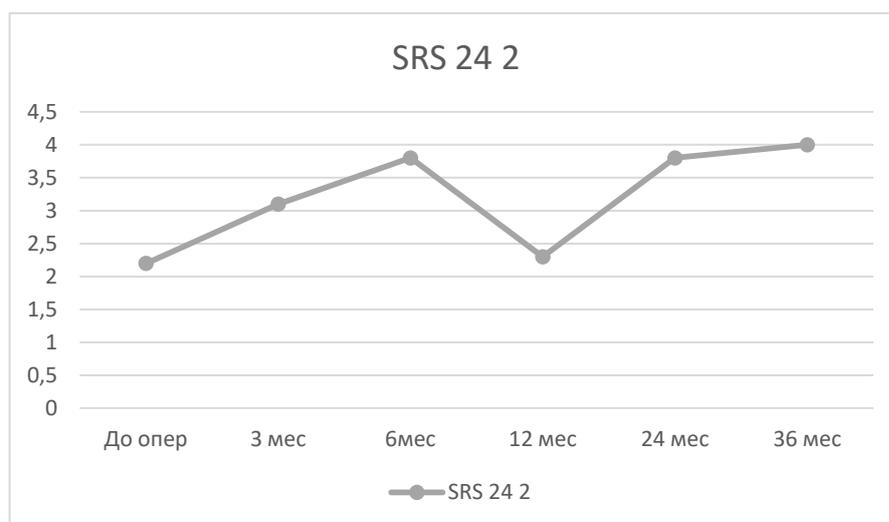


Рис. 31. Динамика удовлетворенности своим состоянием и проведенным оперативным лечением по SRS 24 у пациентов II группы (R)

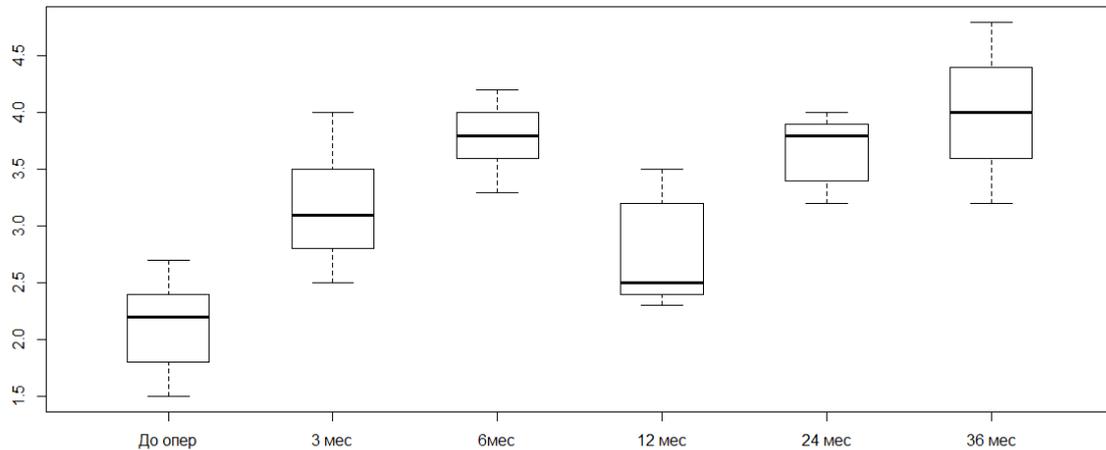


Рис. 32. Динамика удовлетворенности своим состоянием и проведенным оперативным лечением по SRS 24 у пациентов II группы (R)

### Клинический пример пациентов второй группы (R)

Пациентка Д. 65 лет.

Жалобы на боли в поясничном отделе позвоночника, иррадиирующие в правую ногу по передненаружной поверхности бедра до голеностопного сустава. Боли усиливаются при физической нагрузке. Онемение в ногах, больше справа.

Анамнез заболевания: считает себя больной около 5 лет, когда появились боли в спине с иррадиацией в правую ногу. На МРТ выявлена грыжа МПД L4-5. Год назад отмечает усиление болевого синдрома в поясничном отделе с иррадиацией в ноги. Лечилась консервативно по месту жительства без значимого эффекта. Прогрессирующая слабость в ногах. На МРТ выявлены грыжи дисков L2-L5, стеноз позвоночного канала L1-S1.

Диагноз: ДДЗП с преимущественным поражением поясничного отдела. Стеноз позвоночного канала на уровне L1-S1. Дегенеративный сколиоз поясничного отдела. Нижний парапарез. Вертеброгенный болевой синдром.

Операция: декомпрессивная фораминомия на уровне L2-L3-L4-L5. Спондилосинтез L1-L2-L3-L4-L5-S1-SIPS, коррекция сколиотической деформации. Удаление МПД на уровне L3-L4-L5, SPO на уровне L2-L3-L4-L5. Спондилодез L3-L4-L5 кейджами с аутокостью. Задний спондилодез аутокостью (рис. 33).

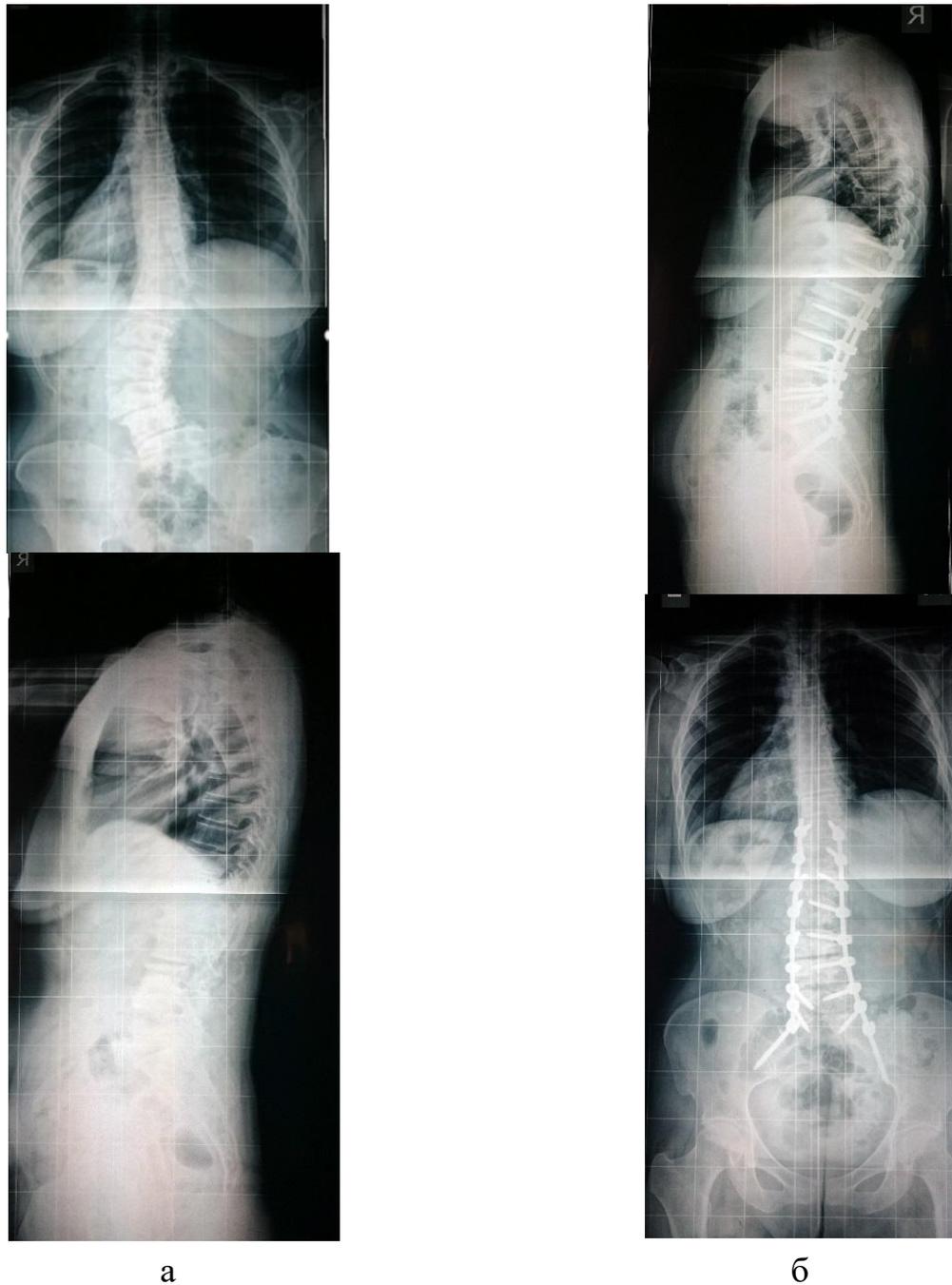


Рис. 33. Телерентгенограмма в положении стоя пациентки Д. 65 лет:  
 а – до операции; угол Cobb –  $31,1^\circ$ , SVA +4,5 см; фронтальный левосторонний дисбаланс +4 см, LL=  $10^\circ$ , ТК=  $6^\circ$ . Нестабильность в переходной зоне дуги L3-L4;  
 Б – через 3 года после операции; угол Cobb –  $0,5^\circ$ , SVA +1 см, фронтальный левосторонний дисбаланс +0,5 см, LL=  $33^\circ$ , ТК=  $24^\circ$

Через 3 месяца после операции пациентка отметила значительное улучшение уровня качества жизнь, выраженное снижение болевого синдрома (VAS – 2 балла, ODI – 27%). Пациентка была полностью удовлетворена своим состоянием и

проведенным оперативным лечением (SRS – 4 балла). В дальнейшем, на протяжении всего периода наблюдений, у пациентки сохранялся достигнутый положительный результат. Осложнений не было. Рентгенологическая картина без изменений.

### Сравнительный анализ I и II групп ретроспективной когорты

Мы провели сравнительный анализ результатов лечения первой и второй групп внутри ретроспективной когорты. Сравнивались полученные результаты основных параметров выраженности болевого синдрома по VAS, уровня качества жизни по ODI, удовлетворенность проведенным лечением и своим состоянием, выраженность неврологических расстройств по ASIA. Количество и виды осложнений так же сравнивались, но это будет описано в соответствующей главе, посвященной осложнениям. Изучая динамику болевого синдрома в обеих группах мы не увидели принципиальных различий, а найденные различия оказались статистически не значимыми (табл. 18, рис. 34).

Таблица 18

Динамика болевого синдрома в I и II группах ретроспективного исследования

Срок	VAS I гр.	VAS II гр.	p
До операции	8±2,2	7,8±1,6	p=0,17
3 мес.	3,8±1,8	3,6±1,1	p=0,34
6 мес.	2,5±1,4	2,6±1,2	p=0,28
12 мес.	4,6±0,8	5,1±1,4	p=0,13
24 мес.	2,8±1,2	2,6±1,7	p=0,22
36 мес.	3,2±1,1	3,1±1,2	p=0,26

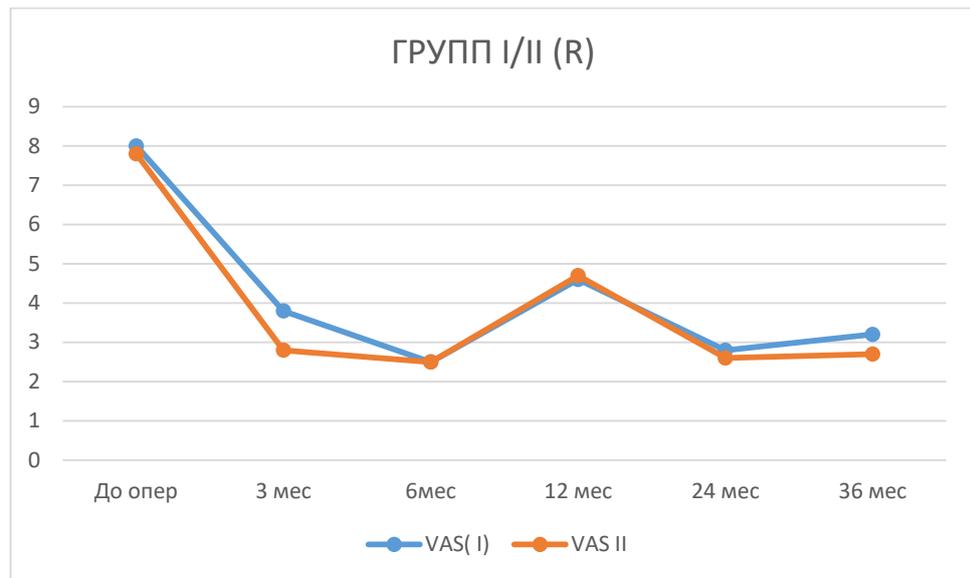


Рис. 34. Динамика болевого синдрома в I и II группах ретроспективного исследования

С такими же результатами мы столкнулись и при исследовании уровня качества жизни по ODI. Найденные различия оказались статистически не значимыми (табл. 19, рис. 35).

Таблица 19

Динамика уровня качества жизни по ODI в I и II группах ретроспективного исследования, %

Срок	Группа		p
	I	II	
До операции	67,4±4,1	78,2±2,2	p=0,29
3 мес.	33,3±4,6	35,1±2,5	p=0,13
6 мес.	36,2±4,2	34,8±3,1	p=0,63
12 мес.	56,3±3,9	58,3±3,2	p=0,17
24 мес.	27,3±4,4	24,8±3,5	p=0,18
36 мес.	28,2±4,1	27,3±3,4	p=0,51

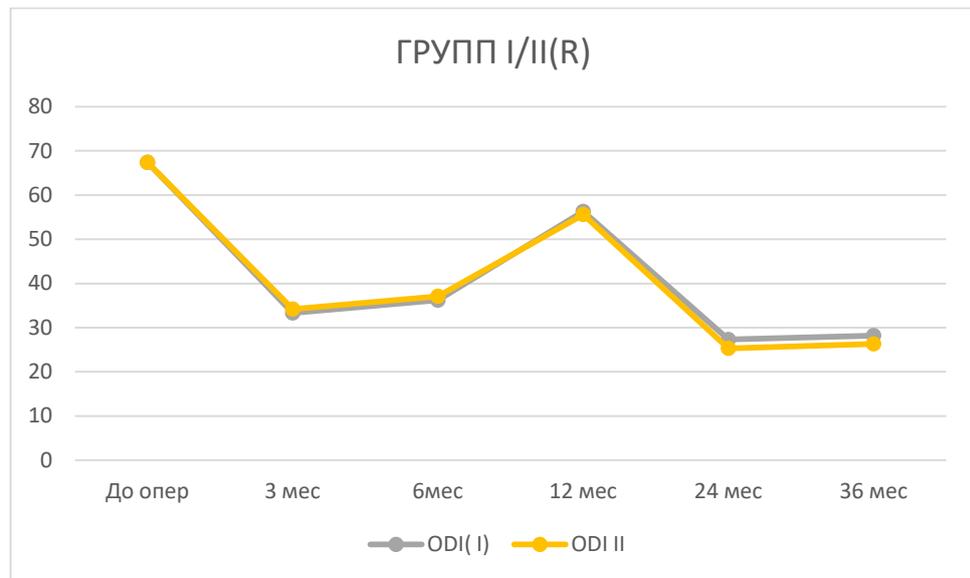


Рис. 35. Динамика уровня качества жизни по ODI в I и II группах ретроспективного исследования

Статистически незначимыми оказались и различия в степени удовлетворенности пациентов своим состоянием и эффектом от проведенного лечения по SRS-24 (табл. 20, рис. 36).

Таблица 20

Динамика удовлетворенности своим состоянием и эффектом от проведенного лечения по SRS-24 в I и II группах ретроспективного исследования

Срок	Группа		p
	I	II	
До операции	2,3±0,6	2,2±1,1	p=0,13
3 мес.	3,4±0,8	3,1±0,9	p=0,23
6 мес.	3,9±0,5	3,7±1,3	p=0,19
12 мес.	2,7±0,9	2,5±1,1	p=0,37
24 мес.	3,6±0,7	3,8±1,1	p=0,19
36 мес.	4,2±0,8	4,1±1,2	p=0,21

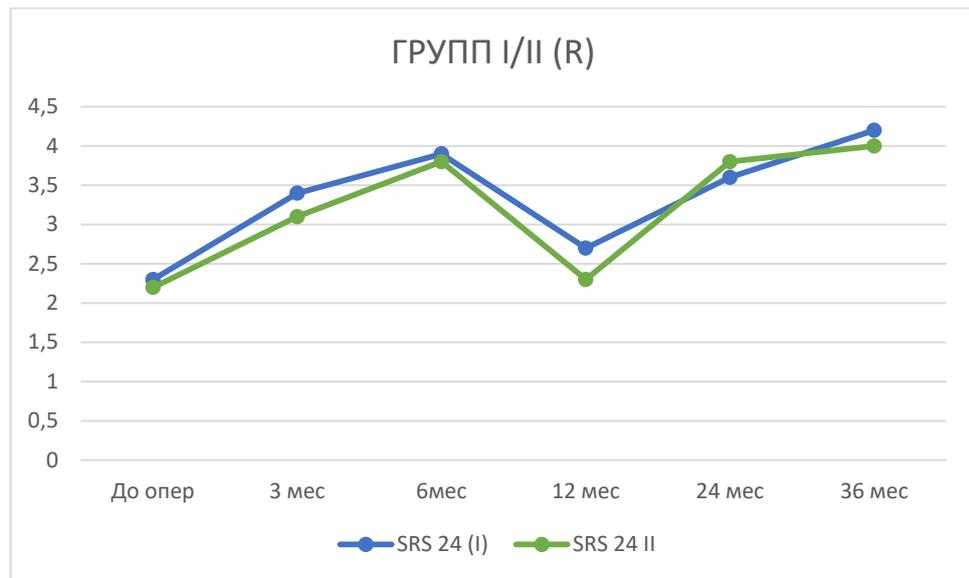


Рис. 36. Динамика удовлетворенности пациентов своим состоянием и эффектом от проведенного лечения по SRS-24 в I и II группах ретроспективного исследования

Различия в динамике неврологического дефицита по ASIA так же были статистически не значимы. Данные приведены в таблице 21.

Таблица 21

Динамика неврологического дефицита по ASIA в I и II группах ретроспективного исследования

Срок	Группа		p
	I	II	
До операции	D	D	p=0,24
3 мес.	E	E	p=0,19
6 мес.	E	E	p=0,17
12 мес.	D	D-E	p=0,41
24 мес.	E	E	p=0,15
36 мес.	E	E	p=0,23

Отсутствие статистически значимых различий объясняется одинаковой методикой оперативного лечения, количеством выбранных для фиксации

уровней, количеством выполненных уровней вертебротомий (SPO), несмотря на различия в уровне нестабильности ПДС. Поэтому пациенты данных групп имели одинаковую динамику за весь период наблюдений.

#### **4.4. Оценка результатов лечения в проспективной группе**

Вторая часть исследований проведена проспективно. Пациенты оперированы методом локальной транспедикулярной фиксации с передним межтеловым спондилодезом из заднего доступа (TLIF) на уровне нестабильного сегмента и максимального стеноза. В исследование вошли 60 пациентов (11 мужчин и 49 женщин) и были распределены на 2 группы по локализации нестабильности (с локальной нестабильностью на вершине дуги деформации и в переходных зонах). Не было статистических значимых различий по анализируемым критериям (VAS, ODI, SRS-24, ASIA, Cobb, LL, SVA и CSA) на дооперационном этапе (табл. 22).

Пациенты были оперированы с использованием метода транспедикулярного спондилосинтеза на вершине дуги деформации или в переходных зонах в зависимости от локализации зоны нестабильности ПДС. При этом локально выполнялась вертебротомия по Смит – Петерсону только в зоне спондилосинтеза с декомпрессией невральных структур и передним спондилодезом кейджем с аутокостью из резецированных дугоотростчатых суставов из заднего доступа (TLIF).

Контрольные осмотры пациентов проходили в сроки 3, 6, 12 месяцев, через 2 и 3 года. Средняя продолжительность наблюдения составила 28 месяцев (диапазон 11–36 месяцев).

Так же, как и в первой ретроспективной когорте, результаты лечения разделили на три группы:

- 1) хорошие результаты,
- 2) удовлетворительные результаты,
- 3) неудовлетворительные результаты.

Характеристика пациентов двух проспективных групп  
по основным клинико-рентгенологическим показателям

Параметры оценки	Группы пациентов второй когорты (P) до операции		
	I	II	P
VAS, балл (SD)	8 ( $\pm 2,2$ )	7,9 ( $\pm 1,3$ )	P=0,661
ODI, % (SD)	68,6 ( $\pm 4,1$ )	67,1 ( $\pm 4,2$ )	P=0,167
SRS-24, балл (SD)	2,2 ( $\pm 0,6$ )	2,1 ( $\pm 0,4$ )	P=0,196
PI-LL, град. (SD)	22,8 ( $\pm 2,8$ )	22,3 ( $\pm 3,7$ )	P=0,195
PT, град. (SD)	33,7 ( $\pm 2,3$ )	34,1 ( $\pm 4,1$ )	P=0,16
LL, град. (SD)	12,6 ( $\pm 2,2$ )	12,3 ( $\pm 3,1$ )	P=0,22
TK, град. (SD)	43,9 ( $\pm 4,5$ )	44,1 ( $\pm 6,1$ )	P=0,165
SVA, см (SD)	6,1 ( $\pm 1,2$ )	5,4 ( $\pm 1,8$ )	P=0,136
CSA (SD)	3,5 ( $\pm 1,3$ )	3,4 ( $\pm 1,4$ )	P=0,14
Cobb, град. (SD)	36,5 ( $\pm 3,8$ )	37,1 ( $\pm 4,2$ )	P=0,429

#### 4.5. Результаты лечения пациентов первой группы (P)

I группа состояла из 30 пациентов с локальной нестабильностью на вершине дуги деформации на фоне дегенеративного сколиоза, оперированных методом локальной транспедикулярной фиксации с передним межтеловым спондилодезом кейджем с аутокостью из заднего доступа (TLIF). Средний возраст составил 65,7 года (диапазон 50–80).

Анализ рентгенологических параметров до операции показал, что средний угол Cobb был равен  $36,5^\circ (\pm 3,8)$ , SVA –  $6,1 (\pm 1,2)$  см, LL –  $12,6^\circ (\pm 2,2)$ . Характер течения заболевания не отличался от такового у больных первой ретроспективной когорты, и мы поэтому не будем повторяться. Продолжительность операции составила  $148 \pm 12,5$  мин, интраоперационная кровопотеря –  $718 \pm 18,9$  мл. Среднее количество фиксированных ПДС – 2 ПДС.

В послеоперационном периоде и на протяжении всего периода наблюдений болевой синдром по VAS имел следующую динамику. Через три месяца после операции, в ранний послеоперационный период, болевой синдром снизился со среднего  $8\pm 2,2$  до  $2,9\pm 1,8$ . Пациенты отмечали полное купирование болевого синдрома в ногах, облегчение состояния в спине со значительным снижением болевого синдрома. Прекращение болей приводило к повышению уровня качества жизни. По данным опросника ODI, мы получили  $29,2\%\pm 2,5$ . Пациенты были удовлетворены результатами проведенного оперативного лечения, по шкале опросника SRS-24 это выразилось в повышении баллов до  $3,6\pm 1,1$  баллов. Неврологический синдром был купирован до уровня E по ASIA. Купированы явления перемежающейся хромоты, расширились возможности ходить на длительные расстояния без остановки, больные стали обслуживать себя самостоятельно, посещать общественные места, такие как аптеки, магазины. Хороших результатов было 83,3% (25 человек), удовлетворительных – 16,7% (5 человек). Неудовлетворительных результатов не было. В последующие сроки наблюдения сохранялась достигнутая положительная тенденция. Уровень боли через 6 месяцев достигал  $2,4\pm 1,3$  балла по VAS, уровень качества жизни составлял  $28,1\pm 3,5$ , удовлетворенность своим состоянием и проведенным оперативным лечением составляла  $3,8\pm 1,2$  балла. Данные представлены в таблице 24.

Так же, как и в предыдущем исследовании ретроспективной когорты, через 1 год после операции мы наблюдали появление осложнений, связанных с постановкой металлоконструкции, перераспределением нагрузок в позвоночном столбе и преждевременным развитием дегенеративных процессов, что сказалось на всех показателях исследуемых параметров. Было отмечено нарастание болей в поясничном отделе позвоночника, в зоне установленной металлоконструкции, в ряде случаев появление болей в ногах. Подробно возникшие осложнения будут описаны позже. Пока стоит отметить, что количество осложнений в данной группе было не велико, и резких изменений показателей мы не увидели. По шкале VAS в этот период мы получили  $3,2\pm 1,5$  баллов, неврологический дефицит не

рецидивировал и оставался E по ASIA. Уровень качества жизни по ODI снизился и составил  $41,1\% \pm 3,7$ , удовлетворенность проведенным лечением и своим состоянием так же снизилась до  $3,1 \pm 1,5$  баллов по SRS-24. Хороших результатов на данный исследуемый период было 18 (60%), удовлетворительных – 9 (30%) и неудовлетворительных – 3 (10%).

Все больные с осложнениями были прооперированы повторно, и при дальнейшем исследовании мы отметили положительную динамику по результатам опросников по всем исследуемым показателям. За 2 и 3 года наблюдений ситуация мало чем отличалась. Снижение болевого синдрома достигло по VAS  $2,7 \pm 1,7$  баллов, улучшение уровня качества жизни по ODI поднялось до  $24,3\% \pm 2,8$ , также улучшилась удовлетворенность своим состоянием и проведенным оперативным лечением по SRS-24 до  $4,4 \pm 1,7$  баллов, неврологических выпадений не было – E по ASIA. Продолжающиеся общие дегенеративные процессы, учитывая возраст пациентов, не повлияли негативно на полученные данные. К окончанию трехлетнего периода наблюдений хороших результатов было 73,3% (22 человека), удовлетворительных – 26,7% (8 человек). Неудовлетворительных результатов не было (табл. 23, рис. 37–42).

Таблица 23

Динамика основных показателей пациентов I группы (P)

Шкала	До опер.	3 мес.	6 мес.	12 мес.	24 мес.	36 мес.
VAS	$8 \pm 2,2$	$2,9 \pm 1,8$	$2,4 \pm 1,3$	$3,2 \pm 1,5$	$2,6 \pm 1,4$	$2,7 \pm 1,7$
ODI	$68,6 \pm 4,1$	$29,2 \pm 2,5$	$28,1 \pm 3,5$	$41,1 \pm 3,7$	$25,4 \pm 2,1$	$24,3 \pm 2,8$
SRS 24	$2,2 \pm 0,6$	$3,6 \pm 1,1$	$3,8 \pm 1,2$	$3,1 \pm 1,5$	$4,2 \pm 1,2$	$4,4 \pm 1,7$
ASIA	$8 \pm 2,2$	$2,9 \pm 1,8$	$2,4 \pm 1,3$	$3,2 \pm 1,5$	$2,6 \pm 1,4$	$2,7 \pm 1,7$

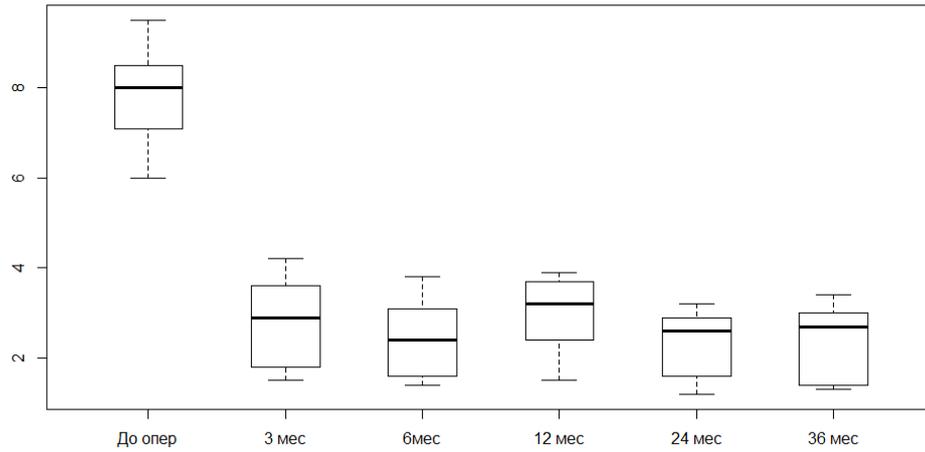


Рис. 37. Динамика болевого синдрома по VAS у пациентов I группы (P)

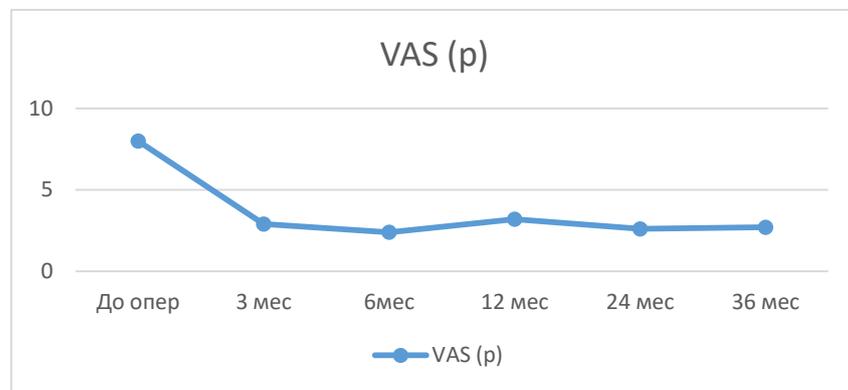


Рис. 38. Динамика болевого синдрома по VAS у пациентов I группы (P)

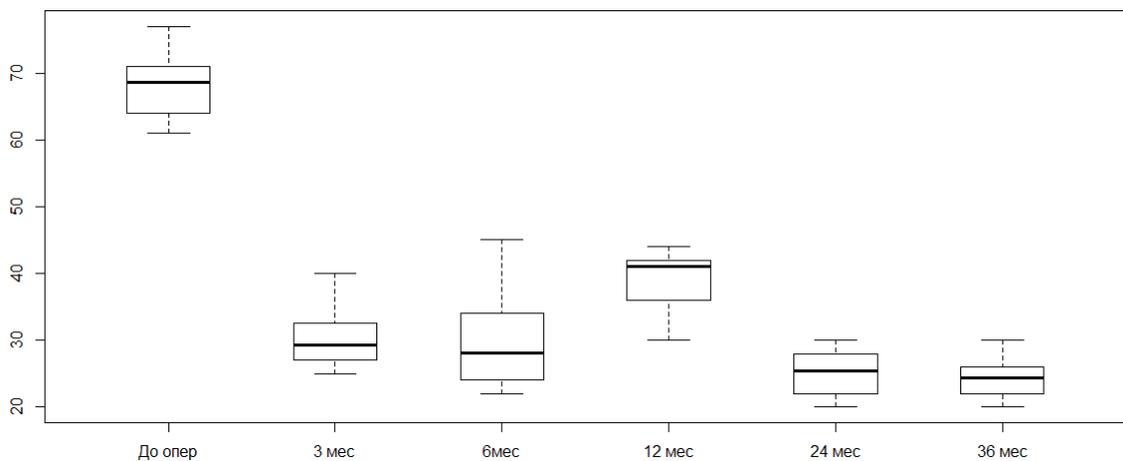


Рис. 39. Динамика ODI у пациентов I группы (P)

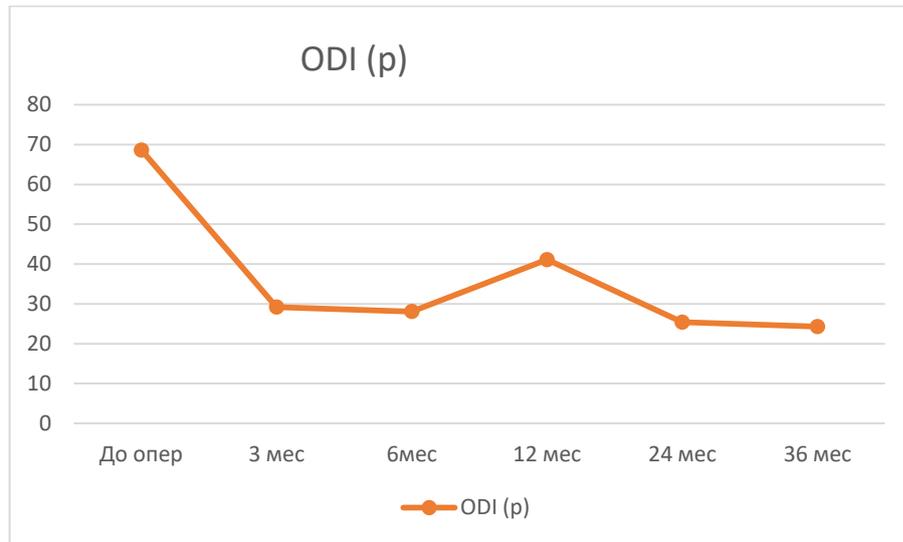


Рис. 40. Динамика ODI у пациентов I группы (P)

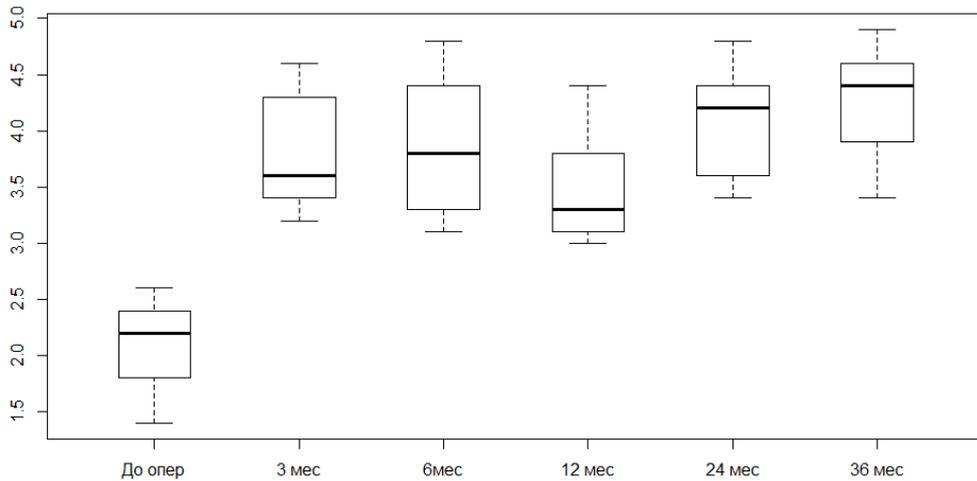


Рис. 411. Динамика SRS-24 у пациентов I группы (P)

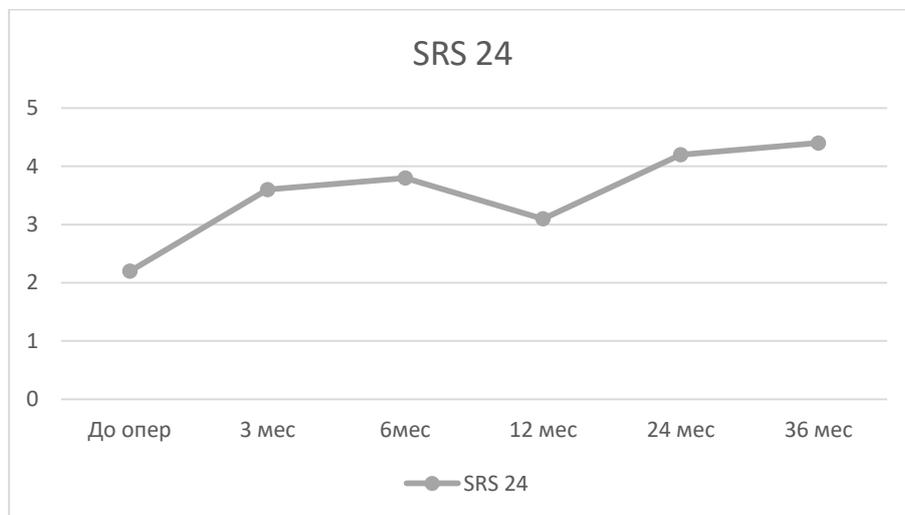


Рис. 42. Динамика SRS-24 у пациентов I группы (P)

## Клинический пример пациентов первой группы (Р)

Пациентка А. 68 лет.

Жалобы: выраженные боли в пояснично-крестцовом отделе позвоночника, усиливающиеся в статических положениях, при физических нагрузках. Боли иррадиировали в обе ноги. При ходьбе более 100 метров появлялась нейрогенная хромота, усиливались боли в поясничном отделе позвоночника и появлялась слабость в ногах. Требовалось сделать перерыв, посидеть не менее 30 минут. Также предъявляла жалобы на онемение и ощущение ползания мурашек в обеих ногах, больше в стопах.

Сопутствующая патология: ИБС: стенокардия напряжения 2 ФК, гипертоническая болезнь II, риск ССО 4. Атеросклеротический кардиосклероз. СД 2 типа, компенсация.

Диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночного столба. Стеноз позвоночного канала на уровне L2-S1. Нижний парапарез. Вертеброгенный болевой синдром.

Уровень боли по шкале VAS до операции был 8 баллов. Неврологический дефицит проявлялся в виде снижения силы в ногах до 3,5–4 баллов. Гипестезия по дерматомам L3 и S1 с обеих сторон. Пациентка ходила и стояла с небольшим наклоном корпуса вперед и влево, что является клиническим проявлением положительного сагиттального баланса и нарушением фронтального. Качество уровня жизни по данным опросника ODI было крайне низким и составило 64%, по данным опросника SRS-24 удовлетворенность качеством жизни и состоянием была на уровне 2,8%.

Рентгенологически отмечен положительный баланс SVA +2 см, фронтальный баланс с отклонением влево +2 см. Угол поясничной дуги деформации Cobb равнялся 28°, латеролистез L3 влево 5 мм, LL= 32°, ТК=18°, PI+ТК+LL = 53° (рис. 43 а). По данным МРТ: выраженный стеноз позвоночного канала на уровне L2-3, 3-4, 4-5, L5-S1.

Операция: декомпрессивная фораминотомия на уровнях L3-4, L 4-5 с обеих сторон, остеотомия по Смит – Петерсону (SPO) на уровнях L3-4, L4-5.

Межтеловой спондилодез из заднего доступа кейджами с аутокостью (TLIF) на уровнях L3-4, 4-5 (рис. 43 б).



Рис. 43. Рентгенограммы пациентки А. 68 лет в прямой и боковой проекциях:

а – до операции; б – после операции

Через три месяца после операции пациентка отмечала улучшение общего состояния, снижение болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и в ногах, но умеренные боли сохранялись в области оперативного вмешательства. Неврологический дефицит, нейрогенная хромота регрессировали с восстановлением силы в ногах. Гипестезия сохранялась, но интенсивность её уменьшилась. Уровень боли по VAS был 3 балла. Качество жизни по шкале ODI – 41%, удовлетворенность своим состоянием и результатом проведенного лечения по шкале SRS-24 – 3,9%.

Рентгенологическая картина изменилась. SVA продолжал оставаться в положительном балансе +2 см, фронтальный дисбаланс с отклонением влево +2 см. Угол поясничной дуги деформации по Cobb уменьшился до 26°, LL= 64°, TK=42, PI+TK+LL = 48°.

За 30 месяцев наблюдений боли в поясничном отделе позвоночника снизились и составили 2 балла по VAS. Уровень качества жизни возрос и по шкале ODI составил 45%, удовлетворенность своим состоянием и результатом проведенного лечения так же несколько улучшились – 4,1% по шкале SRS-24.

#### 4.6. Результаты лечения пациентов второй группы (Р)

Эта группа состояла из 30 пациентов с локальной нестабильностью в переходных зонах дуги деформации на фоне дегенеративного сколиоза, оперированных методом локальной транспедикулярной фиксации с передним межтеловым спондилодезом из заднего доступа (TLIF).

В среднем в зону стабилизации было включено 2 уровня ПДС. Продолжительность операции составила  $132 \pm 10,5$  мин. Интраоперационная кровопотеря –  $680 \pm 13,6$  мл.

Как мы уже указывали ранее, до операции все данные по исследуемым параметрам не имели статистически значимых различий. В данной группе средний балл уровня боли по VAS составил  $7,9 (\pm 1,3)$ . Уровень качества жизни по опроснику ODI –  $67,1 (\pm 4,2)$ , значения опросника удовлетворенности своим состоянием и полученным ранее лечением равнялся  $2,1 (\pm 0,4)$  балла. У всех 30 пациентов состояние оценивалось как неудовлетворительное по трехступенчатой системе оценки, описанной выше. На жалобах пациентов и клинорентгенологических параметрах мы останавливаться не будем, так как они уже были описаны ранее и с другими группами не имеют различий. Основные параметры представлены в таблице 24.

Динамика результатов опросников в послеоперационный период в данной группе отличалась от всех остальных трех групп. Через три месяца после операции отмечается снижение выраженных болей по VAS с  $7,9 \pm 1,3$  до  $4,4 \pm 1,5$  балла. Пациенты указывали на значимое для них снижение болевого синдрома, но периодически все же принимали обезболивающие средства. Боли сохранялись лишь в поясничном отделе позвоночника. В ногах болевой синдром был купирован полностью. Повысился уровень качества жизни до  $32,4 \pm 3,3$  по шкале ODI, степень удовлетворенности результатами проведенного оперативного лечения также возросла и составляла  $3,4 \pm 0,7$  балла по SRS-24. Социальный аспект жизнедеятельности пациентов так же улучшился. Неврологический дефицит был купирован полностью и достиг уровня E по ASIA. Хороших результатов в данной группе через 3 месяца после операции было 56,6% (17 человека),

удовлетворительных 43,3% (13 человек). Неудовлетворительных результатов не было.

За 6 месяцев наблюдений положительная динамика, достигнутая ранее, не сохранилась, а, наоборот, ухудшилась по сравнению с результатами трех месяцев после операции. Уровень боли повысился до  $4,4 \pm 1,5$  балла по VAS, снизился уровень качества жизни по ODI до  $39,7 \pm 2,9$ , удовлетворенность своим состоянием и проведенным оперативным лечением так же снизилась до  $2,5 \pm 0,9$  балла.

Через 1 год после операции ухудшение по всем измеряемым параметрам продолжилось. Данную негативную тенденцию объясняет большое количество осложнений, которые начали проявляться через 6 месяцев после оперативного лечения. Динамика болей нарастала и составила по VAS  $5,2 \pm 1,1$  баллов, в некоторых случаях развился неврологический дефицита до стадии D по ASIA. Ухудшился уровень качества жизни по ODI до  $55,2 \pm 4,5$ . Неудовлетворённость проведенным оперативным лечением достигла  $2,2 \pm 0,5$  баллов по SRS-24.

При оценке состояния больных неудовлетворительных результатов было 18 (60%), хороших результатов – 4 (13,3%) и удовлетворительных – 8 (26,6%). Все больные, имевшие осложнения, были реоперированы с декомпрессией невралных структур и коррекцией деформации. После проведенных реопераций тенденция в показателях исследуемых данных приобрела положительную динамику. Через 2 года отмечалось снижение болевого синдрома по VAS до  $2,7 \pm 1,4$  баллов, уровень качества жизни повысился до  $25,1 \pm 3,7$ , улучшилась удовлетворенность своим состоянием и проведенным оперативным лечением до  $3,6 \pm 0,13$  баллов, неврологических выпадений не было – E по ASIA. К 36 месяцам наблюдений данные исследованных нами показателей выровнялись и достигли средних значений, сопоставимых с другими группами. Отмечалось незначительное «проседание» по всем параметрам: уровень боли по VAS  $-3,1 \pm 1,6$  балла, уровень качества жизни по ODI снизился до  $26,7 \pm 3,1$ , удовлетворенность своим состоянием и проведенным оперативным лечением по SRS-24 незначительно возросла и составила  $4,1 \pm 0,6$  балла. Это говорит о том, что, несмотря на незначительные ухудшения показателей боли, уровня качества

жизни, пациенты хорошо адаптировались и в целом были удовлетворены проведенным лечением и своим состоянием. Статистически значимых различий при этом не было между данными двух лет наблюдения и трех. Пациенты хорошо адаптировались к новому состоянию. К окончанию трехлетнего периода наблюдений хороших результатов было 46,6% (14 человек), удовлетворительных 53,3% (16 человек). Неудовлетворительных результатов не было (табл. 24, рис. 44–49).

Таблица 24

Результаты лечения пациентов II группы (P)

Шкала	До опер.	3 мес.	6 мес.	12 мес.	24 мес.	36 мес.
VAS	7,9±1,3	4,2±1,8	4,4±1,5	5,2±1,1	2,7±1,4	3,1±1,6
ODI	67,1±4,2	32,4±3,3	39,7±2,9	55,2±4,5	25,1±3,7	26,7±3,1
SRS 24	2,1±0,8	3,4±0,7	2,5±0,9	2,2±0,5	3,6±0,13	4,1±0,6
ASIA	D	E	D-E	D	E	E

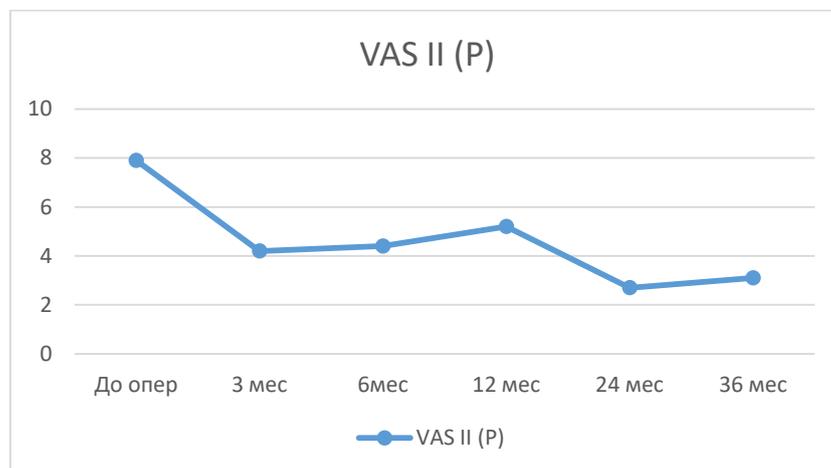


Рис. 44. Динамика болевого синдрома по VAS у пациентов II группы (P)

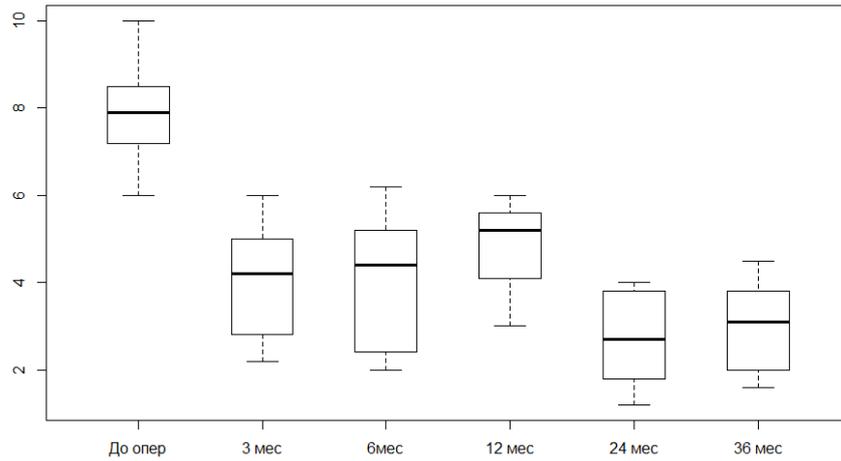


Рис. 45. Динамика болевого синдрома по VAS у пациентов II группы (P)

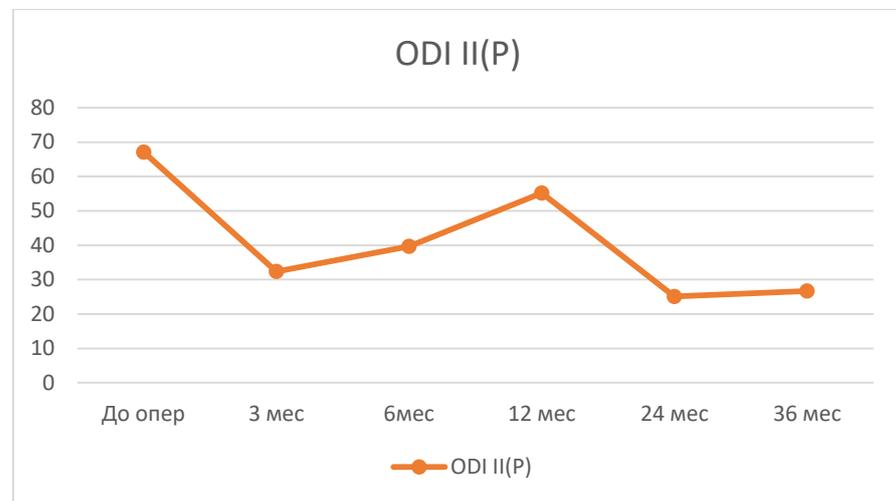


Рис. 46. Динамика уровня качества жизни по ODI у пациентов II группы (P)

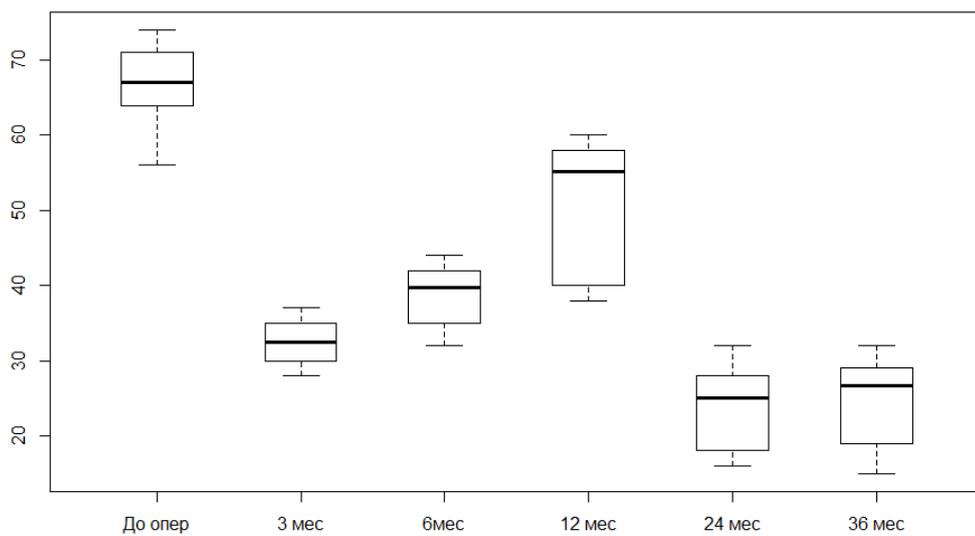


Рис. 47. Динамика уровня качества жизни по ODI у пациентов II группы (P)

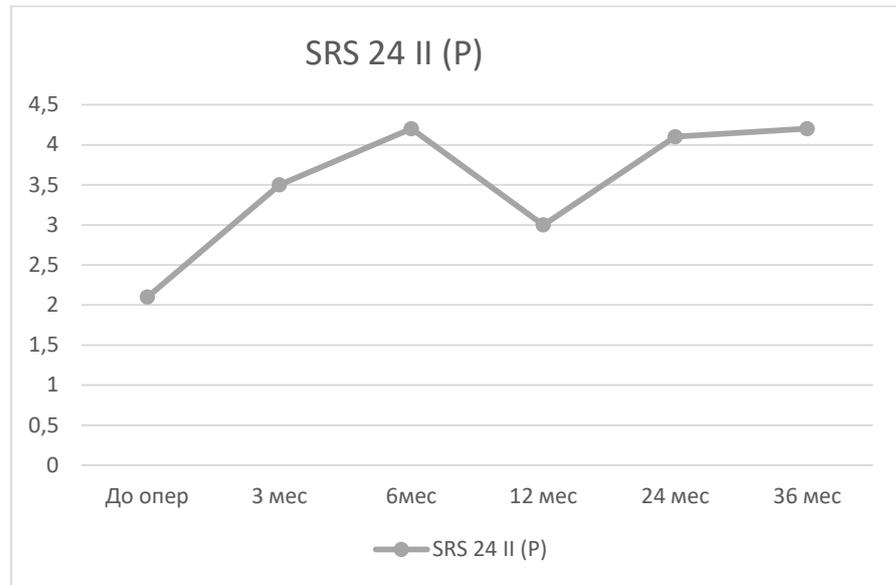


Рис. 48. Динамика удовлетворённости своим состоянием и проведённым оперативным лечением по SRS 24 II групп (P)

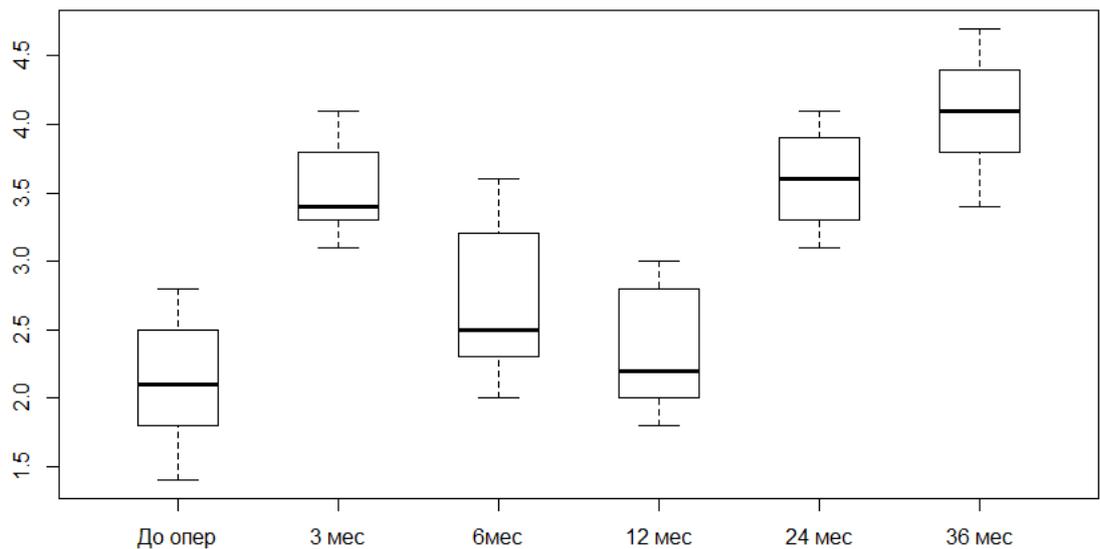


Рис. 49. Динамика удовлетворенности своим состоянием и проведенным оперативным лечением по SRS 24 II групп (P)

### Клинический пример пациентов второй группы (P)

Пациент М., 76 лет.

Жалобы на боли в поясничном отделе позвоночника, иррадиирующие в обе ноги по задне-наружной поверхности до голеностопных суставов, больше справа. Боли усиливаются при физической нагрузке. Онемение в ногах.

Сопутствующая патология: ГБ, сахарный диабет II.

Диагноз: стеноз позвоночного канала на уровнях L1-S1. Дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника. Вертеброгенный болевой синдром.

Уровень боли по шкале VAS до операции был 9 баллов. Качество уровня жизни по данным опросника ODI было крайне низким и составило 86%, по данным опросника SRS-24 удовлетворенность своим качеством жизни, своим состоянием была – 28%.

По данным МРТ, выраженный стеноз позвоночного канала на уровне L2-3, 3-4, 4-5, L5-S1 (рис. 50). Рентгенологически отмечен положительный баланс SVA +2 см, коронарный дисбаланс с отклонением влево +2 см. Угол поясничной дуги деформации по Cobb равнялся  $28^\circ$ , латеролистез L3 влево 5 мм, LL=  $32^\circ$ , ТК=  $18^\circ$ , PI+TK+LL =  $53^\circ$  (рис. 51 а).

Операция: декомпрессивная фораминотомия на уровне L3-L4-L5. Спондилосинтез L1-L5. Спондилодез L3-L4-L5 кейджем. Задний спондилодез аутокостью (рис. 51 б).

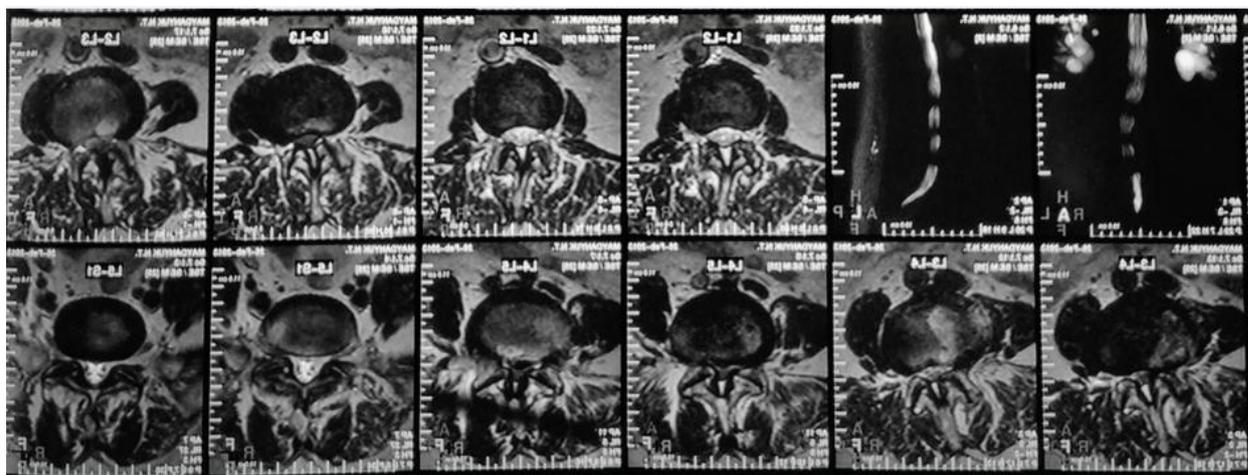


Рис. 50. МРТ пациентки М. 76 лет. Стеноз позвоночного канала на уровнях L1-S1

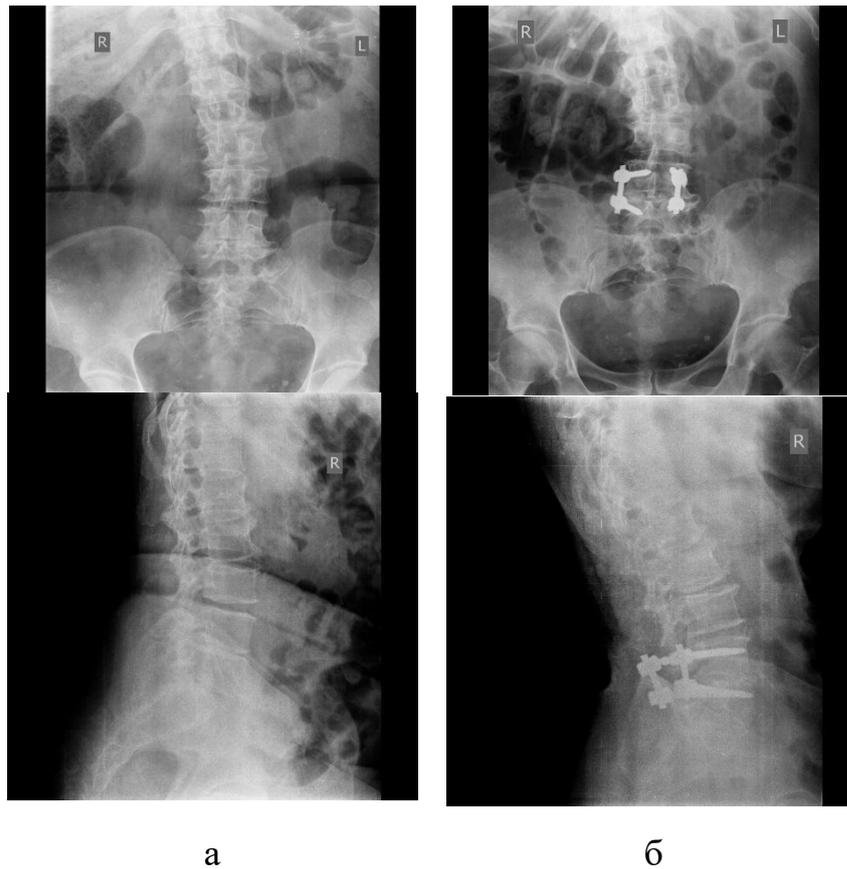


Рис. 51. Рентгенограммы пациентки М., 76 лет, в прямой и боковой проекциях:  
 а – до операции: SVA +2,5 см, фронтальный дисбаланс +3,5 см, угол поясничной дуги по Cobb – 31°, LL= 11°, латеролистез L4 влево 5 мм;  
 б – после операции: SVA – 0 см, фронтальный дисбаланс +0,5 см, угол поясничной дуги по Cobb – 5°, латеролистез L3 влево 5 мм, LL= 32°

### **Сравнительный анализ I и II групп проспективной когорты**

Мы провели сравнительный анализ результатов лечения первой и второй групп проспективной когорты. Сравнились полученные результаты параметров выраженности болевого синдрома по VAS, уровня качества жизни по ODI, удовлетворенность проведенным лечением и своим состоянием, выраженность неврологических расстройств по ASIA. Количество и виды осложнений также сравнивались, но это будет описано в соответствующей главе, посвященной осложнениям.

Изучая динамику болевого синдрома, в обеих группах мы увидели значительно большие ухудшения во второй группе по сравнению с первой. Особенно это

касались наблюдений в сроки 3, 6 и 12 месяцев послеоперационного периода. Различия обоснованы разницей и частотой развития осложнений. Во второй группе осложнений было больше, и начинались они гораздо раньше, чем в первой группе. Найденные различия оказались статистически значимыми (табл. 25, рис. 52).

Таблица 25

Динамика болевого синдрома в I и II группах проспективного исследования

Срок	VAS I	VAS II	p
До операции	8±2,2	7,9±1,3	p=0,17
3 мес.	2,9±1,8	4,2±1,8	p=0,054
6 мес.	2,4±1,3	4,4±1,5	p=0,068
12 мес.	3,2±1,5	5,2±1,1	p=0,061
24 мес.	2,6±1,4	2,7±1,4	p=0,12
36 мес.	2,7±1,7	3,1±1,6	p=0,18

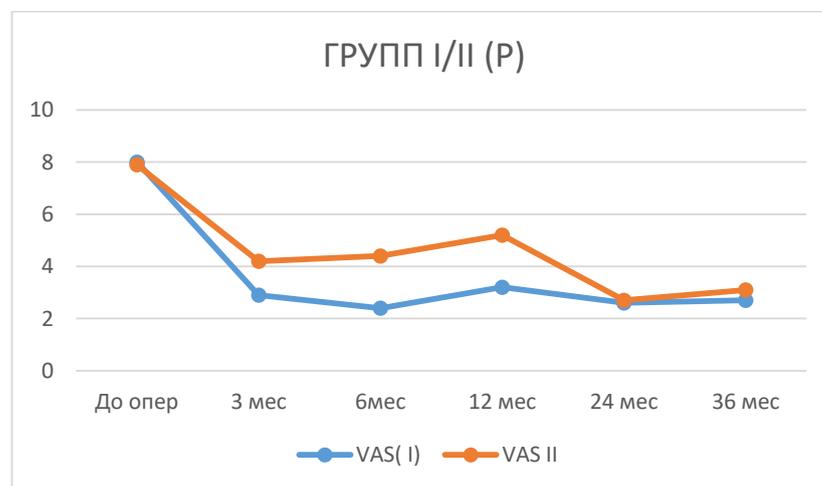


Рис. 52. Динамика болевого синдрома в I и II группах проспективного исследования

Вследствие описанной динамики развития и возникновения осложнений, с нарастанием болевого синдрома, имели место статистически различия и в уровне качества жизни по ODI (табл. 26, рис. 53).

Таблица 26

Динамика уровня качества жизни по ODI в I и II группах проспективного исследования

Срок	ODI I, %	ODI II, %	p
До операции	68,6±4,1	67,1±4,2	p=0,29
3 мес.	29,2±2,5	32,4±3,3	p=0,051
6 мес.	28,1±3,5	39,7±2,9	p=0,073
12 мес.	41,1±3,7	55,2±4,5	p=0,061
24 мес.	25,4±2,1	25,1±3,7	p=0,23
36 мес.	24,3±2,8	26,7±3,1	p=0,13

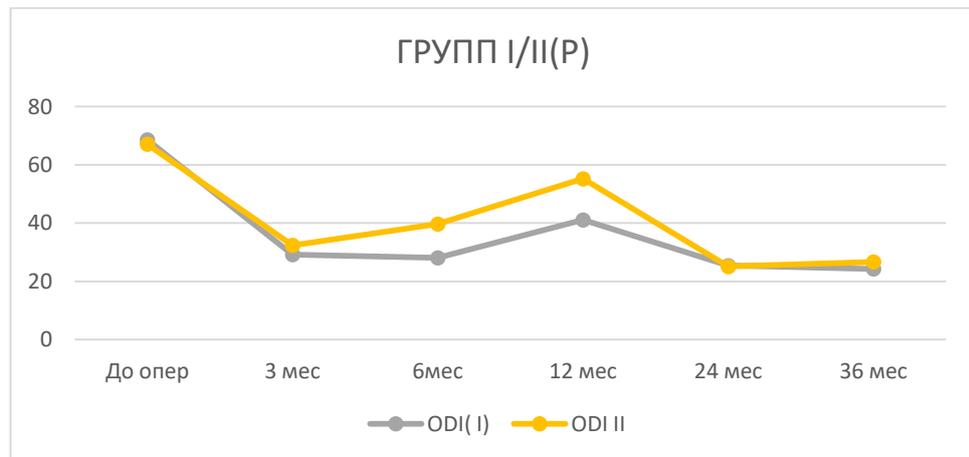


Рис. 53. Динамика уровня качества жизни по ODI в I и II группах ретроспективного исследования

Статистически незначимыми оказались и различия в степени удовлетворенности своим состоянием и эффектом от проведенного лечения через 3, 6 и 12 месяцев по SRS-24 (табл. 27, рис. 54).

Динамика удовлетворенности своим состоянием и эффектом от проведенного лечения по SRS-24 в I и II группах проспективного исследования

Срок	Группа		p
	I	II	
До операции	2,2±0,6	2,1±0,8	p=0,19
3 мес.	3,6±1,1	3,4±0,7	p=0,11
6 мес.	3,8±1,2	2,5±0,9	p=0,082
12 мес.	3,1±1,5	2,2±0,5	p=0,071
24 мес.	4,2±1,2	3,6±0,13	p=0,051
36 мес.	4,4±1,7	4,1±0,6	p=0,14

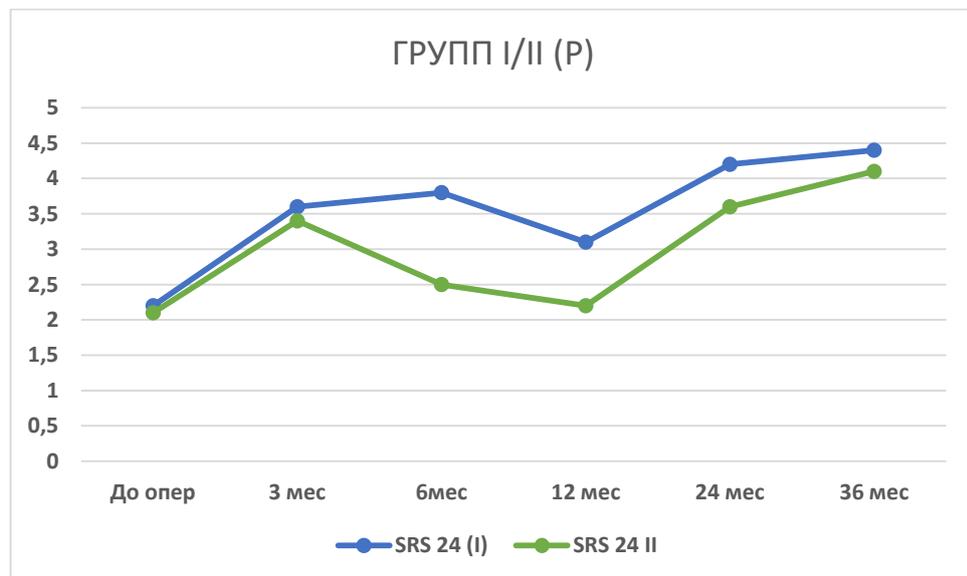


Рис. 54. Динамика удовлетворенности своим состоянием и эффектом от проведенного лечения по SRS-24 в I и II группах проспективного исследования

Различия в динамике неврологического дефицита по ASIA так же были статистически значимы в те же сроки наблюдения – 6 и 12 месяцев, во время максимального выявления осложнений у больных (табл. 28).

Динамика неврологического дефицита по ASIA  
в I и II группах проспективного исследования

Срок	Группа		p
	I	II	
До операции	D	D	p=0,24
3 мес.	E	E	p=0,19
6 мес.	E	D-E	p=0,057
12 мес.	E	D	p=0,081
24 мес.	E	E	p=0,15
36 мес.	E	E	p=0,23

Итак, при сравнении двух проспективных групп с одинаковой хирургической тактикой лечения при различных локализациях нестабильного сегмента относительно дуги деформации мы получили статистически значимые различия в протекании послеоперационного периода в сроки 3, 6 и 12 месяцев. Во второй группе с локальной фиксацией нестабильного сегмента в переходных зонах деформации результаты были гораздо хуже в оговоренные сроки наблюдений, чем в группе с локальной фиксацией на вершине деформации. Это объективно связано с большим количеством осложнений и более ранним их развитием во второй группе.

#### 4.7. Сравнение I группы (R) и I группы (P)

Мы провели сравнительный анализ результатов лечения между первыми группами ретроспективной и проспективной когорт. Стандартно для нашей работы сравнивались полученные результаты основных параметров выраженности болевого синдрома по VAS, уровня качества жизни по ODI, удовлетворенность проведенным лечением и своим состоянием, выраженность неврологических расстройств по ASIA. Количество и виды осложнений так же сравнивались, но это будет описано в соответствующей главе, посвященной осложнениям.

Изучая динамику болевого синдрома, в обеих группах мы увидели, что через 3 месяца после оперативного лечения уровень боли в I группе (P) был ниже, чем в первой группе (R) – 2,9/3,8, при этом разница при статистическом анализе оказалась статистически значимой. Полученные данные объясняются меньшей агрессивностью методики хирургического лечения в I группе (P) по сравнению с I группой (R). Меньший объем доступа и скелетация позвоночного столба, меньше операционная рана, меньше кровопотеря, все эти факторы приводят к более быстрой реабилитации после оперативного лечения.

Следующий этап, на котором мы выявили статистически значимые различия – 12 месяцев. Это тот период, когда у большинства пациентов проявлялись осложнения. Учитывая меньшее количество осложнений в I группе (P), уровень болевого синдрома в этот период так же был меньше – 3,2/4,6. Данные представлены в таблице 29 и на рисунке 55.

Таблица 29

Динамика болевого синдрома в I группе (R) и в I группе (P) по VAS

Срок	I (R)	I (P)	p
До операции	8±2,2	8±1,6	p=0,13
3 мес.	3,8±1,8	2,9±1,8	p=0,058
6 мес.	2,5±1,4	2,4±1,3	p=0,18
12 мес.	4,6±0,8	3,2±1,5	p=0,073
24 мес.	2,8±1,2	2,6±1,4	p=0,32
36 мес.	3,2±1,1	2,7±1,7	p=0,28

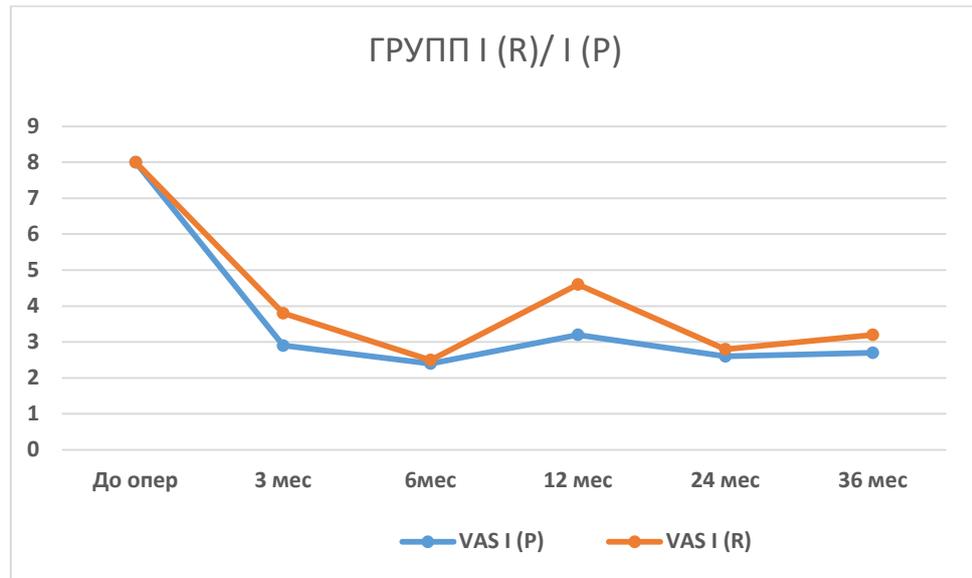


Рис. 55. Динамика болевого синдрома в I группе (R) и в I группе (P)

Соответственно изменился уровень качества жизни. Но в отличие от болевого синдрома статистически значимые различия были в сроки 3, 6 и 12 месяцев. По всей видимости, пациенты I (R) группы за первые 6 месяцев не успевали полностью реабилитироваться и адаптироваться к условиям фиксированного поясничного отдела, а к 12 месяцам уже появлялись первые осложнения. Данные представлены в таблице 30 и на рисунке 56.

Таблица 30

Динамика уровня качества жизни по ODI в I (R) и I (P) группах, %

Срок	Группа		p
	I (R)	I (P)	
До операции	67,4±4,1	68,6±4,1	p=0,36
3 мес.	33,3±4,6	29,2±2,5	p=0,059
6 мес.	36,2±4,2	28,1±3,5	p=0,053
12 мес.	56,3±3,9	41,1±3,7	p=0,074
24 мес.	27,3±4,4	25,4±2,1	p=0,13
36 мес.	28,2±4,1	24,3±2,8	p=0,19

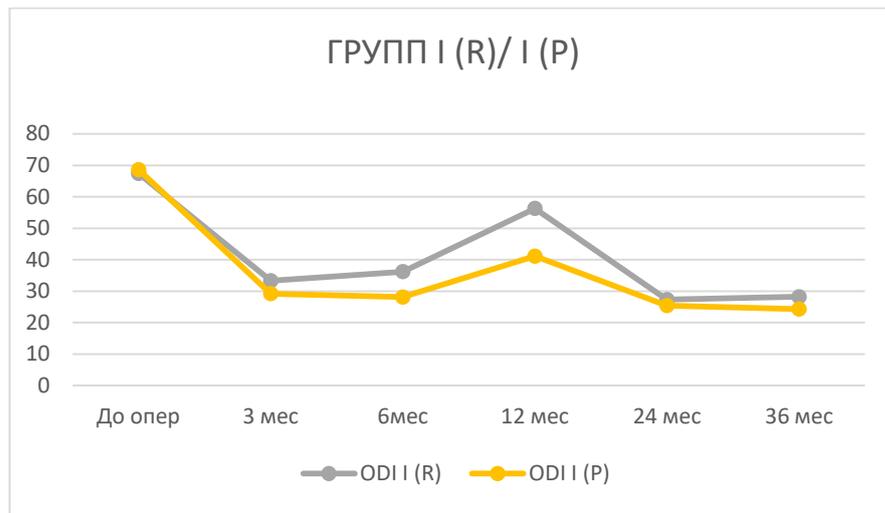


Рис. 56. Динамика уровня качества жизни по ODI в I (R) и I (P) группах

Статистически значимыми оказались и различия в степени удовлетворенности своим состоянием и эффектом от проведенного лечения через 12 и 24 месяца по SRS-24. Интересно было отметить, что сроки, в которые выявлены различия в удовлетворенности своим состоянием и проведенным лечением отличаются от сроков, в которые мы выявили различия в уровне качества жизни. Это показывает на субъективизм оценки человеком самого себя (табл. 31, рис. 57).

Таблица 31

Удовлетворенность пациентов состоянием и эффектом от проведенного лечения в I (R) и I (P) группах по SRS 24

Срок	I (R)	I (P)	p
До операции	2,3±0,6	2,2±0,6	p=0,11
3 мес.	3,4±0,8	3,6±1,1	p=0,019
6 мес.	3,9±0,5	3,8±1,2	p=0,037
12 мес.	2,7±0,9	3,1±1,5	p=0,095
24 мес.	3,6±0,7	4,2±1,2	p=0,057
36 мес.	4,2±0,8	4,4±1,7	p=0,14

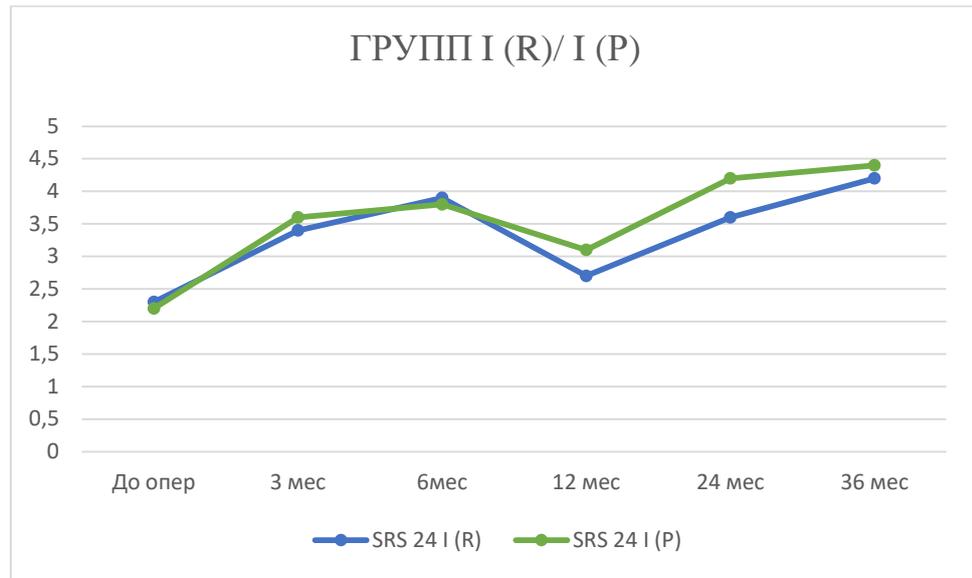


Рис. 57. Динамика удовлетворенности своим состоянием и эффектом от проведенного лечения по SRS-24 в I (R) и I (P) группах

Различия в динамике неврологического дефицита по ASIA так же были статистически значимы через 12 месяцев. В I группе (R) мы наблюдали ухудшения, связанные с рецидивом неврологического дефицита, в то время как в I группе (P) такового не было (табл. 32).

Таблица 32

Динамика неврологического дефицита по ASIA в I (R) и I (P) группах

Срок	I (R)	II (P)	p
До операции	D	D	p=0,24
3 мес.	E	E	p=0,013
6 мес.	E	E	p=0,058
12 мес.	D	E	p=0,28
24 мес.	E	E	p=0,17
36 мес.	E	E	p=0,035

Мы выявили статистически значимые различия между первыми группами ретроспективного и проспективного анализов в протекании послеоперационного периода по всем исследуемым параметрам – VAS, ODI, SRS-24, ASIA. При этом

различия данных по разным шкалам и опросникам не повторяли друг друга, не были симметричными, что только расширяет наше понимание происходящих процессов в послеоперационном периоде, а также самочувствия и переживания самого пациента. Так, различия в удовлетворенности своим состоянием и проведенным лечением проявились только в период с 12-го по 24-й месяц, в то время как различия в уровне болевого синдрома отмечались в 3 и 12 месяцев, хотя, казалось бы, эти величины должны изменяться параллельно. Но, видимо, пациенты вкладывают в понятия успешности проведенного лечения и удовлетворенность своим состоянием не только степень выраженности болевого синдрома.

Количество хороших результатов по трехступенчатой системе оценок больше было в I (P) группе – 73,3% (22 человека), тогда как в I (R) группе их было 63,3% (19 человек). Удовлетворительных результатов было больше в I (R) группе – 36,7% (11 человек), а в I (P) группе – 26,7% (8 человек) (рис. 58).

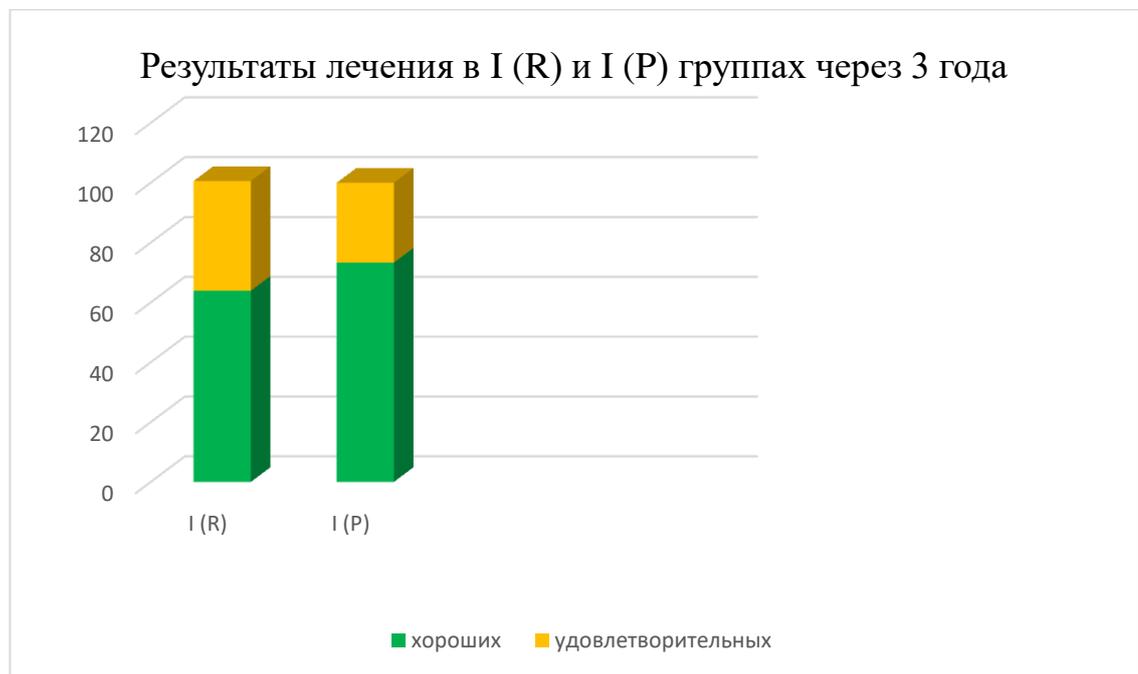


Рис. 58. Результаты лечения в группах I (R) и I (P) через 3 года

#### 4.8. Осложнения

Послеоперационные осложнения – не редкость при лечении дегенеративного сколиоза, чаще они встречаются у людей старшей возрастной группы, имеющих сопутствующую патологию. Несомненно, объём хирургического вмешательства также играет не последнюю роль в развитии осложнений, так как это всегда сопряжено с массивной кровопотерей, длительным пребыванием под эндотрахеальным наркозом, повышенным риском инфицирования операционной раны, открытой длительное время. В нашем исследовании мы наблюдали следующие осложнения:

- 1) патология вышележащего смежного уровня (РЖК),
- 2) нестабильность и (или) переломам смежных позвонков (РЈФ),
- 3) БСС – стеноз позвоночного канала на вышележащем уровне,
- 4) патология нижележащего смежного уровня (ДЖК),
- 5) нестабильность (миграция винтов) металлоконструкции,
- 6) псевдоартроз,
- 7) вторичные инфекционные осложнения (ГИОХВ).

В первую очередь следует отметить, что наибольшее количество осложнений проявилось в период с 1 года до 1,5 лет после операции. Данная тенденция была характерна для всех групп. Всего на обе когорты, и проспективную и ретроспективную, пришлось 62 случая осложнений, что составило 51,6%, из которых 8 случаев (6,6%) не связаны с металлоконструкцией (ГИОХВ). Наибольшая частота встречаемых осложнений – это РЖК (18 случаев), БСС с развитием стеноза вышележащего уровня – 13 случаев, ДЖК – 8 случаев, ГИОХВ – 8 случаев, РЈФ – 6 случаев, нестабильность МК – 5 случаев и псевдоартроз – 4 случая. Ревизионных операций проведено 62 – в 100% случаев осложнений.

Наибольшее количество осложнений наблюдалось во II группе (Р) – 18 случаев, что составило 60% от пациентов этой группы. Наибольшее количество осложнений, характерных для данной группы, пришлось на РЖК – 7 случаев, в 6

случаях развился DJK, в 5 случаях – стеноз позвоночного канала вышележащего уровня и в 2 случаях – вторичные гнойные осложнения (ГИОХВ). Причиной осложнений стали дегенеративные изменения в смежных сегментах в результате выключения из биомеханической цепочки фиксированного отдела и его расположение в переходных зонах дуги деформации, что усугубляло распределение нагрузки в позвоночном столбе и, как следствие, приводило к развитию стеноза позвоночного канала на смежных уровнях, усилению степени нестабильности на смежных уровнях. А так как фиксация производилась в переходных зонах дуги искривления позвоночного столба без коррекции деформации, то мы наблюдали развитие патологии смежного сегмента как вышележащего, так и нижележащего уровней. Все пациенты были реоперированы с увеличением количества фиксируемых сегментов и коррекцией деформации с восстановлением баланса корпуса.

На втором и третьем местах по количеству осложнений были I (R) и II (R) группы, в которых так же наиболее часто встречался PJK - 4 и 5 случаев соответственно. Остальные осложнения, такие как PJF (3/3), нестабильность МК (3/2), псевдоартроз (2/2), БСС (стеноз позвоночного канала вышележащего уровня - 2/3), ГИОХВ (3/2) встречались в меньшей степени и распределялись в группах достаточно равномерно. Во всех случаях причиной осложнений стала декомпенсация смежного с фиксированным уровня с резким прогрессированием дегенеративных процессов, потерей коррекции и рецидивом неврологического дефицита. Все больные были реоперированы. Пациенты ретроспективной группы реоперированы с продлением фиксации в грудной отдел при развитии PJK, PJF, БСС. При развитии таких осложнений, как нестабильность металлоконструкции и псевдоартроз, оперированы с продлением МК в S1 и в таз (табл. 33, рис. 65).

И наименьшее количество осложнений выявлено в первой проспективной группе. Из 7 осложнений 3 пришлось на БСС со стенозом смежного уровня, 2 - на DJK и 2 - на PJK в связи с нахождением металлоконструкции на вершине деформации и отсутствием негативного влияния на баланс корпуса.

Вторичные инфекции области операционной раны встретились один раз. Все пациенты реоперированы с продлением фиксации выше или ниже лишь на один уровень для декомпрессии и стабилизации декомпенсированного сегмента (табл. 33, рис. 65).

Таблица 33

## Осложнения в исследуемых группах пациентов

Осложнения	Группа					
	I (R)	II (R)	I (P)	II (P)	P	Итого, n
РJK	4	5	2	7	P=0,0057	18
РJF	3	3	0	0	P=0,067	6
DJK	0	0	2	6	P=0,078	8
Нестабильность МК	3	2	0	0	P=0,0035	5
Псевдоартроз	2	2	0	0	P=0,0017	4
БСС (стеноз п/канала)	2	3	3	5	P=0,053	13
ГИОХВ	3	2	1	2	P=0,22	8
Итого, n (%)	14 (46,6%)	15 (50%)	7 (23,3%)	18 (60%)		62 (100%)

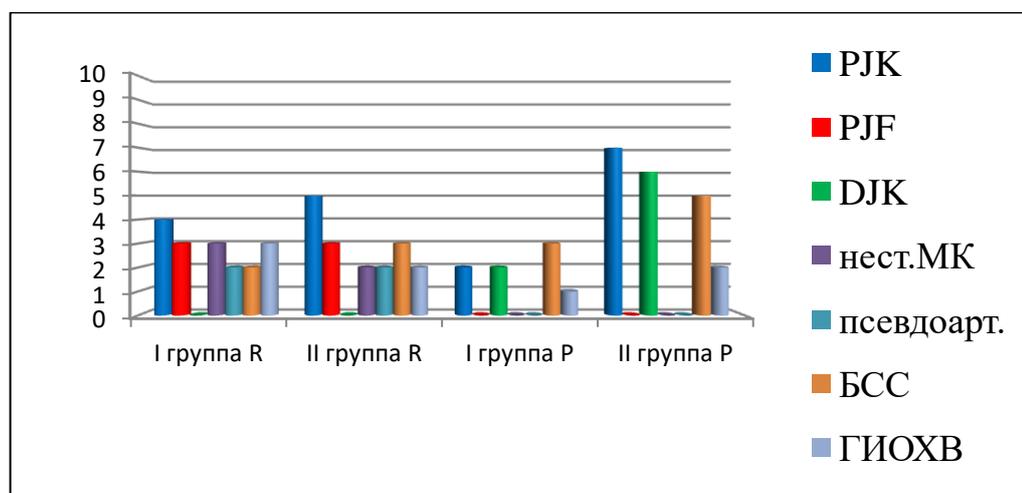


Рис. 59. Осложнения в группах исследуемых пациентов

### Клинический пример 1

Пациент, 71 год, проходил лечение с диагнозом: дегенеративный сколиоз грудного и поясничного отделов позвоночника, вторичный стеноз позвоночного канала на уровне L2-S1, нижний парапарез, нарушение статики и биомеханики позвоночного столба, вертеброгенный болевой синдром.

Пациента беспокоили выраженные боли в поясничном отделе позвоночного столба и в ногах до 9 баллов по VAS. Неврологический дефицит в виде снижения силы в ногах до 3,5 баллов, гипестезии по корешкам L3-5, S1 с обеих сторон. Нейрогенная хромота проявляла себя при ходьбе на 50-80 метров. Так же беспокоило наличие деформации позвоночного столба с ограничением подвижности, снижение качества жизни. Состояние по шкале вертеброневрологических нарушений - 13 баллов. Показатели опросников ODI и SRS-24 составили 86% и 39% соответственно.

Рентгенологически выявлен положительный баланс SVA +5,2 см. Угол кифотической дуги деформации по Cobb равнялся  $58^\circ$ , LL= $8^\circ$ , ТК= $12^\circ$ , PI+TK+LL =  $142^\circ$ .

Пациенту была выполнена операция с целью декомпрессии невралгических структур посредством фораминомии и установлена локально транспедикулярная металлоконструкция без коррекции деформации. В послеоперационном периоде аутокоррекция деформации положением на операционном столе была незначительной. Положительный баланс SVA +5,2 см, фронтальный дисбаланс - 8 см. Угол кифотической дуги деформации по Cobb равнялся  $53^\circ$ , LL= $4^\circ$ , ТК= $12^\circ$ , PI+TK+LL =  $123^\circ$  (рис. 60).

Клинически после оперативного лечения болевой синдром уменьшился до 5 баллов по VAS, выраженность неврологических расстройств уменьшились до 7 баллов по ШОВНС, мышечная сила стала нарастать, парестезии регрессировали. Уровень качества жизни и удовлетворенность своим состоянием и проведенным оперативным лечением находилась на уровне 61% по ODI и 2,7 по SRS-24.

Через год после операции пациент обратился с усилившимися болями в поясничном отделе позвоночного столба выше установленной металлоконструкции и болями, иррадирующими в ноги по L1 корешку. Проведено дообследование, выполнено КТ поясничного отдела, выявлен стеноз позвоночного канала на уровне L1-2 с нарастанием деформации выше металлоконструкции (рис. 61, 62).



Рис. 60. Рентгенограмма пациента в прямой и боковой проекциях после оперативного лечения

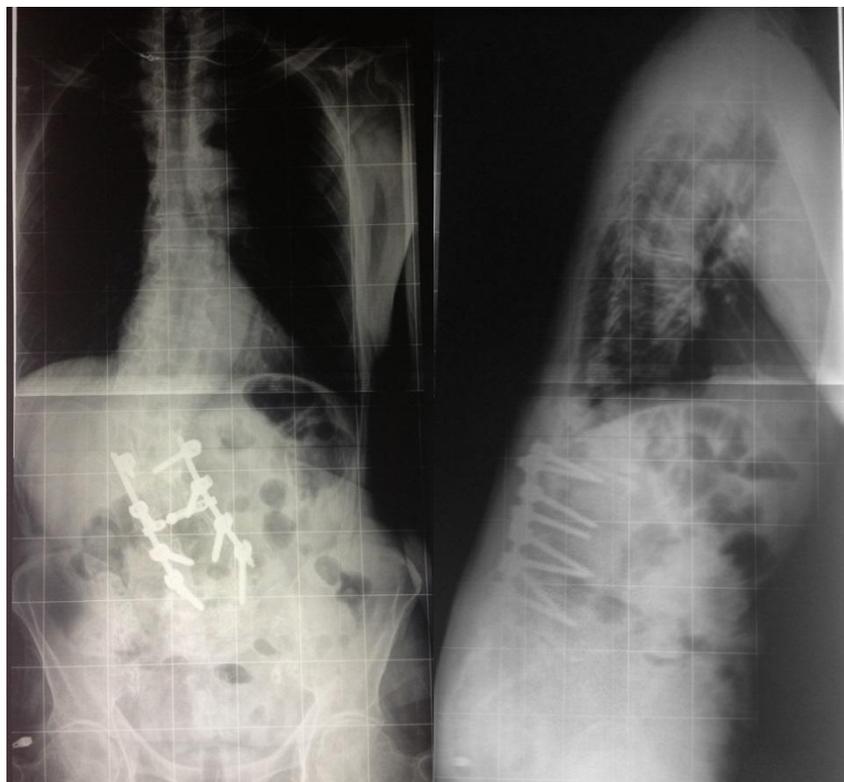


Рис. 61. Телерентгенограмма пациента в прямой и боковой проекциях после оперативного лечения



Рис. 62. КТ пациента через год после операции. Выявлен стеноз позвоночного канала на уровне L1-2 с нарастанием деформации выше металлоконструкции

Пациенту выполнена операция по декомпрессии невральных структур – фораминотомия на уровне L1-2, коррекция деформации выполнением остеотомии по Смит – Петерсону на уровнях Th10-12-L1-5-S1, межтеловым спондилодезом кейджами на уровне L2-3, L3-4 с транспедикулярным спондилосинтезом на уровне Th10-11-12-L1-2-3-4-5-S1-таз (рис. 63).



Рис. 63. Рентгенограмма пациента после проведения респондилосинтеза и коррекции деформации в прямой и боковой проекциях

В послеоперационном периоде степень коррекции деформации была удовлетворительной, но недостаточной. Положительный сагиттальный баланс

уменьшился до SVA +4,8 см, фронтальный дисбаланс до +4 см. Угол кифотической дуги деформации по Cobb равнялся 2°, LL= 42°, ТК=24°, RI+ТК+LL = 56°. Пациент находится под динамическим наблюдением (рис. 64).

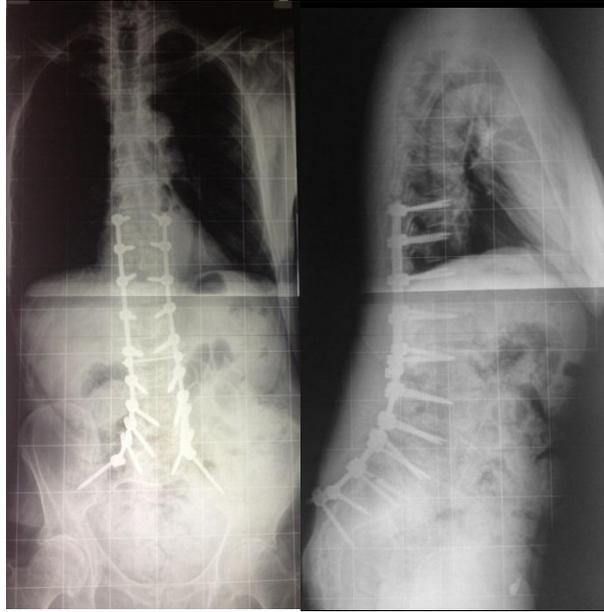


Рис. 64. Телерентгенограмма пациента после проведения респондилосинтеза и коррекции деформации в прямой и боковой проекциях

### **Клинический пример 2.**

Пациентка 79 лет. Поступила в клинику РНИИТО им. Р.Р. Вредена с диагнозом: дегенеративный сколиоз грудного, поясничного отделов позвоночника, вторичный стеноз позвоночного канала на уровне L1-S1. Нижний парапарез. Нарушение статики и биомеханики позвоночного столба. Вертеброгенный болевой синдром. При обращении беспокоили выраженные боли в поясничном отделе позвоночного столба и в ногах до 9 баллов по VAS. Неврологический дефицит в виде снижения силы в ногах до 4 баллов, гипестезии по корешкам L1,2,3,4,5, S1 с обеих сторон. Нейрогенная хромота при ходьбе на расстояние не более 50-80 метров. Беспокоило наличие деформации позвоночного столба с наклоном корпуса вправо, ограничением подвижности позвоночника, снижение качества жизни. По шкале ШОВНС было 14 баллов. Данные опросников ODI и SRS-24 составили 81% и 2,1% соответственно.

Рентгенологически положительный сагиттальный баланс SVA +3,4 см, фронтальный правосторонний дисбаланс 6 см. Угол дуги деформации по Cobb равнялся  $47^\circ$ , LL=20°, ТК=45°, PI+ТК+LL =  $104^\circ$  (рис. 65).

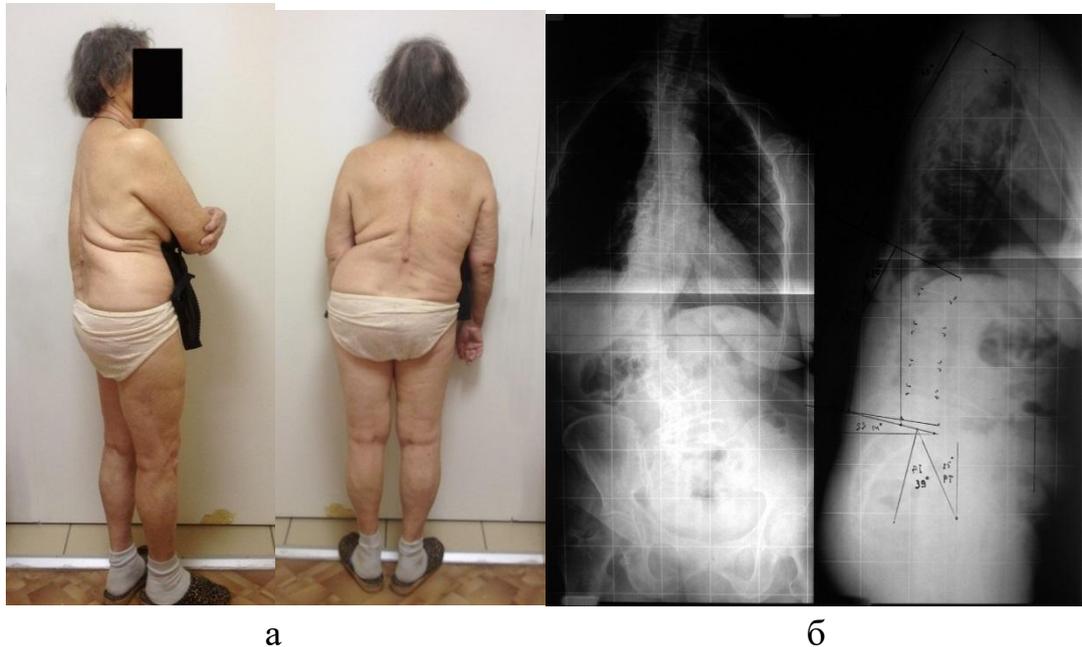


Рис. 65. Фото пациентки до операции (а); телерентгенограммы в прямой и боковой проекциях пациентки до операции (б). Положительный фронтальный правосторонний дисбаланс 6 см. Угол кифотической дуги деформации по Cobb равнялся  $47^\circ$ , LL=20°, ТК=45°

Пациентке была выполнена операция: декомпрессивная фораминотомия на уровне L1-S1, остеотомия по Смит-Петерсону на уровнях Th10-11-12-L1-2-3-4-5-1 для мобилизации позвоночного столба, межтеловой спондилодез на уровне L3-L4, L4-L5, L5-S1 кейджем с аутокостью, транспедикулярная фиксация металлоконструкцией с костным цементом на уровне Th9-10-11-12-L1-5-S1-таз с коррекцией деформации, задний спондилодез аутокостью.

Рентгенологически в послеоперационном периоде коррекция деформации была хорошей. Положительный баланс SVA +2 см, фронтальный правосторонний дисбаланс не устранен и составил 6 см. Угол дуги деформации по Cobb =  $0^\circ$ , LL=60°, ТК=42°, PI+ТК+LL=43° (рис. 66, 67).

Клинически после оперативного лечения, болевой синдром уменьшился до 5 баллов по VAS, неврологические расстройства – до Е, мышечная сила возросла, парестезии регрессировали. Уровень качества жизни и удовлетворенность своим

состоянием и проведенным оперативным лечением находилась на уровне 63% по ODI и 4 по SRS-24.

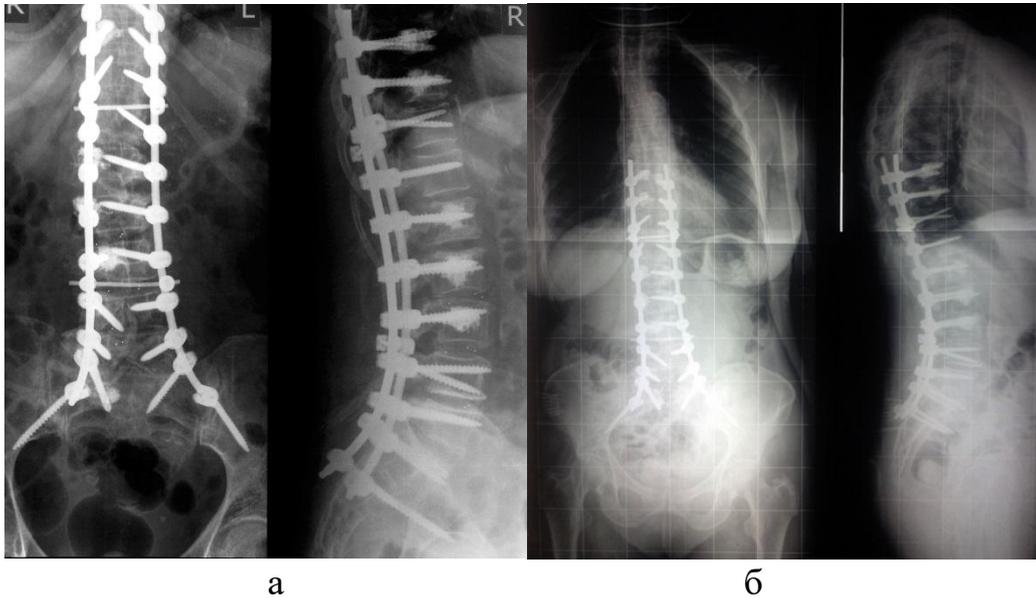


Рис. 66. Рентгенограммы (а) и телерентгенограммы (б) пациентки в двух проекциях после оперативного лечения



Рис. 67. Фото пациентки 79 лет после оперативного лечения

Через год после операции пациентка обратилась с жалобами на боли в грудном отделе позвоночного столба. На контрольной рентгенограмме выявлен

перелом тела Th8 позвонка с небольшой потерей коррекции, находящегося выше конструкции. Увеличился угол кифоза на грудном отделе до  $63^\circ$  (рис. 68).

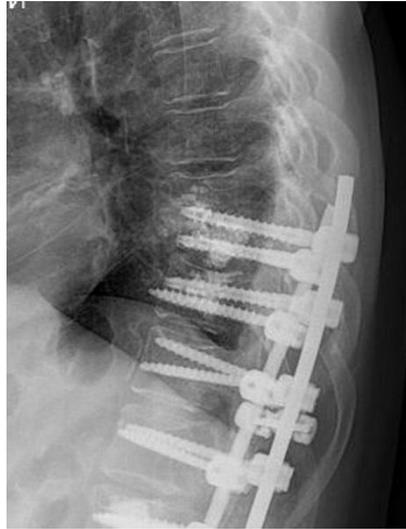


Рис. 68 Рентгенограмма пациентки через год после операции –  
выявлен перелом тела Th8 позвонка

Пациентке выполнена пункционная вертебропластика сломанного позвонка и двух позвонков выше Th6,7 с целью профилактики дальнейших переломов (рис. 69).

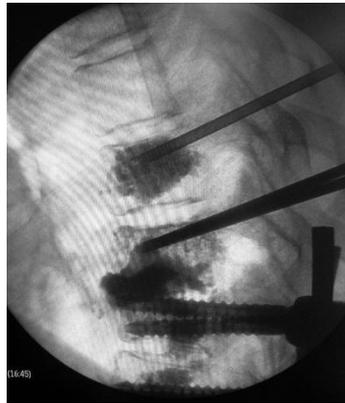


Рис. 69. Интраоперационная рентгенограмма пациентки в боковой проекции в  
момент выполнения вертебропластики

Но несмотря на профилактическую вертебропластику, в течение 6 месяцев после операции последовал перелом тела Th7 позвонка с ещё большей кифотизацией и нарастанием деформации позвоночника и наклоном корпуса вперед (рис. 70).

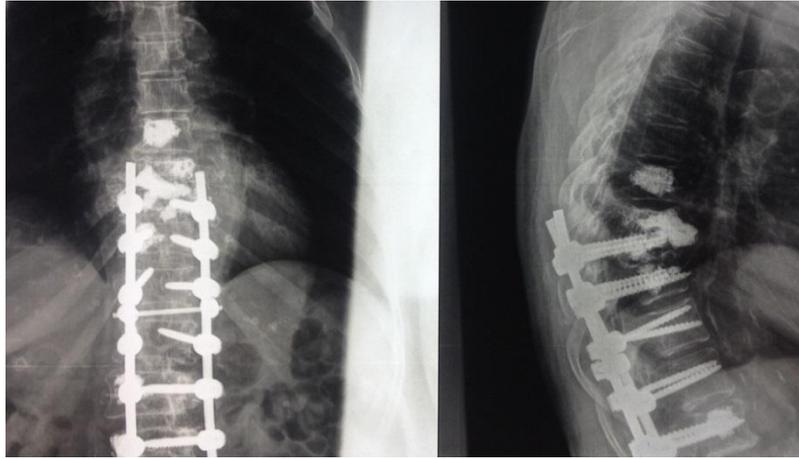


Рис. 70. Рентгенограмма грудного отдела пациентки через 6 месяцев после проведенной вертебропластики. Выявлен перелом тела Th7 позвонка

В плановом порядке пациентке была проведена операция по коррекции кифотической деформации с продлением металлоконструкции до Th2 позвонка с фиксацией последнего на ленточные ламинарные фиксаторы, которые обеспечивают более мягкую фиксацию по сравнению с винтами, и должны предотвратить перелом смежного позвонка (рис.71).

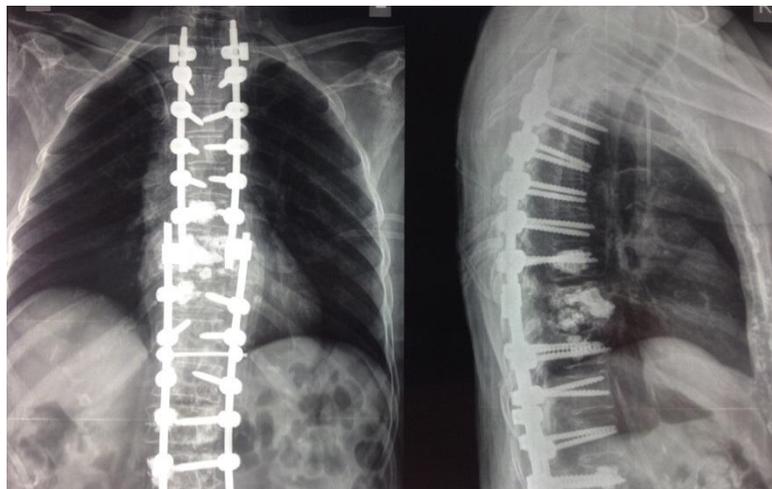


Рис. 71. Рентгенограмма грудного отдела пациентки после респондилосинтеза и продления фиксации до Th2 позвонка

### Клинический пример 3.

Пациент Ж., 66 лет.

Жалобы: на боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в обе ноги, больше в правую, слабость, онемение в ногах при нагрузке, больше в правой.

Анамнез заболевания: боли в поясничном отделе беспокоят более 10 лет. Усиление болевого синдрома 2 года назад. Лечилась консервативно с незначительным положительным эффектом.

На МРТ: Стеноз позвоночного канала на уровне L2-5

Диагноз: ДДЗП. Дегенеративный сколиоз поясничного отдела. Стеноз позвоночного канала на уровне L2-5. Вертеброгенный болевой синдром.

Операция 1: Декомпрессивная фораминотомия на уровне L2-L3-L4-L5. Спондилосинтез Th11-L1-L2-L3-L4-L5-S1-SIPS, коррекция сколиотической деформации. Удаление МПД на уровне L3-L4-L5. Спондилодез L3-L4-L5 кейджами с аутокостью. Задний спондилодез аутокостью (рис.72 а, б).

Осложнения: перелом Th11 позвонка, нестабильность металлоконструкции. Вертеброгенный болевой синдром PJK ВСС (рис.72 в).

Диагноз: ДДЗП. Дегенеративный сколиоз поясничного отдела. Стеноз позвоночного канала на уровне L2-5. Состояние после оперативного лечения от 2013 г. Перелом Th10 позвонка, нестабильность металлоконструкции, вертеброгенный болевой синдром

**Ревизионная операция:** Спондилосинтез Th4-Th12-L1-L5-S1-SIPS, коррекция кифотической деформации.



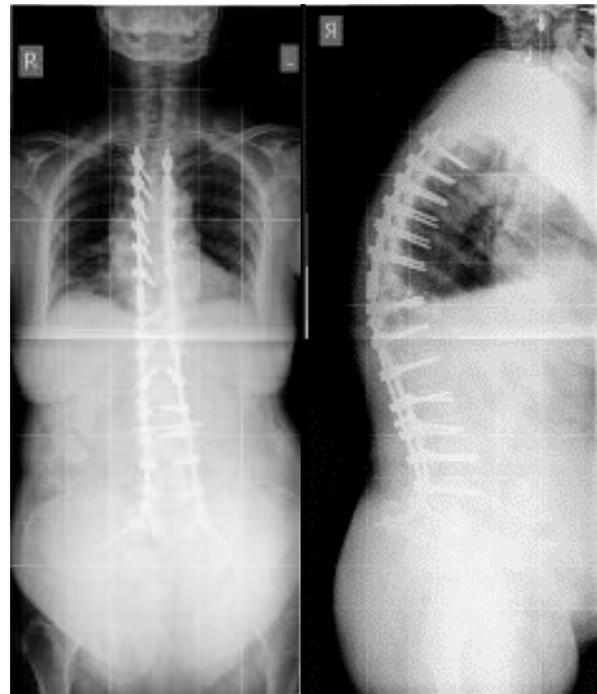
а



б



в



г

Рис. 72. Телерентгенограммы пациента Ж. 66 лет: а – до операции; б – через 3 мес. после операции; в – через 12 месяцев после операции; г – после ревизионной операции

Проведенный анализ осложнений оперативного лечения пациентов с дегенеративным сколиозом показал, что фиксация нестабильного сегмента в переходных зонах дуги искривления локально, без коррекции деформации, приводит к ее прогрессированию как выше, так и ниже зоны спондилосинтеза с усилением дисбаланса как в сагиттальной, так и во фронтальной плоскостях. При этом наблюдается развитие широкого спектра БСС – это и нестабильность смежных сегментов, и развитие стеноза позвоночного канала с неврологическим дефицитом и кифотизация в смежных сегментах. Поэтому у пациентов с нестабильностью сегментов при дегенеративном сколиозе в переходных зонах деформационной кривой методом выбора должен быть спондилосинтез поясничного отдела позвоночника с коррекцией деформации.

#### **4.9. Алгоритм хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом позвоночника на фоне нестабильности ПДС**

Основываясь на данных наших исследований, мы сформулировали алгоритм лечения больных с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника на фоне нестабильности ПДС.

Всем пациентам выполняются следующие исследования (телерентгенограммы, функциональные рентгенограммы, МРТ).

При нормальном глобальном балансе, отсутствии нестабильности и стеноза позвоночного канала показано только консервативное лечение. При появлении стеноза позвоночного канала, но при отсутствии нестабильности можно ограничиться только декомпрессией невральных структур в проблемных зонах. Если после этого метода лечения наблюдаются осложнения с развитием нестабильности, или при сочетании стеноза позвоночного канала с наличием нестабильности ПДС, определяем локализацию зоны нестабильности ПДС.

При нестабильности на вершине дуги деформации выполняем локальную фиксацию с декомпрессией *in situ* без коррекции деформации. Если

нестабильность локализована в переходных зонах дуги деформации, то выбираем декомпрессию невральных структур и «короткую» фиксацию всей поясничной дуги с выполнением вертебротомии по Смит – Петерсону (SPO) с коррекцией деформации.

При начальных нарушениях баланса корпуса с нарушением сагиттального и фронтального баланса от 4 до 9 см с нарушениями тазовых взаимоотношений  $PI+TK+LL > 45$  и нестабильностью позвоночного столба на вершине деформации так же выполняем локальную фиксацию с декомпрессией *in situ*.

Если деформация в переходных зонах, то выполняем декомпрессию невральных структур и «короткую» фиксацию всей поясничной дуги с выполнением вертебротомии по Смит – Петерсону и коррекцией деформации.

При выраженных нарушениях баланса корпуса с отклонениями сагиттального и фронтального баланса более 9 см и нарушениями тазовых взаимоотношений  $PI+TK+LL$  более  $45^\circ$  необходимо сразу фиксировать позвоночный столб на протяжении, включая грудной отдел до Th4 позвонка и таз, с выполнением декомпрессии невральных структур и всех необходимых вертебротомий.

При развитии осложнений после локальной декомпрессии или фиксации *in situ* или короткой фиксации показано проведение протяженной фиксации позвоночного столба с коррекцией деформации и декомпрессией невральных структур (рис. 73).

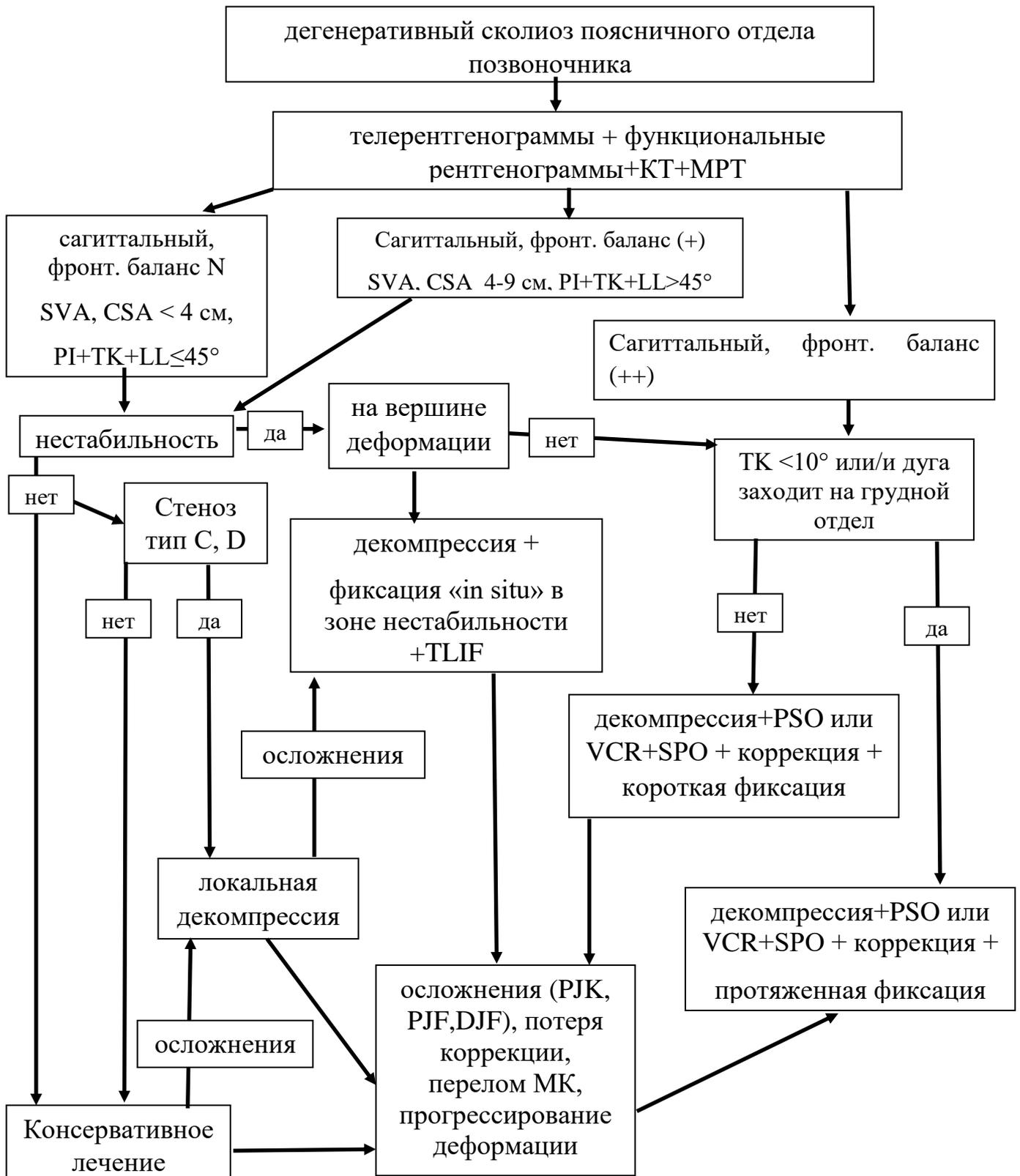


Рис. 73. Алгоритм хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом позвоночника на фоне нестабильности ПДС

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность лечения пациентов с дегенеративными деформациями позвоночника обусловлена повышением продолжительности жизни и стремлением к новому уровню качества жизни и социальной активности. Существующие традиционные методы лечения (открытые декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства), с одной стороны, существенно улучшают качество жизни у данной категории пациентов, а с другой являются весьма травматичными и сопровождаются высоким процентом осложнений как со стороны металлоимплантов (до 80%), так и обострением сопутствующей соматической патологии (до 60% случаев) (Михайлов Д.А., 2014; Charosky S. et al., 2012; Masevnin S., 2015).

Появление методик минимально инвазивного лечения позволило снизить число осложнений и сократить сроки реабилитации пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями. Однако у пациентов с деформациями лечение по-прежнему осуществляется традиционными методами, что обусловлено сложностью выполнения адекватной декомпрессии и остеотомии для коррекции деформации и восстановления баланса туловища. Важным остаются вопросы: когда можно использовать малоинвазивные локальные фиксации позвоночного столба при лечении дегенеративного сколиоза, каковы точные показания и их обоснование? (Михайлов Д.А., 2014).

Отсутствие четких клинических рекомендаций и алгоритмов лечения деформаций позвоночника на фоне нестабильности у пациентов старшей возрастной группы во многом связано с отсутствием убедительной доказательной базы для выбора того или иного метода лечения, что определяется сложностью подбора репрезентативных групп пациентов с этой патологией (Михайлов Д.А., 2014).

Проведенная нами на протяжении 3-х лет работа в данном направлении с изучением результатов хирургического лечения 120 пациентов дала нам много ответов на интересующие нас вопросы.

Выполняя рентгенологические исследования, мы выявили, что максимальное количество нестабильных сегментов было на уровне L3-L4 – 25 случаев, на уровне L4-L5 – 19 случаев. В меньшей степени нестабильность выявлена на уровне L2-L3 – 13 случаев у больных с нестабильностью на вершине деформации. В группе с нестабильностью в переходных зонах дуги деформации максимальное количество случаев нестабильности выявлено в сегментах L1-L2 – у 16 пациентов, L2-L3 – у 14 пациентов и L5-S1 – у 11 пациентов. В меньшей степени нестабильность выявлена на уровнях в сегментах Th12-L1 – у 7 пациентов, L4-L5 – у 8 пациентов и наименьшее количество пришлось на уровень L3-L4 – у 4 пациентов. Мы получили данные о преимущественном виде нестабильности у данной группы больных. Больше всего был выражен латеролистез в группах с нестабильностью на вершине дуги и с нестабильностью в переходных зонах – 33 и 32 случая соответственно. Меньше всего выявлено ретролистезов и ротаций позвонков 8 и 7 / 8 и 9 для обеих групп соответственно. Антелистез встречается в 11 и 12 случаях соответственно.

Полученные нами данные свидетельствуют о большей склонности сегментов позвоночного столба к латеральному смещению (латеролистезу), что обусловлено отсутствием связок на боковых поверхностях позвонков подобно передней и задней продольным связкам и о сильном влиянии на стабильность ПДС межпозвонкового диска, который, утрачивая свои стабилизирующие функции в результате деградации на фоне дегенеративных процессов, перестает сдерживать тело позвонка от смещения. При этом дегенеративно измененные дугоотростчатые суставы не могут предотвратить патологические смещения позвонков. Попадая в патологическое положение и испытывая на себе осевую нагрузку, ПДС не способен к правильному её перераспределению и к передаче на нижележащий сегмент, который, в свою очередь, так же начинает втягиваться в патологический процесс ранней деградации с развитием нестабильности. На этом фоне начинают максимально проявляться клинические признаки нестабильности ПДС с невозможностью возвращения в вертикальное положение из наклонного из-за приступа резкой простреливающей боли, острой боли при попытке опустить

поднятые выпрямленные ноги, нарастающего страха пред сменой положений, так как это вызывает острую боль. Таким образом, нами решена первая задача по изучению рентгенологических особенностей деформации при дегенеративном сколиозе позвоночника на фоне его нестабильности.

Решая вторую задачу, мы выявили, что на протяжении всего времени развития патологического процесса нестабильности в ПДС, межпозвонковые диски так же проходили свои стадии дегенерации, прямо пропорционально времени течения заболевания и степени развития нестабильности ПДС.

Итак, основываясь на наших исследованиях, клинически мы выявили три фазы течения заболевания:

1) боли в спине с начальными признаками нестабильности в ПДС, стеноз позвоночного канала С (Schizas С., Theumann N.), дегенерация межпозвонкового диска 6 стадии по Pfirrmann modified, отсутствие неврологического дефицита;

2) в первую очередь, боли в ногах, в меньшей степени - в спине с выраженными признаками нестабильности в ПДС, стенозом позвоночного канала С-D (Schizas С., Theumann N.), нижним моно- или парапарезом до 3,5-4 баллов (D-E по ASIA) и/или с перемежающейся нейрогенной хромотой, дегенерация межпозвонкового диска 7 стадии по Pfirrmann modified;

3) боли в спине, нижний моно- или парапарез до 2,5-3,5 баллов (D по ASIA), стеноз позвоночного канала D (С. Schizas и N. Theumann), дегенерация межпозвонкового диска 8 стадии по Pfirrmann modified.

Графически показатели корреляции показаны на рисунке 74.

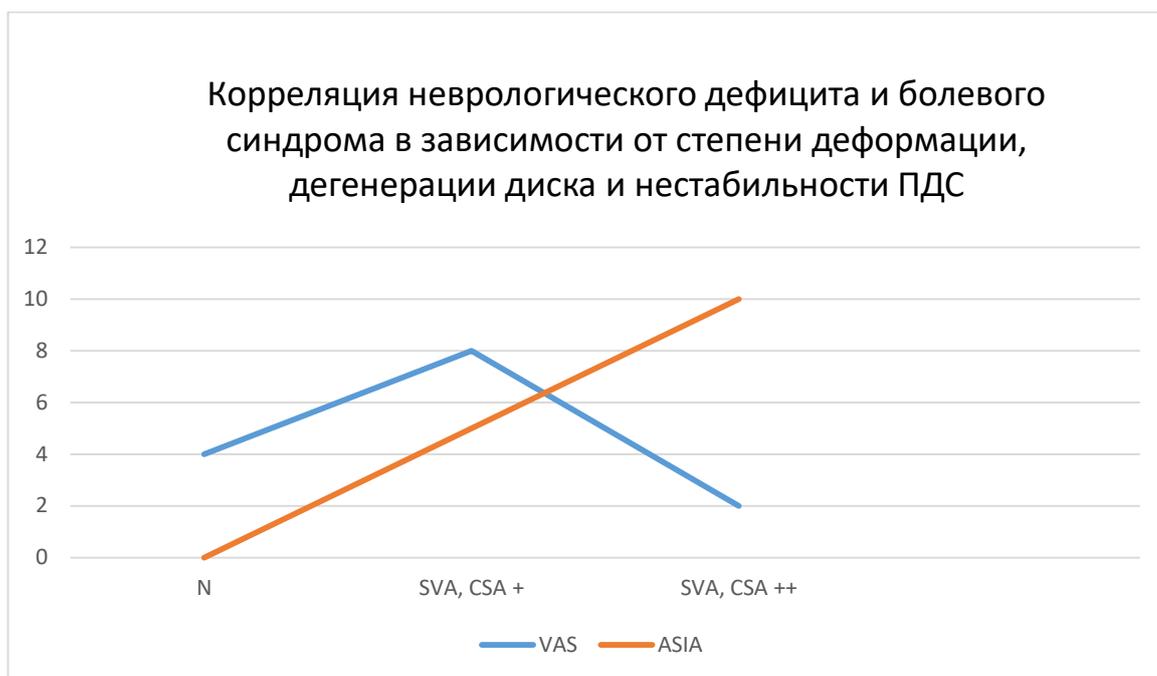


Рис.74.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что нестабильность позвоночного столба на фоне деформации позвоночника у пациентов со стенозом позвоночного канала существенно влияет на характер клинического течения заболевания и в большинстве случаев отягощает течение стеноза как рентгенологически, так и клинически. Наше исследование подтвердило мнение ряда авторов о глобальном влиянии нестабильности ПДС на клиническое течение заболевания (Шотемор Ш.Ш., 1979; Winter R.B., 1983; Ascani E., 1986).

Решая третью и четвертую задачи, наше исследование показало перспективность малоинвазивных хирургических техник, в частности локальной фиксации ПДС в зоне нестабильности на вершине деформационной дуги, с проведением декомпрессии невралжных структур в лечении дегенеративных сколиозов на фоне нестабильности у больных старшей возрастной группы. Отмечена сопоставимая с традиционными способами клиническая эффективность методики на фоне существенного снижения числа послеоперационных осложнений, сокращение сроков реабилитации и снижение финансовых затрат на лечение данной категории больных.

Так, мы получили сопоставимые результаты применения локальной фиксации на вершине деформации при дегенеративном сколиозе на фоне нестабильности в сравнении с полномасштабной фиксацией поясничного отдела позвоночника с коррекцией деформации в двух репрезентативных группах как по возрасту, так и по всем клинико-рентгенологическим показателям и данным опросников (VAS I (R)/ I(P)  $p=0,28$ ; ODI I (R)/ I(P)  $p=0,19$ ; SRS-24 I (R)/ I(P)  $p=0,14$ ; ASIA I (R)/ I(P)  $p=0,035$ ). Количество хороших результатов по трехступенчатой системе оценки больше было в I (P) группе - 73,3% (22 человека), тогда как в I (R) группе их было 63,3% (19 человека). Удовлетворительных результатов было больше в I (R) группе - 36,7% (11 человек), а в I (P) группе их было 26,7% (8 человек) (рис. 58).

При этом динамика течения послеоперационного периода имела статистически значимые различия между I группой (R) и I группой (P) в пользу локальной фиксации. Объяснялось это значительно меньшим количеством осложнений в I группе (P), меньшей продолжительностью операции и кровопотери, более быстрой реабилитацией в связи с меньшей операционной инвазией. Количество осложнений в группах I (R) и I(P) было 14 (46,6%) и 7 (23,3%) соответственно. При этом использование локальной фиксации при нестабильности в переходных зонах деформационной дуги дает худшие результаты и большее количество осложнений - 18 (60%) случаев. При оценке состояния больных неудовлетворительные результаты получены у 18 (60%) пациентов, хорошие - у 4 (13,3%) и удовлетворительные - у 8 (26,6%). Эти данные подтвердили заключения ряда авторов о риске нестабильности металлоконструкции и прогрессирования деформации при локальной фиксации без коррекции деформации более чем в 50% случаев (Kumar M.N., 2001; Williams E.L., 2002; Cho K.J., 2007; Cloyd J.M., 2010).

Данные результаты исследования явились базой создания четкого и простого алгоритма лечения больных с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника на фоне нестабильности ПДС. Основа разработанного алгоритма – это, в первую очередь, адекватное и тщательное планирование и обследование пациента, выявление зон нестабильности и определение динамики

прогрессирования деформации. На основе полученных данных предлагается выбрать подходящий способ хирургического лечения для достижения хороших послеоперационных результатов и снижения количества осложнений. При появлении осложнений также предложен план действий. Использование алгоритма позволит улучшить качество жизни пациентов по всем исследованным нами критериям, что подтверждается результатами исследования.

Таким образом, мы решили все поставленные задачи, сумели выявить и проанализировать закономерности и взаимосвязь рентгенологических и клинических изменений при дегенеративном сколиозе на фоне нестабильности ПДС, что, без сомнения, обогатит как клинический, так и научный потенциал. Разработанный алгоритм может быть рекомендован для дальнейшего использования в клинической практике в травматолого-ортопедических и нейрохирургических стационарах, где занимаются лечением дегенеративного сколиоза.

## ВЫВОДЫ

1. Прогрессирование нестабильности в ПДС приводит к развитию дегенеративной деформации позвоночного столба, в основном за счет латеролистеза – 50% случаев (95% CI 41,1 –58,9%).
2. Нестабильность позвоночного столба непосредственно влияет на развитие и прогрессирование стеноза позвоночного канала и выраженность неврологических расстройств у всех пациентов (95% CI 99,1–100%).
3. Полная многоуровневая фиксация поясничной дуги с коррекцией деформации приводит к развитию осложнений в 46,6-50% случаев в первые 18 месяцев после операции, в основном за счет развития болезни смежного сегмента (РЖК, РЖФ) в 50-53,3% случаев. При этом отдаленные результаты демонстрируют положительную динамику с хорошими результатами в 63,3% случаев (95% CI 56,3-87,3%).
4. Локальная фиксация ПДС при дегенеративном сколиозе на фоне нестабильности возможна при расположении зоны нестабильности на вершине дуги деформации с хорошими отдаленными результатами в 73,3% случаев (95% CI 45,6-79,3%). При расположении зон нестабильности в переходных зонах дуги деформации или при развитии осложнений после локальной фиксации показан спондилосинтез всей дуги деформации с ее коррекцией.
5. Алгоритм лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника на фоне его нестабильности позволяет достигнуть стойкого регресса болевого синдрома и неврологических расстройств в послеоперационном периоде у 73,3% пациентов, а также улучшить качество жизни и снизить количество осложнений и ревизионных операций.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Предоперационное планирование лечения больных дегенеративным сколиозом на фоне нестабильности ПДС обязательно должно включать выполнение телерентгенограмм, функциональных снимков с наклоном вперед, назад и боковыми наклонами, МРТ и КТ для выявления степени дегенерации диска, стеноза позвоночного канала и степени нестабильности ПДС. Кроме того, обязательно следует измерить позвоночно-тазовые взаимоотношения и глобальный баланс корпуса.

2. У пациентов с дегенеративным сколиозом и нестабильностью на вершине дуги деформации возможно проведение локальной фиксации с декомпрессией при показателях баланса корпуса, не превышающих  $SVA, CSA > 9$  см,  $PI+TK+LL > 45^\circ < 65^\circ$ .

3. При нестабильности в переходных зонах дуги деформации применение локальной фиксации не показано, так как это приводит к большому количеству осложнений и худшим результатам в послеоперационном периоде.

4. После локальной фиксации при развитии нестабильности металлоконструкции, БСС и прогрессировании деформации рекомендовано расширение зоны стабилизации на всю дугу деформации с ее коррекцией с использованием таких вертебротомий, как SPO, PSO или даже VCR при грубых нарушениях баланса туловища ( $SVA, CSA > 9$  см,  $PI+TK+LL > 65^\circ$ ).

5. При развитии осложнений после фиксации и коррекции всего поясничного отдела показана протяженная фиксация до верхнегрудных позвонков (Th2-4) с коррекцией деформации и декомпрессией невральных структур с использованием различных вариантов вертебротомий.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

БСС – стеноз позвоночного канала на вышележащем уровне

ГИОХВ – вторичные инфекционные осложнения

КТ – компьютерная томография

КТ-миелография – компьютерная томография с миелографией

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПДС – позвоночно-двигательный сегмент

ЭОП – электронно-оптический преобразователь

ЭТН – эндотрахеальный наркоз

ADS – Adult Degenerative Scoliosis (дегенеративный сколиоз взрослых)

AIS – Adolescent Idiopathic Scoliosis (идиопатический сколиоз подростков)

ASIA – American Spine Injury Association (Американская ассоциация повреждений спинного мозга)

CSA – central sacral axis (центральная крестцовая ось)

DJK – Distal junctional kyphosis (патология нижележащего смежного уровня)

LL – lumbal lordosis (поясничный лордоз)

ODI – Oswestry Disability Index (индекс нарушения жизнедеятельности Освестри)

PI – pelvic incidence (тазовый наклон)

PJF – Proximal junctional fracture (перелом смежных позвонков)

PJK – Proximal junctional kyphosis (патология вышележащего смежного уровня)

PLIF – posterior lumbar interbody fusion (задний межтеловой спондилодез поясничного отдела)

PMMA – polymethylmethacrylate (полиметилметакрилат)

PT – pelvic tilt (наклон таза)

PSO – pedicle subtraction osteotomy (остеотомия ножки позвонка)

ROM – range of motion (диапазон движения)

SPO – Smith-Peterson osteotomy (остеотомия Смита – Петерсона)

SRS – scoliosis research society (Общество исследования сколиоза)

SVA – sagittal vertical axis (сагиттальная вертикальная ось)

TK – thoracic kyphosis (грудной кифоз)

TLIF – transforaminal lumbar interbody fusion (трансфораминальный межтеловой спондилодез поясничного отдела)

VAS – Visual Analog Score (визуально-аналоговая шкала)

VCR – vertebral column resection (резекция тела позвонка)

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кабаков, Р.И. R в действии. Анализ и визуализация данных на языке R / Р.И. Кабаков. – М. : ДМК Пресс, 2013. – 580 с.
2. Колотов, Е.Б. Роль врожденного стеноза межпозвонкового отверстия в хирургическом лечении грыж межпозвонковых дисков / Е.Б. Колотов, В.Н. Булгаков, А.В. Евсюков [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 1. – С. 38–41.
3. Масевнин, С.В. Роль основных факторов риска в раннем развитии синдрома смежного уровня у пациентов после спондилодеза поясничного отдела позвоночника / С.В. Масевнин, Д.А. Пташников, Д.А. Михайлов [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2016. – № 3. – С. 60–67.
4. Михайлов, Д.А. Результаты лечения пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративными деформациями и нестабильностью позвоночника / Д.А. Михайлов, Д.А. Пташников, С.В. Масевнин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2017. – № 2. – С. 15–26.
5. Михайлов, Д.А. Актуальные вопросы лечения дегенеративного сколиоза на современном этапе (обзор зарубежной литературы) / Д.А. Михайлов, В.Д. Усиков, Д.А. Пташников [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2014. – № 4 – С. 127–134.
6. Мовшович, И.А. К вопросу о нестабильности позвоночника / И.А. Мовшович, Ш.Ш. Шотемор // Ортопедия и травматология. – 1979. – № 5. – С. 44–49.
7. Мураби, З. Сегментарная нестабильность поясничного отдела позвоночника. Обзор зарубежной литературы / З. Мураби, Д.А. Пташников, С.В. Масевнин [и др.] / Вест. Сев.-Зап. гос. мед. ун-та им. И.И. Мечникова. – 2017. – № 4. – С. 59–65.
8. Стоков, Л.Д. Отдаленные результаты хирургического лечения больных сколиозом : автореф. дис ... канд. мед. наук : 14.00.22 / Стоков Любен Димитров. – М., 1979. – 22 с.

9. Цивьян, Я.Л. Хирургия позвоночника / Я.Л. Цивьян. – Новосибирск, 1993. – 364 с.
10. Юнкеров, В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев. – СПб. : ВМедА им. С.М. Кирова, 2002. – 266 с.
11. Aebi, M. The adult scoliosis / M. Aebi // *Eur. Spine J.* – 2005. – Vol. 14, N 10. – P. 925–948.
12. Ahn, U.M. Functional outcome and radiographic correction after spinal osteotomy / U.M. Ahn, N.U. Ahn, J.M. Buchowski [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2002. – Vol. 12, N 27. – P. 1303–1311.
13. Alam, W. Radiological evaluation of lumbar intervertebral instability / W. Alam // *Ind. J. Aerospace Med.* – Vol. 46, N 2. – P. 48–53.
14. Al-Rawahi, M. Mechanical function of vertebral body osteophytes, as revealed by experiments on cadaveric spines / M. Al-Rawahi, J. Luo, P. Pollintine [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2011. – Vol. 10, N 36. – P. 770–777.
15. Anand, N. The Influence of Lordotic cages on creating Sagittal Balance in the CMIS treatment of Adult Spinal Deformity / N. Anand, R.B. Cohen, J. Cohen [et al.] // *Int. J. Spine.* – 2017. – Vol. 3, N 11. – P. 183–192.
16. Anasetti, F. Spine stability after implantation of an interspinous device: an in vitro and finite element biomechanical study / F. Anasetti, F. Galbusera, H.N. Aziz [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2010. – Vol. 13, N 5. – P. 568–575.
17. Aronson, W.L. Variability in the American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification scale / W.L. Aronson, M.S. McAuliffe, K. Miller // *AANA J.* – 2003. – Vol. 71, N 4. – P. 265–274.
18. Ascani, E. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity / E. Ascani, P. Bartolozzi, C.A. Logroscino [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1986. – Vol. 11, N 8. – P. 784–789.
19. Baron, E.M. Medical complications of surgical treatment of adult spinal deformity and how to avoid them / E.M. Baron, T.J. Albert // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2006. – Vol. 31, N 19. – P. 106–118.

20. Barone, G. Adult spinal deformity: effectiveness of interbody lordotic cages to restore disc angle and spino-pelvic parameters through completely mini-invasive trans-psoas and hybrid approach // G. Barone, L. Scaramuzzo, A. Zagra [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2017. – Vol. 26, Suppl. 4. – P. 457–463.
21. Bartynski, W.S. Lumbar root compression in the lateral recess: MR imaging, conventional myelography, and CT myelography comparison with surgical confirmation / W.S. Bartynski, L. Lin // *Am. J. Neuroradiol.* – 2003. – Vol. 24, N 3. – P. 348–360.
22. Benner, B. Degenerative Lumbar Scoliosis / B. Benner, G. Ehni // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1979. – Vol. 6, N 4. – P. 548–552.
23. Benoist, M. Natural history of the aging spine / M. Benoist // *Eur. Spine J.* – 2003. – Vol. 12, N 2. – P. 86–89.
24. Berven, S. Adult scoliosis / S. Berven // Rothman-Simeone. *The Spine* / H. Herkowitz, S. Garfin, F. Eismont [et al.]. – 6th Ed. – Elsevier, 2011. – P. 1263–1284.
25. Berven, S.H. Operative management of degenerative scoliosis: An evidence-based approach to surgical strategies based on clinical and radiographic outcomes / S.H. Berven, V. Deviren, B. Mitchell [et al.] // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2007. – Vol. 18, N 2. – P. 261–272.
26. Bess, S. Classifications for Adult Spinal Deformity and Use of the Scoliosis Research Society-Schwab Adult Spinal Deformity Classification / S. Bess, F. Schwab, V. Lafage [et al.] // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2013. – Vol. 24, N 2. – P. 185–193.
27. Blizzard, D. Sagittal balance correction in lateral interbody fusion for degenerative scoliosis / D. J. Blizzard, M. A. Gallizzi, C. Sheets [et al.] // *Int. J. Spine Surg.* – 2016. – Vol. 10, N 29. – P. 29.
28. Boden, S.D. Lumbosacral segmental motion in normal individuals. Have we been measuring instability properly? / S.D. Boden, S.W. Wiesel // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1990. – Vol. 15, N 6. – P. 571–576.
29. Boos, N. *Spinal Disorders. Fundamentals of diagnosis and treatment* / N. Boos, M. Aebi. – Springer, 2008. – 1166 p.

30. Boulay, C. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: Standard values and prediction of lordosis / C. Boulay, C. Tardieu, J. Hecquet // *Eur. Spine J.* – 2006. – Vol. 15, N 4. – P. 415–422.
31. Bradford, D.S. Adult scoliosis: Surgical indications, operative management, complications, and outcomes / D.S. Bradford, B.K. Tay, S.S. Hu // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1999. – Vol. 24, N 24. – P. 2617–2629.
32. Bradford, D.S. Vertebral column resection for the treatment of rigid coronal decompensation. / D.S. Bradford, C.B. Tribus // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1997. – Vol. 22, N 14. – P. 1590–1599.
33. Breivik, H. Assessment of pain / H. Breivik, P.C. Borchgrevink, S.M. Allen [et al.] // *Br. J. Anaesth.* – 2008. – Vol. 101, N 1. – P. 17–24.
34. Bridwell, K.H. Adult spinal deformity revision surgery / K.H. Bridwell, R.F. Heary, T.J. Albert // *Spine Deformity*. – 2007. – Vol. 1. – P. 240–248.
35. Bridwell, K.H. Complications and Outcomes of Pedicle Subtraction Osteotomies for Fixed Sagittal Imbalance / K.H. Bridwell, S.J. Lewis, C. Edwards [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2003. – Vol. 18, N 28. – P. 2093–2101.
36. Bridwell, K.H. Decision Making Regarding Smith-Petersen vs. Pedicle Subtraction Osteotomy vs. Vertebral Column Resection for Spinal Deformity / K.H. Bridwell // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2006. – Vol. 31, N 19. – P. 171–178.
37. Bridwell, K.H. The Pros and Cons to Saving the L5–S1 Motion Segment in a Long Scoliosis Fusion Construct / K.H. Bridwell, C.C. Edwards, L.G. Lenke // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2003. – Vol. 28, N 20. – P. 234–242.
38. Brown, M.D. Measurement of cadaver lumbar spine motion segment stiffness / M.D. Brown, D.C. Holmes, A.D. Heiner // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2002. – Vol. 27, N 9. – P. 918–922.
39. Burton, D.C. Smith-Petersen osteotomy of the spine / D.C. Burton // *Instr. Course Lect.* – 2006. – Vol. 55. – P. 577–582.

40. Carter, O. Prevalence Rates for Scoliosis in US Adults: Results from the First National Health and Nutrition Examination Survey / O. Carter, S. Haynes // *Int. J. Epidemiol.* – 1987. – Vol. 16, N 4. – P. 537–544.
41. Charosky, S. Complications and risk factors of primary adult scoliosis surgery: a multicenter study of 306 patients / S. Charosky, P. Guigui, A. Blamoutier [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2012. – Vol. 37, N 8. – P. 693–700.
42. Chen, P.G. Surgery for degenerative lumbar scoliosis: The development of appropriateness criteria / P.G. Chen, M.D. Daubs, S. Berven [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2016. – Vol. 41, N 10. – P. 910–918.
43. 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, N 4. – P. 531–537.
44. Cho, K.J. Complications in posterior fusion and instrumentation for degenerative lumbar scoliosis / K.J. Cho, S.I. Suk, S.R. Park [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2007. – Vol. 32, N 20. – P. 2232–2237.
45. Cho, K.J. Selection of proximal fusion level for adult degenerative lumbar scoliosis / K.J. Cho, S.I. Suk, S.R. Park [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2013. – Vol. 22, N 2. – P. 394–401.
46. Cho, K.J. Surgical treatment of adult degenerative scoliosis / K.J. Cho Y.T., Kim, S.H. Shin [et al.] // *Asian Spine J.* – 2014. – Vol. 8, N 3. – P. 371–381.
47. Cloyd, J.M. Effects of age on perioperative complications of extensive multilevel thoracolumbar spinal fusion surgery / J.M. Cloyd, F.L. Acosta, C. Cloyd [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2010. – Vol. 12, N 4. – P. 402–408.
48. Costanzo, G. The role of minimally invasive lateral lumbar interbody fusion in sagittal balance correction and spinal deformity / G. Costanzo, C. Zoccali, P. Maykowski [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2014. – Vol. 23, N 6. – P. 699–704.
49. Crisco, J.J. Euler stability of the human ligamentous lumbar spine. Part II: Experiment / J.J. Crisco, M.M. Panjabi, I. Yamamoto [et al.] // *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. – 1992. – Vol. 7, N 1. – P. 27–32.

50. Dakwar, E. Early outcomes and safety of the minimally invasive, lateral retroperitoneal transpsoas approach for adult degenerative scoliosis. / E. Dakwar, R.F. Cardona, D.A. Smith [et al.] // *Neurosurg. Focus.* – 2010. – Vol. 28, N 3. – P. E8.
51. Daffner, S.D. Adult degenerative lumbar scoliosis / S.D. Daffner, A.R. Vaccaro // *Am. J. Orthop. (Belle Mead, N.J.).* – 2003. – Vol. 2, N 32. – P. 77–82.
52. Dai, F. Surgical treatment of the osteoporotic spine with bone cement-injectable cannulated pedicle screw fixation: technical description and preliminary application in 43 patients / F. Dai, Y. Liu, F. Zhang [et al.] // *Clinics.* – 2015. – Vol. 70, N 2. – P. 114–119.
53. Daubs, M.D. Adult spinal deformity surgery: complications and outcomes in patients over age 60 / M.D. Daubs, L.G. Lenke, G. Cheh [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2007. – Vol. 32, N 20. – P. 2238–2244.
54. Daubs, M.D. Decompression alone versus decompression with limited fusion for treatment of degenerative lumbar scoliosis in the elderly patient / M.D. Daubs, L.G. Lenke, K.H. Bridwell [et al.] // *Evid. Based Spine Care J.* – 2013. – Vol. 3, N 4. – P. 27–32.
55. Davies, A. Imaging of painful scoliosis / A. Davies, A. Saifuddin // *Skeletal. Radiol.* 2009. – Vol. 38, N 3. – P. 207–223.
56. De Vries, A.A. Spinal decompensation in degenerative lumbar scoliosis / A.A. De Vries, M.G. Mullender, W.J. Pluymakers [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2010. – Vol. 19, N 9. – P. 1540–1544.
57. Dick, W. Degenerative lumbar scoliosis and spinal stenosis / W. Dick, H. Widmer // *Orthopade.* – 1993. – Vol. 22, N 4. – P. 232–242.
58. Edwards, C.C. Thoracolumbar deformity arthrodesis to L5 in adults: The fate of the L5-S1 disc / C.C. Edwards, K.H. Bridwell, A. Patel // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2003. – Vol. 28, N 18. – P. 2122–2131.
59. Fairbank, J.C. The Oswestry Disability Index / J.C. Fairbank, P.B. Pynsent // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2000. – Vol. 25, N 22. – P. 2940–2952.

60. Faldini, C. Current classification systems for adult degenerative scoliosis / C. Faldini, A. Di Martino, M. De Fine [et al.] // *Musculoskelet. Surg.* – 2013. – Vol. 97, N 1. – P. 1–8.
61. Fritz, J.M. Accuracy of the clinical examination to predict radiographic instability of the lumbar spine / J.M. Fritz, S.R. Piva, J.D. Childs // *Eur. Spine J.* – 2005. – Vol. 14, N 8. – P. 743–750.
62. Frymoyer, J.W. Segmental instability. Rationale for treatment / J.W. Frymoyer, D.K. Selby // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1985. – Vol. 10, N 3. – P. 280–286.
63. Gill, J.B. Corrective Osteotomies in Spine Surgery / J.B. Gill, A. Levin, T. Burd [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2008. – Vol. 90, N 11. – P. 2509–2520.
64. Graham, R.B. Minimally invasive lateral transpsoas approach to the lumbar spine: Pitfalls and complication avoidance / R.B. Graham, A.P. Wong, J.C. Liu // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2014. – Vol. 25, N 2. – P. 219–231.
65. Grubb, S.A. Diagnostic findings in painful adult scoliosis / S.A. Grubb, H.J. Lipscomb // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1992. – Vol. 17, N 5. – P. 518–527.
66. Grubb, S.A. Degenerative adult onset scoliosis / S.A. Grubb, H.J. Lipscomb, R.W. Coonrad // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1988. – Vol. 13, N 3. – P. 241–245.
67. Guillot, M. Methods of measuring the mechanical stresses on the human lumbar spine and their results / M. Guillot, J. Fournier, G. Vanneuville [et al.] // *Rev. Rhum. Mal. Osteoartic.* – 1988. – Vol. 55, N 5. – P. 351–359.
68. Gupta, M.C. Degenerative scoliosis: Options for surgical management / M.C. Gupta // *Orthop. Clin. N. Am.* – 2003. – Vol. 34, N 2. – P. 269–279.
69. Ha, K.Y. Clinical relevance of the SRS-schwab classification for degenerative lumbar scoliosis / K.Y. Ha, W.H. Jang, Y.H. Kim [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2016. – Vol. 41, N 5. – P. E282–E288.
70. Hallager, D.W. A comprehensive analysis of the SRS-schwab adult spinal deformity classification and confounding variables a prospective, non-US cross-sectional study in 292 patients / D.W. Hallager, L.V. Hansen, C.R. Dragsted [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2016. – Vol. 41, N 11. – P. 589–597.

71. Hansson, T. The narrowing of the lumbar spinal canal during loaded MRI: The effects of the disc and ligamentum flavum / T. Hansson, N. Suzuki, H. Hebelka [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2009. – Vol. 18, N 5. – P. 679–686.
72. Hong, J.Y. The prevalence and radiological findings in 1347 elderly patients with scoliosis / J.Y. Hong, S.W. Suh, H.N. Modi [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2010. – Vol. 92, N 7. – P. 980–983.
73. Illingworth, K.D. Adult degenerative scoliosis: Determination of fusion and decompression parameters / K.D. Illingworth, R. Rahman // *Seminars Spine Surg.* 2015. – Vol. 27, N 3. – P. 122–125.
74. Izzo, R. Biomechanics of the spine. Part I: Spinal stability / R. Izzo, G. Guarnieri, G. Guglielmi [et al.] // *Eur. J. Radiol.* – 2013. – Vol. 82, N 1. – P. 118–126
75. James, G. Modified Pfirrmann Grading System for Lumbar Intervertebral Disc Degeneration / G. James, Y.X. Wang, E. Antonio [et al.] // *Spine.* – 2007. – Vol. 32, N 24. – P. 708–712.
76. Johansen, J.G. Computed tomography in assessment of myelographic nerve root compression in the lateral recess / J.G. Johansen // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1986. – Vol. 11, N 5. – P. 492–495.
77. Kebaish, K.M. Scoliosis in adults aged forty years and older: prevalence and relationship to age, race, and gender / K.M. Kebaish, P.R. Neubauer, G.D. Voros [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2011. – Vol. 9, N 36. – P. 731–736.
78. Kim, G.M. Factors influencing disability due to low back pain using the Oswestry disability questionnaire and the Quebec back pain disability scale / G.M. Kim, C.H. Yi, H.S. Cynn // *Physio Res. Int.* – 2015. – Vol. 20, N 1. – P. 16–21.
79. Kim, Y.J. Pseudarthrosis in adult spinal deformity following multisegmental instrumentation and arthrodesis / Y.J. Kim, K.H. Bridwell, L.G. Lenke [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2006. – Vol. 88, N 4. – P. 721–728.
80. Kim, Y.J. Sagittal thoracic decompensation following long adult lumbar spinal instrumentation and fusion to L5 or S1: Causes, prevalence, and risk factor analysis / Y.J. Kim, K.H. Bridwell, L.G. Lenke [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2006. – Vol. 31, N 20. – P. 2359–2366.

81. Kobayashi, T.A Prospective study of de novo scoliosis in a community based cohort / T. Kobayashi, Y. Atsuta, M. Takemitsu [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2006. – Vol. 31, N 2. – P. 178–182.
82. Kostuik, J.P. Decision making in adult scoliosis / J.P. Kostuik // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1979. – Vol. 4, N 6. – P. 521–525.
83. Kostuik, J.P. The incidence of low-back pain in adult scoliosis / J.P. Kostuik, J. Bentivoglio // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1981. – Vol. 6, N 3. – P. 268–273.
84. Kotilainen, E. Clinical instability of the lumbar spine after microdiscectomy / E. Kotilainen, S. Valtonen // *Acta Neurochir. (Wien)*. – 1993. – Vol. 125, N 1–4. – P. 120–126.
85. Kotwal, S. Degenerative scoliosis: a review / S. Kotwal, M. Pumberger, A. Hughes [et al.] // *HSS J*. – 2011. – Vol. 7, N 3. – P. 257–264.
86. Krijnen, M. Primary spinal segment stability with a stand-alone cage: In vitro evaluation of a successful goat model / M.R. Krijnen, D. Mensch, J.H. van Dieen [et al.] // *Acta Orthop*. – 2006. – Vol. 77, N 3. – P. 454–461.
87. 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 [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2007. – Vol. 32, N 24. – P. 2771–2776.
88. Kumar, M. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion / M. Kumar, A. Baklanov, D. Chopin // *Eur. Spine J*. – 2001. – Vol. 10, N 4. – P. 314–319.
89. Lebl, D.R. Reamed transacral interbody fusion for L5-S1 pseudoarthrosis: A novel salvage technique in 10 patients / D.R. Lebl, A.A. Sama, M. Pumberger [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech*. – 2013. – Vol. 6, N 26. – P. 334–341.
90. Lee, C.J. Adjacent Segment Pathology after Lumbar Spinal Fusion/ C.J Lee, S.W Choi // *Asian Spine J*. – 2015. – Vol. 9, N 7. – P. 807-817.
91. Lee, D.J. Electro and acoustic myography for noninvasive assessment of lumbar paraspinal muscle function / D.J. Lee, M.J. Stokes, R.J. Taylor [et al.] // *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol*. – 1992. – Vol. 3, N 64. – P. 199–203.

92. Lee, J.C. Adjacent Segment Pathology after Lumbar Spinal Fusion / J.C. Lee, S-W. Choi // *Asian Spine J.* – 2015. – Vol. 9, N 5. – P. 807–817.
93. Lenke, L.G. Posterior vertebral column resection for severe pediatric deformity: minimum two-year follow-up of thirty five consecutive patients / L.G. Lenke, P.T O’Leary, K.H Bridwell [et al.] // *Spine.* – 2009. – Vol. 34, N 20. – P. 2213-2221.
94. Lewis, S.J. Technique of reverse smith petersen osteotomy (RSPO) in a patient with fixed lumbar hyperlordosis and negative sagittal imbalance / S.J. Lewis, R. Gray, K. David [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2010. – Vol. 35, N 15. – P. 721–725.
95. Li, F. Posterior-only approach with selective segmental TLIF for degenerative lumbar scoliosis / F. Li, Q. Chen, W. Chen [et al.] // *J. Spinal. Disord. Tech.* – 2011. – Vol. 5, N 24. – P. 308–312.
96. Liu, Y. Validation and reliability analysis of the new SRS-schwab classification for adults deformity / Y. Liu, Z. Liu, F. Zhu [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2013. – Vol. 11, N 38. – P. 902–908.
97. Lonstein, J.E. Scoliosis: Surgical versus nonsurgical treatment / J.E. Lonstein // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2006. – Vol. 443. – P. 248–259.
98. Lowe, T. The SRS classification for adult spinal deformity: Building on the King/Moe and Lenke classification systems / T. Lowe, S.H. Berven, F.J. Schwab [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2006. – Vol. 31, N 19. – P. 119–125.
99. Mao, Z. Surgical treatment for degenerative lumbar scoliosis associated with spinal stenosis / Z. Mao, Q. Wu, J. Zhu [et al.] // *China J. Orthop. Traumatol.* – 2008. – Vol. 11, N 21. – P. 860–862.
100. Masevnin, S. Risk factors for adjacent segment disease development after lumbar fusion / S. Masevnin, D. Ptashnikov, D. Michaylov [et al.] // *Asian Spine J.* – 2015. – Vol. 2, N 9. – P. 239–244.
101. Masevnin, S.V. Early adjacent segment degeneration after short lumbar fusion / S.V. Masevnin, D.A. Ptashnikov, D.A. Michaylov [et al.] // *Global Spine J.* – 2015. – Vol. 6, N 1. – P. 1–5.

102. McGregor, A.H. Spinal motion in lumbar degenerative disc disease / A.H. McGreggo, H.R. Cattermole, S.P. Hughes // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1998. – Vol. 80, N 6. – P. 1009–1013.

103. McIvor, G.W. Pathological and myelographic changes in the major types of lumbar spinal stenosis / G.W. McIvor, W.H. Kirkaldy-Willis // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1976. – N 115. – P. 72–76.

104. Meals, C. Degenerative scoliosis and stenosis-Surgical management / C. Meals, W. Yu, C. Haines [et al.] // *Seminars Spine Surg.* – 2013. – Vol. 25, N 4. – P. 263–273.

105. Millhouse, P.W. Degenerative scoliosis surgical fixation techniques / P.W. Millhouse, A.B. Kadam, D.K. Bateman [et al.] // *Seminars Spine Surg.* – 2015. – Vol. 27, N 3. – P. 126–138.

106. Mimura, M. Disc degeneration affects the multidirectional flexibility of the lumbar spine / M.Mimura, M.M. Panjabi, T.R. Oxland [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1994. – Vol. 19, N 12. – P. 1371–1380.

107. Modic, M.T. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging / M.T. Modic, P.M. Steinberg, J.S. Ross [et al.] // *Radiology.* – 1988. – Vol. 166, N 1. – P. 193–199.

108. 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.

109. Nielsen, D.H. The relationships between the SRS-Schwab classification modifiers and the ODI score are robust to confounding / D.H. Nielsen, L.V. Hansen, C.R. Dragsted [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2015. – Vol. 24, Suppl. 6. – P. 726.

110. Ogon, M. Chronic low back pain measurement with visual analogue scales in different setting / M. Ogon, M. Krismer, W. Söllner [et al.] // *Pain.* – 1996. – Vol. 64, N 3. – P. 425–428.

111. Ohtori, S. Rotational hypermobility of disc wedging using kinematic CT: Preliminary study to investigate the instability of discs in degenerated scoliosis in the

lumbar spine / S. Ohtori, M. Yamashita, G. Inoue [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2010. – Vol. 19, N 6. – P. 989–994.

112. Okushima, Y. Lateral translation of the lumbar spine: In vitro biomechanical study / Y. Okushima, N. Yamazaki, M. Matsumoto [et al.] // *J. Appl. Biomech.* – 2006. – Vol. 22, N 2. – P. 83–92.

113. Ondra, S.L. Mathematical calculation of pedicle subtraction osteotomy size to allow precision correction of fixed sagittal deformity/ S.L. Ondra , S. Marzouk , T. Koski [et al.] // *Spine.* – 2006. – Vol. 31, N 25. – E973-9

114. Oskouian, R.J. Degenerative lumbar scoliosis / R.J. Oskouian, C.I. Shaffrey // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2006. – Vol. 17, N 3. – P. 299–315.

115. 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.

116. Pakzaban, P. Spinal Instability and Spinal Fusion Surgery / P. Pakzaban // *Emedicine.* – 2010. – 69 p. – URL: <https://emedicine.medscape.com/article/1343720-clinical>.

117. Palmisani M. Surgical treatment of adult degenerative scoliosis / M. Palmisani, E. Dema, S. Cervellati // *Eur. Spine J.* – 2013. – Vol. 22, N 6. – P. 829–833.

118. Panjabi, M.M. Clinical spinal instability and low back pain / M.M. Panjabi // *J. Electromyogr. Kinesiol.* – 2003. – Vol. 13, N 4. – P. 371–379.

119. Panjabi, M.M. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis // *J. Spinal. Disord.* – 1992. – Vol. 5, N 4. – P. 390–397.

120. Pateder, D.B. Posterior only versus combined anterior and posterior approaches to lumbar scoliosis in adults: A radiographic analysis / D.B Pateder, K.M. Kebaish, B.M. Cascio [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2007. – Vol. 32, N 14. – P. 1551–1554.

121. Pathria, M. Imaging of spine instability / M. Pathria // *Seminars Musculoskelet. Radiol.* – 2005. – Vol. 1, N 9. – P. 88–99.

122. Pérennou, D. Adult lumbar scoliosis. Epidemiologic aspects in a low-back pain population / D. Pérennou, C. Marcelli, C. Hérisson [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1994. – Vol. 19, N 2. – P. 123–128.
123. Pfirrmann, C.W. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration / C.W. Pfirrmann, A. Metzdorf, M. Zanetti [et al.] // *Spine*. – 2001. – Vol. 26, N 17. – P. 1873–1878.
124. Ploumis, A. Degenerative lumbar scoliosis associated with spinal stenosis / A. Ploumis, E.E. Transfeldt, F. Denis // *Spine J.* – 2007. – Vol. 7, N 4. – P. 428–436.
125. Pope, M.H. Biomechanical definitions of spinal instability / M.H. Pope, M. Panjabi // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1985. – Vol. 10, N 3. – P. 255–256.
126. Pope, M.H. Diagnosing instability / M.H. Pope, J.W. Frymoyer, M.H. Krag // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1992. – Vol. 279. – P. 60–67.
127. Postacchini, F. Surgical management of lumbar spinal stenosis / F. Postacchini // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1999. – Vol. 24, N 10. – P. 1043–1047.
128. Radcliff, K.E. Complications of spine surgery / K.E Radcliff, A. Vaccaro // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2012. – Vol. 470, N 6. – P. 1601.
129. Reeves, N.P. Spine stability: the six blind men and the elephant / N.P. Reeves, K.S. Narendra, J. Cholewicki / N.P. Reeves, K.S. Narendra, J. Cholewicki // *Clin. Biomec. (Bristol, Avon)*. – 2007. – Vol. 22, N 3. – P. 266–274.
130. Roberts T.T. Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale / T.T. Roberts, G.R. Leonard, D.J. Cepela // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2017. – Vol. 475, N 5. – P. 1499–1504.
131. Rothenfluh, D.A. Analysis of internal construct validity of the SRS-24 questionnaire / D.A. Rothenfluh, G. Neubauer, J. Klasen, [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2012. – Vol. 21, N 8. – P. 1590–1595.
132. Sanderson, P.L. Surgery for lumbar spinal stenosis in old people / P.L. Sanderson, P.L. Wood // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1993. – Vol. 75, N 3. – P. 393–397.

133. Sansur, C.A. Scoliosis research society morbidity and mortality of adult scoliosis surgery / C.A. Sansur, J.S. Smith, J.D. Coe [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2011. – Vol. 36, N 9. – P. E593–E597.

134. Schendel, M.J. Experimental measurement of ligament force, facet force, and segment motion in the human lumbar spine / M.J. Schendel, K.B. Wood, G.R. Buttermann [et al.] // *J. Biomech.* – 1993. – Vol. 26, N 4–5. – P. 427–438.

135. Schizas, C. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images / C. Schizas, N. Theumann, A. Burn [et al.] // *Spine*. – 2010. – Vol. 35, N 21. – P. 1919–1924.

136. Schwab, F. Scoliosis Research Society—Schwab Adult Spinal Deformity Classification / F. Schwab, B. Ungar, B. Blondel [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2012. – Vol. 37, N 12. – P. 1077–1082.

137. Schwab, F.J. Predicting outcome and complications in the surgical treatment of adult scoliosis / F.J. Schwab, V. Lafage, J.P. Farcy [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2008. – Vol. 33, N 20. – P. 2243–2247.

138. Shufflebarger, H. Determining the upper instrumented vertebra in the management of adult degenerative scoliosis: Stopping at T10 versus L1 / H. Shufflebarger, S.I. Suk, S. Mardjetko // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2006. – Vol. 31, N 19. – P. 185–194.

139. Silva, F.E. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management / F.E. Silva, L.G. Lenke // *Neurosurg. Focus*. – 2010. – Vol. 28, N 3. – P. E1.

140. Slover, J. The impact of comorbidities on the change in short-form 36 and oswestry scores following lumbar spine surgery / J. Slover, W.A. Abdu, B. Hanscom [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2006. – Vol. 31, N 17. – P. 1974–1980.

141. Smith, J.S. Improvement of back pain with operative and nonoperative treatment in adults with scoliosis / J.S. Smith, C.I. Shaffrey, S. Berven [et al.] // *Neurosurgery*. – 2009. – Vol. 1, N 65. – P. 86–93.

142. Stokes, I.A. Segmental motion and instability / I.A. Stokes, J.W. Frymoyer // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1987. – Vol. 12, N 7. – P. 688–691.

143. Suh, LR. A surgical option for multilevel anterior lumbar interbody fusion with ponte osteotomy to achieve optimal lumbar lordosis and sagittal balance / L.R. Suh, D.J. Jo, S.M. Kim [et al.] // J. Korean Neurosurg. Soc. – 2012. – Vol. 52, N 4. – P. 365-367.
144. Sun, X. Interbody cage support improves reconstruction of sagittal balance after anterior selective fusion in Lenke type 5 idiopathic scoliosis patients / X. Sun, Y. Qiu, Z. Liu [et al.] // Orthop. Surg. – 2009. – Vol. 1, N 4. – P. 285–292.
145. Surgery of the spine and spinal cord. A neurosurgical approach / Ed. Van de Kelft. – Springer, 2016. – 746 p.
146. Suzer, T. Lumbar segmental instability and deformity / T. Suzer // Turkish Neurosurg. – 2014. – Vol. 24, N 1. – P. 20–28.
147. Swank, S. Surgical treatment of adult scoliosis. A review of two hundred and twenty-two cases / S. Swank, J.E. Lonstein, J.H.H. Moe [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 1981. – Vol. 63, N 2. – P. 268–287.
148. Terran, J. The SRS-Schwab adult spinal deformity classification: assessment and clinical correlations based on a prospective operative and nonoperative cohort / J. Terran, F. Schwab, C.I. Shaffrey [et al.] // Neurosurgery. – 2013. – Vol. 73, N 4. – P. 559–568.
149. Toyone, T. Anatomic changes in lateral spondylolisthesis associated with adult lumbar scoliosis / T. Toyone, T. Tanaka, D. Kato // Spine (Phila Pa 1976). – 2005. – Vol. 30, N 22. – P. E671–E675.
150. Tribus, C.B. Degenerative lumbar scoliosis: evaluation and management / C.B. Tribus // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2003. – Vol. 11, N 3. – P. 174–183.
151. Tsuchiya, K. Minimum 5-year analysis of L5-S1 fusion using sacropelvic fixation (bilateral S1 and iliac screws) for spinal deformity / K. Tsuchiya, K.H. Bridwell, T.R. Kuklo [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2006. – Vol. 31, N 3. – P. 303–308.
152. Wang, Y. Characteristics of nerve root compression caused by degenerative lumbar stenosis with scoliosis / Y. Wang, X.S. Zhang, Y.G. Zhang [et al.] // Acta Academiae Medicinae Sinicae. – 2005. – Vol. 27, N 2. – P. 170–173.

153. Weinberg, D.S. Pelvic incidence: an anatomic investigation of 880 cadaveric specimens / D.S. Weinberg, W.Z. Morris, J.J. Gebhart [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2016. – Vol. 25, N 11. – P. 3589–3595.
154. Williams, E.L. Postoperative blindness / E.L. Williams // *Anesthesiol. Clin. N. Am.* – 2002. – Vol. 20, N 3. – P. 605–622.
155. Winter, R.B. Adult scoliosis / R.B. Winter, J.E. Lonstein // *Instr. Course Lect.* – 1983. – Vol. 32. – P. 170-191.
156. Wong, E. Adult degenerative lumbar scoliosis / E. Wong, F. Altaf, L.J. Oh, R.J. Gray // *Orthopedics.* – 2017. – Vol. 40, N 6. – P. e930-e939.
157. Wood, K.B. Radiographic evaluation of instability in spondylolisthesis / K.B. Wood, C.A. Popp, E.E. Transfeldt, A.E. Geissele // *Spine.* – 1994. – Vol. 19, N 15. – P. 1697–1703.
158. Wu Z.H. Imaging diagnosis of degenerative scoliosis and adult idiopathic scoliosis / Z.H. Wu, H.F. Song, Y.P. Wang [et al.] // *Zhonghua yi xue za zhi.* – 2008. – Vol. 8, N 23. – P. 1630–1633.
159. Yadla, S. Adult scoliosis surgery outcomes: a systematic review / S. Yadla, M.G. Maltenfort, J.K. Ratliff, J.S. Harrop // *Neurosurg. Focus.* – 2010. – Vol. 28, N 3. – P. E3.
160. Yasuda, H. Radiographic evaluation of segmental motion of scoliotic wedging segment in degenerative lumbar scoliosis / H. Yasuda, A. Hiyoyuki, H. Matsumura [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2013. – Vol. 26, N 7. – P. 379–384.
161. York, P.J. Degenerative Scoliosis / P.J. York, H. J. Kim // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2017. – Vol. 10, N 4. – P. 547–55
162. Zaborovskii, N. Spinal deformity in elderly patients: comparison of two distal termination sites of lumbar curve fusion / N. Zaborovskii, D. Ptashnikov, D. Mikhaylov [et al.] // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2017. – Vol. 27, N 1. – P. 73–78.