

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Северо-Западный государственный медицинский университет  
имени И.И. Мечникова"

Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ГБОУ ВПО «СЗГМУ им. И.И.Мечникова» Минздрава России)

*На правах рукописи*

ХАО МЭН

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ  
ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ СТЕНОЗОВ ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА  
НА ФОНЕ КИФОСКОЛИОТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ У ВЗРОСЛЫХ

14.01.15 – травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

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

Санкт-Петербург – 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Список сокращений	5
ВВЕДЕНИЕ	6
Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМИ СТЕНОЗАМИ ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА НА ФОНЕ КИФОСКОЛИОТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1 Частота и распространенность дегенеративного сколиоза у взрослых	11
1.2 Характеристика и особенности развития дегенеративного сколиоза у взрослых	13
1.3 Особенности формирования стенозов позвоночного канала у пациентов с дегенеративно-дистрофическими изменениями позвоночника.	17
1.4 Современные тенденции в хирургическом лечении дегенеративных стенозов позвоночного канала на фоне ригидных кифосколиотических деформаций	18
1.5 Виды оперативных вмешательств	20
1.6 Выбор протяженности фиксации позвоночника	22
1.7 Послеоперационные осложнения	24
1.8 Резюме	26
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	28
2.1 Общая характеристика больных	28
2.2 Инструментальные методы обследования больных	31
2.2.1. Рентгенологические методы исследования	31
2.2.2. Другие методы исследования	37
2.3 Применяемые методы хирургического лечения и группы больных	38

2.4	Анкетирование больных	40
2.5	Статистическая обработка результатов исследования	41
2.6.	Клинико-рентгенологические особенности кифосколиотических деформаций у взрослых и основные причины формирования стенозов позвоночного канала	42
2.7.	Изучение влияния стабильности позвоночного столба на клинико-рентгенологические характеристики стеноза позвоночного канала	48
Глава 3. ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ИЗУЧЕННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ ГРУПП		53
3.1	Хирургическое лечение с применением изолированной декомпрессии неврологических структур	54
3.1.1	Техника хирургического вмешательства с применением изолированной локальной декомпрессии неврологических структур	55
3.2	Хирургическое лечение с применением декомпрессии неврологических структур и локальной стабилизацией на уровне декомпрессии	58
3.2.1.	Техника хирургического вмешательства с применением декомпрессии неврологических структур и локальной стабилизацией на уровне декомпрессии	59
3.3	Хирургическое лечение с применением декомпрессии неврологических структур, стабилизацией и полноценной коррекцией деформации с восстановлением фронтального и сагиттального баланса	66
3.3.1	Особенности хирургического вмешательства с полноценным восстановлением фронтального и сагиттального баланса	66
3.4	Способ коррекции сагиттального дисбаланса с	

использованием остеотомии через ножку позвонка (PSO) и трансфораминальным межтеловым спондилодезом (TLIF) в смежных сегментах	74
---	----

Глава 4. ОЦЕНКА БЛИЖАЙШИХ И ОТДАЛЕННЫХ ИСХОДОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМИ СТЕНОЗАМИ ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА НА ФОНЕ КИФОСКОЛИОТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ	79
4.1. Результаты лечения больных первой группы	79
4.2. Результаты лечения больных второй группы	82
4.3. Результаты лечения больных третьей группы	85
Глава 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП И ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ	90
5.1. Сравнительный анализ различных подходов к лечению взрослых пациентов со стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций	90
5.2. Алгоритм выбора рациональной тактики хирургического лечения взрослых больных со стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
ВЫВОДЫ	102
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	103
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	104

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КТ – компьютерная томография

КТ-миелография – компьютерная томография с миелографией

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПДС – позвоночно-двигательный сегмент

РДСВ – респираторный дистресс-синдром взрослых

ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии

ЭОП – электронно-оптический преобразователь

ADS – Adult Degenerative Scoliosis (дегенеративный сколиоз взрослых)

AIS – Adolescent Idiopathic Scoliosis (идиопатический сколиоз подростков)

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

CSVL – central sacral vertical line (вертикальная линия из центра крестца)

ODI – Oswestry Disability Index (индекс нарушения жизнедеятельности Освестри)

PSO – pedicle subtraction osteotomy (остеотомия ножки позвонка)

SRS – scoliosis research society (Общество исследования сколиоза)

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

VAS – Visual Analog Score (визуально-аналоговая шкала)

LL – lumbal lordosis (поясничный лордоз)

PI – pelvic incidence (тазовый наклон)

PMMA – polymethylmethacrylate (полиметилметакрилат)

PT – pelvic tilt (наклон таза)

SVA – capital vertical axis (сагиттальная вертикальная ось)

ТК – thoracic kyphosis (грудной кифоз)

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

VCR – vertebral column resection (резекция тела позвонка)

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Актуальность данной работы обусловлена сложностью лечения взрослых пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций. Краеугольный камень проблемы лежит в том, что дегенеративно-дистрофические изменения пояснично-крестцового отдела позвоночника не только могут быть следствием функциональных изменений позвоночного столба на фоне длительно существовавшей деформации (например, идиопатического или врожденного сколиоза), но и быть причиной развития вторичной кифосколиотической деформации (так называемого дегенеративного сколиоза).

Современная классификация сколиоза у взрослых выделяет три основных его вида: первичный дегенеративный (*de novo*) сколиоз, идиопатический сколиоз с последующим его прогрессированием во взрослой жизни и вторичный дегенеративный сколиоз (Aebi M., 2005). Однако все сколиотические деформации позвоночника в определенной стадии развития (во взрослом возрасте) приходят к декомпенсации статики и биомеханики на фоне инволютивных, дистрофических процессов в костно-связочных структурах позвоночного столба и паравертебральных мышцах. Поэтому и в клиническом проявлении на первый план выходят симптомы дегенеративно-дистрофического процесса. При этом грань между первичными декомпенсированными деформациями позвоночника с вторичным дегенеративно-дистрофическим процессом (ДДЗП) и вторичными, где именно ДДЗП явилось причиной развития деформации, стирается. И клинически их можно рассматривать в единой группе деформаций позвоночника у взрослых.

В настоящее время сложилась устойчивая философия в отношении лечения детей и подростков со сколиозами. В то же время до сих пор не разработана тактика лечения взрослых пациентов, отсутствуют общепринятые классификации. Существует полярность мнений относительно лечения пациентов: от минимально

инвазивной декомпрессии дурального мешка и корешков спинномозговых нервов без фиксации позвоночника до полноценной высокотравматичной коррекции деформации с восстановлением баланса туловища у пациентов пожилого и старческого возраста.

Такие подходы приводят к повышению риска операций, увеличению числа различных осложнений от общесоматических до нестабильности позвоночника, рецидиву симптоматики и повышению стоимости лечения.

Практическая важность перечисленных нерешенных вопросов обусловила необходимость проведения настоящего диссертационного исследования, а также определила его цель и задачи.

**Цель исследования** – улучшение результатов лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала на фоне ригидного кифосколиоза за счет создания алгоритма хирургического лечения в зависимости от степени деформации и стабильности позвоночного столба.

**Задачи исследования:**

1. Изучить клинико-рентгенологические особенности кифосколиотических деформаций у взрослых и основные причины формирования стенозов позвоночного канала.
2. Определить степень влияния стабильности позвоночного столба на клинико-рентгенологические характеристики стеноза позвоночного канала.
3. Уточнить показания к изолированным декомпрессивным вмешательствам на позвоночнике на фоне кифосколиозов;
4. Определить показания к моносегментарным и многоуровневым фиксациям позвоночника, а также определить степень коррекции кифосколиотической деформации у взрослых.

5. Обосновать алгоритм хирургического лечения стеноза позвоночного канала у взрослых пациентов на фоне кифосколиотической деформации.

### **Научная новизна**

1. Впервые на большом количестве клинического материала обоснованы алгоритм, объем и сроки выполнения этапов хирургического лечения у взрослых пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций.
2. Уточнены показания к протяженной фиксации позвоночника и коррекции деформации у взрослых со стенозами позвоночного канала.
3. Обоснованы способы лечения данной категории пациентов, повышающие эффективность хирургических вмешательств и снижающих количество осложнений.

### **Практическая значимость**

1. Результаты проведенного комплексного сравнительного анализа ближайших и отдаленных исходов оперативного лечения пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на фоне ригидных кифосколиотических деформаций позволили уточнить показания и противопоказания к выполнению изолированных декомпрессивных вмешательств, моносегментарным и многоуровневым фиксациям позвоночника, а также определить оптимальный период их проведения.
2. Разработана и внедрена в клиническую практику хирургическая тактика лечения взрослых пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на фоне ригидных кифосколиотических деформаций.

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

1. Деформации позвоночника у взрослых пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала оказывают существенное влияние на течение заболевания и отягощают его клинические проявления. Отсутствие баланса туловища в послеоперационном периоде приводит к прогрессированию болевой симптоматики и снижению качества жизни пациентов.
2. Стабильность позвоночного столба играет ключевую роль в клиническом течении стеноза позвоночного канала на фоне деформации позвоночника как на дооперационном, так и послеоперационном этапах.
3. Выбор показаний и определение объема хирургического лечения у взрослых пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на фоне ригидных кифосколиотических деформаций должен основываться, прежде всего, на правильной трактовке клинической и рентгенологической картин, стабильности позвоночного столба, изменений сагиттального и/или фронтального балансов с учетом соматического статуса пациентов и прогнозируемого изменения качества жизни.
4. Предложенные алгоритмы хирургического лечения пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на фоне ригидных кифосколиотических деформаций успешно апробированы в клинике, способствуют улучшению ближайших и отдаленных результатов лечения и могут быть рекомендованы к широкому клиническому использованию.

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

Основные результаты диссертационного исследования доложены на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2012, 2013); научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 2013), X съезде травматологов-ортопедов России (Москва 2014), на международных

конференциях Global Spine Congress (Hong Kong 2013) и Euro Spine (Lion 2014).

По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований.

Клиническая часть работы выполнялась в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и в клинике ГБОУ ВПО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова», где были апробированы и внедрены в практику разработанные алгоритмы выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с кифосколиотической деформацией, осложненной стенозом позвоночного канала. Кроме того, материалы диссертационного исследования используются при чтении лекций и проведении семинарских занятий с клиническими ординаторами и аспирантами, а также врачами, проходящими усовершенствование по программам дополнительного профессионального образования на базе ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р.Вредена» Минздрава России и кафедре травматологии, ортопедии и ВПХ ГБОУ ВПО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова».

### **Объем и структура диссертации**

Материалы диссертационного исследования представлены на 116 страницах машинописного текста, состоят из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа иллюстрирована 35 рисунками и содержит 9 таблиц. Список литературы включает 137 источников, в том числе – 26 работ отечественных авторов и 114 иностранных публикаций.

## ГЛАВА 1

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ СТЕНОЗОВ ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА НА ФОНЕ РИГИДНЫХ КИФОСКОЛИОТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

### 1.1. Частота и распространенность дегенеративного сколиоза у взрослых

Сколиозом взрослых принято считать деформацию позвоночника у человека со сформированной скелетно-мышечной системой при её величине более  $10^\circ$  во фронтальной плоскости по Cobb (Мовшович И.А., 1964; Казьмин А.И., Плотникова И.И., 1968; Гублер Е.В., Генкин А.А., 1973; Чаклин В.Д., Абальмасова Е.А., 1973; Беленький Б.Н., 1977; Цивьян Я.Л., 1993; Михайловский М.В., 2003; Миронов С.П., 2006; Васюра А.С., 2011; Nachemson A. et al., 1979).

Современная классификация сколиоза у взрослых выделяет три основных его вида: первичный дегенеративный сколиоз, идиопатический сколиоз во взрослой жизни и вторичный дегенеративный сколиоз (Чаклин В.Д., 1973; Полюхович Э.М., 2007; Васюра А.С., 2011; Benner V., Ehni G., 1979; Kostuik J.P., 1979; Aebi M., 1987; Grubb S.A. et al., 1988; Oskouian R.J. Jr., Shaffrey C.I., 2006; Silva F.E., Lenke G., 2010).

Первичный дегенеративный сколиоз, имеющий в своей основе ассиметричные дегенеративные изменения межпозвонковых дисков и дугоотростчатых суставов, клинически проявляется вертеброгенным болевым синдромом и в подавляющем большинстве случаев сочетается со стенозом позвоночного канала. Деформация данного характера определяется как сколиоз *de novo* (Стоков Л.Д., 1979; Цивьян Я.Л., 1993; Ветрилэ С.Т. с соавт., 1999; McKinley L.M. et al., 1977; Epstein J.A. et al., 1979; Aebi M., 1987, 2005; Perennou D. et al., 1994; Bradford D.S., 1999; Bridwell K.H., 2003; Daffner S.D., Vaccaro A.R., 2003; Daubs M.D. et al., 2007; Davies A., Saifuddin A., 2008; Yadla S. et al., 2010).

Идиопатический сколиоз подросткового возраста (adolescent idiopathic scoliosis – AIS) во взрослой жизни нередко сочетается с развитием дегенеративных изменений на фоне сагиттального и фронтального дисбаланса (Беленький Б.Н., 1977; Цивьян Я.Л., 1993; Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002; Korovessis P. et al., 1994; Millner P.A. et al., 1996; Bradford D.S. et al., 1999; Shapiro G.S. et al., 2003; Glassman S.D. et al., 2005; Deviren V. et al., 2008).

Вторичные деформации позвоночника у взрослых развиваются в рамках нарушения статики и биомеханики позвоночно-тазовых отношений, например, в результате перекоса таза на фоне различной длины нижних конечностей или наличия деформации ног как вторичная кривизна на фоне идиопатического, нейромышечного или врожденного сколиоза, а также вследствие ассиметричной патологии пояснично-крестцовой области (Казьмин А.И. с соавт., 1981; Цивьян Я.Л., 1993; Benner B., Briard J.L. et al., 1979; Ehni G., 1979; Dickson R.A. et al., 1984; Danielsson A.J., Nachemson A.L., 2001; Glassman S.D. et al., 2005; DeWald C.J., Stanley T., 2006; Kouwenhoven J.W. et al., 2006).

Отдельной группой являются вторичные деформации на фоне системной патологии костной ткани и обменных нарушений, где большая роль отводится остеопорозу, сопровождающемуся патологическими переломами позвонков, и ассиметричным изменениям в позвоночно-двигательных сегментах в результате их ревматоидного поражения (Вердиев В.Г., 1994; Марова Е.И., 1998; Михайлов Е.Е., 2003; Healy J., Lane J., 1985; Cornell C.N., 2003).

Как правило, бывает непросто определить истинную первичную причину развития деформации у взрослых в момент её значимой прогрессии. Однако в случае появления ассиметричной нагрузки или дегенеративных изменений патоморфология и непосредственно механизмы развития и прогрессирования сколиотической деформации довольно предсказуемы.

Так как патогенезу первичных деформаций позвоночника различной этиологии посвящено много работ, но это касается в основном ортопедии детского и подросткового возраста, то в этой главе мы посчитали обоснованным

остановиться на относительно новом понятии – дегенеративного сколиоза, или сколиоза *de novo*.

Данные о частоте встречаемости дегенеративного сколиоза разноречивы, так как на этапе клинических проявлений патологии и обращения пациентов к врачу при отсутствии специфического анамнеза бывает трудно определить, явились ли дегенеративные изменения позвоночника, приведшие к стенозу позвоночного канала, следствием имеющегося сколиоза или первичной причиной развития деформации.

Деформации позвоночника у взрослых составляют около 10% в структуре всей патологии опорно-двигательной системы (Полухович Э.М., 2007; Korovessis P. et al., 1994; Schwab F.J. et al., 2002; Ploumis A. et al., 2007). Сколиоз взрослых диагностируется, как правило, у пациентов старше 40 лет (средний возраст больных составляет 70,5 лет) (Robin G. et al., 1982; Velis K.P. et al., 1988; Yang B.P. et al., 2006) и наблюдается более чем у 30% пожилых пациентов без аномалий развития позвоночного столба в анамнезе (Benner B., Ehni G., 1979) и более чем у 60% взрослых пациентов с болями в спине (Benoist M., 2003), причем, подавляющее большинство из них составляют женщины (Гублер Е.В., Генкин А.А., 1973; Briard J.L. et al., 1979).

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

По современным представлениям сколиоз *de novo* развивается вследствие появления ассиметричных дегенеративных изменений межпозвонковых дисков и дугоотростчатых суставов (Казьмин А.И., 1968; Беленький Б.Н., 1977; Шевченко С.Д., 1983; Грунтовский Г.Х., Колесниченко В.А., 2000; Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002; Ветрилэ С.Т. с соавт., 2004; Dickson R.A. et al., 1984; Ascani E. et al., 1986; Grubb S.A. et al., 1988; Aebi M., 2005; DeWald C.J., Stanley T., 2006; Kobayashi T. et al., 2006; Oskouian R.J. Jr., Shaffrey C.I., 2006; Birknes J.K. et al.,

2008).

Таким образом, этиология дегенеративного сколиоза отличается от других видов деформаций позвоночника, таких как идиопатический сколиоз у подростков и вторичный сколиоз на фоне нейромышечной патологии. Кроме того, дегенеративный сколиоз развивается, как правило, в поясничном отделе позвоночника, где дегенеративные изменения встречаются чаще всего, тогда как при нервно-мышечном и идиопатическом сколиозе основная дуга деформации выявляется, как правило, в грудном или грудопоясничном отделах.

J.W. Kouwenhoven с соавторами (2006) в своем исследовании показали, что нормальный позвоночник имеет определенный паттерн ротации позвонков с преобладанием поворота вправо на среднегрудном уровне. В их работе были проанализированы самые распространенные типы деформаций идиопатического сколиоза у подростков, чтобы определить сопоставимые модели, которые бы соответствовали преобладающим паттернам вращения в нормальном позвоночнике (Kouwenhoven, J.W., et al., 2006). Это означает, что в то время, когда начинается декомпенсация по причинам, которые до конца не известны, деформация позвоночника развивается уже по определенным, запрограммированным тенденциям вращения (Danielsson A.J., Nachemson A.L., 2001).

При сколиозе *de novo* факторы, которые вызывают асимметричную дегенерацию, приводящую в конечном итоге к нарушениям баланса позвоночника, все еще не определены. Играть ли существующие паттерны ротации роль в развитии дегенеративного сколиоза, также неизвестно, однако в отличие от грудного отдела, поясничные позвонки не показывают очевидной ротации при отклонении от средней линии (Kouwenhoven J.W. et al., 2006). Предполагают, что деформация в результате дегенеративных изменений развивается случайным образом и что возможно появление как левосторонней, так и правосторонней кривизны поясничного дегенеративного сколиоза.

Подобно искривлениями при AIS, которые могут прогрессировать в течение

жизни, искривления при дегенеративном сколиозе взрослых (Adult Degenerative Scoliosis – ADS) имеют тенденцию к прогрессированию на 1–6° ежегодно (в среднем 3°) (Pritchett J.W., Bortel D.T., 1993).

Статистически детерминированными прогностическими факторами прогрессирования деформации являются искривление позвоночного столба >30° по Cobb, ротация позвонка на вершине деформации более II степени, латеролистез >6 мм, а такжехождение линии, соединяющей гребни подвздошных костей, ниже уровня L4 позвонка (Pritchett J.W., Bortel D.T., 1993; Yadla S. et al., 2010). Причем нарастание деформации ведет не только к фронтальным нарушениям, но и, в первую очередь, к сагиттальному дисбалансу с формированием плоской спины (Aebi M., 2005). Такие важные у детей и подростков со сколиозами факторы, как возраст и пол, не оказывают влияния на прогрессирование деформации в этой категории больных (Kuklo T.R. et al., 2001).

Как уже было отмечено выше, в основе клинических проявлений ADS лежит дегенеративно-дистрофический процесс, поэтому его симптомы практически ничем не отличаются от таковых у пациентов с ДДЗП. Наиболее часто встречающимися жалобами являются прогрессирующие боли в спине, радикулопатия и нейрогенная хромота (Стоков Л.Д., 1979; Цивьян Я.Л., 1993; Ветрилэ С.Т. с соавт., 1999; Aebi M., 1988, 2005; Winter R.V. et al., 1988; Bradford D.S., 1999; Albert T.J. et al., 2003; Bridwell K.H., 2003).

Процессы старения прогрессивно влияют на все структуры позвоночника, приводя в итоге к развитию дегенеративной нестабильности позвоночно-двигательных сегментов, стенозу позвоночного канала, сколиотической деформации (Шотемор Ш.Ш., 1979; Winter R.V., Lonstein J.E., 1983; Ascani E. Et al., 1986). Учитывая многообразие дегенеративной патологии, определить источник болевого синдрома, как правило, оказывается непросто. Несмотря на то, что взаимоотношения между сколиотической моделью и клинической картиной у пациентов до сих пор до конца не ясны, в мировой литературе содержится множество предположений на этот счет (Беленький Б.Н., 1977; Грунтовский Г.Х.,

Колесниченко В.А., 2000; Epstein J.A. et al., 1979; R. Winter, J. Lonstein, 1983; Bradford D.S., 1988; S.A. Grubb, H.J. Lipscomb et al., 1992; Pateder D.B., Kostuik J.P., 2005).

Некоторые авторы предполагают, что болевой синдром с выпуклой стороны деформации позвоночника обусловлен утомлением группы параспинальных мышц (Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002; Ascani E. et al., 1986; Boachie-Adjei O., Gupta M.C., 1999; Weinstein S.L., 1999). Другие авторы утверждают, что данный болевой синдром может быть вызван исключительно артрозом дугоотростчатых суставов (Yadla S. et al., 2010). Боли в области вогнутой стороны деформации наиболее часто связывают с разрушением дугоотростчатых суставов заинтересованной стороны (Vanderpool D.W. et al., 1969) и дегенеративными изменениями межпозвонковых дисков (Silva F.E., Lenke L.G., 2010).

Корешковый характер болевого синдрома обусловлен компрессией невральных структур в результате снижения высоты фораминальных отверстий на вершине деформации или сдавлением корешков грыжами межпозвонковых дисков (Беленький Б.Н., 1977; Kostuik J.P., Bentivoglio J., 1981). Динамическое перерастяжение нервных корешков выпуклой стороны может также быть причиной радикулярных болей (Kostuik J.P., Bentivoglio J., 1981). Однако ни одно из этих предположений не имеет в своей основе доказательной базы.

Сложный этиопатогенез, разноречивые мнения о взаимосвязях этих ригидных деформаций и клинической картины, возраст и сопутствующая патология у пациентов определяют весь спектр задач, стоящих перед хирургами.

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

В настоящее время дегенеративный стеноз позвоночного канала рассматривается как неотъемлемая часть, а некоторыми авторами как одна из стадий процесса дегенеративных изменений позвоночно-двигательных сегментов. Причем формирование стеноза позвоночного канала происходит по определенным патофизиологическим законам от нарастания дефицита позвоночного канала за счет протрузии межпозвонкового диска и гипертрофии связочных элементов до облитерации интраканальных связок, гипертрофии суставных отростков и образования костных спондилезных разрастаний.

С патофизиологической точки зрения дегенерация диска приводит к снижению его высоты, образованию протрузий и сужению позвоночного канала. Снижение межпозвонковой высоты так же сужает фораминальные отверстия и вызывает увеличение протрузии дорзальных связочных структур в просвет позвоночного канала (Postacchini F., 1999; Ploumis A. et al., 2007).

Локальное нарушение биомеханики в позвоночно-двигательном сегменте способствует прогрессированию артрозу межпозвонковых суставов. Реактивная гипертрофия желтой связки в свою очередь дополнительно сужает просвет позвоночного канала преимущественно латерально, что приводит к его циркулярному сужению. Дальнейшее прогрессирование вышеописанных патологических изменений приводит к развитию вторичной дегенеративной нестабильности ПДС с образованием дегенеративного или так называемого псевдо-спондилолистеза, который еще больше сужает позвоночный канал. В последующем процесс дегенеративных изменений неизбежно приводит к формированию вторичной деформации позвоночного столба, как в сагиттальной, так и во фронтальной плоскостях (Boachie-Adjei O. et al., 1999; Sanderson P. L., 1993).

Причем в результате значимой продолжительности данных дегенеративных

процессов прослеживается определенная закономерность в патогенетических проявлениях стенозов позвоночного канала у пациентов разных возрастных групп. Так у более молодых людей, по данным Ploumis A. et al. (2007), до 55 лет, в структуре стенозов преобладают протрузии межпозвонковых дисков и гипертрофии связочного аппарата, в то время, как у старшей возрастной группы дефицит просвета позвоночного канала обусловлен значимым снижением высоты межпозвонкового диска, гипертрофией суставных отростков и облитерацией соединительнотканными связочными элементами.

Не смотря на то, что механизмы формирования стенозов позвоночного канала на фоне дегенеративно-дистрофического процесса изучены достаточно хорошо, то особенности патогенеза этого процесса у пациентов с деформациями позвоночника в литературе представлены весьма скудно и противоречиво, что и послужило одной из причин обоснования данного исследования.

#### **1.4. Современные тенденции в хирургическом лечении дегенеративных стенозов позвоночного канала на фоне ригидных кифосколиотических деформаций**

В настоящее время в лечении дегенеративных сколиозов у взрослых преобладает хирургический подход, который, в первую очередь, рассматривается как единственно эффективная тактика у пациентов со стенозом позвоночного канала (Фищенко В.Я. с соавт., 1988; Полюхович Э.М., 2007; Kostuik J.P., 1979; Sevastik J.A. et al., 1984; Aebi M., 1988; Bradford D.S. et al., 1999; Gupta M.C., 2003; Ragab A.A. et al., 2003; Schwab F. et al., 2005; Ploumis A. et al., 2007; Silva F.E., Lenke G., 2010).

Важность хирургического лечения пациентов со сколиотической болезнью определяется несколькими факторами.

Во-первых, заболеваемость дегенеративным сколиозом прогрессивно увеличивается с возрастом пациентов, а общая тенденция его роста

рассматривается в связи с демографическим сдвигом в сторону старения общества (Briard J.L. et al., 1979; Simmons E.D. Jr., 1993; Aebi M., 2005; Benoist M., 2003; Daffner S.D., Vaccaro A.R., 2003; Schwab F. et al., 2005).

Во-вторых, в последние годы в связи с развитием анестезиологической службы, появлением новых возможностей реабилитационного лечения и непрерывным ростом уровня технического обеспечения оперативного вмешательства все чаще возникают вопросы уже не только о возможности проведения полноценной, высоко травматичной коррекции деформации у взрослых пациентов, но и о выборе оптимальной методики для достижения максимально продолжительного эффекта.

В-третьих, большой выбор методик хирургического лечения стенозов позвоночного канала на фоне кифосколиотической деформации позвоночника, вариантов фиксации, широкий ассортимент существующих металлоконструкций указывают на нерешенность многих вопросов в тактике ведения больных, что в значительной степени влияет на конечные результаты лечения.

Тактика хирургического лечения пациентов со стенозами позвоночного канала на фоне дегенеративных кифосколиотических деформаций основывается на анализе клинической картины, тяжести неврологического дефицита, рентгенологических исследований стабильности позвоночно-двигательных сегментов (ПДС), степени деформации позвоночного столба, сагиттального и фронтального баланса, качества костной ткани у возрастных больных, наличии сопутствующей патологии.

На сегодняшний день не существует единых взглядов на выбор методики хирургического лечения стенозов позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций у взрослых, а наличие значимой сопутствующей соматической патологии у таких пациентов зачастую лимитирует хирургическую агрессию. Таким образом, поиск баланса между хирургической агрессией, эффективностью лечения и частотой осложнений остается наиболее актуальным вопросом в ведении пациентов данной категории.

Несмотря на то, что клинические результаты хирургического лечения данной категории пациентов весьма показательны, частота осложнений, как интраоперационных, так и развивающихся в раннем послеоперационном периоде, остается значимой; кроме того, имеется хоть и небольшой, но определенный риск летальных исходов (Стоков Л.Д., 1979; Михайловский М.В., Садовой М.А., 1993; Bridwell K.H. et al., 1998; Fujita T. et al., 1998; Williams E.L. et al., 2002; Carreon L.Y. et al., 2003; Chia-Hsiao Kuo et al., 2004; Pateder D.B., Kostuik J.P., 2005; Baron E.M., Albert T.J., 2006; Raffo C.S., Lauerma W.C., 2006; Cho K.J. et al., 2007; Pateder D.B. et al., 2008; Smith J.S. et al., 2009; Cloyd J.M. et al., 2010).

Эти факторы на сегодняшний день постоянно стимулируют исследователей к поиску методик хирургического лечения с минимальной травматичностью у пациентов старшей возрастной категории.

### **1.5. Виды оперативных вмешательств**

В настоящее время общепринятое хирургическое лечение пациентов с данной патологией включает в себя изолированные декомпрессивные вмешательства, стабилизацию без коррекции деформации (*in situ*) и декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства с восстановлением сагиттального и фронтального баланса (Swank S. et al., 1981; Sanderson P.L., Wood P.L., 1993; Bradford D.S., Tribus C.B., 1997; Aebi M., 2005).

В конечном итоге именно от выбора правильной тактики лечения в каждом конкретном случае с учетом превалирующей клинической картины, степени патологических изменений, сопутствующей патологии и прогнозируемой активности пациента зависит продолжительность периода восстановления, вероятность возникновения осложнений и непосредственно качество жизни пациента.

F. Postacchini с соавторами (1999) в своем исследовании показали, что пациенты с нейрогенной перемежающейся хромотой, отсутствием или незначительным болевым синдромом в поясничном отделе и умеренной

деформацией могут быть прооперированы без стабилизации, с выполнением лишь декомпрессивных оперативных вмешательств. Стабилизация же показана при наличии болевого синдрома в позвоночнике как ведущего проявления в клинической картине и значительной деформации поясничного отдела.

К преимуществам изолированных декомпрессивных вмешательств многие авторы относят отсутствие необходимости имплантации металлоконструкций, особенно в условиях сниженного качества кости и остеопороза, которые встречаются в подавляющем большинстве у пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на фоне ригидных кифосколиотических деформаций (Марова Е.И., 1998; Михайлов Е.Е., 2003; Миронов С.П., 2006; Healy J., Lane J., 1985; Velis K.P. et al., 1988; Cornell C.N., 2003; Cavagna R. et al., 2008; Ould-Slimane M. et al., 2012).

Однако A.R. Vaccaro и S.T. Ball (2000), основываясь на многолетнем анализе этого вопроса, отмечают, что изолированные декомпрессивные вмешательства вызывают дальнейшее прогрессирование деформации, способствуют развитию нестабильности и в отдаленном периоде приводят к увеличению болевого синдрома в поясничном отделе и ногах. Таким образом, по мнению данных специалистов, декомпрессию неврологических структур необходимо дополнять стабилизацией позвоночно-двигательных сегментов на заинтересованных уровнях. Прочие показания для инструментализации позвоночника включают в себя наличие болевого синдрома с усилением при ходьбе и уменьшающегося при устранении осевой нагрузки, а так же документально подтвержденное прогрессирование деформации с течением времени.

Однако существует много факторов, ограничивающих (или настораживающих) применение металлоконструкций у пациентов старшей возрастной категории. Это такие объективные проблемы, как фиксация на фоне снижения минеральной плотности костной ткани, метаболических нарушений и сопутствующей соматической патологии, приводящих к нестабильности имплантатов в послеоперационном периоде и общему повышению частоты

осложнений (Dick J. et al., 1992; Bradford D.S., 1999; Benz R.J. et al., 2001; Ouellet J.A., Johnston C.E., 2002; Pateder D.B., Kostuik J.P., 2005).

Так, частота нестабильности металлоконструкции, увеличения кифоза и формирования псевдоартроза достигает 50% у пациентов старше 65 лет после многоуровневой фиксации (Bridwell K.H. et al., 1998; Williams E.L., 2002; Carreon L.Y. et al., 2003; Chia-Hsiao Kuo et al., 2004; Cho K.J. et al., 2007; Cloyd J.M. et al., 2010). В то же время частота инфекционных осложнений при использовании имплантатов возрастает в 10 раз по сравнению с показателями для оперативного лечения без имплантации металлоконструкций (3,8% и 0,37% соответственно) (Williams E.L., 2002; Pateder D.B. et al., 2008).

### **1.6. Выбор протяженности фиксации позвоночника**

Протяженность фиксации у данной категории пациентов вызывает устойчивый интерес специалистов, споры которых порождают большое количество противоречий. Если философия коррекции деформации и выбор уровня фиксации у детей и подростков на сегодняшний день определенным образом устоялась и носит вид алгоритма в зависимости от вида деформации (по Lenke), то у взрослых больных она не работает. И это обусловлено в первую очередь тем, что операции у них носят уже не профилактический, а лечебный характер. Поэтому приходится в большей степени учитывать состояние сегментов, как подлежащих фиксации, так и остающихся свободными.

Уровни фиксации позвоночного столба и количество позвоночно-двигательных сегментов, включаемых в зону спондилосинтеза, на сегодняшний день являются едва ли не самым обсуждаемым вопросом среди специалистов. Некоторые авторы полагают, что фиксацию следует продолжать до нейтрального и стабильного позвонка (Hanley E.N. Jr., 1996; Bridwell K.H. et al., 2004; Rinella A. et al., 2004). Другие исследователи не рекомендуют останавливать спондилосинтез ниже грудопоясничного перехода, так как это может привести к декомпенсации ПДС на уровне, смежном с уровнем фиксации, что может привести к развитию нестабильности и вторичного сегментарного кифоза

(Vaccaro A.R., Ball S.T., 2000).

Yan Zeng с соавторами (2012) в своем исследовании не нашли достоверного подтверждения развития патологических изменений смежных ПДС при стабилизации на уровне грудопоясничного перехода.

Основными преимуществами стабилизации *in situ* без коррекции деформации считали сохранение большего числа нефиксированных позвоночно-двигательных сегментов и уменьшение травматичности хирургического вмешательства (Kostuik J.P., 1979). Однако позднее было доказано, что дегенеративно-дистрофические изменения смежных с фиксируемыми ПДС развиваются достоверно быстрее, чем в случаях с восстановлением сагиттального и фронтального балансов (Kumar M.N. et al., 2001).

A. Rinella с соавторами (2004), оценивая значение поясничного лордоза и важность его восстановления, не выявили непосредственной зависимости между величиной лордоза и появлением изменений в смежных ПДС. Однако, на наш взгляд, изучение поясничного лордоза без анализа общего сагиттального профиля не позволяет корректно оценивать биомеханику позвоночника, нагрузку на смежные сегменты и, соответственно, делать выводы относительно корреляции послеоперационной величины лордоза и частоты развития дегенеративных процессов в смежных ПДС.

С хирургической точки зрения, лучшая коррекция сагиттального профиля достигается при продлении зоны фиксации до крестца, однако при выборе данной тактики оперативного лечения необходимо учитывать все дополнительные риски и осложнения (Kuklo T.R. et al., 2001). Так K.J. Cho с соавторами (2007), отказались от включения в зону спондилодеза крестца, отмечая, что это приводит к потере поясничного лордоза во время операции и вентральному сагиттальному дисбалансу в послеоперационном периоде. Авторы объясняют вентральное смещение сагиттального баланса денервацией мышц вследствие травматичности оперативного доступа, изменениями в длине разгибателей спины после коррекции кифотического компонента деформации, а также вестибулярными нарушениями.

Необходимо учитывать, что, несмотря на все способы фиксации крестца,

применяемые в настоящее время, при отсутствии восстановленного сагиттального баланса, неизбежно возникает несостоятельность фиксации с развитием псевдоартрозов. Это позволяет сделать вывод о том, что для снижения риска развития нестабильности и образования ложных суставов предпочтительнее смещение сагиттального баланса кзади по отношению к центру крестца (т.н. отрицательный сагиттальный баланс). М. Bernhardt, К.Н. Bridwell (1989) также говорят о преимуществах отрицательного сагиттального профиля. В своем исследовании 298 пациентов, оперированных по поводу сколиотических деформаций взрослых, авторы на основании анализа отдаленных результатов лечения показали, что положительный и даже нейтральный сагиттальный баланс приводят к раннему развитию дегенеративных изменений в смежных ПДС.

Бесспорным остается лишь утверждение, что выбор объема оперативного вмешательства и протяженности стабилизации позвоночника на сегодняшний день невозможен без анализа осложнений и отдаленных результатов хирургического лечения у данной категории пациентов.

### **1.7. Послеоперационные осложнения**

Несомненно, оперативное лечение пациентов старших возрастных групп всегда связано с повышенным риском осложнений. При этом хирургические вмешательства, включающие в себя коррекцию деформации, сопровождаются гораздо более высоким числом осложнений (Glassman S.D. et al., 1996; Bradford D.S. et al., 1999; Bridwell К.Н. et al., 1998, 2007; Williams E.L., 2002; Chia-Hsiao Kuo et al., 2004; Pateder D.B., Kostuik J.P., 2005; Cho K.J. et al., 2007; Cloyd J.M. et al., 2010). Зачастую пациенты данной группы имеют ряд сопутствующих заболеваний, а имплантация металлоконструкции в условиях снижения минеральной плотности костной ткани имеет свои особенности. Однако в настоящее время в литературе отсутствует единый подход относительно классификации и категоризации осложнений. Некоторые авторы делят осложнения на малые и значимые, другие классифицируют на ранние и поздние, системные и локальные (Стоков Л.Д., 1979; Bridwell К.Н. et al., 1998; Bradford

D.S., 1999; Benz R.J. et al., 2001; Carreon L.Y. et al., 2003). К малым осложнениям чаще всего относят парез кишечника, инфекции мочевыводящих путей, поверхностный венозный тромбоз, аритмию, поверхностные инфекции области хирургического вмешательства. Значимые осложнения включают в себя пневмонию, почечную недостаточность, инфаркт миокарда, ТЭЛА, РДСВ, неврологический дефицит, глубокую инфекцию зоны оперативного лечения (Chia-Hsiao Kuo et al., 2004). F.E. Silva и L.G. Lenke (2010) в своей работе, посвященной лечению дегенеративных сколиозов у взрослых, выделяют осложнения, связанные непосредственно с зоной оперативного вмешательства, или локальные и системные осложнения. К локальным авторы относят инфекционные осложнения, ликворею, нестабильность металлоконструкции, нарастание кифотической деформации в проксимальных отделах, дегенеративные изменения в смежных позвоночно-двигательных сегментах, псевдоартрозы и неврологические нарушения. Системные осложнения включают в себя инфаркт миокарда, пневмонию, инфекции мочевыводящих путей, парез кишечника, тромбоз глубоких вен и синдром верхней мезентериальной артерии.

R.J. Benz с соавторами (2001) делят все осложнения на 3 группы: общие, неврологические и хирургические. Кроме того, любые осложнения прежде всего классифицируют на интраоперационные и развившиеся в послеоперационном периоде (Bradford D.S. et al., 1999).

Таким образом, принимая во внимание разнообразие осложнений после хирургического лечения пациентов данной категории и наличие у них нередко нескольких значимых сопутствующих заболеваний, некоторые хирурги отдают предпочтение наименее травматичным оперативным методикам, приносящим симптоматическое облегчение (Pateder D.V., Kostuik J.P., 2002).

К достоверно значимым факторам риска развития осложнений, по данным L.Y. Carreon с соавторами (2003) и M.D. Daubs с соавторами (2007), относят возраст старше 65 лет, наличие существенной соматической патологии, высоко травматичные оперативные вмешательства (многоуровневый спондилосинтез – более 6 ПДС), остеотомию через ножку позвонка (pedicle subtraction osteotomy –

PSO), резекцию тела позвонка (vertebral column resection, VCR), снижение минеральной плотности костной ткани менее -2,0 по Т-критерию по данным остеоденситометрии.

Наиболее противоречивые данные в мировой литературе приводятся о частоте развития осложнений после хирургического лечения пациентов с данной патологией: от 10% до 80% (Glassman S.D. et al., 1967; Bridwell K.H. et al., 1998; Fujita T. Et al., 1998; Bradford D.S. et al., 1999; Benz R.J. et al., 2001; Carreon L.Y. et al., 2003; Chia-Hsiao Kuo et al., 2004; Cho K.J. et al., 2007; Cloyd J.M. et al., 2010).

L.Y. Carreon с соавторами (2003) сообщают о частоте развития всех видов осложнений, достигающей до 80% и значимых осложнений – до 21% у пациентов старше 65 лет. Схожие данные публикуют C.S. Raffo и W.C. Lauerman (2006), отмечая частоту значимых осложнений в 20% у пациентов старше 80 лет, входящих в группу оперативного лечения с применением спондилосинтеза.

До сих пор нет однозначных результатов относительно корреляции сопутствующей патологии с частотой развития осложнений. Так, N.B. Oldridge с соавторами (1994) отмечают прямую зависимость между наличием сопутствующей патологии и смертностью у данной категории пациентов. C.S. Raffo и W.C. Lauerman (2006) рассматривают сопутствующую патологию как достоверный фактор риска развития осложнений только у пациентов старше 80 лет, перенесших спондилосинтез. Ряд других исследователей не нашли достоверно значимой зависимости между сопутствующей патологией и развитием любых видов осложнений (Glassman S.D. et al., 1996; Fujita T. Et al., 1998; Bridwell K.H. et al., 2009; Cloyd J.M. et al., 2010).

## 1.8. Резюме

Приведенный анализ данных мировой литературы доказывает сложность и неоднозначность в подходах к осмыслению философии течения деформаций позвоночника на фоне дегенеративно-дистрофического процесса у взрослых. До конца не выяснены этиопатогенетические аспекты их развития. Нет эффективных клинических классификаций, которые легли бы в основу алгоритма лечения

больных, и позволяющих прогнозировать его исходы, по аналогии классификации Lenke для лечения сколиозов у детей и подростков. Поэтому часто прослеживается существенная полярность мнений от нейрохирургического подхода с малоинвазивными изолированными декомпрессиями до агрессивных ортопедических операций у этой возрастной категории пациентов с массой сопутствующей патологии. В то время как сам возраст не является противопоказанием для хирургического лечения, большинство авторов сходятся во мнении, что существуют определенные возрастные критерии, когда риски развития осложнений перевешивают ожидаемые результаты лечения и подавляющее большинство хирургов рекомендуют воздержаться от комплексных, травматичных операций. Исследование мировых лидеров в хирургии деформаций у взрослых показывает, что критический возраст для полноценного оперативного лечения составляет 69 лет. С этого возраста отмечено достоверное увеличение значимых осложнений в 9 раз после хирургических манипуляций с коррекцией деформации (Daubs M.D. et al., 2007).

Касательно выбора метода оперативного лечения, необходимости и протяженности фиксации, то существуют прямо противоположные данные, а четкие критерии, применения того или иного оперативного пособия до сих пор отсутствуют. Тактика применения различных оперативных методик для лечения стенозов позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций позвоночника у взрослых не позволяет четко ответить на вопрос о возможностях и ограничениях их использования. Это требует, с нашей точки зрения, поиска решений для единых подходов к хирургическому лечению стенозов позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций у взрослых на всех этапах – от предоперационного обследования пациентов до оценки полученных непосредственных и отдаленных результатов лечения.

Практическая важность перечисленных нерешенных вопросов хирургического лечения данной категории пациентов обусловила необходимость проведения настоящего диссертационного исследования, а также определила его цель и задачи.

## ГЛАВА 2

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 2.1. Общая характеристика больных

Работа основана на анализе результатов хирургического лечения 70 пациентов со стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций, проходивших лечение в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и в клинике ГБОУ ВПО «СЗМУ им. И.И. Мечникова» в период с 2008 по 2013 г.

Таблица 1

Распределение больных по возрасту и полу

Пол	Возраст, лет					Итого	
	55-60	61-65	66-70	71-75	>76	абс.	%
Женщины	6	16	19	9	6	56	80
Мужчины	3	6	3	2	0	14	20
Всего	9	22	22	11	6	70	100

Как следует из таблицы 1, средний возраст больных составил 67,4 года (от 55 до 82 лет), среди пациентов преобладали женщины – 80%, мужчин было 20%, большинство пациентов имели возраст старше 65 лет. У всех больных диагностированы стеноз позвоночного канала и кифосколиотическая деформация поясничного отдела позвоночника.

В группу исследования вошли пациенты с многоуровневым стенозом позвоночного канала степеней С и D по классификации С. Schizas и N. Theumann (2009) (рис. 1) и сколиотической деформацией поясничного отдела позвоночника (таб. 2–5).

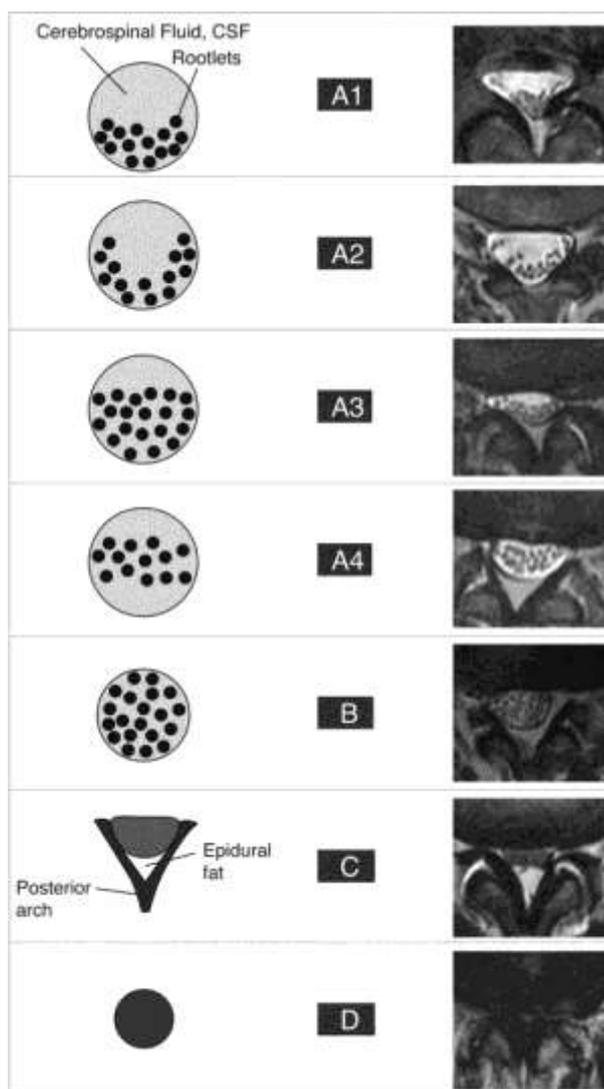


Рис. 1. Классификация стеноза позвоночного канала по С. Schizas и N. Theumann (2009)

Таблица 2

Распределение пациентов по степени сколиотической деформации позвоночника по Kobb

	Сколиотическая деформация, °				Итого	
	10-20°	21-30°	31-40°	41-50°	абс. ч.	%
Количество пациентов	12	24	18	16	70	100

Таблица 3

Распределение пациентов по величине поясничного лордоза по Kobb (n=70)

	Поясничный лордоз, °				Итого	
	-20-(-11)	-10-(-1)	0 - 10	>11	абс.	%
Количество пациентов	10	28	20	12	70	100

Таблица 4

Распределение пациентов по количеству уровней стеноза позвоночного канала

	Количество уровней стеноза			Итого	
	2–3	4–5	>5	абс.	%
Количество пациентов	21	34	15	70	100

Таблица 5

Распределение пациентов по степени стеноза позвоночного канала по классификации С. Schizas, N. Theumann (2009)

	Степень стеноза позвоночного канала		Итого	
	С	D	абс.	%
Количество пациентов	26	44	70	100%

Резюмируя данные таблиц можно сделать вывод о том, что преобладают пациенты со значительными многоуровневыми стенозами позвоночного канала на фоне выраженных (более 20°) поясничных деформаций позвоночника,

характеризующихся еще и расстройствами статики и биомеханики, которые проявляются синдромом плоской спины (отсутствием лордоза) более чем у половины больных.

Средний срок послеоперационного наблюдения составил  $2,8 \pm 0,7$  года (от 1 до 5 лет). При этом больных, наблюдавшихся более двух лет, было большинство – 61 (87,14%).

До операции, в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах все больные проходили комплексное клинико-рентгенологическое обследование. В рамках предоперационного планирования выполнялись стандартные спондилограммы в прямой и боковой проекциях, функциональные рентгенограммы на вершине деформации, МРТ или КТ-миелография поясничного отдела и телерентгенограммы всего позвоночника в положении стоя. Так же всем пациентам выполняли денситометрию. Болевой синдром оценивался по визуально-аналоговой шкале (VAS), неврологические расстройства – по шкале Американской ассоциации повреждений спинного мозга (American Spine Injury Association – ASIA), качество жизни – по индексу нарушения жизнедеятельности Освестри (Oswestry Disability Index – ODI).

## **2.2. Инструментальные методы обследования больных**

### **2.2.1. Рентгенологические методы исследования**

В диагностике деформаций позвоночника ведущая роль принадлежит рентгенологическим методам исследования.

Одной из наиболее достоверных, неинвазивных и распространенных рентгенологических методик является спондилография (рис. 2).

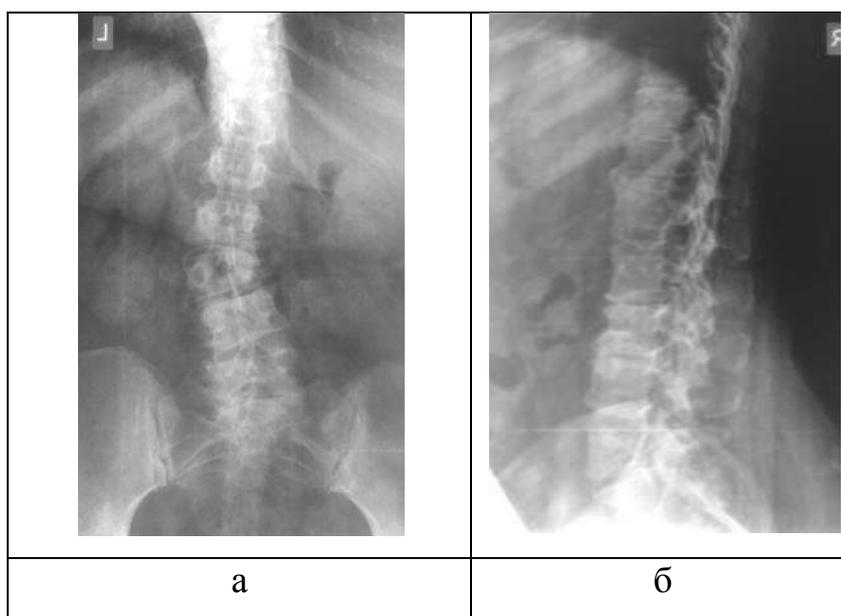


Рис. 2. Стандартные рентгенограммы больной М., 74 лет, с кифосколиотической деформацией позвоночника: а – прямая проекция; б – боковая проекция

В нашем исследовании всем пациентам спондилография выполнялась еще и с функциональными нагрузками, в боковой проекции в положении максимально возможного сгибания и разгибания позвоночника (рис. 3).

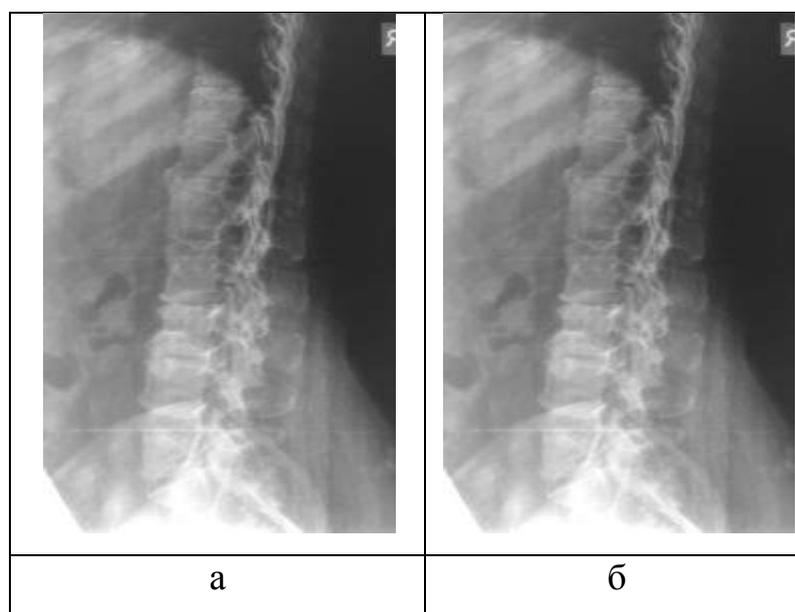


Рис. 3. Рентгенограммы пациентки М., 74 лет, в положении максимально возможного сгибания (а) и разгибания позвоночника (б); отсутствие смещений в сегментах позвонков, свидетельствует о ригидности деформации.

Анализ спондилограмм позволял определить наличие и степень деформации позвоночника, рентгенологические признаки остеохондроза, уровень преимущественного поражения, функциональные возможности заинтересованного отдела позвоночника.

Рентгенологические признаки нестабильности ПДС и сужение межпозвонковых промежутков на функциональных спондилограммах было выявлено у 66 (94,3%) больных. Так же отмечалась прямая клинико-рентгенографическая зависимость между степенью выраженности дегенеративно-дистрофических изменений по данным рентгенограмм и клинической симптоматикой соответствующего уровня.

Для оценки таких глобальных отношений позвоночника, как сагиттальный и фронтальный баланс, а также позвоночно тазовых отношений всем пациентам выполнялись телерентгенограммы позвоночника в двух стандартных проекциях в положении стоя (рис. 4).

Оценка типа кифосколиотической деформации осуществлялось в соответствии с классификацией Scoliosis Research Society (SRS) (Schwab F. et al., 2012). На основании анализа телерентгенограмм оценивались следующие показатели: тазовый наклон (pelvic incidence – PI), поясничный лордоз (lumbar lordosis – LL), грудной кифоз (thoracic kyphosis – ТК), отклонение сагиттальной вертикальной оси (sagittal vertical axis – SVA).

Оценка сагиттального профиля и предоперационное планирование производились не только на основании измерения величины отклонения SVA, но и согласно расчетам по формуле с доказанной чувствительностью в 91% для прогнозирования сохранения нормального сагиттального баланса в течение 24 месяцев после операции:  $PI + LL + ТК \leq 45^\circ$  (Aebi M., 2005).



Рис. 4. Телерентгенограммы пациентки С., 78 лет, выполненные в положении стоя

На основании анализа комплексного рентгенологического обследования пациентов в рамках предоперационного планирования определялись необходимый уровень фиксации, требуемая протяженность спондилосинтеза, а так же величина (в градусах) и уровень остеотомии при ее необходимости для восстановления сагиттальных и фронтальных отношений.

Для определения наличия, локализации, степени стеноза позвоночного канала и компрессии неврологических структур, а также для уточнения взаимоотношения позвонков в местах предполагаемого расположения металлоконструкции проводилась КТ и МРТ. Пациентам, имевшим противопоказания для выполнения МРТ, была проведена КТ-миелография.

*Магнитно-резонансная томография.* МРТ на сегодняшний день является одним из самых информативных методов исследования при дегенеративном

стенозе позвоночного канала. Достоинствами МРТ являются неинвазивность, отсутствие лучевой нагрузки, высокое разрешение и широкое поле изображения, возможность получения срезов любой ориентации, визуализация содержимого дурального мешка, корешковых каналов, околопозвоночной зоны, а так же всех мягкотканых элементов зоны сканирования. Стандартное обследование поясничной области включает в себя T1- и T2-взвешенные изображения в сагиттальной плоскости, охватывающие области от конуса до крестца и от одного корешкового отверстия до другого. Аксиальные срезы выполняются на интересующем врача уровне. Данное обследование позволяет выявлять не только наличие, положение и степень сужения позвоночного канала, а так же гипертрофию и другие патологические изменения структур, непосредственно ответственных за стенозирование позвоночного канала. МРТ была выполнена 58 (82,9%) пациентам, у которых отсутствовали противопоказания к проведению данного исследования (рис. 5).



Рис. 5. МРТ поясничного отдела: стеноз позвоночного канала на уровне L4-5-S1

Мы использовали следующую методику позитивной КТ-миелографии при наличии противопоказаний к проведению МРТ. У больных с подозрением на стеноз позвоночного канала выполняли люмбальную пункцию в положении больного лежа на боку, иглу вводили в межкостистый промежуток по стандартной методике с учетом деформации позвоночника. После прокола твердой мозговой оболочки выводили 5–10 мл ликвора с целью проведения лабораторных исследований, а затем водорастворимые йодсодержащие контрастные препараты (омнипак или ультравист) в количестве 15–20 мл. После этого в пределах 2–3 часов пациенту выполнялось КТ-исследование поясничного отдела позвоночника. КТ-миелография в нашей работе была выполнена 12 (17,1%) пациентам в связи с противопоказаниями к проведению МРТ (рис. 6).

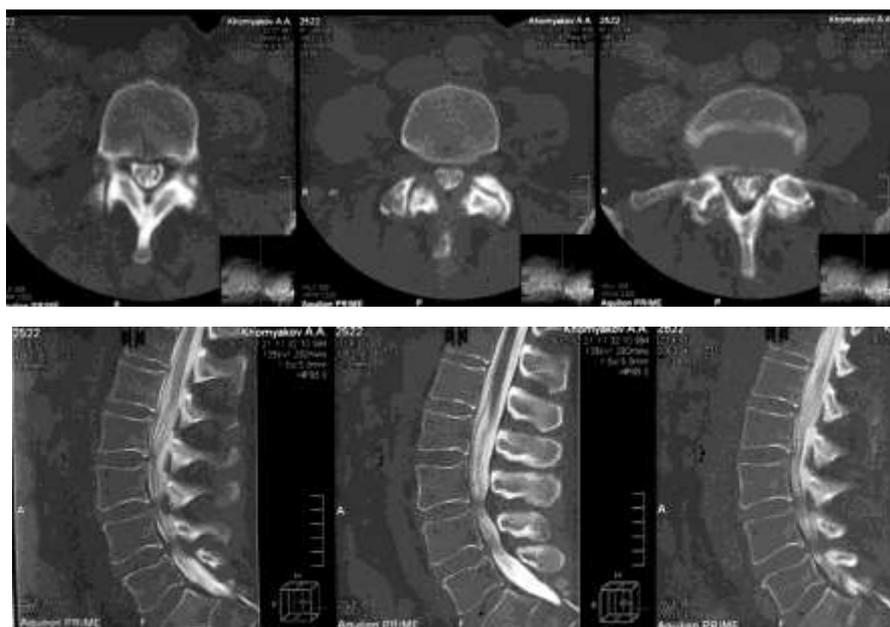


Рис. 6. КТ-миелография поясничного отдела позвоночника, признаки нарушения ликвородинамики на уровне L3-L4-L5

Рентгеновская денситометрия – метод определения минеральной плотности костной ткани, применяемый для измерения в ней содержания кальция, основного структурного элемента кости. Сопутствующие патологические переломы позвонков на фоне остеопороза, а также проблемы фиксации позвоночника при

данной патологии обязывают выполнять это исследование в предоперационном периоде. С учетом возрастной группы исследуемых пациентов остеоденситометрия была выполнена 70 (100%) больным с целью прогнозирования рисков нестабильности металлоконструкций и переломов смежных позвонков.

### **2.2.2. Другие методы исследования**

#### *Лабораторные методы исследования*

Всем пациентам выполняли общий анализ крови, полный биохимический анализ крови, коагулограмму с целью исключения острых и хронических воспалительных процессов, хронических соматических заболеваний. У всех больных исследовалась реакция Вассермана крови, при необходимости проводился анализ на ВИЧ. Обследование включало так же клинический анализ мочи.

#### *Осмотр специалистов, дополнительные инструментальные методы исследования*

Обязательными в предоперационном периоде были осмотр стоматолога для исключения очагов хронических инфекций, УЗИ сосудов нижних конечностей для выявления наличия тромбообразования и других нарушений проходимости артерий и вен. Все женщины обязательно проходили осмотр гинеколога.

Всем пациентам назначались консультация терапевта и невролога. По показаниям, а также всем пациентам старше 70 лет проводилось эхокардиографическое исследование.

По результатам комплексного предоперационного обследования у исследуемых пациентов была выявлена следующая значимая сопутствующая патология (табл. 6).

Структура значимой сопутствующей патологии у пациентов

Значимая сопутствующая патология	Количество пациентов	
	абс.	%
Остеопороз (<-2,5 по Т-критерию)	52	74,3
Остеопения (от -1,5 до -2,5 по Т-критерию)	12	17,1
Гипертоническая болезнь	51	72,9
Гастрит/ язвенная болезнь	38	54,3
Бронхиальная астма / ХОБЛ	22	31,4
ИБС	34	48,6
Сахарный диабет	14	20
Аритмия	8	11,4
Ревматологические заболевания	12	17,1
Сг в анамнезе	10	14,3
Патология почек	16	22,9

### 2.3. Применяемые методы хирургического лечения и группы больных

Как уже было отмечено, в исследовании проанализированы результаты хирургического лечения пациентов старших возрастных групп со стенозом позвоночного канала, ригидными сколиотическими деформациями поясничного отдела и нарушениями сагиттального баланса вследствие уменьшения величины поясничного лордоза. У всех пациентов был диагностирован многоуровневый стеноз позвоночного канала С и D степеней по классификации С. Schizas, N. Theumann (2009).

Сколиотические деформации сочетались с явлениями нестабильности ПДС (вплоть до развития латеролистезов), снижением минеральной плотности костной ткани, вплоть до остеопороза, болевым синдромом и наличием неврологических расстройств.

Применение различного объема оперативного вмешательств на позвоночнике позволило выделить три группы пациентов:

**Группа 1** (ретроспективная и проспективная) состояла из 25 больных со стенозом позвоночного канала и ригидной кифосколиотической деформацией. В этой группе осуществляли одноэтапное хирургическое лечение, заключающееся в изолированной декомпрессии неврологических структур из заднего доступа путем медиальной фосеотомии и резекции желтой связки, при необходимости удалялась грыжа диска или спондилезные шипы, без стабилизации позвоночника и спондилодеза.

**Группа 2** (ретроспективная и проспективная) состояла из 25 больных со стенозом позвоночного канала и ригидной кифосколиотической деформацией. В этой группе применяли одноэтапное оперативное лечение из заднего доступа с декомпрессией неврологических структур путем резекции межпозвонковых суставов (фасетэктомии). При необходимости удаляли грыжу диска или спондилезные шипы, выполняли локальную стабилизацию на уровне декомпрессии системами транспедикулярной фиксации без коррекции деформации (*in situ*).

**Группа 3** (ретроспективная и проспективная) – 20 больных со стенозом позвоночного канала и ригидной кифосколиотической деформацией. В этой группе особенность хирургического лечения состояла в том, что больным выполнялась одноэтапная декомпрессия неврологических структур (аналогичная пациентам 2-й группы) со стабилизацией системами транспедикулярной фиксации и полноценной коррекцией деформации с восстановлением фронтального и сагиттального балансов, посредством многоуровневой остеотомии Смита – Петерсона (Smith-Peterson osteotomy – SPO) и/или остеотомии через ножку дуги позвонка (PSO). Так же для формирования переднего костного блока и коррекции величины лордоза применялся передний межтеловой спондилодез из заднего трансфораминального доступа (transforaminal lumbar interbody fusion – TLIF) на одном–пяти уровнях, а для формирования заднего костного блока проводился задний спондилодез аутокостной крошкой.

Все группы пациентов были репрезентативны и не имели статистических различий между собой. Детальные пояснения и подробная характеристика больных по группам будет представлена позже в рамках решения задач исследования.

Проводилось сравнение результатов обследования и лечения между первой, второй и третьей клиническими группами. Такую сравнительную оценку проводили непосредственно перед выпиской пациентов из стационара, а также в отдаленном периоде (3, 6, 12 мес. и далее ежегодно). Сравнение результатов лечения проводилось по данным коррекции деформации во фронтальной и сагиттальной плоскостях, оценке уровня болевого синдрома, неврологического дефицита и качества жизни пациентов.

#### **2.4. Анкетирование больных**

Всем пациентам, включенным в исследование, проводилось контрольное рентгенологическое обследование позвоночника в сроки 3, 6, 12, 18 и 24 месяца и далее ежегодно. Пациентам первой группы, оперированным без применения стабилизирующих систем, в те же сроки было выполнено контрольное МРТ. Для оценки выраженности болевого синдрома использовали наиболее простую и удобную в повседневной практике визуальную аналоговую шкалу боли (VAS), где начальная точка шкалы обозначает отсутствие боли – 0 баллов, а максимально выраженной, нестерпимой боли соответствует ее конец – 10 баллов.

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

Для оценки качества жизни пациентов была использована анкета качества жизни Освестри – Oswestry Disability Index (ODI), разработанная в 1980 г. для оценки степени нарушения жизнедеятельности, обусловленного патологией позвоночника. Анкета Освестри доступна в версии 2.1a и состоит из 10 разделов.

Для каждого раздела максимальный балл равен 5. Индекс ответов (ODI) высчитывается по формуле: сумма набранных баллов/максимально возможное количество баллов и умноженная на 100.

Для оценки неврологического дефицита использовалась американская шкала оценки повреждений спинного мозга – American Spinal Injury Association score (ASIA). Распределение тяжести поражения осуществляется по пяти уровням от А до Е, где А – это полная потеря чувствительности и двигательной функции, Е – норма. В нашем исследовании пациенты имели нарушения по типу С, где двигательная функция ниже неврологического уровня сохранена, но более половины ключевых мышц ниже неврологического уровня имеют силу менее 3 баллов и по типу D, где двигательная функция ниже неврологического уровня сохранена, и, по крайней мере, половина ключевых мышц ниже неврологического уровня имеют силу 3 балла и более. Не смотря на то, что данная классификация была создана для обследования пациентов с повреждениями спинного мозга, мы использовали ее в нашей работе для объективной оценки неврологического статуса больных со стенозами, основываясь на том, что в их клинической картине преобладали парезы. В современной литературе мы не нашли классификаций, позволяющих суммировать результаты и провести сравнительную характеристику динамики неврологической симптоматики при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника и стенозов в частности, как в рамках одного исследования, так и между различными данными. Поэтому возможность объективно оценить мышечную силу и чувствительность у данной категории пациентов, графически представить динамику развития симптоматики на фоне лечения, и послужило причиной применения этой классификации для оценки неврологического статуса у больных в данной работе.

## **2.5. Статистическая обработка результатов исследования**

Для статистической обработки данных, полученных в результате клинических исследований, использовался метод вариационной непараметрической статистики. Полученные данные были представлены в виде

среднего арифметического значения, стандартного отклонения и в процентах.

Проводилось вычисление следующих показателей:  $M$  – среднее арифметическое значение величины вариационного ряда;  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение;  $m$  – величина ошибки среднего значения;  $n$  – количество наблюдений. Для сравнения количественных признаков и оценки достоверности различий использовался непарный критерий Стьюдента ( $t$ ).

Различия между величинами и корреляционные связи рассматривались как статистически достоверные при значениях  $p < 0,05$ , которое принято в медико-биологических исследованиях (Боровиков В.П., Боровиков И.П., 1997; Гублер Е.В., Генкин А.А., 1973).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась на персональном компьютере средствами статистической программы SPSS, аппаратное обеспечение: Intel Pentium Core 2 Quad 8200 2.33 ГГц, используемое программное обеспечение: OS Microsoft Windows XP SP3, Microsoft Office Excel 2003, SPSS 16.0.1.

## **2.6. Клинико-рентгенологические особенности кифосколиотических деформаций у взрослых и основные причины формирования стенозов позвоночного канала**

В рамках решения первой и второй задач мы изучали клинико-рентгенологические особенности кифосколиотических деформаций в комбинации со стенозами позвоночного канала, а также выявляли зависимость степени стеноза от стабильности позвоночного столба.

Всем пациентам проводилась оценка антропометрических данных, а так же полное вертеброневрологическое обследование. Изучались такие аспекты как:

- походка (наличие или отсутствие хромоты, наклон туловища кпереди и компенсаторное сгибание в тазобедренных и коленных суставах);
- асимметрия надплечий; перекос таза;
- шейный лордоз, грудной кифоз, поясничный лордоз;
- положение крестца;

- положение таза;
- линия отвеса от остистого отростка С7 (SVA);
- сторона, локализация и протяжённость сколиотической деформации;
- сколиотическое противоискривление;
- движения в шейном, грудном и поясничном отделах позвоночника;
- характер и локализация болевого синдрома;
- рефлекторные мышечно-тонические реакции;
- явления неврологического дефицита.

Сводные результаты вертеброневрологического исследования представлены в таблице 7.

## Результаты вертеброневрологического исследования пациентов

Симптом	Количество пациентов	
	абс.	%
Изменения походки, осанки	70	100
Асимметрия надплечий, перекося таза	46	65,7
Сглаженность поясничного лордоза	65	92,8
Анталгическая поза в положении лежа	61	87,1
Болезненность остистых отростков в пояснично-крестцовой области при перкуссии и пальпации	70	100
Болезненность при надавливании в паравертебральных точках с одной или с двух сторон	70	100
Симптомы натяжения корешков спинного мозга (Нери, Ласега)	59	84,3
Гипестезия в зоне иннервации корешка L2	8	11,4
Гипестезия в зоне иннервации корешка L3	26	37,1
Гипестезия в зоне иннервации корешка L4	37	52,9
Гипестезия в зоне иннервации корешка L5	34	48,6
Гипестезия в сакральных сегментах	6	8,6
Гипестезия в зонах иннервации двух корешков	42	60
Гипестезия в зонах иннервации трех и более корешков	18	25,7

Гиперестезия	5	7,1
Снижение мышечной силы в конечностях	53	75,7
Гипотрофия мышц конечностей	44	62,9
Нейрогенная перемежающаяся хромота	70	100

Как видно из таблицы, у всех пациентов стеноз позвоночного канала и деформации сопровождались выраженными статико-биомеханическими и неврологическими расстройствами со стороны позвоночного столба, сопровождавшимися парезами более чем у 75% пациентов, причем уже длительно существующими, с мышечными гипотрофиями более чем у 60% из них, и нейрогенной перемежающейся хромотой в 100% случаев. Это сопровождалось расстройствами походки у всех пациентов и грубыми нарушениями качества жизни.

Оценка вертебро-неврологического статуса пациентов не позволила выявить достоверных различий в группах пациентов.

Для комплексного изучения результатов лечения, особенно в отдаленном послеоперационном периоде, а также для адекватного сравнения полученных результатов с данными других авторов, клинические проявления патологии мы не стали разделять по симптомам и синдромам, а объединили по основным клинико-неврологическим шкалам (VAS, ASIA) и шкале оценки качества жизни (ODI).

На основании оценки данных рентгенологического, МРТ и КТ-исследований, в том числе и с использованием контрастирования (Rg и КТ-миелографии) были определены основные рентгенологические характеристики деформации позвоночника у больных до операции и патоморфологические причины развития стеноза позвоночного канала в зависимости от возраста и стабильности позвоночного столба (табл. 8).

Зависимость патоморфологических изменений при стенозе  
позвоночного канала от возраста

Основной патоморфологический признак	Возраст, лет		
	до 50	50–60	старше 60 лет
Грыжи межпозвонковых дисков	43	21	6
Гипертрофия связочного аппарата	16	33	21
Гипертрофия суставных отростков/остеофиты	11	16	43

Из данных таблицы видно, что у пациентов более молодой возрастной категории (до 60 лет) основной причиной формирования стеноза позвоночного канала были грыжи межпозвонковых дисков и гипертрофически измененный связочный аппарат, в то время как у пациентов старшей возрастной группы (старше 60 лет) основную роль в формировании стеноза играли гипертрофированные суставные отростки и остеофиты.

Рентгенологические характеристики деформации на основании данных величины дуги по Cobb и критериям сагиттального баланса по классификации Scoliosis Research Society (SRS) – Schwab позволили выявить нарушения сагиттального профиля больных. По степени тяжести они распределились следующим образом:

- нормальный сагиттальный баланс с отклонением SVA до 4 см по SRS-Schwab выявлен у 17 (24,3%) больных;
- умеренный сагиттальный дисбаланс (POSITIVE по SRS – Schwab) (отклонение SVA на 4–9см) – у 33 (47,1%) пациентов.
- выраженный сагиттальный дисбаланс (VERY POSITIVE по SRS – Schwab) (отклонение SVA более 9см) – у 20 (28,6%) пациентов.

Данные исследования показали, что наиболее выраженные, статистически не отличающиеся друг от друга, нарушения сагиттального баланса туловища

отмечены во 2-й и 3-й группах больных. В первой группе нарушения носили менее выраженный характер (табл. 9).

Таблица 9

Характеристика пациентов  
по основным клинико-рентгенологическим показателям

Средний показатель до операции*	I группа	II группа	III группа	P (достоверность)
VAS, балл	7,6±1,1	7,8±1,2	7,7±1,1	p> 0,05
ODI, %	72,2±4,3	70,3±4,8	70,1±3,2	p> 0,05
ASIA	C-D	C-D	C-D	p> 0,05
PI°	54,3	52,9	56,1	p> 0,05
PT°	31,3	29,5	33,5	p> 0,05
LL°	22,3	23,1	24,7	p> 0,05
TK°	24,7	25,2	24,3	p> 0,05
SVA, см	4,3	7,8	9,6	p< 0,05 для I – II гр и I-III групп p> 0,05 для II и III групп
CSVL, см	3,5	4,4	3,9	p> 0,05
Cobb, град.	28,3	26,1	27,7	p> 0,05
Стеноз по Schizas	C-D	C-D	C-D	p> 0,05

\*Примечание: VAS – Visual Analog Score (визуально-аналоговая шкала); ODI – Oswestry Disability Index (индекс нарушения жизнедеятельности Освестри); ASIA – American Spine Injury Association (шкала американской ассоциации повреждений спинного мозга); 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); CSVL – central sacral vertical line

Как видно из таблицы, мы не нашли достоверных различий в группах, кроме показателей сагиттального баланса, менее серьезных в первой группе, следовательно считали их репрезентативными по основным клинико-рентгенологическим показателям. Учитывая этот факт и последующие цели работы, мы не стали проводить отдельные исследования в каждой нозологической группе и разбивать их на подгруппы.

Резюмируя данный раздел работы, можно сказать, что пациенты с

деформациями позвоночника и стенозом позвоночного канала являются очень трудной категорией больных, требующих комплексного обследования ортопедических и неврологических проявлений заболевания. Клинические проявления у них носят комплексный характер в виде выраженного вертеброгенного болевого синдрома, нейрогенной перемежающейся хромоты, парезов и нарушений биомеханики позвоночного столба в 100% случаях. Причины стеноза позвоночного канала имеют характерную возрастную зависимость от грыжи межпозвонкового диска в молодом возрасте до спондилоартроза и спондилеза в пожилом и старческом возрасте. Выявлена прямая связь между клиническими проявлениями заболевания и деформацией позвоночника. Причем степень стеноза позвоночного канала был практически одинаковым во всех группах, что отражалось в сходной неврологической картине. В свою очередь, выявлены достоверные различия в уровне болевого синдрома и качестве жизни у пациентов с менее выраженными нарушениями баланса туловища в первой группе и выраженными расстройствами во II и III группах, где были представлены более выраженные деформации, которые сопровождались и более худшей клинической картиной патологии. Как уже было отмечено, степень стеноза позвоночного канала была идентична во всех группах. Это указывает на значимое влияние именно деформации позвоночника на клиническую картину и качество жизни у данной категории пациентов (табл. 9).

## **2.7. Изучение влияния стабильности позвоночного столба на клинико-рентгенологические характеристики стеноза позвоночного канала**

С целью формирования алгоритма лечения пациентов с деформациями позвоночника и обоснования необходимости выполнения стабилизирующих операций на фоне их риска, особенно у пожилых, мы изучили влияние нестабильности позвоночного столба на клинико-рентгенологическую картину стеноза позвоночного канала.

Как уже было отмечено, дегенеративно-дистрофические изменения

позвоночника у данной категории пациентов сопровождаются выраженным спондилезом и спондилоартрозом, что характеризует деформации как ригидные.

Поэтому под нестабильностью мы подразумевали патологическую подвижность в сегментах позвоночника на функциональных рентгенограммах в сагиттальной и фронтальной плоскостях, с формированием подвывиха в межпозвонковых суставах, анте-, ретро- и латеролистезом позвонка на вершине деформации и стеноза.

В нашем исследовании функциональные рентгенограммы с максимальным сгибанием и разгибанием, а также боковыми наклонами в области основной дуги деформации были выполнены у 70 (100%) больных. Признаки нестабильности позвоночно-двигательных сегментов были выявлены у 27 (38,6%) пациентов.

Этим пациентам были проведены дополнительные функциональные тесты, включающие функциональную рентгенографию с миелографией (рис. 7) и функциональную электронейромиографию (рис. 8).

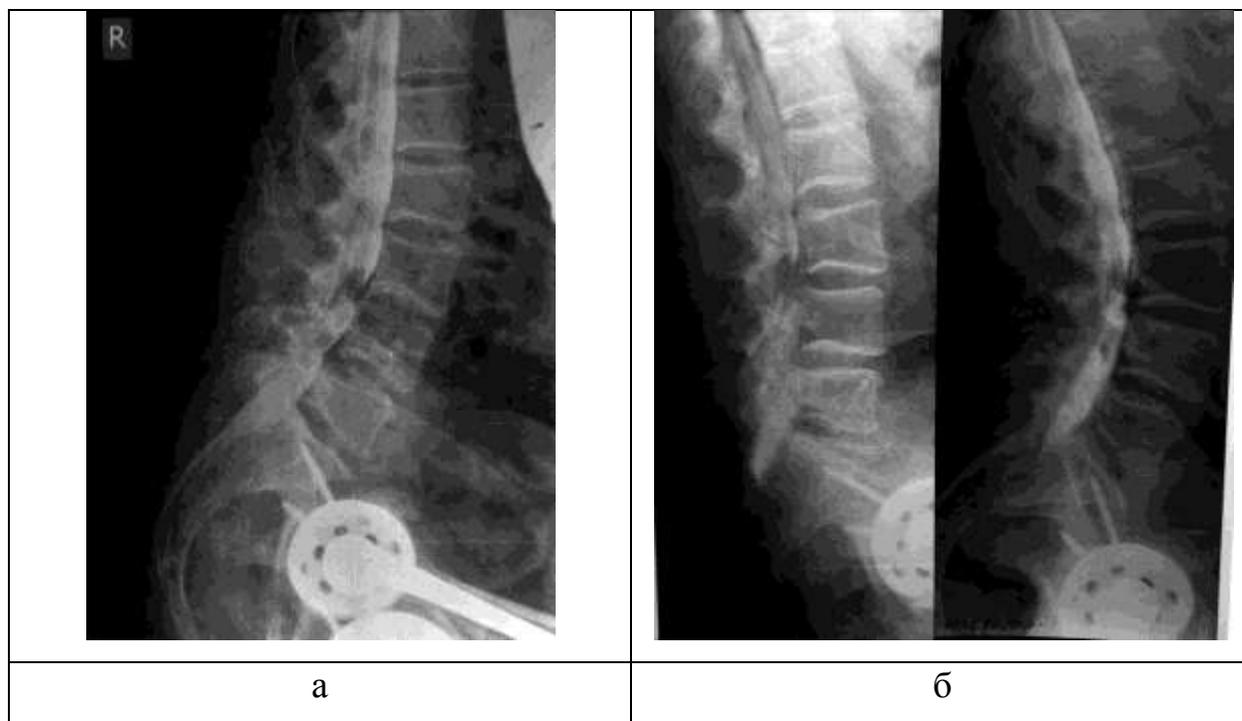


Рис. 7. Рентгенография с миелографией поясничного отдела позвоночника, боковая проекция (а); функциональная Rg-миелография с максимальным сгибанием и разгибанием (б). Отмечается выраженное нарушение ликвородинамики на уровне L3-4 при максимальном сгибании

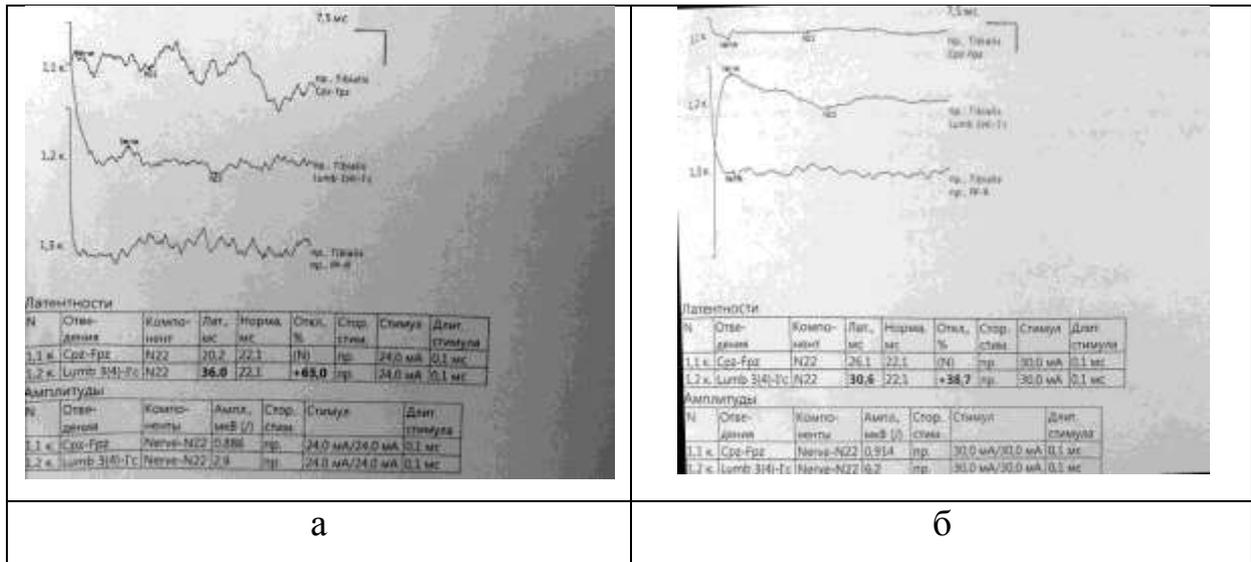


Рис. 8. Функциональная электронейромиография: а – показатели без нагрузки; б – признаки нарушения проводимости при максимальном сгибании в поясничном отделе позвоночника

По данным функциональной рентгенографии с миелографией, рентгенологические признаки нарушения ликвородинамики были выявлены в 20 (74,1%) случаях.

Признаки нарушения проводимости, по данным электронейромиографии, определялись у 19 (70,4%) пациентов во время проведения функциональных проб с максимальным сгибанием и разгибанием поясничного отдела позвоночника. Причем у 14 (73,7%) из них изменения при нейромиографии совпадали с данными рентгеноконтрастного исследования, а у 5 (26,3%) носили изолированный характер.

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.

Однако стоит отметить, что у некоторых пациентов – 5 (26,3%) – данные нарушения на функциональной миелографии и нейрофизиологическом

исследовании не совпадали.

Другой важной частью нашего исследования было определить, влияет ли многоуровневая изолированная декомпрессивная операция в объеме медиальной фасетотомии (без металлофиксации) на стабильность позвоночника в послеоперационном периоде.

Как уже было отмечено, данный вид вмешательства выполнялся 25 пациентам первой группы. Стабильность позвоночника мы оценивали по отсутствию жалоб на нарастание болевого синдрома и рентгенологическим признакам через 3, 6, 12 и 24 месяца после операции.

Так, через 3 месяца усиление болей в спине отметили 4 (16%) больных. Через 6, 12 и 24 месяца количество таких пациентов прогрессивно увеличивалось: 6 (24%), 9 (36%) и 16 (64%) соответственно (рис. 9).

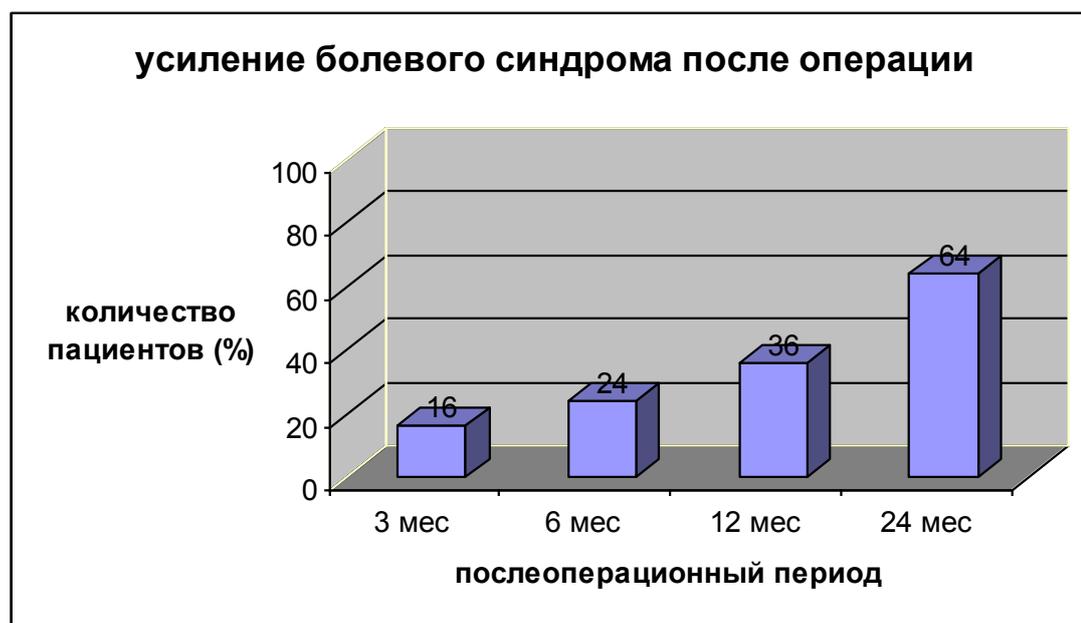


Рис. 9. Динамика болевого синдрома у пациентов, перенесших изолированную декомпрессию

Выполнение функциональных рентгенограмм у пациентов с жалобами на нарастание болевого синдрома выявило характерные признаки нестабильности в сегменте позвоночника, отсутствующие на предоперационном этапе, у 14 (87,5%)

больных. Обращает на себя внимание тот факт, что во время наблюдения за пациентами этой группы не было отмечено достоверного нарастания неврологической симптоматики, что говорит о превалировании вертеброгенной составляющей на фоне деформации в клинической картине послеоперационного периода. Выполнение рентгенологической или КТ-миелографии у 14 (56%) из них с целью выявления причин нарастания болей и предоперационного планирования при повторном вмешательстве не выявило признаков выраженного стеноза на оперированном сегменте позвоночника.

Таким образом, резюмируя данный раздел исследования, следует отметить, что нестабильность позвоночного столба играет существенную роль в клиническом течении заболевания в виде выраженного болевого синдрома и более грубых динамических неврологических расстройств на фоне стеноза позвоночного канала у пациентов с деформациями позвоночника и нарушениями баланса туловища. Изолированная декомпрессивная операция у данной категории пациентов достоверно приводит к развитию нестабильности сегментов позвоночника почти в 90% случаев ( $p < 0,05$ ).

### Глава 3

## ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ИЗУЧЕННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ ГРУПП

Хирургическое лечение стенозов позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций у взрослых представляет сложную задачу для нейрохирургов и ортопедов. Этиология заболевания, наличие тяжелых ригидных деформаций с нарушением сагиттального и фронтального баланса, давность заболевания, зачастую наличие многоуровневых поражений, дегенеративных изменений различной степени тяжести, а так же обширный список значимой сопутствующей патологии заставляет искать наиболее подходящий алгоритм оперативной активности индивидуально для каждого пациента.

Как уже было отмечено в описании групп наблюдений, оперативное лечение проводилось одноэтапно по трем хирургическим направлениям.

Первая методика заключалась в изолированной декомпрессии неврологических структур из заднего доступа без стабилизации позвоночника и спондилодеза.

При второй тактике оперативное лечение из заднего доступа с декомпрессией неврологических структур дополнялось локальной стабилизацией на уровне декомпрессии системами транспедикулярной фиксации без коррекции деформации.

Особенностью хирургической техники третьей методики являлось то, что больным выполнялась декомпрессия неврологических структур со стабилизацией системами транспедикулярной фиксации и полноценной коррекцией деформации с восстановлением фронтального и сагиттального баланса посредством многоуровневой SPO и/или PSO.

Так же для формирования переднего костного блока и коррекции величины лордоза применялся передний межтеловой спондилодез из заднего трансфораминального доступа (TLIF) на 1–5 уровнях, а для формирования заднего костного блока проводился задний спондилодез аутокостной крошкой.

Данные типы хирургических вмешательств использовались у всех пациентов, если не имелось серьезной соматической патологии, выявленной в предоперационном периоде, не позволяющей выполнять сложные травматичные вмешательства.

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

### **3.1. Хирургическое лечение с применением изолированной декомпрессии неврологических структур**

Пациентам 1-ой группы, в которую вошли 25 пациентов (19 женщин и 6 мужчин) хирургическое вмешательство проводилось с применением изолированной декомпрессии неврологических структур без стабилизации и коррекции деформации позвоночника.

У всех пациентов оценивалось наличие рентгенологических признаков нестабильности ПДС, состояние сагиттального и фронтального баланса.

В первой группе из 25 больных у 17 отсутствовали нестабильность ПДС по данным функциональных спондилограмм и значимые отклонения сагиттального баланса (отклонение сагиттальной вертикальной оси от заднего края тела S1 позвонка менее 4 см; Sagittal Vertical Axis, SVA <4 см).

У 8 больных наблюдался сагиттальный дисбаланс - SVA 4–9 см, отягощенный соматическим статусом и противопоказаниями к продолжительным травматичным оперативным вмешательствам с вертебротомией.

Общее число пациентов, имеющих значимую соматическую патологию составило 23 (92%).

### **3.1.1. Техника хирургического вмешательства с применением изолированной локальной декомпрессии неврологических структур**

Отдельного внимания заслуживает оперативный доступ к задним структурам позвоночного столба, осуществляемый у пациентов данной группы с использованием тубулярных ранорасширителей (таких как Pipeline DePuy, Quadrant Medtronic). Данная минимально инвазивная методика позволяет визуализировать до четырех ПДС из одного разреза для каждой стороны поражения, значительно снижая травматизацию мягких тканей, интраоперационную кровопотерю и время операции (Bradford D.S., 1999). Декомпрессия неврологических структур осуществляется посредством резекции желтой связки, медиальной части фасеточных суставов и расширения фораминальных межпозвонковых отверстий (фораминотомии) на заинтересованных уровнях с использованием микронейрохирургического инструментария и оптического увеличения. При наличии передней компрессии корешка выполнялась резекция диска (с удалением грыжи или спондилезного шипа).

Послеоперационные раны ушивались послойно, при необходимости с оставлением активных дренажей на срок до 3-5 дней.

Пациенты данной группы хирургического лечения активизировались на 1-2-й день после операции.

В раннем послеоперационном периоде не было отмечено ни одного случая нарастания сколиотической деформации или проявления нестабильности ПДС. Пример хирургического лечения пациента первой группы представлен на рисунке 10.

#### *Клинический пример №1*

Пациентка О., 66 лет. Диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника; стеноз позвоночного канала на уровне L1-L2-L3; нижний парапарез; вертеброгенный болевой синдром.

Поступила с жалобами на периодические боли в грудно-поясничном отделе

позвоночника, иррадиирующие в паховую область, больше справа.

На этапе предоперационного обследования рентгенологически подтверждено отсутствие нестабильности ПДС и выраженных нарушений глобального баланса. Уровень болевого синдрома по VAS составлял 7 баллов. Индекс ODI был равен 64%. Величина основной сколиотической дуги по Cobb составляла 36°. Неврологического дефицита отмечено не было. На основании предоперационного обследования и с учетом наличия значимой соматической патологии (ГБ 3ст, риск развития ССО 4) пациентке выполнено оперативное лечение в объеме: изолированная декомпрессивная фораминотомия на уровне L1-L2-L3 с обеих сторон. Продолжительность операции 110 мин, интраоперационная кровопотеря 400 мл. Ранний послеоперационный период без особенностей, пациентка активизирована на 1-е сутки после операции, ходит без дополнительной опоры. Осложнений нет.

Через 3 месяца после операции уровень болевого синдрома составлял 4 балла. Индекс ODI был равен 48%. Величина основной сколиотической дуги 38° по Cobb.

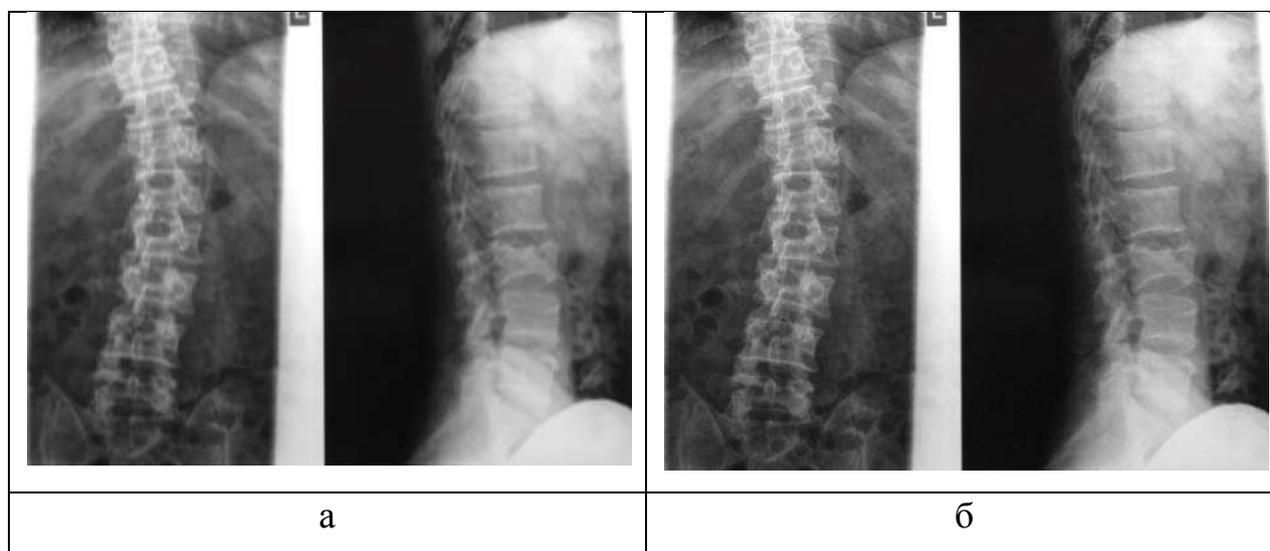


Рис. 10. Пациентка О., 66 лет, диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника, стеноз позвоночного канала на уровне L1-L2-L3. Рентгенограммы позвоночника до операции в положении стоя (а) и через 3 месяца после оперативного лечения (б). Величина основной сколиотической дуги 36° и 37° (соответственно)

*Клинический пример №2*

Пациент К., 58 лет. Диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника, стеноз позвоночного канала на уровне L1-L2-L3-L4, нижний парапарез, вертеброгенный болевой синдром.

Поступил с жалобами на периодические боли в поясничном отделе позвоночника, с иррадиацией в ноги по задненаружной поверхности до голеностопных суставов, больше справа, на онемение, слабость в правой ноге.

На этапе предоперационного обследования рентгенологически подтверждено отсутствие нестабильности ПДС и выраженных нарушений глобального баланса.

Уровень болевого синдрома по VAS составлял 8 баллов. Индекс ODI был равен 69%. Величина основной сколиотической дуги по Cobb составляла 21°. На основании предоперационного обследования пациенту выполнено оперативное лечение в объеме: изолированная декомпрессивная фораминомия на уровне L2-L3-L4-L5 с обеих сторон.

Продолжительность операции – 150 мин, интраоперационная кровопотеря – 700 мл. Ранний послеоперационный период без особенностей, пациент активизирован на 1-е сутки после операции, ходит без дополнительной опоры. Осложнений нет.

Через 3 месяца после операции уровень болевого синдрома составлял 4 балла. Индекс ODI был равен 54%.

Величина основной сколиотической дуги 22° по Cobb (рис. 11).

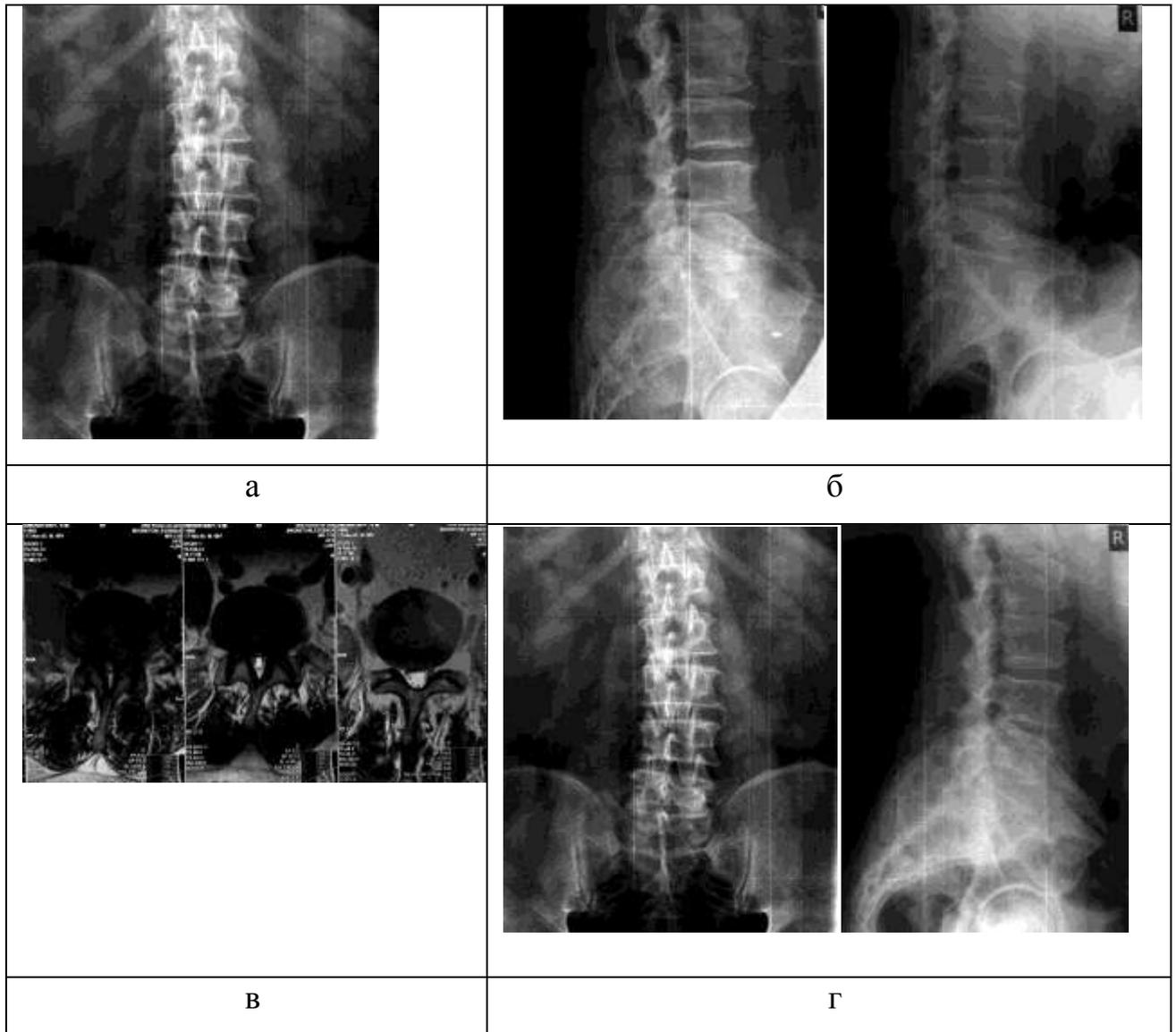


Рис. 11. Пациент К. 58 лет. Дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника, стеноз позвоночного канала на уровне L1-L2-L3-L4:  
 а – рентгенограмма поясничного отдела в прямой проекции, сколиотическая деформация; б – функциональные рентгенограммы поясничного отдела в боковой проекции – гиполордоз, отсутствие нестабильности;  
 в – МРТ поясничного отдела, стеноз позвоночного канала;  
 г – рентгенограммы поясничного отдела в прямой и боковой проекциях через 3 месяца после операции

### **3.2. Хирургическое лечение с применением декомпрессии неврологических структур и локальной стабилизацией на уровне декомпрессии**

Данную группу составили так же 25 пациентов (22 женщин и 3 мужчин). В этой группе применяли одноэтапное оперативное лечение из заднего доступа с декомпрессией неврологических структур и стабилизацией зоны

декомпрессивного вмешательства системами транспедикулярной фиксации. В данную группу вошли пациенты с умеренными признаками нестабильности ПДС и/или умеренным сагиттальным дисбалансом (отклонением SVA 4–9см), а так же пациенты с выраженным усилением болевого синдрома при осевой нагрузке. Значимая соматическая патология в данной группе была выявлена у 21 пациента (84%).

### **3.2.1 Техника хирургического вмешательства с применением декомпрессии неврологических структур и локальной стабилизацией на уровне декомпрессии**

В отличие от хирургической техники, используемой в первой группе, лишь часть запланированного объема операции технически было возможно выполнить с использованием минимально инвазивных доступов у 7 (28%) пациентов по сравнению с 18 с использованием стандартного заднего доступа.

Доступ к дорсальным структурам позвоночного столба осуществляли при помощи стандартного заднего доступа. Данная техника предоставляет возможность широкого и безопасного обнажения задних элементов позвоночного столба на всем его протяжении. Выделение задних отделов позвонков проводится с одновременным рассечением мышц и коагуляцией сосудов. Субпериостально выделяют остистые отростки, дуги позвонков, суставные фасетки и поперечные отростки. Связочный аппарат заднего стабилизирующего комплекса максимально сохраняется.

Техника декомпрессии неврологических структур существенно не отличалась от техники, используемой в первой группе. Исключение составили 18 пациентов, которым для выполнения адекватной декомпрессии корешков в фораминальном отверстии требовалось удаление смежных суставов целиком (так называемая фораминаэктомия).

По завершении доступа уточнялись точки введения транспедикулярных винтов с учетом патологически измененных анатомических структур позвоночника. Транспедикулярные винты вводятся в тело позвонка через корень

дуги. Для определения проекции корня дуги и точки введения транспедикулярного винта использовалась стандартная методика с учетом анатомических ориентиров: поперечных и суставных отростков. Перед введением винта при помощи разверток формировался канал в корне дуги, устанавливалась метка и выполнялся рентген-контроль по ЭОП.

При наличии у пациента снижения минеральной плотности костной ткани по данным остеоденситометрии до уровня остеопороза были использованы методики для повышения прочности фиксации металлоконструкции. Среди них наиболее часто применялась фиксация транспедикулярных винтов с использованием костного цемента на основе полиметилметакрилата (РММА). Для этого нами были использованы как специальные перфорированные фенестрированные винты, через которые непосредственно вводился костный цемент для образования цементной мантии вокруг винта, так и стандартные транспедикулярные винты, которые устанавливались после предварительной вертебропластики данного позвонка до момента полимеризации цемента. Для повышения прочности фиксации металлоконструкции в условиях остеопороза достаточным считается установка с использованием костного цемента краниальных, каудальных винтов, а так же винтов на вершине деформации (Cornell C.N., 2003).

Из альтернативных методик стабилизации позвоночника на фоне остеопороза нами в ряде случаев были использованы специальные ламинарные, в которых конструктивно для фиксации используется дуга позвонка. Биомеханические исследования подтверждают их высокую эффективность в отношении стабильности фиксации по сравнению с транспедикулярными винтами в условиях остеопороза (Cavagna R., 2008).

После постановки транспедикулярных винтов производилась окончательная стабилизация системы при помощи предварительно изогнутых с учетом имеющейся деформации штанг. Протяженная фиксация сопровождалась дополнительной стабилизацией системы поперечными коннекторами.

Обязательным условием для формирования адекватного заднего

(дорсального) костного блока является задний спондилодез аутокостью. Для его достижения нами была использована аутокостная крошка из резецированных элементов дугоотростчатых суставов, а в случае недостаточного ее количества была использована аутокость из подвздошных костей.

### *Клинический пример № 3*

Пациент Н., 63 лет. Диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника. Стеноз позвоночного канала на уровне L1-L2-L3-L4, нижний парапарез; вертеброгенный болевой синдром. Поступил с жалобами на выраженные боли в грудопоясничном отделе позвоночника, иррадиирующие в ноги по задненаружной поверхности до голеностопных суставов с обеих сторон, на онемение, слабость в обеих ногах.

На этапе предоперационного обследования рентгенологически подтверждено отсутствие нестабильности ПДС и выраженных нарушений глобального баланса. Уровень болевого синдрома по VAS составлял 7 баллов. Индекс ODI был равен 74%. Величина основной сколиотической дуги по Cobb составляла 42°. На основании предоперационного обследования пациенту выполнено оперативное лечение в объеме: декомпрессивная фораминотомия на уровне L1-L2-L3-L4 с обеих сторон, спондилосинтез Th12-L4 системой транспедикулярной фиксации *in situ* с установкой краниальных и каудальных винтов на костный цемент. Продолжительность операции 180 мин, интраоперационная кровопотеря 800 мл. Ранний послеоперационный период протекал без особенностей, пациент активизирован в первые сутки после операции, ходит без дополнительной опоры. Осложнений нет (рис. 12).

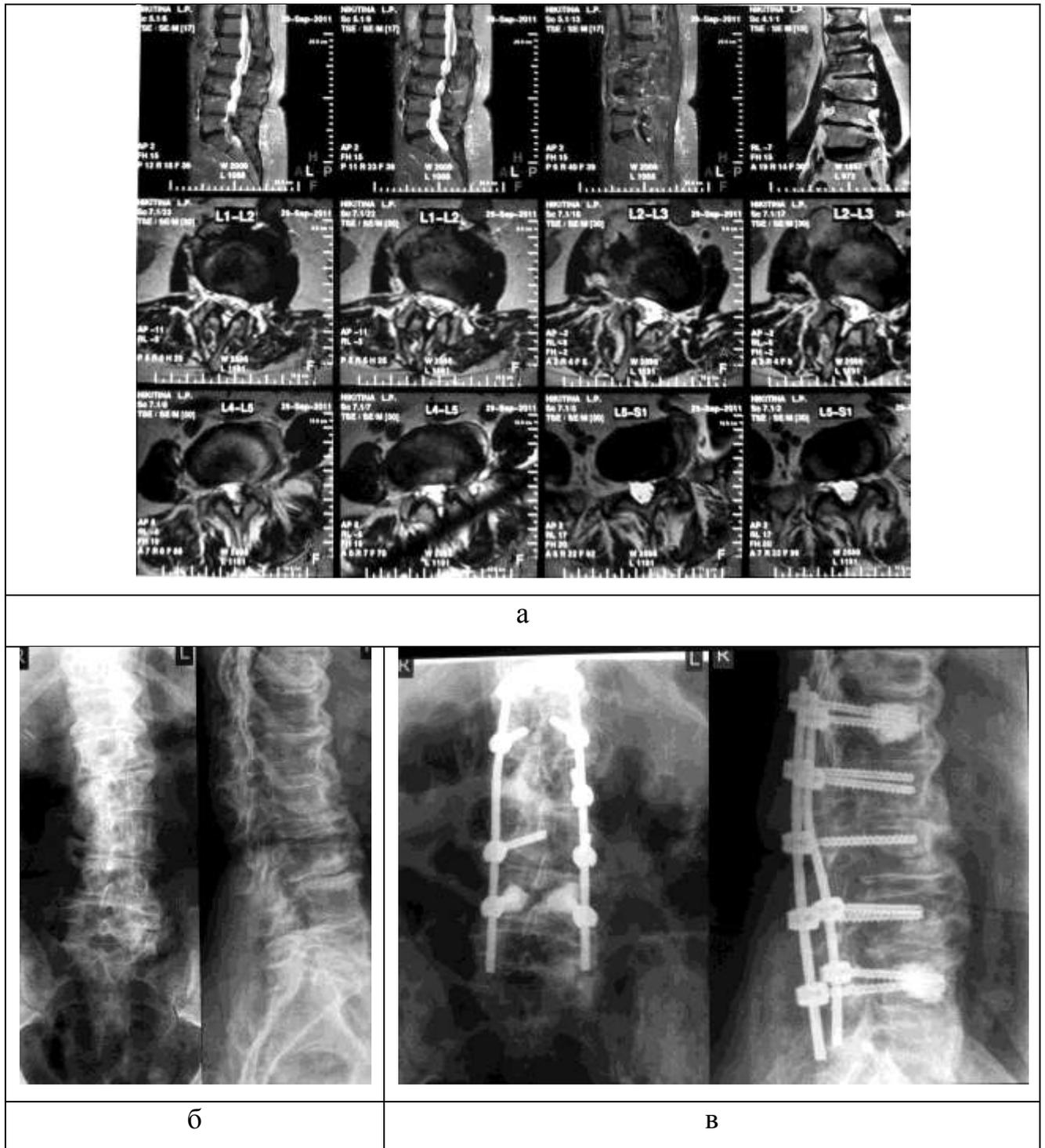


Рис. 12. Пациент Н. 63 лет. Диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника: а – МРТ поясничного отдела: стеноз позвоночного канала на уровне L1-L2-L3-L4 тип С по Schizas; б – рентгенограммы поясничного отдела в прямой и боковой проекциях; в – рентгенограммы после операции: спондилосинтез Th12-L4 системой транспедикулярной фиксации *in situ*

#### Клинический пример №4

Пациентка К., 67 лет. Диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника. Стеноз позвоночного канала на уровне L2-L3-L4. Вертеброгенный

болевого синдром. Поступила с жалобами на выраженные боли в грудном и поясничном отделах позвоночника, с иррадиацией в ноги по передней поверхности бедра до коленных суставов. На этапе предоперационного обследования рентгенологически выявлено наличие выраженных нарушений глобального баланса (отклонение SVA кпереди более чем на 9,5 см.). Уровень болевого синдрома по VAS составлял 8 баллов. Индекс ODI был равен 72%. Величина сколиотической дуги по Cobb составляла 76° в поясничном отделе и 51° в грудном отделе. На основании предоперационного обследования пациентке выполнено оперативное лечение в объеме: декомпрессивная фораминотомия на уровне L2-L3-L4 с обеих сторон, спондилосинтез Th10-L5 системой транспедикулярной фиксации *in situ* с установкой краниальных и каудальных винтов на костный цемент. Продолжительность операции 210 мин, интраоперационная кровопотеря 600 мл. Ранний послеоперационный период без особенностей, пациентка активизирована на 2-е сутки после операции, ходит без дополнительной опоры. Осложнений нет (рис. 13).

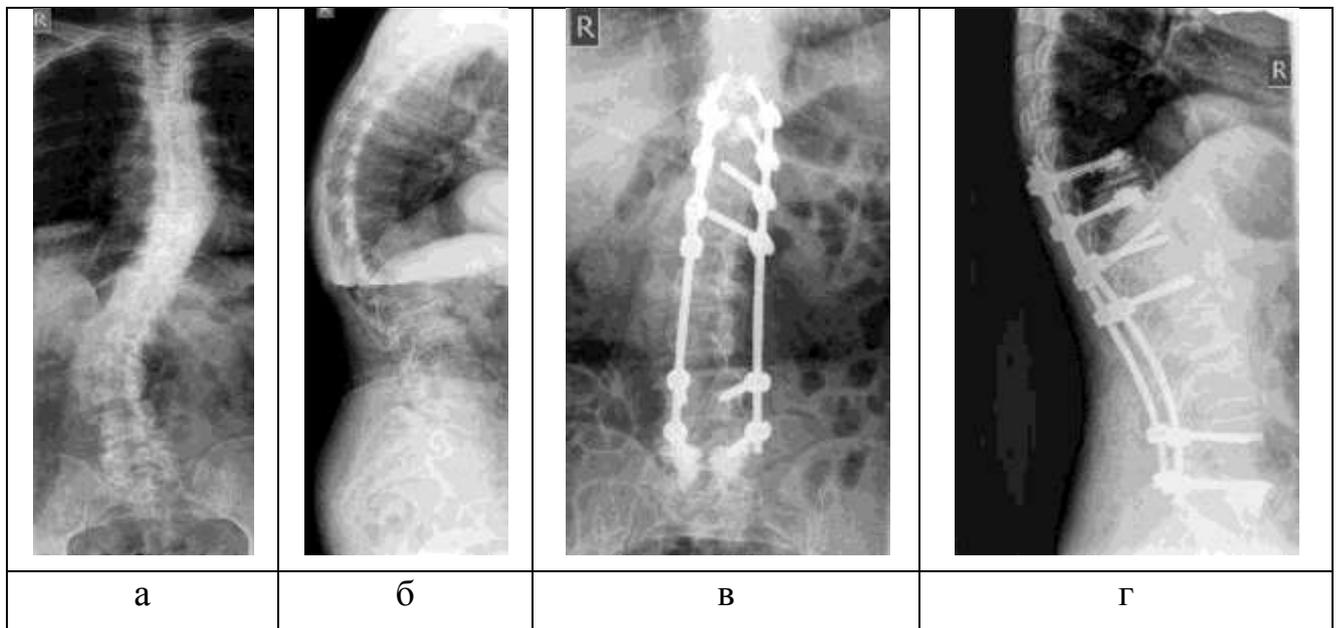


Рис. 13. Пациентка К. 67 лет. Диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника: а, б – телерентгенограммы позвоночника в прямой и боковой проекциях: выраженное нарушение сагиттального баланса ( $SVA > 9,5$  см); в, г – рентгенограммы после операции: спондилосинтез Th10 – L5 системой транспедикулярной фиксации *in situ*

*Клинический пример № 5*

Пациент К., 59 лет. Антеспондилолистез L4. Состояние после оперативного лечения, выполненного в 2006 г. (спондилосинтез L3-S1 системой транспедикулярной фиксации in situ). Стеноз позвоночного канала на уровне L2-3, нестабильность L2-3. Вертеброгенный болевой синдром. Поступил с жалобами на выраженные боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в обе ноги по передней поверхности бедер.

На этапе предоперационного обследования рентгенологически выявлено наличие нестабильности ПДС L2-L3 и выраженных нарушений глобального баланса (отклонение SVA кпереди более чем на 9,5 см.). Уровень болевого синдрома по VAS составлял 7 баллов. Индекс ODI был равен 67%. На основании предоперационного обследования пациенту выполнено оперативное лечение: удаление металлоконструкции, декомпрессивная фораминотомия на уровне L2-L3 с обеих сторон, остеотомия по Smith-Peterson на уровнях Th12-S1, передний спондилодез L2-3 кейджем с аутокостью, спондилосинтез Th12-S1 системой транспедикулярной фиксации с коррекцией сагиттального профиля. Продолжительность операции составила 240 мин, интраоперационная кровопотеря – 1200 мл. Ранний послеоперационный период протекал без особенностей, пациент активизирован на 2-е сутки после операции с дополнительной опорой на ходунки. Осложнений нет (рис. 14).



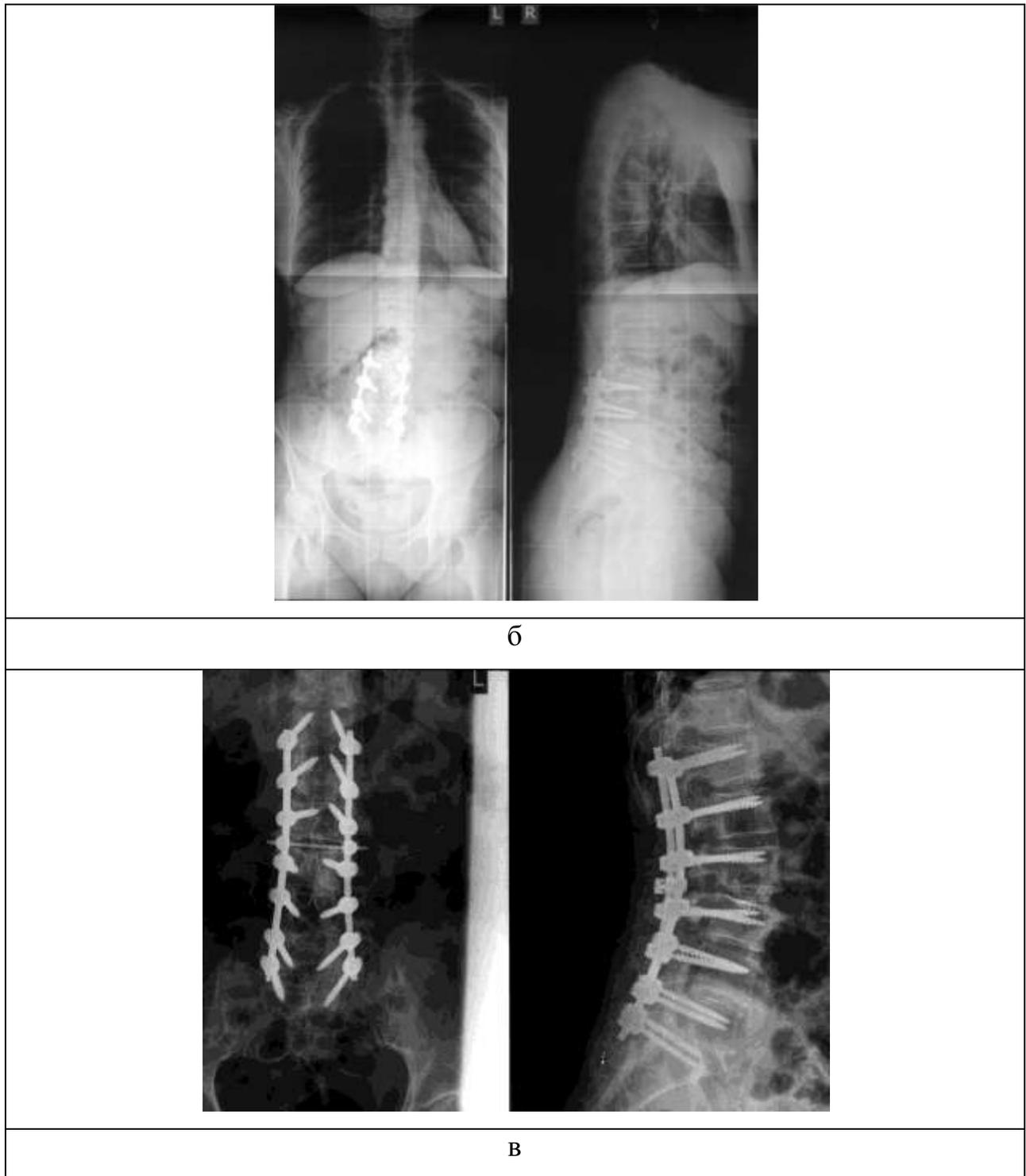


Рис. 14. Пациент К., 59 лет. Антеспондилолистез L4. Состояние после оперативного лечения, выполненного в 2006 и 2008 гг. стабилизация in situ: а – Функциональные рентгенограммы поясничного отдела позвоночника, нестабильность L2-L3; б – выраженный положительный сагиттальный баланс (SVA >9,5 см); в – после спондилосинтеза Th12-S1, TLIF L2-3

### **3.3. Хирургическое лечение с применением декомпрессии неврологических структур, стабилизацией и полноценной коррекцией деформации с восстановлением фронтального и сагиттального баланса**

В данную группу вошли 20 пациентов (15 женщин и 5 мужчин) со стенозом позвоночного канала и кифосколиотической деформацией. Хирургическое лечение больных данной группы состояло в декомпрессии неврологических структур со стабилизацией системами транспедикулярной фиксации и полноценной коррекцией деформации с восстановлением фронтального и сагиттального баланса посредством многоуровневой остеотомии SPO и/или PSO.

Так же для формирования переднего костного блока и коррекции величины лордоза применялся передний межтеловой спондилодез из заднего трансфораминального доступа (TLIF) на 1–5 уровнях, а для формирования заднего костного блока проводился задний спондилодез аутокостной крошкой.

В данную группу вошли пациенты с выраженным сагиттальным дисбалансом (отклонением SVA более 9см), нарушением фронтального баланса и смещением туловища латерально, а так же пациенты с декомпенсацией статики и биомеханики позвоночника. Значимая соматическая патология в данной группе была выявлена у 12 (60%) пациентов.

#### **3.3.1. Особенности хирургического вмешательства с полноценным восстановлением фронтального и сагиттального баланса**

Основным этапом оперативного лечения, целью которого является коррекция деформации, считается остеотомия.

Наиболее часто проводимый задний тип мобилизации позвоночника, используемый для коррекции кифотического компонента деформации – остеотомия Смит-Петерсона (Smith-Petersen osteotomy – SPO). Суть данной техники состоит в том, что после выполнения остеотомии и сближения задних структур позвоночника происходит уменьшение кифотического компонента деформации, а в случае контралатерального приложения разнонаправленных сил (компрессии и дистракции) возможна коррекция деформации во фронтальной

плоскости. Однако следует помнить о том, что для достижения значительной величины коррекции всех компонентов кифосколиотической деформации, остеотомию позвоночника следует проводить на значительном протяжении.

*Техника операции.* Процедура начинается со стандартного доступа к позвоночнику. После скелетирования задних элементов позвоночника производится установка транспедикулярных винтов. Остистые отростки удаляются, однако они могут быть частично сохранены, если это не мешает доступу к позвоночному каналу. Следующим этапом на протяжении мобилизации с двух сторон резецируется желтая связка. При помощи высокоскоростного бора или остеотома выполняется фасетэктомия, а затем суставные поверхности дополнительно обрабатываются кусачками Кэррисона (рис. 15). Следует помнить о том, что во время выполнения остеотомии может произойти повреждение ножки позвонка, что, в свою очередь, может привести к нестабильности транспедикулярного винта. После того, как остеотомия завершена, производится контракция между транспедикулярными винтами на вершине кифосколиотической деформации при помощи предварительно моделированной штанги. В этот момент задняя колонна сокращается, а передняя колонна удлиняется, что приводит к коррекции кифотического компонента деформации.

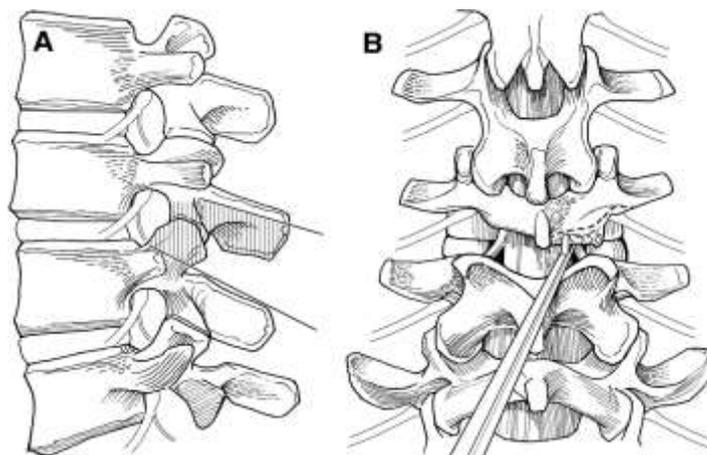


Рис. 15. Область резекции дуги позвонка и дугоотростчатых суставов при выполнении остеотомии по Smith-Petersen:  
А – сагиттальная, В – фронтальная плоскости

Однако в случае выраженного спондилеза, наличия остеофитных «мостиков» между телами позвонков, а также существенного снижения межтелового промежутка данный тип мобилизации позвоночника будет малоэффективным. Не стоит забывать, что при выраженных кифозах лучшим вариантом мобилизации позвоночника может послужить остеотомия через ножку позвонка (PSO).

*Техника операции.* После того, как установлена транспедикулярная система, осуществляется первый этап PSO, удаление задних элементов тел позвонков. Осуществляется пересечение дуги и дугоотростчатых суставов высокоскоростным бором с последующим удалением частей позвонка кусачками. Ламинэктомия проводится выше и ниже уровня проведения PSO, расширенная декомпрессия является необходимым мероприятием для защиты и тщательной декомпрессии нервных структур во время проведения остеотомии. Поперечный отросток циркулярно обрабатывается диссектором, а затем удаляется кусачками. Это позволяет получить доступ к боковым отделам тела позвонка. Боковые стенки субпериостально выделяются с двух сторон, далее для входа в тело позвонка через ножку используют бор или специальные кюретки. Когда ножка позвонка удалена, с помощью кюреток удаляют губчатую кость из тела позвонка, а затем заднюю стенку кортикального слоя. Размер клиновидной резекции тела позвонка зависит от необходимой степени коррекции. При коррекции сколиотических деформаций применяется асимметричная PSO, больший объем клиновидной резекции осуществляется на выпуклой стороне деформации. В заключении клин сводится при помощи предварительно отмоделированных стержней и затем фиксируется. Это позволяет осуществлять коррекцию деформации во фронтальной и сагиттальной плоскостях (рис. 16).

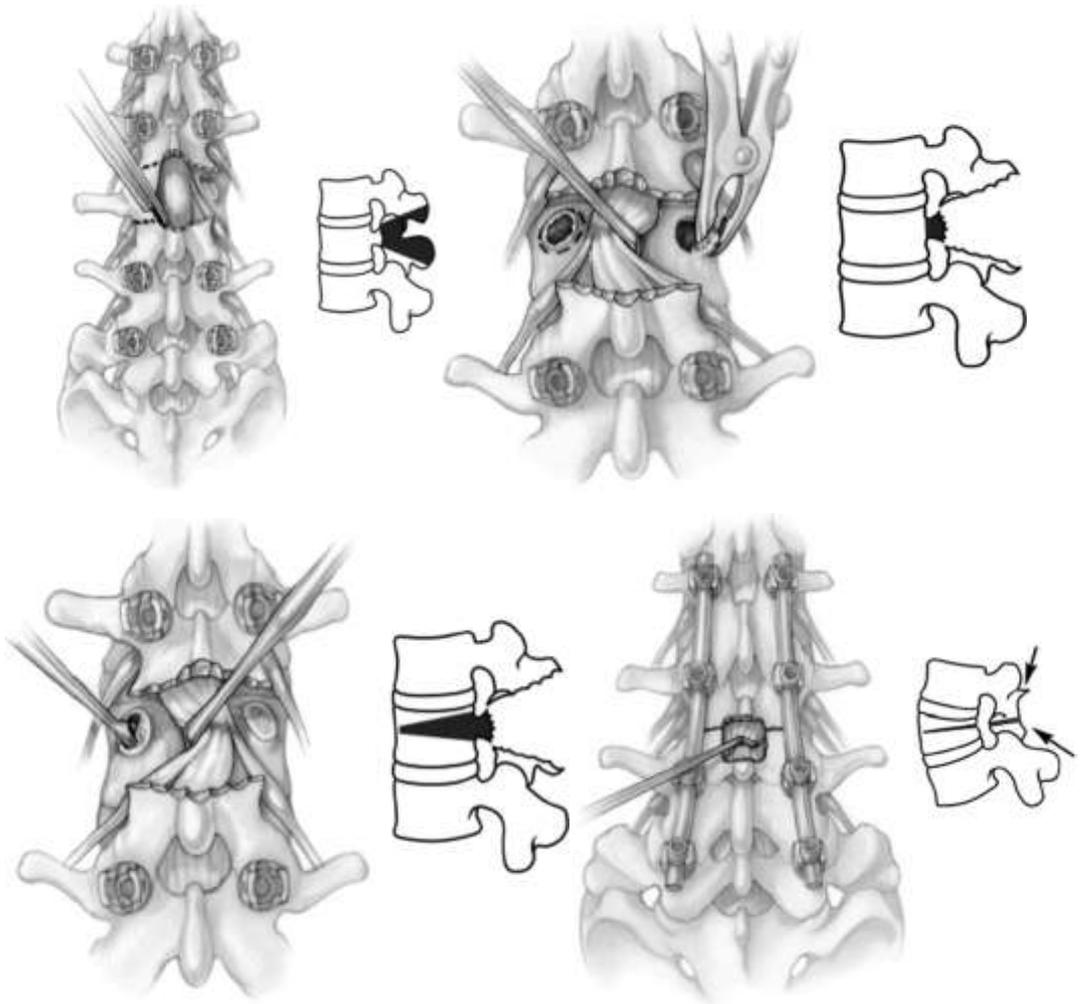


Рис. 16. Схема и этапы выполнения pedicle subtraction osteotomy (PSO)

*Клинический пример № 6*

Пациентка О. 77 лет. Диагноз: дегенеративный сколиоз грудопоясничного отдела позвоночника, стеноз позвоночного канала на уровне L1-5, нижний парапарез, вертеброгенный болевой синдром.

Поступила с жалобами на боли в поясничном отделе позвоночника, с иррадиацией в обе ноги по передней и наружной поверхности бедер до голеностопных суставов, слабость в ногах.

На этапе предоперационного обследования рентгенологически выявлены нарушения глобального баланса (отклонение SVA кпереди на 5 см). Уровень болевого синдрома по VAS составлял 8 баллов. Индекс ODI был равен 69%. На основании предоперационного обследования пациентке выполнено оперативное лечение в объеме: декомпрессивная фораминомия на уровне L1-L5 с обеих сторон, многоуровневая остеотомия по Smith-Peterson на уровнях Th8-S1, спондилосинтез Th3-S1-SIPS системой транспедикулярной фиксации с восстановлением фронтального и сагиттального баланса. Продолжительность операции 320 мин, интраоперационная кровопотеря 2100 мл. Ранний послеоперационный период без особенностей, пациентка активизирована на 2-е сутки после операции с дополнительной опорой на ходунки. Осложнений нет (рис. 17).

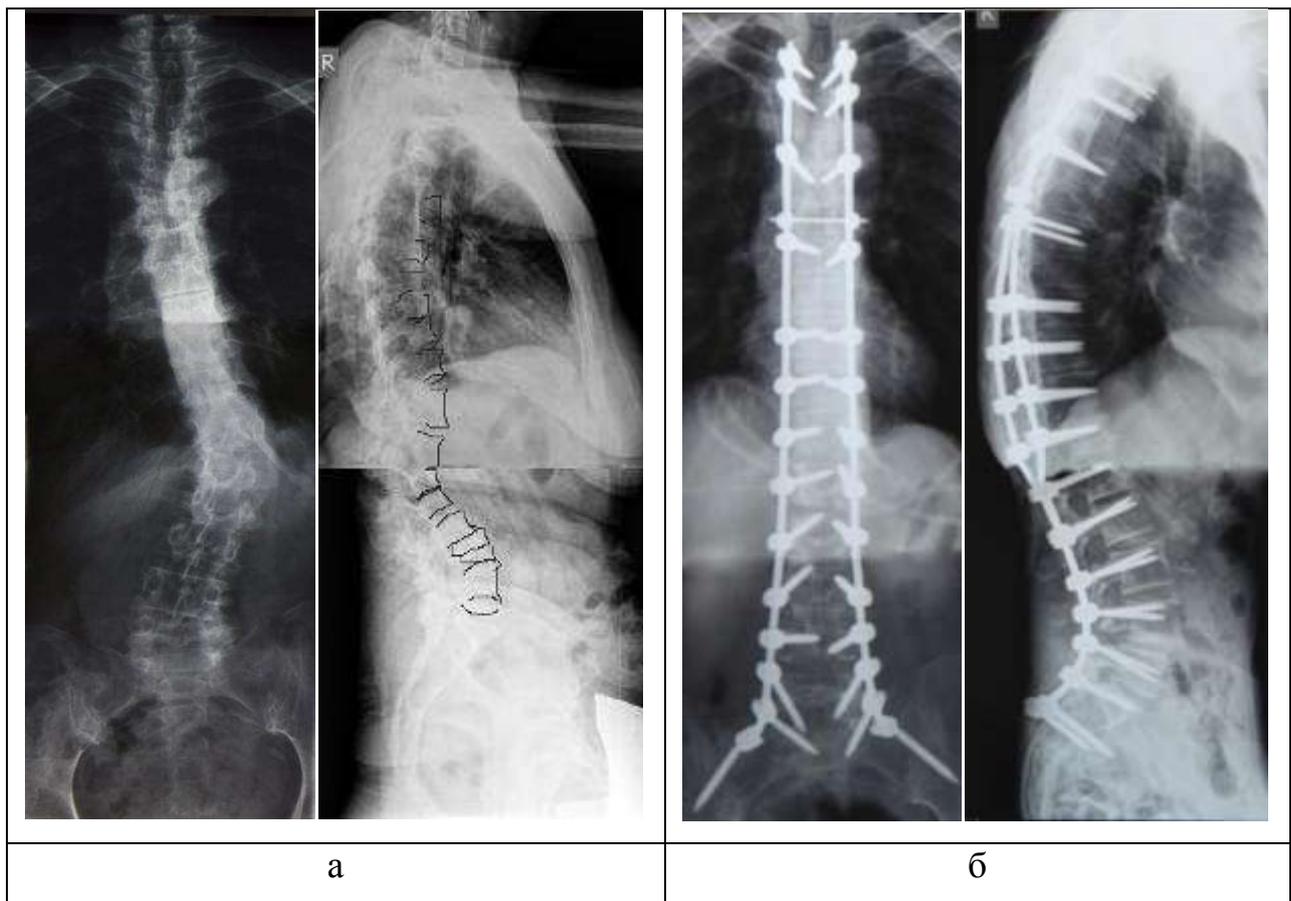


Рис.17. Пациентка О. 77 лет, дегенеративный сколиоз груднопоясничного отдела позвоночника: а – телерентгенограммы позвоночника в прямой и боковой проекциях; б – телерентгенограммы позвоночника после оперативного лечения: многоуровневая SPO, спондилосинтез Th2-S1-SIPS, коррекция фронтального и сагиттального баланса

*Клинический пример №7*

Пациент Л. 72 лет. Диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника, стеноз позвоночного канала на уровне L3-5, нижний парапарез, вертеброгенный болевой синдром. Поступил с жалобами на боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в обе ноги по наружной поверхности бедер до голеностопных суставов, слабость в ногах.

На этапе предоперационного обследования рентгенологически выявлены нарушения глобального баланса (отклонение SVA кпереди на 6 см, CSVL – на 1,5 см вправо).

Уровень болевого синдрома по VAS составлял 8 баллов. Индекс ODI был равен 66%. На основании предоперационного обследования пациенту выполнено оперативное лечение в объеме: декомпрессивная фораминотомия на уровнях L2-3, 3-4, 4-5, L5-S1 с обеих сторон, остеотомия по Смит-Петерсону (SPO) на уровнях L1-2, 2-3, 3-4, 4-5, L5-S1 с целью проведения мобилизации ПДС на поясничном уровне.

Выполнен межтеловой спондилодез из заднего доступа кейджами с аутокостью (TLIF) на уровнях L3-4, 4-5 для коррекции латеролистеза, восстановления высоты межтеловых промежутков и формирования лордоза. Проведена транспедикулярная фиксация винтовой системой на уровне L1-2-3-4-5-S1-таз с восстановлением фронтального и сагиттального баланса. Продолжительность операции – 230 мин, интраоперационная кровопотеря – 1300 мл.

Ранний послеоперационный период протекал без особенностей, пациент активизирован на 2-е сутки после операции без дополнительной опоры на ходунки. Осложнений нет (рис. 18).

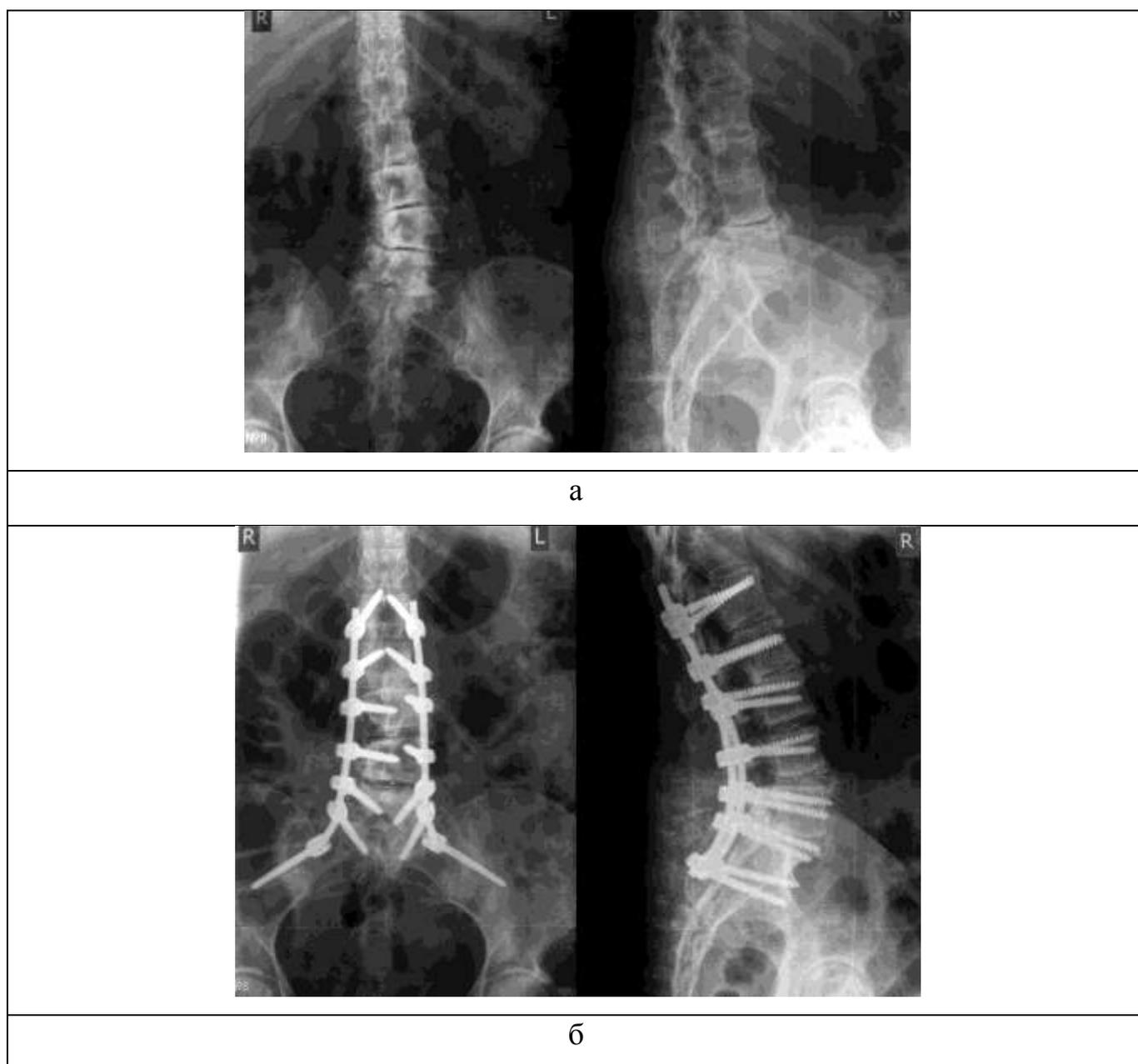


Рис. 18 Пациент Л., 72 лет, диагноз: дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника: а – рентгенограммы позвоночника в прямой и боковой проекциях; б – после оперативного лечения: многоуровневая SPO, спондилосинтез L1-S1-SIPS системой транспедикулярной фиксации, TLIF LIII-LIV-LV, коррекция фронтального и сагиттального баланса

#### *Клинический пример №8*

Пациентка М., 73 лет. Диагноз: дегенеративный кифосколиоз грудопоясничного отдела позвоночника, стеноз позвоночного канала на уровне L3-L4, вертеброгенный болевой синдром. Сопутствующая патология: системный остеопороз. Поступила с жалобами на боли в поясничном отделе позвоночника, иррадиирующие в обе ноги по наружной поверхности бедер до голеностопных

суставов, слабость в ногах. На этапе предоперационного обследования рентгенологически выявлены выраженные нарушения глобального баланса (отклонение SVA кпереди на 14 см). Уровень болевого синдрома по VAS составлял 8 баллов. Индекс ODI был равен 72%. На основании предоперационного обследования пациенту выполнено оперативное лечение в объеме: декомпрессивная фораминотомия на уровнях L3-4, 4-5, L5-S1 с обеих сторон, клиновидная остеотомия из заднего доступа (PSO) L3 позвонка, остеотомия по Смит-Петерсону (SPO) на уровнях Th12-L1-2-L4-5 с целью проведения мобилизации ПДС на поясничном уровне. Проведена транспедикулярная фиксация винтовой системой с использованием костного цемента на крайних точках фиксации на уровне Th12-L1-2-4-5, коррекция сагиттального баланса, задний спондилодез аутокостью. Продолжительность операции 250 – мин, интраоперационная кровопотеря – 1800 мл. Ранний послеоперационный период без особенностей, пациент активизирован на 2-е сутки после операции без дополнительной опоры на ходунки. Осложнений нет (рис.19).

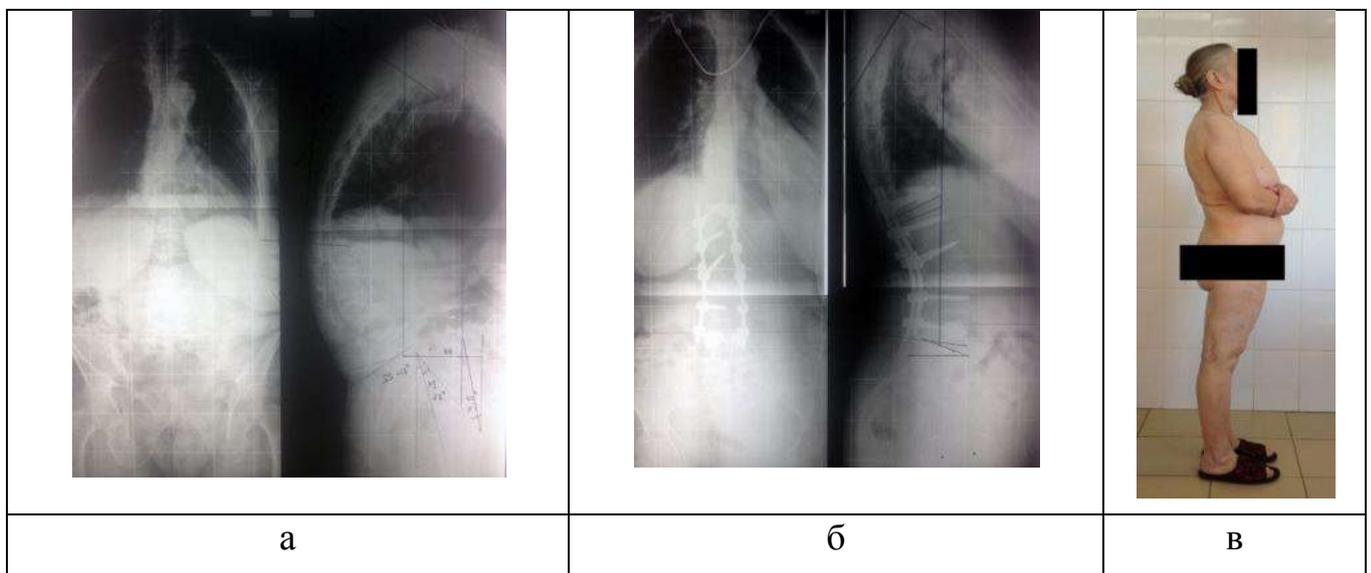


Рис. 19. Пациентка М., 73 лет. Дегенеративный сколиоз груднопоясничного отдела позвоночника: а – телерентгенограммы позвоночника в прямой и боковой проекциях: выраженный положительный сагиттальный баланс (SVA >9,5 см); б – телерентгенограммы позвоночника после оперативного лечения: спондилосинтез Th12-L5, PSO на уровне L3 позвонка, коррекция фронтального и сагиттального баланса; в – внешний вид пациентки после операции

### **3.4. Способ коррекции сагиттального дисбаланса с использованием остеотомии через ножку позвонка (PSO) и трансфораминальным межтеловым спондилодезом (TLIF) в смежных сегментах**

На сегодняшний день самым распространенным способом коррекции сагиттального дисбаланса является остеотомия через ножки позвонка с обеих сторон, выполняемая из заднего доступа (PSO). Суть ее заключается в классическом заднем доступе к позвоночнику, выполнении ламинэктомии с резекцией остистого, поперечных, суставных отростков, клиновидной резекции тела позвонка через ножки позвонка до передней продольной связки, коррекции позвоночника в сагиттальной плоскости (см. рис. 16). Способ позволяет корригировать сагиттальный дисбаланс позвоночника при ригидных деформациях из заднего доступа на 20–30° (Kumar M.N. et al., 2001; Bridwell K.H. et al., 2003; Cho K.J. et al., 2007).

Наиболее частым осложнением после выполнения PSO и коррекции сагиттального баланса является перелом стержней на уровне остеотомии. Это обусловлено тем, что позвонок, подвергшийся остеотомии, не стабилизирован транспедикулярной конструкцией. Части позвонка держатся за счет межпозвонковых дисков и связочных элементов, что в условиях сохранившейся микроподвижности приводит в дальнейшем к нестабильности. Отсутствие костного блока ведет к тому, что вся нагрузка в дальнейшем приходится на транспедикулярную систему, что, в свою очередь, приводит к нестабильности и перелому имплантатов. Нестабильность металлоконструкций требует повторных операций, связанных с повышенным риском повреждения невралжных структур, инфекционных осложнений (Bridwell K.H. et al., 2003; Schwab F. et al., 2012).

В разработанном способе предлагается за счет выполнения TLIF в смежных с остеотомированным позвонком, сегментах с одной стороны обеспечить надежный межтеловой спондилодез, а с другой – увеличить величину коррекции сагиттального дисбаланса (рис. 20). Это позволит решить проблему нестабильности металлоконструкции после операции и предотвратить проблемы декомпенсации в смежных позвоночно-двигательных сегментах.

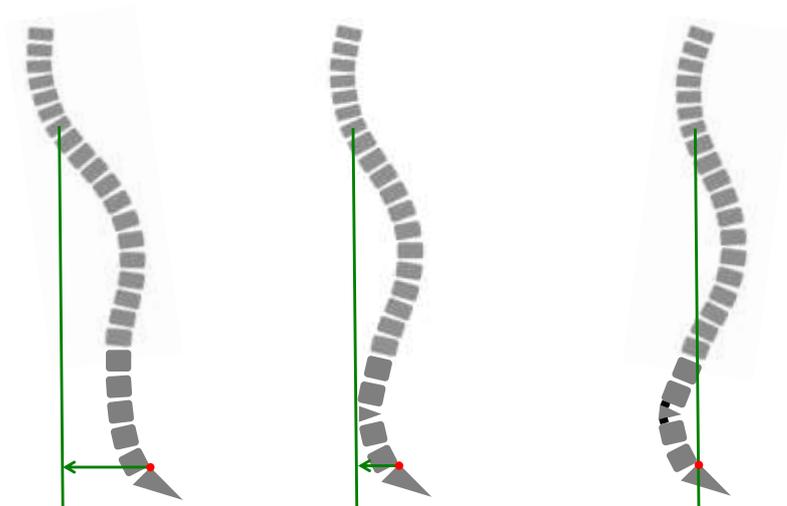


Рис. 20. Схема увеличения коррекции за счет применения межтеловых кейджей

Способ осуществляется следующим образом: в рентгенооперационной, под эндотрахеальным наркозом, в положении больного на животе, после трехкратной обработки операционного поля, разреза кожи и доступа к задним структурам позвонков производится установка транспедикулярной металлоконструкции по всей длине деформации. С помощью костных кусачек, конхотомов, остеотомов, пистолетных кусачек производится удаление фасеточных суставов на заинтересованных уровнях. Трансфораминальным доступом производится кюретаж межпозвоночных дисков на уровнях выше и ниже позвонка, который будет подвергнут остеотомии. После этого в них устанавливаются межтеловые кейджи, а оставшееся пространство диска плотно заполняется аутокостью из резецированных позвонковых структур для формирования спондилодеза. Далее выполняют стандартную PSO по описанной в предыдущих разделах методике. Процесс контролируется с помощью ЭОП. После завершения остеотомии с помощью операционного стола, путем медленного разгибания, под ЭОП-

контролем производят сведение концов остеотомированного позвонка. При помощи транспедикулярной системы выполняется окончательная компрессия и коррекция деформации. Винты фиксируются к штанге окончательно.

Предложенный способ показал свою эффективность по сравнению с существующими методиками как с точки зрения степени коррекции деформации, так и надежности фиксации. Осложнений в послеоперационном периоде, в том числе и переломов металлоконструкции, ни у одного больного не наблюдалось.

### *Клинический пример № 9*

Пациентка М., 67 лет. Диагноз: идиопатический сколиоз грудопоясничного отдела позвоночника; нарушение статики и биомеханики позвоночника; стеноз позвоночного канала на уровне L1-4; нижний парапарез; вертеброгенный болевой синдром.

Поступила с жалобами на боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в обе ноги по наружной поверхности до голеностопных суставов, слабость в ногах.

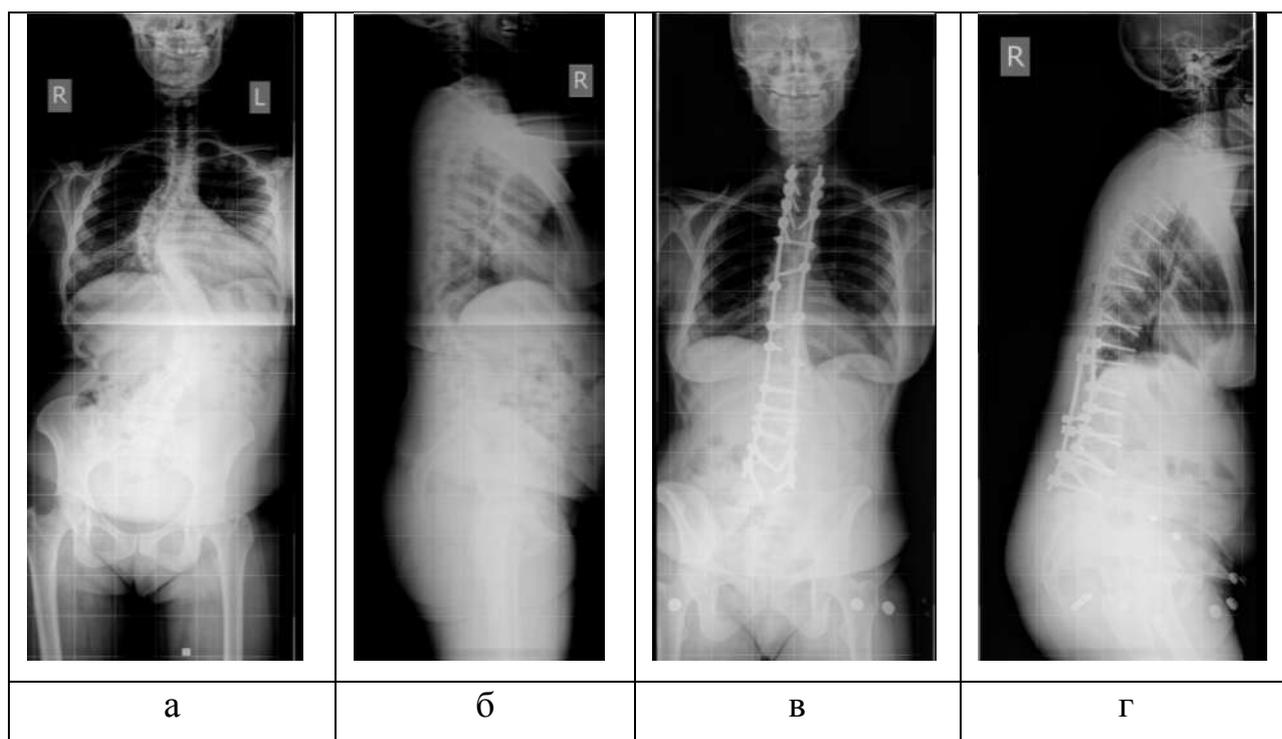
На этапе предоперационного обследования рентгенологически выявлены выраженные нарушения глобального баланса (отклонение SVA кпереди на 4 см, CSVL влево на 5 см).

Уровень болевого синдрома по VAS составлял 7 баллов. Индекс ODI был равен 74%. В 2011 г. на основании предоперационного обследования пациентке выполнено оперативное лечение в объеме: спондилосинтез Th4-L5 позвонков системой транспедикулярной фиксации, многоуровневая остеотомия по Smith-Peterson, коррекция фронтального баланса. Продолжительность операции – 260 мин, интраоперационная кровопотеря – 1200 мл.

Ранний послеоперационный период протекал без особенностей, пациентка активизирована на 2-е сутки после операции без дополнительной опоры на ходунки. Осложнений нет.

По результатам послеоперационного рентгенологического обследования отклонение SVA кпереди на 5 см, CSVL влево на 2 см. Пациентка обратилась

через 8 месяцев после оперативного лечения с жалобами на боли в поясничном отделе позвоночника. При дообследовании выявлена нестабильность металлоконструкции, отклонение SVA кпереди на 15 см. Уровень болевого синдрома по VAS составлял 8 баллов. Индекс ODI был равен 72%. На основании предоперационного обследования пациенту выполнено оперативное лечение в объеме: удаление нестабильной металлоконструкции, спондилосинтез Th4-S1-SIPS, PSO на уровне L4 позвонка с передним спондилодезом L3-4 и L4-L5 кейджами с аутокостью, коррекция фронтального и сагиттального баланса. Продолжительность операции составила 460 мин, интраоперационная кровопотеря – 3100 мл. Ранний послеоперационный период протекал без особенностей, пациентка активизирована на 2-е сутки после операции с дополнительной опорой на ходунки. Осложнений нет (рис. 21).



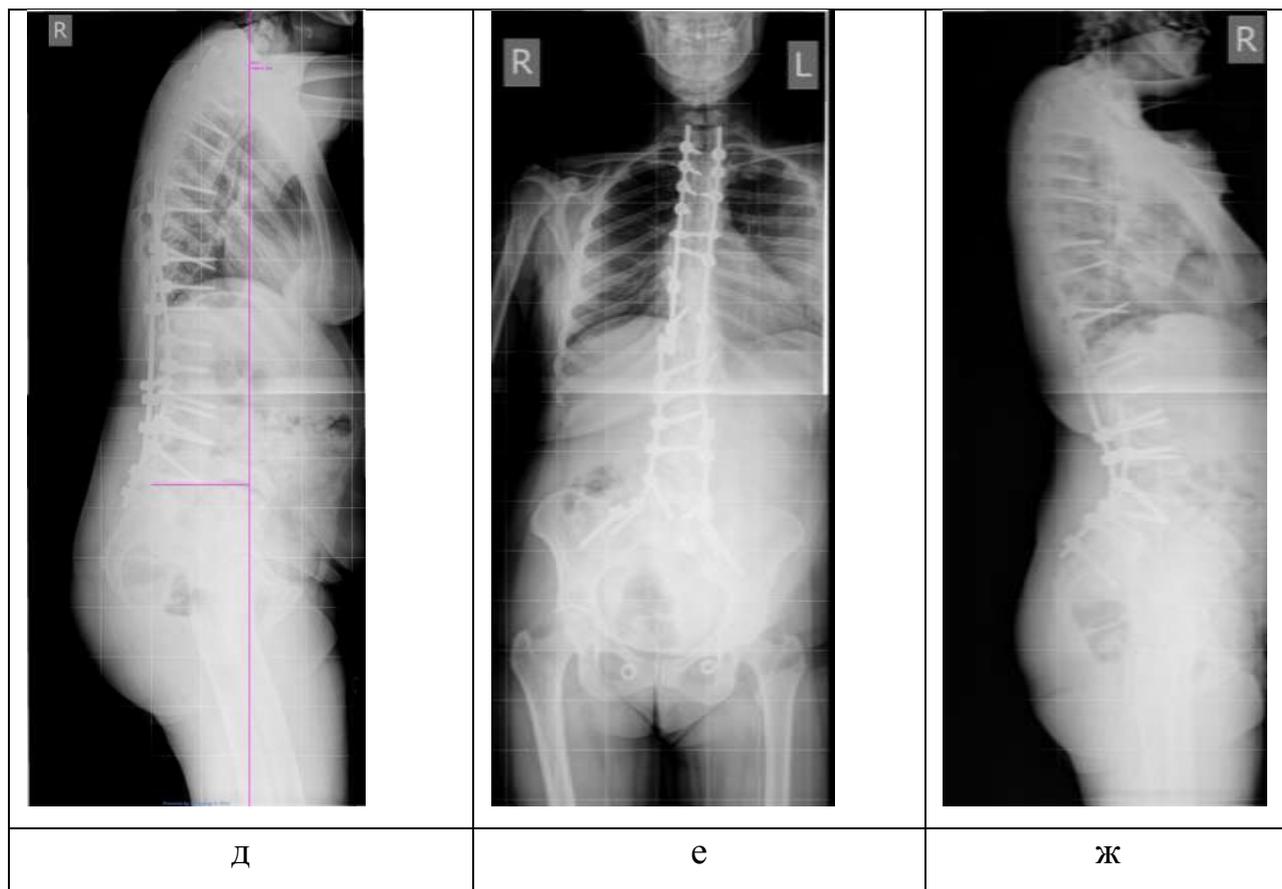


Рис. 21. Пациентка М., 67 лет. Диагноз: Дегенеративный сколиоз

грудопоясничного отдела позвоночника:

а – телерентгенограммы позвоночника в прямой и боковой проекциях: выраженный положительный сагиттальный баланс ( $SVA > 9,5$  см); б – телерентгенограммы позвоночника после оперативного лечения: спондилосинтез Th12-L5, PSO на уровне L3 позвонка, коррекция фронтального и сагиттального балансов; в – внешний вид пациентки после операции

## Глава 4

# ОЦЕНКА БЛИЖАЙШИХ И ОТДАЛЕННЫХ ИСХОДОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМИ СТЕНОЗАМИ ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА НА ФОНЕ КИФОСКОЛИОТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

### 4.1. Результаты лечения больных первой группы

Первая группа состояла из 25 больных со стенозом позвоночного канала и ригидной кифосколиотической деформацией. В этой группе проводилось одноэтапное хирургическое лечение, заключающееся в изолированной декомпрессии неврологических структур из заднего доступа без стабилизации позвоночника и проведении заднего спондилодеза.

Декомпрессия неврологических структур осуществлялась с использованием микронеурохирургического инструментария и оптического увеличения посредством резекции медиальной части фасеточных суставов и фораминомии на заинтересованных уровнях.

Всем пациентам в раннем послеоперационном периоде выполнялась КТ зоны оперативного лечения с целью подтверждения декомпрессии неврологических структур.

Пациенты активизированы на 1–2-е сутки с дополнительной опорой. Имобилизация корсетами не применялась.

Все пациенты первой группы до операции предъявляли жалобы на болевой синдром различной интенсивности. По шкале VAS средний балл составлял 7,6. В раннем послеоперационном периоде в связи с резким усилением болевого синдрома оценка по критериям VAS не проводилась. В дальнейшем, после проведения реабилитационного лечения болевой синдром уменьшался, однако в отдаленном периоде наблюдения отмечалось достоверное его увеличение (рис. 22).

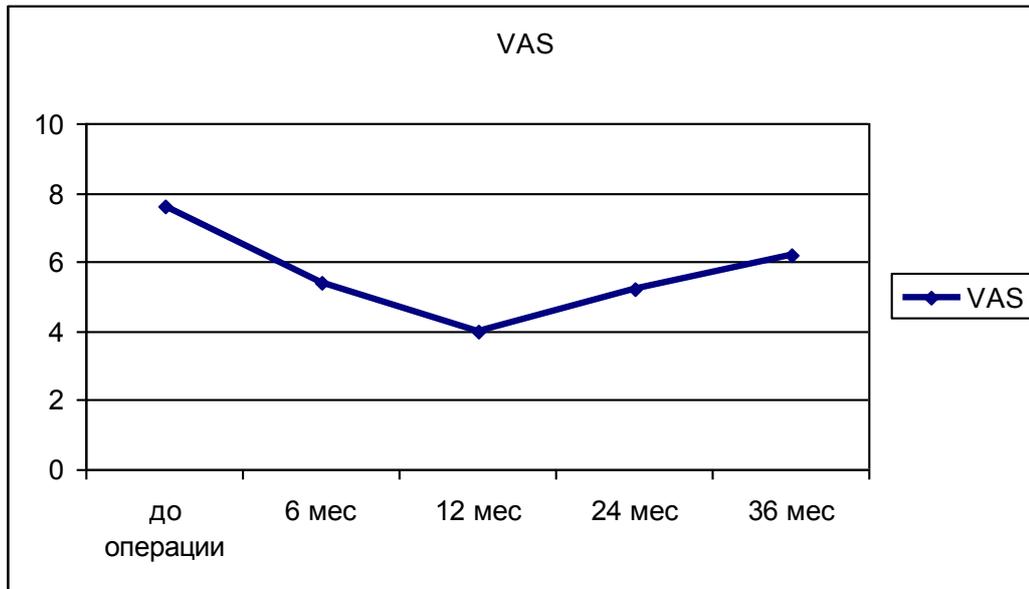


Рис. 22. Динамика болевого синдрома у пациентов первой группы

В отдаленном послеоперационном периоде (в среднем 2,5 года) наблюдалась следующая картина:

- хорошие результаты – отсутствие рецидивов болевого синдрома (0–1 балл по VAS) – у 2 пациентов (8%);
- удовлетворительные результаты, проявившиеся в частичном рецидиве болевого синдрома и возникающие только при физических или длительных статических нагрузках (2–3 балла по VAS) – у 6 пациентов (24%);
- неудовлетворительные результаты в исследуемой группе наблюдались у 17 больных (68%), что было обусловлено нарастанием нестабильности и декомпенсацией статики и биомеханики позвоночного столба.

Качество жизни пациентов оценивалось по опросникам ODI в дооперационном периоде, а так же в отдаленном периоде наблюдений. До операции у пациентов данной группы среднее значение индекса Oswestry составляло 72%. По результатам анализа отдаленных результатов оперативного лечения в течение года после операции отмечалось улучшение качества жизни в среднем до 54% по ODI. Однако в последующем периоде наблюдения вновь было выявлено ухудшение качества жизни до исходных предоперационных значений (71%) (рис. 23).

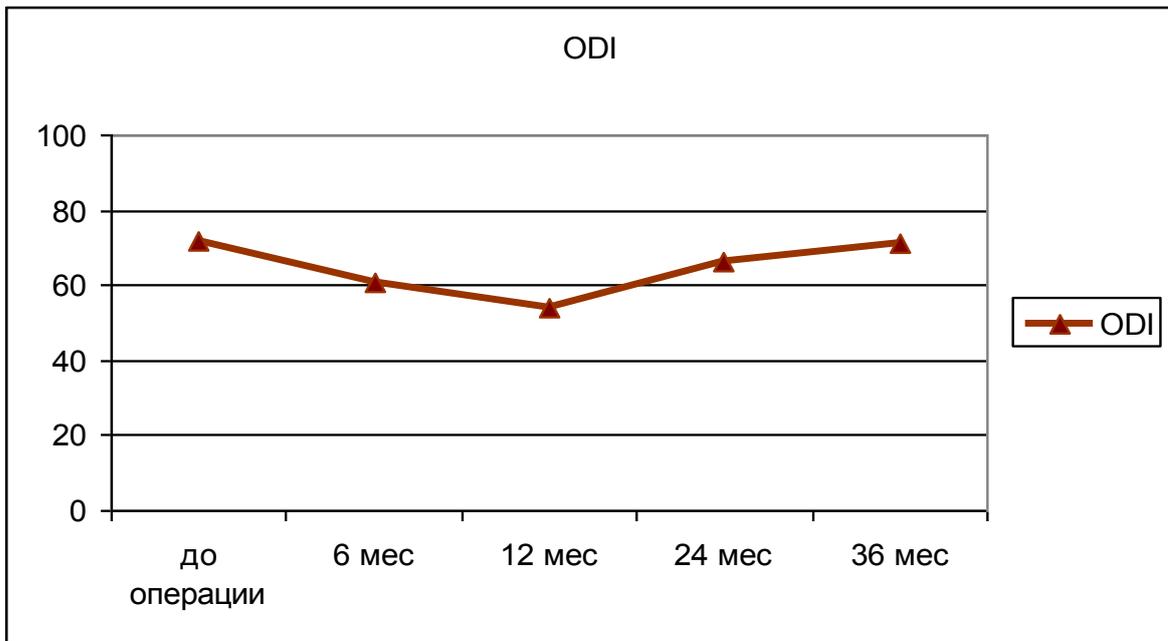


Рис. 23. Динамика качества жизни у пациентов первой группы

Неврологический дефицит регрессировал после операции с уровня C-D по ASIA до уровня D-E и в дальнейшем не нарастал на протяжении всего периода наблюдения (рис. 24).

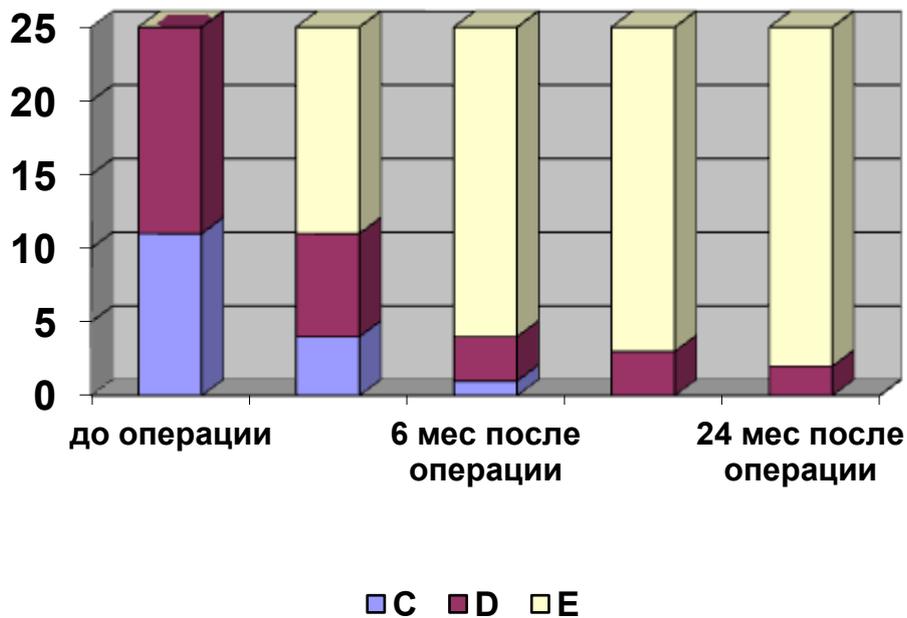


Рис. 24. Динамика неврологической симптоматики по шале ASIA на фоне лечения у пациентов I группы

В ревизионном оперативном лечении с использованием стабилизирующих металлоконструкций, по результатам двухлетнего наблюдения, нуждались 9 (36%) пациентов данной группы. По окончании сроков наблюдения (3 года) еще 7 (28%) пациентам было показано оперативное лечение. В целом 14 пациентам (56%) было выполнено ревизионное хирургическое лечение в связи с нарастанием нестабильности и деформации позвоночника.

#### **4.2. Результаты лечения больных второй группы**

Вторая группа так же состояла из 25 больных со стенозом позвоночного канала и ригидной кифосколиотической деформацией.

Оперативное лечение пациентам данной группы проводилось из заднего доступа в объеме декомпрессии неврологических структур и локальной стабилизации на уровне декомпрессии системами транспедикулярной фиксации. Следует отметить, что у пациентов данной группы имплантация металлоконструкции играла исключительно стабилизирующую роль. Восстановление сагиттального и фронтального баланса не проводилось с целью уменьшения продолжительности и травматичности оперативного лечения у пациентов со значимой сопутствующей патологией.

Пациенты были активизированы на 1–2-е сутки с дополнительной опорой. Иммобилизация корсетами так же не применялась.

Все пациенты 2-ой группы до операции так же предъявляли жалобы на болевой синдром различной интенсивности. По шкале VAS средний балл составлял 7,8. В дальнейшем было отмечено уменьшение выраженности болевого синдрома через 6 и 12 месяцев, однако в отдаленном периоде наблюдения вновь был отмечен рецидив болевого синдрома (рис. 25).

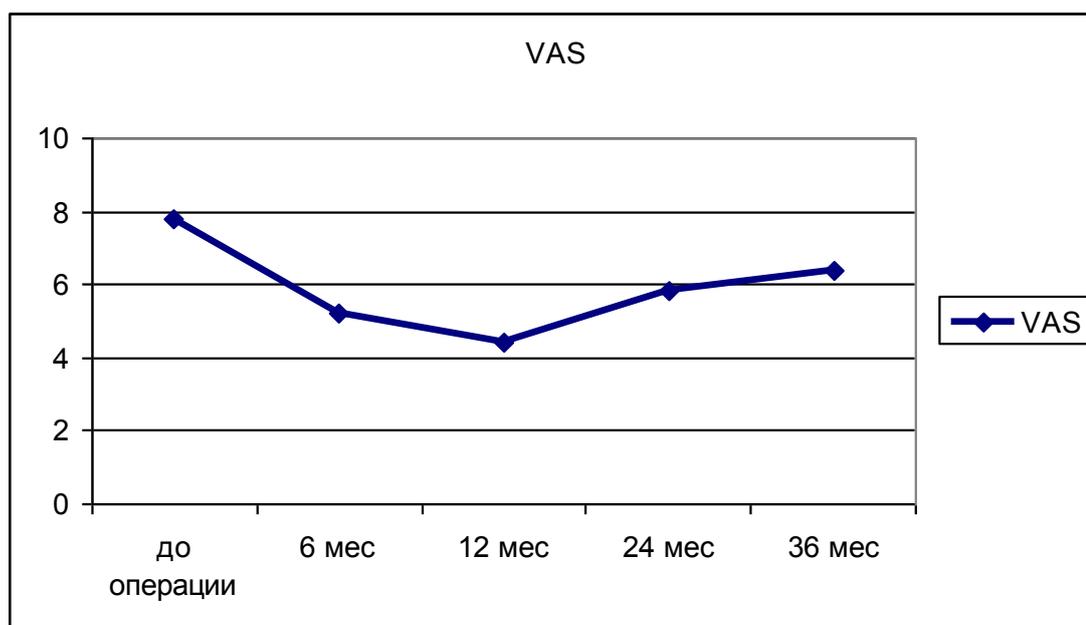


Рис.25. Динамика болевого синдрома у пациентов второй группы

В отдаленном послеоперационном периоде (в среднем 2,5 года) хорошие результаты, то есть отсутствие рецидивов болевого синдрома (0–1 балл по VAS), наблюдались у 3 пациентов (12%); удовлетворительные результаты, т.е. частичный рецидив болевого синдрома при физических или длительных статических нагрузках (2–3 балла по VAS) – у 4 пациентов (16%). Неудовлетворительные результаты (рецидив болевого синдрома на предоперационный уровень или выше) в исследуемой группе наблюдались у 18 больных (72%), что было обусловлено развитием патологических изменений на смежных с фиксируемыми уровнях, нестабильностью металлофиксации и декомпенсацией статики и биомеханики позвоночного столба.

Качество жизни пациентов данной группы, оцениваемое по шкале ODI до операции, в среднем составляло 70% по индексу Oswestry. По результатам анализа отдаленных результатов лечения в течение года после операции отмечалось улучшение качества жизни в среднем до 52% по ODI. Однако в последующем периоде наблюдения вновь было выявлено ухудшение качества жизни до исходных предоперационных значений (69%) (рис. 26).

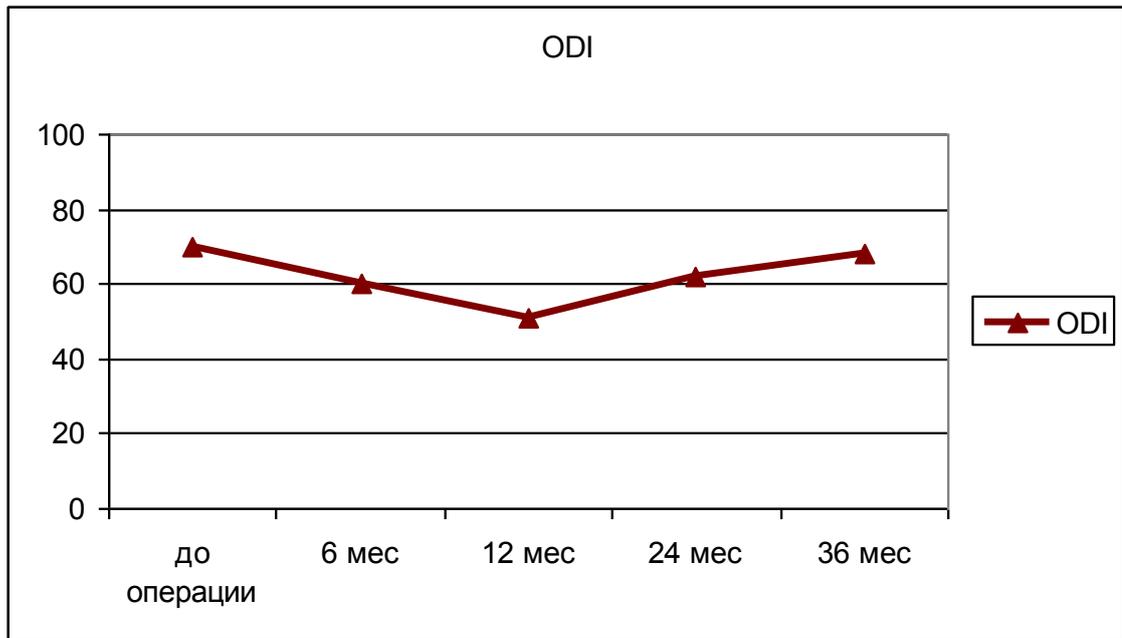


Рис.26. Динамика качества жизни у пациентов второй группы

Неврологический дефицит регрессировал в течение года после операции с уровня C-D по ASIA до уровня D-E и в дальнейшем не нарастал на протяжении всего периода наблюдения (рис. 27).

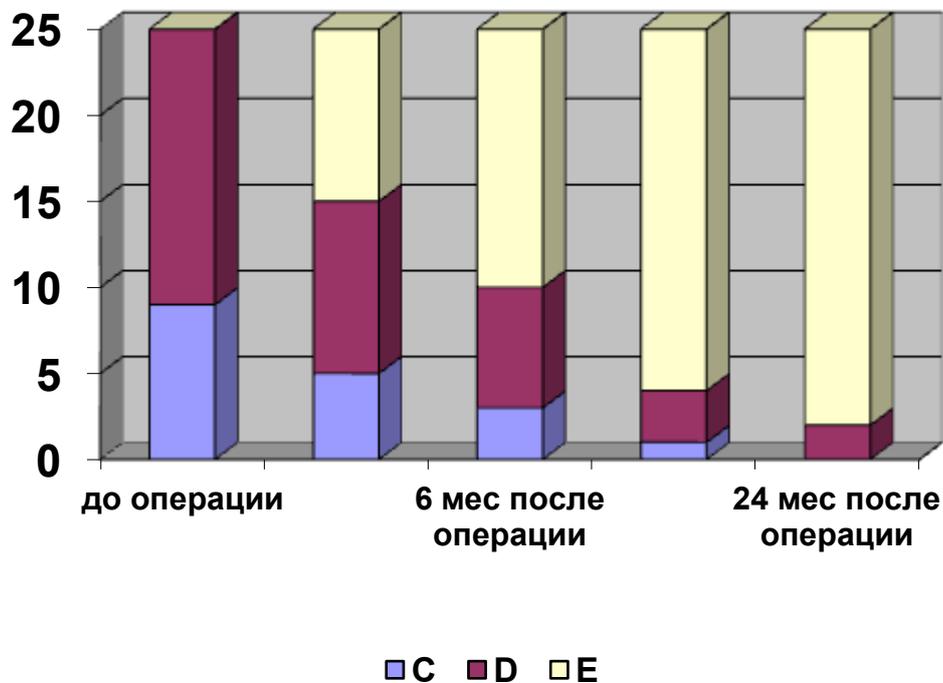


Рис. 27. Динамика неврологической симптоматики по шале ASIA на фоне лечения у пациентов II группы

По результатам трехлетнего наблюдения ревизионное оперативное лечение было выполнено 15 пациентам данной группы (60%). Причинами ревизионного хирургического лечения являлись развитие дегенеративных изменений с нестабильностью на смежных ПДС у 6 пациентов (40%); нестабильность металлоконструкции в пяти случаях (33,3%); переломы смежных с фиксацией позвонков с нарастанием кифотической деформации в 4 случаях (26,7%).

### **4.3. Результаты лечения больных третьей группы**

Третья группа состояла из 20 пациентов со стенозом позвоночного канала и ригидной кифосколиотической деформацией.

Хирургическое лечение больных данной группы состояло в декомпрессии неврологических структур со стабилизацией системами транспедикулярной фиксации и полноценной коррекцией деформации с восстановлением фронтального и сагиттального балансов посредством многоуровневой остеотомии по Смит-Петерсону (SPO) и/или остеотомии через ножку позвонка (PSO). С целью воссоздания передней опорной колонны, увеличения высоты межтелового промежутка и восстановления поясничного лордоза пациентам данной группы выполнялся передний межтеловой спондилодез кейджами на поясничном отделе позвоночника по методике TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion). В зону переднего спондилодеза были включены от 1 до 5 ПДС в зависимости от тяжести стеноза позвоночного канала, высоты межтелового промежутка и величины требуемой коррекции.

Пациенты были активизированы на 2–3-и сутки с дополнительной опорой. Иммобилизация корсетами так же не применялась.

Эффективность декомпрессивной составляющей операции заключалась в стойком регрессе симптоматики с уровня C-D по ASIA до уровня D-E на протяжении всего периода наблюдения (рис. 28).

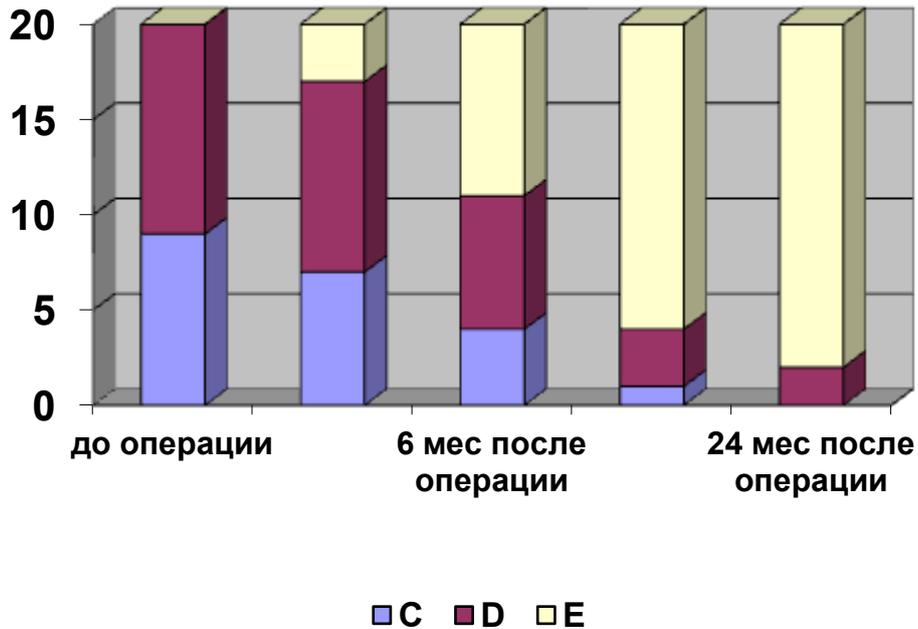


Рис. 28 Динамика неврологической симптоматики по шале ASIA на фоне лечения у пациентов III группы

Выраженный болевой синдром до операции наблюдался у всех пациентов. Средний балл по шкале VAS – 7,7. Через год после оперативного лечения произошло значимое снижение болей, началось проведение реабилитационного лечения. В дальнейшем при оценке результатов отдаленного периода наблюдений было также отмечено уменьшение болевого синдрома, однако достоверного подтверждения этих значений нами получено не было ( $p=0,89$ ). В отдаленном послеоперационном периоде (в среднем 2,5 года) отсутствие рецидивов болевого (0–1 балл по VAS) синдрома было отмечено у 6 (30%) пациентов, частичный рецидив болевого синдрома, который беспокоил только при физических и статических нагрузках (1–3 балла по VAS), наблюдался у 11 (55%) пациентов (рис. 29). У 3 (15%) больных результаты хирургического вмешательства были признаны как неудовлетворительные, что было обусловлено развитием нестабильности металлоконструкции на фоне сопутствующего остеопороза.

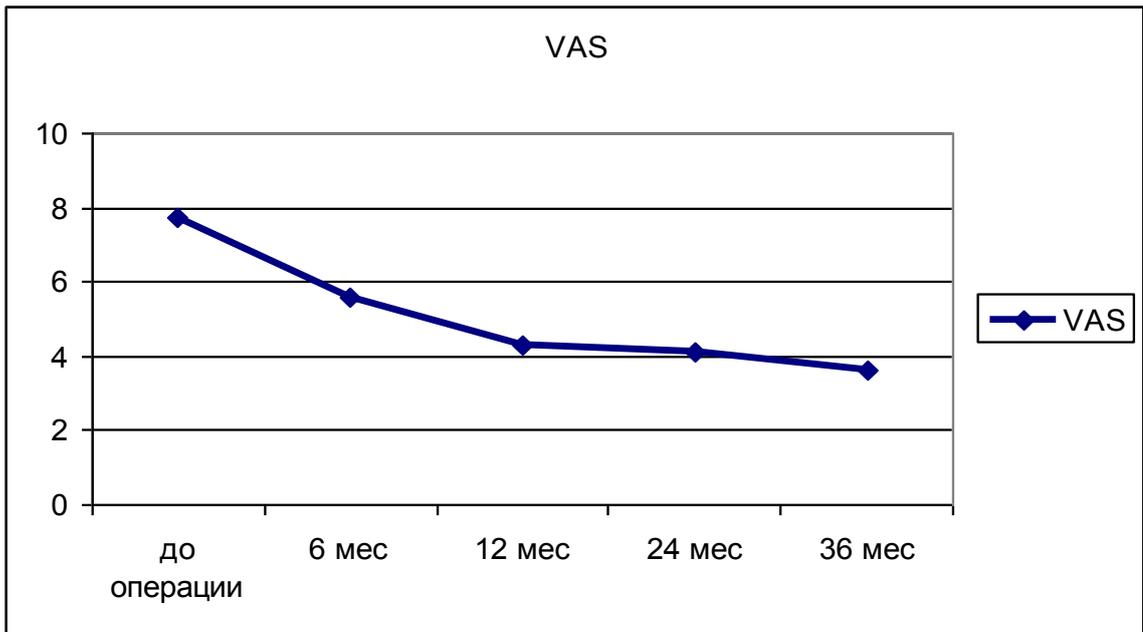


Рис. 29. Динамика болевого синдрома у пациентов третьей группы

Качество жизни пациентов данной группы до операции по шкале ODI составляло 70%.

На основании анализа отдаленных результатов оперативного лечения в течение года после операции отмечалось улучшение качества жизни в среднем до 48% по ODI и до 32% по истечении трехлетнего периода наблюдений (рис. 30). Изменения качества жизни, наблюдаемые нами у пациентов данной группы в течение 3-х лет, достоверно подтверждены проводимым статистическим анализом ( $p=0.04$ ).

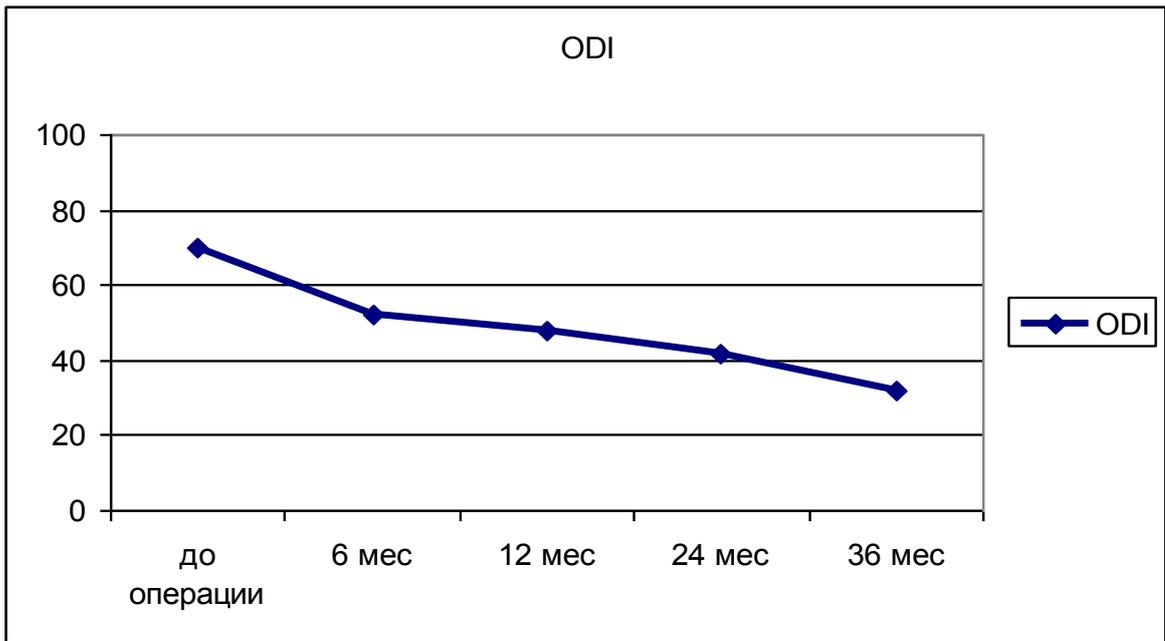


Рис. 30. Динамика качества жизни у пациентов третьей группы

У двух пациентов через 2 и 3 недели после операции развилась глубокая инфекция области хирургического вмешательства, в связи с чем было проведена ревизионная операция с сохранением металлоконструкции. Еще в одном случае после операции развился неврологический дефицит, который самостоятельно регрессировал через 6 месяцев.

Ревизионное оперативное лечение в отдаленном периоде было выполнено 3 (15%) пациентам данной группы. Его причинами являлась нестабильность металлоконструкции на фоне распространенного остеопороза (рис. 31).

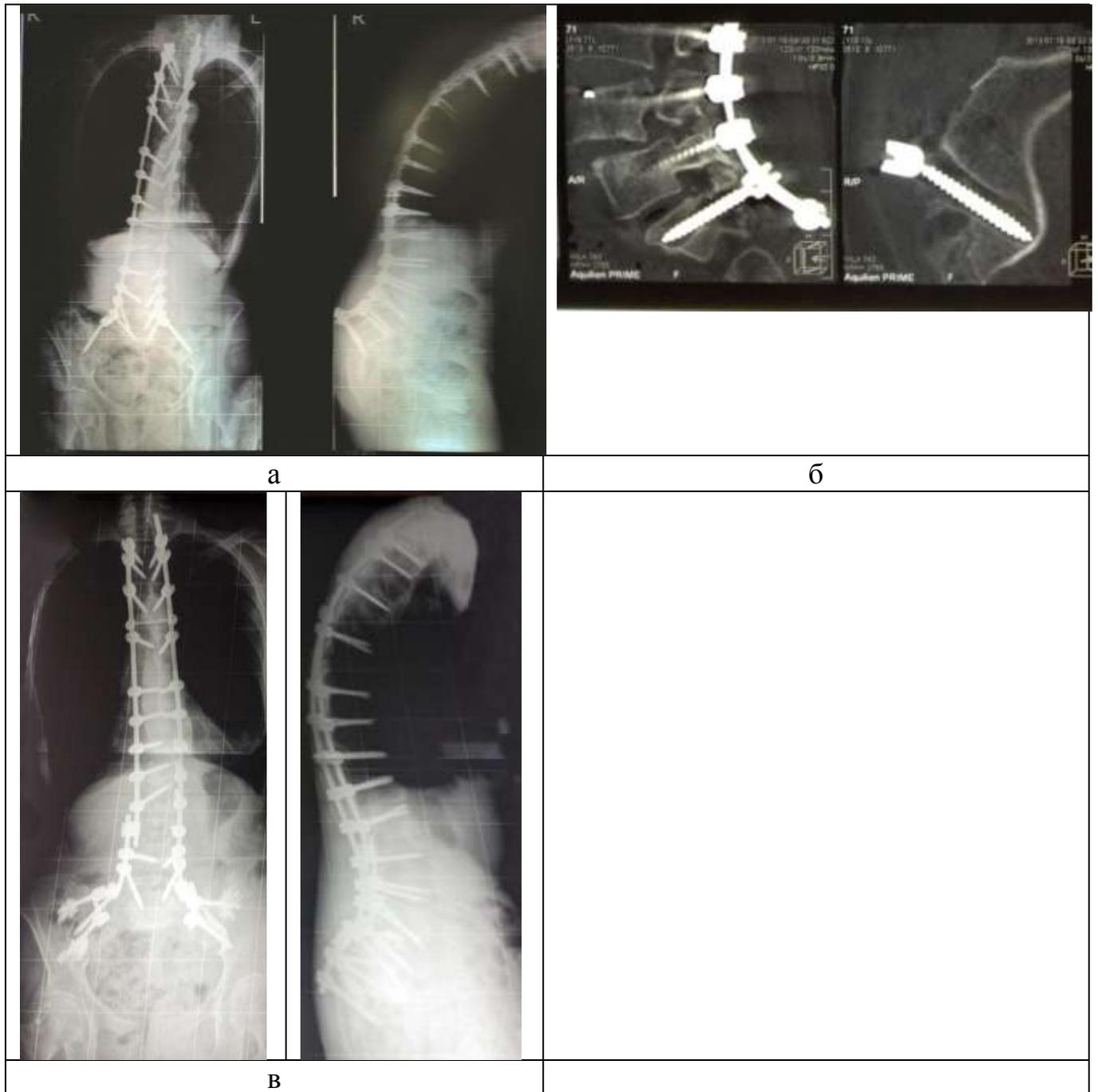


Рис. 31 Пациент Л. 78 лет. Диагноз: дегенеративный сколиоз груднопоясничного отдела позвоночника: а – телерентгенограммы позвоночника в прямой и боковой проекциях – с после транспедикулярного спондилосинтеза Th3-S1-SIPS, выраженные нарушения сагиттального и фронтального баланса; б – КТ пояснично-крестцового отдела – нестабильность винтов в S1 и подвздошных костях; в – телерентгенограммы позвоночника после ревизионного оперативного лечения: респондилосинтез на уровне S1-SIPS с установкой винтов на цемент

## **ГЛАВА 5**

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП И ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ**

#### **5.1. Сравнительный анализ различных подходов к лечению взрослых пациентов со стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций**

Для объективной оценки результатов исследования и научного обоснования алгоритма лечения взрослых пациентов со стенозами позвоночного канала на фоне деформаций позвоночного столба мы провели комплексную сравнительную оценку результатов лечения больных в каждой из групп.

Как уже было отмечено в предыдущих разделах, оценка динамики неврологического статуса производилась на основании шкалы ASIA. С учетом однотипного характера операций по декомпрессии невральных структур во всех группах были получены положительные результаты в виде стойкого регресса симптоматики с уровня C-D по ASIA до уровня D-E на протяжении всего периода наблюдения. Достоверных различий в исследуемых группах найдено не было (рис. 32).

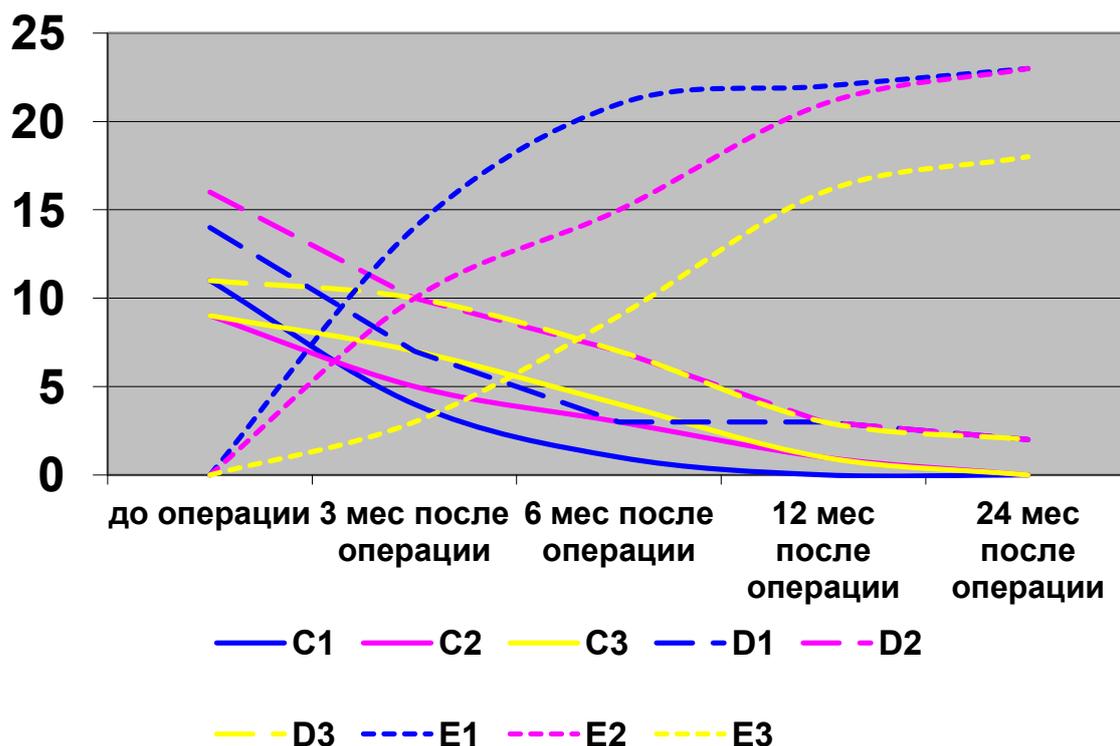


Рис. 32. Динамика неврологического статуса по шкале ASIA у пациентов трех групп

Основные различия в оценке эффективности лечения пациентов были получены при изучении характеристик болевого синдрома и качества жизни.

Сравнительная оценка динамики болевого синдрома у пациентов трех исследуемых групп показала, что на протяжении первого года после операции во всех группах отмечался регресс болевой симптоматики, причем достоверной разницы в значениях по шкале VAS не выявлено (рис. 33).

Отдаленные результаты показали, что у пациентов первой и второй групп через год после операции боли стали приобретать более интенсивный характер. Особенно отчетливая отрицательная динамика показателей боли отмечалась через 2 и 3 года после операции, что было обусловлено нарастанием нестабильности позвоночного столба, декомпенсации его статики, биомеханики и необходимостью повторных стабилизирующих или корригирующих вмешательств у 68% пациентов первой и 72% второй группы. Достоверных

различий в динамике болевого синдрома между пациентами первой и второй групп найдено не было.

Наилучшие результаты в регрессе болевой симптоматики были отмечены в третьей группе больных, где достоверная ( $p \leq 0,05$ ) положительная динамика характеристики болей по VAS отмечалась через два и три года после вмешательства, что объяснялось хорошей адаптацией пациентов и их реабилитацией в условиях сбалансированного позвоночника. Причем даже 15% неудовлетворительных результатов из-за нестабильности металлоконструкции на фоне остеопороза не повлияло на общую положительную оценку результатов лечения пациентов в этой группе.

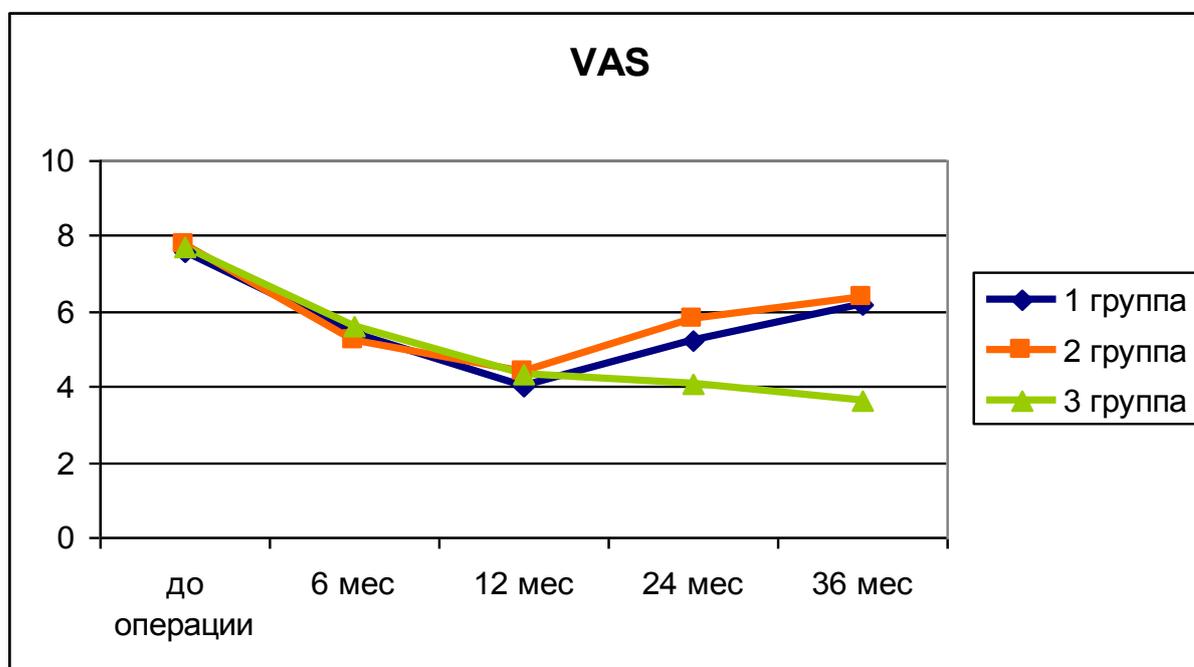


Рис. 33. Сравнительная оценка динамики болевого синдрома по шкале VAS у пациентов трех групп

Аналогичные результаты были получены и при сравнительной оценке качества жизни больных по шкале ODI (рис. 34).

У пациентов первой и второй групп динамика качества жизни во временных отрезках практически соответствовала показателям болевого синдрома. И если в течение первого года наблюдалась положительная динамика, обусловленная перманентным эффектом операции и надеждами больных на выздоровление, то в

отдаленном периоде через 2 и 3 года, несмотря на то, что болевой синдром был менее интенсивный, чем до операции, уровень качества жизни возвращался на дооперационный уровень, а в некоторых случаях даже снижался. По нашему мнению, причины такого развития событий аналогичны, и в целом были следствием нарастания нестабильности позвоночного столба, декомпенсации его статики и биомеханики, компенсаторных изменений в смежных отделах опорно-двигательной системы, нарастания болей, необходимости повторных вмешательств и разочарования в ожидаемом эффекте от операции.

В третьей группе так же, как при оценке болевого синдрома, отмечено достоверное улучшение качества жизни по сравнению с первыми двумя группами ( $p < 0,05$ ). Причем динамика показателей ODI аналогична динамике показателей боли. Видимо и причины, способствовавшие этому, аналогичны.

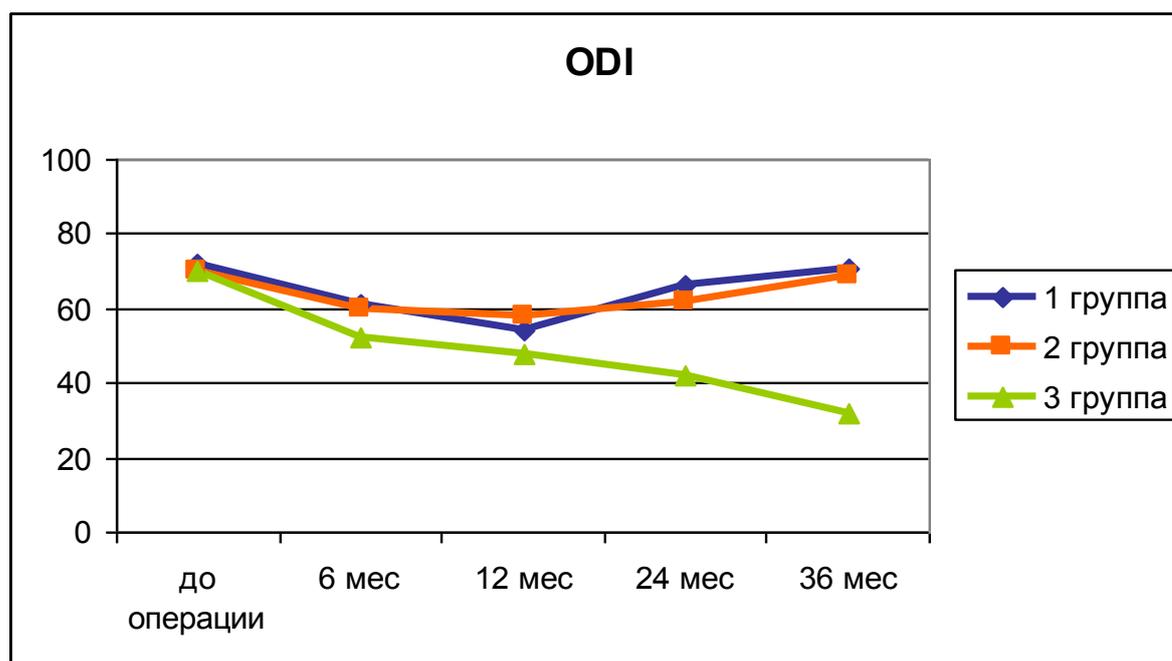


Рис. 34. Сравнительная оценка динамики качества жизни по шкале ODI у пациентов трех групп

В заключение следует отметить, что взрослых больных со стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотической деформации позвоночника, следует рассматривать как отдельную нозологическую единицу, имеющую свои особенности и закономерности развития патологического процесса. Причем успех их лечения зависит не столько от качественно выполненной декомпрессивной части операции, сколько от комплексной оценки искривления позвоночника с определением основных тазово-позвоночных соотношений, характеризующих баланс туловища, и коррекции деформации для их восстановления.

## **5.2. Алгоритм выбора рациональной тактики хирургического лечения взрослых больных со стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций**

Выявленные в ходе настоящего исследования клинико-рентгенологические особенности течения дегенеративных стенозов позвоночного канала у пациентов с деформациями позвоночника и сравнительная характеристика различных способов операций при данной патологии показали, что на эффективность лечения в первую очередь оказывает влияние обеспечение стабильности позвоночного столба в оптимальных статико-биомеханических условиях сагиттального и фронтального баланса. Это было подтверждено результатами лечения пациентов.

Полученные результаты показывают, что у этих пациентов деформация выходит на первый план как в клиническом проявлении заболевания, так и прогнозировании исходов его лечения.

Так, изолированные декомпрессивные вмешательства (без использования имплантатов) оказались эффективными у пациентов со стенозами без нестабильности позвоночного столба и нарушений со стороны сагиттального баланса туловища. Однако и соблюдение этих условий часто не гарантирует положительный эффект от лечения в отдаленном периоде. Если же одно из условий нарушено то, как видно из результатов, более чем 2/3 пациентов

обречены на повторные операции в отдаленном периоде. Поэтому данные оперативные вмешательства рекомендованы этим пациентам либо при гарантии сбалансированного стабильного позвоночника, либо при наличии тяжелой сопутствующей соматической патологии, когда выполнение корригирующих операций связано с чрезвычайно высоким риском для здоровья и жизни пациента. При этом мы должны ожидать нарастания признаков нестабильности ПДС, и как следствие, нарастания болей в спине, и ухудшения качества жизни через год после операции более чем в 60% случаев. В этих же условиях стабилизация позвоночника транспедикулярной системой без учета восстановления сагиттального профиля приводит к еще большему числу неудовлетворительных результатов. Поэтому фиксация позвоночника без коррекции деформации *in situ* может быть рекомендована только пациентам с компенсированным балансом туловища, если для декомпрессии необходимо широко резецировать задние опорные структуры позвоночника для профилактики его вторичной нестабильности.

Поэтому ключевым фактором в предоперационном планировании является детальное рентгенологическое обследование пациентов: стандартные телерентгенограммы и функциональные рентгенограммы позвоночника, компьютерная и магнитно-резонансная томография. Данный объем исследования позволяет выявить нестабильность ПДС, значимые нарушения сагиттального баланса позвоночника и участки стеноза позвоночного канала.

В нашем исследовании в рамках предоперационного планирования мы оценивали сагиттальный профиль на основании измерения величины отклонения SVA и основные тазово-позвоночные соотношения.

Расчет величины коррекции сагиттального профиля проводился с использованием формулы с доказанной чувствительностью в 91% для прогнозирования сохранения нормального сагиттального баланса в течение 24 месяцев после операции:  $PI + LL + TK \leq 45^\circ$  (Aebi M., 2005).

Было отмечено, что для восстановления нормальных сагиттальных отношений у пациентов со значимым фронтальным дисбалансом и существующей

необходимости установки протяженной транспедикулярной конструкции восстановление профиля позвоночника возможно посредством многоуровневой SPO. В случае наличия компенсированного фронтального баланса восстановление правильных сагиттальных отношений целесообразно проводить путем PSO на одном уровне на относительно короткой фиксации.

Обязательным правилом остается создание условий для формирования костного блока путем заднего спондилодеза аутокостью.

Полученные результаты исследования легли в основу разработанного алгоритма хирургического лечения взрослых больных со стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций (рис. 35). Клиническое применение данного алгоритма позволило добиться удовлетворительной коррекции деформации и улучшения качества жизни пациентов по всем показателям, что подтверждено результатами, полученными в третьей группе больных. Очевидно, что соблюдение перечисленных выше принципов лечения данной патологии позволили получить стойкий положительный эффект у подавляющего большинства из них.

Таким образом, в пятой главе подведены итоги диссертационного исследования. Проведена сравнительная оценка пациентов с различными подходами к оперативному лечению. Следует отметить, что выполнение рекомендаций, схематически представленных в виде алгоритма, позволило получить полноценную коррекцию кифосколиотических деформаций у взрослых пациентов во фронтальной и сагиттальной плоскостях, улучшить качество их жизни и минимизировать число осложнений в отдаленном послеоперационном периоде.

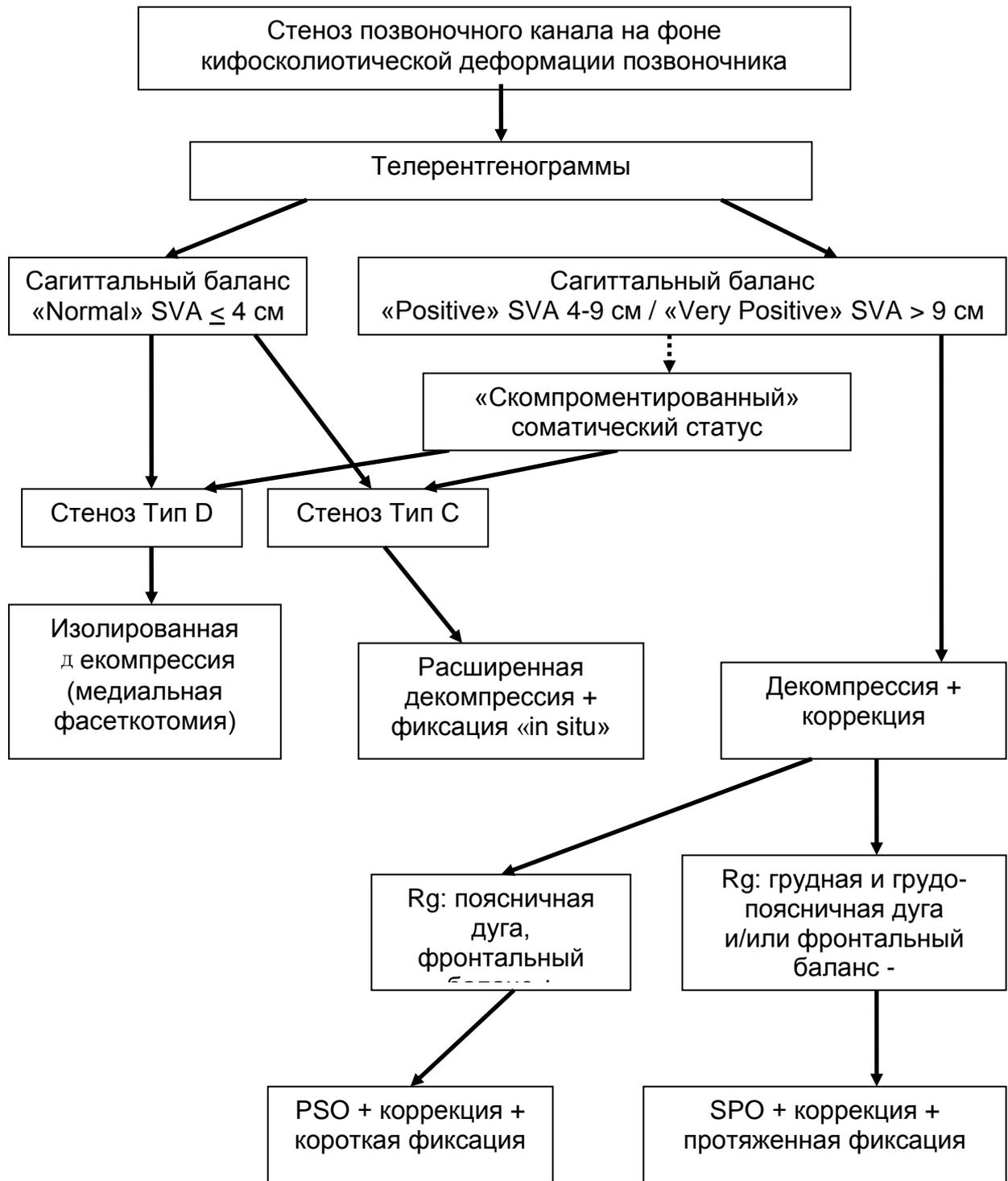


Рис. 35. Алгоритм хирургического лечения взрослых больных со стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время лечение взрослых пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями на фоне деформаций позвоночника представляет актуальную проблему. Краеугольный камень лежит в том, что дегенеративно-дистрофические изменения пояснично-крестцового отдела позвоночника не только могут быть следствием функциональных изменений позвоночного столба на фоне длительно существовавшей деформации (например, идиопатического или врожденного сколиоза), но и быть причиной развития вторичной кифосколиотической деформации (так называемого дегенеративного сколиоза) (Aebi, M. – 2005). Сегодня уже доказано, что дегенеративные изменения являются не только причиной развития сколиоза, но и фактором, вызывающем его прогрессирование (Ragab, A.A. et al., – 2003, Schwab, F.J. et al., – 2002).

Таким образом, можно предположить, что все деформации позвоночника в определенной стадии развития (во взрослом возрасте) приходят к декомпенсации статики и биомеханики на фоне инволютивных, дистрофических процессов в костно-связочных структурах позвоночного столба и паравертебральных мышцах. Поэтому и в клиническом проявлении на первый план выходят симптомы дегенеративно-дистрофического процесса. При этом грань между первичными, декомпенсированными деформациями позвоночника с вторичным дегенеративно-дистрофическим процессом (ДДЗП) и вторичными, где именно ДДЗП явилось причиной развития деформации, стирается. И клинически их можно рассматривать в единой группе деформаций позвоночника у взрослых.

Проведенное исследование показало, что подходы к методам обследования, лечения, и послеоперационного ведения взрослых пациентов с изучаемой патологией имеет массу особенностей в отличие от тактики ведения стандартных пациентов с ДДЗП.

Так, клинические проявления у всех 100% исследуемых пациентов, носили

комплексный характер в виде выраженного вертеброгенного болевого синдрома, нейрогенной перемежающейся хромоты, парезов и нарушений биомеханики позвоночного столба. Причинами стеноза позвоночного канала в молодом возрасте являлись грыжи межпозвонкового диска, а в пожилом и старческом возрасте – спондилоартроз и спондилез. Нами была выявлена прямая связь между клиническими проявлениями заболевания и деформацией позвоночника. Причем непосредственно стеноз позвоночного канала был практически одинаковым во всех группах, что отражалось в сходной неврологической картине. В свою очередь, достоверными были различия в уровне болевого синдрома и качестве жизни у пациентов с менее выраженными нарушениями баланса туловища в I группе и выраженными расстройствами во II и III группах, т.е. тех, где были представлены более выраженные деформации, которые сопровождались и худшей клинической картиной патологии. Это указывало на значимое влияние именно деформации позвоночника на клиническую картину и качество жизни у данной категории пациентов.

Нами было подтверждено мнение авторов о ключевом влиянии нестабильности позвоночных сегментов на клиническое течение патологии (Шотемор Ш.Ш., 1979; Ascani E. Et al., 1986; Winter R.B., Lonstein J.E., 1983). Была выявлена объективная зависимость между клиническими проявлениями нестабильности в виде нарастания болевого синдрома и данными инструментальных исследований (Rg и КТ-миелографии и нейроэлектрмиографии). В нашей работе мы отметили, что изолированная декомпрессивная операция у данной категории пациентов достоверно приводит к развитию нестабильности сегментов позвоночника почти в 90% случаев, что полностью совпадает с мнением А. Vaccaro с соавторами.

Исходя из полученных выше данных, мы попытались определить место изолированной декомпрессивной операции в хирургическом лечении данной категории больных. Ведь преимущества этой операции в виде отсутствия необходимости имплантации металлоконструкции, особенно в условиях

сниженного качества кости и остеопороза, у данной категории пациентов, очевидны (Марова, Е.И. – 1998; С.П. Миронов.,- 2006; Михайлов, Е.Е., 2003; Chia-Hsiao Kuo et al.,- 2004; Daffner, S.D. – 2003; Kobayashi, T. A et al., – 2006; Micheli, L. et al., – 1977; Ogilvie, J.W. et al., – 1992; Winter, R.B. – 1983). В ходе исследования мы получили данные, сопоставимые с Postacchini et al., (Postacchini F. – 1999), что эта операция может быть эффективной у пациентов со стенозом позвоночного канала без выраженного болевого синдрома и нарушений баланса туловища.

Изучая проблему стабилизации позвоночника у этих пациентов, было важно понять, возможно, ли фиксировать позвоночник без коррекции деформации (*in situ*), или необходимо выполнять сложные и травматичные корригирующие вмешательства.

Наше исследование подтвердило опасения многих авторов, что фиксация позвоночника без учета сагиттального профиля сопряжено с риском нестабильности металлоконструкции более чем в 50% случаев (Bridwell, K.H. et al.,- 2009; Cavagna, R. et al., – 2008; Cho, K.J. et al.,- 2007; Cloyd, J.M. et al.,- 2010- Cornell, C.N., – 2003, McKinley, L.M., – 1977, Yadla, S. et al., – 2010). Мы получили достоверные подтвержденные положительные отдаленные результаты в зависимости от полноценности восстановления именно сагиттального профиля во время хирургического лечения. Причем многоуровневая SPO по своей эффективности на фоне протяженной фиксации была сопоставима с PSO при существенно меньшей травматичности операции, что, весьма важно у данной возрастной категории больных.

Полученные результаты исследования помогли обосновать алгоритм хирургического лечения пациентов со стенозами позвоночного канала на фоне деформации позвоночника. Его ключевым фактором явилось именно в предоперационное планирование, детальное рентгенологическое обследование пациентов с целью выявления нестабильности ПДС, значимых нарушений сагиттального баланса позвоночника и участков стеноза позвоночного канала. В

зависимости от характеристики сагиттального профиля и предлагается формировать тот или иной хирургический подход. Клиническое применение данного алгоритма позволило добиться удовлетворительной коррекции деформации и улучшения качества жизни пациентов по всем показателям, что подтверждено результатами, полученными в III группе больных.

Обобщая результаты выполненных клинических исследований, следует отметить, что они позволили решить все задачи, поставленные в клинической части работы. Кроме того, они подтвердили достоверность и значимость сделанных анатомических обоснований, а также существенно дополнили и расширили их с позиций накопленного клинического опыта.

В целом проведенные рентгенологические и клинические исследования позволяют сделать заключение, что предложенный алгоритм тактики оперативного лечения должен быть рекомендован к дальнейшему внедрению в практику работы специализированных травматолого-ортопедических стационаров. Конкретные выводы и практические рекомендации изложены в следующих разделах диссертации.

## ВЫВОДЫ

1. У 82% пациентов в возрасте до 60 лет основной причиной формирования стеноза позвоночного канала являются грыжи межпозвонковых дисков и гипертрофически измененный связочный аппарат, а в пожилом и старческом возрасте 91,4% стенозов связано с гипертрофией связочного аппарата и межпозвонковых суставов.
2. Нестабильность позвоночного столба достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличивает степень стеноза позвоночного канала и выраженность неврологических расстройств у 74,1% пациентов, причем изолированные декомпрессивные вмешательства достоверно ( $p < 0,05$ ) приводят к нестабильности позвоночного столба в течение первого года после операции у 87,5% больных.
3. Изолированные декомпрессивные вмешательства показаны пожилым пациентам с выраженной сопутствующей патологией, со стенозом позвоночного канала на фоне стабильной деформации позвоночника без нарушения сагиттального и фронтального баланса туловища.
4. Многоуровневые фиксации с коррекцией деформации позвоночника показаны пациентам с нестабильностью позвоночного столба, а также при нарушении фронтального и сагиттального баланса туловища (причем именно последняя составляющая определяет степень протяженности фиксации) и оказываются эффективными в 85% случаев, в виде стойкого регресса болевой симптоматики и улучшения качества жизни, при условии восстановления сагиттального баланса туловища,
5. Разработанный алгоритм лечения пациентов со стенозами позвоночного канала позволяет достигнуть стойкого регресса болевой симптоматики в послеоперационном периоде у 85% пациентов, улучшить качество жизни на 45,7% (по ODI) и снизить частоту осложнений, требующих проведения ревизионных операций до уровня 15%.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Предоперационное планирование лечения пациентов со стенозами позвоночного канала на фоне кифосколиотических деформаций, кроме стандартного обследования, должно включать анализ позвоночно-тазовых соотношений и глобального баланса на основании телерентгенографического исследования.
2. У пациентов со значимой сопутствующей патологией и преобладанием в клинической картине симптомов стеноза позвоночного канала возможно проведение оперативного лечения в объеме изолированной декомпрессии неврологических структур только при рентгенологически подтвержденном отсутствии нестабильности ПДС, отсутствии декомпенсации статики и биомеханики позвоночника и умеренном сагиттальном дисбалансе (POSITIVE по SRS-Schwab классификации с отклонением SVA на 4–9 см).
3. Стабилизация позвоночника без коррекции деформации (in situ) не должна применяться у пациентов с нарушениями сагиттального и фронтального баланса ввиду достоверного повышения риска развития осложнений, связанных с нестабильностью металлоконструкции и декомпенсацией смежных ПДС в отдаленном послеоперационном периоде.
4. Для восстановления нормальных сагиттальных соотношений у пациентов со значимым фронтальным дисбалансом при необходимости установки протяженной транспедикулярной конструкции (на грудной и пояснично-крестцовые отделы позвоночника) восстановление профиля позвоночника возможно посредством многоуровневой SPO. В случае компенсированного фронтального баланса восстановление правильных сагиттальных соотношений целесообразно проводить путем PSO на одном уровне при относительно короткой фиксации на протяжении от ниже-грудного отдела до крестца и таза.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Беленький, Б.Н. Механизм образования деформации позвоночника при сколиозе / Б.Н. Беленький // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1977. – № 3. – С. 20–27.
2. Боровиков, В.П. STATISTICA: Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. – М. : Информационно-издательский дом «Филин», 1997. – 608 с.
3. Васюра, А.С. Хирургическое лечение сколиоза с применением метода транспедикулярной фиксации / А.С. Васюра // Хирургия позвоночника. – 2011. – № 2. – С. 27–34.
4. Вердиев, В.Г. Хирургическое лечение тяжелых форм сколиоза у больных с завершенным ростом : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Вердиев В.Г. – Киев, 1994. – 54 с.
5. Ветрилэ, С.Т. Сравнительный анализ результатов оперативного лечения сколиоза с применением дистрактора Harrington в сочетании с методом Luque и системы Cotrel-Dubousset / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, В.В. Швец // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 1999. – № 2. – С. 7–15.
6. Ветрилэ, С.Т. Оценка эффективности одноэтапной хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника инструментарием Cotrel – Dubousset / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кисель, А.А. Кулешов // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2004. – № 4. – С. 58–68.
7. Грунтовский, Г.Х. Диспластические деформации позвоночных сегментов при остеохондрозе / Г.Х. Грунтовский, В.А. Колесниченко // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2000. – № 1. – С. 26–30.
8. Гублер, Е.В. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях / Е.В. Гублер, А.А. Генкин. – Л. : Медицина, 1973. – 144 с.

9. Закревский, Л.К. Переднебоковой спондилодез при сколиозе / Л.К. Закревский. – М. : Медицина, 1976. – 46 с.
10. Казьмин, А.И. О груднопоясничном типе сколиоза / А.И. Казьмин, И.И. Плотникова // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1968. – № 6. – С. 27–30.
11. Казьмин, А.И. Сколиоз / А.И. Казьмин, И.И. Кон, В.Е. Беленький. – М. : Медицина, 1981. – 269 с.
12. Марова, Е.И. Классификация остеопороза / Е.И. Марова // Остеопороз и остеопатии. – 1998. – № 1. – С. 8–12.
13. С.П. Остеопороз как медико-социальная проблема / С.П. Миронов // Проблемы остеопороза в травматологии и ортопедии : материалы конф. – М., 2006. – С. 3–4.
14. Михайлов, Е.Е. Эпидемиология остеопороза и переломов / Е.Е. Михайлов // Руководство по остеопорозу. – М. : БИНОМ, 2003. – С. 10–56.
15. Михайлов, С.А. Оценка отдаленных результатов хирургического лечения прогрессирующих форм сколиоза у детей и взрослых / С.А. Михайлов, А.В. Рак // Охрана здоровья и оздоровления окружающей среды : тезисы докладов научной конференции. СПб., 1993. – С. 127–128.
16. Михайловский, М.В. Оперативное лечение сколиотической болезни. Результаты, исходы / М.В. Михайловский, М.А. Садовой. – Новосибирск : изд-во НГУ, 1993. – 191 с.
17. Михайловский, М.В. Хирургия деформаций позвоночника / М.В. Михайловский, Н.Г. Фомичев. – Новосибирск, 2002. – 191 с.
18. Михайловский, М.В. Современная концепция раннего выявления и лечения идиопатического сколиоза / М.В. Михайловский, В.В. Новиков, А.С. Васюра [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2003. – № 1. – С. 3–10.
19. Мовшович, И.А. Сколиоз. Хирургическая анатомия и патогенез / И.А. Мовшович. – М., 1964. – 290 с.

20. Полюхович, Э.М. Хирургическое лечение посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника / Э.М. Полюхович // Хирургия позвоночника. – 2007. – № 3. – С. 8–15.
21. Стоков, Л.Д. Отдаленные результаты хирургического лечения больных сколиозом : автореф. дис ... канд. мед. наук / Стоков Л.Д. – М., 1979. – 22 с.
22. Фищенко, В.Я. Оперативное лечение больных с грудопоясничным и поясничным сколиозом методом клиновидной резекции и одномоментной коррекции дистрактором / В.Я. Фищенко, В.А. Улещенко, В.Г. Вердиев // Ортопедия, травматология. – 1988. – № 2. – С. 23–26.
23. Цивьян, Я.Л. Хирургия позвоночника / Я.Л. Цивьян. – Новосибирск, 1993. – 364 с.
24. Чаклин, В.Д. Сколиозы и кифозы / В.Д. Чаклин, Е.А. Абальмасова. – М., 1973. – 255 с.
25. Шевченко, С.Д. Хирургическая коррекция позвоночника и грудной клетки при тяжелых формах сколиоза : дис. ... д-ра мед. наук / Шевченко С.Д.. – Харьков, 1983. – 288 с.
26. Шотемор, Ш.Ш. К вопросу о нестабильности позвоночника / Ш.Ш. Шотемор // Ортопедия, травматология. – 1979. – № 5. – С. 44–49.
27. Aebi M., Adult scoliosis / M. Aebi // Therap. Umschau. – 1987. – Bd. 44. – S. 757–763.
28. Aebi, M. Correction of degenerative scoliosis of the lumbar spine: a preliminary report / M. Aebi // Clin. Orthop. – 1988. – N 232. – P. 80–86.
29. Aebi, M. The adult scoliosis / M. Aebi // Eur. Spine J. – 2005. – Vol. 14, N 10. – P. 925–948.
30. Albert, T.J. Health outcome assessment before and after adult deformity surgery: A prospective study / T.J. Albert, J. Purtill, J. Mesa [et al.] // Spine. – 2003. – Vol. 20. – P. 2002–2005.
31. Ascani, E. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity / E. Ascani, P. Bartolozzi, C.A. Logroscino [et al.] // Spine. – 1986. – Vol. 11, N 8. – P. 784–789.

32. Baron, E.M. Medical complications of surgical treatment of adult spinal deformity and how to avoid them / E.M. Baron, T.J. Albert // *Spine*. – 2006. – Vol. 31, N 19 Suppl. – P. 106–118.
33. Benner, B. Degenerative lumbar scoliosis / B. Benner, G. Ehni // *Spine*. – 1979. – Vol. 4. – P. 548.
34. Benoist, M. Natural history of the aging spine / M. Benoist // *Eur. Spine J.* – 2003. – Vol. 12, Suppl. 2. – P. S86–S89.
35. Benz, R.J. Predicting complications in elderly patients undergoing lumbar decompression / R.J. Benz, Z.G. Ibrahim, P. Afshar [et al.] // *Clin. Orthop.* – 2001. – N 384. – P. 116–121.
36. Bernhardt, M. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction / M. Bernhardt, K.H. Bridwell // *Spine*. – 1989. – Vol. 14. – P. 717–721.
37. Birknes, J.K. Adult degenerative scoliosis: a review / J.K. Birknes, A.P. White, T.J. Albert [et al.] // *Neurosurgery*. – 2008. – Vol. 63, 3 Suppl. – P. 94–103.
38. Boachie-Adjei, O. Adult scoliosis + deformity / O. Boachie-Adjei, M.C. Gupta // *AAOS Instr. Course Lectures*. – 1999. – Vol. 48, N 39. – P. 377–391.
39. Bradford, D.S. Adult scoliosis. Current concepts of treatment / D.S. Bradford // *Clin. Orthop.* – 1988. – N 232. – P. 70–87.
40. Bradford, D.S. Vertebral column resection for the treatment of rigid coronal decompensation / D.S. Bradford, C.B. Tribus // *Spine*. – 1997. – Vol. 22. – P. 1590–1599
41. Bradford, D.S. Adult scoliosis: surgical indications, operative management, complications, and outcomes / D.S. Bradford // *Spine*. – 1999. – Vol. 24, N 24. – P. 2617–2629.
42. Bradford D.S. Adult scoliosis / D.S. Bradford, B.K. Tay, S.S. Hu // *Spine*. – 1999. – Vol. 24. – P. 2617–2629.
43. Briard, J.L. Adult lumbar scoliosis / J.L. Briard, D. Jegou, J. Cauchoix // *Spine*. – 1979. – Vol. 4. – P. 526–532.

44. Bridwell, K.H. Major intraoperative neurologic deficits in pediatric and adult spinal deformity patients. Incidence and etiology at one institution / K.H. Bridwell, L.G. Lenke, C. Baldus, K. Blanke // *Spine*. – 1998. – Vol. 23. – P. 324–331.
45. Bridwell, K.H. Adult deformity: scoliosis and sagittal plane deformities / K.H. Bridwell // *Principles and practice of spine surgery*. – St Louis, MO : Mosby, 2003. – P. 539–547.
46. 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. 28. – P. 2093–2101.
47. Bridwell, K.H. Selection of instrumentation and fusion levels for scoliosis: where to start and where to stop? / K.H. Bridwell // *J. Neurosurg. Spine*. – 2004. – Vol. 1. – P. 1–8.
48. Bridwell, K.H. Adult spinal deformity revision surgery/ K.H. Bridwell, R.F. Heary, T.J. Albert. // *Spinal deformity. The Essentials*. – New York : Thieme, 2007. – P. 240–248.
49. Bridwell, K.H. Does treatment (nonoperative and operative) improve the two-year quality of life in patients with adult symptomatic lumbar scoliosis: a prospective multicenter evidence-based medicine study / K.H. Bridwell, S. Glassman, W. Horton [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2009. – Vol. 34. – P. 2171–2178.
50. Carreon, L.Y. Perioperative complications of posterior lumbar decompression and arthrodesis in older patients / L.Y. Carreon, R.M. Puno, J.R. Dimar II [et al.] // *J. Bone Joint Surg*. – 2003. – Vol. 85-A. – P. 2089–2092.
51. Cavagna, R. Lumbar decompression and fusion in elderly osteoporotic patients: a prospective study using less rigid titanium rod fixation / R. Cavagna, C. Tournier, S. Aunoble [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech*. – 2008. – Vol. 21, N 2. – P. 86–91.
52. Chia-Hsiao Kuo Postoperative spinal deep wound infection: a six-year review of 3230 selective procedures / Chia-Hsiao Kuo, Shih-Tein Wang, Wing-Kuang Yu [et al.] // *J. Chin. Med. Assoc*. – 2004. – Vol. 67. – P. 398–402.

53. 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*. – 2007. – Vol. 32. – P. 2232–2237.
54. 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. – P. 402–408.
55. Cornell, C.N. Internal fracture fixation in patients with osteoporosis / C.N. Cornell // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* – 2003. – Vol. 11. – P. 109–119.
56. Daffner, S.D. Adult degenerative lumbar scoliosis / S.D. Daffner, A.R. Vaccaro // *Am. J. Orthop. (Belle Mead N.J.)* – 2003. – Vol. 32. – P. 77–82.
57. Danielsson, A.J. Radiologic findings and curve progression 22 years after treatment for adolescent idiopathic scoliosis / A.J. Danielsson, A.L. Nachemson // *Spine*. – 2001. – Vol. 26, N 5. – P. 516–525.
58. 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*. – 2007. – Vol. 32, N 20. – P. 2238–2244.
59. Davies, A. Imaging of painful scoliosis / A. Davies, A. Saifuddin // *Skeletal Radiol.* – 2008. – Vol. 38, N 3. – P. 207–223.
60. Deviren, V. Anterior arthrodesis with instrumentation for thoracolumbar scoliosis: comparison of efficacy in adults and adolescents / V. Deviren, V.V. Patel, L.N. Metz [et al.] // *Spine*. – 2008. – Vol. 33, N 11. – P. 1219–1223.
61. DeWald, C.J. Instrumentation-related complications of multilevel fusions for adult spinal deformity patients over age 65: surgical considerations and treatment options in patients with poor bone quality / C.J. DeWald, T. Stanley // *Spine*. – 2006. – Vol. 31. – P. 144–151.
62. Deyo, R.A. Morbidity and mortality in association with operations on the lumbar spine. The influence of age, diagnosis, and procedure / R.A. Deyo, D.C. Cherkin, J.D. Loeser [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 1992. – Vol. 74-A, N 4. – P. 536–543.
63. Dick, J. One-stage versus two-stage anterior and posterior spinal reconstruction in adults. Comparison of outcomes including nutritional status, complications

- rates, hospital costs, and other factors / J. Dick, J. Dick, O. Boachie-Adjei, M. Wilson // *Spine*. – 1992. – Vol. 17, Suppl. – P. S310–316.
64. Dickson, R.A. The pathogenesis of idiopathic scoliosis. Biplanar spinal asymmetry / R.A. Dickson, J.O. Lawton, I.A. Archer, W.P. Butt // *J. Bone Joint Surg.* – 1984. – Vol. 66-B, N 1. – P. 8–15.
65. Dickson, J.H. Results of operative treatment of idiopathic scoliosis in adults / J.H. Dickson, S. Mirkovic, P.C. Noble [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 1995. – Vol. 77-A. – P. 513–523.
66. Epstein, J.A. Symptomatic lumbar scoliosis and degenerative changes in the elderly / J.A. Epstein, B.S. Epstein, M.D. Jones // *Spine*. – 1979. – Vol. 4. – P. 542–547.
67. Fowles, J.V. Untreated scoliosis in the adult / J.V. Fowles, D.S. Drummond, S. L'Ecuyer [et al.] // *Clin. Orthop.* – 1978. – N 134. – P. 212–217.
68. Fujita, T. Complications of spinal fusion in adult patients more than 60 years of age / T. Fujita, J.P. Kostuik, C.B. Huckell [et al.] // *Orthop. Clin. North Am.* – 1998. – Vol. 29. – P. 669–678.
69. Glassman, S.D. Salvage of instrumented lumbar fusions complicated by surgical wound infection / S.D. Glassman, J.R. Dimar, R.M. Puno [et al.] // *Spine*. – 1996. – Vol. 21, N 18. – P. 2163–2169.
70. Glassman, S.D. Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis / S.D. Glassman, S. Berven, K. Bridwell [et al.] // *Spine*. – 2005. – Vol. 30. – P. 682–688.
71. Glassman, S.D. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity / S.D. Glassman, K.H. Bridwell, J.R. Dimar [et al.] // *Spine*. – 2005. – Vol. 30. – P. 2024–2049.
72. Goldberg, C. Handedness and scoliosis convexity: a reappraisal / C. Goldberg, F.E. Dowling // *Spine*. – 1990. – Vol. 15, N 2. – P. 61–64.
73. Goldberg, C.J. Left thoracic curve patterns and their association with disease / C.J. Goldberg, D.P. Moore, E.E. Fogarty, F.E. Dowling // *Spine*. – 1999. – Vol. 24, N 12. – P. 1228–1233.

74. Grubb, S.A. Degenerative adult onset scoliosis / S.A. Grubb, H.J. Lipscomb, R.W. Coonrad // *Spine*. – 1988. – Vol. 13. – P. 241–245.
75. Grubb, S.A. Diagnostic findings in painful adult scoliosis / S.A. Grubb, H.J. Lipscomb // *Spine*. – 1992. – Vol. 17, N 5. – P. 518–527.
76. Guillaumat, M. Les scolioses lombaires de l'adulte / M. Guillaumat // SOFCOT, *Chirurgie du Rachis de l'Adulte*. – Paris: Expansion Scientifique Française, 1993. – P. 199–222.
77. Guo, X. Relative anterior spinal overgrowth in adolescent idiopathic scoliosis. Results of disproportionate endochondral-membranous bone growth / X. Guo, W.W. Chau, Y.L. Chan, J.C. Cheng // *J. Bone Joint Surg.* – 2003. – Vol. 85-B, N 7. – P. 1026–1031.
78. Gupta, M.C. Degenerative scoliosis. Options for surgical management / M.C. Gupta // *Orthop. Clin. North Am.* – 2003. – Vol. 34, N 2. – P. 269–279.
79. Hanley, E.N. Jr. Indications for fusion in the lumbar spine / E.N. Hanley Jr. // *Bull. Hosp. Joint Dis.* – 1996. – Vol. 55. – P. 154–157.
80. Healy, J. Structural scoliosis in osteoporotic women / J. Healy, J. Lane // *Clin. Orthop.* – 1985. – N 195. – P. 216.
81. Hu, S.S. Adult spinal deformity / S.S. Hu, S.H. Berven, D.S. Bradford // *The Adult and Pediatric Spine*. – Philadelphia, PA : Lippincott Williams & Wilkins, 2004. – P. 465–477.
82. Kobayashi, T. A prospective study of de novo scoliosis in a community based cohort / T. Kobayashi, Y. Atsuta, M. Takemitsu [et al.] // *Spine*. – 2006. – Vol. 31, N 2. – P. 178–182.
83. Korovessis, P. Adult idiopathic lumbar scoliosis. A formula for prediction of progression and review of the literature / P. Korovessis, G. Piperos, P. Sidiropoulos, A. Dimas // *Spine*. – 1994. – Vol. 19, N 17. – P. 1926–1932.
84. Kostuik, J.P. The incidence of low back pain in adult scoliosis / J.P. Kostuik, J. Bentivoglio // *Spine*. – 1981. – Vol. 6, N 3. – P. 268–273.
85. Kostuik, J.P. Decision making in adult scoliosis / J.P. Kostuik // *Spine*. – 1979. – Vol. 4, N 6. – P. 521–525.

86. Kouwenhoven, J.W. Spinal decompensation in neuromuscular disease / J.W. Kouwenhoven, P.M. Van Ommeren, H.E. Pruijs, R.M. Castelein // *Spine*. – 2006. – Vol. 31, N 7. – P. E188–E191.
87. Kouwenhoven, J.W. Analysis of preexistent vertebral rotation in the normal spine / J.W. Kouwenhoven, K.L. Vincken, L.W. Bartels, R.M. Castelein // *Spine*. – 2006. – Vol. 31, N 13. – P. 1467–1472.
88. Kuklo, T.R. Minimum 2-year analysis of sacropelvic fixation and L5-S1 fusion using S1 and iliac screws / T.R. Kuklo, T.M. Iffrig, K.H. Bridwell [et al.] // *Spine*. – 2001. – Vol. 26. – P. 1976–1983.
89. Kumar, M.N. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion / M.N. Kumar, A. Baklanov, D. Chopin // *Eur. Spine J.* – 2001. – Vol. 10. – P. 314–319.
90. Lenke, L.G. Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: does classification correlate with treatment? / L.G. Lenke, R.R. Betz, D. Clements [et al.] // *Spine*. – 2002. – Vol. 27, N 6. – P. 604–611.
91. McKinley, L.M. Adult scoliosis: recognition and treatment / L.M. McKinley, R.W. Gaines, K.D. Leatherman // *J. Ky Med. Assoc.* – 1977. – Vol. 75. – P. 235–238.
92. Micheli, L. Scoliosis in the adult / L. Micheli, E. Riseborough, J. Hall // *Orthop. Rev.* – 1977. – Vol. 6. – P. 27.
93. Millner, P.A. Idiopathic scoliosis: biomechanics and biology / P.A. Millner, R.A. Dickson // *Eur. Spine J.* – 1996. – Vol. 5, N 6. – P. 362–373.
94. 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. – P. 1200–1206.
95. Nachemson, A. Adult scoliosis and back pain / A. Nachemson // *Spine*. – 1979. – Vol. 4. – P. 512.
96. Ogilvie, J.W. Adult scoliosis: evaluation and nonsurgical treatment / J.W. Ogilvie // *Instr. Course Lect.* – 1992. – Vol. 41. – P. 251–255.

97. Oldridge, N.B. Lumbar spine surgery and mortality among Medicare beneficiaries / N.B. Oldridge, Z. Yuan, J.E. Stoll [et al.] // *Am. J. Public Health.* – 1994. – Vol. 84. – P. 1292–1298.
98. Oskouian, R.J. Jr. Degenerative lumbar scoliosis / R.J. Oskouian Jr., C.I. Shaffrey // *Neurosurg. Clin N. Am.* – 2006. – Vol. 17, N 3. – P. 299–315.
99. Ouellet, J.A. Effect of grafting technique on the maintenance of coronal and sagittal correction in anterior treatment of scoliosis / J.A. Ouellet, C.E. Johnston // *Spine.* – 2002. – Vol. 27. – P. 2129–2136.
100. Pateder, D.B. Lumbar nerve root palsy after adult spinal deformity surgery / D.B. Pateder, J.P. Kostuik // *Spine.* – 2005. – Vol. 30. – P. 1632–1636.
101. Pateder, D.B. Pulmonary embolism after adult spinal deformity surgery / D.B. Pateder, R.A. Gonzales, K.M. Kebaish [et al.] // *Spine.* – 2008. – Vol. 33. – P. 301–305.
102. Pateder, D.B. Short-term mortality and its association with independent risk factors in adult spinal deformity surgery / D.B. Pateder, R.A. Gonzales, K.M. Kebaish [et al.] // *Spine.* – 2008. – Vol. 33. – P. 1224–1228.
103. Perennou, D. Adult lumbar scoliosis: epidemiologic aspects in a low-back pain population / D. Perennou, C. Marcelli, C. Herisson // *Spine.* – 1994. – Vol. 19. – P. 123–128.
104. Ploumis, A. Degenerative lumbar scoliosis associated with spinal stenosis / A. Ploumis, E.E. Transfeldt, F. Denis // *Spine.* – 2007. – Vol. 7, N 4. – P. 428–436.
105. Ponseti, I.V. The pathogenesis of adult scoliosis / I.V. Ponseti // *Proceedings of Second Symposium on Scoliosis Causation.* Edinburgh : Livingstone, 1968.
106. Postacchini, F. Surgical management of lumbar spinal stenosis / F. Postacchini // *Spine.* – 1999. – Vol. 24. – P. 1043–1047.
107. Pritchett, J.W. Degenerative symptomatic lumbar scoliosis / J.W. Pritchett, D.T. Bortel // *Spine.* – 1993. – Vol. 18, N 6. – P. 700–703.

108. Raffo, C.S. Predicting morbidity and mortality of lumbar spine arthrodesis in patients in their ninth decade / C.S. Raffo, W.C. Lauerma // *Spine*. – 2006. – Vol. 31. – P. 99–103.
109. Ragab, A.A. Surgery of the lumbar spine for spinal stenosis in 118 patients 70 years of age or older / A.A. Ragab, M.A. Rye, H.H. Bohlman // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – P. 348–353.
110. Rinella, A. Late complications of adult idiopathic scoliosis primary fusions to L4 and above: the effect of age and distal fusion level / A. Rinella, K. Bridwell, Y. Kim [et al.] // *Spine*. – 2004. – Vol. 29, N 3. – P. 318–325.
111. Robin, G. Scoliosis in the elderly: a follow-up study / G. Robin, Y. Span, R. Steinberg [et al.] // *Spine*. – 1982. – Vol. 7. – P. 355–359.
112. Sahlstrand, T. An analysis of lateral predominance in adolescent idiopathic scoliosis with special reference to convexity of the curve / T. Sahlstrand // *Spine*. – 1980. – Vol. 5, N 6. – P. 512–518.
113. Sanderson, P.L. Surgery for lumbar spinal stenosis in old people / P.L. Sanderson, P.L. Wood // *J. Bone Joint Surg.* – 1993. – Vol. 75-B. – P. 393–397.
114. Sapkas, G. Radiological parameters associated with the evolution of degenerative scoliosis / G. Sapkas, P. Efstathiou, A.T. Badekas [et al.] // *Bull. Hosp. Joint Dis.* – 1996. – Vol. 55. – P. 40–45.
115. Scheier, H.J. Degenerative scoliosis / H.J. Scheier // *Akt. Probl. Chir. Orthop.* – 1991. – Bd. 41. – S. 73–74.
116. Schwab, F.J. Adult scoliosis: a quantitative radiographic and clinical analysis / F.J. Schwab, V.A. Smith, M. Biserni [et al.] // *Spine*. – 2002. – Vol. 27. – P. 387–392.
117. Schwab, F. A lumbar classification of scoliosis in the adult patient: preliminary approach / F. Schwab, A.B. el-Fegoun, L. Gamez [et al.] // *Spine*. – 2005. – Vol. 30, N 14. – P. 1670–1673.
118. Schwab, F. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population / F. Schwab, A. Dubey, L. Gamez [et al.] // *Spine*. – 2005. – Vol. 30, N 9. – P. 1082–1085.

119. Schwab, F. Scoliosis research society –Schwab adult spinal deformity classification – a validation study / F. Schwab, B. Ungar, B. Blondel [et al.] // *Spine*. – 2012. – Vol. 37. – P. 1077–1082.
120. Sevastik, J.A. Scoliosis. Experimental and clinical studies / J.A. Sevastik, S. Aaro, H. Normelli // *Clin. Orthop. Relat. Res.* –1984. – N 191. – P. 27–34.
121. Shapiro, G.S. Results of surgical treatment of adult idiopathic scoliosis with low back pain and spinal stenosis: a study of long-term clinical radiographic outcomes / G.S. Shapiro, G. Taira, O. Boachie-Adjei // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – P. 358–363.
122. Silva, F.E. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management / F.E. Silva, L.G. Lenke // *Neurosurg. Focus*. – 2010. – Vol. 28. – P. 1–10.
123. Simmons, E.D. Jr. The results of surgical treatment for adult scoliosis / E.D. Simmons Jr., J.M. Kowalski, E.H. Simmons // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1993. – Vol. 18. – P. 718–724.
124. 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. 65. – P. 86–94.
125. Smith, J.S. Risk-benefit assessment of surgery for adult scoliosis: an analysis based on patient age / J.S. Smith, C.I. Shaffrey, S.D. Glassman [et al.] // *Spine*. – 2011. – Vol. 36. – P. 817–824.
126. Sponseller, P.D. Results of surgical treatment of adults with idiopathic scoliosis / P.D. Sponseller, M.S. Cohen, A.L. Nachemson [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 1987. – Vol. 69-A, N 5. – P. 667–675.
127. Swank, S. Surgical treatment of adult scoliosis: a review of two hundred and twenty-two cases/ S. Swank J.E. Lonstein, J.H. Moe [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 1981. – Vol. 63-A. – P. 268–287.
128. Vaccaro, A.R. Indications for instrumentation in degenerative lumbar spinal disorders / A.R. Vaccaro, S.T. Ball // *Orthopedics*. – 2000. – Vol. 23. – P. 260–271.

129. Vanderpool, D.W. Scoliosis in the elderly / D.W. Vanderpool, J.I. James, R. Wynne-Davies // *J. Bone Joint Surg.* – 1969. – Vol. 51-A, N 3. – P. 446–455.
130. Velis, K.P. Osteoporosis in unstable adult scoliosis / K.P. Velis, J.H. Healey, R. Schneider // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1988. – N 237. – P. 132–141.
131. Weinstein, S.L. Natural history / S.L. Weinstein // *Spine.* – 1999. – Vol. 24, N 24. – P. 2592–2600.
132. Williams, E.L. Postoperative blindness / E.L. Williams // *Anesth. Clin. North Am.* – 2002. – Vol. 20. – P. 605–622.
133. Winter, R.B. Adult scoliosis / R.B. Winter, J.E. Lonstein // *AAOS Instr. Course Lect.* – 1983. – Vol. 32. – P. 170–191.
134. Winter, R.B. Pain patterns in adult scoliosis / R.B. Winter, J.E. Lonstein, F. Denis // *Orthop. Clin. North Am.* – 1988. – Vol. 19, N 2. – P. 339–345.
135. 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. 1–7.
136. Yang, B.P. Clinical and radiographic outcomes of thoracic and lumbar pedicle subtraction osteotomy for fixed sagittal imbalance / B.P. Yang, S.L. Ondra, L.A. Chen [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* – 2006. – Vol. 5. – P. 9–17.
137. Zeng, Y. Surgical strategy in adult lumbar scoliosis: the utility of categorization into 2 groups based on primary symptom, each with 2-year minimum follow-up / Y. Zeng, A.P. White, T.J. Albert, Z. Chen // *Spine.* – 2012. – Vol. 37, N 9. – P. E556–E561.