

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

Соболев Андрей Владимирович

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ
С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДОПОЯСНИЧНОЙ
И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ**

14.01.15 – травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель
д.м.н. С.В. Виссарионов

Санкт-Петербург - 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДОПОЯСНИЧНОЙ И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	11
1.1. Эволюция методов коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе.....	11
1.2. Современные хирургические технологии коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе	17
1.3. Хирургические подходы и доступы к коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе	20
1.4. Проблема сагиттального баланса после коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе	22
1.5. Выбор протяженности металлофиксации при коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе	25
1.6. Деротационный эффект позвонков на вершине дуги искривления при коррекции деформации позвоночника.....	29
1.7. Проблема потери результатов коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе.....	33
1.8. Резюме.....	39
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	42
2.1. Клинико-рентгенологическая характеристика пациентов.....	42
2.2. Методы исследования.....	51
2.2.1. Клинический и неврологический методы	52
2.2.2. Исследование состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем	55

2.2.4. Биомеханическое исследование	60
2.2.5. Электрофизиологический метод	61
2.2.6. Магнитно-резонансная томография	67
2.2.7. Компьютерно-томографический метод	67
2.2.8. Статистический метод исследования.....	69
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДОПОЯСНИЧНОЙ И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ	70
3.1. Особенности хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации с применением вентрального инструментария	72
3.2. Особенности хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с левосторонним типом грудопоясничного идиопатического сколиоза и правосторонней и левосторонней направленностью дуги поясничного сколиоза с применением дорсального инструментария.....	80
3.3. Особенности хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с правосторонним типом идиопатического сколиоза грудопоясничной локализации с применением дорсального инструментария	88
3.4. Особенности мобилизирующих вмешательств на передних отделах позвоночника при хирургическом лечении тяжелых форм грудопоясничного и поясничного сколиоза у детей	94
3.5. Особенности ведения пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом после дискэктомии и корпоротомии.....	98
3.6. Хирургическое лечение детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации гибридными металлоконструкциями.....	106
3.6.1. Техника коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом гибридными металлоконструкциями.....	106

3.6.2. Особенности ведения больных после коррекции деформации позвоночника гибридными металлоконструкциями.....	107
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	110
4.1. Клинические и неврологические исследования.....	110
4.2. Значения основных рентгенологических параметров сколиотической деформации позвоночника.....	115
4.3. Показатели мобильности позвоночника.....	122
4.4. Биомеханическое исследование.....	124
4.5. Показатели электронеурофизиологического исследования.....	126
4.6. Магнитно-резонансная томография.....	130
4.7. Антропометрические показатели позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника по данным компьютерной томографии.....	131
4.8. Показатели ротации позвонков.....	135
ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДОПОЯСНИЧНОЙ И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ.....	137
5.1. Сравнительный анализ эффективности коррекции деформации позвоночника на основании лучевых методов исследования.....	138
5.2. Сравнительный анализ биомеханических показателей и деротационного эффекта тел позвонков на вершине деформации после оперативного лечения..	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	145
ВЫВОДЫ.....	149
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	151
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	153
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	154

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Идиопатические сколиозы по распространенности занимают одно из первых мест в структуре патологии опорно-двигательного аппарата. За последние годы отмечается увеличение количества детей с заболеваниями позвоночника до 17,3% (Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002).

Среди всех типов идиопатических сколиозов частота деформаций грудопоясничной и поясничной локализации составляет в среднем 12,3% (8,8–24%) (Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002). Наиболее выраженное и прогрессирующее течение этого заболевания наблюдается в пубертатном возрасте: 11–13 лет у девочек и 12–14 лет у мальчиков.

Применяемые методы консервативного лечения даже при сколиозе I–II степени, в том числе в условиях специализированных школ-интернатов (Поздникин Ю.И. с соавт., 1998), в 2–18,1% случаев не обеспечивают желаемый результат лечения (Renshaw T.S., 1988) и заставляют искать новые подходы к терапии сколиотической болезни.

Течение сколиозов поясничной и грудопоясничной локализации склонно к бурному и быстрому прогрессированию по сравнению с деформациями в грудном отделе, сопровождается деформирующим артрозом в межпозвонковых суставах ввиду биомеханических условий, что уже в молодом возрасте, в среднем 15,8 лет (Heine J. et al., 1979), приводит к дегенеративно-дистрофическим процессам в межпозвонковых дисках, а к 20-ти годам – к остеохондрозу (Suk K. et al., 2001). Это, в свою очередь, способствует развитию стойкого болевого синдрома, а в дальнейшем – и к появлению неврологического дефицита. С учетом вышеизложенного, данное исследование посвящено вопросам хирургической коррекции данных типов деформаций.

В связи с отсутствием методов этиопатогенетического воздействия на заболевание в настоящее время одним из основных методов лечения прогрессирующих и тяжелых форм сколиоза является оперативное, основная задача которого – коррекция деформации позвоночника на протяжении

сколиотической дуги во всех трех плоскостях и стабилизация достигнутого результата.

За последние годы широкое распространение получили методы лечения сколиоза с использованием различных металлоконструкций. Коррекцию и фиксацию позвоночника в этих случаях предлагается выполнять одномоментно из заднего (Михайловский М.В. с соавт., 2006; Yilmaz G. et al., 2012) или переднего доступов (Колесов С.В. с соавт., 2009; Saraph V.J. et al., 2005), а также из комбинированных подходов – переднего и заднего (Ветрилэ С.Т. с соавт., 2009; Davis M.A., 2009). В связи с отсутствием единой точки зрения на хирургическую тактику лечения вопрос о выборе способа коррекции деформации позвоночника до настоящего времени остается дискуссионным.

Опыт хирургического лечения идиопатических сколиозов показал необходимость одновременного сочетания хирургических вмешательств на передних и задних структурах позвоночника, что дает возможность одномоментного исправления деформации во всех плоскостях и надежной стабилизации позвоночного столба (Ветрилэ С.Т. с соавт., 2009; Bullmann V. et al., 2006). Следует отметить, что фиксация только задних отделов у больных с незавершенным ростом приводит к неизбежному прогрессированию деформации (Цивьян Я.Л., 1972).

Преимуществом оперативного лечения идиопатического сколиоза с использованием методики Cotrel – Dubousset (CDI) является ранняя активизация больного и надежная стабилизация позвоночного столба в исправленном положении. Результаты и исходы оперативного вмешательства зависят от биомеханически правильного планирования элементов металлоконструкции и их корректной установки с опорой на костные структуры позвонков в ходе хирургического вмешательства.

В литературе имеется большое количество работ, посвященных изучению биомеханики позвоночного столба в норме и при сколиотической деформации (Wilke H.J. et al., 2011, 2012). В последние годы проведены исследования, направленные на изучение метрических параметров позвонков, используемых при

транспедикулярной фиксации позвоночника (Рубашкин С.А., 2008, Parent S. et al., 2002).

До настоящего времени не проводилось системного анализа, обосновывающего применение конструкции того или иного типа для оперативного вмешательства с целью коррекции и фиксации позвоночного столба при сколиозе. Следует отметить, что при стандартном рентгенологическом обследовании не представляется возможным установить истинные параметры костных структур позвоночника и их пространственное расположение. Для точного определения параметров костных структур необходимо использовать компьютерную (КТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ), которые позволяют уточнить анатомо-антропометрические особенности и влияют на выбор варианта предоперационного планирования опорных элементов металлоконструкции при хирургическом вмешательстве.

Таким образом, выбор метода коррекции и вида стабилизирующих спинальных систем, применяемых для коррекции сколиотической деформации, должен определяться не только на основе оценки морфометрических параметров сколиотически измененного позвоночника, но и на основании типа и характера самой деформации.

Цель исследования – улучшение результатов лечения детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализаций путем усовершенствования имеющихся хирургических технологий и разработки новых тактических вариантов оперативного лечения.

Задачи исследования

1. Изучить анатомо-антропометрические параметры тел позвонков у пациентов с грудопоясничным и поясничным идиопатическим сколиозом на основе данных компьютерно-томографического исследования с целью оценки возможности установки транспедикулярных опорных элементов.

2. Усовершенствовать способ коррекции идиопатического сколиоза грудопоясничной локализации у детей с использованием транспедикулярных спинальных систем.

3. Оценить эффективность коррекции сколиотической дуги деформации при идиопатических сколиозах грудопоясничной и поясничной локализации III–IV степени в зависимости от выбранного вида хирургической коррекции с использованием транспедикулярных спинальных систем.

4. Оценить влияние применяемых методик коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации с использованием современного инструментария на параметры ЭНМГ.

5. Сравнить результаты оперативного лечения детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализаций с использованием транспедикулярных спинальных систем и гибридных металлоконструкций.

Научная новизна исследования

1. Получены новые данные морфометрических параметров тел позвонков, входящих в основную дугу деформации, у детей с поясничным и грудопоясничным идиопатическим сколиозом.

2. Определены оптимальные тактические варианты оперативного вмешательства у детей с грудопоясничным и поясничным идиопатическим сколиозом с учетом данных клинико-рентгенологического обследования (выраженности и протяженности сколиотической дуги, степени искривления и локализации вершины деформации).

3. Разработана усовершенствованная методика хирургического лечения детей с правосторонним грудопоясничным идиопатическим сколиозом.

Практическая значимость исследования

1. Уточнены анатомические и морфометрические особенности позвоночника детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной

локализации, которые способствуют рациональному предоперационному планированию при выборе позвонков для установки опорных элементов транспедикулярных металлоконструкции с целью коррекции деформации.

2. Усовершенствованный способ коррекции идиопатического правостороннего сколиоза грудопоясничной локализации позволил восстановить физиологический фронтальный и сагиттальный профили деформированного отдела позвоночника и осуществить истинную деротацию тел позвонков на вершине дуги искривления.

3. Использование транспедикулярных винтов в качестве опорных элементов металлоконструкции при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом позволило улучшить результат коррекции деформации во всех трех плоскостях и сохранить его стабильность в отделенном послеоперационном периоде.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Пациенты с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации в предоперационном обследовании требуют оценки анатомических и морфометрических показателей костных структур позвонков в дуге искривления по данным компьютерной томографии.

2. Установка транспедикулярных опорных элементов у пациентов с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации должна осуществляться с учетом не только анатомических и морфометрических особенностей тел позвонков в основной дуге деформации, но и пространственных взаимоотношений костных структур позвонков в ней.

3. Использование современных и усовершенствованной методик коррекции деформации позвоночника с применением транспедикулярных спинальных систем у детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации не оказывают отрицательного влияния на параметры ЭНМГ после операции.

Апробация и реализация диссертационной работы

Основные результаты исследования доложены на II Евразийском конгрессе и II съезде травматологов-ортопедов Кыргызстана (Бишкек, 2011), XVI конгрессе педиатров с международным участием «Актуальные проблемы педиатрии» (Москва, 2012).

По теме диссертации опубликовано 6 работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК.

Результаты исследования внедрены в клиническую работу отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России и травматолого-ортопедического отделения ГБУЗ «ДККБ» Минздрава Краснодарского края. Материалы диссертационного исследования используются при чтении лекций и проведении семинаров для специалистов, проходящих усовершенствование по программе дополнительного профессионального образования на кафедре детской травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России и на базе ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России.

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Материал изложен на 176 страницах машинописного текста, иллюстрирован 16 таблицами и 52 рисунками. Библиографический указатель включает 222 источников литературы, в том числе 39 отечественных и 183 зарубежных.

ГЛАВА 1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДОПОЯСНИЧНОЙ И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Эволюция методов коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе

В настоящее время идиопатические сколиозы по распространенности занимают одно из первых мест в патологии опорно-двигательного аппарата, причем за последние годы отмечается увеличение количества детей с заболеваниями позвоночника до 17,3% (Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002). По данным других исследователей, частота идиопатических сколиозов варьирует от 1,3% до 17,3% (в среднем 4–8%) (Кон И.И., Назарова Р.Д., 1984; Садовой М.А., Фомичев Н.Г., 1994; Алексеева Н.В. с соавт., 1996).

Частота груднопоясничных и поясничных сколиозов среди всех идиопатических сколиозов в среднем составляет 12,3% (от 8,8% до 24%) (Пожарский В.П. с соавт., 1993; Ponseti I.V., Friedman B., 1950).

Применяемые методы консервативного лечения, даже при сколиозе I–II степени, в 2–18,1% наблюдений не всегда обеспечивают желаемый результат лечения (Комаревцев С.Л., 1983; Renshaw T.S., 1988).

Показания к хирургическому лечению пациентов с идиопатическим сколиозом груднопоясничной и поясничной локализации определяются тяжестью деформации, а также наличием или угрозой раннего развития дегенеративно-дистрофических изменений в поясничном и пояснично-крестцовом отделах и появлением стойкого болевого синдрома (Казьмин А.И., Плотникова И.И., 1968; Briard J. et al., 1979; Shmidt E., Ewald W., 1979).

Проблема коррекции и стабилизации сколиотической деформации позвоночника до настоящего времени является окончательно не решенной. Трехплоскостная архитектура позвоночного столба, сегментарное строение со сложными межсегментарными взаимодействиями, характер содержимого

позвоночного канала предъявляют особые требования и накладывают ряд ограничений на предлагаемые и применяемые хирургические методы. Вертебрологами во всем мире (Guidera K.J. et al., 1993; Bridwell K.H., 1999; Danielsson A.J., Nachemson A.L., 2001) подчеркивается значимость оценки в динамике результатов хирургического лечения пациентов с идиопатическим сколиозом в зависимости от исходной степени деформации, типа искривления, а так же варианта хирургического лечения, возраста больного и потенциала роста.

Проблема лечения больных с деформацией позвоночника стояла перед человечеством в течение всей истории его существования (Цивьян Я.Л., 1966; Руднева В.И., 1994; Goldstein L.A., 1971). Именно поэтому развитие способов лечения деформаций позвоночника так динамично, насыщено и иногда противоречиво, что представляет отдельный интерес как отражение процесса формирования научных подходов в медицине (Цивьян Я.Л., 1966; Goldstein L.A. 1971).

Современный этап в хирургическом лечении сколиоза связан с именем Paul Harrington. Ортопед из Хьюстона (штат Техас, США), Р. Harrington начал работу по созданию эндокорректора в 1947 году для больных с паралитическим сколиозом. В 1962 году была опубликована работа, в которой автор отразил свой 15-летний опыт, предложив оригинальный инструментарий для коррекции сколиотической деформации, определил протяженность и методику исправления основной дуги искривления, сформулировал основные принципы хирургической коррекции.

Инструментарий Harrington не был первым металлоимплантатом, используемым для коррекции сколиотической деформации позвоночника, но именно он прочно и надежно вошёл в практику хирургов всего мира и использовался более 40 лет (Райе Р.Э., 1984; Aaro S., Ohlen G., 1983; Fich R. et al., 1990). Основными преимуществами использования эндокорректора Harrington являлись простота, доступность и универсальность. К основным недостаткам металлоконструкции относят коррекцию сколиотического компонента деформации только в одной плоскости, отрицательное влияние на конфигурацию

позвоночника в сагиттальной плоскости, особенно в поясничном отделе – «flatback syndrome» (Danielsson A.J., Nachemson A.L., 2001); значительную потерю коррекции до 60% (Шевченко С.Д., 1983; Швец В.В., 1997); переломы стержня дистрактора в области проточек; высокий риск неврологических осложнений, развитие стойкого болевого синдрома (Sturz H. et al. 1979; Padua S. et al. 1983; Weng X. et al., 1997).

G. Fabry с соавторами (1989) отмечали, что чем ниже располагался каудальный опорный элемент конструкции, тем чаще возникал болевой синдром – до 46% наблюдений. К аналогичному выводу пришли T. Cochran с соавторами (1983), S. Aago, G. Ohlen (1983), K. Luk с соавторами (1989), G. Dickson с соавторами (1990).

V.J. Sarwahi с соавторами (2002) провели исследование у 21 пациента с «flatback»-синдромом, оценивая влияние сагиттального дисбаланса на походку, а так же состояние тазобедренных и коленных суставов. Они показали, что уплощение поясничного лордоза приводило к смещению центра тяжести кпереди, что нарушало устойчивость и повышало затраты энергии при двигательной активности пациента, к развитию компенсаторных механизмов, целью которых являлось поддержание позы и уменьшение повреждающего действия нагрузки на суставы. Таким образом, уплощение поясничного лордоза являлось не только причиной болевого синдрома в спине (Tolo V.T., 1989), нарушения положения туловища в пространстве и походки, но и создавало повышенную нагрузку на тазобедренные и коленные суставы с развитием в них дегенеративно-дистрофических изменений.

В 1982 году Eduardo R. Luque представил две работы «Paralytic scoliosis in growing children» и «Segmental Spinal Instrumentation for Correction of Scoliosis». Автор считал, что позвоночник, будучи структурой сегментарной, должен быть зафиксирован на каждом уровне. Тогда сила, приложенная к позвоночнику в целом будет равномерно распределяться на все сегменты, и можно рассчитывать получить жесткую фиксацию без дополнительной наружной иммобилизации. Основываясь на этих принципах, Luque впервые представил в 1980 году

сегментарную стержневую L-образную систему, а в 1982 году он доложил первые результаты лечения у 14 больных (Luque E.R., 1982). Основными преимуществами метода являлись получение хорошей коррекции во фронтальной плоскости (Wilber R.G. et al., 1984; Hullin M.G. et al., 1991), сохранение сагиттального профиля и отсутствие необходимости послеоперационной внешней иммобилизации (McMaster M.J., 1991). К недостаткам относили возможность повреждения содержимого позвоночного канала при большом количестве проволоочных петель (Wilber R.G. et al., 1984; Thompson G.H. et al., 1985; Johnston C.E et al., 1986; McMaster M.J., 1991) как непосредственно в момент проведения, так и в позднем послеоперационном периоде при нарушении целостности проволоки и ее миграции, раздражение вследствие неправильного расположения, развитие остеобластических процессов вокруг имплантата (MacEwen G.D. et al., 1975). Эти данные подтверждены и в экспериментах на биологических моделях (Pampliega T. et al., 1992). В 1987 году Scoliosis Research Society сообщили о 0,26% неврологических осложнений у пациентов, получивших хирургическое лечение; в 39% из них причиной была поддужечная проволока (цит. по Girardi F.P. et al., 2000).

Многие хирурги (Поздников Ю.И. с соавт., 1990; Dove J., 1989; Bentley G. et al., 2001) пытались сочетать положительные качества обоих широко применяемых методов для удержания коррекции деформации. Анализ литературы даёт возможность оценить эффективность такого сочетания. В вышеперечисленных работах представлены результаты более 500 подобных операций. Средняя величина оперативной коррекции составила 47,7%, а потеря коррекции в срок более 1 года после операции – 9,7%. Данные показывают, что особых преимуществ в величине достигнутой коррекции и типов ее последующей потери комбинированный метод не дает. Кроме того, при сколиозах поясничного отдела позвоночника, сопровождающихся перекосом таза, некоторые авторы отмечали значительную потерю коррекции и рецидив перекоса в случаях, когда отсутствовала фиксация крестца (Bentley G. et al., 2001).

В конце восьмидесятых и начале девяностых годов появилась модификация Luge, разработанная Dove и названная рамой Hartschill (Dove J., 1986; Onimus M., Lanrain M.J., 1987; Valentine N., Dove J., 1990). Конструкция представляла собой замкнутый прямоугольник из нержавеющей стали 4,8 мм в диаметре, которая фиксировалась к позвоночнику двойными субламинарно проведенными проволочными петлями. Таким образом, рама Hartschill представляла собой два стержня конструкции Luge, соединенные сверху и снизу двумя жесткими поперечными связями.

В вышеперечисленных работах описано 83 операции с использованием рамы Hartschill. N. Valentine и J. Dove (1990) подсчитали, что средняя коррекция составила 50–56%, а потеря коррекции в течение двух лет – 7%. Другие исследователи пришли к выводу, что рама Hartschill не дает большей коррекции, чем метод Luge или Harrington-Luge, но обеспечивает большую деротацию позвонков и лучше удерживает коррекцию (Targett J.P.G., Gardner A.D., 1990).

Методом хирургической коррекции сколиоза, аналогичным методу Harrington-Luge, является операция Resina и Ferreira-Alves в модификации Drummond (Стоков Л., Кожухаров К., 1989; Stirling J., Eisenstein S.M., 1989). Операция представляет собой сегментарную коррекцию деформации позвоночника с использованием оснований остистых отростков. Говоря об осложнениях, следует подчеркнуть, что при 262 операциях не было ни одного случая появления неврологической симптоматики, именно это преимущество метода авторы ставят на первый план.

В 1969 году австралийский ортопед A.F. Dwyer в соавторстве с M.F. Sherwood (1974) описали метод вентральной коррекции и стабилизации позвоночника с помощью оригинального инструментария. Основой метода являлась мобилизация позвоночника путем удаления межпозвонковых дисков на уровне деформированного сегмента и коррекции искривления с помощью гибкого троса, пропущенного через головки шурупов, закрепленных в телах позвонков. К несомненным преимуществам метода следует отнести значительную коррекцию, множество точек фиксации, хорошую деротацию и минимальное количество

неврологических осложнений. Недостатками этой хирургической технологии являлись сравнительно ограниченная зона применения, тенденция к формированию и усилению контактного кифоза, значительное количество ложных суставов и большие трудности, возникающие при глубоких нагноениях и нарушениях целостности сложного эндокорректора, требующих его удаления или замены. Усилие, развиваемое с помощью гибкого троса, во время операции обеспечивало только компрессию одного позвонка относительно другого, что давало весьма ограниченную стабильность системы в целом. Эластичное соединение компонентов металлоконструкции приводило к частым нарушениям ее целостности (разрывам троса, смещению и переломам шурупов), а при натяжении троса развивался крайне нежелательный кифозирующий эффект, что негативно сказывалось на балансе туловища в сагиттальной плоскости и снижало косметический эффект вмешательства.

Позднее немецкий вертебролог К. Zielke в 1974 году предложил метод, представляющий дальнейшее развитие метода Dwyer (Zielke K., Pellin B., 1975; Zielke K., 1982). Целью метода К. Zielke являлось обеспечение эффективной трехплоскостной коррекции сложных деформаций позвоночника. Одним из преимуществ этого метода являлось то, что в зону спондилодеза входят только те позвонки, которые входили в первичную дугу искривления. Он применим при сколиозах любой этиологии и практически в любом возрасте. Данные литературы свидетельствуют, что операцию проводили пациентам в возрасте от 10 до 72 лет.

Преимуществом метода являлась возможность фиксации и стабилизации сравнительно небольшого количества позвонков, что позволяло сохранить подвижными важные в функциональном отношении нижнепоясничные сегменты. Метод дает значительную коррекцию основной кривизны и противоискривления, эффективен с точки зрения исправления формы позвоночника в сагиттальной плоскости и реберного горба.

Осложнения при этом методе вмешательства редки, особенно необратимые. К отрицательным сторонам метода следует отнести техническую сложность,

дороговизну инструментария и необходимость оставлять сложный металлоимплантат в области вентральных отделов позвоночника.

Оба эти метода принципиально отличаются от эндокорректора Harrington. Последний воздействует на вогнутую сторону деформации путем дистрагирования, дает умеренный эффект. Инструментарий Dwyer и Zielke предназначен для воздействия на выпуклую сторону деформации и дает в результате укорачивающий эффект.

Метод Dwyer хорошо исправляет деформацию во фронтальной плоскости, но мало эффективен для сохранения физиологических и коррекции патологических изгибов позвоночника в сагиттальной плоскости. Более того, метод Dwyer приводит к образованию кифоза там, где его не было изначально (Onimus M., Lanrain M.J., 1987; Otani K. et al., 1997). Целью метода Zielke являлось обеспечение эффективной трехплоскостной коррекции сложных деформаций позвоночника (Zielke K., 1982; Kaneda K. et al., 1986; Suk K. et al., 2001).

H.F. Halm с соавторами (1998) внесли дополнения в методику, повысив ее корригирующие возможности. В частности, в конструкцию Halm-Zielke дополнительно входила вертикальная пластина – крышка и гладкий стержень, позволяющие проводить деротацию позвонков на вершине основной дуги искривления. Среди современных систем коррекции позвоночника, так называемых инструментарием третьего поколения, устанавливаемых на тела позвонков, наиболее широкое распространение получили конструкции HOPF, Colorado, Kaneda (Kaneda K. et al., 1996; Benli I. et al., 2000, 2001; Delorme S. et al., 2000).

1.2. Современные хирургические технологии коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе

В начале восьмидесятых годов J. Dubousset в соавторстве с H. Craf и J. Hecquet (Craf H. et al., 1983) разработали концепцию трехмерных межсегментарных и пространственных взаимоотношений элементов

позвоночного столба и опубликовали основные ее положения. Рассмотрение позвоночника в аспекте трехплоскостного сегментарного строения привело к расширению взглядов на основные принципы приложения корригирующих воздействий к элементам позвонков и, как практической реализации положений теории, к разработке стратегии сегментарной трехплоскостной коррекции деформации позвоночника и спинального инструментария для ее технического осуществления.

В 1982 году Cotrel и Dubousset предложили дорсальную систему для коррекции и фиксации позвоночника. Разработка системы велась с начала 80-х годов, а в 1983 году была выполнена первая операция. В 1984 году осуществлена операция J. Dubousset с использованием CDI по классической методике (с изгибом стержня и деротационным маневром). К 1988 году накопились данные, достаточные для формулирования первых выводов и Y. Cotrel с соавторами опубликовали работу (Cotrel Y. et al., 1988), в которой авторы представили новую универсальную сегментарную систему инструментария для хирургии позвоночника, позволяющую путем сегментарной селективной дистракции и компрессии в сочетании с деротационным маневром осуществлять трехплоскостную коррекцию деформации, обеспечивающую жесткую фиксацию, устраняющую необходимость использования внешней иммобилизации в послеоперационном периоде. Во фронтальной плоскости в ходе операции достигалась коррекция деформации с одновременным восстановлением формы позвоночника в сагиттальной плоскости: инструментарий способствовал формированию грудного кифоза с сохранением поясничного лордоза и предупреждением развития «flatback» синдрома (Cotrel Y. et al., 1988, 1992). Значительные преимущества CDI в сравнении с инструментарием Harrington-Luque при коррекции во фронтальной и сагиттальной плоскостях показаны на клиническом материале (Fich R. et al., 1990; Wojcik A.S. et al., 1990).

В 1996 г. были опубликованы первые результаты клинического применения инструментария, разработанного японским ортопедом Кюши Канеда (Kaneda K. et al., 1996). Разрабатывая свою систему, К. Канеда предполагал устранить

недостатки инструментария Цильке, а именно – недостаточную механическую прочность имплантата; незначительную коррекцию деформации в сагиттальной плоскости, даже с применением деротирующего устройства; недостаточную стабильность системы «имплантат-позвоночник», приводящую к смещению шурупов и потере коррекции в трех плоскостях.

Инструментарий Канеда явился естественным развитием идей Двайера и Цильке. Торсия позвонков, компонентом которой является патологическая ротация, представляет собой основу механогенеза сколиотической деформации, поэтому непосредственное воздействие на тела позвонков, подвергающиеся торсионным изменениям в наибольшей степени, совершенно обосновано.

Деротирующее усилие, приложенное к телам позвонков, дает чрезвычайно высокий процент коррекции во всех плоскостях, даже в сравнении с наиболее эффективными вариантами дорсального инструментария – CDI, TSRH и другими. При этом, естественно, коррекция грудных деформаций более сложна в связи с дополнительной ригидностью реберно-позвоночного каркаса. Тем не менее, тщательное иссечение межпозвонковых дисков, головок ребер и реберно-позвоночных связок на выпуклой стороне деформации резко повышают эффективность вмешательства.

Инструментарий Канеда – первая вентральная система, построенная на принципе формирования жестких опорных структур. Два стержня расположены на боковой поверхности тел позвонков, т. е. в сагиттальной плоскости. Они крепятся к телам позвонков посредством пластинок, представляющих собой аналоги DTT из комплекта CDI. Таким образом, стержни с пластинами формируют жесткую четырехугольную рамочную структуру.

Высокая степень жесткости фиксации обеспечивает крайне незначительное количество осложнений, сопровождающихся нарушением целостности системы имплантат-позвоночник – переломов и смещения имплантата, а также формирования ложных суставов блока с потерей коррекции.

Еще один вариант деротирующего вентрального инструментария – HAFS (Hopf Anterior Fixation System), разработанный немецким ортопедом Христианом

Хопфом (Hopf C., 1995) в содружестве с фирмой «Medtronic Sofamor Danek». Набор состоит из сложнопрофильных блоков, шурупов, стержней, гаек и блокираторов.

Чрезвычайно важной особенностью HAFS является то обстоятельство, что она максимально адаптирована к инструментарию Котреля – Дюбоссе. Здесь используются те же 5,5-миллиметровые гладкие стержни, те же гайки с отламывающимися головками, да и большинство вспомогательных инструментов также из набора CDI. Это значительно упрощает работу хирургов, пользующихся CDI для дорсальных вмешательств.

Автор метода подчеркивает то обстоятельство, что имплантаты являются низкопрофильными. Вертикальный размер блоков при затянутых гайках варьирует от 7 до 11 мм. Другое важное обстоятельство – высокая степень стабильности: по данным биомеханических исследований, система HAFS-позвоночник выдерживает до 5 миллионов нагрузок, что позволяет в послеоперационном периоде полностью отказаться от внешней иммобилизации. По данным автора метода, за 5 лет не отмечено ни одного случая перелома стержня.

1.3. Хирургические подходы и доступы к коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе

В настоящее время в соответствии с основной задачей оперативного лечения сколиозов для достижения надежной и длительной стабилизации больным на этапе хирургического вмешательства выполняют один из методов заднего или переднего спондилодеза. При тяжелых сколиозах одной из важнейших причин потери коррекции, достигнутой применением задней дистракции позвоночника, является продолжающийся рост передних отделов тел позвонков. Это состояние впервые было описано Roaf в 1960 году. J. Dubousset назвал это феноменом коленчатого вала (Crankshaft phenomenon) (Roaf R., 1960; Dubousset J. et al., 1989; Lee C.S. et al., 1997).

В последние годы хирургами применяются комбинированные вмешательства на передних и задних отделах позвоночника (Цивьян Я.Л. 1993; Поздникин Ю.И., 1996; Михайловский М.В. с соавт., 2006; Ветрилэ С.Т. с соавт., 2009; Buttermann G. et al., 2001; Gotze C. et al., 2001; Bullmann V. et al., 2006; Davis M.A., 2009).

Доступы к телам позвонков разработали и подробно описали А.А. Корж, Н.И. Хвисяк (1967), Д.Г. Коваленко с соавторами (1975), А.С. Аронский (1977).

Во время хирургических вмешательств на передних отделах, как правило, осуществляются мероприятия, повышающие мобильность позвоночника (дискэктомия, дискапофизэктомия, клиновидная резекция позвонков, иссечение головок ребер) и создающие условия для корпородеза.

Операция эпифизиодеза тел позвонков была предложена Roaf в 1954 году. Она позволяет достигать лучшей коррекции деформации, при этом сокращается протяженность спондилодеза, уменьшается кровопотеря (O'Brien J.P., Holte D.C., 1992).

По методике Roaf доступ к позвоночнику осуществляют через заднюю поверхность грудной клетки, как правило, в области реберного горба. Операция заключается в удалении на выпуклой стороне искривления клина, включающего части дужек и тел позвонков с участками межпозвоночного диска. Методики, предложенные А. Grusa (1958) и А.И. Казьминым (Казьмин А.И., Плотникова И.И., 1968), отличаются объемом резекции, выполняемой в задних и передних отделах тел позвонков. Я.Л. Цивьян (1993) утверждал, что клиновидную резекцию позвоночника целесообразно дополнить рассечением межпозвоночного диска на вогнутой стороне деформации. Заключительным этапом производится коррекция деформации эндокорректорами из заднего доступа и выполняется дорсальный спондилодез.

Остается открытым вопрос о сроках выполнения переднего и заднего доступа при оперативном вмешательстве. Некоторые авторы (Shufflebarger H.L. et al., 1991; Powell E.T. et al., 1994; Shono Y. et al., 2001) считают более целесообразным выполнять оба этапа одновременно. Другие исследователи

(Lonstein J.E., 1999; Gotze C. et al., 2001) предлагают проводить этапы с интервалами, учитывая большую операционную травму, с применением вытяжения halo или корригирующих укладок в промежутке между операциями (Bridwell K.H. et al., 1998; Sink E. et al., 2001).

1.4. Проблема сагиттального баланса после коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе

Сагиттальному профилю деформированного позвоночника исследователи всегда уделяли особенное внимание, придавая большое значение изменениям в сагиттальной плоскости, определяющим патогенез заболевания.

Восстановление правильного сагиттального баланса — одно из важных требований в хирургической коррекции сколиоза. Хотя при оценке коррекции после оперативного лечения, внимание уделялось изменениям во фронтальной плоскости, в последние годы стало очевидно, что в отдаленном периоде основные проблемы позвоночника связаны с нарушениями в сагиттальном балансе. Так, описан синдром «фиксированного сагиттального дисбаланса», развивающийся вследствие уплощения поясничного лордоза после фиксации сегментарным инструментарием (CDI, Isola) и проведения в этом отделе дистракции (Booth K.C. et al., 1999). Известно, что окончание фиксации на уровне вершины кифоза приводит к формированию кифоза переходной зоны (Richards B.S. et al., 1989). Формирование гармоничного сагиттального профиля представляется не менее важной задачей, чем достижение хорошего баланса во фронтальной плоскости, а может быть и более важной (Jonge T. et al., 2002; Rhee J.M. et al. 2002). И хотя кифоз, с механической точки зрения, для жесткости позвоночника является невыгодным положением (Orchowski J. et al., 2000), позвоночник не является механически жесткой опорной структурой, поэтому имеет физиологические изгибы в сагиттальной плоскости, формирование или сохранение которых является целью хирургической коррекции.

Уплощение поясничного лордоза снижает амортизационные свойства позвоночника, что приводит к раннему развитию дегенеративно-дистрофических

изменений и болевого синдрома, причиной которого является напряжение экстензоров бедра и мышц спины с целью установления баланса в вертикальном положении ниже зоны фиксации (Jonge T. et al., 2002). Восстановление же правильного и анатомического сагиттального профиля является профилактикой дегенеративных изменений в нижнепоясничном нефиксированном отделе позвоночника и обеспечивает качество жизни пациентов, сходное с общей популяцией (Perez-Grueso F.S. et al., 2000).

Идиопатические сколиозы грудопоясничной и поясничной локализации склонны к бурному и быстрому прогрессированию по сравнению с деформациями в грудном отделе в связи с отсутствием реберного каркаса. Кроме того, у пациентов с грудопоясничным и поясничным идиопатическим сколиозом происходит раннее развитие дегенеративно-дистрофических изменений в этих отделах позвоночника, проявляющихся стойкими неврологическими нарушениями. С учетом вышеизложенного, наше исследование посвящено вопросам хирургической коррекции данных типов деформаций.

Данные о формировании грудного кифоза и коррекции поясничного кифоза или сохранении нормального сагиттального профиля приводятся во всех работах, описывающих применение CDI при лечении сколиоза (Ветрилэ С.Т. с соавт., 2004; Birch J.G. et al., 1988; Lenke L.G. et al., 1992; Booth K.C. et al., 1999; Delorme S. et al., 1999, 2000; Rhee J.M. et al., 2002). По данным анализа зарубежной литературы (Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002), коррекция грудного кифоза в среднем составила с $18,6^{\circ}$ до $24,6^{\circ}$, поясничного лордоза – с $40,3^{\circ}$ до $42,5^{\circ}$.

Применение CDI с использованием деротационного маневра обеспечивает значительную коррекцию в сагиттальной плоскости, позволяет сформировать или сохранить существующий нормальный грудной кифоз и поясничный лордоз без развития сегментарного гиперлордоза ниже зоны фиксации и развития ретролистеза последнего фиксированного позвонка.

Необходимо подчеркнуть, что в процессе деротационного маневра плоскость максимальной деформации меняет свое положение, и именно этому

изменению придается особенно важное значение (Delorme S. et al., 2000). Изменения, отмеченные в ориентации плоскости максимальной кривизны, которая смещалась в сторону сагиттальной плоскости, очень важны, потому что они представляет реальную глобальную трехплоскостную коррекцию в форме позвоночника, которая становится более сагиттализирована. В результате хирургического вмешательства сколиотическая деформация трансформируется в нормальную сагиттальную, грудной кифоз и поясничный лордоз, и более важными являются изменения ориентации этой плоскости, нежели объективные и абсолютные величины угла Cobb.

Многие исследователи подчеркивают, что величина коррекции деформации зависит от ее исходной мобильности (Cundy P.J. et al., 1990; Lenke L.G. et al., 1992), которая была важна для определения структуральности деформации, выбора уровня фиксации, сохранения надежной коррекции и предотвращения декомпенсации – главных аспектов корригирующей хирургии при сколиозе. В последнее время большое внимание направлено на определение ожидаемой послеоперационной коррекции без развития декомпенсации и неврологических осложнений.

Декомпенсация или дисбаланс позвоночника являются возможной проблемой при коррекции сколиотической деформации (Patwardhan A.G. et al., 1996; Stokes I.A., Spence H. et al., 1996; Suk S. et al., 2000). Причинами развития декомпенсации может быть гиперкоррекция грудной дуги, особенно если значительная ее коррекция не сопровождается коррекцией поясничной дуги, и противодуга становится больше первичной грудной после операции (Bridwell K.H. et al., 1991; Lenke L.G. et al., 1992; McCall R.E., Bronson W., 1992; Kirkham B.W. et al. 1997), селективная фиксация грудной деформации (Bridwell K.H. et al., 1991; Lenke L.G. et al., 1992; Puno R.M. et al., 1992). Однако феномен декомпенсации окончательно не ясен и могут иметь место другие причинные факторы: неправильный выбор протяженности фиксации и уровней установки крючков; деротационный маневр CDI (Richards B.S. et al., 1989; Bridwell K.H. et

al., 1991; Lenke L.G. et al., 1992; Puno R.M. et al., 1992), ротация нефиксированных сегментов (Transfeldt E.E. et al., 1989; Wood K.B. et al., 1991).

J.P. Thompson (1990) считает, что необходимо избегать коррекции больших деформаций более значимой предоперационной мобильности и ограничивать коррекцию следующим образом: форма стержня по вогнутой стороне грудной дуги должна повторять степень изгиба позвоночника, отмеченную при рентгенографии лежа с боковым наклоном в сторону, соответствующую выпуклой стороне деформации дуги и противодуги. Фиксация должна вовлекать как можно меньше позвоночных сегментов, по возможности избегая мобильных нейтральных позвонки для предотвращения передачи торсии на поясничную противодугу.

1.5. Выбор протяженности металлофиксации при коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе

Выбор уровня фиксации является важнейшим и одним из самых дискуссионных моментов и важен для предупреждения развития декомпенсации и кифоза переходной зоны (Rhee J.M. et al., 2002). Используя изгиб стержня и реверсивный захват между каудальным нейтральным и стабильным позвонками, L.G Lenke с соавторами (1992) показали, что декомпенсацию туловища можно избежать. Такая же рекомендация дается другими исследователями (Logue E. et al., 1994).

Протяженность фиксации определяется в общем следующими критериями: фиксация должна включать все ротированные позвонки до нейтрального и никогда не заканчиваться на вершине деформации ни во фронтальной, ни в сагиттальной плоскостях; при выраженном гипокифозе фиксация может быть продлена на 1–2 уровня краниальнее, что позволяет сформировать кифоз (Jonge T. et al., 2002), а для избежания проблемы формирования патологического проксимального кифоза после дорсальной коррекции деформации в зону фиксации необходимо включать все проксимальные уровни, сегментарный кифоз которых превышает 5° (Lee G.A. et al., 1999).

Самое первое мнение о протяженности фиксации относится к 1938 году: F.L. Butte (1938) считал, что фиксация должна включать дугу до конечных позвонков, замыкательные пластины которых параллельны на рентгенограмме в положении стоя. R.A. Hibbs с соавторами (1931) и R. Roaf (1960) полагали, что протяженность фиксации должна ограничиваться позвонками, замыкательные пластины которых стали параллельными после наложения корригирующего корсета. В обоих случаях речь шла о протяженности костнопластической фиксации.

В настоящее время описано много критериев выбора зоны и протяженности фиксации. На одном принципе сходятся большинство авторов: в зону фиксации при грудных деформациях должны включаться все позвонки, входящие в первичную дугу (Ferguson A.V., 1930; Schmidt A.C., 1959; Risser J.S., 1964). H.A. King с соавторами (1983) придерживались концепции фиксации до стабильного позвонка, который определяли по рентгенограмме стоя как позвонок, максимально ровно делящийся пополам срединной крестцовой линией.

Дискутируется вопрос о селективной фиксации грудной дуги (King H.A. et al., 1983; Large D.F. et al., 1991): действительно ли сохранение большего числа нефиксированных сегментов предотвращает декомпенсацию, уменьшает степень дегенеративно-дистрофических изменений в нижнепоясничных отделах, и каковы должны быть характеристики поясничной противодуги, чтобы можно было рассчитывать на ее спонтанную коррекцию без нарушения баланса туловища (Мое J.H. 1969; Мое J.H., 1972). D.F. Large с соавторами (1991) показали, что поясничную дугу надо фиксировать, если она более 50° или недостаточно мобильна. При комбинированном сколиозе, когда грудная и поясничная дуги равны или практически равны по величине, большинство авторов предлагают фиксировать обе дуги (Ferguson A.V., 1930; Ponseti I.V., Friedman B., 1950; Risser J.S., 1964; Harrington P.R., 1972;).

Концепция уменьшения поясничной противодуги после селективной фиксации грудной дуги при деформациях второго типа подтверждена в работе V. Kalen, M. Conklin (1990), однако некоторые авторы отмечают, что это происходит

не во всех случаях (Birch J.G. et al., 1988). Основным преимуществом селективной фиксации грудного отдела признается сохранение мобильности большего числа сегментов позвоночника, уменьшение зоны хирургического вмешательства, однако Н.А. King с соавторами (1983) подчеркивают, что судьба нефиксированных сегментов еще не ясна, и корректная оценка возможна только после 50–60 лет наблюдения.

Существует мнение, что причиной декомпенсации может быть нарушение баланса между грудной и поясничной дугами и расстояние между их вершинами при селективной фиксации грудной дуги (Mason D.E., Carango P., 1991). Если вершина поясничной противодуги смещена влево на 2 и более сантиметров, пациент декомпенсирован, а позвоночник центрируется над вершиной противодуги, и спонтанная коррекция возможна только в зоне между нижним фиксированным сегментом и вершиной поясничной противодуги. Экспериментально на моделях к сходным выводам пришли Т. Patwardhan с соавторами (1992): декомпенсация есть результат неадекватного относительного расстояния между вершинами грудной и поясничной дуг в геометрии оперированного позвоночника.

Работа Н.А. King с соавторами (1983) являются классическими, однако важно подчеркнуть, что во всех наблюдениях пациенты оперированы инструментарием Harrington. Изложенные в этих работах (Мое J.H., 1969; Мое J.H., 1972; King Н.А. et al., 1983) критерии для выбора зоны и протяженности фиксации, разработаны задолго до внедрения сегментарного инструментария, поэтому сформулированные выводы относительно основных вопросов не могут быть непосредственно и безоговорочно перенесены на техники сегментарного инструментария. Система CDI в отличие от дистракционного инструментария Harrington, фиксированного в двух точках и предполагающего некоторую мобильность между ними, предполагает жесткую фиксацию вследствие многоуровневого расположения элементов металлоконструкции и проведение деротационного маневра. Если пациенты оперируются с применением CDI, а уровень и протяженность фиксации определяются по критериям King, баланс в

сагиттальной и фронтальной плоскостях не всегда достижим и зависит от типа деформации (Richards B.S. et al., 1989; Shufflebarger H.L., Clark C.E. 1990). Исследователи (Sessa S. et al., 1990; Puno R.M. et al., 1992) доказали возможность сохранения большего количества нефиксированных сегментов, чем это предполагалось бы при планировании операции по критериям King, при сохранении хорошего баланса туловища.

Многие авторы считают, что фиксация дистально должна быть минимальна, чтобы сохранить как можно больше мобильных сегментов в поясничном отделе (Edgar M.A., Mehta M.H., 1988; Connolly P.J. et al., 1995). Их убеждение основывается на данных о высокой частоте дегенеративных изменений и болей у пациентов с идиопатическим сколиозом нижних нефиксированных сегментов (Edgar M.A., Mehta M.H., 1988; Hayes M.A. et al., 1988; Connolly P.J. et al., 1995), особенно при продлении фиксации ниже L3 (Tolo V.T., 1989). Однако другими исследователями (Danielsson A.J., Nachemson A.L., 2001) показано, что дегенеративные изменения дисков в нижнепоясничных отделах в отдаленном периоде имеют место у всех пациентов со сколиозом вне зависимости от типа проведенного лечения (хирургическое, консервативное) и не зависят от каудального продления фиксации при инструментальной коррекции, а при формировании правильного сагиттального профиля частота и выраженность этих изменений не отличается от таковой в общей популяции (Perez-Grueso F.S. et al., 2000).

L.G. Lenke с соавторами (2001) и R.J. Cummings с соавторами (1998) показали, что метод классификации по King недостаточно надежный для точной характеристики деформаций различных типов. Интересное сообщение представил L.G. Lenke (2001). За круглым столом конференции хирургов 28 докторам, занимающимся лечением сколиоза, предложено классифицировать 7 клинических наблюдений: определить тип деформации, метод лечения – передний или задний доступ, протяженность фиксации. Получены следующие данные: в 84–90% случаев достигнуто единообразие в ответах, касающихся типа деформации, однако высокая вариабельность была в ответах относительно метода лечения и

проксимального (на 4–8 сегментов) и дистального (на 3–5 сегментов) уровней фиксации. Автор подчеркивает необходимость в разработке стандартизированных критериев по этим вопросам, выработки единой парадигмы лечения с целью оказания максимально качественной помощи пациентам.

Множество мнений и научных исследований, выводы которых часто противоречат друг другу, не дают четкого руководства для практического вертебролога по данному вопросу.

Одно из преимуществ инструментария Cotrel-Dubousset состоит в стабильной фиксации, не требующей применения корсетов в послеоперационном периоде. Однако ряд авторов используют корсеты (Lenke L.G. et al., 1992). В случаях развития декомпенсации вследствие гиперкоррекции корсеты после операции могут играть корригирующую роль.

1.6. Деротационный эффект позвонков на вершине дуги искривления при коррекции деформации позвоночника

Ротация позвонков – один из патогенетических аспектов формирования и прогрессирования сколиотической дуги, поэтому инструментальная деротация рассматривается как значимый компонент многоплоскостной коррекции.

Предложено несколько методов измерения ротации позвонков по переднезадним рентгенограммам: по положению остистых отростков относительно тела позвонка (цит. по Jarvis J.G., Greene R.N. 1996), по верхушкам суставных отростков (предел ошибки метода – 4° в грудном отделе, 3° в поясничном) (Matteri R.E. et al., 1976), по положению корней дуг относительно тела позвонка (Nash C.L., Moe J.H., 1969; Drerup B., 1985) – достоверен при величине аксиального смещения до 40° (цит. по Matteri R.E. et al., 1976). R. Perdriolle (1979) предложил специальное приспособление для количественного определения ротации позвонка по положению корней дуг.

Затруднено измерение ротации по предложенным методикам при тяжелых деформациях, а после оперативного лечения на тени корней дуг и других элементах позвонков проецируются элементы металлоконструкции, что не

позволяет точно определять анатомические ориентиры и производить точные измерения по переднезадним рентгенограммам (Benson D.R. et al., 1976; Cundy P.J. et al., 1990; Russel G.G. et al., 1990; Richards B.S., 1992), и определен предел ошибки метода 15° (Mehta M.H., 1973).

Исследование ротации вершинного позвонка по данным КТ безусловно более достоверно и точно, чем методиками, основанными на измерениях по обзорной рентгенографии, поскольку позволяет получить изображение тела позвонка в горизонтальной плоскости с четкими контурами без наложения дополнительных теней (Ветрилэ С.Т. с соавт., 2003). Предложено несколько методик измерения аксиальной ротации методом КТ (Но Е.К. et al., 1992; Kojima T., Kurokawa T., 1992). В настоящее время «золотым стандартом» для расчета ротации вершинного позвонка является методика S. Aaro, G. Dahlborn (1983). Предел ошибки метода – $2,5^\circ$ (Cundy P.J. et al., 1990).

Проводились исследования на кадаверном материале (компьютерные томограммы 11 позвоночников), которые подтвердили наивысшую точность измерения аксиальной ротации этой методикой (Winter R.B. et al., 1975). Среднее различие между истинной ротацией и ротацией по данным КТ составило $0,6^\circ$, а в случае комбинированной ротации в нескольких плоскостях ошибка достигает 7° . Таким образом, главным требованием для получения точных данных является проведение строго перпендикулярных сканов через тело позвонка (Cundy P.J. et al., 1990; Krismer M., Sterzinger W., 1996), что достижимо только на уровне вершины деформации, а на уровне нейтральных позвонков, косо попадающих в скан, высока вероятность ошибки.

Ротацию по КТ можно оценивать как абсолютную – угол от срединной или сагиттальной плоскости (Cundy P.J. et al., 1990), или как относительную – относительно нейтрального позвонка (Grey J.M, Smith B.W., 1991).

О результатах деротации инструментарием Harrington и Luque в литературе достаточно много сообщений (Шевченко С.Д., 1983; Ветрилэ С.Т. с соавт., 1999; Dickson R.A. et al., 1987; Rajasekaran S. et al., 1994; Kirkham B.W. et al., 1997), из которых следует заключение, что деротационный эффект при использовании

данного инструментария не имеет места, а в отдаленном периоде позвоночник более значительно ротирован, чем до оперативного лечения. Вопрос о деротации позвоночника с использованием современного дорсального сегментарного инструментария до настоящего времени остается в центре дискуссии. Различные исследователи пытались оценить количественно ротационные изменения вершинного позвонка. По данным литературы, деротация CDI составляет от 9% до 40%

Многие авторы сообщают, что применение CDI высокоэффективно в плане получения аксиальной деротации (Ветрилэ С.Т. с соавт., 1999; Booth K.C. et al., 1999; Danielsson A.J., Nachemson A.L., 2001). Y. Cotrel с соавторами (1988) показали по данным КТ и методике Perdriolle, что при мобильных деформациях грудной и груднопоясничной локализации деротация составляет до 40%. H.L. Shufflebarger и С.Е. Clark (1987) сообщают о деротации 37–39% для грудного вершинного позвонка и 22% – для поясничного вершинного позвонка, измеренной как по компьютерной томографии, относительно сагиттальной плоскости, так и по методике Perdriolle. Cundy (Cundy P.J. et al., 1990) сообщает о средней деротации вершинного позвонка на 24% и на 26% при различных методах измерения.

Однако целый ряд исследователей показывают, что деротации не происходит (Ветрилэ С.Т. с соавт., 2004; Bridwell K.H. et al., 1991; Grey J.M. et al., 1991; Krismer M. et al., 1992), а у части пациентов отмечено увеличение ротации (Ветрилэ С.Т. с соавт., 2004; Erker M.L. et al., 1988). Исследователи сообщают о следующих величинах деротации: относительно передней срединной линии 16% (на 5°: с 31° до 26°) и относительно сагиттальной плоскости 13% (на 2°: с 16° до 14°) (Lenke L.G. et al., 1992); на 14 (Erker M.L. et al., 1988); в пределах 10° (Ветрилэ. С.Т с соавт., 1999); в грудном отделе 3° (18%) (Delorme S. et al., 2000).

При деротационном маневре происходит изменение плоскости максимальной деформации, т.е. деротация позвоночника «en bloc», в то время как сегментарная деротация не столь существенна (Labelle H. et al., 1995; Tredwell S.J. et al., 1999). В процессе перемещения позвоночника «en bloc» имеет место

значительная сегментарная ротация за пределами зоны фиксации (Wood K.B. et al., 1991). К сходным выводам пришел E.E Transfeldt с соавторами (1989). Он также показал, что при двойных деформациях в некоторых наблюдениях вершинный позвонок нефиксированной поясничной противодуги увеличивал аксиальную ротацию на 10° .

M. Gardner-Morse, I. Stokes (1994) производили деротационный маневр CDI на модели позвоночника с грудной сколиотической деформацией величиной 65° и кифозом 0° . После 90° поворота стержня грудной кифоз был восстановлен, а аксиальная ротация ухудшилась на 8° .

Объяснение этого феномена состоит в следующем. Если рассматривать позвонок, находящийся на 3 сегмента ниже апикального, то ламинарный крючок, расположенный сзади оси производимой ротации, не контролирует тело позвонка в достаточной степени, чтобы обеспечить его деротацию, хотя обеспечивает коррекцию сагиттального профиля. Позвонки в целом смещаются кзади и к срединной линии тела, при этом происходит небольшая деротация, а при движении крючка относительно дужки возможно даже усиление ротации.

Можно предположить, что при контроле тела позвонка (установка транспедикулярного винта) деротация будет существеннее, однако C.L. Hamill с соавторами (1996) провели анализ коррекции CDI сколиотической деформации у 44 пациентов, сравнивая использование крючков и винтов в поясничном отделе, и пришли к выводу, что ротация позвонков после оперативного лечения существенно не меняется в обоих случаях.

I.B. Chanem с соавторами (1997) провели анализ трехплоскостного перемещения позвонка в процессе деротационного маневра CDI, используя оптоэлектронный метод и получили следующие данные: трансляция и ротация смежных фиксированных и нефиксированных позвонков имеет одинаковое направление; ориентация крючка на нижнем фиксированном позвонке (за дужку, под дужку) влияет на его перемещение, а также на перемещение смежного с ним нефиксированного позвонка; аксиальная ротация вершинного позвонка при

грудных деформациях увеличивалась, а при поясничных и грудопоясничных уменьшалась. Сходные данные получили S.J. Tredwell с соавторами (1999).

Следует обратить внимание на то, что осевая ориентация верхушечного позвонка не может быть хорошим индикатором трехплоскостной коррекции (Labelle H. et al., 1995), потому что значительные трехплоскостные изменения в форме позвоночника, наблюдаемые при использовании CDI, сочетаются с незначительной деротацией верхушечного позвонка. Это также подтверждает факт, что трехплоскостная коррекция позвоночника является в основном сдвигом всего зафиксированного позвоночника из фронтальной в более сагиттальную плоскость, нежели деротация индивидуальная одного позвонка.

М.В. Михайловский, Н.Г. Фомичев (2002) на основе анализа 216 наблюдений) получили следующие средние результаты: деротация вершинного позвонка, измеренного по переднезадней рентгенографии, составила 15–40%, т.е. диапазон значений достаточно широк.

Основной задачей хирургии деформаций позвоночника у детей является получение коррекции и сохранение достигнутого эффекта на протяжении всей жизни пациента.

1.7. Проблема потери результатов коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе

Потеря коррекции является одной из основных и трудноразрешимых проблем вследствие существования множества причин, ее обуславливающих.

Л.Д. Стоков (1979) при исследовании отдаленных результатов лечения 196 пациентов показал, что наибольшая потеря коррекции происходит в первые 2 года после оперативного лечения и значительно замедляется или прекращается с окончанием роста позвоночника. Мнение о том, что потеря коррекции максимально происходит в первый год после операции, а в последующем позвоночник относительно стабилизируется, разделяют другие исследователи (Кулешов А.А., 1994; Швец В.В., 1997; Lenke L.G. et al., 1992; Guidera K.J. et al., 1993).

Чаще всего причинами потери коррекции вне зависимости от типа инструментария являются несостоятельность металлоконструкции (дислокация элементов, переломы стержней) (Harrington P.R., 1972; Birch J.G. et al., 1988; Albers H.W. et al., 2000; Rhee J.M. et al., 2002), неправильный выбор протяженности фиксации и уровней установки элементов (Lenke L.G. et al., 1992), технические погрешности при установке элементов металлоконструкции (Epps C.H. Jr., 1986; Cotrel Y. et al., 1988), развитие ложных суставов костного блока (Harrington P.R. et al., 1967; Ponder R.C. et al., 1975; Dawson E.G. et al., 1985; Tolo V.T., 1989), нарушение целостности кости или превышение силы дистракции прочности костной ткани, большой потенциал роста (Ветрилэ С.Т. с соавт., 1999; Михайловский М.В. с соавт., 1999); приложение значительной поперечно направленной силы в раннем послеоперационном периоде при выполнении различных медицинских манипуляций также может явиться причиной развития этого осложнения.

В литературе приводятся следующие данные о потере коррекции после применения CDI. Y. Cotrel с соавторами (1988) при среднем сроке наблюдения 2,9 лет у пациентов, оперированных без технических ошибок, наблюдали потерю коррекции менее 2°; у 3 пациентов с техническими погрешностями при проведении инструментальной фиксации потеря коррекции составила более 10°. S.J. Barr с соавторами (1997) – потеря коррекции поясничной дуги составила 13% (конструкция только на крючках), 5% – при применении винтов. P.J. Cundy с соавторами (1990) – средняя потеря коррекции через 14 месяцев 3,5° (от +2° до – 11°). J. Delecrin с соавторами (2000) – потеря коррекции в течение 2 лет составила в среднем 3° (4,5%). L.G. Lenke с соавторами (1992) с своим исследованием зарегистрировали среднюю потерю коррекции в прямой проекции 5° в средние сроки наблюдения 35 месяцев, что несколько больше предшествующих сообщений (Shufflebarger H.L., Clark C.E., 1987).

С.Т. Ветрилэ с соавторами (1999) проследили результаты в срок до 1 года у 8 пациентов. В 3 случаях отмечена потеря коррекции в пределах 10° при большом потенциале роста. У одного пациента диагностирован перелом дужки с

дислокацией крючка и потерей коррекции; выполнен перемонтаж металлоконструкции, достигнуто восстановление 80% исходной коррекции.

М.В. Михайловский с соавторами (1999) отметили потерю коррекции у 5 пациентов из 15 в срок наблюдения более 6 месяцев, причем у первичной дуги она составила в среднем 7° , у противодуги – $8,5^\circ$.

S. Takahashi с соавторами (1997) в группе 30 пациентов с идиопатическим сколиозом после оперативного лечения CDI наблюдали следующие осложнения: в одном случае отмечены переломы обеих стержней, причем бессимптомные; дислокация крючков у 2 пациентов, переломы проксимального DDT у – 3, у 2 пациентов развился асептический бурсит, в 2 случаях рентгенологически подтверждены ложные суставы.

По сводным данным литературы М.В. Михайловским с соавторами (1999) получены следующие средние данные: потеря коррекции грудной дуги через 2 года $-5,7^\circ$, поясничной противодуги – от 1° до 7° . Позднее (Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002) по материалам дополнительных источников автор сообщил, что потеря коррекции грудной дуги через 2 года – $3,3^\circ$, поясничной противодуги – $5,5^\circ$; средняя частота переломов стержней – 0,38%, дислокация крючков и выстояние имплантата – 3,78% (5 и 49 случаев соответственно).

Таким образом, в отдаленном периоде при использовании CDI потеря коррекции имеет место, однако значительно меньше, чем при использовании предшествующих методик (Tolo V., Gillespie R., 1981; Mielke C.H. et al., 1989). Величина потери коррекции достаточно вариабельна, не всегда четко указываются причины диагностированных изменений. Эти аспекты, на наш взгляд, значимы и требуют уточнения.

Разработка, освоение, внедрение и совершенствование металлоконструкций, а так же методик хирургического лечения отражает процессы интеграции медицины и высокотехнологичных отраслей. В последнее время появилось много модификаций системы Cotrel-Dubousset, одновременно с ними рассматриваются и различные технологии оперативной коррекции деформации, основанных на других принципах, отличных от классической

технологии. И в настоящее время хирурги имеют в арсенале целый ряд дорсальных систем: Wisconsin segmental spinal system, Texas Scottish Rite Hospital (TSRH) system, Isola spine implant system, Moduloc posterior spinal system. Эти металлоконструкции принципиально сходны, но имеют некоторые конструктивные особенности, определяющие точное позиционирование элементов, удобства в использовании.

Исследования посвящались сравнению различных систем, их эффективности и безопасности. Была показана сходная трехплоскостная коррекция этих систем (Greene R.N., 1996; Jarvis J.G., Wood K.B. et al., 1996; Delorme S. et al., 2000), а некоторые различия в степени коррекции во фронтальной плоскости и деротации связаны с различным соотношением транспедикулярных винтов и крючков, особенностями пациентов, их различной исходной мобильностью (Puno R.M. et al., 1992), величиной исходной деформации (Burton D.S. et al., 2002) и вовсе не отражают различия в хирургической технике или особенности инструментария.

Различные клинические исследования показали лучшую коррекцию деформации, меньшую потерю коррекции, формирование правильного сагиттального профиля фиксированной части, возможность укорочения протяженности фиксации при использовании транспедикулярных винтов в сравнении с крючками или проволокой (Виссарионов С.В. с соавт., 2012; Suk S. et al., 1995; Liljenqvist U.R. et al., 1997; Burton D.S. et al., 1999; Delorme S. et al., 2000). Биомеханические тесты на кадаверном материале показали, что транспедикулярные винты оптимальны для фиксации в грудном отделе, т.к. значительно более устойчивы к разнонаправленным нагрузкам (Hackenberg L. et al., 2002).

Американская академия ортопедов в сентябре 1993 года, изучив ряд отчетов экспертных организаций, сформулировала официальную позицию об использовании транспедикулярных винтов: установка транспедикулярных винтов несет значительный потенциальный риск для пациента. Если в ходе оперативного вмешательства планируется использование транспедикулярных винтов,

проводится предоперационное КТ-сканирование поясничного отдела для оценки морфологии и расположения корней дуг. Некоторые исследователи считают, что после оперативного лечения также необходимо выполнение КТ для оценки положения винта.

До настоящего времени мало известно о сложной морфологии сколиотических позвонков и отдельных их частей (Mente P.L. et al., 1997; Porter R.W. 2000), необходимых для использования транспедикулярного инструментария (O'Brien M.F. et al., 2000; Liljenqvist U.R. et al., 2002). Риск связан с повреждением нервных и сосудистых структур, а также внутренних органов (Donovan D.J. et al., 1996; Vanichkachorn J.S. et al., 1997; Belmont P.J. et al., 2001). Особенно это важно при проведении транспедикулярных винтов по вогнутой стороне и при тяжелых деформациях: точность проведения транспедикулярных винтов 42% против 62% без деформации (Belmont P.J. et al., 2002), у юных пациентов, когда возрастает риск пенетрации передней стенки тела позвонка (Zindrick M.R. et al., 2000), а также у пациентов, сколиотическая деформация у которых есть одно из проявлений системной патологии. Например, у пациентов с синдромом Марфана помимо истончения ножек дуг и дужек позвонков на всех уровнях (на уровне L1-L3 ширина ножки дуги менее 5 мм) (Sponseller P.D. et al., 2000). Предоперационное планирование у таких пациентов должно обязательно включать КТ с точной оценкой величин анатомических структур.

Точность проведения транспедикулярных винтов варьирует в зависимости от их диаметра при использовании традиционной техники от 45% до 85% (Hullin M.G. et al., 1991; Belmont P.J. et al., 2001), при использовании техники компьютерной мультипланарной реконструкции в хирургии – 81–95% (Виссарионов С.В. с соавт., 2012; Kim K.D. et al., 2001); при навигационном КТ-флюороскопическом определении ориентиров и векторов с помощью лазера на кадаверном материале показана точность до 99% (Schwend R.M. et al., 2000).

Пенетрация медиальной стенки ножки дужки винтом не всегда сопровождается неврологической симптоматикой. Допустимой установкой винтов считается: перфорация медиальной стенки менее 2 мм и латеральной

менее 6 мм (Belmont P.J. et al., 2002). Пенетрация медиальной стенки дужки в грудном отделе в среднем на 1,5 мм (от 1 мм до 3 мм) возможна без неврологического дефицита (Liljenqvist U.R. et al., 1997), а на уровнях T10 и L4 – до 4 мм (Gertzbein S.D. et al., 1990). Эта область от 0 мм до 4 мм названа «эпидуральной безопасной зоной» (2 мм – эпидуральное пространство и 2 мм – субарахноидальное пространство). В поясничном отделе среднее расстояние между ножками дужки и медиально расположенным дуральным мешком – 1,5 мм (Ebraheim N.A. et al., 1997). Другие исследователи (Roy-Camille R. et al., 1986) сообщали, что это безопасная зона составляет от 2 мм до 3 мм. Однако у пациентов со сколиозом дуральный мешок и спинной мозг непосредственно прилежат к медиальной стенке ножки дужки по вогнутой стороне, поэтому любое повреждение медиальной стенки в такой ситуации приведет к развитию неврологических осложнений (Liljenqvist U.R. et al., 2002).

К. Suk с соавторами (2001) изучили расположение транспедикулярных винтов в грудном отделе у 462 пациентов (330 из них с идиопатическим сколиозом) (4604 винта) в сроки наблюдения 2 года. Неправильное расположение винтов отмечено у 48 пациентов (1,5%), причем винты были проведены ниже в 33 случаях, латеральнее – в 18, выше – в 12 и медиальнее в 4 случаях. Неврологические осложнения, обусловленные положением винтов, развиваются в 0,8% случаев; из других осложнений встречаются интраоперационные переломы ножек дужек (Ветрилэ С.Т. с соавт., 1999), резорбция костной ткани вокруг винта, инфекционные осложнения, пневмоторакс (Richards B.S., Emara K.M., 2001). Таким образом, применение транспедикулярных винтов для коррекции деформаций позвоночника – высоко эффективный и достаточно безопасный, но технически сложный метод; для минимизации осложнений, связанных с этой манипуляцией необходимо применение трехплоскостной реконструкции и навигационных технологий.

В распоряжении хирурга имеется выбор металлоконструкций, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки, но, по данным литературы, в целом они дают сходные результаты. Современный уровень информационного и

технического развития общества, успехи в изучении и моделировании различных материалов, процессов и систем позволяют разрабатывать революционные технологии во всех областях науки, в том числе и в медицине. Однако именно неограниченность возможностей требует разумного подхода к реальным потребностям в решении каждой конкретной задачи и накладывает ограничение на скорейшее внедрение новых разработок. Поэтому так важно тщательно оценить все преимущества и возможные недостатки новой технологии, сравнить с предшествующим опытом, предположить, какие недостатки существующего метода может устранить новый, не ухудшая основных результатов.

«Мы видели много примеров, как энтузиасты были введены в заблуждение переоценкой своих успехов, и как достигаемое было далеко от надежды – желаемое от действительного. В каждом случае тяжело признавать, что ты обманулся, но эта та высочайшая жертва собственному «Я», которая не заставляет краснеть науку». Эти слова Мальгения, произнесенные в 1843 году» (цит. по Моеп К.У., Nachemson A.L., 1999), до сегодняшнего дня актуальны, когда мы исследуем и оцениваем существующие и предлагаем новые методы лечения. Только качественная, критичная оценка достигаемого и сохраняемого результатов может служить критерием истинности выбранного метода.

1.8. Резюме

Анализ данных литературы позволяет заключить, что, несмотря на значительное количество публикаций относительно теоретических разработок и практических результатов применения CDI у пациентов со сколиотической деформацией позвоночника, ряд принципиальных вопросов остаются чрезвычайно дискуссионными.

Вопрос о степени послеоперационной коррекции во фронтальной плоскости инструментарием CD, ее техническом и разумном пределах, а также влиянии исходной естественной мобильности на допустимую коррекцию однозначно не решен. Как объективно оценить мобильность позвоночника, прогнозировать послеоперационную коррекцию и планировать тактику оперативного лечения?

Насколько эффективно достигается коррекция сагиттального профиля? Четких критериев нет. Диапазон числовых значений требует уточнений.

Наиболее противоречивы данные о деротации позвоночника: использование методик различной степени точности позволяет авторам делать взаимоисключающие выводы.

Основной вывод конгресса «Spinal Deformity of Spine», проведенного в декабре 1999 года, был следующий: «Есть очевидная потребность в сравнительном анализе результатов различных видов хирургических вмешательств, но этого будет нелегко достигнуть вследствие высокой стоимости и ограничения финансирования обследований, трудности наблюдения пациентов в течение десятилетий, множества применяемых методов хирургического лечения и изменения наших взглядов на принципы лечения» (Bridwell K.H., 1999). Важность и сложность оценки в динамике результатов хирургического лечения сколиотической деформации в зависимости от исходной степени деформации, типа деформации, вида примененного лечения, возраста пациента, потенциала роста, срока наблюдения подчеркивается большинством исследователей.

Существуют ряд классических методов, постоянно разрабатываются и внедряются новые методики хирургического лечения с применением имплантируемых металлоконструкций. Большое количество существующих методов, как правило, говорит об отсутствии единого универсального, удовлетворяющего все требования и решающего все вопросы.

Вертебрология располагает значительным опытом лечения сколиотической деформации позвоночника; предлагавшиеся методики отражали эволюцию взглядов на этиологию и патогенез сколиоза. Большинство методов лечения в настоящее время представляют лишь исторический интерес.

Сложность проблемы определяется множеством критериев, которые оказывают влияние и должны учитываться при выборе методики оперативного лечения и оценке его результатов. В арсенале дорсальных методов имеются корригирующие операции, основанные на принципах distraction, компрессии и

их сочетании, на свойствах эластичности и упругости применяемых металлоконструкций.

Сегментарный инструментарий третьего поколения, безусловно, является революционным в лечении сколиотической деформации. Целями хирургического лечения сколиоза с применением этого инструментария являются трехплоскостная коррекция и стабилизация, восстановление баланса туловища, достижение баланса надплечий, фиксация минимального количества сегментов для сохранения мобильности позвоночника, предупреждение прогрессирования деформации.

Однако внедрение новых технологий ставит больше вопросов, чем ответов. Предельно допустимая степень коррекции без развития декомпенсации, влияние на этот показатель исходной мобильности позвоночника, явление деротации, краниальный и каудальный уровни фиксации, изменения фиксированной и нефиксированной частей позвоночного столба в ближайшем и отдаленном послеоперационных периодах, причины потери коррекции, предупреждение осложнений – вот основные вопросы, ответы на которые не однозначны.

Учитывая важность этих аспектов для рационального планирования хирургической коррекции и объективной оценки результатов, отсутствие единого мнения о применении той или иной конструкции при сколиозе низкой локализации необходимо продолжать поиск решения данной проблемы.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Клинико-рентгенологическая характеристика пациентов

В отделении патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России и в травматолого-ортопедическом отделении ГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» Минздрава Краснодарского края проведено хирургическое лечение 83 детям (основная группа) с идиопатическим сколиозом III–IV степени грудопоясничной и поясничной локализации с применением дорсальных и вентральных спинальных систем. Контрольную группу составили 30 пациентов с идиопатическим сколиозом той же локализации, которым коррекцию деформации позвоночника осуществили классическим методом по Котрелю – Дюбоссе с использованием гибридных металлоконструкций, на основе ретроспективного анализа архивного материала историй болезни и амбулаторных карт.

Работа основана на анализе результатов хирургического лечения 113 пациентов, при этом 5 (4,4%) пациентов были мужского пола и 108 (95,6%) больных женского пола в возрасте от 14 до 18 лет (средний возраст пациентов $15,9 \pm 0,9$ лет) с идиопатическим С-образным сколиозом III–IV степени грудопоясничной и поясничной локализации.

Всем пациентам диагноз идиопатического С-образного сколиоза грудопоясничной и поясничной локализации устанавливали на основании клинико-неврологического, лучевого (рентгенологический и компьютерная томография), биомеханического, электрофизиологического методов и магнитно-резонансной томографии.

Для определения степени тяжести искривления позвоночника использовали классификацию идиопатического сколиоза В.Д. Чаклина (1963), согласно которой: I степень – до 10° , II степень – $11-30^\circ$, III степень – $31-60^\circ$, IV степень – более 60° .

Для определения протяжённости зоны инструментального спондилодеза мы использовали классификацию идиопатического сколиоза, разработанную L. Lenke с соавторами (Lenke L.G. et al., 2001).

В соответствии с этой классификацией выделяют шесть типов деформаций, а для характеристики поясничной дуги и сагиттального профиля грудного отдела позвоночника вводят два модификатора. Поясничный модификатор обозначают как А, В или С, а грудной как (–), N или (+).

Тип деформации (от I до VI) определяют в соответствии с рекомендациями Scoliosis Research Society.

К грудным сколиозам (вершина между телом Th2 и диском Th11–12) относят проксимальные или верхнегрудные (вершина на уровне Th3, Th4, Th5) и основные (вершина между телом Th6 и диском Th11–Th12).

Вершина грудопоясничного сколиоза находится между краниальной замыкательной пластинкой Th12 и каудальной пластинкой L1.

Поясничные сколиозы характеризуются наличием вершины между диском L1–2 и каудальной замыкательной пластинкой тела L4.

Структуральной сколиотическую дугу считают при утрате обычной мобильности и в зависимости от величины угла Cobb называют главной (major) или вторичной (minor). Вторичная дуга может быть как структуральной, так и неструктуральной. Для простоты пользования классификацией были введены специфические характеристики структуральных дуг.

Структуральное верхнегрудное искривление в положении бокового наклона имеет угол Cobb не менее 25° и/или кифоз не менее 20° на протяжении от Th1 до Th5.

Первичная грудная структуральная дуга также в боковом наклоне сохраняет минимум 25° угла Cobb и/или грудопоясничный кифоз не менее 20° на уровне Th10–L2.

Структуральная поясничная (грудопоясничная) дуга характеризуется теми же параметрами мобильности в положении бокового наклона и/или наличием кифоза не менее 20° на уровне Th10–L2.

Любую вторичную дугу считают структуральной при наличии перечисленных характеристик. L.G. Lenke с соавторами полагают, что при планировании операции в зону блока следует включать только первичные и структуральные вторичные дуги.

Выделяют следующие шесть типов деформаций.

Деформация I типа: основная грудная дуга структуральная, а верхнегрудное или поясничное (грудопоясничное) противоискривления – неструктуральные.

Деформация II типа: две грудных структуральных дуги, а поясничное (грудопоясничное) противоискривление – неструктуральное.

Деформация III типа: две структуральных дуги – первичная грудная и поясничная (грудопоясничная), верхнегрудное противоискривление – неструктуральное. Грудная дуга больше, равна или меньше поясничной (грудопоясничной) не более чем на 5° .

Деформация IV типа: три структуральных дуги – две грудных и поясничная (грудопоясничная), при этом любая из двух последних может быть первичной.

Деформация V типа: структуральная поясничная (грудопоясничная), более проксимально расположенные дуги – неструктуральные.

Деформация VI типа: основная дуга – поясничная (грудопоясничная), как минимум на 5° больше грудной дуги, причём обе – структуральные. Проксимальное верхнегрудное противоискривление – неструктуральное.

Если разница между грудной и поясничной дугами менее 5° , сколиоз классифицируют как деформацию III, IV или V типа на основе структуральных характеристик. Всегда следует различать III (первичная дуга – грудная) и VI (первичная дуга – поясничная или грудопоясничная) типы. Если величина двух этих дуг равна, первичной считают грудную.

При планировании операции необходимо оценивать поясничную кривизну, так как она влияет и на позвоночный баланс, и на проксимально расположенные дуги, для чего используется поясничный модификатор (A, B, C).

В зависимости от отношения центральной крестцовой линии (ЦКЛ) к поясничной дуге на прямой спондилограмме L. Lenke с соавторами выделили три типа поясничных сколиотических деформаций (Lenke L.G. et al., 2001).

ЦКЛ делит краниальную поверхность крестца строго пополам и перпендикулярна к горизонтали.

ЦКЛ продолжается в краниальном направлении, и тот из поясничных или нижнегрудной позвонок, который этой линией делится наиболее точно пополам, считают стабильным.

Если же на две равные части делится межпозвонковый диск, стабильным считают позвонок, расположенный каудальнее этого диска.

Вершиной поясничной (грудопоясничной) дуги считают позвонок или диск, расположенный наиболее горизонтально и в наибольшей степени смещённый в латеральном направлении.

В зависимости от отношения ЦКЛ к поясничной дуге используют разные модификаторы.

Модификатор А используют, когда ЦКЛ проходит между корнями дужек поясничных позвонков до уровня стабильного позвонка. Такой сколиоз должен иметь вершину на уровне диска Th11–12 или краниальнее, то есть модификатор А используют только при грудных сколиозах (I–IV типы), но не при поясничных и грудопоясничных (V–VI типы). Точно так же его не используют, когда ЦКЛ проходит через медиальный край тени корня дужки апикального позвонка.

Модификатор В используют, когда вследствие отклонения поясничного отдела позвоночника от средней линии ЦКЛ касается вершины поясничной дуги между медиальным краем тени корня дужки апикального позвонка и латеральным краем его тела (или тел, если вершина – на уровне диска). Такие сколиозы, как и в случае модификатора А, относят к II–V типам.

Модификатор С используют, когда ЦКЛ лежит полностью медиально по отношению к латеральной поверхности тела апикального позвонка поясничной (грудопоясничной) дуги. Такие сколиозы могут иметь первичную дугу грудной, поясничной или грудопоясничной локализации. Модификатор С можно

использовать при любом грудном сколиозе (II–V типы) и необходимо использовать при типах V и VI (поясничные и грудопоясничные сколиозы).

Сагиттальный контур грудного отдела позвоночника также необходимо учитывать при планировании хирургического вмешательства, для чего используются сагиттальные грудные модификаторы (–, N, +).

Вид модификатора определяют путём измерения сагиттального контура Th5–Th12 в положении пациента стоя. При наличии кифоза менее 10° (гипокифоз) используют модификатор (–), от 100 до 40° – модификатор N, при деформации более 40° (гиперкифоз) – модификатор (+).

Все пациенты с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации с целью проведения сравнительного анализа эффективности методов хирургической коррекции деформации позвоночника с использованием транспедикулярных и гибридных спинальных систем были разделены на две группы: основная (83 пациента) и контрольная (30 пациентов) группы.

В основной группе наблюдения 5 (6%) пациентов были мужского пола и 78 (94%) пациентов – женского пола в возрасте от 14 до 18 лет (средний возраст пациентов $15,9 \pm 0,9$ года) с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации. У больных этой группы коррекцию деформации позвоночника осуществляли многоопорными металлоконструкциями только с транспедикулярными опорными элементами. В контрольной группе все пациенты являлись лицами женского пола в возрасте от 14 до 17 лет (средний возраст пациентов $15,4 \pm 0,7$ года) с идиопатическим сколиозом III–IV степени грудопоясничной и поясничной локализации (рис. 1, 2, табл. 1). Этой группе больных исправление искривления позвоночника выполняли гибридными спинальными системами.



Рис. 1. Распределение пациентов по возрасту в основной группе (n=83)



Рис. 2. Распределение пациентов по возрасту в контрольной группе (n=30)

Таблица 1

Распределение пациентов по возрасту в основной и контрольной группах

Возраст, лет	Основная группа		Контрольная группа	
	абс.	%	абс.	%
14	9	11	2	7
15	24	29	8	27
16	23	28	9	30
17	25	30	11	36
18	2	2	—	—
Всего	83	100	30	100

В основную группу наблюдения вошли 38 (46%) пациентов с III степенью и 45 (54%) с IV степенью сколиотической деформации позвоночника, в контрольной группе наблюдения у 9 (30%) пациентов диагностирована III степень и у 21 (70%) – IV степень сколиотической деформации позвоночника соответственно (рис. 3, 4, табл. 2). Согласно классификации L. Lenke, в основной группе наблюдения VCNTL тип деформации имели 69 (83,1%) пациентов и VCNL тип деформации – 14 (16,9%) пациентов. В контрольной группе наблюдения VCNTL тип деформации имели 24 (80%) пациента и VCNL тип деформации – 6 (20%) пациентов.

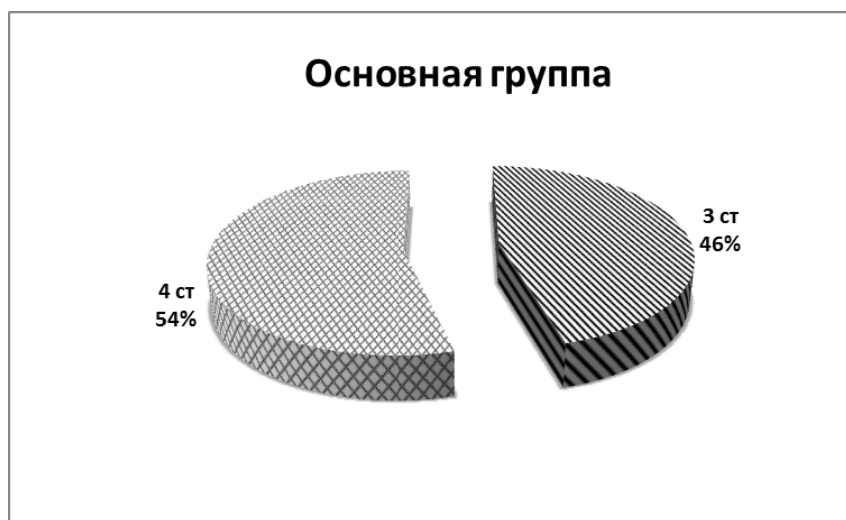


Рис. 3. Распределение пациентов по тяжести деформации
в основной группе



Рис. 4. Распределение пациентов по тяжести деформации
в контрольной группе

По типам сколиотической деформации позвоночника, в соответствии с классификацией I.V. Ponseti, B. Friedman (1950), распределение было следующим: в основной группе пациентов грудопоясничный тип искривления наблюдался у 69 детей, поясничный – у 14; в контрольной группе грудопоясничный тип деформации встречался у 24 детей и поясничный – у 6 пациентов (табл. 2).

Поясничные деформации в основной группе наблюдения все были левосторонние, среди грудопоясничных – у 30 (43,5%) пациентов отмечалась правосторонняя дуга искривления и у 39 (56,5%) – левосторонняя. Таким образом, в исследуемой группе наблюдалось 53 (63,9%) больных с левосторонним типом деформации и 30 (36,1%) – с правосторонним.

В контрольной группе пациентов поясничные деформации также все были левосторонние, среди пациентов с грудопоясничной дугой искривления у 4 (16,7%) отмечалась правосторонняя деформация и у 20 (83,3%) – левосторонняя. Таким образом, в контрольной группе больных у 26 (86,6%) детей наблюдалась левосторонняя дуга искривления и у 4 (13,4%) – правосторонняя (табл. 2).

Таблица 2

Распределение пациентов основной и контрольной групп по степени и типу сколиотической деформации (n=113)

Группа	Степень деформации				Тип деформации				Направление основной дуги деформации			
	III		IV		грудопояснич- ный (TL)		пояснич- ный (L)		левосторон- нее		правосто- роннее	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Основная	38	46	45	54	69	83,1	14	16,9	53	63,9	26	86,6
Контрольная	9	30	21	70	24	80	6	20	30	36,1	4	13,4

Таким образом, на основании исходных данных (по полу, возрасту, типу и степени деформации), а так же направленности основной дуги деформации в основной и контрольной группах достоверных различий выявлено не было.

Средний срок наблюдения в основной группе пациентов составил от 3 до 7 лет ($5,5 \pm 0,9$ года), а в контрольной группе – от 10 до 15 лет ($11,5 \pm 0,8$ лет).

Для отбора пациентов в исследование были разработаны критерии включения и исключения.

Критерии включения:

1. Идиопатические С-образные грудопоясничные и поясничные сколиозы III–IV степени.
2. Возраст пациентов – от 14 до 18 лет.
3. Время набора материала.
4. Проведение хирургического лечения в двух клиниках: отделение патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им.Г.И. Турнера» Минздрава России (Санкт-Петербург) и травматолого-ортопедическое отделение ГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» (г. Краснодар).
5. Одна оперирующая бригада.
6. Единая методика хирургического лечения.
7. Катамнез не менее трех лет.
8. Клинико-рентгенологическое обследование.
9. Единое послеоперационное ведение пациентов.
10. Согласие на участие в исследовании для основной группы.

Критерии исключения:

1. Возраст пациентов до 14 лет и старше 18 лет.
2. Пациенты с наличием врожденной патологии позвоночника и спинного мозга, а также с системной патологией.
3. Пациенты с наличием неврологической патологии в анамнезе, а также неврологическими нарушениями при клиническом осмотре.
4. Пациенты с соматической патологией на момент осмотра.

5. Отказ от участия в исследовании для основной группы.

Динамический мониторинг эффективности выполненного хирургического лечения проводился непосредственно после хирургического вмешательства, затем через 6, 12, 18 месяцев и в дальнейшем 1 раз в год на протяжении 3–7 лет (основная группа) и 10–14 лет (контрольная группа).

По результатам обследования ни в основной, ни в контрольной группах достоверных различий ни по одному из критериев выявлено не было, что позволяет проводить дальнейшие исследования.

2.2. Методы исследования

В ходе исследования использовали клинико-неврологический, лучевой (рентгенологический и компьютерную томографию), биомеханический, электрофизиологический, магнитно-резонансную томографию и статистический методы (табл. 3).

Таблица 3

Применение методов обследования пациентов основной и контрольной групп, %

Метод обследования	Группа наблюдения							
	основная				контрольная			
	до операции	после операции	через 12 мес	через 18 мес	до операции	после операции	через 12 мес	через 18 мес
Клинический	100	100	100	100	100	100	100	100
Электронейрофизиологический	38,5	38,5	38,5	38,5	40	40	40	40
Рентгенологический	100	100	100	100	100	100	100	100
Магнитно-резонансная томография	100	100	100	100	–	–	–	–
Компьютерная томография	81,9	81,9	–	–	–	–	–	–
Биомеханический	100	100	–	60	100	100	60	–

2.2.1. Клинический и неврологический методы

Клинический и неврологический методы включали общепринятые методики исследования до и в различные сроки после оперативного лечения, что позволяло выявить анатомо-функциональные нарушения позвоночника до хирургического вмешательства и динамику их восстановления после него.

Клинический метод исследования включал:

- сбор жалоб у пациента;
- сбор анамнеза заболевания, включающий сроки первичного появления деформации, темпы и динамику ее прогрессирования, предшествующее проводимое консервативное лечение;
- ортопедический статус;
- оценка выраженности вторичных половых признаков;
- оценка неврологической картины;
- физикальные методы исследования.

Ортопедический осмотр проводили по общепринятой методике (Маркс В.О., 1978) с заполнением унифицированной карты осмотра, разработанной в ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера».

Унифицированная карта «Ортопедический статус»

Ф.И.О. _____ возраст _____ рост _____
 Телосложение _____ Конституция _____ Питание _____
 Тургор кожных покровов _____ Окраска _____
 В положении, стоя устойчив да, нет _____
 Наклон туловища _____ Опора _____
 Ходит самостоятельно да, нет _____
 Используемые ортопедические изделия _____
 Вид спереди: стигмы дизэмбриогенеза _____
 Форма головы _____ окружность _____
 Положение головы _____
 Объем движения в шейном отделе позвоночника: полный, ограничен _____
 Уровень надплечий _____
 Грудная клетка: форма _____ Окружность _____ см
 Объем дыхательных экскурсий: вдох _____ см, выдох _____ см
 Расстояние от сосковой линии до средней линии (ЛО) справа, слева _____ см
 Треугольники талии _____
 Смещение пупочного кольца от линии отвеса _____

Наклон таза: да, нет _____
 Расстояние от передних верхних остей до ЛО справа, слева _____ см
 Относительная длина нижних конечностей _____
 Вид сбоку: грудной кифоз (усилен, уплощен), поясничный лордоз (усилен, уплощен) _____
 Гиббус _____, высота _____ см
 Наклон таза (общий) _____
 Вид сзади: надплечья _____
 Форма лопаток _____.
 Расстояние от внутреннего края лопатки до линии остистых отростков справа _____ см, слева _____ см
 Уровень нижних углов лопаток _____
 Отклонение оси позвоночника от средней линии (есть, нет)
 Сколиотическая дуга _____
 Треугольники талии _____
 Кожные складки на их вершинах _____
 Крылья подвздошных костей _____ Межъягодичная складка: по линии отвеса, смещение (вправо, влево) _____ см
 Наклон вперед: дефицит наклона _____ см, Ромб Михаэлиса _____
 Гиббус _____ высота _____ см
 мышечный валик _____
 Верхние конечности _____
 Нижние конечности _____

Оценку ортопедического статуса проводили путем осмотра пациента в положении стоя (рис. 5).

При осмотре ребенка спереди оценивали отклонение туловища, высоту надплечий, симметрию грудных желез и треугольников талии. Измеряли отклонение пупка от линии отвеса, расстояние от линии отвеса до сосков справа и слева, расстояние от мечевидного отростка до правой и левой передних верхних подвздошных остей.

При осмотре пациента со стороны спины определяли отклонение межъягодичной складки от линии отвеса, измеряли отклонение вершины дуги деформации от линии отвеса, уровень и высоту стояния углов лопаток. Проводили пальпацию паравертебральных точек, исследовали напряжение паравертебральных мышц.

При осмотре пациента сбоку оценивали сагиттальный профиль: выраженность поясничного лордоза, грудного кифоза. Исследовали объем активных движений позвоночника.

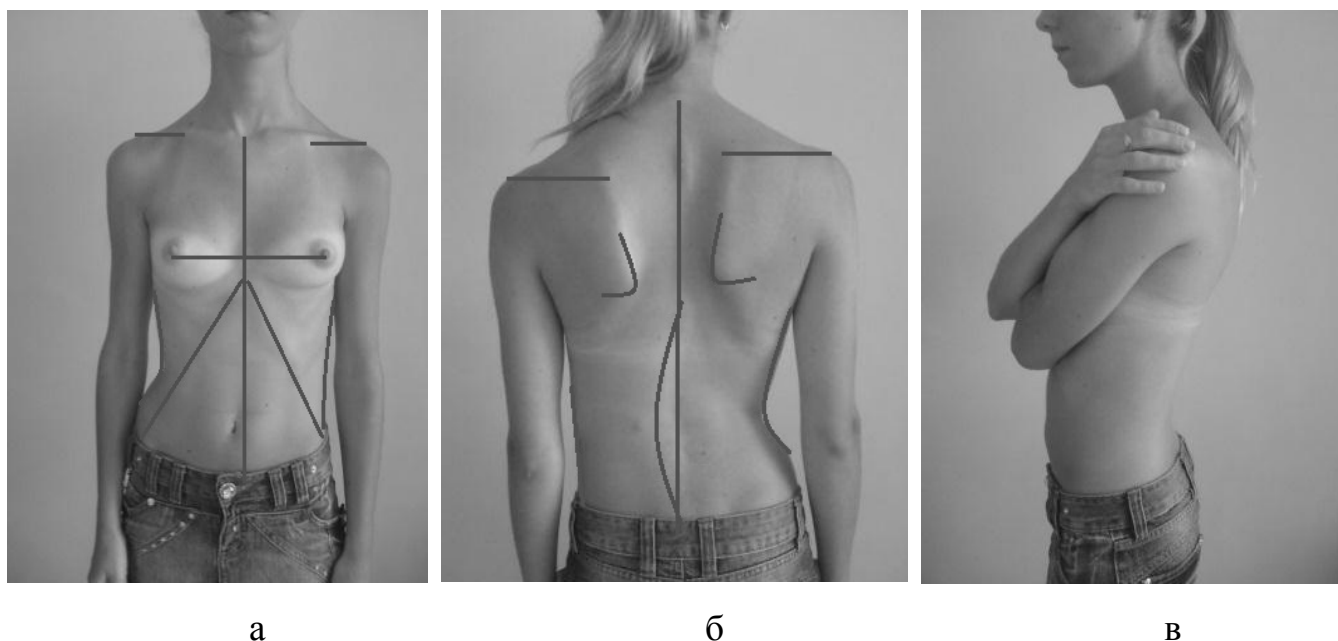


Рис. 5. Внешний вид пациента спереди (а), сзади (б) и сбоку (в)

У всех больных определяли антропометрические данные: рост, вес, объем грудной клетки и дыхательной экскурсии, длину нижних конечностей.

Неврологический осмотр проводили с целью выявления двигательных, чувствительных и вегетативных расстройств, сегментарных нарушений со стороны спинного мозга. Для оценки неврологического статуса пациентов с идиопатическим сколиозом в работе использовали модифицированную для детского возраста систему градаций по шкале H.L. Frankel (1969), согласно которой различают 5 типов спинальных расстройств, дополнительно выделяя тип E_г:

A – полное повреждение спинного мозга, отсутствуют чувствительность и движения ниже уровня повреждения;

B – неполное повреждение, сохранены все виды чувствительности ниже уровня повреждения, движения отсутствуют;

C – неполное повреждение, сохранена незначительная мышечная сила, но движения настолько слабы, что функционального значения не имеют;

D – неполное повреждение, сохранена мышечная сила, сохранены движения имеют функциональное значение и могут быть использованы для передвижения;

Er – радикулярный синдром, без нарушения двигательных и чувствительных функций.

Осмотр педиатра позволял оценить наличие или отсутствие патологических изменений со стороны внутренних органов, вызванных сколиотической деформацией позвоночника и сопутствующих заболеваний.

2.2.2. Исследование состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем

Основной задачей физиологического метода исследования до хирургического лечения было изучение функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем у больных со сколиотической деформацией позвоночника с целью подготовки их к операции.

Спирографию выполняли на спирографе «SPIROSIST» фирмы «Facudo» (Япония). Исследование проводили утром натощак. Перед исследованием пациенту рекомендовали находиться в спокойном состоянии на протяжении 30 минут. Анализировали два наиболее информативных показателя – жизненную емкость легких (ЖЕЛ) и максимальную вентиляцию легких (МВЛ). Для правильной оценки функционального состояния легочной вентиляции абсолютное значение того или иного показателя сопоставляли с соответствующими величинами у здорового человека того же возраста, роста, веса и пола – так называемыми должными показателями. Такое сопоставление выражали в процентах по отношению к должному показателю.

Всем больным до оперативного лечения проводили электрокардиографию (ЭКГ) по стандартной методике.

2.2.3. Рентгенологический метод исследования

Рентгенографию позвоночника выполняли в переднезадней и боковой проекциях в положении стоя и лежа. Дугу искривления позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях измеряли по методике Cobb (1948) (рис. 6–8).

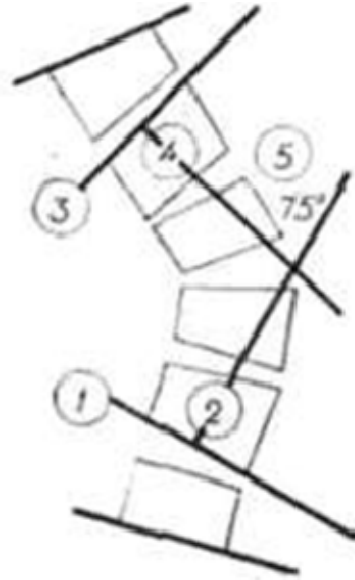


Рис. 6. Схема измерения дуги искривления сколиоза по методу Cobb – Lippmann во фронтальной проекции позвоночника: 1 – линия нижней поверхности нижнего нейтрального (конечного) позвонка, 2 – перпендикуляр к этой линии; 3 – линия верхней поверхности верхнего нейтрального (конечного) позвонка, 4 – перпендикуляр к этой линии, 5 – угол первичной дуги искривления

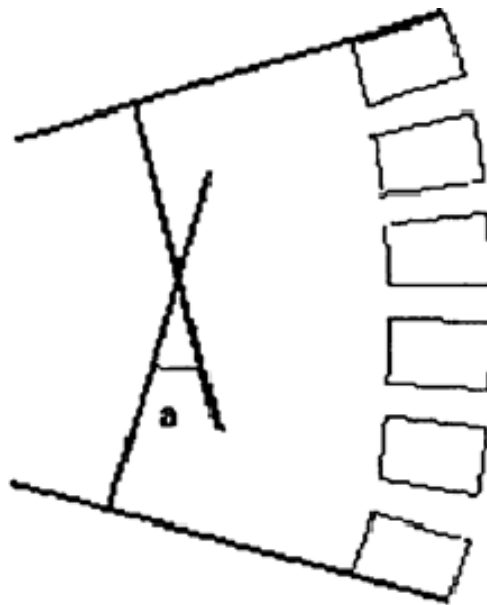


Рис. 7. Схема измерения угла «а» кифотической дуги искривления по методу Cobb в сагиттальной проекции позвоночника

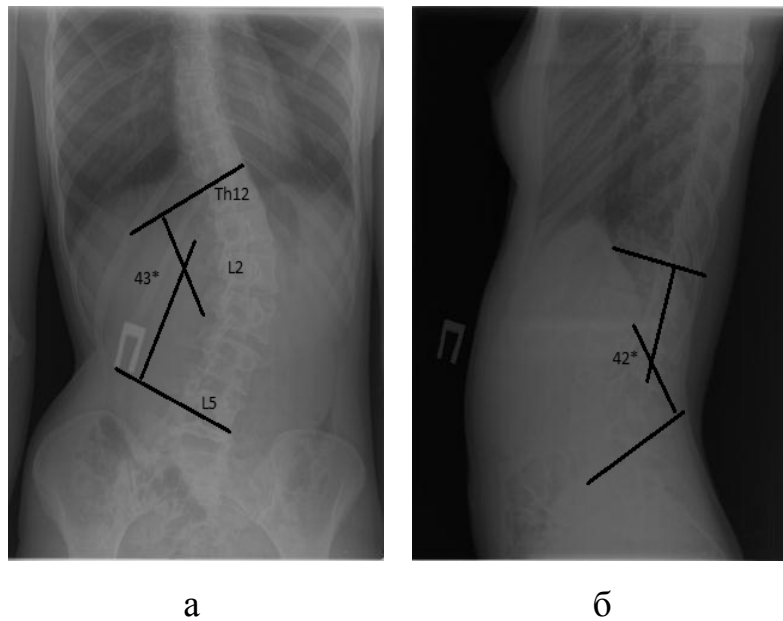


Рис. 8. Измерение угла дуги искривления по методу Cobb во фронтальной (а) и сагиттальной (б) проекциях

По полученным рентгенограммам оценивали следующие показатели:

- величину углов сколиотического и кифотического искривления до и после хирургического лечения;
- протяженность дуги деформации;
- наличие и выраженность компенсаторных дуг;
- потенциал роста позвоночника (тест Риссера).

Потенцию роста позвоночника оценивали по зонам оссификации апофизов гребней подвздошных костей на переднезадней рентгенограмме позвоночного столба, выполненной с захватом костей таза (рис. 9).

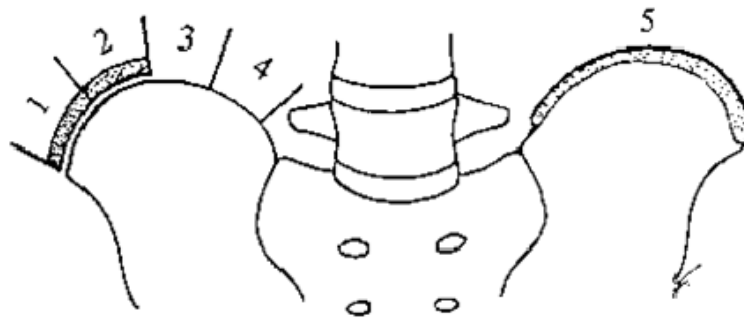


Рис. 9. Схема оссификации апофиза гребня подвздошной кости по J. Risser

Оссификация апифиза гребней подвздошных костей происходит с области передней верхней ости и продолжается в дорсальном направлении до задней верхней ости в среднем на протяжении двух лет. По Риссеру гребень подвздошной кости делится на 4 части, и стадийность процесса выглядит следующим образом: Риссер-0 (отсутствие апифиза), Риссер-1 (оссификация в пределах 25% гребня), Риссер-2 (оссификация в пределах 50% гребня), Риссер-3 (оссификация в пределах 75%), Риссер-4 (полная оссификация гребня подвздошной кости, соответствует окончанию роста позвоночного столба), Риссер-5 (слияние апифиза и тела подвздошной кости) (табл. 4).

Таблица 4

Распределение пациентов по признаку J. Risser
в основной и контрольной группах пациентов (n=113)

Стадия	Группа наблюдения	
	основная	контрольная
0	0	0
I	0	0
II	4	0
III	31	4
IV	43	20
V	5	6
Всего	83	30

Кроме рентгенограмм в стандартных проекциях, выполняли функциональные рентгеновские снимки. Осуществляли рентгенографию деформированного позвоночника в переднезадней проекции при коррекции его искривления в результате произвольного максимального бокового наклона туловища вправо и влево (активная коррекция) (рис. 10) и вытяжения с грузами за тазовый пояс (пассивная коррекция) (рис. 11).

Для оценки состояния позвоночно-двигательного сегмента в пределах сколиотической дуги искривления рассчитывали следующие показатели:

мобильность деформации, индекс мобильности, а также индекс коррекции при наклоне в сторону.

Мобильность деформации рассчитывали как разницу между величинами угла основной дуги искривления, определенной по рентгенограмме в положении стоя во фронтальной проекции позвоночника и стоя с боковым наклоном в сторону основной дуги деформации, измеренной во фронтальной проекции позвоночника по методу Cobb.



а



б

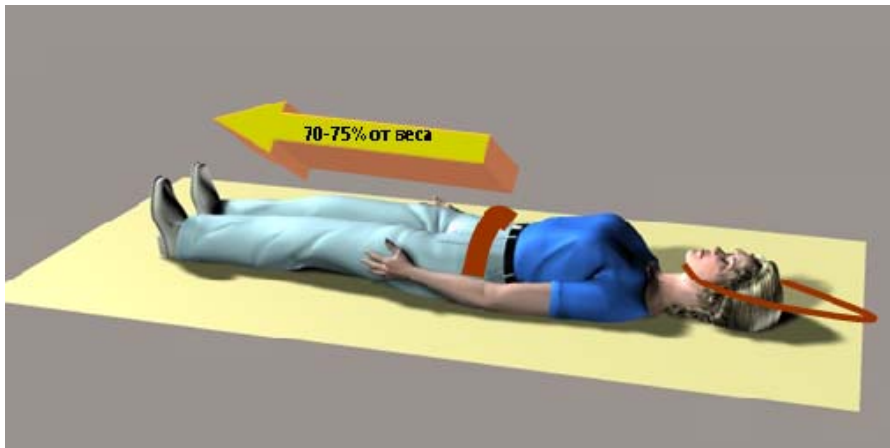
Рис. 10. Измерение угла дуги искривления по методу Cobb во фронтальной проекции (а) и с максимальным боковым наклоном (б)

Индекс мобильности рассчитывали как отношение величины угла основной дуги искривления, определенной по рентгенограмме в положении стоя с боковым наклоном в сторону основной дуги деформации, к величине общего угла первичной дуги деформации, измеренного по рентгенограмме в положении стоя, в относительных единицах или процентах. Индекс коррекции при наклоне в сторону рассчитывали как разницу между величиной угла первичной дуги, измеренного по переднезадней рентгенограмме позвоночника в положении стоя, и величиной общего угла основной дуги искривления, определенного по

рентгенограмме позвоночника в положении стоя с наклоном в соответствующую сторону, отнесенную к величине общего угла в положении стоя, выраженной в процентах.



а



б

Рис. 11. Измерение угла дуги искривления по методу Cobb в фронтальной плоскости с вытяжением (а) и схема распределения груза при проведении исследования (б)

2.2.4. Биомеханическое исследование

Биомеханическое исследование включало в себя методы подографии, стабилографии и тензометрии, позволяющие выявить статико-динамические нарушения и коррекцию их в процессе лечения.

Для проведения биомеханического исследования использовали стабилметрический комплекс фирмы «MBN», включающий комплексы «МБН-Биомеханика», «МБН-Стабило», «МБН-Подоскан».

2.2.5. Электрофизиологический метод

Пациентам проводили стимуляционную электронейромиографию (ЭНМГ). Данный метод исследования основан на регистрации и анализе вызванных электрических ответов мышц, полученных путем электрической стимуляции нервных стволов. Для выполнения ЭНМГ использовали четырехканальный электронейромиограф (рис. 12).



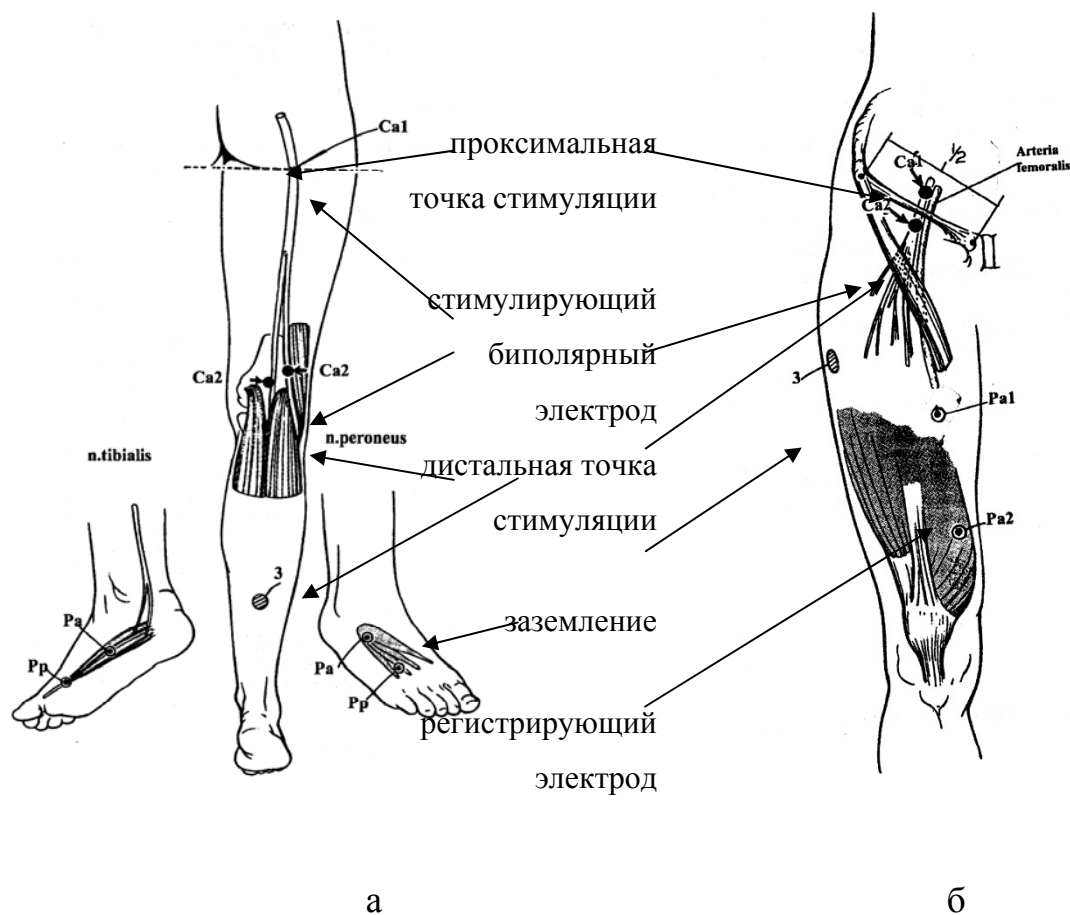
Рис. 12. Электронейромиограф «Нейро-МВП-4» фирмы Нейрософт

Целью исследования являлась оценка функционального состояния периферических нервов нижних конечностей (большеберцового, малоберцового, бедренного, седалищного), а также заинтересованных спинномозговых корешков и мотонейронов передних рогов спинного мозга. У всех пациентов был проведен сравнительный анализ данных ЭНМГ в динамике до операции и в различные сроки после выполненного оперативного вмешательства.

В нашей работе отведение электропотенциалов осуществляли с помощью поверхностных электродов. Применяли чашечковые и вилочковые биполярные электроды, которые использовали при стимуляции глубоко залегающих нервных стволов.

Исследование выполняли следующим образом. Кожу пациента обезжировали спиртом, после чего устанавливали электроды с применением

пасты или геля. Активный электрод накладывали на моторную точку мышцы, референтный – на область сухожилия этой мышцы или на костный выступ, расположенный дистальнее активного электрода. Заземляющий электрод размещали между отводящим и стимулирующим электродами. Импеданс под электродами устанавливали от 5 до 10 кОм. Стимулирующий биполярный электрод накладывали на нижней конечности в проекции нерва, иннервирующего данную мышцу (в месте наиболее поверхностного его расположения). При этом катод (-) располагали дистальнее, а анод (+) проксимальнее (рис. 13). Стимуляцию осуществляли прямоугольными импульсами длительностью 0,2 мс и частотой 1Гц. Далее постепенно увеличивали силу тока, пока амплитуда получаемого ответа не переставала нарастать.



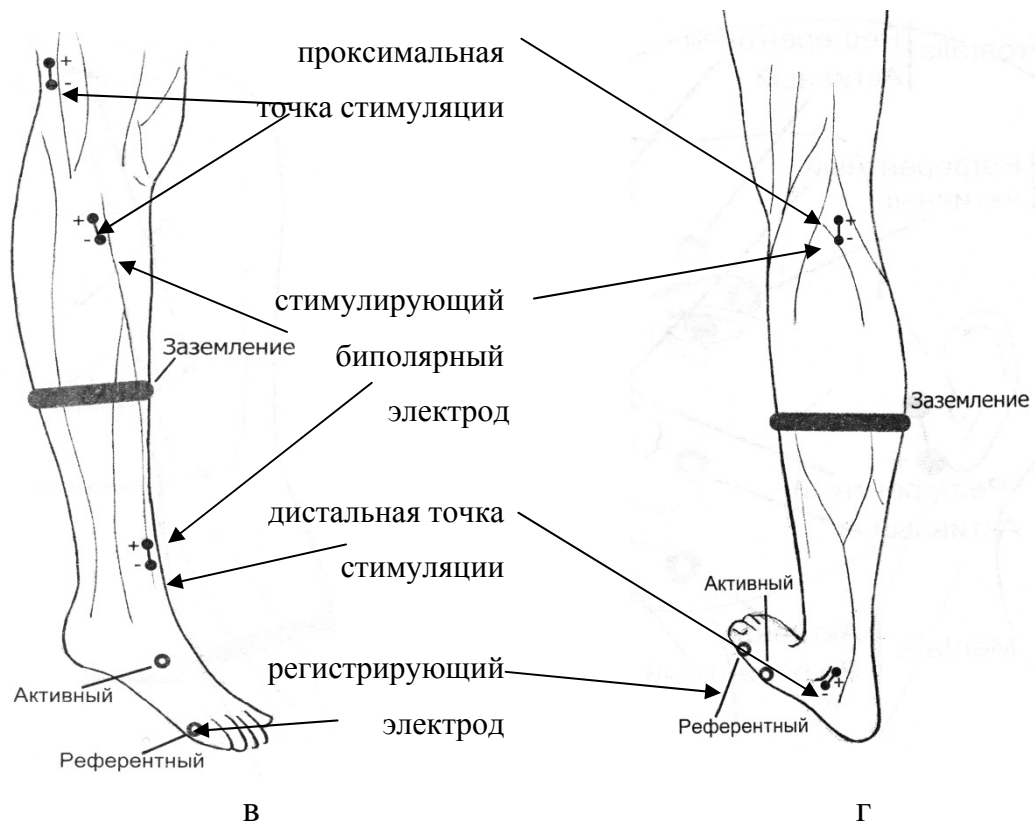


Рис. 13. Схема методики наложения электродов при проведении стимуляционной ЭНМГ нижних конечностей: а – исследование *n. Ischiadicus*, регистрирующий электрод на *m. Abductor hallucis* и *m. Extensor digitorum brevis*; б – исследование *n. Femoralis*, регистрирующий электрод на *m. Quadriceps femoris* (vastus medialis). в – исследование *n. Peroneus*, регистрирующий электрод на *m. Extensor digitorum brevis*; г – исследование *n. Tibialis*, регистрирующий электрод на *m. Abductor hallucis*

Стимуляция периферических нервных стволов нижних конечностей позволила оценить нейрофизиологические параметры на уровне L2–S2 сегментов спинного мозга (табл. 5).

Таблица 5

Неврологические структуры, формирующие двигательные порции
исследуемых нервов и иннервируемые мышцы

Исследуемые нервы	Структуры, иннервируемые мышцы		
	корешки	сплетение	иннервируемые мышцы, используемые для исследования
Седалищный нерв	L4-S2	передние ветви сакрального сплетения	<i>m. abductor hallucis,</i> <i>m. extensor digitorum brevis</i>
Бедренный нерв	L2-L4	передние ветви поясничного сплетения	<i>m. quadriceps femoris</i> <i>(vastus medialis)</i>
Малоберцовый нерв	L4-S2	передние ветви сакрального сплетения	<i>m. extensor digitorum</i> <i>brevis, m. tibialis anterior</i>
Большеберцовый нерв	L4-S2	передние ветви сакрального сплетения	<i>m. abductor hallucis,</i> <i>m. abductor digiti minimi</i>

По стимуляционной ЭНМГ оценивали параметры вызванных потенциалов (ВП) периферических нервов и мышц при раздражении их электрическим током. К вызванным потенциалам относили потенциал действия (ПД) мышцы, М-ответ и F-волну.

1. Потенциал действия мышцы в ответ на стимуляцию нерва позволил оценить как состояние самой мышцы, так и функцию эфферентных волокон периферических нервов.

2. М-ответ – это суммарный потенциал действия мышцы, при раздражении нерва электрическим током (рис. 14).

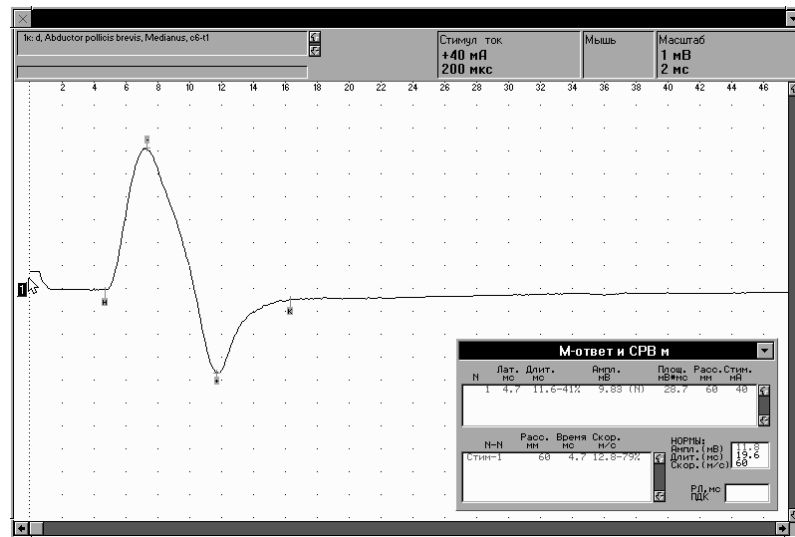


Рис. 14. М-ответ

Регистрировали и оценивали следующие параметры М-ответа: порог раздражения (минимальное значение стимула, способное вызвать М-ответ), скорость проведения импульса на сегменте исследования, амплитуду М-ответа (амплитуда негативной фазы, отражающей суммарный ответ всех функционирующих двигательных единиц мышцы), латентный период М-ответа (отражает скорость распространения возбуждения по миелинизированным волокнам, частично миелинизированным терминалям и немиелинизированным концевым ветвлениям аксонов).

3. F-волна – вызванный потенциал, определяемый в дистальных группах мышц стопы одновременно с максимальным М-ответом (рис. 15).

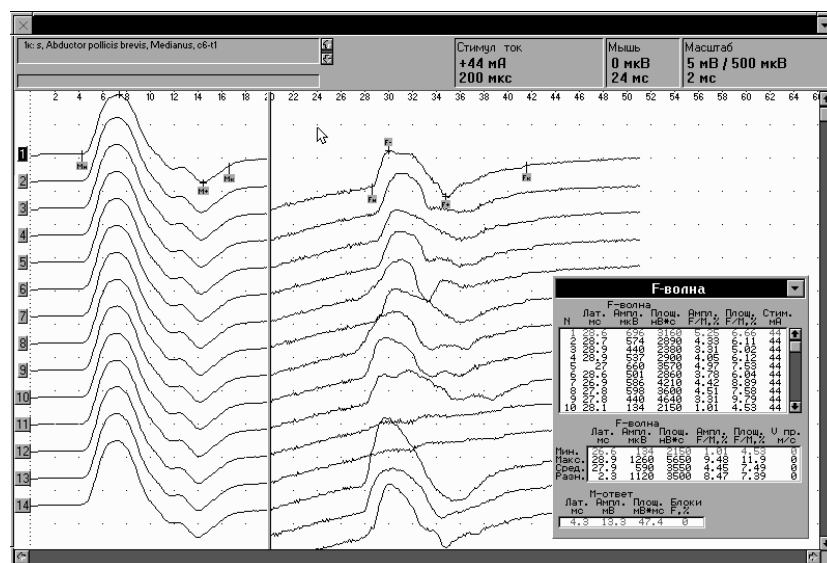


Рис. 15. F-волна

Показатель использовали для определения скоростных характеристик проведения импульса по проксимальным отделам нерва и спинномозговым корешкам. Регистрировали и оценивали следующие параметры F-волны: выявляемость, амплитуду и проксимальную скорость проведения импульса.

4. Н-рефлекс – это рефлекторный спинальный ответ, получаемый при стимуляции чувствительных волокон смешанного нерва с моносинаптической активацией мотонейронов спинного мозга. Исследование Н-рефлекса позволяет судить о состоянии проводимости всей сегментарной дуги, включая сенсорные, двигательные волокна вне спинного мозга и интраспинальную часть, а также об уровне возбудимости мотонейронов. Оценивали показатели Н-рефлекса и соотношение с М-ответом (рис. 16).

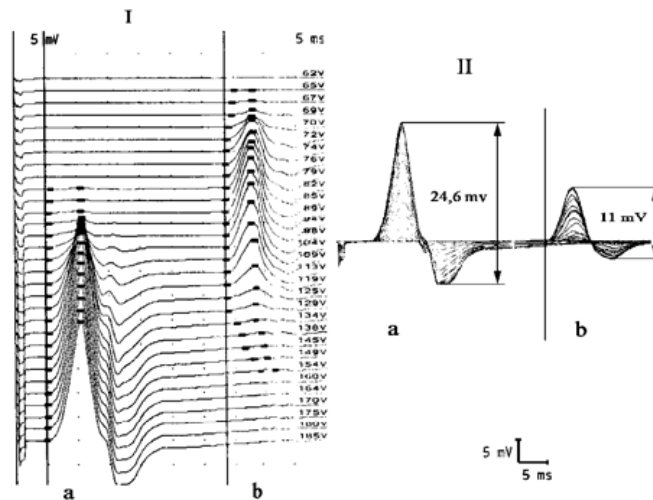


Рис. 16. Н-рефлекс в камбаловидной мышце при разной силе раздражения: I – режим разведения ответов, II – режим наложения ответов (суперпозиция), а – М-ответ, б – Н-рефлекс

Комплексный анализ показателей вызванных потенциалов позволил оценить состояние мотонейронов, их аксонов и периферических нервов нижних конечностей. Полученные результаты в обязательном порядке сравнивали с клиническими данными.

2.2.6. Магнитно-резонансная томография

Магниторезонансная томография позволила изучить состояние позвоночного канала и спинного мозга, а также взаимоотношение интраканальных, паравертебральных мягкотканых структур и ликвородинамику на этапах лечения. По данным МРТ оценивали положение спинного мозга, характер его изменений, исключали врожденные аномалии со стороны спинного мозга и его элементов, а также позвоночного канала.

Всем пациентам со сколиотической деформацией позвоночника проводили магнитно-резонансную томографию грудного и поясничного отделов позвоночника. Обследование осуществляли на аппаратах «Siemens 0,1 TE» (Германия) и «Philips Panorama HFO 1,0 TE» (Голландия).

2.2.7. Компьютерно-томографический метод

Компьютерно-томографический метод позволил оценить изменения пространственных взаимоотношений исследуемых позвоночно-двигательных сегментов до и после оперативного вмешательства, а также величину ротации вершинного позвонка основной дуги сколиотической деформации. Кроме того, выполнение данного вида исследования позволило уточнить анатомические и антропометрические параметры тел позвонков в дуге искривления у детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации до операции, а также оценить степень послеоперационной коррекции деформации и корректность установки опорных элементов металлоконструкции после хирургического вмешательства. Исследование выполняли на компьютерном рентгеновском томографе «Somatom AR.SP» (Siemens, Германия).

Кроме того, по данным компьютерной томографии осуществляли измерение ротации вершинного позвонка по методике S. Aaro, G. Ohlen (1983) относительно передней срединной линии и относительно сагиттальной плоскости до и после оперативного лечения, диаметра корней дуг, длину винтового хода, а так же угол введения транспедикулярного опорного элемента по выпуклой и вогнутой

сторонам сколиотической деформации грудопоясничного и поясничного отделов позвоночника (рис. 17, 18, 19).

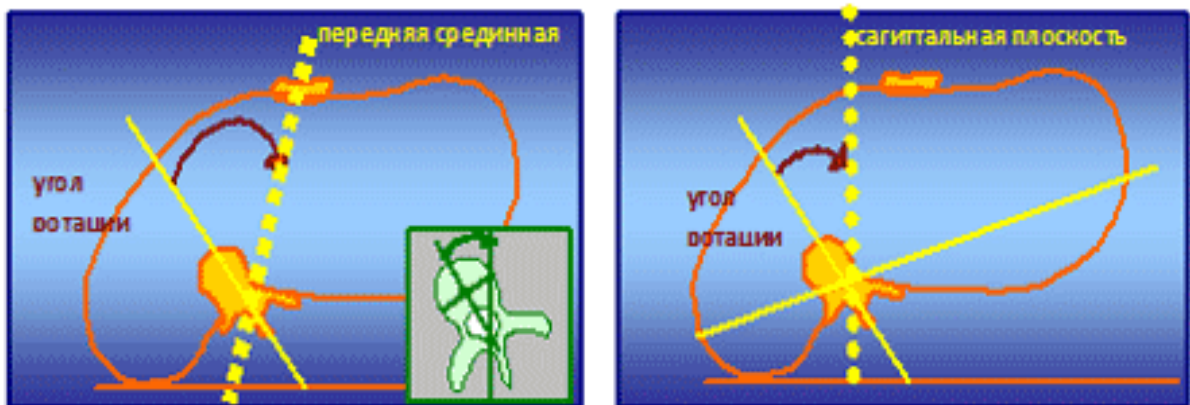


Рис. 17. Схема ротации позвонков на вершине основной дуги деформации по методике S. Aaro, G. Ohlen (1983)

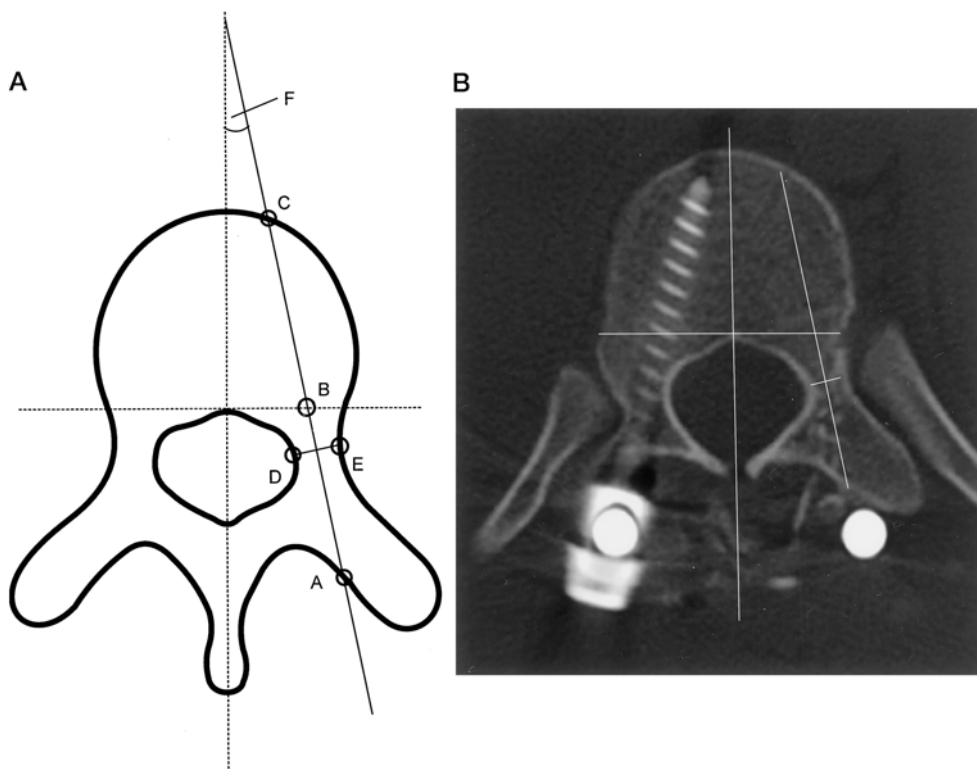


Рис. 18. А: АВ – длина ножки позвонка, АС – длина винтового пути, DE – поперечная ширина ножки, F – педикулярный угол; Б – компьютерное томографическое сканирование Th10 позвонка с установленным транспедикулярным опорным элементом по правой стороне сколиотической деформации

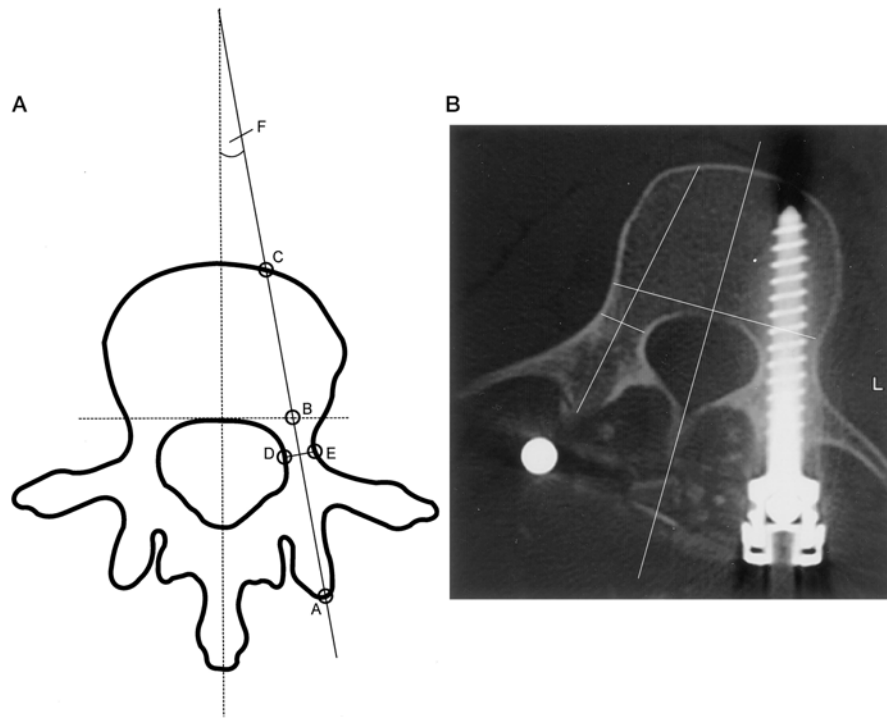


Рис. 19. А: АВ – длина ножки позвонка, АС – длина винтового пути, DE – поперечная ширина ножки, F – педикулярный угол; Б – компьютерное томографическое сканирование L3 позвонка с установленным транспедикулярным опорным элементом по левой стороне сколиотической деформации

2.2.8. Статистический метод исследования

Количественные показатели были обработаны статистически с вычислением средней арифметической (M), ее ошибки (m) и стандартного отклонения по выборке (σ). Достоверность различий между группами наблюдений оценивалась с использованием программы в среде MsExcel 2003 по непараметрическому парному критерию Стьюдента с двухсторонним распределением и определением показателя статистической достоверности. Достоверными считались различия показателей при уровне значимости $P \leq 0,05$.

ГЛАВА 3

ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДОПОЯСНИЧНОЙ И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

В отделении патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России и в травматолого-ортопедическом отделении ГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» Минздрава Краснодарского края проведено хирургическое лечение 83 детям (основная группа) с идиопатическим сколиозом III-IV степени грудопоясничной и поясничной локализации с применением дорсальных транспедикулярных и вентральных спинальных систем. Применяли различные варианты хирургического вмешательства в зависимости от локализации, величины и мобильности основной дуги искривления, а также от возраста ребенка.

Восьми пациентам в возрасте от 15 до 17 лет с идиопатическим сколиозом грудопоясничного и поясничного отделов позвоночника с величиной основной дуги деформации от 40° до 80°, индексом мобильности от 0,11 до 0,3, мобильностью основной дуги деформации более 30°, количеством позвонков в дуге менее семи коррекцию деформации выполняли из переднебокового доступа с использованием вентрального корригирующего инструментария.

Пациентам от 14 до 17 лет с грудопоясничным и поясничным типом искривления при величине основной дуги деформации от 40° до 80°, количестве позвонков в дуге более 8, индексе мобильности от 0,11 до 0,5 и мобильности основной дуги деформации более 20° применяли следующие тактические варианты хирургического лечения:

- 22 пациентам с левосторонним типом грудопоясничного идиопатического сколиоза и правосторонней и левосторонней направленностью дуги поясничного сколиоза объем оперативного вмешательства осуществляли коррекцию деформации позвоночника многоопорной транспедикулярной

металлоконструкцией из дорсального доступа на фоне Halo-тибиального вытяжения. Завершали вмешательство формированием заднего спондилодеза.

- 30 пациентам с правосторонним типом груднопоясничного сколиоза весь объем оперативного вмешательства также выполняли из дорсального доступа на фоне Halo-тибиального вытяжения, но при этом последовательность корригирующих манипуляций в ходе хирургического вмешательства была существенно иной по сравнению с предыдущей группой пациентов.

При тяжелых ригидных формах груднопоясничного и поясничного сколиоза дополнительно осуществляли мобилизующие вмешательства на передних отделах позвоночника из переднебокового подхода:

12 пациентам в возрасте от 14 до 18 лет с углом деформации от 80° до 100°, ригидной основной дугой искривления, индексом мобильности основной дуги деформации от 0,51 до 0,81 и мобильностью основной дуги деформации от 10° до 20° операцию выполняли одномоментно из двух доступов. Из переднебокового доступа выполняли дискапофизэктомию на вершине деформации в сочетании с корпородезом, из заднего доступа – коррекцию деформации позвоночника на фоне HALO-тибиального вытяжения и стабилизацию достигнутого результата многоопорной транспедикулярной спинальной системой в сочетании с дорсальным спондилодезом.

11 пациентам в возрасте от 14 до 18 лет с углом деформации по Cobb более 100°, ригидной основной дугой деформации, индексом мобильности деформации от 0,81 до 1,0 и мобильностью основной дуги деформации менее 10° выполняли трехкомпонентный вариант хирургического лечения по Ю.И. Позднику. Первым этапом осуществляли дискэктомию на вершине основной дуги искривления и формирование вентрального спондилодеза, завершали вмешательство наложением HALO-тибиального вытяжения или установкой HALO аппарата. Вторым этапом в течение 12–14 дней проводили курс вытяжения с массой грузов до 40% массы тела пациента. Общую массу грузов распределяли следующим образом: 2/3 части от общей массы груза располагали за головной конец, а 1/3 распределяли на нижние конечности. Третьим этапом выполняли

коррекцию деформации позвоночника многоопорной транспедикулярной конструкцией в условиях продолжающегося вытяжения на операционном столе в сочетании с задним локальным спондилодезом аутотрансплантатами.

Величина грудного кифоза при груднопоясничных деформациях до операции колебалась от 0° до 30° (в среднем $13,2^\circ \pm 1,2^\circ$), угол поясничного лордоза до операции составил от 16° до 40° (в среднем $15,4^\circ \pm 1,5^\circ$). Величина грудного кифоза при поясничных типах искривления до операции колебалась от 13° до 32° (среднее – $24,3^\circ \pm 1,4^\circ$), угол поясничного лордоза до операции составил от 32° до 49° (среднее – $41,5^\circ \pm 2^\circ$).

3.1. Особенности хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом груднопоясничной и поясничной локализации с применением вентрального инструментария

Особенностью предоперационного периода у детей с идиопатическим сколиозом заключалась в том, что всем пациентам проводили предоперационную подготовку с целью мобилизации деформации позвоночника в объеме лечебной физкультуры, включающую упражнения на вытяжения, а также дистракцию на функциональном столе и гимнастическом комплексе.

Операцию выполняли под эндотрахеальным наркозом в положении больного на боку, противоположном вершине дуги искривления. Разрез кожи проходил в косом направлении от уровня задней подмышечной линии по ходу 9–10-го ребра до подвздошной области на 5 см ниже и медиальнее передней верхней ости таза. После послойного рассечения кожи и подкожной жировой клетчатки на протяжении разреза поднадкостнично резецировали от 2 до 3 нижних ребер на уровне доступа. Глубокий листок надкостницы и костальную плевру по ходу ложа ребра рассекали тонкими ножницами. Легкое оттесняли к корню и защищали большой влажной салфеткой, после чего края раны грудной клетки разводили ранорасширителем.

Перед рассечением ножки диафрагмы обнажали ретроперитонеальное пространство в месте реберно-хондрального сочленения и смещали брюшинный мешок вместе с его содержимым кпереди. Таким образом осуществляли доступ в забрюшинное пространство и отсекали ножку диафрагмы, отступив на 20–30 мм от места ее прикрепления к ребрам.

Отдельного внимания заслуживает доступ к переднебоковой поверхности тел позвонков на протяжении дуги искривления. После обнажения нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника *m. psoas major* расслаивали и смещали с боковой поверхности тел позвонков и межпозвонковых дисков дорсально и вентрально. На протяжении зоны планируемого спондилодеза выделяли, лигировали и пересекали сегментарные сосуды над телами позвонков. С учетом предоперационного планирования на боковые поверхности тел позвонков устанавливали опорные площадки металлоконструкции (рис. 20).

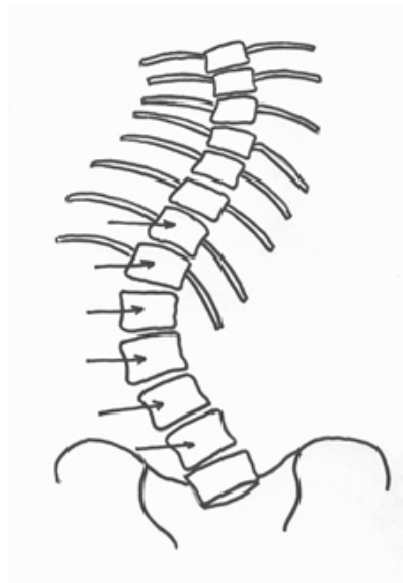


Рис. 20. Предоперационное планирование установки опорных элементов. Стрелками указаны места установки опорных площадок металлоконструкции

Через отверстия в установленных площадках в тело каждого позвонка проводили по 2 опорных винта с учетом угла конвергенции: вентральный винт

вводили параллельно дорсальной замыкательной пластинке тела позвонка, а дорсальный винт – под углом в 10^0-15^0 к первому. Винты проводили бикортикально. Только после проведения этих манипуляций выполняли дискапофизэктомию на всем протяжении основной дуги искривления. Последнюю осуществляли с целью мобилизации деформации позвоночника и создания условий для формирования корпородеза. Первый стержень моделировали соответственно нормальным физиологическим изгибам позвоночника (грудопоясничный переход, поясничный лордоз). После осуществления дискапофизэктомии с выпуклой стороны деформации устанавливали стержень и фиксировали внутренними гайками в первой дорсальной линии опорных элементов (опорных винтах), выполняли деротирующий маневр (рис. 21) и сегментарную коррекцию путем смещения опорных элементов вдоль стержня с учетом контракции (рис. 22, 23).

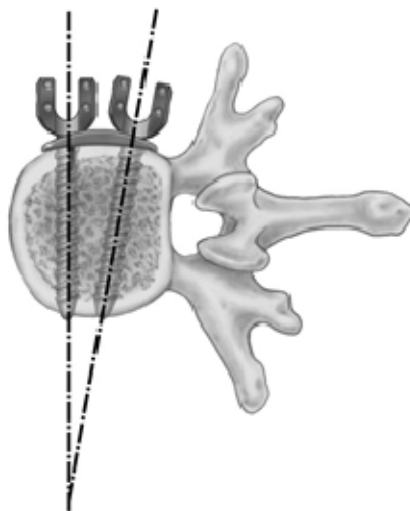


Рис. 21. Расположение опорной площадки и винтов в теле позвонка

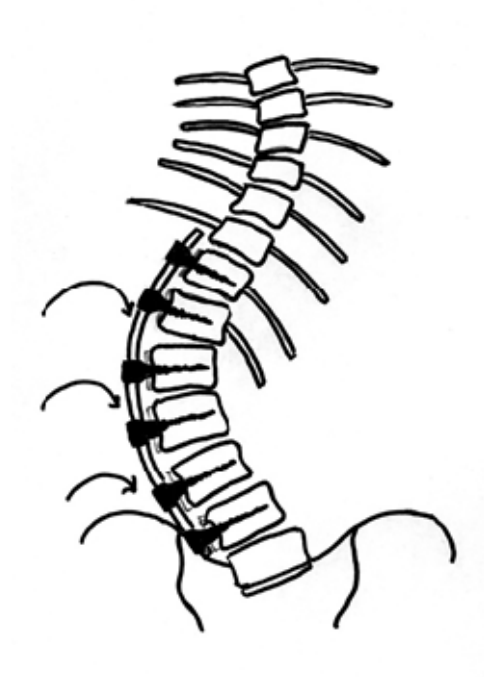


Рис. 22. Этап установки первого стержня и проведение деротирующего маневра

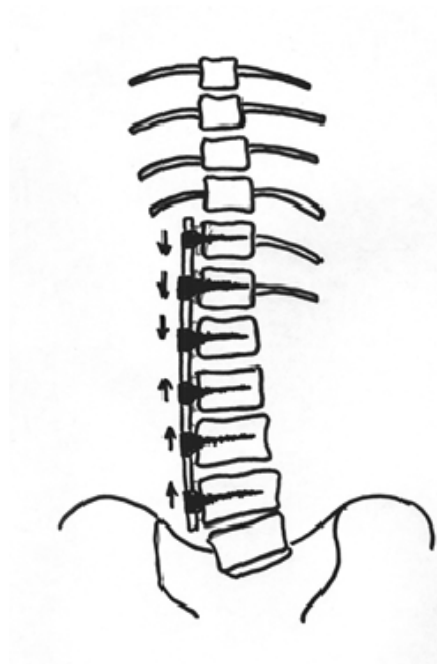


Рис. 23. Сегментарная коррекция с учетом контракции по выпуклой стороне деформации позвоночника

Второй стержень, предварительно смоделированный соответственно нормальным физиологическим изгибам позвоночника, укладывали во вторую линию опорных элементов, расположенную вентральнее, выполняли дополнительную сегментарную коррекцию с учетом контракции до приближения соседних тел позвонков друг к другу, стержни замыкали поперечным коннектором (рис. 24). Оставшееся пространство между телами позвонков заполняли аутотрансплантатами в виде «костной щебёнки», взятыми из резецированных ребер. К послеоперационному ложу устанавливали дренаж. Тщательно восстанавливали целостность всех анатомических структур. Отдельными узловыми швами восстанавливали целостность ножки диафрагмы. Перед окончанием ушивания плевральной полости легкое расправляли. Затем отдельными узловыми швами восстанавливали реберную дугу, при этом послойно ушивали костальную плевру и мышцы грудной стенки. Послойно восстанавливали мышечные слои на протяжении послеоперационной раны. Накладывали швы на кожу. Выполняли контрольную рентгенографию позвоночника.



Рис. 24. Установка второго стержня и стабилизация металлоконструкции

Клиническое наблюдение

Пациентка К., 29.05.1992 г.р. Диагноз: идиопатический правосторонний грудопоясничный сколиоз III ст. Из анамнеза известно, что сколиотическая деформация позвоночника впервые выявлена в возрасте 12 лет. Несмотря на проводимое консервативное лечение, включающее корсетотерапию, лечебную физкультуру, массаж спины и физиотерапевтическое лечение, сколиотическая деформация продолжала прогрессировать; появились жалобы на боли в спине, усиливающиеся после физической и статической нагрузки.

St. locales: ходит самостоятельно, не хромот, положение головы правильное. Туловище деформировано больше в нижнегрудном отделе, грудная клетка правильной формы, тип дыхания смешанный, передняя брюшная стенка также правильной формы. Соотношение туловища и конечностей не нарушено. При осмотре. Телосложение правильное. Вид спереди: надплечья расположены на разном уровне (правое выше левого на 1,5 см), длина надплечий одинаковая. Треугольники талии асимметричны, левый расположен ниже правого на 1,5 см, глубина его слева 3 см, справа значительно сглажен. Отвес проходит вертикально, при этом пупок смещен вправо на 2 см. Перекос таза влево на 1 см. Грудные железы симметричные, расположены на одинаковом уровне. Передний реберный горб выражен не резко, реберно-подвздошный промежуток уменьшен слева. Осмотр сбоку: шейный лордоз выражен нормально, грудной кифоз сглажен, поясничный лордоз усилен, положение крестца ближе к горизонтальному. При осмотре сзади: углы лопаток расположены на разном уровне (правый выше левого 1,5 см), нижние углы лопаток отстоят от линии отвеса, опущенного от остистого отростка 7-го шейного позвонка: справа на 7 см, слева на 3 см. Отвес проходит вертикально слева от межъягодичной складки на 1 см. Определяется умеренно выраженный реберный горб, расположенный справа, высотой около 3 см с захватом 11-12-го ребер, пологий. Отмечается С-образная кифосколиотическая деформация позвоночника с основной дугой искривления, расположенной справа на уровне нижнегрудного и верхнего поясничного отдела позвоночника, где отмечается формирование реберного горба, уменьшающегося

при движениях. Наблюдается формирование мышечных валиков в области основной дуги искривления, расположенной в нижнегрудном отделе позвоночника справа (рис. 25 а, б). Длина конечностей одинакова, движения в тазобедренных суставах в полном объеме, безболезненны. Нарушения иннервации и кровообращения в дистальных отделах конечностей нет.

Консультация невролога 12.10.2009: очаговой неврологической симптоматики не определяется. Консультация педиатра 09.11.2009: соматически компенсирована. ФВД 07.10.2009: ЖЕЛ 85%, ОФВ_i 82%, МВЛ 65%, ЭКГ 06.10.2009: синусовый ритм с ЧСС 74 в мин.

На рентгенограммах отмечается сколиотическая деформация позвоночника с патологической ротацией тел позвонков. Вершина основной дуги искривления приходится на тело 12-го грудного позвонка, угол искривления грудопоясничной дуги равен 45° по Cobb. Мобильность основной дуги деформации составляет 78% (рис. 25 в, г).

МРТ исследование позвоночника и спинного мозга от 14.10.2009 г. При МРТ грудного и поясничного отделов позвоночника установлено: выраженный правосторонний сколиоз грудопоясничного отдела позвоночника с вершиной дуги на уровне Th12. Отмечается хондроз дисков на вершине сколиотической дуги со снижением интенсивности МР-сигнала и их высоты. Вследствие длительного существования описанного сколиоза сформировалась торсионная деформация тел грудных позвонков. Диски, оказавшиеся на вершине сколиотической дуги, имеют клиновидную форму, высота их умеренно снижена вследствие дегидратации пульпозного ядра, грыж диска не выявлено, в смежных телах краевые костные разрастания. Эпидуральное пространство не изменено, дуральный мешок, терминальный отдел спинного мозга и корешки конского хвоста смещены к левой стенке позвоночного канала. Эпиконус на уровне Th12-L1. Спинальное субарахноидальное пространство проходимо. Спинной мозг представлен единым стволом, структура его не изменена.

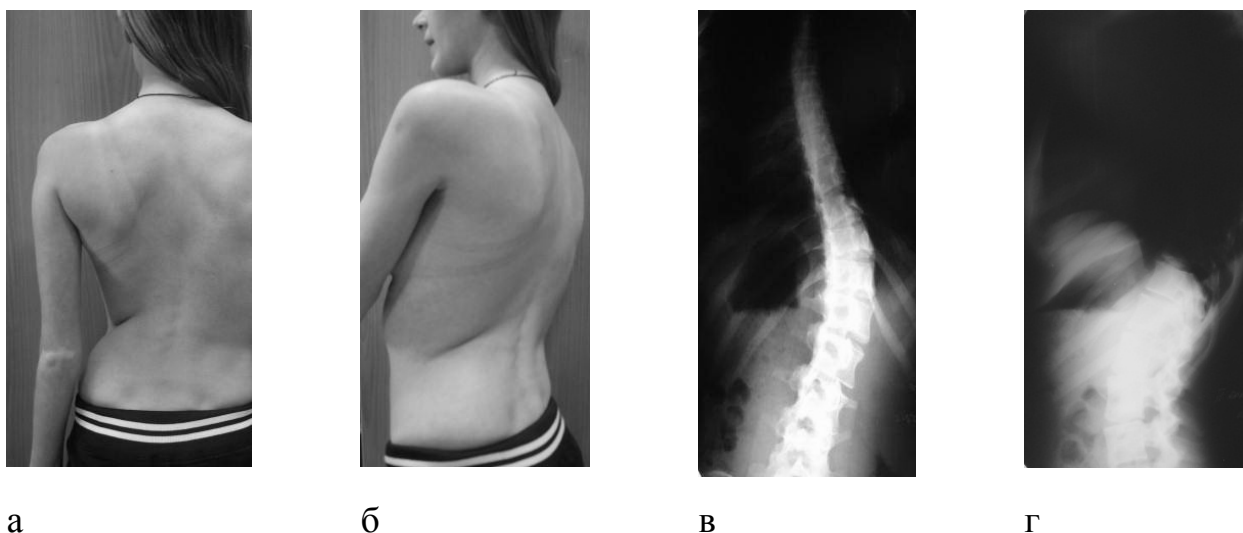


Рис. 25. Пациентка К., 17 лет, до оперативного лечения: а, б – вид сзади и сбоку; в, г – рентгенограммы в прямой и боковой проекциях

10.11.2009 ребенку проведено оперативное вмешательство: одномоментно выполнен ventral derotational spondylectomy системой «Antares» фирмы «Medtronic Sofamor Danek, Inc.» (США) левосторонним торакофренолюмботомическим доступом.

На контрольной рентгенограмме от 17.11.2009 г.: Состояние после хирургического лечения. Резецированы 10, 11, 12-е рёбра справа. Выполнена дискапофизэктомия на уровнях Th10-Th11, Th11-Th12, Th12-L1, L1-L2, L2-L3 позвонков. Прослеживается многоопорная металлическая конструкция. На переднебоковые отделы тел Th10, Th11, Th12, L1, L2, L3 позвонков фиксированы опорные площадки с помощью опорных винтов. Опорные элементы совмещены двумя стержнями. В краниальном отделе конструкция замкнута поперечной стяжкой.

Остаточная величина правосторонней сколиотической дуги Th7–L4 = 3°. Положение конструкции рентгенологически стабильное (рис. 26).

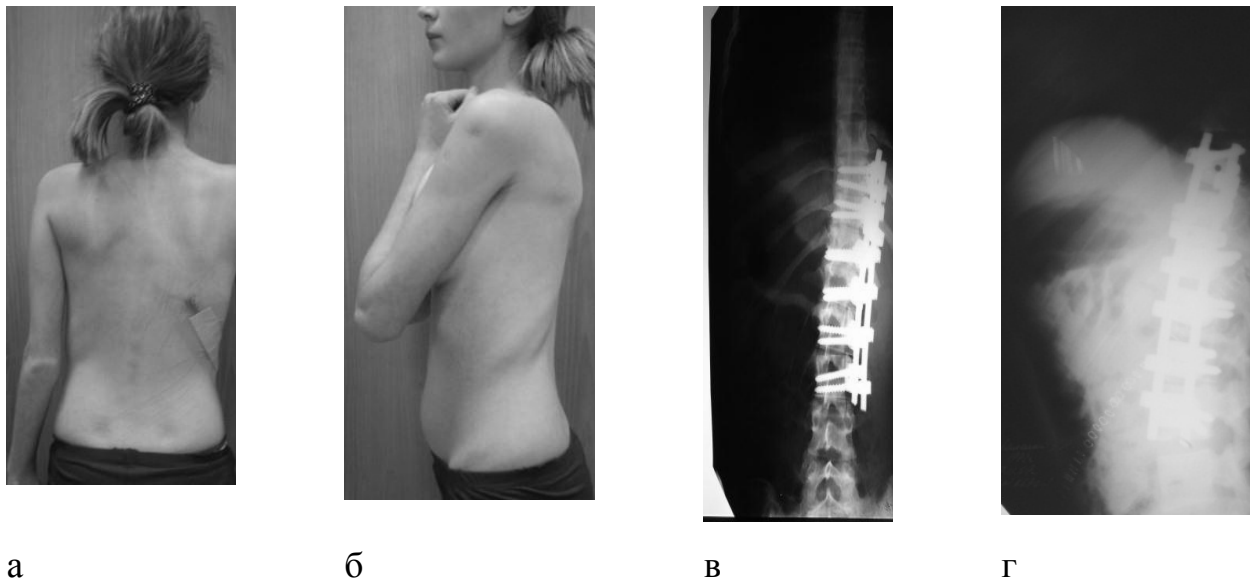


Рис. 26. Пациентка К. 17 лет, после оперативного лечения: а, б – вид сзади и сбоку; в, г – рентгенограммы в прямой и боковой проекциях: остаточная величина левосторонней сколиотической дуги Th 11–L 4 = 3°

3.2. Особенности хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с левосторонним типом грудопоясничного идиопатического сколиоза и правосторонней и левосторонней направленностью дуги поясничного сколиоза с применением дорсального инструментария

Всем пациентам этой группы также проводили предоперационную подготовку с целью мобилизации деформации позвоночника в объеме лечебной физкультуры, включающие упражнения на вытяжения, дистракции на функциональном столе и гимнастическом комплексе.

Операцию выполняли под эндотрахеальным наркозом. Особенностью начала проведения хирургического вмешательства являлся предшествующий момент и сама методика наложения HALO-тибиального вытяжения. Пациента поворачивали на живот. В этом положении накладывали систему жесткой фиксации головы Maifield (рис. 27), фиксирующую голову с помощью трех винтов, установленных кортикально в кости черепа, стопы фиксировали в тяговом устройстве. Осуществляли постепенную осевую тракцию на операционном столе

под контролем показателей артериального давления и пульса больного. Последние не должны были меняться в ходе выполняемых манипуляций. После этого выполняли рентгенографию позвоночника в прямой проекции для оценки величины коррекции деформации в результате HALO-тибиального вытяжения (рис. 28).



Рис. 27. Система жесткой фиксации головы MAYFIELD



Рис. 28. Положение пациента на операционном столе при коррекции сколиотической деформации позвоночника

В проекции линии остистых отростков выполняли разрез кожи на протяжении дуги искривления позвоночника. После послойного рассечения кожи

и подкожной жировой клетчатки осуществляли доступ к задним опорным элементам позвоночника путем скелетирования остистых отростков, дуг позвонков, межпозвонковых суставов и поперечных отростков на протяжении предполагаемой зоны фиксации. Края раны разводили рано расширителями. Особенностью выполнения доступа к задней опорной колонне позвоночника на протяжении дуги деформации являлось выполнение удаления надостной, межостистых и желтых связок, резекция дугоотростчатых суставов. Эти манипуляции проводились с целью четкой анатомической визуализации костных ориентиров при проведении транспедикулярных опорных элементов и дополнительной мобилизации деформированного отдела позвоночника при его окончательной коррекции. С учетом предоперационного планирования на стратегические позвонки устанавливали опорные элементы конструкции. Опорные элементы конструкции (транспедикулярные винты) устанавливали на протяжении основной дуги искривления в поясничные и нижнегрудные позвонки (не выше Th9-Th10) с выпуклой стороны деформации на всем протяжении. С вогнутой стороны искривления устанавливали транспедикулярные опорные элементы в каудальном сегменте, формируя нижнюю опорную площадку, верхнюю опорную площадку формировали так же при помощи транспедикулярных винтов не выше Th9-Th10 грудных позвонков. Между краниальной и каудальной опорными площадками с вогнутой стороны деформации устанавливали несколько промежуточных транспедикулярных опорных элементов. Первый стержень моделировали соответственно нормальным физиологическим изгибам позвоночника (грудной кифоз, грудопоясничный переход, поясничный лордоз). Стержень устанавливали и фиксировали в опорных элементах с выпуклой стороны деформации в поясничном отделе, верхний участок стержня оставляли свободным. Осуществляли поворот стержня на 90°, тем самым выполняли деротирующий маневр тел позвонков на вершине дуги искривления, после чего верхнюю часть стержня в нижнегрудном отделе погружали и закрепляли в опорных элементах краниальной опорной площадки. Затем осуществляли

сегментарную коррекцию путем смещения опорных элементов вдоль стержня с учетом контракции в поясничном отделе позвоночника (рис. 29).

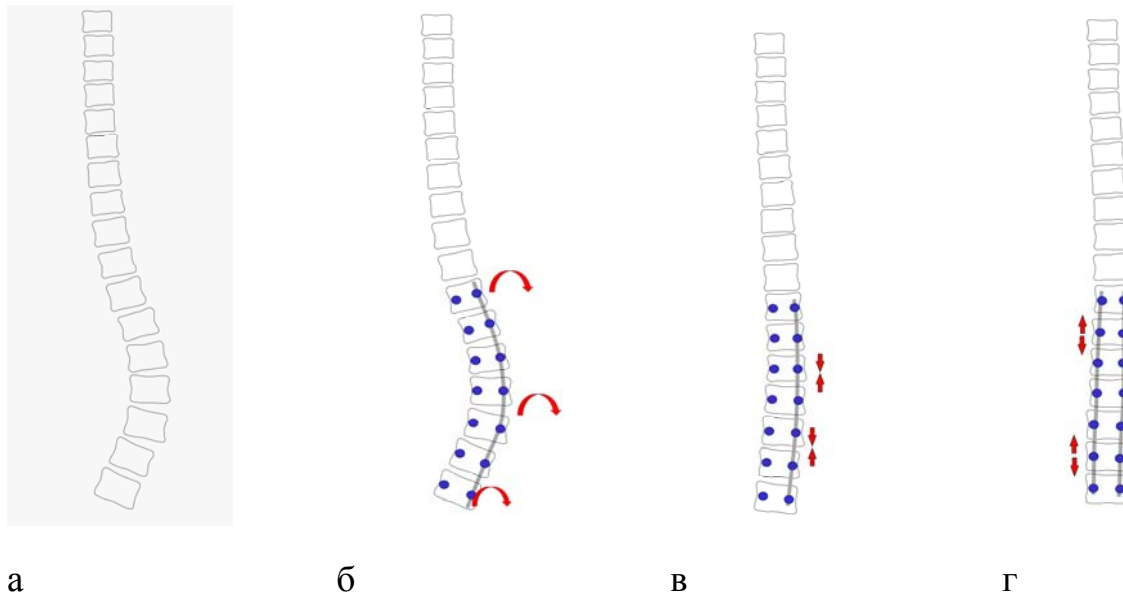


Рис. 29. Предоперационное планирование установки опорных элементов для коррекции сколиотической деформации позвоночника: а – схема позвоночника при идиопатическом сколиозе поясничной локализации; б – схема расположения транспедикулярных винтов на протяжении дуги искривления, установки стержня по выпуклой стороне деформации, выполнение поворота стержня на 90° с целью истинного деротационного эффекта и формирования физиологического сагиттального профиля; в – схема сегментарной контракции вдоль стержня; г – схема установки стержня с противоположной стороны деформации и сегментарной дистракции вдоль него

Особенностью проведения хирургического вмешательства после достигнутой коррекции являлся обязательный тест на пробуждение (wake up test). Обязательным компонентом являлся мониторинг, включавший измерение АД – систолического, диастолического, среднего; частоты сердечных сокращений (ЧСС), SaO_2 , ETCO_2 . При восстановлении сознания больной выполнял поступающие команды, что давало возможность получить данные о сохранности двигательной функции в нижних конечностях. После получения убедительных для хирурга результатов хирургическое вмешательство продолжали. Второй

стабилизирующий стержень, предварительно смоделированный соответственно нормальным физиологическим изгибам позвоночника (грудной кифоз, грудопоясничный переход, поясничный лордоз), укладывали в опорные элементы конструкции с противоположной стороны деформации. Осуществляли дополнительную сегментарную коррекцию путем смещения опорных элементов вдоль стержня с учетом дистракции по вогнутой стороне искривления и стабилизировали достигнутый результат путем окончательной фиксации транспедикулярных винтов. В краниальном и каудальном отделах двухстержневую конструкцию замыкали поперечными фиксаторами (см. рис. 29).

Создавали условия для заднего спондилодеза путем декорткации дуг позвонков, остистых и поперечных отростков на протяжении зоны фиксации. Аутооттрансплантаты, взятые при резекции межпозвонковых суставов и остистых отростков, укладывали вдоль позвоночника с медиальной и латеральной сторон металлоконструкции. Проводили тщательный гемостаз послеоперационной раны. В послеоперационную зону устанавливали дренаж, рану зашивали наглухо. Накладывали швы на кожу. Выполняли контрольную рентгенографию позвоночника.

Клиническое наблюдение

Пациент О. 27.06.1994 г.р. Диагноз: идиопатический С-образный левосторонний поясничный сколиоз третьей степени.

Деформацию заметили в возрасте 11 лет. Ребенок получал консервативное лечение (лечебную физкультуру, массаж спины, ЛГ, санаторно-курортное лечение), не давшее эффекта. Несмотря на проводимое консервативное лечение, деформация неуклонно прогрессировала. В связи с прогрессированием деформации и появлением болей в спине ребенок был осмотрен ортопедом, рекомендовано хирургическое лечение. На момент поступления на рентгенограммах отмечалась сколиотическая деформация позвоночника с патологической ротацией тел позвонков.

St. locales: ходит самостоятельно, не хромает, положение головы по средней линии. Туловище С-образно деформировано, грудная клетка правильной формы, тип дыхания смешанный, передняя брюшная стенка также правильной формы. Соотношение туловища и конечностей не нарушено. Пальпаторно – локальная болезненность паравертебрально и по остистым отросткам в грудном отделе позвоночника

При осмотре. Телосложение правильное. Вид спереди: надплечья расположены на одном уровне, длина надплечий одинаковая. Треугольники талии асимметричны, правый расположен ниже левого на 1,5 см, глубина его справа 3 см, слева значительно сглажен, отвес проходит вертикально практически через середину пупка. Перекос таза вправо. Грудные железы симметричные, расположены на одинаковом уровне. Передний реберный горб не резко выраженный, реберно-подвздошный промежуток уменьшен справа. Осмотр сбоку: шейный лордоз выражен нормально, грудной кифоз сглажен, поясничный лордоз усилен, положение крестца ближе к горизонтальному. При осмотре сзади: углы лопаток расположены на разном уровне (правая расположена ниже левой на примерно на 1,5 см), нижние углы лопаток отстоят от линии отвеса опущенного от остистого отростка звонка справа на 7 см, слева на 6 см. Отвес проходит вертикально по межъягодичной складке. Отмечается С-образная сколиотическая деформация позвоночника с основной дугой искривления расположенной слева на уровне поясничного отдела позвоночника. Вершина дуги приходится на уровне третьего поясничного позвонка. Наблюдается формирование мышечных валиков в области основной дуги и противодуги, расположенной в грудном отделе позвоночника справа. Длина конечностей одинакова, движения в тазобедренных суставах в полном объеме, безболезненны. Сосудистых и неврологических расстройств в дистальных отделах конечностей не отмечается.

На рентгенограммах отмечается сколиотическая деформация позвоночника с патологической ротацией тел позвонков. Вершина основной дуги искривления приходится на тело 3-го поясничного позвонка, угол искривления поясничной дуги равен 43°. Мобильность поясничной дуги составляет 88%, торсия

вершинного позвонка 20°. По данным МРТ-исследования, выявлены признаки остеохондроза, выраженные в поясничном отделе позвоночника; выраженные деформации суставных фасеток и протрузия межпозвонковых дисков с наличием множественных грыж дисков на уровне от Th11 до L4. Изменений со стороны спинного мозга и его корешков не отмечается (рис. 30).

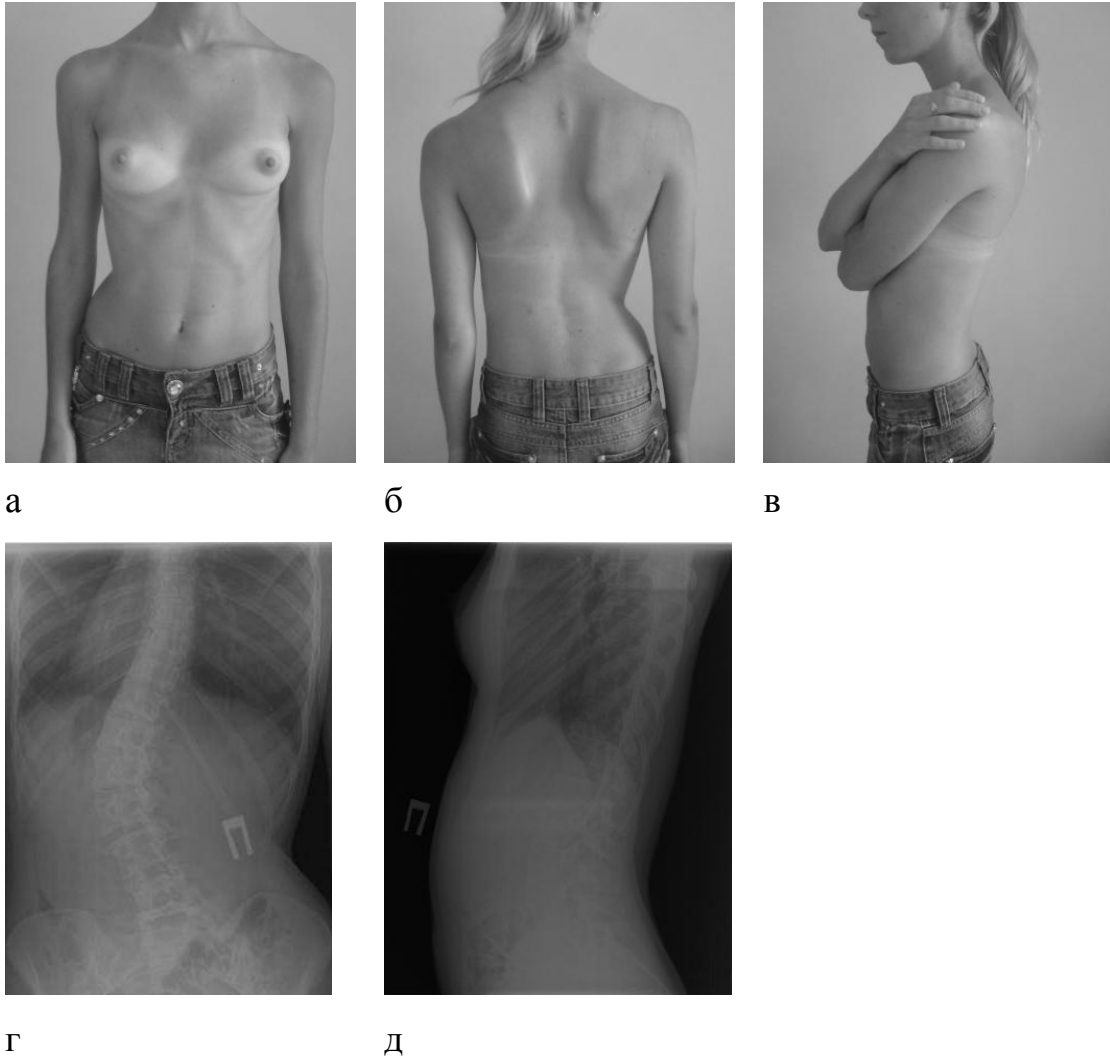


Рис. 30. Пациентка О., 17 лет, до оперативного лечения: а, б, в – вид спереди, сзади и сбоку; г, д – рентгенограммы в прямой и боковой проекциях

27.08.2011 г. выполнена операция: наложение краниальной скобы; коррекция и стабилизация деформации позвоночника многоопорной системой «Horizon» фирмы «Medtronic Sofamor Danek, Inc.», США. Дорсальный спондилодез аутооттрансплантатами. На контрольной рентгенограмме от 07.10.2010 г.: состояние после коррекции сколиотической деформации позвоночника,

стояние элементов металлоконструкции корректное, фиксация стабильная. Остаточная величина левосторонней сколиотической дуги Th 12–L4 = 5°.

Ребенок осмотрен через 2 года после оперативного вмешательства – стояние элементов металлоконструкции стабильное, угол остаточной деформации составил 5° (рис. 31).

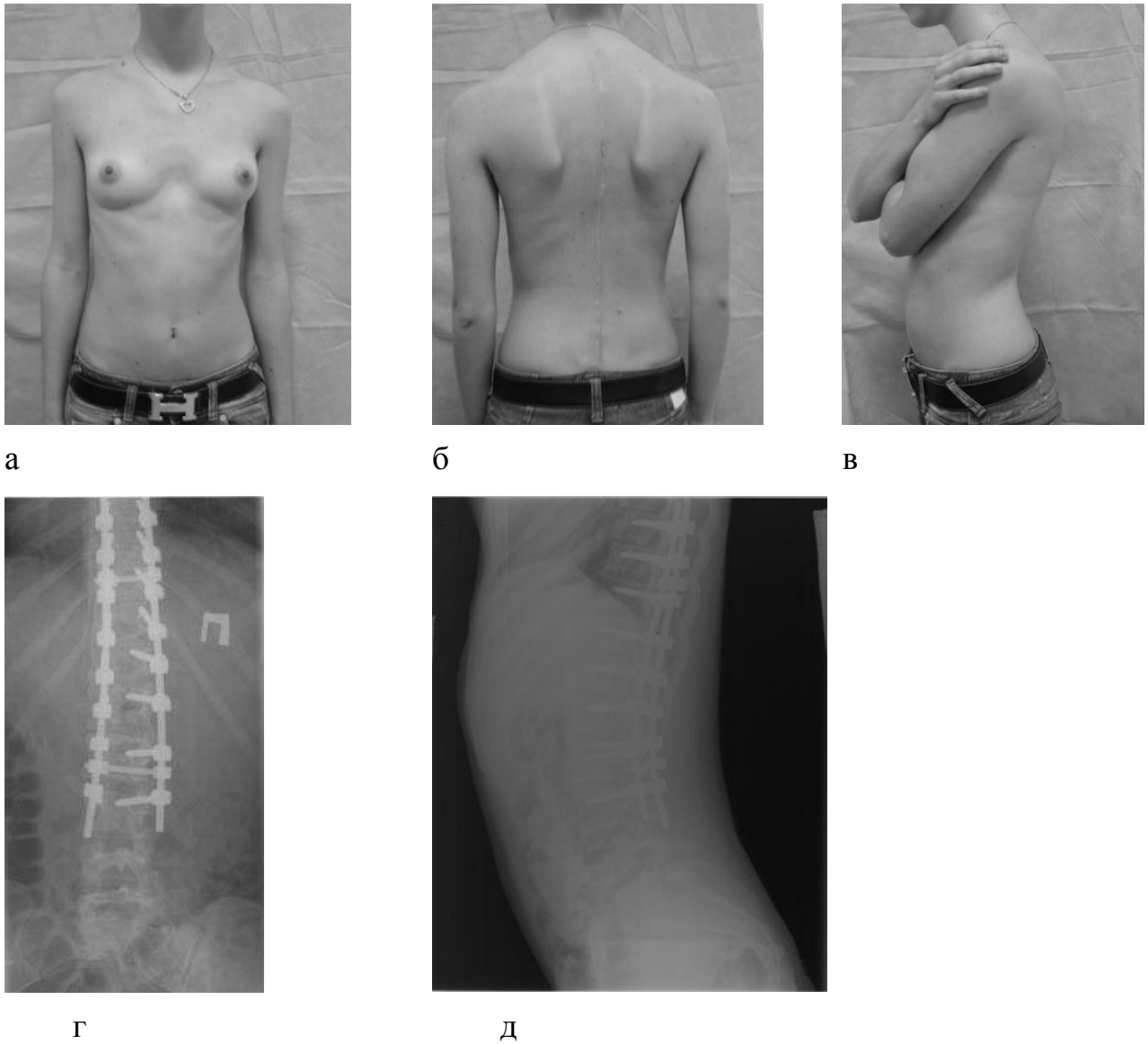


Рис. 31. Пациентка О., 17 лет, после оперативного лечения: а, б, в – вид спереди, сзади и сбоку; г, д – рентгенограммы в прямой и боковой проекциях: остаточная величина правосторонней сколиотической дуги Th11–L4 = 5°

3.3. Особенности хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с правосторонним типом идиопатического сколиоза грудопоясничной локализации с применением дорсального инструментария

Этой группе пациентов также проводили предоперационную подготовку с целью мобилизации деформации позвоночника в объеме лечебной физкультуры, включающей упражнения на вытяжение, distraction на функциональном столе и гимнастический комплекс.

Операцию осуществляли под эндотрахеальным наркозом в положении пациента на животе на фоне HALO-тибиального вытяжения. В проекции линии остистых отростков на протяжении грудопоясничной дуги искривления позвоночника выполняли разрез. После послойного рассечения кожи и подкожной жировой клетчатки осуществляли доступ к задним костным опорным элементам позвоночника путем скелетирования остистых отростков, дуг позвонков, межпозвонковых суставов и поперечных отростков на протяжении предполагаемой зоны фиксации. Края раны разводили ранорасширителями. С целью дополнительной мобилизации деформированного отдела позвоночника выполняли удаление надостной, межостистых и желтых связок, резекцию дугоотростчатых суставов на всем протяжении основной дуги искривления. С учетом предоперационного планирования на стратегические позвонки устанавливали опорные элементы конструкции.

Нами усовершенствован способ коррекции идиопатического сколиоза правосторонней грудопоясничной локализации у детей. Задачей способа является обеспечение оптимальной коррекции сколиотической деформации во всех плоскостях, восстановление физиологических сагиттальных профилей позвоночника и создание сагиттального баланса туловища. Отличие данной методики коррекции сколиотической грудопоясничной деформации от классической технологии исправления деформации по Котрелю – Дубоссе заключалось в применении только транспедикулярных элементов металлоконструкции, а также в последовательности установки стержней и

выполнения корригирующих манипуляций. Опорные элементы конструкции (транспедикулярные винты) устанавливали на протяжении основной дуги искривления от верхнепоясничных позвонков до грудных на уровне Th5-Th6 позвонков с выпуклой стороны деформации. С вогнутой стороны искривления устанавливали транспедикулярные опорные элементы в каудальном сегменте – в верхнепоясничные позвонки, формируя нижнюю опорную площадку, верхнюю опорную площадку формировали также при помощи транспедикулярных винтов на уровне Th5-Th6 позвонков. Между краниальной и каудальной опорными площадками также устанавливали промежуточные транспедикулярные опорные элементы. Первый стержень, изогнутый по физиологическим изгибам, устанавливали по выпуклой стороне деформации, достигая уменьшения основной дуги искривления за счет прямого давления на ее вершину и сегментарной контракции опорных элементов вдоль стержня. Затем устанавливали второй стержень, предварительно изогнутый в соответствии с физиологическим сагиттальным контуром позвоночника. По вогнутой стороне основной дуги и после удаления первого стержня выполняли деротирующий маневр в направлении, противоположном основной дуге искривления. После этого осуществляли сегментарную коррекцию путем distraction опорных элементов вдоль стержня. Завершали вмешательство установкой стержня, предварительного изогнутого в соответствии с физиологическим сагиттальным контуром позвоночника, дополнительной сегментарной коррекцией вдоль стержня. Транспедикулярные винты окончательно фиксировали. В краниальном и каудальном отделе двухстержневую конструкцию стабилизировали поперечными фиксаторами (рис. 32). Создавали условия для заднего спондилодеза путем декорткации дуг позвонков, остистых и поперечных отростков на протяжении зоны фиксации. Аутооттрансплантаты, взятые при резекции межпозвонковых суставов и остистых отростков, укладывали вдоль позвоночника с медиальной и латеральной стороны металлоконструкции. Проводили тщательный гемостаз послеоперационной раны. К послеоперационной зоне устанавливали дренаж,

операционную рану зашивали наглухо. Накладывали швы на кожу. Выполняли контрольную рентгенографию.

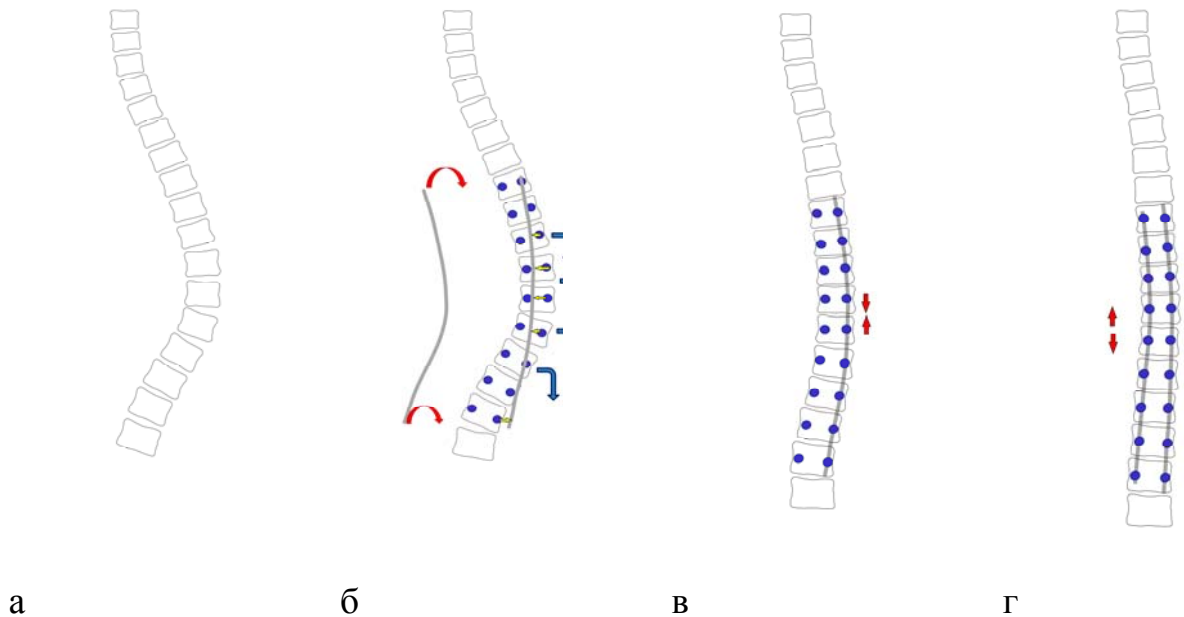


Рис. 32. Схема позвоночника при идиопатическом сколиозе груднопоясничной локализации (а); схема расположения транспедикулярных винтов на протяжении дуги искривления, установки стержня по выпуклой стороне деформации и выполнения прямого давления на вершину искривления и сегментарной контракции вдоль стержня (б); схема состояния позвоночника после выполненных манипуляций (в); схема установки стержня с противоположной стороны деформации и сегментарной дистракции вдоль него (г)

Клиническое наблюдение

Пациентка П., 20.07.1994 г.р. Диагноз: идиопатический правосторонний груднопоясничный сколиоз 4 ст. Деформацию заметили в возрасте 11 лет. Проводилось консервативное лечение (лечебную физкультуру, массаж, санаторно-курортное лечение), не давшее желаемого результата. В связи с ухудшением ортопедического статуса пациента, прогрессированием деформации и появлением болей в спине ребенок осмотрен ортопедом, рекомендовано лечение в ортопедическом отделении. Поступила в плановом порядке для оперативного лечения.

St. locales: ходит самостоятельно, не хромот, положение головы по средней линии. Туловище С-образно деформировано, больше в нижнегрудном отделе. Грудная клетка правильной формы, тип дыхания смешанный, передняя брюшная стенка также правильной формы. Соотношение туловища и конечностей не нарушено.

При осмотре. Телосложение правильное. Вид спереди: надплечья расположены на разном уровне (левое ниже правого на 2,5 см), длина надплечий одинаковая. Треугольники талии ассиметричны, левый расположен ниже правого примерно на 2,5 см, глубина его слева 3 см, справа значительно сглажен, отвес проходит вертикально, при этом пупочное кольцо смещено вправо на 1 см. Перекос таза влево на 1 см. Грудные железы симметричные, расположены на одинаковом уровне. Передний реберный горб не резко выраженный, реберно-подвздошный промежуток уменьшен слева. Вид сбоку: шейный лордоз выражен нормально, грудной кифоз сглажен, поясничный лордоз усилен, положение крестца ближе к горизонтальному. Вид сзади: углы лопаток расположены на разном уровне (левая расположена ниже правой примерно на 2,5 см), нижние углы лопаток отстоят от линии отвеса опущенного от остистого отростка 7 шейного позвонка слева на 3 см, справа на 5 см. Отвес проходит вертикально справа от межъягодичной складки на 1 см. Определяется умеренно выраженный реберный горб расположенный справа высотой около 3 см с захватом 11–12-х ребер, пологий. Отмечается С-образная кифосколиотическая деформация позвоночника с основной дугой искривления, расположенной слева на уровне нижнегрудного и верхнепоясничного отдела позвоночника, где отмечается формирование реберного горба, уменьшающегося при движениях. Вершина дуги приходится на уровень первого поясничного позвонка. Наблюдается формирование мышечных валиков в области основной дуги и противодуги, расположенной в грудном отделе позвоночника справа. Длина конечностей одинакова, движения в тазобедренных суставах в полном объеме, безболезненны. Нарушения иннервации и кровообращения в дистальных отделах конечностей нет.

На рентгенограммах отмечается сколиотическая деформация позвоночника с патологической ротацией тел позвонков. Вершина основной дуги искривления локализовалась на уровне L1 позвонка, угол искривления груднопоясничной дуги составлял 65° , грудной дуги – 10° , что соответствует сколиозу 4 ст. Мобильность груднопоясничной дуги равна 85%, торсия вершинного позвонка – 20° , риссер 4.

МРТ исследование грудного и поясничного отделов позвоночника и спинного мозга: эпидуральное пространство не изменено, дуральный мешок, терминальный отдел спинного мозга и корешки конского хвоста смещены к левой стенке позвоночного канала. Спинальное субарахноидальное пространство проходимо. Эпиконус на уровне Th12-L1. Спинной мозг представлен единым стволом, структура его не изменена (рис. 33).

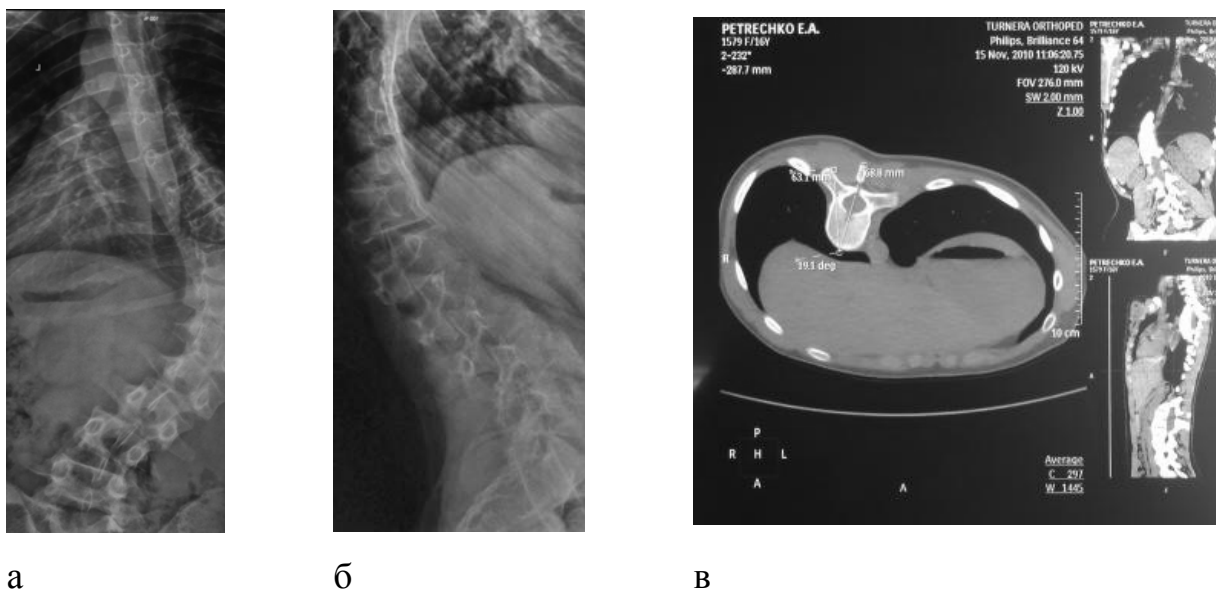


Рис. 33. Пациентка П., 16 лет, до оперативного лечения: а, б – рентгенограммы в прямой и боковой проекциях; в – КТ вершинного позвонка, угол ротации позвонка равен 20°

Проведенное оперативное вмешательство 02.12.2010 г.: транскутанное наложение краниальной скобы, тракция на операционном столе, коррекция и стабилизация деформации позвоночника CDI «Horizon™Legacy®» фирмы «Medtronic Sofamor Danek, Inc.» (США) из заднего хирургического доступа. Дорсальный спондилодез. Wake up test.

На контрольной рентгенограмме состояние после хирургического лечения. Установлена многоопорная винтовая корригирующая конструкция. Транспедикулярные опорные винты установлены в тела Th5, Th6, Th7, Th8, Th9, Th10, Th11, Th12, L2, L3 позвонков с двух сторон. Всего 22 транспедикулярных опорных винта. Опорные элементы совмещены двумя стержнями. Конструкция замкнута двумя поперечными стяжками. Остаточная величина правосторонней сколиотической дуги Th6-L2=5° по Cobb. Сагиттальный профиль позвоночника приближен к физиологическому. Положение конструкции рентгенологически стабильное.

Ребенок осмотрен через 1 год после оперативного вмешательства – стояние элементов металлоконструкции стабильное, угол остаточной деформации составил 50 (рис. 34).

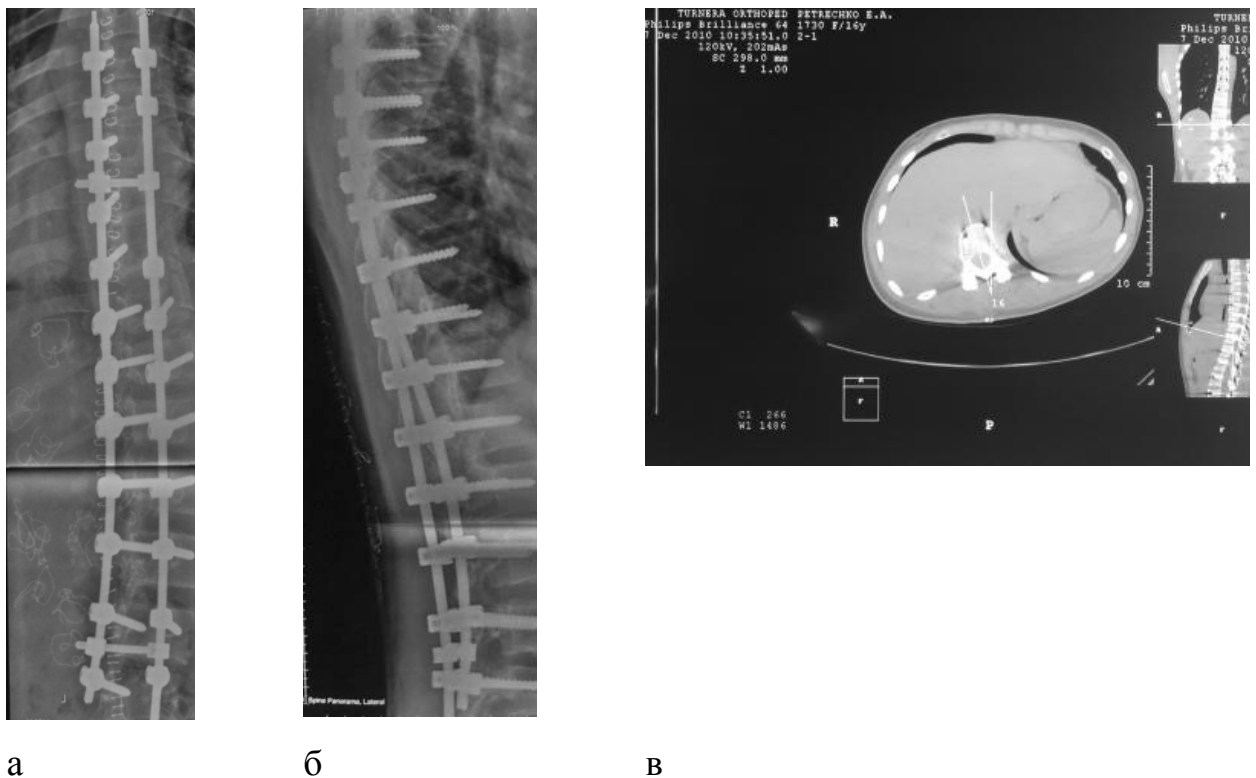


Рис. 34. Пациентка П., 16 лет, после оперативного вмешательства:

а, б – рентгенограммы в прямой и боковой, остаточная величина правосторонней сколиотической дуги Th6–L2=5° по Cobb;

в – КТ вершинного позвонка, угол ротации позвонка равен 12°

3.4. Особенности мобилизирующих вмешательств на передних отделах позвоночника при хирургическом лечении тяжелых форм грудопоясничного и поясничного сколиоза у детей

Методом выбора хирургической предоперационной подготовки у пациентов с ригидными деформациями мы считали скелетное вытяжение с различными точками фиксации (кости черепа – кости нижних конечностей, кости черепа – кости таза) в сочетании с мобилизирующими вмешательствами на передних отделах позвоночника.

Пятнадцати пациентам осуществлено одномоментно оперативное вмешательство по двухкомпонентной методике. Одиннадцати пациентам с ригидными деформациями и величиной основной дуги более 100°, оперативное лечение выполнено по трехкомпонентной методике.

Дискэктомия выполнена 26 пациентам в возрасте от 14 до 17 лет с целью увеличения мобильности основной дуги деформации, а также предотвращения патологического процесса прогрессирования сколиоза за счет разрушения ростковых зон позвонков, входящих в сколиотическую дугу на выпуклой стороне деформации у пациентов с незавершенным ростом. Это оперативное вмешательство являлось подготовительным этапом перед окончательной коррекцией и стабилизацией деформации позвоночника.

Операцию выполняли под эндотрахеальным наркозом. Особенностью проведения операции являлась фиксация пациента на операционном столе. В положении больного на боку, противоположном выпуклой стороне деформации, на валике в проекции вершины деформации с фиксацией в матрасе с вакуумным приводом осуществляли разрез кожи в косом направлении от уровня задней подмышечной линии по ходу вершинного ребра до передне-подмышечной линии. После послойного рассечения кожи и подкожной жировой клетчатки на протяжении доступа поднадкостнично частично резецировали ребро, расположенное на вершине дуги деформации. Глубокий листок надкостницы и костальную плевру по ходу ложа ребра рассекали тонкими ножницами. Легкое

оттесняли к корню и защищали большой влажной салфеткой, после чего края раны грудной клетки разводили ранорасширителем. Отличительным моментом являлось то, что перед рассечением ножки диафрагмы обнажали ретроперитонеальное пространство в месте реберно-хондрального сочленения и осторожно смещали брюшинный мешок вместе с его содержимым медиально и впереди, отсекали ножку диафрагму, отступив на 10–15 мм от места ее прикрепления к ребрам и входили в забрюшинное пространство.

После обнажения нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника *m. psoas major* расслаивали, смещая дорсально и вентрально с боковой поверхности тел позвонков и межпозвонковых дисков. Эта манипуляция также являлась отличительным моментом у пациентов детского возраста. Проводили удаление в среднем четырех дисков на вершине основной дуги деформации и резекцию апофизов тел позвонков до спонгиозной ткани. Кусачками пересекали переднюю продольную связку на уровне удаленных дисков. Оставшееся пространство между телами позвонков заполняли аутооттрансплантатами, взятыми из резецированных ребер, в виде «костной щебёнки». К послеоперационному ложу устанавливали дренаж. Тщательно восстанавливали целостность всех анатомических структур. Восстанавливали целостность ножки диафрагмы отдельными узловыми швами. Перед окончанием ушивания плевры легкое расправляли. Затем восстанавливали реберную дугу, при этом послойно ушивали костальную плевру, мышцы грудной стенки. Осуществляли послойное ушивание раны. Накладывали швы на кожу.

Данный вид оперативного вмешательства был выполнен двум пациентам в возрасте 15 лет с ригидными деформациями и незавершенным ростом. Операцию выполняли под эндотрахеальным наркозом. Особенностью выполнения дискэктомии у пациентов детского возраста с поясничным типом деформации являлись уровень и доступ к вершине искривления. Разрез кожи производился в косом направлении от уровня параспинальной линии по ходу XII ребра до наружного края прямой мышцы живота на уровне середины между лонным сочленением и пупком. Рассекали кожу, подкожную клетчатку, поверхностную фасцию. В верхнем углу раны волокна широкой мышцы спины частично

рассекали, частично тупо раздвигали кверху и кзади, выделяли дистальный конец XII ребра и осуществляли его частичную поднадкостничную резекцию. После этого рассечение мягких тканей продолжали книзу и кпереди. Волокна наружной косой мышцы живота тупо раздвигали, а волокна внутренней косой и поперечной мышц живота пересекали по ходу кожного разреза. Вскрывали по желобоватому зонду и рассекали внутрибрюшную фасцию. Отделяя брюшину медиально и кпереди, входили в забрюшинное пространство.

После отделения брюшины от задней брюшной стенки края раны разводили ранорасширителем, брюшину, мочеточник и нижний край почки смещали кпереди и медиально и, следуя по переднебоковой поверхности большой поясничной мышцы, достигали переднебоковой поверхности тел позвонков.

После обнажения поясничного отдела позвоночника *m. psoas major* расслаивали, смещая дорсально и вентрально с боковой поверхности тел позвонков и межпозвонковых дисков. С применением люэров и кусачек осуществляли дискэктомию, в среднем четырех дисков на вершине основной дуги деформации и резекцию апофизов тел позвонков до спонгиозной ткани. Кусачками пересекали переднюю продольную связку на соответствующих уровнях.

Оставшееся пространство между телами позвонков заполняли аутооттрансплантатами, взятыми из резецированного ребра, в виде «костной щебёнки». К послеоперационной зоне устанавливали дренаж. Тщательно восстанавливали целостность всех анатомических структур. Забрюшинное пространство дренировали трубчатым дренажом на 48 часов.

Послойно ушивали послеоперационную рану. Накладывали швы на кожу (рис. 35).

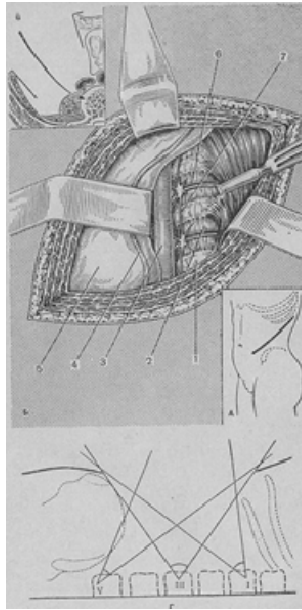


Рис. 35. Схема дискэктомии у пациентов с поясничным типом деформации

У пациентов с ригидными деформациями и величиной основной дуги до 100° и с завершенным ростом после дискэпифизэктомии на вершине деформации, переднего корпорореза, в положении на животе накладывали краниальную скобу, фиксируемую с помощью винтов, установленных кортикально в кости черепа. В этом положении нижние конечности фиксировали в тяговом устройстве. Осуществляли постепенную осевую тракцию на операционном столе и после рентгенологического контроля из заднего доступа выполняли коррекцию и стабилизацию деформации позвоночника многоопорной корригирующей системой CDI и задним локальным спондилодезом аутоотрансплантатами по технологиям, описанным выше. Варианты исправления сколиотической дуги искривления зависели от ее локализации.

У пациентов с ригидными деформациями и величиной основной дуги больше 100° после дискэпифизэктомии на вершине деформации, переднего корпорореза, в положении на спине накладывали краниальную скобу и систему скелетного вытяжения за бугристости большеберцовых костей.

Для осуществления данной манипуляции использовали краниальную скобу, состоящую из полудуги с двумя винтовыми стержнями, имеющими «талию» (рис. 36). Погружная часть последних имеет заострённый граненый конец длиной 3 мм

с опорной площадкой, предохраняющий стержни от проникновения в полость черепа, и двух наружных ограничителей, несущих страховочную функцию; стержни от спице-стержневого аппарата; полудуги ЦИТО или полукольца аппарата Илизарова.

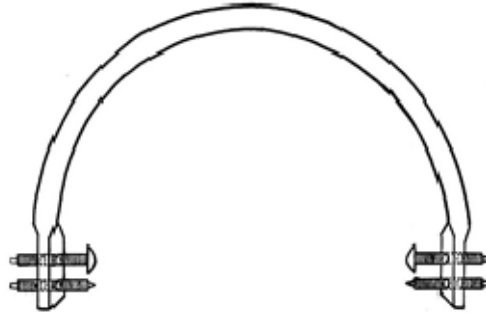


Рис. 36. Краниальная скоба

Под общей анестезией производили два симметричных разреза в области теменных бугров длиной 0,3–0,5 см. Посредством внедрения в наружный кортикальный слой теменных костей резьбовых стержней, сочленённых с краниальной полудугой, устанавливали краниальный элемент фиксации. Затем в области бугристости большеберцовых костей проводили по одному стержню от спице-стержневого аппарата – каудальный элемент конструкции. На стержни устанавливали полукольца от аппарата Илизарова.

Тракцию осуществляли со вторых суток после хирургического вмешательства.

3.5. Особенности ведения пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом после дискэктомии и корпоротомии

Для осуществления тракции кровать больного оснащали балканской рамой и специальными блоками, через которые проводились капроновые шнуры с прикреплёнными к ним грузами. Проксимальные отделы шнуров сочленялись с краниальными и каудальными элементами конструкции.

Вытяжение начиналось с момента перевода больного из операционного блока в послеоперационное отделение и делилось на несколько этапов, при этом после завершения операции больной укладывался на функциональную кровать с приподнятым головным концом на поролоновую подкладку толщиной 5 см, имеющую овальный вырез, по форме и размеру соответствующий величине реберного горба. Это необходимо для профилактики пролежней в области послеоперационного шва. Нижним конечностям придавали полусогнутое положение с валиком в подколенных областях.

Первый этап вытяжения начинался с грузов весом 1–3 кг, груз распределялся равномерно на все три точки тракции. На четвертые сутки добавлялись по одному килограмму на каждый узел, достигая таким образом через 7 дней с момента операции общей нагрузки 9–21 кг, но не превышающей 30% от массы тела пациента. Этот этап мы называли периодом неспецифического воздействия на патологически изменённый комплекс «позвоночник – таз».

При отсутствии неврологического дефицита в любых его проявлениях и при адекватной переносимости процедуры пациентом с 10-го дня мы начинали второй этап динамической HALO-тибиальной тракции: период селективного воздействия на элементы патологически изменённого комплекса «позвоночник – таз». На этом этапе при отсутствии выраженного фиксированного перекоса таза проводилась селективная нагрузка преимущественного краниального элемента конструкции с доведением соотношения между грузами в краниальном и каудальном отделах 1:1, но не более 50% массы тела пациента.

В случаях с нефиксированным перекосом таза осуществлялась ассиметричная билатеральная HALO-тибиальная тракция. Нагрузка на конечность, соответствующая приподнятой стороне таза, увеличивалась индивидуально до коррекции перекоса.

При выраженных фиксированных перекосах таза мы использовали унилатеральную HALO-тибиальную тракцию, соблюдая ранее указанный принцип. Соотношение грузов в двух последних случаях соответствовало в

конечном итоге 1:1, а их общая масса составила также не более 50% массы тела пациента.

В течение всего второго этапа скелетного HALO-тибиального вытяжения проводились постуральные коррекции следующими методами:

а) для коррекции кифотического компонента деформации применяли специальные укладки больных с применением жёстких и (или) полужёстких валиков под вершиной искривления в положении больного на спине;

б) коррекцию сколиотической дуги деформации осуществляли чередованием укладок больных на валиках в положении на боку, соответствующему выпуклой стороне деформации с боковым вытяжением (в положении на спине), при помощи мягкой петли в сторону, противоположную основной дуге искривления. Масса «мягкого» бокового вытяжения составляла от 3 до 7 кг.

При гладком течении с 17-го дня начинался третий заключительный этап тракционной процедуры – период стабильного воздействия на комплекс «позвоночник – таз», в ходе которого пациент находился на вытяжении с окончательно подобранными грузами ещё 4 дня. Общее время нахождения пациента на динамической HALO-тибиальной тракции составляло в пределах 21 дня.

Устранение фронтального перекоса таза подтверждалось клинически нахождением на одном уровне передне-верхних остей подвздошных костей и равенством длины нижних конечностей. Достигнутая коррекция патологически изменённого комплекса «позвоночник – таз» подтверждалось рентгенологически с использованием специальных укладок с вытяжением. За весь период HALO-тибиальной тракции ребенок не реже одного раза в неделю осматривался неврологом.

С целью контроля за эффективностью хирургических способов предоперационной подготовки на каждого больного также вели индивидуальные карты вытяжения (табл. 6).

Ф. И. О., год рождения					
Диагноз:					
Величина угла деформации: по Cobb.					
Рост стоя при поступлении (см) Рост лёжа при поступлении (см)					
Вес при поступлении (кг)					
Сутки скелетного вытяжения	Величина грузов вытяжения, кг	Рост лёжа, см	+ к величине грузов вытяжения , кг	+ к росту, см	Примечани е
1-е					
2-е					
...					
...					
31-е					
Итого					
Рост стоя при выписке, (см): ; + к росту (см.)					
Рост лёжа при выписке (см.): ; + к росту (см)					

Послеоперационный период включал раннюю реабилитацию оперированных больных: дыхательную гимнастику, массаж нижних и верхних конечностей, лечебную восстановительную физкультуру. Пациентов ставили на ноги на 3-7-е сутки после операций и выписывали на амбулаторное лечение на 17-20-е сутки.

Клиническое наблюдение

Пациентка П., 04.03.1995 г.р. Диагноз: Идиопатический левосторонний грудопоясничный кифосколиоз 4 степени. Из анамнеза известно, что деформацию позвоночника заметили в возрасте 9 лет. Несмотря на проводимое консервативное лечение, деформация неуклонно прогрессировала.

St. locales: консультация невролога: миелопатия грудного отдела спинного мозга с проводниковыми и сегментарными нарушениями.

Консультация педиатр: 09.11.2009 г.: соматически компенсирована. ФВД - ЖЕЛ снижена до 72%, ОФВ1 – до 70%, МВЛ – до 58% от должной.

Ходит самостоятельно, не хромает, положение головы правильное. Туловище С-образно деформировано, больше в нижнегрудном отделе, грудная клетка деформирована, тип дыхания смешанный, передняя брюшная стенка также правильной формы. Соотношение туловища и конечностей не нарушено.

При осмотре. Телосложение правильное. Вид спереди: надплечья расположены на разном уровне (левое выше правого на 1,5 см), длина надплечий одинаковая. Треугольники талии асимметричны, правый расположен ниже левого на 3,5 см, глубина его справа 6 см, слева значительно сглажен, отвес проходит вертикально, при этом пупок смещен влево на 2 см. Перекос таза вправо (на 2 см). Грудные железы симметричные, расположены на одинаковом уровне. Передний реберный горб резко выражен, реберно-подвздошный промежуток уменьшен справа. Вид сбоку: шейный лордоз выражен нормально, грудной кифоз и поясничный лордоз усилены, положение крестца ближе к горизонтальному. Вид сзади: углы лопаток расположены на разном уровне (правый ниже левого на 2,5 см), нижние углы лопаток отстоят от линии отвеса, опущенного от остистого отростка 7-го шейного позвонка справа на 7 см, слева на 3 см. Отвес проходит вертикально слева от межъягодичной складки на 1 см. Определяется выраженный реберный горб расположенный слева, высотой около 7 см с захватом 10–12 ребер, пологий. Отмечается С-образная кифосколиотическая деформация позвоночника

с основной дугой искривления, расположенной слева на уровне нижнегрудного и верхне-поясничного отдела позвоночника, где отмечается формирование реберного горба, уменьшающегося при движениях. Вершина дуги приходится на уровне 12-го грудного позвонка. Наблюдается формирование мышечных валиков в области основной дуги и противодуги, расположенной в грудном отделе позвоночника справа. Длина конечностей одинакова, движения в тазобедренных суставах в полном объёме, безболезненны. Нарушений иннервации и кровообращения в дистальных отделах конечностей нет.

На рентгенограммах отмечается сколиотическая деформация позвоночника с патологической ротацией тел позвонков. Вершина основной дуги искривления приходится на тело 12-го грудного позвонка, угол искривления грудопоясничной дуги равен 112° по Cobb, что соответствует сколиозу 4 ст. Мобильность основной дуги деформации равна 14% (рис. 37).

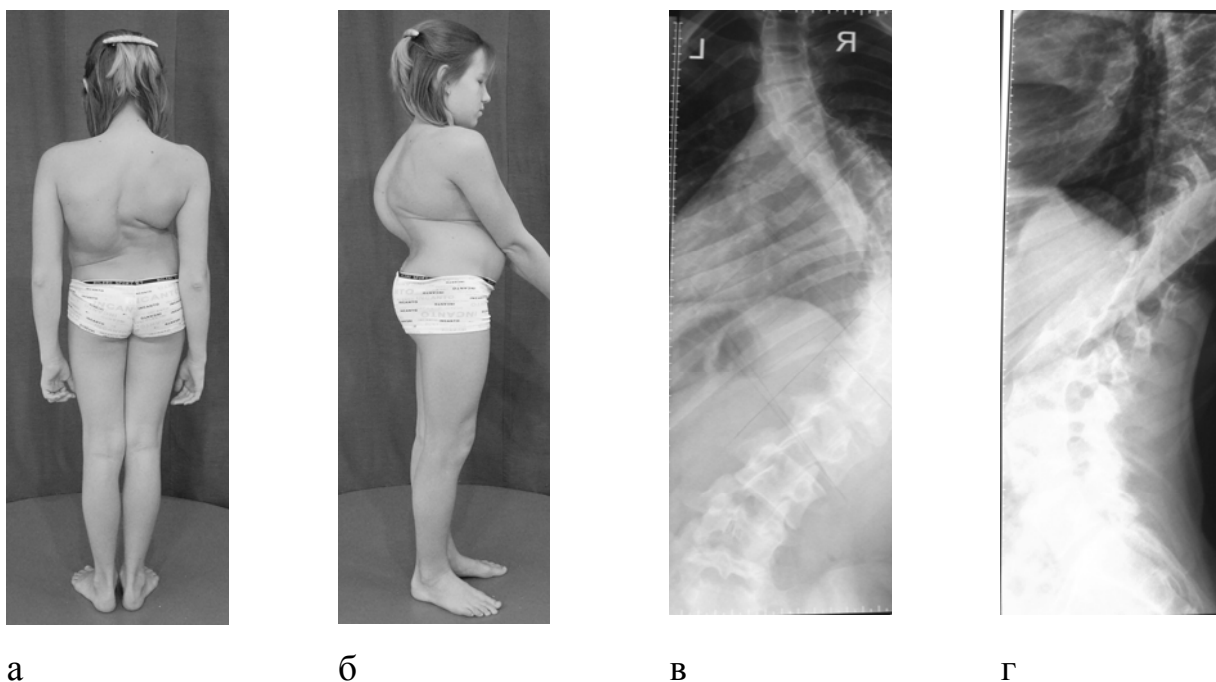


Рис. 37. Пациентка П., 15 лет, до оперативного лечения: а, б – вид сзади и сбоку; в, г – рентгенограммы в прямой и боковой проекциях

МРТ исследование позвоночника и спинного мозга: выраженный левосторонний сколиоз грудопоясничного отдела позвоночника с вершиной дуги

на уровне Th12. Отмечается хондроз дисков на вершине сколиотической дуги со снижением интенсивности МР-сигнала и их высоты. Вследствие длительного существования описанного сколиоза сформировалась торсионная деформация тел грудных позвонков. Диски, оказавшиеся на вершине сколиотической дуги, имеют клиновидную форму, высота их умеренно снижена вследствие дегидратации пульпозного ядра, грыж диска не выявлено, в смежных телах краевые костные разрастания. Эпидуральное пространство не изменено, дуральный мешок, терминальный отдел спинного мозга и корешки конского хвоста смещены к левой стенке позвоночного канала. Эпиконус на уровне L2. Спинальное субарахноидальное пространство проходимо. Спинной мозг представлен единым стволом, структура его не изменена.

Проведено оперативное вмешательство 30.03.2010 г.: дискапофизэктомия на вершине деформации, передний корпородез, наложение кранио-тибиального вытяжения. На протяжении 3-х недель ребенку проводился курс галотибиального вытяжения (рис. 38). После рентгенологического контроля и определения степени мобильности позвоночника 26.04.2010 выполнена операция коррекции и стабилизации деформации позвоночника CDI «Horizon™Legacy®» (фирмы «Medtronic Sofamor Danek, Inc.», США) из заднего хирургического доступа. Дорсальный спондилодез. Wake up test.

На контрольной рентгенограмме величина остаточной левосторонней сколиотической дуги Th5-L5 = 18° по Cobb. Ребенок осмотрен через 6 месяцев после оперативного лечения – величина остаточной левосторонней сколиотической дуги Th 5-L5 = 22° по Cobb, потеря коррекции составила 40 (рис. 39).



Рис. 38. Пациентка П., 1995 г.р. Рентгенограмма в прямой проекции на этапе HALO-тибиального вытяжения



а



б



в



г

Рис. 39. Пациентка П., 1995 г.р., после оперативного лечения:
а, б – вид сзади и сбоку; в, г – рентгенограммы в прямой и боковой проекциях

3.6. Хирургическое лечение детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации гибридными металлоконструкциями

Контрольную группу составили 30 пациентов женского пола в возрасте от 14 до 17 лет (средний возраст – 15,4 года) с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации. Идиопатический сколиоз III-IV степени грудопоясничной локализации наблюдался у 23 (76,6%) пациентов, поясничной – у 7 (23,4%). Все больные были оперированы из дорсального доступа с использованием гибридных металлоконструкций. Особенность коррекции деформации у детей этими спинальными системами заключалась в том, что в поясничном и нижнегрудном отделах (на уровне Th12 и Th11 позвонков) использовали транспедикулярные опорные элементы, а верхний опорный комплекс в грудном отделе позвоночника был сформирован поперечно-педикулярным или ламинарно-ламинарным захватом. Выбор той или иной компоновки верхней опорной площадки зависел от анатомо-антропометрических и прочностных особенностей костных структур задней опорной колонны на уровне грудного отдела позвоночника.

3.6.1. Техника коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом гибридными металлоконструкциями

В положении ребенка на животе под эндотрахеальным наркозом осуществляли подход к задним костным структурам на протяжении дуги деформации. Осуществляли разрез кожи и подкожной жировой клетчатки вдоль линии остистых отростков на протяжении основной дуги искривления. Распатором выделяли остистые отростки, дуги и поперечные отростки позвонков с обеих сторон относительно линии остистых отростков. Таким образом выполняли доступ и подход к задней опорной колонне позвоночного столба. При идиопатическом сколиозе поясничной локализации на протяжении поясничного отдела позвоночника устанавливали транспедикулярные опорные элементы с обеих сторон относительно линии остистых отростков, а в грудном отделе

устанавливали поперечно-педикулярный захват. При идиопатическом сколиозе грудопоясничной локализации транспедикулярные винты устанавливали на протяжении поясничного и нижнегрудного отделов позвоночника с обеих сторон относительно линии остистых отростков, а в грудном отделе формировали ламинарно-ламинарный или поперечно-педикулярный захват. После этого первый стержень, изогнутый по физиологическим изгибам (поясничный лордоз и грудной кифоз), укладывали во все опорные элементы с вогнутой стороны искривления и фиксировали в них гайками. После этого осуществляли поворот стержня на 90° и выполняли сегментарную дистракцию с опорой на транспедикулярные винты, ламинарные и педикулярные крючки вдоль стержня. После этого укладывали второй стержень, изогнутый по физиологическим изгибам позвоночника, с противоположной стороны и выполняли дополнительную сегментарную контракцию вдоль стержня. Стержни окончательно фиксировали гайками в опорных элементах металлоконструкции. Широком долотом производили декорткацию остистых отростков, дуг и поперечных отростков позвонков на всем протяжении основной дуги деформации до обнажения спонгиозной ткани. Межпозвонковые суставы артродезировали. Завершали вмешательство замыканием спинальной системы двумя поперечными стяжками в зоне верхней и нижней опорных площадок металлоконструкции. Заканчивали операцию задней костнопластической фиксацией с использованием ауто- и аллотрансплантатов, укладываемых в виде щебенки в ранее подготовленные ложа. Проводили тщательный гемостаз послеоперационной раны. К послеоперационной зоне устанавливали дренаж, операционную рану зашивали наглухо. Накладывали швы на кожу. Выполняли контрольную рентгенографию позвоночника после коррекции его деформации.

3.6.2. Особенности ведения больных после коррекции деформации позвоночника гибридными металлоконструкциями

Больные находились на постельном режиме в течение 2–3 недель после хирургического вмешательства. Через 2–3 дня после вмешательства им назначали

дыхательную гимнастику и физкультуру для дистальных отделов конечностей. Через 1,5–2 недели после операции выполняли массаж мышц нижних конечностей с целью подготовки пациентов к постановке на ноги. Перевод больного в вертикальное положение осуществляли постепенно, на наклонной плоскости, с плавным увеличением угла наклона до 90° в течение 3–7 дней. Перед выпиской из стационара больного снабжали шинно-кожаным корсетом на период от 1,5 до 2 лет с целью поддержания баланса туловища и дополнительной наружной стабилизации позвоночника после хирургического вмешательства.

Клиническое наблюдение

Пациент З., 15 лет. Диагноз: идиопатический левосторонний поясничный сколиоз IV степени. Сколиоз выявлен в девятилетнем возрасте. Несмотря на проводимое консервативное лечение, деформация неуклонно прогрессировала. У больной имелась левосторонняя поясничная сколиотическая деформация позвоночника $Th11-L4=75^\circ$ по Cobb с вершиной деформации на уровне L1-L2 позвонков. 17.10.2000 г. выполнена операция из дорсального доступа. После осуществления доступа к задней опорной колонне позвоночника на протяжении дуги искривления выполнены коррекция деформации многоопорной металлоконструкцией и стабилизация в достигнутом положении. В поясничном отделе позвоночника и на уровне Th12 и Th11 позвонков установлены транспедикулярные опорные элементы, верхняя опорная площадка в грудном отделе сформирована поперечно-педикулярным захватом на уровне Th4-Th5 позвонков с обеих сторон относительно линии остистых отростков. Завершилось вмешательство стабилизацией металлоконструкции двумя поперечными стяжками на уровне верхней и нижней опорных площадок и задним спондилодезом вдоль спинального имплантата. Остаточный угол сколиотической дуги деформации по Cobb после операции составил 15° , величина коррекции искривления – 60° (80%). Пациентка осмотрена через год после операции – потери коррекции не отмечалось (рис. 40, 41).



Рис. 40. Фото пациентки З., 15 лет до операции

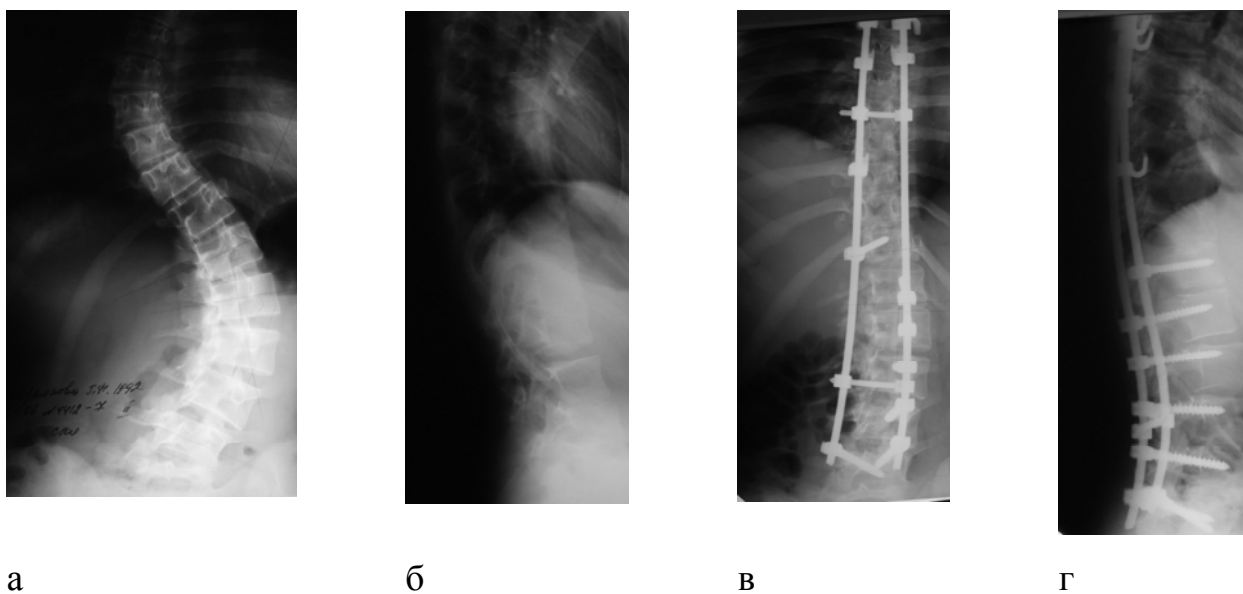


Рис. 41. Рентгенограммы пациентки З., 15 лет: а, б – до операции;
в, г – через год после оперативного лечения

ГЛАВА 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. Клинические и неврологические исследования

Все пациенты как основной, так и контрольной групп отмечали появление деформации позвоночника в возрасте 9–12 лет, а в течение последующих 2–3 лет в процессе роста и развития ребенка происходило прогрессирование искривления. Основной пик резкого усугубления деформации позвоночника приходился на пубертатный период.

Все пациенты при поступлении в стационар, независимо от локализации сколиотической деформации, предъявляли жалобы на боли в поясничном отделе позвоночника. Так у 45 (40,1%) пациентов боли носили постоянный характер в течение всего дня, у 52 (45,9%) они возникали и усиливались после физической или статической нагрузки, а у 16 (14%) болевой синдром проявлялся к концу дня (табл. 7).

Таблица 7

Распределение пациентов в зависимости от характера болевого синдрома
(n=113)

Характер болевого синдрома	Группа наблюдения			
	основная		контрольная	
	абс.	%	абс.	%
Постоянный	34	40,1	11	36,6
Усиление после физической нагрузки	38	45,9	13	43,3
Появление болевого синдрома к концу дня	11	14	6	20,1
Всего	83	100%	30	100%

При клиническом осмотре спины во фронтальной плоскости у пациентов обеих групп с грудопоясничным типом деформации отмечались асимметрия высоты стояния надплечий и разная высота стояния углов лопаток. Разница высоты стояния надплечий и углов лопаток составила минимально 1,5 см,

максимально – 5 см. У детей с поясничным сколиозом асимметрия высоты стояния углов лопаток и надплечий в обеих группах наблюдалась только в 15% случаев (3 человека).

Асимметрия треугольников талии отмечена в 100% наблюдений как у пациентов основной, так и контрольной группы, при этом минимальная глубина составила 3 см, а максимальная – 8 см. Линия отвеса, опущенная от остистого отростка седьмого шейного позвонка вниз, в обеих группах в 92% (у 104 пациентов) проходила по межъягодичной складке, в 6% (6 пациентов) отмечалось ее смещение влево на 2 см и в 2% (3 пациента) случаев – вправо на 1,5 см. Ромб Михаэлиса был ассиметричен у всех пациентов с поясничным типом деформации и лишь в 7,5% (7 пациентов) наблюдений его асимметрия выявлена при грудопоясничном типе искривления.

У всех больных в обеих группах исследования реберный горб в области вершины искривления был пологим с минимальной высотой 2 см и максимальной – 6 см и включал в свой состав от 4 до 6 ребер.

При осмотре пациентов обеих групп в сагиттальной плоскости шейный лордоз имел нормальную физиологическую форму.

У всех пациентов наблюдалась С-образная кифосколиотическая деформация позвоночника на уровне нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника с формированием мышечных валиков в области основной сколиотической дуги с величиной кифоза для грудопоясничных деформаций в 35° и лордоза для поясничных деформаций – в 25,8°; с основной дугой левосторонней направленности у 83 (73,5%) детей и правосторонней – у 30 (26,5%) пациентов. Вершина основной сколиотической дуги приходилась для грудопоясничных деформаций на уровень 12 грудного позвонка у 58 (62,4%) пациентов и на уровень первого поясничного позвонка – у 35 (37,6%) пациентов. Для поясничных деформаций она приходилась на уровень третьего поясничного позвонка в 100% случаев. У 34 (36,5%) пациентов с грудопоясничным типом деформации имелся реберный горб с захватом 8–12 ребер справа и у 59 (66,5%) – слева. У пациентов с поясничным типом деформаций во всех случаях отмечалось формирование

мышечных валиков только в области основной левосторонней дуги сколиотической деформации. Абсолютная длина верхних и нижних конечностей в 100% наблюдений была одинаковая, относительное укорочение правой нижней конечности было выявлено у 10 (13,3%) пациентов с грудопоясничным типом деформации и величиной основной дуги деформации, превышающей 75° (табл. 8, рис. 42).

Таблица 8

Распределение пациентов по группам в зависимости от наличия клинических признаков сколиотической деформации позвоночника (n=113)

Клинический признак		Группа наблюдения							
		основная				контрольная			
		тип деформации							
		грудопоясничный		поясничный		грудопоясничный		поясничный	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Асимметрия	надплечий и лопаток	69	100	2	14,3	24	100	1	16,6
	треугольников талии	69	100	14	100	24	100	6	100
	ромба Михаэлиса	5	7,5	14	100	2	8,3	6	100
направление основной дуги	левосторонняя	30	43,5	14	100	4	16,7	6	100
	правосторонняя	39	56,5	-	-	20	83,3	-	-
вершинный позвонок	Th12	43	62,3	-	-	15	62,5	-	-
	L1	16	37,7	-	-	9	37,5	-	-
	L3	-	-	14	100	-	-	6	100

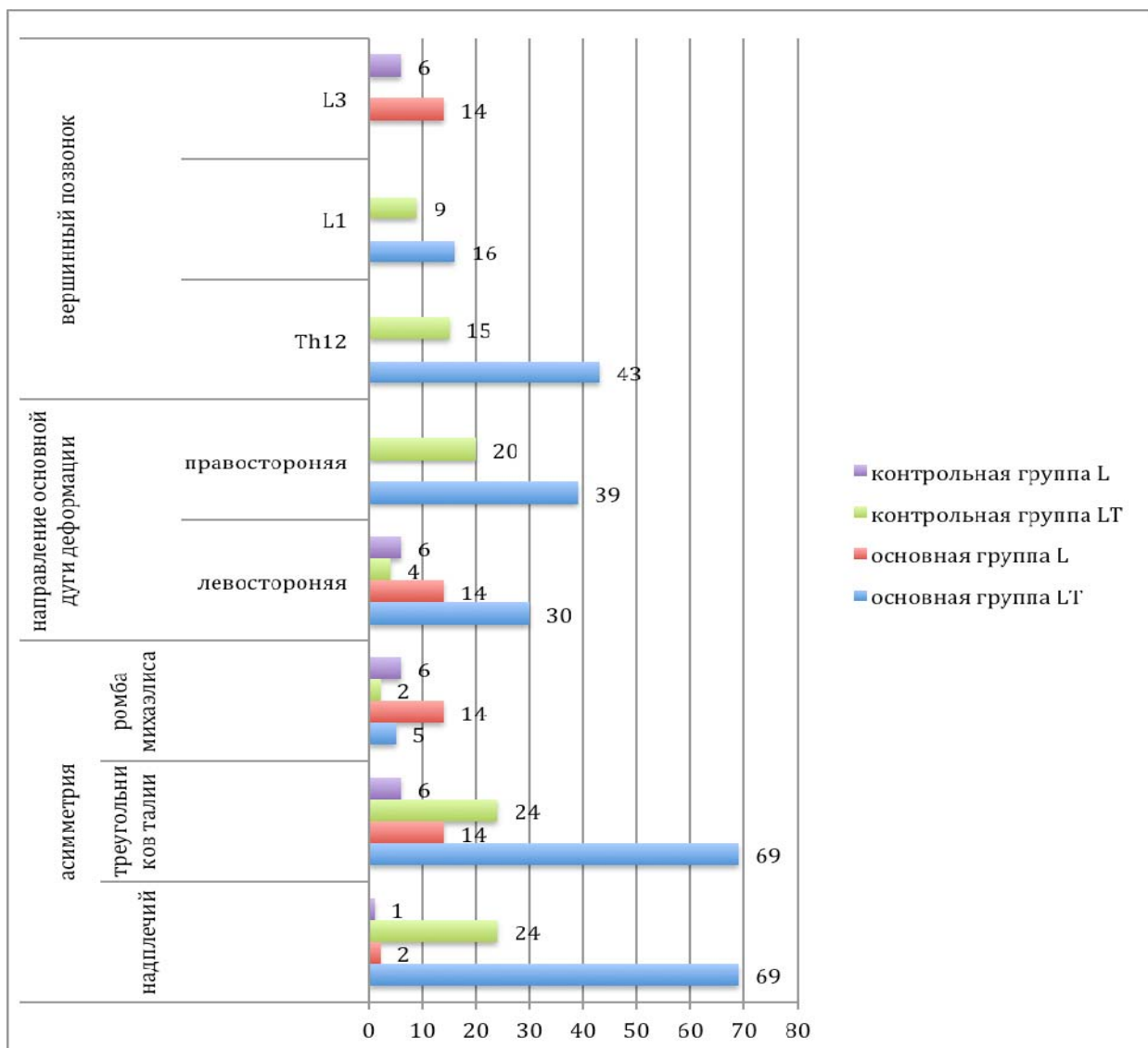


Рис. 42. Распределение пациентов по группам в зависимости от наличия клинических признаков сколиотической деформации позвоночника (n=113)

Все пациенты к моменту хирургического вмешательства имели хорошо выраженные вторичные половые признаки, у девочек средний возраст начала mensis составил $11,5 \pm 0,5$ лет (от 10 до 14 лет). Формула полового развития для пациентов женского пола:

$P3Ax2Ma3-4Me+$ – у 44 (38,9%) детей,

$P3Ax3Ma3-4Me+$ – у 69 (61,1%) детей.

У всех пациентов мужского пола формула полового развития была следующей – $P3Ax2-3Fa4-5$.

Ни у одного больного в процессе обследования не отмечалось неврологических нарушений, а также двигательных, чувствительных и вегетативных расстройств.

Результаты исследования дыхательной системы показали, что в основной группе наблюдений ЖЕЛ и МВЛ у 75 (88,3%) пациентов находилась в пределах возрастной нормы. Снижение возрастных показателей до 75% от нормы наблюдалось у 7 (11,7%) больных с грудопоясничным типом деформации и величиной основной дуги деформации свыше 90°. При исследовании дыхательной системы в контрольной группе пациентов отмечались следующие результаты: ЖЕЛ и МВЛ у 20 (66,6%) детей находилась в пределах возрастной нормы. Снижение показателей до 75% от возрастной нормы наблюдалось у 10 (33,4%) больных также с грудопоясничным типом деформации и величиной основной дуги деформации, превышающей 90°.

При проведении ЭКГ нормальный синусовый ритм отмечался у 65 (78,3%) пациентов, синусовая брадикардия обнаружена у 8 (9,7%), синусовая тахикардия – у 5 (6%) детей, неполная блокада правой ножки пучка Гисса – у 5 (6%). В контрольной группе пациентов нормальный синусовый ритм отмечался у 23 (76,6%) детей, синусовая брадикардия обнаружена у 7 (24,4%) больных.

Таким образом, исследование параметров функции дыхательной системы показало снижение ЖЕЛ и МВЛ в сравнении с возрастной нормой до 75% только у пациентов с грудопоясничным типом деформации и величиной дуги более 90°. При этом подобные нарушения в основной группе отмечались у 11,7% пациентов, а в контрольной – у 33,4%. Данные изменения со стороны дыхательной системы у детей в обеих группах достоверно свидетельствовали о влиянии грудопоясничного типа искривления на ЖЕЛ и МВЛ в сторону их снижения. Нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы у пациентов обеих групп также показали идентичность патологических изменений в виде брадикардии и тахикардии как в процентном отношении, так и в абсолютных числах.

С момента обнаружения искривления позвоночника 80 (70,8%) детей занимались лечебной гимнастикой, проходили курсы массажа мышц спины,

физиотерапевтическое лечение и водные процедуры. Однако, несмотря на проводимые курсы консервативного лечения, в процессе роста и развития ребенка деформация прогрессировала, и особенно резко – с началом пубертатного периода. Остальным 33 (29,2%) пациентам до поступления в стационар консервативное лечение не проводили.

Таким образом, сравнительный анализ результатов клинического и неврологического исследований показал идентичность основной и контрольной групп исследуемых пациентов.

4.2. Значения основных рентгенологических параметров сколиотической деформации позвоночника

Средняя величина угла основной сколиотической дуги деформации во фронтальной плоскости в положении стоя в основной группе наблюдения для грудопоясничных деформаций составила $54^{\circ} \pm 11^{\circ}$ (от 45° до 112°) и для поясничных – $51,4^{\circ} \pm 9,7^{\circ}$ (от 45° до 75°). Средняя величина угла искривления во фронтальной плоскости с максимальным наклоном в сторону основной дуги составила $17,9^{\circ} \pm 6^{\circ}$ и $25,3^{\circ} \pm 2,5^{\circ}$ соответственно.

В контрольной группе величина угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости в положении стоя для грудопоясничных деформаций в среднем составляла $65,9^{\circ} \pm 5,1^{\circ}$ (от 45° до 110°) и для поясничных деформаций $66,4^{\circ} \pm 2,6^{\circ}$ (от 55° до 77°). Средняя величина деформации во фронтальной плоскости при максимальном наклоне в сторону основной дуги составила $18,8^{\circ} \pm 2,5^{\circ}$ и $30,0^{\circ} \pm 2,4^{\circ}$ соответственно (табл. 9).

Таким образом, анализ результатов рентгенологического исследования с функциональными снимками показал практическую схожесть углов основной дуги искривления у пациентов с грудопоясничным и поясничным типами искривления. Однако мобильность основной дуги деформации у больных с поясничным типом искривления была больше по сравнению с пациентами с грудопоясничным вариантом искривления (рис. 43–46).

Величина угла деформации основной сколиотической дуги, град. (n=113)

Положение пациента при рентгенографическом исследовании		Группа наблюдения			
		основная		контрольная	
		тип деформации			
		грудопояснич- ный	поясничный	грудопояснич- ный	поясничный
Стоя		54 ± 11	51,4±9,7	65,9±5,1	66,4±2,6
Стоя с наклоно м в сторону	основной дуги	17,9±6	25,3±2,5	18,8±2,5	3 , ± 2,4
	противополож ную основной дуге	4±1	6±2	5±1	6±2



Рис. 43. Пациент Ш., 17 лет.
Идиопатический правосторонний
поясничный сколиоз 3 степени,
тип VCNL



Рис. 44. Пациент Б., 16 лет.
Идиопатический левосторонний
поясничный сколиоз 4 степени, тип
VCNL



Рис. 45. Пациент Ш., 17 лет.

Идиопатический левосторонний
грудопоясничный сколиоз 3 степени,
тип VCNTL



Рис. 46. Пациент П., 15 лет.

Идиопатический левосторонний
грудопоясничный сколиоз IV степени,
тип VCNTL

Количество позвонков, входящих в основную дугу деформации, у детей основной группы с грудопоясничной локализацией искривления составило в среднем 7 позвонков (от 6 до 11), с поясничной локализацией – 6 (от 5 до 7).

В контрольной группе протяженность основной дуги искривления для грудопоясничных деформаций была в среднем 9 позвонков (от 8 до 11), для поясничных – также 6 (от 5 до 7).

Деформация позвоночника при идиопатическом сколиозе является сложной трехплоскостной, поэтому оценка только рентгенограммы только во фронтальной плоскости не дает полного представления об имеющихся изменениях. Всем пациентам основной и контрольной групп проводили оценку параметров сагиттального профиля. При этом результаты оказались схожими.

Величина грудного кифоза при грудопоясничных деформациях (степень III по Lenke) до операции колебалась от 0° до 30° (в среднем – $13,2^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$). Величина поясничного лордоза до операции была от 16° до 40° (в среднем – $15,4^{\circ} \pm 1,5^{\circ}$).

Величина грудного кифоза при поясничных типах искривления (V по Lenke) до операции колебалась от 13° до 32° (в среднем – $24,3^{\circ} \pm 1,4^{\circ}$). Величина поясничного лордоза до операции составила от 32° до 49° (в среднем – $41,5^{\circ} \pm 2^{\circ}$).

В основной группе наблюдений средняя величина угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости после оперативного вмешательства для грудопоясничной локализации составила $5,5^{\circ} \pm 0,4^{\circ}$ (коррекция составила $90,3\% \pm 5,1\%$) и для поясничной – $7,2^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$ (коррекция составила $87,5\% \pm 6,5\%$). Через 12 месяцев после операции средняя величина угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости для грудопоясничных локализаций незначительно увеличилась до $6,3^{\circ} \pm 1,4^{\circ}$ (коррекция – $88,3\% \pm 5,4\%$) и для поясничных – $8,0^{\circ} \pm 1,6^{\circ}$ (коррекция – $85,5\% \pm 5,5\%$). Через 2 года после операции эти значения составляли соответственно $6,5^{\circ} \pm 1,4^{\circ}$ (коррекция – $88,3\% \pm 5,4\%$) для грудопоясничных и $9,2^{\circ} \pm 1,6^{\circ}$ (коррекция – $85,5\% \pm 5,5\%$) – для поясничных типов деформаций.

В контрольной группе наблюдений средняя величина угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости после оперативного вмешательства для грудопоясничной локализации составила $24,1^{\circ} \pm 2,8^{\circ}$ (коррекция составила $63,4\% \pm 3,1\%$), для поясничного искривления – $17,9^{\circ} \pm 2,2^{\circ}$ (коррекция составила $80,4\% \pm 4,5\%$). Через 12 месяцев после операции средняя величина угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости для грудопоясничной локализации составила $27,1^{\circ} \pm 4,8^{\circ}$ (коррекция уменьшилась до $58,9\% \pm 3,1\%$) и для поясничной – $20,9^{\circ} \pm 2,6^{\circ}$ (коррекция уменьшилась до $68,5\% \pm 4,5\%$). Через 2 года после хирургического вмешательства средняя величина угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости для грудопоясничных деформаций составила $30,1^{\circ} \pm 2,8^{\circ}$ (коррекция уменьшилась до $56,4\% \pm 2,4\%$) и для поясничных – $22,0^{\circ} \pm 2,2^{\circ}$ (коррекция уменьшилась до $66,9\% \pm 3,5\%$). Через 15 лет после оперативного лечения средняя величина угла основной дуги искривления во фронтальной плоскости для грудопоясничных деформаций составила $32,95^{\circ} \pm 4,8^{\circ}$ (коррекция уменьшилась до $50,0\% \pm 2,4\%$) и для поясничных деформаций – $33,2^{\circ} \pm 4,2^{\circ}$ (коррекция уменьшилась до $49,9\% \pm 2,5\%$) (табл. 10).

Таблица 10

Показатели средней величины угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости до и после оперативного вмешательства (n=113)

Группа			До операции	Сразу после операции	Через 6 месяцев	Через 12 месяцев	Через 18 месяцев	Через 15 лет
			1	2	3	4	5	6
Основная	грудно-поясничный	абс.	54 ⁰ ±11,0 ⁰	5,5 ⁰ ±0,4 ^{0*}	6,3 ⁰ ±1,4 ^{0*} □	6,3 ⁰ ±1,4 ⁰ *□ ∧	6,3 ⁰ ±1,4 ⁰ *□ ∧ ∨	-
		%	-	90,3±5,1	88,3±5,4	88,3±5,4	88,3±5,4	-
	поясничный	абс.	51,4 ⁰ ±9,7 ⁰	7,2 ⁰ ±1,2 ^{0*}	8,0 ⁰ ±1,6 ^{0*} □	8,0 ⁰ ±1,6 ⁰ *□ ∧	8,0 ⁰ ±1,6 ⁰ *□ ∧ ∨	-
		%	-	87,5±6,5	85,5±5,5	85,5±5,5	85,5±5,5	-
Контрольная	грудно-поясничный	абс.	55,9 ⁰ ±2,6 ⁰	24,1 ⁰ ±2,8 ^{0*}	27,1 ⁰ ±4,8 ⁰ *□	30,1 ⁰ ±2,8 ⁰ *□ ∧	30,1 ⁰ ±2,8 ⁰ *□ ∧ ∨	32,95 ⁰ ±4,8 ^{0*} □ ∧ ∨
		%	-	63,4±3,1	58,9±3,1	56,4±2,4	56,4±2,4	50,0±2,4
	пояснич- ничный	абс.	66,4 ⁰ ±2,6 ⁰	17,9 ⁰ ±2,2 ^{0*}	20,9 ⁰ ±2,6 ⁰ *□	22,0 ⁰ ±2,2 ⁰ *□ ∧	22,0 ⁰ ±2,2 ⁰ *□ ∧ ∨	33,2 ⁰ ±4,2 ⁰ *□ ∧, ∨
		%	-	73,0±4,5	68,5±4,5	66,9±3,5	66,9±3,5	49,9±2,5
Примечание: * - достоверность P≤0,05 между столбцами 1 и 2; 1 и 3; 1 и 4; 1 и 5; 1 и 6;								
□ - достоверность P≤0,05 между столбцами 2 и 3; 2 и 4; 2 и 5; 2 и 6;								
∧ - достоверность P≤0,05 между столбцами 3 и 4; 4 и 5; 5 и 6;								
∨ - достоверность P≤0,05 между столбцами 4 и 5; 5 и 6.								

В послеоперационном периоде показатели сагиттального профиля в основной группе наблюдения как для груднопоясничных, так и поясничных деформаций были следующими: средняя величина грудного кифоза составляла $21,6^0 \pm 2^0$ и поясничного лордоза - $29,2^0 \pm 2,4^0$. В контрольной группе пациентов средняя величина грудного кифоза в послеоперационном периоде составила $12,6^0 \pm 2^0$ и поясничного лордоза – $18,2^0 \pm 2,4^0$ (табл. 11).

Средние показатели сагиттального профиля в процессе мониторинга
у обследованных больных (n=113)

			до операции	сразу после операции	через 6 месяцев	через 24 месяца
			1	2	3	4
Основная группа	грудопоясничный тип	кифоз	$13,2^0 \pm 1,2^0$	$21,6^0 \pm 2,0^0$ *	$21,6^0 \pm 2,0^0$ *☐	$21,6^0 \pm 2,0^0$ *☐∧
		лордоз	$15,4^0 \pm 1,5^0$	$29,2^0 \pm 2,4^0$ *	$29,2^0 \pm 2,4^0$ *☐	$29,2^0 \pm 2,4^0$ *☐∧
	поясничный тип	кифоз	$24,3^0 \pm 1,4^0$	$12,6^0 \pm 2,0^0$ *	$12,6^0 \pm 2,0^0$ *☐	$12,6^0 \pm 2,0^0$ *☐∧
		лордоз	$41,5^0 \pm 2,0^0$	$18,2^0 \pm 2,4^0$ *	$18,2^0 \pm 2,4^0$ *☐	$18,2^0 \pm 2,4^0$ *☐∧
Контрольная группа	грудопоясничный тип	кифоз	$15,2^0 \pm 3,2^0$	$12,6^0 \pm 2,0^0$ *	$12,6^0 \pm 2,0^0$ *☐	$12,6^0 \pm 2,0^0$ *☐∧
		лордоз	$20,6^0 \pm 3,2^0$	$18,2^0 \pm 2,4^0$ *	$18,2^0 \pm 2,4^0$ *☐	$18,2^0 \pm 2,4^0$ *☐∧
	поясничный тип	кифоз	$26,0^0 \pm 2,3^0$	$12,6^0 \pm 2,0^0$ *	$12,6^0 \pm 2,0^0$ *☐	$12,6^0 \pm 2,0^0$ *☐∧
		лордоз	$40,1^0 \pm 3,0^0$	$18,2^0 \pm 2,4^0$ *	$18,2^0 \pm 2,4^0$ *☐	$18,2^0 \pm 2,4^0$ *☐∧

Примечание: * - достоверность $P \leq 0,05$ между столбцами 1 и 2, 1 и 3, 1 и 4;

☐ - достоверность $P \leq 0,05$ между столбцами 2 и 3, 2 и 4;

∧ - достоверность $P \leq 0,05$ между столбцами 3 и 4.

Среднее количество позвонков, вошедших в зону спондилодеза, в основной группе составило для грудопоясничных деформаций 11 ± 2 позвонков (от 5 до 14) и для поясничных 10 ± 2 позвонков (от 6 до 11). При использовании вентрального корригирующего инструментария: среднее количество позвонков, вошедших в зону спондилодеза, составило 6 ± 1 позвонков (от 5 до 7). Среднее количество позвонков, вошедших в зону спондилодеза, в контрольной группе исследования составило: для грудопоясничных деформаций - 12 ± 2 позвонков (от 12 до 14) и для поясничных – 11 ± 2 позвонка (от 8 до 11) (рис. 47).

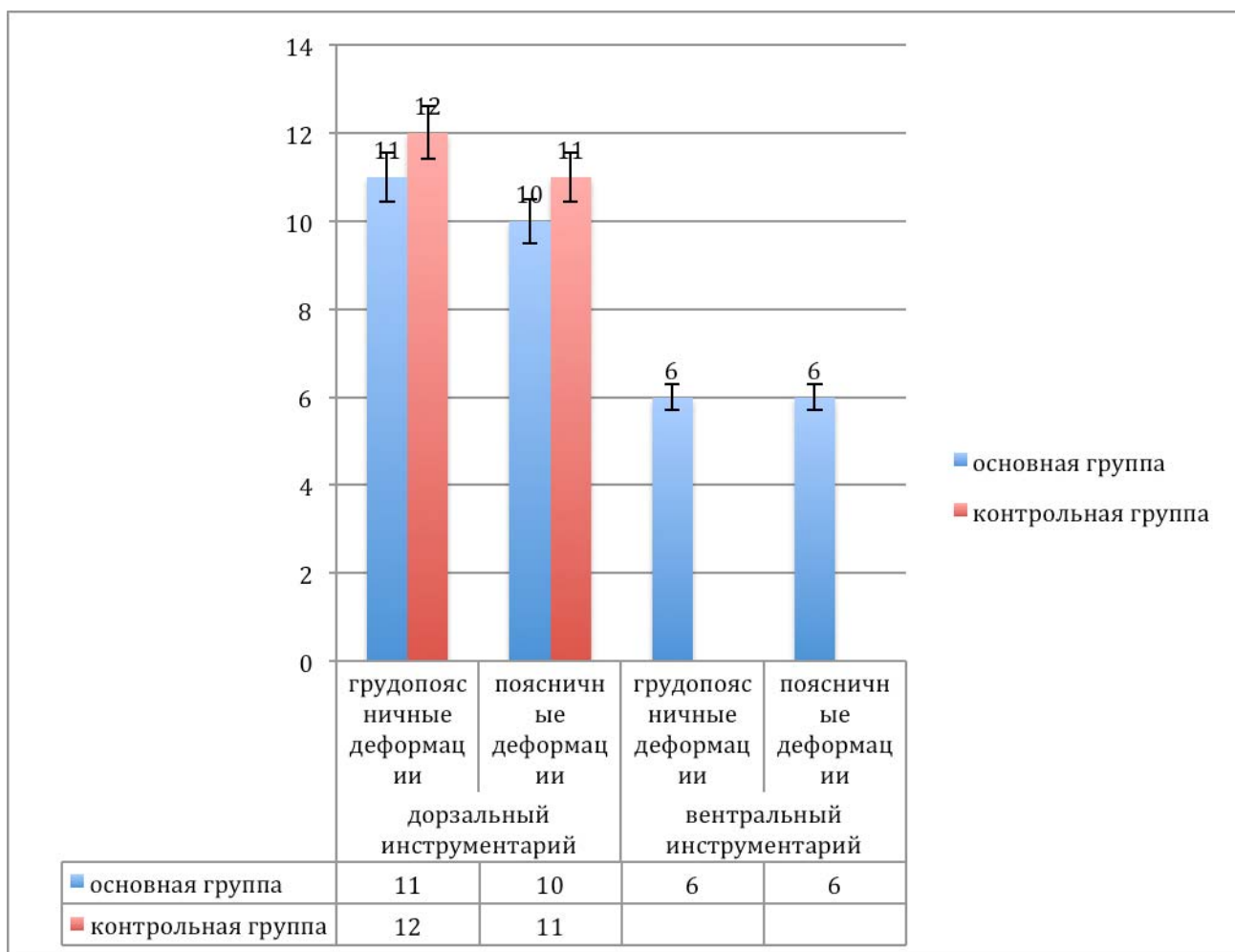


Рис. 47. Распределение пациентов по типам деформации в зависимости от количества позвонков, вошедших в зону спондилодеза (n=113)

Потеря послеоперационной коррекции в основной группе в отдаленный период составила в среднем 7° , а в контрольной группе наблюдения – до 30° .

Таким образом, оценив данные рентгенологического обследования основной и контрольной групп в отдаленном периоде наблюдения, мы выявили преимущества в использовании транспедикулярных опорных элементов металлоконструкции в сравнении с гибридными спинальными системами при хирургическом лечении идиопатического сколиоза. Применение транспедикулярных многоопорных металлоконструкций позволило улучшить формирование правильного сагиттального профиля фиксированной части, уменьшить протяженность фиксации в сравнении с гибридными спинальными системами (в среднем с 12 позвонков, в контрольной группе наблюдения, до 10

позвонков – в основной группе, а при использовании вентрального корригирующего инструментария – до 6 позвонков), достичь меньшей потери послеоперационной коррекции в отдаленном периоде наблюдения (7° в основной группе наблюдения против 30° в контрольной).

4.3. Показатели мобильности позвоночника

В основной группе наблюдений среднее значение мобильности основной дуги деформации составило $37^\circ \pm 8,3^\circ$, при индексе мобильности – $0,328 \pm 0,63$ и индексе коррекции при наклоне в сторону – $72\% \pm 6,2\%$ соответственно. Максимальное значение индекса мобильности 0,875 при минимальном значении степени коррекции 12,5% и мобильности основной дуги деформации, равной 14° , получено у пациентки с идиопатическим левосторонним грудопоясничным сколиозом 4 степени с углом основной дуги деформации в 112° (рис. 48).

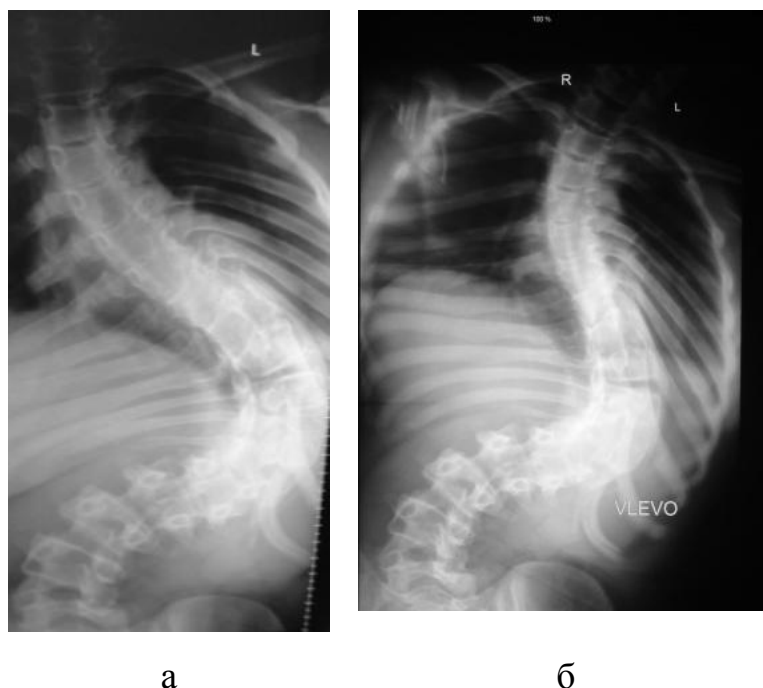


Рис. 48. Идиопатический левосторонний грудопоясничный сколиоз, величина основной дуги 112° : а – рентгенограмма позвоночника в положении стоя в прямой проекции; б – функциональная рентгенограмма. При наклоне влево величина основной дуги 98° индекс мобильности 0,81, индекс коррекции 18,75%

Наиболее мобильная деформация соответствовала минимальному значению индекса мобильности 0,11, при индексе коррекции 88,8% и мобильности деформации в 40° (рис. 49).

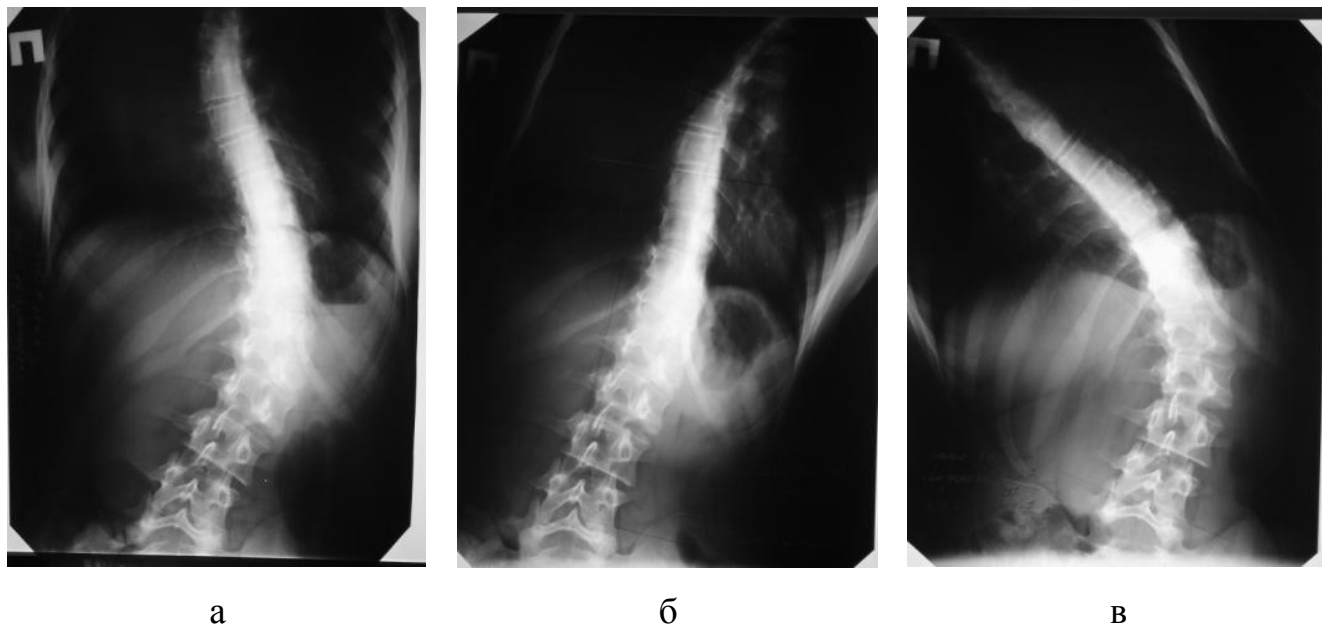


Рис. 49. Идиопатический левосторонний грудопоясничный сколиоз величина основной дуги 45° , противодуги 10° функциональные рентгенограммы:

а – рентгенограмма позвоночника стоя в прямой проекции; б – при наклоне влево, величина основной дуги 5° , индекс мобильности 0,111, индекс коррекции 88,8%; в – при наклоне вправо, мобильность 30%, индекс коррекции 70%

В группе пациентов с грудопоясничной локализацией деформации среднее значение индекса мобильности для основной дуги составило $0,31 \pm 0,83$, при индексе коррекции при наклоне в сторону основной дуги искривления – $69,1\% \pm 10,8\%$ и мобильности деформации в $36^\circ \pm 8,3^\circ$.

В группе пациентов с поясничной локализацией деформации среднее значение индекса мобильности для основной дуги составило $0,34 \pm 0,73$, индекс коррекции при наклоне в сторону основной дуги искривления – $71,9\% \pm 5,8\%$ и мобильности деформации в $37,4^\circ \pm 6,2^\circ$.

В контрольной группе пациентов с грудопоясничной локализацией деформации среднее значение индекса мобильности для основной дуги составило

0,33±0,43, при индексе коррекции при наклоне в сторону основной дуги искривления – 70,1%±6,3% и мобильности деформации в 34⁰±4,3⁰.

В группе пациентов с поясничной локализацией деформации среднее значение индекса мобильности для основной дуги составило 0,32±0,53, индекс коррекции при наклоне в сторону основной дуги – 71,3%±4,3% и мобильности деформации в 38,5⁰±4,2⁰ (табл. 12).

Таблица 12

Показатели мобильности позвоночника у обследованных пациентов (n=113)

Тип деформации	Мобильность основной дуги деформации, град.	Индекс мобильности	Индекс коррекции при наклоне в сторону, %
Основная группа			
Общее значение	37 ±8,3	0,33±0,63	72 ±6,2
Грудопоясничная	36 ±8,3	0,31±0,83	69,1 ±10,8
Поясничная	37,4 ±6,2	0,34±0,73	71,9 ±5,8
Контрольная группа			
Общее значение	36 ±7,3	0,34±0,58	74 ±6,5
Грудопоясничная	34 ±4,3	0,33±0,43	70,1 ±6,3
Поясничная	38,5 ±4,2	0,32±0,53	71,3 ±4,3

Достоверных различий ни по одному из критериев мобильности в группах выявлено не было.

4.4. Биомеханическое исследование

У пациентов основной группы с левосторонней дугой деформации проекция центра тяжести смещена преимущественно влево: при III степени деформации – в пределах 3–9 мм, при IV степени – 5–16 мм. При правосторонней направленности дуг искривления проекция центра тяжести смещена в основном вправо: при III степени – от 5 до 20 мм, при IV степени – от 5 до 32 мм. Таким образом, выявлено, что при более выраженной деформации позвоночника наблюдалось

более значимое смещение проекции центра тяжести. Кроме этого, при правосторонней направленности дуг искривления наблюдалось более значимое смещение проекции центра масс по сравнению с пациентами с левосторонними сколиотическими дугами искривления.

Результаты исследования свидетельствовали о том, что у больных с выраженной сколиотической деформацией имелись значительные нарушения статики позвоночника и туловища, при которых происходило перераспределение нагрузки на стопы во фронтальной плоскости. Наибольшие отклонения коэффициента опорности отмечались при величине деформации, превышающей $112^\circ - 0,58 \pm 0,14$ (при норме от $0,92 \pm 0,03$ до $0,95 \pm 0,02$).

Нарушение статики проявлялось не только в смещении центра тяжести тела в сторону вершины дуги искривления, но в изменении нагрузки на нижние конечности. Нагрузка на конечность на стороне деформации основной дуги в наших наблюдениях при смещении проекции центра тяжести в сторону деформации $9,6 \pm 2,8$ мм составила $60,2 \pm 3,5$. При наличии сколиотической дуги в поясничном отделе позвоночника и зоне грудопоясничного перехода и смещении проекции центра тяжести в сторону деформации на $4,9 \pm 2,1$ мм нагрузка на конечности распределялась следующим образом: на нижнюю конечность на стороне дуги деформации приходилось $58,9 \pm 3,7$ общей массы тела, а на противоположную конечность – $41,1 \pm 3,2$ (рис. 50).

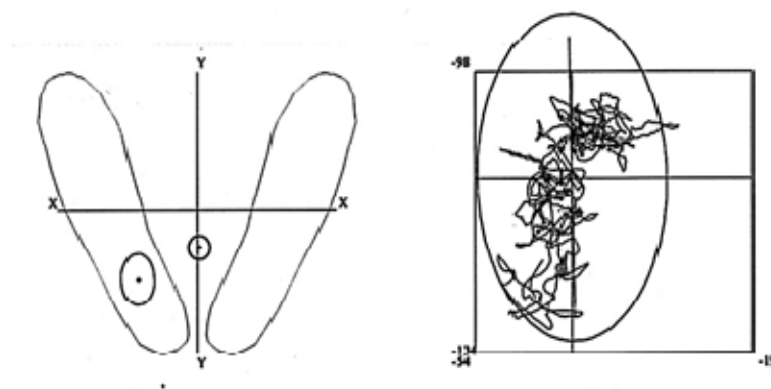


Рис. 50. Схема распределения проекции центра тяжести на нижние конечности при идиопатическом сколиозе

При выраженном кифотическом компоненте деформации проекция общего центра тяжести перемещалась как в сторону деформации, так и дорсально. В исследуемой группе пациентов смещение общего центра тяжести кзади равнялось $7,4 \pm 3,6$ мм.

Изменения биомеханических показателей в контрольной группе исследования были идентичны и практически соответствовали таковым в основной группе пациентов.

После проведенного хирургического вмешательства биомеханическое исследование достоверно показало, что показатели проекции центра тяжести масс и нагрузки на нижние конечности менялись. Изменение этих показателей в основной группе пациентов свидетельствовало об улучшении сагиттального баланса туловища и его сохранение в отдаленные сроки наблюдения от 72 до 98. В контрольной группе пациентов эти результаты соответствовали улучшению сагиттального баланса в пределах 40–70. Однако у некоторых больных (7 пациентов) отмечалась полная потеря сагиттального баланса туловища в отдаленные периоды наблюдения.

4.5. Показатели электоронейрофизиологического исследования

ЭНМГ при идиопатическом сколиозе является важным диагностическим методом в оценке распространенности и выраженности поражения невральных структур и оценке динамики нарушений. Наши исследования были направлены на комплексное исследование состояния невральной проводимости, возбудимости, оценку супрасегментарных структур (по данным Н-рефлекса). Обследованы 32 пациента с идиопатическим сколиозом III–IV степени в возрасте от 14 лет до 17 лет до и после оперативного лечения. У 32 пациентов проведен анализ распространенности поражения по обследованным нервам. У всех больных проанализированы все регистрируемые параметры ЭНМГ большеберцового нерва с целью выявления уровня и характера поражения. Исследовались моторные нервы: большеберцовый, малоберцовый, седалищный, бедренный. Регистрировались максимальная амплитуда М-ответа, скорость проведения

импульса (СПИ), терминальная и резидуальная латентность, минимальная латентность F-ответа и рассчитывалась соответствующая ей СПИ в проксимальных отделах нерва, уровень сегментарной возбудимости спинного мозга для икроножной мышцы (отношение максимальной амплитуды Н-рефлекса к максимальной амплитуде М-ответа).

У 25 пациентов с идиопатическим сколиозом IV степени обследовано в общей сложности 200 двигательных нервов по 5 показателям: СПИ в дистальном участке нерва, СПИ в проксимальном участке нерва, амплитуда М-ответа при стимуляции в дистальной точке нерва, амплитуда М-ответа при стимуляции в проксимальной точке нерва, резидуальная латентность. Из более 1000 проанализированных показателей 91 имели значимые отклонения в 57 нервах. Отмечалось снижение дистальной и проксимальной амплитуды моторных ответов малоберцовых нервов в 89 наблюдениях; снижение скорости проведения по моторным волокнам в проксимальном отделе малоберцовых (реже большеберцовых) нервов в сочетании с преимущественным снижением амплитуды проксимального М-ответа (наличие частичных блоков проведения) отмечалось в 17 наблюдениях. Это обусловлено преимущественным страданием проксимального участка нерва и наличием очаговой патологии очаговой демиелинизацией. Снижение амплитудных показателей М-ответа является тонким индикатором аксонального типа поражения. Достаточно редко выявлялось значимое снижение амплитуды М-ответа при стимуляции в дистальной точке большеберцового нерва (в 7,1%). В бедренных нервах значимых патологических отклонений выявлено не было. Наиболее часто страдали большеберцовые и малоберцовые нервы, затем седалищные нервы.

Из 32 пациентов с подробным обследованием большеберцовых нервов 3 пациента имели амплитуду М-ответа при стимуляции в дистальной точке меньше нижней границы нормы – 2,1 мВ.

Блоки проведения выявлены при стимуляции малоберцовых нервов в области головок малоберцовых костей у 4 пациентов.

СПИ на дистальном участке малоберцовых нервных была снижена у 2 пациентов. Значимое снижение СПИ в проксимальной части большеберцовой порции седалищного нерва зарегистрировано у 12 детей. У 23 пациентов выявлено повышение уровня сегментарной возбудимости для икроножной мышцы (выше 50 мВ), а у 12 детей он был понижен (менее 20 мВ). Средние значения этих показателей при анализе в целом по группе больных с различной степенью поражения достоверно не превышали критического уровня патологии (табл. 13).

Таблица 13

ЭНМГ показатели по *n. tibialis* у больных с идиопатическим сколиозом
грудопоясничной и поясничной локализации
до и после оперативного вмешательства (n=32)

Показатель	С умеренными нарушениями		С легкими нарушениями		С рефлекторными нарушениями	
	до операции	после операции	до операции	после операции	до операции	после операции
Дистальная амплитуда М-ответа, мВ	8,9 ± 3,3	9,2 ± 1,1	10,7 ± 1,3	11,4 ± 0,9	17,1 ± 3,6*	18,4 ± 3,3*
Проксимальная амплитуда М-ответа, мВ	8,8 ± 2,6	9,0 ± 1,0	9,7 ± 1,1	10,4 ± 1,2	16,3 ± 3,2*	17,0 ± 2,3*
СПИ дистальная, м/с	44,6 ± 12,8	46,6 ± 11,8	45,6 ± 6,1	47,1 ± 5,6	51,2 ± 1,4	53,2 ± 1,8
Резидуальная латентность, мс	3,4 ± 0,6	3,6 ± 1,2	3,6 ± 0,7	3,9 ± 0,9	4,4 ± 1,0	4,9 ± 1,3
СПИ проксимальная, м/с	39,9 ± 2,1	40,2 ± 2,5	44,1 ± 3,4	48,1 ± 2,4	49,9 ± 1,2	50,9 ± 1,9
Примечание: * – достоверность различий с группой больных с легким и умеренным парезом						

Из таблицы 13 видно, что с выраженностью пареза тесно связан показатель амплитуды М-ответа при стимуляции в дистальной точке нерва. Корреляционный показатель связи этих параметров равен -0,56 (P=0,02). Эта взаимосвязь подчеркивает, что при выраженных парезах имеет место только аксональный тип поражения нервных волокон. Достоверная корреляционная связь степени пареза выявлена также с еще одним показателем – уровнем сегментарной возбудимости

($r=-0,49$, $P=0,04$). В свою очередь, показатель сегментарной возбудимости не имел значимых корреляционных связей с другими ЭНМГ параметрами, кроме степени пареза и амплитуды М-ответа ($r=0,62$, $P=0,005$). Больные без парезов с наличием только снижения сухожильных рефлексов имели нарушение СПИ только в проксимальном участке нерва при сохранности всех других показателей.

Комплексная оценка нейрофизиологических методов исследования при идиопатическом сколиозе наиболее полно позволяет оценить неврологический дефицит. Большинство методик базируется на исследовании большеберцового нерва, поэтому можно рекомендовать у детей исследовать в первую очередь именно этого нерв для выявления возможного поражения периферической нервной системы. Регистрация повышения уровня сегментарной возбудимости у больных сколиозом с переменным изменением рефлекторной сферы свидетельствует о сочетании сегментарного поражения проводниковых систем спинного мозга с поражением периферической нервной системы.

Для оценки динамики нейрофизиологических процессов у больных с выраженным, умеренным и легким парезом информативными показателями являются амплитуда М-ответа в дистальной точке стимуляции и уровень сегментарной возбудимости спинного мозга по икроножной мышце. Коррелятом выраженности двигательных нарушений является амплитуда М-ответа, значительное понижение которой свидетельствует об аксональном типе поражения. Показателем демиелинизирующего процесса является снижение СПИ, повышение показателя резидуальной латентности, наличие блоков проведения.

Оценка изменений электронейромиографических (ЭНМГ) параметров у пациентов с идиопатическим сколиозом используется, наряду с клиническими данными, для определения прогноза и течения заболевания в послеоперационном периоде. Для оценки роли различных ЭНМГ показателей в прогнозировании послеоперационного течения сколиоза нами был проведен дискриминантный анализ по критерию благополучия исхода лечения. В срок наблюдения от 6 до 12 месяцев за детьми после оперативного лечения сколиоза позволил выделить 3 группы пациентов:

1. Пациенты с рефлекторными нарушениями, у которых отмечалось быстрое восстановление нарушенных функций (благоприятная динамика).
2. Пациенты с исходно легкими нарушениями двигательных функций, у которых наблюдалась волнообразное восстановление функций (удовлетворительная динамика).
3. Пациенты с исходно умеренными нарушениями двигательных функций, у которых наблюдалась длительное и волнообразное восстановление функций (затянувшаяся динамика).

Аналогичные изменения были выявлены в контрольной группе наблюдения.

Таким образом, комплексный анализ приведенных выше данных показал, что изменения по данным ЭНМГ встречались у пациентов с крайне тяжелыми деформациями позвоночника (более 100°) в виде легкого и умеренного пареза. Однако эти изменения не имели клинических проявлений у детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации.

4.6. Магнитно-резонансная томография

Всем пациентам основной группы была выполнена магнитно-резонансная томография. В результате исследования ни у одного из пациентов не было диагностировано аномалии развития позвоночного канала и спинного мозга. Ликвородинамических нарушений спинного мозга также не отмечалось ни у одного больного. У всех пациентов основной группы исследования спинной мозг располагался по внутренней стороне вершины основной дуги деформации, без признаков вертебро-медулярного конфликта. Таким образом, МРТ исследование исключило патологию позвоночного канала и спинного мозга у пациентов основной группы. Кроме того, оно позволило оценить положение спинного мозга и резервные пространства позвоночного канала, которые важно учитывать при коррекции сколиотической деформации позвоночника.

В контрольной группе пациентов данное исследование не проводилось в виду отсутствия МР томографа в стационаре на момент проведения хирургического вмешательства больным.

4.7. Антропометрические показатели позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника по данным компьютерной томографии

Исследование выполнено 68 пациентам основной группы наблюдения (81,96%) в грудном и поясничном отделах позвоночника по выпуклой и вогнутой сторонам сколиотической деформации (табл. 14, 15).

Анализ данных КТ исследования показал, что минимальный поперечный размер корня дуги на вершине сколиотической дуги составил 4 мм по вогнутой стороне как для поясничных, так и для грудопоясничных деформаций, продольный размер корня дуги 10,2 мм по выпуклой стороне. Средний поперечный размер корня дуги на вершине деформации (Th12 для грудопоясничных и L1-2 для поясничных деформаций) составил $7,7 \pm 1,3$ мм, продольный - $13,6 \pm 0,9$ мм.

Таблица 14

Антропометрические данные тел позвонков по данным КТ исследования пациентов основной группы (n=68)

	Выпуклая сторона деформации				Вогнутая сторона деформации			
	продольный диаметр, мм	поперечный диаметр дуг, мм	педикулярный угол, град.	длина винтового пути, мм	продольный диаметр, мм	поперечный диаметр дуг, мм	педикулярный угол, град.	длина винтового пути, мм
Th5	$9,4 \pm 0,5$ (6,8-13,4)	$5,1 \pm 0,7$ (3,3-6,5)	$11,3 \pm 2,1$ (7,5-14,4)	$37 \pm 2,4$ (32-40)	$9,7 \pm 0,5$ (7,2-11,7)	$4,0 \pm 0,9$ (2,4-5,2)	$11,3 \pm 2$ (8-16)	$35 \pm 2,7$ (32-42)
Th6	$9,2 \pm 0,3$ (6,3-12,9)	$4,9 \pm 0,4$ (3,4-7,6)	$11,2 \pm 1,3$ (7-14)	$39 \pm 1,5$ (31-41)	$10,1 \pm 0,2$ (8,4-12,8)	$4,6 \pm 0,7$ (2,2-6,0)	$11,1 \pm 1,8$ (7,2-14,4)	$40 \pm 1,7$ (33-40)
Th7	$9,3 \pm 0,7$ (6,6-13,8)	$5,0 \pm 0,6$ (3,0-8,0)	10 ± 2 (7,2-14,5)	$41,8 \pm 3$ (36-48)	$9,8 \pm 0,5$ (7,0-12,8)	$4,6 \pm 0,4$ (2,4-5,5)	$9,8 \pm 2,7$ (6,-14,5)	$42,2 \pm 2,7$ (36-48)
Th8	$10,0 \pm 0,9$ (8,0-12,3)	$5,1 \pm 0,8$ (3,4-9,0)	$10,5 \pm 2,8$ (7-16,5)	$41,4 \pm 2$ (37-48)	$10,3 \pm 0,4$ (6,8-12,6)	$5,3 \pm 0,6$ (3,5-6,1)	$9,7 \pm 2,5$ (5-14)	$42,7 \pm 2,7$ (34-46)
Th9	$10,3 \pm 0,4$ (7,9-11,7)	$5,2 \pm 0,6$ (3,5-9,3)	$9,9 \pm 1,7$ (5-13)	$42,8 \pm 3,7$ (37-52)	$11,1 \pm 0,9$ (9,5-12,4)	$5,8 \pm 0,8$ (3,3-7,3)	$9,5 \pm 2,8$ (5,8-12)	$43,3 \pm 4,7$ (34-46)

Th10	12,3 $\pm$ 0,9 (10,3-14,9)	5,9 $\pm$ 1,1 (4,4-7,4)	8,9 $\pm$ 1,9 (5,8-16)	41,4 $\pm$ 2,7 (37-48)	12,8 $\pm$ 1 (10,4-14,1)	6,7 $\pm$ 1 (5,3-9,6)	9,3 $\pm$ 2,4 (6,9-13,6)	42,9 $\pm$ 2,4 (37-48)
Th11	13,7 $\pm$ 1,3 (10,4-17,5)	7,3 $\pm$ 1 (5,6-9,0)	7 $\pm$ 1,5 (2,4-10,8)	42,9 $\pm$ 1,7 (40-46)	14,5 $\pm$ 1,5 (11,2-17,3)	7,8 $\pm$ 1,3 (4,5-7,1)	6,4 $\pm$ 2,1 (3-8)	43,6 $\pm$ 2,7 (41-49)
Th12	14,2 $\pm$ 1,5 (10,2-19,1)	8,6 $\pm$ 1,2 (6,6-10,8)	7,8 $\pm$ 2,3 (4-12)	42,9 $\pm$ 3,7 (35-48)	13,6 $\pm$ 0,9 (11,9-15,6)	7,7 $\pm$ 1,3 (4-9,6)	6,6 $\pm$ 3 (3-12)	42,5 $\pm$ 2,7 (36-48)
L1	13,7 $\pm$ 1,2 (8,9-17,2)	6,9 $\pm$ 1,4 (4,9-9,1)	9,2 $\pm$ 2,7 (5-16)	45,7 $\pm$ 3,7 (40-54)	12,9 $\pm$ 1,5 (8,8-16,1)	6 $\pm$ 1,6 (4-8,7)	8,9 $\pm$ 2,2 (4-14)	45,9 $\pm$ 0,7 (41-52)
L2	13,3 $\pm$ 1 (11,9-15,5)	6,3 $\pm$ 0,9 (4,9-7,8)	11,7 $\pm$ 2,3 (7-14)	47,3 $\pm$ 2,5 (40-56)	12,8 $\pm$ 1,1 (10,5-15,1)	6 $\pm$ 1,1 (4-9,4)	10,6 $\pm$ 2,3 (6-15)	47,9 $\pm$ 2,5 (42-53)
L3	13,7 $\pm$ 1,8 (12,3-16,1)	8,1 $\pm$ 1,9 (5,9-10,2)	12 $\pm$ 2,3 (8-16)	49,7 $\pm$ 4,7 (41-59)	12,7 $\pm$ 1,4 (11,1-15,3)	7,8 $\pm$ 1,7 (5,9-10)	11,3 $\pm$ 2,3 (7-17)	49,4 $\pm$ 2,7 (41-56)
L4	13,4 $\pm$ 1,5 (8,7-16,4)	10,2 $\pm$ 2,6 (8,6-13,6)	12,2 $\pm$ 2,7 (9-16)	48,4 $\pm$ 3,7 (42-59)	12,9 $\pm$ 2,5 (11,3-15,6)	9,8 $\pm$ 2 (8,3-12,3)	11,5 $\pm$ 2,7 (7-16)	49 $\pm$ 2,7 (40-57)
L5	10,2 $\pm$ 2,5 (8,4-11,3)	12,9 $\pm$ 2,3 (11,8-14,7)	12,7 $\pm$ 2,2 (7-16)	48,4 $\pm$ 4,7 (42-59)	10,6 $\pm$ 2,3 (9,5-15,6)	11,9 $\pm$ 2,7 (10,4-13,7)	11,7 $\pm$ 2,3 (7-16)	49 $\pm$ 2,7 (42-59)

Таблица 15

Размеры тел позвонков по данным КТ исследования основной группы (n=68)

Позвонок	Диаметр тела позвонка, мм		Высота тела позвонка, мм	
	Сагиттальный	Фронтальный	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона
Th5	17,3 $\pm$ 0,5	27,1 $\pm$ 0,7	17,3 $\pm$ 0,9	16,9 $\pm$ 0,5
Th6	18,4 $\pm$ 0,9	28,9 $\pm$ 1,1	18,4 $\pm$ 1,3	18 $\pm$ 0,8
Th7	19,4 $\pm$ 0,7	29,4 $\pm$ 0,6	19,0 $\pm$ 2	19,4 $\pm$ 1,2
Th8	21,5 $\pm$ 0,9	29,1 $\pm$ 0,8	19,5 $\pm$ 2,1	19,0 $\pm$ 0,9
Th9	22,1 $\pm$ 1,4	31,2 $\pm$ 1,6	20,2 $\pm$ 1,3	19,8 $\pm$ 1,7
Th10	22,8 $\pm$ 1,9	32,9 $\pm$ 1,5	21,5 $\pm$ 1,3	20,4 $\pm$ 1,3
Th11	23,7 $\pm$ 1,3	33,7 $\pm$ 1,4	23,6 $\pm$ 1,6	20,9 $\pm$ 1,1
Th12	25,6 $\pm$ 1,5	35,6 $\pm$ 1,2	24,8 $\pm$ 2,3	22,9 $\pm$ 1,7
L1	27,7 $\pm$ 1,2	37,2 $\pm$ 1,4	26,8 $\pm$ 1,8	25,7 $\pm$ 1,7
L2	28,9 $\pm$ 1,4	38,3 $\pm$ 0,9	28,7 $\pm$ 1,3	27,3 $\pm$ 2,1
L3	30,7 $\pm$ 1,8	41,1 $\pm$ 1,9	28,2 $\pm$ 1,3	27,7 $\pm$ 2,7

L4	40,0 $\pm$ 1,5	42,5 $\pm$ 2,6	29,2 $\pm$ 2,1	29,4 $\pm$ 2,7
L5	40,2 $\pm$ 2,5	42,9 $\pm$ 2,3	30,1 $\pm$ 2,2	30,0 $\pm$ 1,7

Средний поперечный размер корня дуги в области верхнего концевого позвонка (Th5), позволивший установить опорные элементы, составил 4 $\pm$ 0,9 мм, продольный размер – 9,7 $\pm$ 0,5 мм для вогнутой стороны и 5,1 $\pm$ 0,7 мм и 9,5 $\pm$ 0,5 мм для выпуклой стороны сколиотической деформации соответственно. Средний поперечный и продольный размеры корней дуг на протяжении дуги деформации от Th5 до L5 позвонка увеличивался с 4,0 $\pm$ 0,9 мм и 9,7 $\pm$ 0,5 мм до 11,9 $\pm$ 2,7 мм и 10,6 $\pm$ 2,3 мм соответственно по вогнутой стороне и с 5,1 $\pm$ 0,7 мм и 9,5 $\pm$ 0,5 мм до 12,9 $\pm$ 2,3 мм и 10,2 $\pm$ 2,3 мм по выпуклой стороне основной дуги сколиотической дуги позвоночника соответственно. При этом минимальное значение равнялось 2,4 мм и 7,2 мм на уровне пятого грудного позвонка, максимальное – 14,7 мм и 15,6 мм на уровне пятого поясничного позвонка по выпуклой стороне сколиотической деформации позвоночника.

При сравнении полученных показателей с выпуклой и вогнутой сторон сколиотической деформации установлено, что поперечный размер дужек тел позвонков с выпуклой стороны искривления превышал аналогичные показатели соответствующих позвонков с вогнутой стороны с максимальной разницей этих параметров на вершине деформации.

Средний педикулярный угол на вершине сколиотической дуги для грудопоясничных и поясничных деформаций варьировал от 6,6 $^0\pm$ 3 0 на уровне Th12 позвонка до 10,6 $^0\pm$ 2,3 0 на уровне L2 позвонка по вогнутой стороне искривления и 7,8 $^0\pm$ 2,3 0 на уровне Th12 позвонка до 11,7 $^0\pm$ 2,3 0 на уровне L2 позвонка по выпуклой стороне сколиотической деформации позвоночника. При этом минимальный педикулярный угол на вершине сколиотической деформации составил 3 0 по вогнутой стороне. Средний педикулярный угол на протяжении сколиотической дуги имел тенденцию к увеличению в каудальном направлении с 6,4 $^0\pm$ 2,1 0 до 11,7 $^0\pm$ 2,3 0 по выпуклой стороне (при этом минимальный угол составил 3 0 на уровне Th12 позвонка, максимальный – 16 0 на уровне пятого и четвертого поясничных позвонков) и с 7 $^0\pm$ 1,2 0 до 12,7 $^0\pm$ 2,2 0 по выпуклой стороне

(при этом минимальный угол составил $2,4^0$ на уровне Th11 позвонка, максимальный – 16^0 на уровне пятого и четвертого поясничных позвонков). Анализ результатов, полученных при измерении педикулярного угла, показал большие значения данного показателя с выпуклой стороны сколиотической деформации.

Длина винтового пути на вершине сколиотической деформации составила $42,5 \pm 2,7$ мм по вогнутой стороне и $42,9 \pm 3,7$ мм по выпуклой стороне, при этом минимальная длина винтового пути равнялась 35 мм. Средняя длина винтового пути на протяжении сколиотической деформации позвоночника имела тенденцию к увеличению с $35 \pm 2,7$ мм до $49 \pm 2,7$ мм по вогнутой стороне искривления и с $37 \pm 2,4$ мм до $49,7 \pm 4,7$ мм по выпуклой стороне как для грудопоясничных, так и для поясничных локализаций деформации. При этом минимальная длина винтового пути равнялась 32 мм на уровне пятого грудного позвонка, а максимальная составила 59 мм на уровне пятого поясничного позвонка, как по вогнутой, так и по выпуклой стороне сколиотической деформации.

Показатели сагиттального и фронтального размеров тел позвонков увеличивались от уровня пятого грудного до пятого поясничного позвонков с $17,3 \pm 0,5$ до $40,2 \pm 2,5$ для сагиттального и с $27,1 \pm 0,7$ до $42,9 \pm 2,3$ для фронтального размеров. При сравнении показателей высоты тел позвонков с выпуклой и вогнутой сторон отмечалось их постепенное увеличение в кранио-каудальном направлении с $16,9 \pm 0,5$ до $30,1 \pm 2,2$. Каких либо значимых изменений в зависимости от степени деформации или торсии позвонков не было обнаружено.

Таким образом, использование КТ исследования позвоночного столба позволило уточнить анатомические и антропометрические особенности тел позвонков в дуге искривления у детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации. Это способствовало рациональному предоперационному планированию при выборе позвонков для установки транспедикулярных опорных элементов металлоконструкции, протяженности фиксации, количества и типоразмеров опорных элементов с целью

индивидуального подхода к варианту хирургической коррекции сколиотической деформации.

Исследование анатомо-антропометрических данных позвонков в контрольной группе исследования не проводили.

4.8. Показатели ротации позвонков

Исследование выполнено 68 пациентам основной группы наблюдения (81,96%). Среднее значение ротации позвонков на вершине искривления, измеренной в горизонтальной плоскости по данным компьютерной томографии, до оперативного лечения составило $30,2^{\circ} \pm 1,9^{\circ}$ (рис. 51, 52).

Максимальное значение – 55° у пациента 14 лет с идиопатическим левосторонним грудопоясничным кифосколиозом и максимальной величиной общего угла основной дуги в исследуемой группе – 112° .

Минимальное значение – $19,6^{\circ}$ у пациентки 15 лет с идиопатическим правосторонним грудопоясничным сколиоз IV ст. при величине деформации основной дуги в 65° .

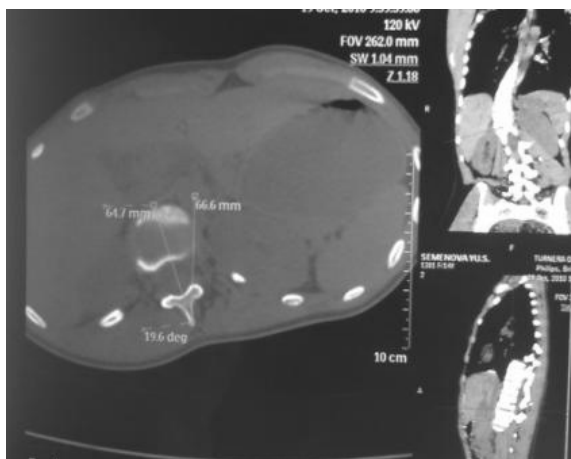


Рис. 51. Минимальное значение ротации позвонков на вершине дуги искривления $19,6^{\circ}$

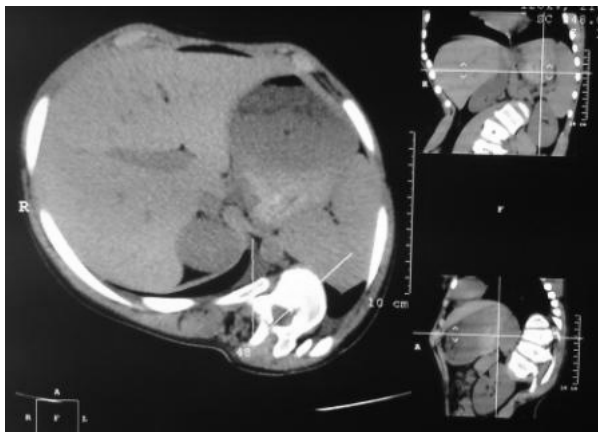


Рис. 52. Максимальное значение ротации позвонков
на вершине дуги искривления 55°

В контрольной группе исследование величины ротации тел позвонков на вершине деформации было выполнено у 20 (66,6%) пациентов и составило в среднем для груднопоясничных деформаций $43^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$ и $55^{\circ} \pm 3,1^{\circ}$ – для поясничных.

В основной группе исследования среднее значение ротации, измеренной в горизонтальной плоскости по данным компьютерной томографии, после оперативного лечения составило $15,4^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$ (от 12° до 42°), величина деротационного эффекта на вершине искривления в среднем составила $14,8^{\circ}$ (49%). Таким образом, в основной группе пациентов после проведенной операции с использованием современного спинального инструментария и хирургических технологий был достигнут выраженный истинный деротационный эффект позвонков на вершине основной дуги искривления. После хирургического вмешательства средняя величина деротации позвонков на вершине дуги деформации составила около 50%.

Исследование торсионных изменений позвонков после хирургического вмешательства в контрольной группе исследования не проводили, так как данная методика операции не ликвидирует этот компонент деформации.

ГЛАВА 5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДОПОЯСНИЧНОЙ И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Хирургическое лечение пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом остается актуальной и до конца нерешенной проблемой до настоящего времени. Сложность оперативной коррекции искривления позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом определяется множеством критериев, которые оказывают непосредственное влияние и должны учитываться при выборе методики хирургического вмешательства и оценке результатов операции. Целью хирургического лечения больных с идиопатическим сколиозом должна являться коррекция деформации во всех трех плоскостях, восстановление физиологических профилей позвоночника и баланса туловища, стабилизация достигнутого результата при помощи металлоконструкции, а также сохранение достигнутого эффекта в процессе жизни пациента.

В ходе диссертационной работы на основе архивного материала проведен сравнительный анализ отдаленных результатов (более 10 лет) хирургического лечения детей, оперированных с использованием гибридных конструкций (контрольная группа), и пациентов, которым коррекция деформации позвоночника осуществлена современными спинальными системами с использованием транспедикулярных опорных элементов (основная группа).

Сравнительная оценка результатов оперативного лечения пациентов с идиопатическим сколиозом груднопоясничной и поясничной локализаций в контрольной и основной группах наблюдения проведена на основе данных клинико-неврологического, лучевого (рентгенологический и компьютерно-томографический), биомеханического, электронейрофизиологического исследований и магнитно-резонансной томографии.

Время появления деформации позвоночника, темпов ее прогрессирования, жалоб пациентов и их характера, а также величины, локализации и

направленность основных дуг искривления показал идентичность основной и контрольной групп исследуемых пациентов, что позволило в дальнейшем проводить сравнительный анализ различных показателей. Ни у одного из больных в процессе обследования не отмечалось неврологических, двигательных, чувствительных и вегетативных расстройств.

5.1. Сравнительный анализ эффективности коррекции деформации позвоночника на основании лучевых методов исследования

При анализе рентгенограмм до и после оперативного лечения были получены следующие результаты. В основной группе пациентов средняя величина угла основной дуги сколиотической деформации во фронтальной плоскости в положении стоя до оперативного вмешательства составила $55,3^{\circ} \pm 12,7^{\circ}$ по Cobb; в сагиттальной плоскости величина грудного кифоза при груднопоясничных деформациях до операции колебалась от 0° до 30° (в среднем – $13,2^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$), величина поясничного лордоза до операции составила от 16° до 40° (в среднем – $15,4^{\circ} \pm 1,5^{\circ}$); величина грудного кифоза при поясничных типах искривления до операции колебалась от 13° до 32° (в среднем – $24,3^{\circ} \pm 1,4^{\circ}$), величина поясничного лордоза до операции составила от 32° до 49° (в среднем – $41,5^{\circ} \pm 2^{\circ}$). Средняя величина угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости после оперативного вмешательства для груднопоясничных деформаций составила $5,5^{\circ} \pm 0,4^{\circ}$ (коррекция составила $90,3\% \pm 5,1\%$) и для поясничных деформаций $7,2^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$ (коррекция составила $87,5\% \pm 6,5\%$), в сагиттальной плоскости средняя величина грудного кифоза составила $21,6^{\circ} \pm 2^{\circ}$ и поясничного лордоза – $29,2^{\circ} \pm 2,4^{\circ}$. Через 12 месяцев после оперативного вмешательства средняя величина угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости для груднопоясничных деформаций составила $6,3^{\circ} \pm 1,4^{\circ}$ (коррекция составила $88,3\% \pm 5,4\%$) и для поясничных деформаций $8,0^{\circ} \pm 1,6^{\circ}$ (коррекция составила $85,5\% \pm 5,5\%$); в сагиттальной плоскости средняя величина грудного кифоза составила $22,6^{\circ} \pm 2^{\circ}$ и поясничного лордоза $32,2^{\circ} \pm 2,7^{\circ}$. Через 2 года после хирургического лечения средняя величина угла основной дуги деформации во

фронтальной плоскости для груднопоясничных деформаций составила $6,5^0 \pm 1,4^0$ (коррекция составила $88,3\% \pm 5,4\%$) и для поясничных деформаций $9,2^0 \pm 1,6^0$ (коррекция составила $85,5\% \pm 5,5\%$), в сагиттальной плоскости средняя величина грудного кифоза составила $22,6^0 \pm 2^0$ и поясничного лордоза $32,2^0 \pm 2,7^0$. Среднее количество позвонков, вошедших в зону спондилодеза, в основной группе составило 10 ± 2 (от 5 до 14) при использовании многоопорной транспедикулярной корригирующей системы. При использовании вентрального корригирующего инструментария среднее количество позвонков, вошедших в зону спондилодеза, составило 6 ± 1 (от 5 до 7). Послеоперационная потеря коррекции в основной группе пациентов в отдаленный период наблюдения составила в среднем 7^0 .

В контрольной группе пациентов средняя величина угла основной дуги деформации во фронтальной плоскости в положении стоя до оперативного вмешательства составила $65,3^0 \pm 6,7^0$ по Cobb. В сагиттальной плоскости величина грудного кифоза при груднопоясничных деформациях до операции колебалась от 0^0 до 30^0 (в среднем – $13,2^0 \pm 1,2^0$), величина поясничного лордоза до операции составила от 16^0 до 40^0 (в среднем – $15,4^0 \pm 1,5^0$). Величина грудного кифоза при поясничных типах искривления до операции колебалась от 13^0 до 32^0 (в среднем – $24,3^0 \pm 1,4^0$), величина поясничного лордоза до операции составила от 32^0 до 49^0 (в среднем – $41,5^0 \pm 2^0$). После оперативного вмешательства средняя величина угла основной дуги сколиотической деформации во фронтальной плоскости для груднопоясничных деформаций составила $24,1^0 \pm 2,8^0$ (коррекция составила – $63,4\% \pm 3,1\%$) и для поясничных деформаций – $17,9^0 \pm 2,2^0$ (коррекция составила – $80,4\% \pm 4,5\%$), в сагиттальной плоскости средняя величина грудного кифоза была $12,6^0 \pm 2^0$ и поясничного лордоза – $18,2^0 \pm 2,4^0$ соответственно. Через 12 месяцев после хирургического вмешательства средняя величина угла основной дуги сколиотической деформации во фронтальной плоскости для груднопоясничных деформаций составила $27,1^0 \pm 4,8^0$ (коррекция – $58,9\% \pm 3,1\%$) и для поясничных деформаций – $20,9^0 \pm 2,6^0$ (коррекция – $68,5\% \pm 4,5\%$), в сагиттальной плоскости средняя величина грудного кифоза была $12,6^0 \pm 2^0$ и поясничного лордоза $18,2^0 \pm 2,4^0$ соответственно. Через 2 года после операции средняя величина угла

основной дуги деформации во фронтальной плоскости для грудопоясничных деформаций составила $30,1^0 \pm 2,8^0$ (коррекция – $56,4\% \pm 2,4\%$) и для поясничных деформаций $22,0^0 \pm 2,2^0$ (коррекция – $66,9\% \pm 3,5\%$), в сагиттальной плоскости средняя величина грудного кифоза – $12,6^0 \pm 2^0$ и поясничного лордоза – $18,2^0 \pm 2,4^0$. Через 15 лет после оперативного лечения средняя величина угла основной дуги сколиотической деформации во фронтальной плоскости для грудопоясничных деформаций составила $32,95^0 \pm 4,8^0$ (коррекция – $50,0\% \pm 2,4\%$) и для поясничных деформаций – $33,2^0 \pm 4,2^0$ (коррекция – $49,9\% \pm 2,5\%$), в сагиттальной плоскости средняя величина грудного кифоза составила $12,6^0 \pm 2^0$ и поясничного лордоза $18,2^0 \pm 2,4^0$. В зону дорсального спондилодеза у пациентов контрольной группы входило в среднем 12 ± 1 (от 12 до 14) позвонков. Послеоперационная потеря коррекции в контрольной группе пациентов в отдаленный период наблюдения составила в среднем 30^0 .

Рассматривая эффективность коррекции сколиотической дуги деформации при идиопатических сколиозах грудопоясничной и поясничной локализации III–IV степени с использованием современных систем транспедикулярной фиксации в зависимости от выбранного вида хирургического вмешательства, следует обратить внимание на то, что каждый из вариантов операции имеет четко очерченную область применения. Использование того или иного способа исправления искривления позвоночника при идиопатическом сколиозе зависит от величины основной дуги искривления, ее локализации, протяженности, мобильности и направленности основной дуги искривления.

Таким образом, анализируя полученные данные (табл. 16), достоверно доказана эффективность методики коррекции сколиотической деформации грудопоясничной и поясничной локализации с использованием вентрального корригирующего инструментария. Применение последнего позволило достичь коррекции деформации в пределах $94\% \pm 4,2\%$ и обеспечить истинный деротационный эффект тел позвонков в дуге искривления в среднем до 70%, устранить кифотический компонент деформации, сократить протяженность инструментального спондилодеза в среднем до 6 ± 1 (от 5 до 7) позвонков.

Таблица 16

Оценка эффективности коррекции сколиотической дуги деформации при идиопатических сколиозах грудопоясничной и поясничной локализации III-IV степени в зависимости от выбранного вида хирургического вмешательства в основной и контрольной группах (n=113)

			Вариант хирургического лечения				
			вентральны й доступ	дорсальны й доступ	двуком- понентный	трехком- понентный	гибридная метало- конструкц ия
Осн овна я груп па	зона спондилодеза		6±1	11±2 *	11±2 *☐	11±2 *☐∧	-
	Посл еопе рати онн ые пока зате ли	кифоз	17,5 ⁰ ±6,0 ⁰	17,5 ⁰ ±6,0 ⁰ *	17,5 ⁰ ±6,0 ⁰ *☐	17,5 ⁰ ±6,0 ⁰ *☐∧	-
		лордоз	23,6 ⁰ ±9,5 ⁰	23,6 ⁰ ±9,5 ⁰ *	23,6 ⁰ ±9,5 ⁰ *☐	23,6 ⁰ ±9,5 ⁰ *☐∧	-
		градусы	6,9 ⁰ ±0,28 ⁰	11,1 ⁰ ±3,9 ⁰ *	12,2 ⁰ ±0,89 ⁰ *☐	13,1 ⁰ ±0,59 ⁰ * ☐∧	-
		%	91,3±5,8	89,5±10,9 *	89,2±7,7 *☐	83,6±5,8 *☐∧	-
	деротационный эффект, %		70	49 *	45 *☐	30 *☐∧	-
Кон трол ьная груп па	зона спондилодеза		-	-	-	-	12±2 ∨
	После опера ционн ые показ атели	кифоз	-	-	-	-	12,6 ⁰ ±2,0 ⁰ ∨
		лордоз	-	-	-	-	18,2 ⁰ ±2,2 ⁰ ∨
		градусы	-	-	-	-	24,1 ⁰ ±2,8 ⁰ ∨
		%	-	-	-	-	63,4±3,1 ∨
	деротационный эффект (%)		-	-	-	-	-
Примечание: * - достоверность P≤0,05 между столбцами 1 и 2; 1и 3; 1 и 4;							
☐ - достоверность P≤0,05 между столбцами 2 и 3; 2 и 4; 2 и 5;							
∧ - достоверность P≤0,05 между столбцами 3 и 4;							
∨ - достоверность P≤0,05 между столбцами 1, 2, 3, 4 и 5.							

Использование дорсальных транспедикулярных спинальных систем в хирургическом лечении пациентов с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализаций позволило получить коррекцию деформации в пределах 89,5% $\pm$ 4,2%, достичь истинной деротации тел позвонков

в среднем до 49%, уменьшить протяженность металлофиксации в среднем до 10 ± 2 позвонков (от 5 до 14), а также обеспечить среднюю потерю коррекции в отдаленном периоде наблюдения не более 7^0 .

Использование систем транспедикулярной фиксации в сравнении с гибридными спинальными системами позволяет значительно эффективнее исправить деформацию позвоночника без неврологических осложнений, обеспечивает более быстрое восстановление показателей функции внешнего дыхания. Кроме того, они позволяют выполнить менее протяженную фиксацию по сравнению с гибридной стабилизирующей металлоконструкцией (см. табл. 16), сформировать нормальный грудной кифоз и поясничный лордоз без развития сегментарного гиперлордоза ниже зоны фиксации и развития ретролистеза последнего фиксированного позвонка. В связи с тем, что транспедикулярные опорные элементы воздействуют на все три колонны позвонка, они обеспечивают трехплоскостную коррекцию деформации, достоверно достигая истинного деротационного эффекта тел позвонков на вершине дуги искривления.

Таким образом, величина коррекции деформации позвоночника во фронтальной плоскости у пациентов основной группы составила на 29,3% больше по сравнению с контрольной. Кроме того, при коррекции деформации позвоночника с помощью гибридных металлоконструкций сразу после хирургического лечения отмечалась сглаженность грудного кифоза и поясничного лордоза до $13,2^0$ и $15,4^0$ соответственно. Это являлось существенным отличием от исправления груднопоясничных и поясничных типов искривления современными хирургическими методиками с использованием многоопорной металлоконструкции с транспедикулярными опорными элементами, при которых происходило восстановление физиологического сагиттального профиля позвоночника. Потеря величины достигнутой коррекции после хирургического вмешательства в отдаленном периоде наблюдения в группе пациентов с применением усовершенствованных и разработанных оперативных методик была на 23% меньше по сравнению с группой больных, у которых исправление деформации осуществляли при помощи гибридных спинальных систем.

Количество позвонков, вошедших в зону инструментального дорсального спондилодеза в основной группе, составило на 2 позвонка меньше по сравнению с контрольной.

5.2. Сравнительный анализ биомеханических показателей и деротационного эффекта тел позвонков на вершине деформации после оперативного лечения

С целью сравнительной оценки результатов коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации после оперативного лечения проведена оценка биомеханических показателей. В ходе исследования оценивали показатели проекции центра масс тела и распределения нагрузок на стопы во фронтальной и сагиттальной плоскостях (в зависимости от варианта сколиотической деформации и величины искривления позвоночника). Были обследованы 60 больных после коррекции сколиотической деформации позвоночника многоопорной корригирующей системой с транспедикулярными опорными элементами и 30 больных контрольной группы с применением гибридных металлоконструкций. На основании проведенного исследования установлено, что в основной группе наблюдения после операции отмечалось улучшение сагиттального баланса туловища в виде центрации проекции центра массы тела в пределах 72–98%. Также у этих больных отмечено равномерное распределение нагрузки между нижними конечностями после проведенного хирургического вмешательства в сравнении с дооперационным периодом. Эти параметры имели тенденцию к сохранению на протяжении отдаленного периода наблюдения за пациентами данной группы. В контрольной группе больных показатель улучшения сагиттального баланса после операции колебался в пределах от 40% до 70%. Однако в отдаленном периоде наблюдения у ряда больных (7 детей) данной группы отмечалась полная потеря сагиттального баланса.

По данным компьютерной томографии в основной группе исследования среднее значение ротации позвонков на вершине дуги искривления, измеренной в

горизонтальной плоскости, после оперативного лечения составило $15,4^0$ (от 12^0 до 42^0), величина деротационного эффекта на вершине искривления в среднем составила $14,8^0$ (49%). Таким образом, в основной группе пациентов после проведенной операции с использованием спинального инструментария с транспедикулярными опорными элементами и усовершенствованных хирургических технологий был достоверно достигнут выраженный истинный деротационный эффект позвонков на вершине основной дуги искривления. Торсионные изменения позвонков после хирургического вмешательства в контрольной группе исследования не устранялись, так как методика операции с применением гибридных металлоконструкций не ликвидирует этот компонент искривления.

В настоящее время в мировой практике стандартом хирургического лечения идиопатического сколиоза является исправление деформации позвоночника по методике Котреля-Дюбоссе.

Классическая технология коррекции деформации позвоночника по методике Котреля-Дюбоссе при идиопатическом сколиозе подразумевает приближение сколиотической дуги искривления к правильной фронтальной оси позвоночника путем трансляции за счет поворота стержня в ходе операции и последовательную сегментарную коррекцию деформации, включающую distraction и контракцию. Однако в ходе хирургического вмешательства с применением классической технологии CDI не происходит осуществление истинной деротации тел позвонков на вершине деформации и отмечается только приближение вершины искривления основной дуги искривления к правильной фронтальной оси. На основе архивного материала в результате выполненной операции с применением гибридных металлоконструкций коррекция составила 63,4%, причем в отдаленном периоде наблюдения отмечалась потеря достигнутого результата в среднем на 30^0 . Таким образом, этот метод не позволил обеспечить надежных стабильных длительных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы для коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом стали использовать транспедикулярные спинальные системы. Однако необходимо отметить, что при применении полисегментарных металлоконструкций с транспедикулярными опорными элементами у пациентов с идиопатическим сколиозом коррекция искривления сколиотической дуги, основанная на классических принципах Котреля-Дюбоссе, в ряде случаев не корректна, а иногда и невозможна, особенно это касается идиопатических сколиозов грудопоясничной и поясничной локализации. Это объясняется различной биомеханикой воздействия винтовых и гибридных металлоконструкций на колонны позвоночного столба.

Достигнутые результаты лечения пациентов с идиопатическим сколиозом объясняются применением спинальной системы с транспедикулярными опорными элементами. Транспедикулярная стабилизация является биомеханически выгодным методом фиксации позвоночника. Установка транспедикулярных винтов на всех уровнях сколиотической дуги является необходимым условием, дающим возможность получить максимальное воздействие на деформированный позвоночник как с точки зрения коррекции основной дуги искривления, так и получения истинного деротационного эффекта у позвонков на вершине искривления. Кроме того, применение транспедикулярных спинальных систем при коррекции идиопатического сколиоза обеспечивает достижение в ходе операции восстановления физиологически правильного фронтального и сагиттального профиля позвоночника в отличие от классической методики исправления деформации.

Отсутствие неврологических осложнений, как в ходе самой операции, так и в раннем послеоперационном периоде, объясняется правильным и корректным приложением корригирующих усилий в ходе вмешательства. Выбранная последовательность корригирующих манипуляций в ходе оперативного вмешательства, связанная с анатомо-антропометрическими особенностями

позвонков в дуге искривления и возможностью установки транспедикулярных опорных элементов на всем ее протяжении, позволяет достичь истинного деротационного эффекта позвонков на вершине искривления и максимальной коррекции самой деформации во всех плоскостях. Отсутствие потери коррекции в прямой проекции позвоночника в отдаленные периоды наблюдения возможно благодаря обеспечению значительной коррекции сколиотического компонента деформации, практически соответствующей физиологическому фронтальному профилю позвоночника, достижению горизонтализации верхних и нижних фиксированных позвонков и равномерным распределением нагрузки вдоль всей металлоконструкции в результате большого количества транспедикулярных опорных элементов спинальной системы. Кроме того, последние способствуют удержанию достигнутого результата в ходе хирургического вмешательства благодаря воздействию на все три опорные колонны позвонка.

Пациентам на основании данных рентгенологического исследования с учетом функциональных рентгенограмм осуществляли предоперационное планирование с определением зон установки транспедикулярных опорных элементов в тела позвонков на протяжении дуги искривления с учетом принципов деротационного маневра и сегментарной коррекции (дистракции и компрессии).

Учитывая величину основной дуги искривления, ее протяженность, мобильность и направленность, а также возраст пациента, разработаны различные варианты оперативного лечения идиопатического сколиоза грудопоясничной и поясничной локализации. Анатомо-антропометрические особенности тел позвонков, входящих в дугу искривления, позволили оценить возможность установки в них транспедикулярных опорных элементов и спланировать методику исправления сколиотической деформации и последовательность корригирующих манипуляций в ходе хирургического вмешательства.

К достоинствам вентральных корригирующих систем следует отнести хороший деротационный эффект тел позвонков на вершине дуги искривления, возможность устранить кифотический компонент деформации, сокращения зоны инструментального спондилодеза в среднем до 6 (от 5 до 7) позвонков. Однако

применение вентральных корригирующих систем имеет определенные ограничения, которые, прежде всего, обусловлены величиной основной дуги до 80^0 , ее протяженностью и количеством входящих в нее позвонков (не более 6–7) и отсутствием выраженной компенсаторной противодуги. Кроме того, использование передних спинальных систем может сопровождаться развитием осложнений, характерных для внутригрудных и забрюшинных операций, а инструментарий позволяет работать только в пределах одной (грудопоясничной или поясничной) дуги деформации. Следует отметить, что передняя инструментальная фиксация позвоночника обычно не применяется у детей и подростков с большой потенцией роста из-за риска развития синдрома «коленчатого вала» и при наличии компенсаторного противоискривления, при этом происходит его сагиттализирование.

При тяжелых ригидных формах грудопоясничного и поясничного сколиоза дополнительно осуществляли мобилизующие вмешательства на передних отделах позвоночника в объеме дискэктомии в сочетании с корпородезом на вершине дуги искривления.

Следует обратить внимание на то, что выполнение мобилизующих вмешательств на передних отделах позвоночника у детей с ригидными деформациями (мобильность основной дуги деформации более 51%) и высокой потенцией роста (тест Риссера 1-3) позволило в первом случае увеличить мобильность деформации и, как следствие, способствовало лучшей коррекции и формированию сагиттального баланса, а у пациентов с высокой потенцией роста при использовании задних многоопорных корригирующих систем – избежать формирования феномена коленчатого вала.

Трехкомпонентный вариант хирургического лечения с передним релизом и корпородезом, курсом постепенного скелетного HALO-феморального вытяжения и окончательной коррекцией и стабилизацией деформации задней многоопорной транспедикулярной корригирующей системой при тяжелых и ригидных деформациях является наиболее эффективным и оправданным, так как позволяет добиться более эффективного исправления деформации, подготовить спинной

мозг к корригирующему вмешательству и уменьшить риск развития тяжелых неврологических осложнений.

К достоинствам дорсальных корригирующих систем с транспедикулярными опорными элементами следует отнести хороший деротационный эффект, позволявший устранить кифотический компонент деформации, возможность сокращения зоны инструментального спондилодеза до 10 ± 2 (от 8 до 12) по сравнению с $12,8 \pm 1,2$ (от 12 до 14) позвонков при использовании оперативного лечения с применением гибридных металлоконструкций. При этом зона инструментальной фиксации никогда не перекрывает каудальный позвоночно-двигательный сегмент L5-S1 за исключением случаев дегенерации соответствующего диска, сопровождающейся болевым синдромом (т.н. LBP-синдром).

Таким образом, подход к хирургическому лечению идиопатического сколиоза должен быть индивидуальным. Тактические варианты оперативного лечения идиопатического сколиоза груднопоясничной и поясничной локализации должны учитывать возраст больного, потенциал его роста, тяжесть и ригидность (мобильность) основной дуги искривления. Анатомо-антропометрические особенности тел позвонков, входящих в дугу искривления, лежат в основе предоперационного планирования установки транспедикулярных опорных элементов, а, следовательно, и выбора методики коррекции идиопатического сколиоза и последовательности корригирующих манипуляций в ходе хирургического вмешательства.

ВЫВОДЫ

1. Оценка анатомо-антропометрических параметров тел позвонков в дуге искривления, основанная на размерах продольного и поперечного корня дуги и величине педикулярного угла, у детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации позволяет обеспечить рациональное предоперационное планирование при выборе позвонков для установки транспедикулярных опорных элементов.

2. Усовершенствованный способ коррекции идиопатического сколиоза грудопоясничной локализации у детей с использованием транспедикулярных опорных элементов за счет последовательности установки стержней и прямого давления на вершину искривления в ходе операции позволил улучшить коррекцию правосторонней сколиотической дуги искривления, сформировать правильный сагиттальный профиль фиксированного отдела, достичь истинного деротационного эффекта позвонков на вершине дуги, уменьшить протяженность металлофиксации и обеспечить меньшую потерю послеоперационной коррекции в отдаленном периоде наблюдения.

3. Коррекция деформации позвоночника при поясничном идиопатическом сколиозе передними системами составила $94\% \pm 4,2\%$ ($P \leq 0,05$), обеспечив истинный деротационный эффект тел позвонков на вершине искривления в среднем до 70% и протяженность инструментального спондилодеза в среднем до 6 позвонков. Использование дорсальных спинальных систем с транспедикулярными опорными элементами в хирургическом лечении пациентов с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации позволяет получить коррекцию деформации в пределах $89,5\% \pm 4,2\%$ ($P \leq 0,05$), достичь истинной деротации тел позвонков в среднем до 49%, инструментализировать в среднем 10 ± 2 и обеспечить среднюю потерю коррекции в отдаленном периоде наблюдения не более 7° .

4. Применение усовершенствованных методик коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и

поясничной локализации не оказывают отрицательного влияния на параметры ЭНМГ у оперированных пациентов.

5. Анализ результатов оперативного лечения детей с идиопатическим сколиозом груднопоясничной и поясничной локализации с применением транспедикулярных спинальных систем в сравнение с гибридными металлоконструкциями показал большую величину коррекции деформации позвоночника во фронтальной плоскости на 29,3% ($P \leq 0,05$), восстановление физиологического сагиттального профиля позвоночника и получение истинной деротации тел позвонков на вершине искривления, сохранение большей стабильности достигнутой коррекции в отдаленный период наблюдения больше на 23% и уменьшение протяженности металлофиксации на 2 позвонка.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Всем пациентам с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации до операции необходимо проведение компьютерно-томографического исследования деформированного отдела позвоночника с целью оценки анатомо-антропометрических особенностей тел позвонков в дуге искривления и возможности установки транспедикулярных опорных элементов.

2. Анатомо-антропометрические особенности тел позвонков основной дуги искривления лежат в основе возможности установки транспедикулярных опорных элементов металлоконструкции, применения хирургических технологий и последовательности корригирующих манипуляций в ходе операции, направленных на исправление деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе грудопоясничной и поясничной локализации III и IV степени.

3. Показаниями для применения вентральных корригирующих систем является величина сколиотической дуги искривления при грудопоясничных и поясничных деформациях до 80° и ее протяженность не более 7 позвонков.

4. У пациентов в возрасте от 14 до 17 лет с грудопоясничным и поясничным типами искривления при величине основной дуги деформации от 40° до 80° , количеством позвонков в дуге более 8, индексом мобильности от 0,11 до 0,5 и мобильностью основной дуги деформации более 20° возможно выполнение коррекции деформации только из заднего доступа с использованием металлоконструкции с транспедикулярными опорными элементами.

5. Пациентам в возрасте от 14 до 18 лет с углом деформации от 80° до 100° , ригидной основной дугой искривления, индексом мобильности основной дуги деформации от 0,51 до 0,81 и мобильностью основной дуги деформации от 10° до 20° показано одномоментное выполнение операции из двух доступов – дискапофизэктомия на вершине деформации из переднебокового доступа, коррекция и стабилизация деформации транспедикулярной металлоконструкцией из дорсального подхода.

6. При тяжелых и ригидных деформациях позвоночника грудопоясничной и поясничной локализации наиболее эффективным и оправданным является трехкомпонентное хирургическое лечение с передним релизом и корпородезом, курсом постепенного скелетного HALO-фemorального вытяжения и окончательной коррекцией и стабилизацией деформации задней многоопорной корригирующей транспедикулярной системой.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

CDI	– Cotrel–Dubousset
L	– поясничный
TL	– грудопоясничный
TSRH	– Texas Scottish Rite Hospital
ВП	– вызванные потенциалы
ЖЕЛ	– жизненная емкость легких
КТ	– компьютерная томография
МВЛ	– максимальная вентиляция легких
МРТ	– магнитно-резонансная томография
ПД	– потенциал действия
СПИ	– скорость проведения импульса
ЦКЛ	– центральная крестцовая линия
ЭКГ	– электрокардиография
ЭНМГ	– электронейромиография

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, Н.В. Состояние функции внутренних органов у больных сколиозом 3-4 степени / Н.В. Алексеева, Н.С. Малышкина, Е.Г. Ипполитова [и др.] // Бюл. Сибирского отделения РАМН. – 1996. – № 4. – С. 12.
2. Аронский, А.С. Торакальный доступ с отслойкой диафрагмы в хирургии распространенных форм туберкулезного спондилита грудопоясничной локализации : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Аронский А.С. – Л., 1977. – 19 с.
3. 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.
4. Ветрилэ, С.Т. Оценка эффективности одноэтапной хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника инструментарием Cotrel-Dubousset / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кисель, А.А. Кулешов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2004. – № 4. – С. 58–67.
5. Ветрилэ, С.Т. Дорсальная хирургическая коррекция сколиоза инструментарием Cotrel – Dubousset с предварительной галопельвиктацией и без нее / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, А.А. Кисель [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 4. – С. 32–39.
6. Ветрилэ, С.Т. Концепция оперативного лечения различных форм сколиоза с использованием современных технологий / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, В.В. Швец // Хирургия позвоночника – 2009. – № 4. – С. 21–30.
7. Ветрилэ, С.Т. Возможности компьютерной томографии в комплексной оценке сколиотической деформации позвоночника / С.Т. Ветрилэ, А.К. Морозов, А.А. Кисель [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2003. – Т. 1, № 1. – С. 11–20

8. Виссарионов, С.В. Варианты коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации / С.В. Виссарионов, Д.Н. Кокушин, А.П. Дроздецкий [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2012. – № 3. – С. 9–13.
9. Виссарионов, С.В. Технология использования 3D-КТ-навигации в хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом / С.В. Виссарионов, Д.Н. Кокушин, А.П. Дроздецкий [и др.] // Хирургия позвоночника – 2012. – № 1. С. 41–47.
10. Вреден, Р.Р. К вопросу об оперативном лечении тяжелых сколиозов / Р.Р. Вреден // Вестник хирургии и пограничных областей. – 1925. – Т. 5, № 10-11. – С. 8–11.
11. Гиппократ. Избранные книги / пер. В.И. Руднева. – М. : Сварог, 1994. – 736 с.
12. Елизаров, В.Г. Техника Харрингтона в лечении сколиоза у взрослых: биомеханический анализ, модификация / В.Г. Елизаров, И.В. Буслов, О.Р. Герасимов // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1989. – № 5. – С. 26–29.
13. Казьмин, А.И. О груднопоясничном типе сколиоза / А.И. Казьмин, И.И. Плотникова // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1968. – № 6. – С. 27–30.
14. Казьмин, А.И. Сколиоз / А.И. Казьмин, И.И. Кон, В.Е. Беленький. – М. : Медицина, 1981. – 272 с.
15. Колесов, С.В. Особенности коррекции сколиотических деформаций позвоночника из вентрального доступа / С.В. Колесов, С.А. Кудряшов, И.А. Шавырин [и др.] // Хирургия позвоночника – 2009. – № 4. – С. 15–20.
16. Комаревцев, С.Л. Диагностика, прогнозирование и особенности лечебной тактики поясничных диспластических сколиозов : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Комаревцев С.Л. – Л., 1983. – 18 с.
17. Кон, И.И. 20-летний опыт консервативного лечения детей и подростков, больных сколиозом, в условиях специализированной санаторной школы–

- интерната (3647 наблюдений) / И.И. Кон, Р.Д. Назарова // Актуальные вопросы профилактики и лечения сколиоза у детей. – М. : ЦИТО, 1984. – С. 78–86.
18. Корж, А.А. Классификация оперативных доступов к телам грудных и поясничных позвонков / А.А. Корж, Н.И. Хвисюк // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 1967. – № 10. – С. 62–67.
 19. Кулешов, А.А. Эффективность различных методов хирургического вмешательства на межпозвонковых дисках при сколиозе : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Кулешов А.А. – М., 1994. – 24 с.
 20. Михайловский, М.В. Инструментарий Cotrel-Dubousset в хирургии идиопатического сколиоза / М.В. Михайловский, Н.Г. Фомичев, В.В. Новиков [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 1999. – № 2. – С. 3–7.
 21. Михайловский, М.В. Хирургия деформаций позвоночника / М.В. Михайловский, Н.Г. Фомичев. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2002. – 428 с.
 22. Михайловский, М.В. Хирургическое лечение идиопатических сколиозов грудной локализации / М.В. Михайловский, В.В. Новиков, А.С. Васюра [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2006. – № 1. – С. 25–32.
 23. Ортопедия: национальное руководство / под ред. С.П. Миронова, Г.П. Котельникова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – С. 335–337.
 24. Пожарский, В.П. Оперативная коррекция позвоночника при диспластических сколиозах III степени поясничной локализации / В.П. Пожарский, Ю.В. Панфилов, Р.В. Алиев // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии : матер. науч.-практ. конф. детских ортопедов-травматологов. – СПб., 1993. – С. 71–72.
 25. Поздников, Ю.И., Лечение сколиоза по методике Харрингтона – Люка / Ю.И. Поздников, Ю.Н. Рыжаков, А.Н. Микиашвили // Проблемы травматологии и ортопедии : тез. докл. VI съезда травматологов-ортопедов Прибалтийских республик. – Таллин, 1990. – Т. 2. – С. 20–27.

26. Поздникин, Ю.И. Характеристика патологии опорно-двигательного аппарата у детей Санкт-Петербурга / Ю.И. Поздникин, А.В. Овечкина, К.С. Соловьева [и др.] // Российский национальный конгресс «Человек и его здоровье» : материалы. – СПб., 1998. – С. 128.
27. Поздникин, Ю.И. Хирургическая коррекция деформаций позвоночника при системных заболеваниях / Ю.И. Поздникин // Вестн. травматологии ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 1996. – № 4. – С. 7–11.
28. Райе, Р.Э. Исходы оперативного лечения сколиоза у детей и подростков / Р.Э. Райе // Актуальные вопросы профилактики и лечения сколиоза у детей : матер. всесоюз. симпоз. детских ортопедов-травматологов. – М., 1984. – С. 135–137.
29. Рубашкин, С.А. Анатомо-морфометрическое обоснование хирургической коррекции сколиотической деформации : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Рубашкин С.А. – Саратов, 2008. – 23 с.
30. Садовой, М.А. Компьютерная оптическая система диагностики деформаций позвоночника у детей / М.А. Садовой, Н.Г. Фомичев // Травматология и ортопедия России. – 1994. – № 3. – С. 43–51.
31. Стоков Л.Д. Отдаленные результаты хирургического лечения больных сколиозом : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Стоков Л.Д. – М., 1979. – 22 с.
32. Стоков, Л. Сегментно грьбначно фиксиране и мястото при задне вертеброеза / Л. Стоков, К. Кожухаров // Ортопедия и травматология (София). – 1989. – Т. XXVI, кн. 2. – С. 18–21.
33. Ульрих, Э.В. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках / А.Ю. Мушкин, Э.В. Ульрих. – СПб. : ЭЛБИ, 2002. – 185 с.
34. Хирургические доступы к позвоночнику при распространенном туберкулезном спондилите и его последствиях : метод. рекомендации / сост. : Д.Г. Коваленко, А.Ф. Ракитянская, А.С. Аронский; ЛНИИХТ. – Л., 1975. – 31 с.
35. Цивьян, Я.Л. Хирургия позвоночника / Я.Л. Цивьян. – М. : Медицина, 1966. – 311 с.

- 36.Цивьян, Я.Л. Сколиотическая болезнь и ее лечение / Я.Л. Цивьян. – Ташкент : Медицина, 1972. – 221 с.
- 37.Цивьян, Я.Л. Хирургия позвоночника / Я.Л. Цивьян. – Новосибирск : изд-во Новосибирского ун-та, 1993. – 364 с.
- 38.Швец, В.В. Эффективность хирургической коррекции и стабилизации сколиотической деформации при различных операциях с применением дистрактора Харрингтона с боковой тягой : автореф. дис. ...канд. мед. наук / Швец В.В. – М., 1997. – 24 с.
- 39.Шевченко, С.Д. Хирургическая коррекция позвоночника и грудной клетки при тяжелых формах сколиоза : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Шевченко С.Д. – Харьков, 1983. – 24 с.
- 40.Aaro, S. The effect of Harrington instrumentation on the sagittal configuration and mobility of the spine in scoliosis / S. Aaro, G. Ohlen // Spine. – 1983. – Vol. 8, N 6. – P. 570–575.
- 41.Albers, H.W. Comparison of single- and dual-rod techniques for posterior spinal instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis / H.W. Albers, M.T. Hresko, J. Carlson, J.E. Hall // Spine. – 2000. – Vol. 25, N 15. – P. 1944–1949.
- 42.Barr, S.J. Lumbar pedicle screw versus hooks. Results in double major curves in adolescent idiopathic scoliosis / S.J. Barr, A.M. Schuette, J.B. Emans // Spine. – 1997. – Vol. 20. – P. 1369–1379.
- 43.Belmont, P.J. In vivo accuracy of thoracic pedicle screws / P.J. Belmont, W.R. Klemme, A. Dhawan, D.W. Polly // Spine. – 2001. – Vol. 26, N 21. – P. 2340–2346.
- 44.Belmont, P.J. Accuracy of thoracic pedicle screws in patients with and without coronal plane spinal deformities / P.J. Belmont, W.R. Klemme, A. Dhawan, D.W. Polly // Spine. – 2002. – Vol. 27, N. 14. – P. 1558–1566.
- 45.Benli, I. The results of anterior fusion and Cotrel-Dubousset-Hopf instrumentation idiopathic scoliosis / I. Benli, S. Akalin, M. Kis [et al.] // Eur. Spine J. – 2000. – Vol. 9, N 6. – P. 505–515.

46. Benli, I. Isola spinal instrumentation system for idiopathic scoliosis / I. Benli, S. Akalin, E. Audin [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2001. – Vol. 121, N 1-2. – P. 17–25.
47. Benson, D.R. Roentgenographic evaluation of vertebral rotation / D.R. Benson, A.B. Schultz, R.L. Dewald // J. Bone Joint Surg. – 1976. – Vol. 58-A. – P. 1125–1129.
48. Bentley, G. The treatment of scoliosis in muscular dystrophy using modified Luque and Harrington-Luque instrumentation / G. Bentley, F. Haddad, T. Bull, D. Seingry // J. Bone Joint Surg. – 2001. – Vol. 83, N 1. – P. 22–28.
49. Bidre, U. Pedicle morphometry in patients with adolescent idiopathic scoliosis / U. Bidre, M. Devkant, K. Pankaj [et al.] // Indian J. Orthop. – 2010. – Vol. 44, N 2. – P. 169–176.
50. Birch, J.G. Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis – a preliminary report / J.G. Birch, J.A. Herring, J.W. Roach, C.E. Johnston // Clin. Orthop. – 1988. – N 227. – P. 24–29.
51. Booth, K.C. Complication and predictive factors for the successful treatment of flatback deformity (fixed sagittal imbalance) / K.C. Booth, K.H. Bridwell, L.G. Lenke // Spine. – 1999. – Vol. 24, N 16. – P. 1712–1720.
52. Briard, J. Adult lumbar scoliosis / J. Briard, D. Jegou, J. Cauchoix // Spine. – 1979. – Vol. 4, N 6. – P. 526–532.
53. Bridwell, K.H. Coronal decompensation produced by Cotrel–Dobousset “derotation” maneuver for idiopathic right thoracic scoliosis / K.H. Bridwell, J.W. McAllister, R.R. Betz // Spine. – 1991. – Vol. 16. – P. 769–777.
54. 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, N 3. – P. 324–331.
55. Bridwell, K.H. Surgical treatment of idiopathic adolescent scoliosis / K.H. Bridwell // Spine. – 1999. – Vol. 24. – P. 2607–2616.

56. Bullmann, V. Combined anterior and posterior instrumentation in severe and rigid idiopathic scoliosis / H.F.H. Halm, T. Schulte [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2006. – Vol. 15, N 4. – P. 440–448.
57. Burton, D.S. The selection of fusion levels using torsional correction techniques in the surgical of idiopathic scoliosis / D.S. Burton, M.A. Asher, S.M. Lai // *Spine.* – 1999. – Vol. 24. – P. 1728–1739.
58. Butte, F.L. Scoliosis treated by the wedging jacket: Selection of the area to be fused / F.L. Butte // *Spine.* – 1938. – Vol. 20. – P. 1–22.
59. Buttermann, G. Anterior and posterior allografts in symptomatic thoracolumbar deformity / G. Buttermann, P. Glazer, S. Hu, D. Bradford // *J. Spinal Disord.* – 2001. – Vol. 14, N 1. – P. 54–66.
60. Casey, M.P. The effect of Harrington rod contouring on lumbar lordosis / M.P. Casey, M.A. Asher, R.R. Jacobs // *Spine.* – 1987. – Vol. 12. – P. 750–753.
61. Chanem, I.B. Intraoperative optoelectronic analysis if the 3D vertebral displacement after Cotrel-Dobousset rod rotation / I.B. Chanem, F. Hagnere, J.F. Dubousset, B. Watier // *Spine.* – 1997. – Vol. 22, N 16. – P. 1913–1921.
62. Cinotti, G. Pedicle insrtumentation in the thoracic spine: a morphometric and cadaveric study for placement of screws / G. Cinotti, S. Gumina, M. Ripani // *Spine.* – 1999. – Vol. 24. – P. 114–119.
63. *Complication in orthopedic surgery* / ed. C.H. Epps Jr. – Philadelphia : Lippincott, 1986. – 1447 p.
64. Connolly, P.J. Adolescent idiopathic scoliosis: long-term effect of instrumentation extending to the lumbar spine / P.J. Connolly, H.P. Von Schroeder, G.E. Johnson // *J. Bone Joint Surg.* – 1995. – Vol. 77-A. – P. 1210–1216.
65. Cotrel, Y. New universal instrumentation in spinal surgery / Y. Cotrel, J. Dubousset, M. Guillaumat // *Clin. Orthop.* – 1988. – N 227. – P. 10–29.
66. Cummings, R.J. Intraobserver reliability and interobserver reproducibility of the system of King et al. for the classification of adolescent idiopathic scoliosis / R.J.

- Cummings, E.A. Loveless, J. Campbell, S. Samelson // J. Bone Joint Surg. – 1998. – Vol. 80-A, N. 8. – P. 1107–1111.
- 67.Cundy, P.J. Cotrel-Dubousset instrumentation and vertebral rotation in adolescent idiopathic scoliosis / P.J. Cundy, D.S. Paterson, T.M. Hillier // J. Bone Joint Surg. – 1990. – Vol. 72-B, N 4. – P. 670–674.
- 68.Danielsson, A.J. Childbearing, curve progression, and sexual function in women 22 years after treatment for adolescent Idiopathic scoliosis. A case-control study / A.J. Danielsson, A.L. Nachemson // Spine. – 2001. – Vol. 26, N 13. – P. 1449–1456.
- 69.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.
- 70.Davis, M.A. Posterior spinal fusion versus anterior/posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis: a decision analysis / M.A. Davis // Spine. – 2009. – Vol. 34. – P. 2318–2323.
- 71.Dawson, E.G. A Comparison of different methods used to diagnose pseudarthrosis following posterior spinal fusion for scoliosis / E.G. Dawson, T.J. Clader, L.W. Bassett // J. Bone Joint Surg. – 1985. – Vol. 67-A, N8. – P. 1153–1159.
- 72.Delecrin, J. A synthetic porous ceramic as a bone craft substitute in the surgical management of scoliosis / J. Delecrin, S. Takahashi, F. Gouin, N. Passuti // Spine.– 2000. – Vol. 25. – P. 563–569.
- 73.Delorme, S. Intraoperative comparison of two instrumentation techniques for the correction of adolescent idiopathic scoliosis. Rod rotation and translation / S. Delorme, H. Labelle, C.E. Aubin [et al.] // Spine. – 1999. – Vol. 24, N 19. – P. 2011–2018.
- 74.Delorme, S. A three-dimensional radiographic comparison of Cotrel-Dubousset and Colorado instrumentations for the correction of idiopathic scoliosis / S. Delorme, H. Labelle, C.E. Aubin [et al.] // Spine. – 2000. – Vol. 25, N 2. – P. 205–210.

75. Dickson, R.A. Surgical treatment of late-onset idiopathic thoracic scoliosis. The Leeds procedure / R.A. Dickson, J.A. Archer // *Eur. Spine J.* – 1987. – Vol. 69-B, N 5. – P. 709–714.
76. Dommissee, G.F. The blood supply of the human spinal cord: A critical vascular factor in spinal surgery / G.F. Dommissee // *J. Bone Joint Surg.* – 1974. – Vol. 56-B. – P. 225.
77. Donovan, D.J. The removal of a transdural pedicle screw for thoracolumbar spine fracture / D.J. Donovan, D.W. Polly, S.L. Ondra // *Spine.* – 1996. – Vol. 21. – P. 2495–2498.
78. Dove, J. Internal fixation of the lumbar spine: the Hartshill rectangle / J. Dove // *Clin. Orthop.* – 1986. – Vol. 203. – P. 135–140.
79. Dove, J. Segmental wiring for spinal deformity. A morbidity report / J. Dove // *Spine.* – 1989. – Vol. 14, N 2. – P. 229–231.
80. Drerup, B. Improvements in measuring vertebral rotation from the projections of the pedicles / B. Drerup // *J. Biomech.* – 1985. – Vol. 18. – P. 369–378.
81. Dubousset, J. The Crankshaft phenomenon / J. Dubousset, J.A. Herring, H. Shufflebarger // *J. Pediatr. Orthop.* – 1989. – Vol. 9, N 5. – P. 541–550.
82. Dwyer, A.F. An anterior approach to scoliosis – a preliminary report / A.F. Dwyer, N.C. Newton, A.A. Sherwood // *Clin. Orthop.* – 1969. – N 62. – P. 192–202.
83. Dwyer, A.F. Anterior approach to scoliosis. Result of treatment in 51 cases / A.F. Dwyer, M.F. Schafer // *J. Bone Joint Surg.* – 1974. – Vol. 56-B, N 2. – P. 218–224.
84. Edgar, M.A. Long-term follow-up of fused and unfused idiopathic scoliosis / M.A. Edgar, M.H. Mehta // *J. Bone Joint Surg.* – 1988. – Vol. 70-B. – P. 712–716.
85. Elfstrom, D. Telemetry recording of forces in the Harrington distraction rod: A method of increasing safety in the operative treatment of scoliosis patients / D. Elfstrom, A. Nachemson // *Clin. Orthop.* – 1973. – N 93. – P. 158.

- 86.Ebraheim, N.A. Anatomic relations between the lumbar pedicle and the adjacent neural structures / N.A. Ebraheim, R. Xu, M. Darwich, R.A. Yeasting // *Spine*. – 1997. – Vol. 22. – P. 2338–2341.
- 87.Erker, M.L. Computer tomography evaluation of CDI in idiopathic scoliosis / M.L. Erker, R.R. Betz, P. Trent // *Spine*. – 1988. – Vol. 13. – P. 1141–1144.
- 88.Ferguson, A.V. The study and treatment of scoliosis / A.V. Ferguson // *South. Med. J.* – 1930. – Vol. 23. – P. 116–120.
- 89.Fich, R. Comparison of Cotrel-Dubousset and Harrington rod instrumentations in idiopathic scoliosis / R. Fitch, M. Turi, B Bowman [et al.] // *Pediatr. Orthop.* – 1990. – N 10. – P. 44–44.
- 90.Frankel, H.L Ascending cord lesion in the early stages following spinal injury / H.L. Frankel // *Paraplegia*. – 1969. – Vol. 7, N 2. – P. 111–118.
- 91.Gardner-Morse, M. 3D-simulation of the scoliosis derotation maneuver with CDI / M. Gardner-Morse, I. Stokes // *J. Biomech.* – 1994. – Vol. 27. – P. 177–181.
- 92.Girardi, F.P. Safety of sublaminar wires with Isola instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis / F.P. Girardi, O. Boachie-Adjei, B.A. Rawlins // *Spine*. – 2000. – Vol. 25. – P. 691–695.
- 93.Goldstein, L.A. The surgical management of scoliosis / L.A. Goldstein // *Clin. Orthop.* – 1964. – N 35. – P. 95–115.
- 94.Goldstein, L.A. The surgical management of scoliosis / L.A. Goldstein // *J. Bone Joint Surg.* – 1966. – Vol. 48-A. – P. 167–196.
- 95.Goldstein, L.A. The surgical management of scoliosis / L.A. Goldstein // *Clin. Orthop.* – 1971. – N 77. – P. 32–56.
- 96.Gotze, C. Surgical correction and stabilization of neuromuscular scoliosis – 2-4 year results of dorsal and one-stage ventro-dorsal operated patients / C. Gotze, L. Hackenberg, U. Liljenqvist, H. Halm // *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* – 2001. – Bd. 139, H. 1. – S. 31–39.
- 97.Grey, J.M. Derotational analysis of Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis / J.M. Grey, B.W. Smith // *Spine*. – 1991. – Vol. 16, N 8. – P. 391–393.

98. Gruca, A. The pathogenesis and of idiopathic scoliosis / A. Gruca // J. Bone Joint Surg. – 1958. – Vol. 40-A, N 3. – P. 570–584.
99. Guidera, K.J. Cotrel-Dubousset instrumentation: Results in 52 patients / K.J. Guidera, J. Hooten, W. Weatherly [et al.] // Spine. – 1993. – Vol. 18. – P. 427–431.
100. Hackenberg, L. Axial and tangential fixation strength of pedicle screws versus hooks in the thoracic spine in relation to bone mineral density / L. Hackenberg, T. Link, U. Liljenqvist // Spine. – 2002. – Vol. 27, N 9. – P. 937–942.
101. Halm, H.F. Halm-Zielke instrumentation for primary stable anterior scoliosis surgery: operative technique and 2-year results in ten consecutive adolescent idiopathic scoliosis patients within a prospective clinical trial / H.F. Halm, U. Liljenqvist, T. Niemeyer [et al.] // Eur. Spine J. – 1998. – Vol. 7, N 5. – P. 429–434.
102. Hamill, C.L. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis: Is it warranted? / C.L. Hamill, L.G. Lencke, K.H. Bridwell [et al.] // Spine. – 1996. – Vol. 21. – P. 1241–1249.
103. Harrington, P.R. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation / P.R. Harrington // J. Bone Joint Surg. – 1962. – Vol. 44-A, N 4. – P. 591–610.
104. Harrington, P.R. Technical details in relation to the successful use of instrumentation in scoliosis / P.R. Harrington // Orthop. Clin. North Am. – 1972. – Vol. 3, N 1. – P. 49–67.
105. Harrington, P.R. An eleven-year clinical investigation of Harrington instrumentation: A preliminary report on 578 cases / P.R. Harrington, J.H. Dickson // Clin. Orthop. – 1973. – N 93. – P. 113.
106. Hayes, M.A. Clinical and radiological evaluation of lumbosacral motion below fusion levels in idiopathic scoliosis / M.A. Hayes, S.F. Tompkins, W.A. Herndon // Spine. – 1988. – Vol. 13. – P. 1161–1167.

107. Heine, J. Histologische untersuchungen der kleinen wirbelgelenke bei patienten mit lumbalscoliose / J. Heine, U. Rodegerdts, I.W. Munster // Z. Orthop. – 1979. – Bd. 117, H. 4. – S. 600.
108. Hibbs, R.A. Scoliosis treated by the fusion operation. An end–result study of three hundred end sixty cases / R.A. Hibbs, J.S. Risser, A.V. Ferguson // J. Bone Joint Surg. – 1931. –Vol. 13. – P. 91–104.
109. Hopf, C. CDH: preliminary report of new anterior instrumentation / C. Hopf, P. Eysel, J. Dubousset // Eur. Spine J. – 1995. – Vol. 4. – P. 194–199
110. Ho, E.K. A comparative study of CT and plain radiographic methods to measure vertebral rotation in adolescent idiopathic scoliosis / E.K. Ho, S.S. Upadhyay, L. Ferris, F.L. Chan // Spine. – 1992. – Vol. 17. – P. 771–774.
111. Hullin, M.G. The effect of Luque segmental sublaminar instrumentation on the rib hump in idiopathic scoliosis / M.G. Hullin, M.J. McMaster, E.R. Draper, E.S. Duff // Spine. – 1991. – Vol. 16, N 4. – P. 402–408.
112. Hwang, S.W. Comparison of 5-year outcomes between pedicle screw and hybrid constructs in adolescent idiopathic scoliosis / S.W. Hwang, A.F. Samdani, B. Wormser [et al.] // J. Neurosurg. Spine. – 2012. – Vol. 17, N 3. – P. 212–219.
113. Jarvis, J.G. Adolescent idiopathic scoliosis. Correction of vertebral rotation with use of Wisconsin segmental spinal instrumentation / J.G. Jarvis, R.N. Greene // J. Bone Joint Surg. – 1996. – Vol. 78-A, N 11. – P. 1707–1712.
114. Jaumard, N.V. Spinal facet joint biomechanics and mechanotransduction in normal, injury and degenerative conditions / N.V. Jaumard, W.C. Welch, B.A. Winkelstein // J. Biomech. Eng. – 2011. – Vol. 133, N 7. doi: 10.1115/1.4004493.
115. Johnston, C.E. Delayed paraplegia complicating sublaminar segmental spinal instrumentation / C.E. Johnston, L.T. Happel, R. Norris // J. Bone Joint Surg. – 1986. – Vol. 68-A. – P. 556–563.
116. Jonge, T. Sagittal plane correction in idiopathic scoliosis / T. Jonge, J.F. Dubousset, T. Illes // Spine. – 2002. – Vol. 27, N 7. P. 745–761.

117. Kalen, V. The behavior of the unfused lumbar curve following selective thoracic fusion for idiopathic scoliosis / V. Kalen, M. Conklin // *Spine*. – 1990. – Vol. 15. – P. 271–274.
118. Kaneda, K. Results with Zielke instrumentation for idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis / K. Kaneda, N. Fujiya, S. Satoh // *Clin. Orthop.* – 1986. – N 205. – P. 195–203.
119. Kaneda, K. New anterior instrumentation for management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system / K. Kaneda, Y. Shono, S. Satoh [et al.] // *Spine*. – 1996. – Vol. 21, N 10. – P. 1250–1261.
120. Kim, Y.J. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis / Y.J. Kim, L.G. Lenke, J. Kim [et al.] // *Spine*. – 2006. – Vol. 31. – P. 291–298.
121. King, H.A. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis / H.A. King, J.H. Moe, D.S. Bradford, R.B. Winter // *J. Bone Joint Surg.* – 1983. – Vol. 65-A. – P. 1302–1313.
122. Kirkham, B.W. Rotational changes of the vertebral pelvic axis after sublaminar instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis / B.W. Kirkham, J.M. Olsewski, M.J. Schendel [et al.] // *Spine*. – 1997. – Vol. 22, N 1. – P. 51–57.
123. Knoeller, S.M. Historical perspective. history of spinal surgery / S.M. Knoeller, C. Seifried // *Spine*. – 2000. – Vol. 25, N 21. – P. 2838–2843.
124. Kojima, T. Quantitation of three-dimensional deformity of idiopathic scoliosis / T. Kojima, Kurokawa T. // *Spine*. – 1992. – Vol. 17, 3S. – P. S22–S29.
125. Krismer, M. Scoliotic correction by CDI: The effect of derotation and three dimensional correction / M. Krismer, R. Bauer, W. Sterzinger // *Spine*. – 1992. – Vol. 17. – P. 263S–269S.
126. Krismer, M. Axial rotation measurement of scoliotic vertebrae by means of CT scans / M. Krismer, M. Krismer, W. Sterzinger // *Spine*. – 1996. – Vol. 21. – P. 576–581.

127. Kuklo, T.R. Monaxial versus multiaxial thoracic screws in the correction of adolescent idiopathic scoliosis / T.R. Kuklo, B.K. Potter, D.W. Polly [et al.] // Spine. 2005. – Vol. 30. – P. 2113–2120.
128. Labelle, H. Comparison between preoperative and postoperative three-dimensional reconstructions of idiopathic scoliosis with the Cotrel-Dubousset procedure / H. Labelle, J. Dansereau, C. Bellefleur // Spine. – 1995. – Vol. 20. – P. 2487–2492.
129. Large, D.F. Surgical treatment of double major scoliosis. Improvement of the lumbar curve after fusion of the thoracic curve / D.F. Large, W.G. Doig, D.R. Dickens [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 1991. – Vol. 73-B, N 1. – P. 121–124.
130. Lee, C.S. The Crankshaft Phenomenon after posterior Harrington fusion in skeletally immature patients with thoracic or thoracolumbar idiopathic scoliosis followed to maturity / C.S. Lee, A.L. Nachemson // Spine. – 1997. – Vol. 22, N 1. – P. 58–67.
131. Lee, G.A. Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis / G.A. Lee, R.R. Betz, D.H. Clements, G.K. Huss // Spine. – 1999. – Vol. 24, N 8. – P. 795–799.
132. Lenke, L.G. Analysis of pulmonary function and axis rotation in adolescent and young adult idiopathic scoliosis patients treated with CDI / L.G. Lenke, K.H. Bridwell, C. Baldus // J. Spinal Disord. – 1992. – Vol. 5. – P. 16–25.
133. Lenke, L.G. Cotrel-Dubousset instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis / L.G. Lenke, K.H. Bridwell, C. Baldus // J. Bone Joint Surg. – 1992. – Vol. 74-A, N 7. – P. 1056–1067.
134. Lenke, L.G. Multisurgeon assessment of surgical decision-making in adolescent idiopathic scoliosis / L.G. Lenke, R.R. Betz, T.R. Hafer [et al.] // Spine. – 2001. – Vol. 26. – P. 2347–2353.
135. Lenke, L.G., Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis / L.G. Lenke, R.R. Betz, J. Harms [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 2001. – Vol. 83-A, N 8. – P. 1169–1181.

136. Liljenqvist, U.R. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis / U.R. Liljenqvist, H.F. Halm, T.M. Link // *Spine*. – 1997. – Vol. 22. – P. 2239–2245.
137. Liljenqvist, U.R. Analysis of vertebral morphology in idiopathic scoliosis with use of MRI and multiplanar reconstruction / U.R. Liljenqvist, T. Allkemper, L. Hackenberg [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 2002. – Vol. 84-A, N 3. – P. 359–368.
138. Logue, E. Idiopathic scoliosis: new instrumentation for surgical management / E. Logue, J. Sarwark // *J. AAOS*. – 1994. – Vol. 2, N 1. – P. 67–77.
139. Lonstein, J.E. Congenital spine deformities. Scoliosis, kyphosis and lordosis / J.E. Lonstein // *Orthop. Clin. North Am.* – 1999. – Vol. 30, N 3. – P. 387–405.
140. Luque, E.R. Paralytic scoliosis in growing children / E.R. Luque // *Clin. Orthop.* – 1982. – N 163. – P. 202–209.
141. Luque, E.R. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis / E.R. Luque // *Clin. Orthop.* – 1982. – N 163. – P. 192–198.
142. MacEwen, G.D. Acute neurological complication in the treatment of scoliosis: A report of the SRS / G.D. MacEwen, W.P. Bunnell, K. Sriram // *J. Bone Joint Surg.* – 1975. – Vol. 57-A. – P. 404–408.
143. Marchesi, D.G. Changes in vertebral rotation after Harrington and Luque instrumentation for idiopathic scoliosis / D.G. Marchesi, E.E. Transfeldt, D.S. Bradford, K.B. Heithoff // *Spine*. – 1992. – Vol. 17. – P. 775–780.
144. Mason, D.E. Spinal decompensation in CDI / D.E. Mason, P. Carango // *Spine*. – 1991. – Vol. 16. – P. S394–S403.
145. Matteri, R.E. A biplane radiographic method of determining vertebral rotation in postmortem specimens / R.E. Matteri, M.H. Pope, J.W. Frymoyer // *Clin. Orthop.* – 1976. – N 116. – P. 95–98.
146. McCall, R.E. Criteria for selective fusion in idiopathic scoliosis using CDI / R.E. McCall, W. Bronson // *J. Pediatr. Orthop.* – 1992. – Vol. 12. – P. 475–479.

147. McCollough, N.C. Nonoperative treatment of idiopathic scoliosis using surface electrical stimulation / N.C. McCollough // *Spine*. – 1986. – Vol. 11. – P. 802–804.
148. McMaster, M.J. Luque rod instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A comparative study with Harrington instrumentation / M.J. McMaster // *J. Bone Joint Surg.* 1991. – Vol. 73-B. – P. 982–989.
149. Mehta, M.H. Radiographic estimation of vertebral rotation in scoliosis / M.H. Mehta // *J. Bone Joint Surg.* – 1973. – Vol. 55-B. – P. 513–520.
150. Mente, P.L. Progression of vertebral wedging in an asymmetrically loaded rat tail model / P.L. Mente, I.A. Stokes, H. Spence // *Spine*. – 1997. – Vol. 22. – P. 1292–1296.
151. Mielke, C.H. Surgical treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. A Comparative Analysis / C.H. Mielke, J.E. Lonstein, F. Denis // *J. Bone Joint Surg.* – 1989. – Vol. 71-A, N 9. – P. 1170–1177.
152. Moe, J.H. A Critical analysis of methods of fusion for scoliosis: an evaluation in two hundred and sixty-six patients / J. Moe // *J. Bone Joint Surg.* – 1958. – Vol. 40-A. – P. 529–554.
153. Moe, J.H. Complication of scoliosis treatment / J. Moe // *Clin. Orthop.* – 1967. – N 53. – P. 21.
154. Moe, J.H. Methods of correction and surgical techniques in scoliosis / J. Moe // *Orthop. Clin. North America*. – 1972. – Vol. 3. – P. 17–48.
155. Moe J. Zielke instrumentation for the correction of spinal curvature / J. Moe, G. Purcell, D. Bradford // *Clin. Orthop.* – 1983. – N 180. – P. 133–153.
156. Moen, K.Y. Treatment of scoliosis. An historical perspective / K.Y. Moen, A.L. Nachemson // *Spine*. – 1999. – Vol. 24, N 24. – P. 2570–2575.
157. Nash, C.L. A study of vertebral rotation / C.L. Nash, J.H. Moe // *J. Bone Joint Surg.* – 1969. – Vol. 51-A, N 2. – P. 223–229.
158. O'Brien, M.F. Pedicle morphology in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: is pedicle fixation an anatomically viable technique? / M.F. O'Brien,

- L.G. Lenke, S. Mardjetko, T.G. Lowe // *Spine*. – 2000. – Vol. 25. – P. 2285–2293.
159. O'Brien, J.P. Simultaneous combined anterior and posterior fusion / J.P. O'Brien, D.C. Holte // *Eur. Spine J.* – 1992. – Vol, N 1. – P. 2–6.
160. Onimus, M. Le traitement des deformations rachidiennes par le carde de Hartshill / M. Onimus, M.J. Lanrain // *Rev. Chir. Orthop.* – 1987. – T. 73. – P. 349–360.
161. Orchowski, J. The effect of kyphosis on the mechanical strength of a long-segment posterior construct using synthetic model / J. Orchowski, D.W. Polly, W.R. Klemme // *Spine*. – 2000. – Vol. 25, N 13. – P. 1644–1648.
162. Otani, K. Anterior instrumentation in idiopathic scoliosis: a minimum follow-up of 10-years / K. Otani, M. Saito, K. Sibasaki // *Inte. Orthop.* – 1997. – Vol. 21. – P. 4–8.
163. Padua, S. The progression of idiopathic scoliosis after removal of Harrington instrumentation following spinal fusion / S. Padua, L. Aulisia, C. Fieri // *Int. Orthop.* – 1983. – Vol. 7. – P. 85–89.
164. Pampliega, T. Neurologic complications after sublaminar wiring: an experimental study in lambs / T. Pampliega, J.L. Beguiristain, J. Artieda // *Spine*. – 1992. – Vol. 17. – P. 441–445.
165. Parent, S. Morphometric analysis of anatomic scoliotic specimens / S. Parent, H. Labelle, W. Skalli [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2002. – Vol. 27, N 21. – P. 2305–2311.
166. Patwardhan, A.G. Geometric Analysis of Coronal Decompensation in idiopathic scoliosis / A.G. Patwardhan, A. Rimkus, T.M. Gavin, M. Bueche // *Spine*. – 1996. – Vol. 21, N 10. – P. 1192–1200.
167. Perez-Grueso, F.S. The low lumbar spine below CDI. Long-term findings / F.S. Perez-Grueso, N. Fernandez-Baillo, S. Arauz de Robles // *Spine*. – 2000. – Vol. 25, N 18. – P. 2333–2341.
168. Ponseti, I.V. Prognosis in idiopathic scoliosis / I.V. Ponseti, B. Friedman // *J. Bone Joint Surg.* – 1950. – Vol. 32-A, N 4. – P. 381–395.

169. Ponseti, I.V. Symposium on the treatment of organic spinal deformities / I.V. Ponseti, B. Friedman // *Proc. R. Soc. Med.* – 1958. – Vol. 51, N 4. – P. 236–240.
170. Porter, R.W. Idiopathic scoliosis. The relation between the vertebral canal and the vertebral bodies / R.W. Porter // *Spine.* – 2000. – Vol. 25, N 11. – P. 1360–1366.
171. Powell, E.T. Comparison of same-day sequential anterior and posterior spinal fusion with delayed two-stage anterior and posterior spinal fusion / E.T. Powell, W.F. Krenkel, H.A. King, M.O. Lagrone // *Spine.* – 1994. – Vol. 19, N 11. – P. 1256–1259.
172. Puno, R.M. CDI in idiopathic scoliosis / R.M. Puno, S.L. Grossfeld, J.R. Johnoson // *Spine.* – 1992. – Vol. 17. – P. S258–S262.
173. Rajasekaran, S. Eighteen-level analysis of vertebral rotation following Harrington-Luque instrumentation in idiopathic scoliosis / S. Rajasekaran, J.C. Dorgan, J.F. Taylor, P.H. Dangerfield // *J. Bone Joint Surg.* – 1994. – Vol. 76-A, N 1. – P. 104–109.
174. Renshaw, T.S. Screening school children for scoliosis / T.S. Renshaw // *Chin. Orthop.* – 1988. – N 229. – P. 26–33.
175. Rhee, J.M. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis. The effect of anterior versus posterior instrumentation / J.M. Rhee, K.H. Bridwell, D.S. Won [et al.] // *Spine.* – 2002. – Vol. 27, N 21. – P. 2350–2356.
176. Richards, B.S. Frontal plane and sagittal plane balance following CDI for idiopathic scoliosis / B.S. Richards, J.G. Birch, J.A Herring // *Spine.* – 1989. – Vol. 14. – P. 733–737.
177. Richards, B.S. Measurement error in assessment of vertebral rotation using the Perdriolle torsionmeter / B.S. Richards // *Spine.* – 1992. – Vol. 17. – P. 513–517.
178. Richards, B.S. Delayed Infections after posterior TSRH spinal instrumentation for idiopathic scoliosis / B.S. Richards, K.M. Emara // *Spine.* – 2001. – Vol. 26, N 18. – P. 1990–1995.

179. Risser, J.S. Scoliosis: Past and present / J.S. Risser // J. Bone Joint Surg – 1964. – Vol. 46-A. – P. 167–199.
180. Roaf, R. Vertebral growth and its mechanical control / R. Roaf // J. Bone Joint. Surg. – 1960. – Vol. 42-B. – P. 40.
181. Russel, G.G. A comparison of four computerized methods for measuring vertebral rotation / G.G. Russel, V.J. Raso, D. Hill, J. McIvor // Spine. – 1990. – Vol. 15. – P. 24–27.
182. Saraph, V.J. Operative treatment of scoliosis with the Kaneda anterior spine system / V.J. Saraph, M. Krismer, C. Wimmer // Spine. – 2005. – Vol. 30. – P. 1616–1620.
183. Sarwahi, V. Characterization of gait function in patient with postsurgical sagittal (flatback) deformity / V. Sarwahi, O. Boachie-Adjei, S.I. Backus, G. Taira // Spine. – 2002. – Vol. 27, N 21. – P. 2328–2337.
184. Schmidt, A.C. Fundamental principles and treatment of scoliosis / A.C. Schmidt // Instr. Course Lect. – 1959. – Vol. 16. – P. 184–212.
185. Schulte, T.L. Spontaneous correction and derotation of secondary curves after selective anterior fusion of idiopathic scoliosis / T.L. Schulte, U. Liljenqvist, E. Hierholzer [et al.] // Spine. – 2006. – Vol. 31. – P. 315–321.
186. Schwend, R.M. Accuracy of fluoroscopically assisted laser targeting of the cadaveric thoracic and lumbar spine to place transpedicular screws / R.M Schwend, P.J. Dewire, J.M. Kowalski // J. Spinal Disord. – 2000. – Vol. 13. – P. 412–418.
187. Shmidt, E. Die Behandlung der Scoliose / E. Shmidt, W. Ewald // Therapiewoche. – 1979. – Bd. 29. – S. 8538–8541.
188. Shono, Y. One-stage posterior hemivertebra resection and correction using segmental posterior instrumentation / Y. Shono, K. Abumi, K. Kaneda // Spine. – 2001. – Vol. 26, N 7. – P. 752–757.
189. Shufflebarger, H.L. CDI in adolescent idiopathic scoliosis / H.L. Shufflebarger, C.E. Clark // Orthop. Trans. – 1987. – Vol. 11. – P. 49–50.

190. Shufflebarger, H.L. Fusion levels and hook patterns in thoracic scoliosis with Cotrel-Dubousset instrumentation / H.L. Shufflebarger, C.E. Clark // *Spine*. – 1990. – Vol. 15, N 9. – P. 916–920.
191. Shufflebarger, H.L. Anterior and posterior spinal fusion: stages versus same-day surgery / H.L. Shufflebarger, J.O. Grimm, V. Bui, D.J. Thomson // *Spine*. – 1991. – Vol. 16, N 8. – P. 930–933.
192. Sink, E. Efficacy of perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis in children / E. Sink, L. Karol, J. Sanders [et al.] // *J. Pediatr. Orthop.* – 2001. – Vol. 21-B, N 4. – P. 519–524.
193. Sponseller, P.D. Osseous anatomy of the lumbosacral spine in Marfan syndrome / P.D. Sponseller, N.U. Ahn, U.M. Ahn [et al.] // *Spine*. – 2000. – Vol. 25, N 21. – P. 2797–2802.
194. Stirling, J. The Drummond spinous process segmental fixation system for scoliosis: a preliminary report / J. Stirling, S.M. Eisenstein // *J. Bone Joint. Surg.* – 1989. – Vol. 71-B, N 1. – P. 152.
195. Stokes, I.A. Mechanical modulation of vertebral body growth / I.A. Stokes, H. Spence, D. Aronsson // *Spine*. – 1996. – Vol. 21. – P. 1162–1167.
196. Sturz, H. Damage analysis of the Harrington rod fracture after scoliosis operation / H. Sturz, J. Hinterberger, K. Matzen [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 1979. – Vol. 95. – P. 113–122.
197. Suk, K. Lumbosacral scoliotic list by disc herniation / K. Suk, H. Lee, S. Moon, N. Kim // *Spine*. – 2001. — Vol. 26, N 6. – P. 667–671.
198. Suk, S. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis / S. Suk, S. Lee, W. Kim // *Spine*. – 1995. – Vol. 20. – P. 1399–1405.
199. Suk, S. Indication of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis / S. Suk, W. Kim, C. Lee // *Spine*. – 2000. – Vol. 25, N 18. – P. 2342–2349.

200. Takahashi, S. Changes in the unfused lumbar spine in patients with idiopathic scoliosis / S. Takahashi, J. Delecrin, N. Passuti // *Spine*. – 1997. – Vol. 22. – P. 517–523.
201. Targett, J.P.G. Comparison of Hartshill-Luque spinal fusion with other sublaminar wiring techniques in idiopathic scoliosis in terms of Cobb angle and Perdriolle rotation / J.P.G. Targett, A.D. Gardner // *J. Bone Joint. Surg.* – 1990. – Vol. 72-B, N 2. – P. 335.
202. Thompson, G.H. Segmental spinal instrumentation in idiopathic scoliosis: A preliminary report / G.H. Thompson, R.G. Wilber, J.W. Shaffer // *Spine*. – 1985. – Vol. 10. – P. 623–630.
203. Thompson, J.P. Decompensation after CDI of idiopathic scoliosis / J.P. Thompson, E.E. Transfeldt, D.S. Bradford // *Spine*. – 1990. – Vol. 15. – P. 927–931.
204. Tolo, V. The use of shortened periods of rigid postoperative immobilization in the surgical treatment of idiopathic scoliosis / V. Tolo, R. Gillespie // *J. Bone Joint Surg.* – 1981. – Vol. 63-A, N 9. – P. 1137–1145.
205. Tolo V.T. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis / V.T. Tolo // *Instr. Course Lect.* – 1989. – Vol. 38. – P. 143–156.
206. Transfeldt, E.E. Changes in segmental coupling and vertebral rotation following CD for idiopathic scoliosis / E.E. Transfeldt, D.S. Bradford, M. Coscia [et al.] // *Orthop. Trans.* – 1989. – Vol. 13. – P. 80.
207. Tredwell, S.J. Rotations of a helix as a model for correction of the scoliotic spine / S.J. Tredwell, B.J. Sawatzky, B.L. Hughes // *Spine*. – 1999. – Vol. 24, N 12. – P. 1223–1227.
208. Vaccaro, A.R. Placement of pedicle screw in the thoracic spine. Part II: An anatomical and radiographic assessment / A.R. Vaccaro, S.J. Rizzolo, R.A. Balderston // *J. Bone Joint Surg.* – 1995. – Vol. 77-A. – P. 1200–1206.
209. Valentine, N. Combined anterior and posterior surgery for scoliosis: the use of the Hartshill system / N. Valentine, J. Dove // *J. Bone Joint. Surg.* – 1990. – Vol. 72-B, N 2. – P. 335.

210. Vanichkachorn, J.S. Potential large vessel injury during thoracolumbar pedicle screw removal. A case report / J.S. Vanichkachorn, A.R. Vaccaro, M.J. Cohen // *Spine*. – 1997. – Vol. 22. – P. 110–113.
211. Weng, X. Mechanical analysis and treatment of Harrington--rods broken after initial operation for scoliosis / X. Weng, J.Zhang, G.Oiu [et al.] // *Chin. Med. Sci. J.* – 1997. – Vol.12, N 4. – P. 232–235.
212. Wilber, R.G. Postoperative neurological deficits in segmental spinal instrumentation: A study using spinal cord monitoring / R.G. Wilber, G.H. Thompson, J.W. Shaffer // *J. Bone Joint Surg.* – 1984. – Vol. 66-A. – P. 1178–1187.
213. Wilke, H.J. Biomechanical in vitro evaluation of the complete porcine spine in comparison with data of the human spine / H.J. Wilke, J. Geppert, A. Kienle // *Eur. Spine J.* – 2011. – Vol. 20, N 11. – P. 1859–1868.
214. Wilke, H.J. The role of prosthesis design on segmental biomechanics: Semi-constrained versus unconstrained prostheses and anterior versus posterior centre of rotation / H.J. Wilke, R. Schmidt, M. Richter [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2012. – Vol. 21, Suppl. 5. – P. 577–584.
215. Winter, R.B. Excessive thoracic lordosis and loss of pulmonary function in patients with idiopathic scoliosis / R.B. Winter, W.W. Lovell, J.H. Moe // *J. Bone Joint Surg.* – 1975. – Vol. 57-A. – P. 972–977.
216. Wojcik, A.S. Harrington-Luque and Cotrel-Dubousset instrumentation for idiopathic thoracic scoliosis: A postoperative comparison using segmental radiologic analysis / A.S. Wojcik, J.K. Webb, R.G. Burwell // *Spine*. – 1990. – Vol. 15. – P. 424–431.
217. Wood, K.B. Rotational changes of the vertebral-pelvic axis following CDI / K.B. Wood, E.E. Transfeldt, J.W. Ogilvie [et al.] // *Spine*. – 1991. – Vol. 16, 8 S. – P. S404–S408.
218. Wood, K.B. Thoracic volume changes in scoliosis surgery / K.B. Wood, M.J. Schendel, M.B. Dekutoski // *Spine*. – 1996. – Vol. 21. – P. 718–723.

219. Yilmaz, G. Comparative analysis of hook, hybrid, and pedicle screw instrumentation in the posterior treatment of adolescent idiopathic scoliosis / G. Yilmaz, B. Borkhuu, A.A. Dhawale [et al.] // J. Pediatr. Orthop. – 2012. – Vol. 32, N 5. – P. 490–499.
220. Zielke, K. Ergebnisse operativer Scoliosen – und Kyphoscoliosenbehandlung beim Adolescenten über 18 Jahre und beim Erwachsenen / K. Zielke, B. Pellin // Z. Orthop. – 1975. – Bd. 113, H. 1. – S. 157–174.
221. Zielke, K. Ventrale Derotationspondylodese, Behandlungsergebnisse bei idiopathischen Lumbalskoliosen / K. Zielke // Z. Orthop. – 1982. – Bd. 120, H. 4. – S. 320–329.
222. Zindrick, M.R. Pedicle morphology of the thoracolumbar spine / M.R. Zindrick, G.W. Knight, M.J. Sartori, T.J. Carnevale // Spine. – 2000. – Vol. 25, N 21. – P. 2726–2735.