

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Научно-исследовательский детский ортопедический институт им.
Г.И.Турнера» Минздрава России

На правах рукописи

Сюндюков Айрат Рашитович

**Хирургическое лечение детей с идиопатическим сколиозом
грудной локализации**

14.01.15. – Травматология и ортопедия
Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

С. В. Виссарионов

Санкт-Петербург

2017

Оглавление

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1	11
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1. Идиопатический сколиоз у детей	11
1.1.1 Исторические аспекты хирургического лечения идиопатического сколиоза грудного отдела позвоночника у детей	13
1.1.2 Инструментарий I и II поколения.....	13
1.1.3 Дорсальный инструментарий III поколения	16
1.1.4 Развитие транспедикулярных систем	18
1.2. Современные методы хирургической коррекции идиопатического сколиоза грудного отдела позвоночника у подростков	19
1.2.1 Общие принципы	19
1.2.2 Вентральные системы.....	21
1.2.3 Дорсальные крючковые и гибридные системы	22
1.2.4 Дорсальные транспедикулярные системы.....	26
1.3. Мероприятия, направленные на мобилизацию сколиотической деформации.....	30
1.3.1 Мобилизирующие вмешательства.....	30
1.3.2 Эндоскопические технологии в лечении идиопатического сколиоза	30
1.4. Комбинация вентральных и дорсальных доступов	33
ГЛАВА 2	37
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	37
2.1. Материалы исследования	37
2.2. Методы исследования.....	44
2.2.1. Клиническое и неврологическое исследование	44
2.2.2 Рентгенологический метод.....	47
2.2.3 Магнитно-резонансная томография	50
2.2.4 Компьютерно-томографический метод	51
2.2.5 Электронейрофизиологический метод	54
2.3 Методы статистического анализа.....	61
ГЛАВА 3	63
РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ДО ОПЕРАЦИИ.....	63
3.1. Анамнез.	63
3.2. Жалобы	63
3.3. Объективный статус.....	64
3.4. Рентгенологическое исследование.	64
3.5. МРТ исследование.	72
3.6. КТ исследование.....	73
ГЛАВА 4.....	76

ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИИ У ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ.....	76
ГЛАВА 5.....	102
РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ..	102
5.1. Жалобы.....	102
5.2. Объективный статус.....	103
5.3. Рентгенологическое исследование.....	105
5.4. КТ исследование.....	112
5.5. Электронейрофизиологический метод.....	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	116
ВЫВОДЫ.....	126
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	128
Список литературы.....	130

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

CDI	–	Cotrel-Dubousset instrumentation	(инструментарий Cotrel-Dubousset)
CD	–	Cotrel-Dubousset	
ТОФ	–	тестамиорелаксанты	
Wakeuptest	–	интраоперационный тест с пробуждением Stagnara	
VAS	–	visualanlogscale (визуальная аналоговая шкала боли)	
VCM	–	VertebralColumnManipulation (инструментарий для деротации апикальной зоны)	
ВИП	–	верхний инструментированный позвонок	
ДС	–	дыхательная система	
ЖЕЛ	–	жизненная ёмкость легких	
ИВЛ	–	искусственная вентиляция легких	
ИОНМ	–	интраоперационный нейромониторинг	
МВП	–	моторные вызванные потенциалы	
МРТ	–	магнитно-резонансная томография	
МСКТ	–	мультиспиральная компьютерная томография	
НИП	–	нижний инструментированный позвонок	
НМБ	–	нервно-мышечная блокада	
НПВС	–	неспецифические противовоспалительные средства	
ОВФ	–	объем форсированного выдоха	
ТПФ	–	транспедикулярная фиксация	
ТПОЭ	–	транспедикулярные опорные элементы	
ЭМГ	–	электромиография	
ЭОП	–	электронно оптический преобразователь	

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Оперативное лечение детей с тяжелыми формами сколиотической деформации позвоночника считается наиболее сложной проблемой современной ортопедии. Частота встречаемости идиопатического сколиоза, согласно данным различных источников, колеблется от 1,3% до 17,3% [Андрианов В.Л. с соавт., 1985; Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002]. Деформации позвоночного столба грудной локализации наиболее часто встречаются у пациентов детского возраста. Многоплоскостная деформация позвоночника в грудном отделе неизбежно приводит ко вторичному искривлению ребер, что создает изменение формы грудной клетки в целом и, как результат, вызывает нарушение нормального взаиморасположения и функции органов дыхания и сердечно-сосудистой системы [Tsiligiannis T, Grivas T., 2012; Панкратова Г.С., 2017].

Методом выбора при лечении детей с тяжелыми прогрессирующими формами идиопатического сколиоза является хирургический. На протяжении многих лет предложены и внедрены различные варианты оперативных вмешательств, направленных на коррекцию искривления позвоночного столба с использованием как вентральных, так и дорсальных подходов [Кулешов А.А., 2007; Виссарионов С.В., 2013; Hideki Sudo, 2014; Yang Mingyuan, 2016]. Одним из способов хирургического исправления тяжелых и ригидных форм идиопатического сколиоза является резекция межпозвонковых дисков на вершине деформации в сочетании с межтеловым дезом из переднебокового доступа и исправление позвоночника многоопорной металлоконструкцией в сочетании со спондилодезом из дорсального подхода. Такой вариант хирургического лечения применяется как в одну хирургическую сессию, так и с разделением на этапы с курсом HALO-феморального или HALO-пельвик вытяжения [Ветрилэ С. Т. с соавт, 2008].

Однако до настоящего времени продолжается разработка и усовершенствование различные вариантов хирургических технологий,

направленных на достижение лучшего результата исправления деформации, восстановления сагиттального баланса позвоночника, а также получение истинного деротационного эффекта на апексе дуги искривления.

В зарубежной литературе имеются данные о результатах одномоментного торакоскопического релиза на вершине основной дуги деформации и задней коррекции искривления позвоночника при помощи многоопорной металлоконструкции. В отечественной литературе встречаются единичные работы, посвященные использованию торакоскопической дискэктомии в сочетании с корпородезом как этапом коррекции деформации позвоночника у пациентов с идиопатическим сколиозом [Ветрилэ С.Т., Виссарионов С.В.]. Выводы многих авторов сводились к одному: торакоскопическая дискэктомия у пациентов с сколиотической деформацией позвоночника практически не уступает торакотомии, но позволяла избежать её недостатков [Arlet V. 2000, Ветрилэ С.Т., 2008]. Однако, до настоящего времени отсутствуют четкие показания для выполнения эндоскопической дискэктомии у детей с идиопатическим сколиозом и не разработана методика самого вмешательства.

В последнее время для хирургической коррекции идиопатического сколиоза у детей стали использовать металлоконструкции с транспедикулярными опорными элементами [Виссарионов С.В., 2013; Кулешов А.А.]. Использование транспедикулярных винтов позволяет воздействовать на все три колонны позвоночного столба, достигая более эффективной коррекции деформации и истинной деротации позвонков на вершине дуги искривления [L.G.Lenke]. В отечественной и зарубежной литературе имеются исследования, посвященные коррекции деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе с применением гибридных и транспедикулярных спинальных систем. Одни авторы утверждают, что более эффективное исправление искривления достигается при использовании транспедикулярных металлоконструкций по сравнению с гибридными [Kei Watanabe., Lawrence G. Lenke., 2008; Guney Yilmaz., Battugs Borkhuu., 2012]. Другие исследователи отмечали идентичный

результат коррекции деформации позвоночника у пациентов с идиопатическим сколиозом как гибридными, так и винтовыми спинальными системами[Vincent Arlet., Jean Aleert Ouellet., 2009; Steven W. Hwang., Amer F. Samdani.,2013].

Таким образом, вопрос об эффективности методов хирургического лечения пациентов с идиопатическим сколиозом с использованием различных вариантов металлоконструкций остается до конца не решенным. Отсутствует сравнительный анализ способов коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации гибридными и транспедикулярными спинальными системами.

Учитывая вышеизложенное, вопросы методик хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации требуют дальнейшего исследования и научного обоснования.

Цель исследования

Улучшить результаты хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника путем индивидуального подхода к выбору варианта коррекции деформации и усовершенствования хирургических технологий.

Задачи

1. Оценить анатомо-антропометрические особенности тел позвонков, входящих в дугу деформации, у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации.
2. Определить показания для эндоскопической дискэктомии у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации.
3. Разработать и усовершенствовать варианты коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом транспедикулярными и гибридными спинальными системами в зависимости от анатомо-антропометрических особенностей позвонков, входящих в дугу искривления.

4. Провести сравнительный анализ эффективности коррекции деформации позвоночника и деротации апикальных позвонков при использовании гибридных и транспедикулярных систем.
5. Оценить корректность установки винтов методом «свободной руки» у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием нейрофизиологического мониторинга.
6. Разработать алгоритм методов хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации в зависимости от анатомо-антропометрических особенностей тел позвонков, входящих в дугу искривления.

Научная новизна исследования

1. Определены показания для выполнения эндоскопической дискэктомии в сочетании с корпородезом у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации.
2. Усовершенствован способ коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием гибридных спинальных систем.
3. Предложены варианты коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом спинальными системами с учетом анатомо-антропометрических параметров и пространственных взаимоотношений костных структур тел позвонков, входящих в основную дугу искривления.
4. Впервые оценена корректность положения транспедикулярных винтов металлоконструкции у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации, установленных методом «свободной руки» под контролем нейрофизиологического монитора.

Практическая значимость

1. У детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации при величине одного из размеров основания дуг менее 4,0 см в верхнегрудном отделе позвоночника коррекция деформации позвоночника осуществляется с применением гибридной металлоконструкции.

2. У пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации при величине вертикального и горизонтального размеров основания дуг позвонков на протяжении всей дуги искривления более 4,0 см коррекция деформации позвоночника выполняется с использованием металлоконструкции с транспедикулярными опорными элементами.

3. При возможности установить транспедикулярные винты с вогнутой и выпуклой стороны на протяжении всей дуги деформации у пациентов с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника с целью осуществления и достижения истинной деротации тел позвонков на вершине дуги искривления применяется специальная система VCM.

4. Применение транспедикулярных спинальных систем при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации позволяет добиться коррекции сколиотического и кифотического компонентов деформации, близкой к физиологической норме, осуществить истинную деротацию тел позвонков апикальной зоны и сохранить достигнутый результат в отделенном периоде после операции.

Основные положения, выносимые на защиту

1. У пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации при незавершенном росте и бурном темпе прогрессирования искривления, ригидной деформации с величиной основной дуги искривления от 70^0 до 100^0 первым этапом хирургического вмешательства показано выполнение эндоскопической дискэктомии в сочетании с корпородезом.

2. Анатомо-антропометрические параметры тел позвонков и пространственные взаимоотношения их костных структур являются определяющими моментами в выборе типа металлоконструкции и варианта коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника.

3. Во время установки транспедикулярных винтов металлоконструкции методом «свободной руки» при коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом с целью достижения корректности их

положения в телах позвонков необходимо использовать интраоперационный нейромониторинг.

Апробация и реализация диссертационной работы

По теме диссертации написано и пропечатано 12 публикаций, в том числе 3 статьи в научно-медицинских журналах, входящих в перечень ВАК.

Результаты диссертационного исследования внедрены в клиническую практику отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г.И.Турнера» Минздрава России и детского ортопедического отделения ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России (г. Чебоксары). Материалы, полученные в ходе исследования, используются при подготовке лекционного материала и проведении семинаров для ортопедов, проходящих усовершенствование по программе дополнительного профессионального образования на кафедре детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России и на базе ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России.

Объем и структура работы

Диссертация включает в себя введение, пять глав, заключение, выводы, практические рекомендации, список литературы. Материал написан на 155 страницах машинописного текста, иллюстрирован 17 таблицами и 41 рисунком. Библиографический указатель включает 234 литературных источника, где 44 отечественных публикаций и 190 зарубежных.

ГЛАВА 1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Идиопатический сколиоз у детей

Сколиоз относится к числу наиболее сложных проблем ортопедии [Мо F., Cunningham M.E., 2011]. Самой часто встречающейся деформацией, особенно у детей, является идиопатический сколиоз, который составляет до 80-85% от всех случаев сколиотических искривлений позвоночника [Садовая Т.Н., 2010; Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2011]. Причина развития идиопатического сколиоза остается не выявленной, заболевание может сформироваться у совершенно здорового ребенка. Отмечено, что чаще всего деформации подобного рода развиваются у девочек [Negrini S. et al., 2005; Raggio C.L., 2006; Huynh A.-M. et al., 2007; Zoabli G., Mathieu P.A., Aubin C.-E., 2007]. Среди девочек сколиозы грудной локализации составляют 4/5 всех случаев [Михайловский М.В., 2006]. Частота встречаемости идиопатического сколиоза у детей существенно не меняется с 50-х годов прошлого века и стабильно составляет 1-2% в популяции [Shands A.R. J et al., 1955; Soucacos P.N. et al., 1997; Wong H.K. et al., 2005; Grivas T.B. et al., 2007].

Обычно развитие идиопатического сколиоза у детей начинается с ранних лет жизни и постоянно прогрессирует вплоть до окончания роста скелета [Szalay E.A. et al., 2008]. Коварность сколиоза грудной локализации заключается в наибольшей склонности к прогрессированию среди всех видов идиопатического сколиоза. Увеличение угла Cobb в возрасте до 20 лет составляет в среднем до 3° в год и далее - 0,5-1° в год [Bjerkreim I., Hasan I., 1982]. Прогрессирование деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе особенно выражено в периоды выраженного роста скелета в возрасте от 5 до 7 лет и от 10 до 14 лет [Zoabli G. et al., 2007; Ламартина К., Чекинато Р., Либерати К., 2013]. Этим периодам роста соответствуют ювенильный (от 4 до 10 лет) и подростковый (от 10 до 20 лет)

идиопатические сколиозы [Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2011; Мо F., Cunningham M.E., 2011].

В ряде случаев деформация позвоночника настолько выражена, что грудная клетка соприкасается с тазом, а нижние ребра заходят за гребни подвздошных костей, что не только негативно влияет на функцию органов брюшной полости, но может приводить к летальным исходам в достаточно молодом возрасте (до 45-50 лет) [Ревкович А.С. 2011; Ito K, et al., 2012]. Добиться благоприятного исхода лечения сколиоза, используя консервативные методы, возможно лишь в 2-18 % случаев [Михайловский М.В., с соавт., 2009; Karol L.A. et al. 2008]. По данным E.C. Ascanic соавт. (1986), прогрессирующее течение деформаций грудного отдела позвоночника влечет за собой декомпенсаторные процессы в сердечно-сосудистой и легочной системах, развитие болевого синдрома, при этом смертность в этой группе пациентов в два раза выше, чем в популяции [AscaniE. et al., 1986]. Таким образом, если хирургическое лечение позволяет продлить жизнь пациента, то показания к нему можно сформулировать как жизненные [Newton P.O. et al., 2007; Koller H, et al., 2012].

Немаловажным аспектом являются социальные проблемы, возникающие у детей с идиопатическим сколиозом в процессе жизни. Большинство авторов, проанализировавших жизнь пациентов со сколиозами в течение 20-50 лет, сходятся во мнении, что деформации позвоночника не позволяют им заниматься тяжелым физическим трудом, ведут к инвалидизации в молодом возрасте, а в ряде случаев, вообще не позволяют работать [Nilsonne U., Lundgren K.D., 1968; FowlesJ. et al., 1976]. Косметические дефекты, связанные с деформацией туловища, вызывают, в свою очередь, формирование психологических проблем у больных с идиопатическим сколиозом, при этом более половины из них (до 76%, по данным разных авторов) не создают своих семей [Nilsonne U., Lundgren K.D., 1968; FowlesJ. et al., 1976]. От 50% до 90% пациентов с идиопатическим сколиозом испытывают боли различной интенсивности из-за быстрого и

бурного развития дегенеративно-дистрофических процессов в позвоночнике, что вынуждало многих из них постоянно использовать корсеты [Nilsson U., Lundgren K.D., 1968; Collis D.K., Ponseti I.V., 1969; Danielsson A.J., Nachemson A.L., 2001].

На современном этапе основным методом лечения детей с тяжелыми прогрессирующими формами идиопатического сколиоза является хирургический [Рубашкин С.А., 2008; Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2011; Виссарионов С.В., 2012; Колесов С.В., 2014; Kaspiris A, et al. 2011].

1.1.1 Исторические аспекты хирургического лечения идиопатического сколиоза грудного отдела позвоночника у детей

На протяжении многих лет предлагалось большое количество вариантов оперативных вмешательств для коррекции искривления позвоночника [Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2011]. Однако, до настоящего времени продолжается разработка и усовершенствование различных хирургических технологий, направленных на достижение максимального исправления деформации, восстановление сагиттального баланса позвоночника, а также получение истинного деротационного эффекта на вершине сколиотической дуги.

1.1.2 Инструментарий I и II поколения

Родоначальником хирургического лечения идиопатического сколиоза следует считать P.R. Harrington (1962) - именно он предложил первый эндокорректор (позвоночный инструментарий I поколения), который позволял бороться с деформацией позвоночника [Harrington P.R., 1962]. В своей работе (1962 год) он привел сведения о результатах 15-летнего использования оригинального инструментария для коррекции сколиоза, предложил методику исправления основной дуги искривления, определил ведущие принципы хирургического лечения сколиотической деформации. В нашей стране впервые конструкцию Harrington применили в НИДОИ им.

Г.И. Турнера, успешно модифицируя методику на протяжении длительного времени [Райе Р.Э., 1980, 1984]. Ведущим недостатком имплантатов первого поколения являлась коррекция деформации только в одной плоскости и потеря достигнутого результата в отдаленном послеоперационном периоде [Швец В.В., 1997; Paonessa K.J., Engler G.L., 1992]. Данное состояние отрицательно влияло на баланс туловища при ходьбе и в результате развития компенсаторных механизмов вызывало дополнительную нагрузку на нижние конечности с последующим формированием дегенеративно-дистрофических изменений в коленных и тазобедренных суставах [Dickson R.A., Archer J.A. 1987; Sarwahi V.J. et al., 2002]. Ряд исследователей представили данные о повышенном риске неврологических осложнений и возможности формирования стойкого болевого синдрома при использовании эндокорректоров P.R. Harrington [Tolo V.T., R.Gillespie, 1989; Fitch R.D. et al., 1990; Paonessa K.J., Engler G.L., 1992; Weng X. et al., 1997].

Дальнейшее развитие оперативного лечения сколиозов связано с именем Е. Luque (1982), разработавшего инструментарий II поколения [Luque E., 1982]. Его металлоконструкция была представлена L-образным цилиндрическим стержнем и проволочными петлями, которые фиксировались за дуги позвонков. Преимуществами этого метода были равномерное распределение нагрузки на все сегменты позвоночника, коррекция во фронтальной и сагиттальной плоскостях, отсутствие необходимости иммобилизации корсетом в послеоперационном периоде [Hullin M.G. et al., 1991; McMaster M.J., 1991]. Негативное действие конструкции было связано с проволочными петлями, которые вызывали неврологические осложнения из-за непосредственного повреждения содержимого позвоночного канала в ходе операции и миграции проволоки в послеоперационном периоде [MacEwen G.D. et al. 1975; Thompson G.H. et al., 1985; Johnston C.E et al., 1986; Pampliega T. et al., 1992; Girardi F.P. et al., 2000].

Предпринимались попытки объединения двух вышеуказанных методик, но значимого повышения эффективности от таких хирургических

вмешательств получено не было [Поздникин Ю.И. с соавт., 1990; Dove J., 1989; Bentley G. et al., 2001].

Резекцию межпозвонковых дисков и фиксацию позвоночника при помощи винтов впервые предложили A.F. Dwyer (1968) и M.F. Sherwood (1974) [Dwyer A.F., 1969; Dwyer A.F., Schafer M.F., 1974]. Дискэктомию осуществляли на протяжении вершины дуги деформации, коррекцию искривления выполняли гибким тросом, фиксированным к позвонкам винтами. Конструкция обеспечивала хорошую коррекцию, в том числе и деротацию позвонков. Однако, адекватная фиксация осуществлялась лишь между соседними позвонками, в результате чего вся система не обладала достаточной стабильностью, а эластичный трос в ряде случаев рвался или приводил к разрушению винтов. К недостаткам методики относили также развитие переходного кифоза выше зоны фиксации, формирование ложных суставов и технические трудности в случае необходимости удаления или замены металлоконструкций [Onimus M., Lanrain M.J., 1987; Otani K. et al., 1997].

K. Zielke (1974) на основе методики Dwyer создал эндокорректор, состоящий из двух стержней [Zielke K., Pellin B., 1975; Zielke K., 1982]. Автор предложил выполнять спондилодез только на уровне первичной дуги деформации, при этом добился хорошей коррекции во фронтальной и сагиттальной плоскостях, сохраняя подвижность на мобильных участках позвоночника, и практически исключил возможность осложнений. Недостатками метода являлись дороговизна, сложность технического оборудования и необходимость использования корсета в послеоперационном периоде [Kaneda K. et al., 1986; Suk K. et al., 2000].

Дальнейшее развитие вентральных систем для грудных деформаций связано с именем J. Harms (1997) [Harms J., Jerszenszky D., Beele B., 1997]. Он предложил одностержневую систему с видоизмененными гайками. В сравнении с дорсальными сегментарными системами автором были отмечены спонтанное исправление поясничной противодуги и меньшее

количество фиксированных позвонков [Lenke L.G. et al. 1999]. Хорошего результата в сагиттальном профиле при использовании вентрального инструментария удавалось достигнуть при гипокифозах, которые в послеоперационном периоде удалось исправить до физиологической нормы [Betz R.R. et al., 1999]. Однако, самим автором метода в ходе сравнительного исследования результатов применения вентральных и дорсальных сегментарных систем было установлено, что потеря коррекции (более 10°) в вентральной группе составила 23% против 12% в дорсальной, а переломы имплантата в группе с гибким стержнем достигли 30%, тогда как сегментарный инструментарий имел переломы лишь в 1% случаев [Betz R.R. et al., 1999].

Накопление клинического опыта по мере использования того или иного инструментария для коррекции сколиоза позволяло хирургам-вертебрологам выявлять возможные варианты осложнений и побуждало их к разработке новых, более совершенных, корригирующих систем.

1.1.3 Дорсальный инструментарий III поколения

Родоначальниками современных подходов в лечении идиопатического сколиоза стали Y.Cotrel и J.Dubousset (1988, 1992), которые разработали инструментарий III поколения [Cotrel Y., Dubousset J., Guillaumat M., 1988]. В основе метода Cotrel-Dubousset (CD) лежит применение имплантатов в виде стержней, которым придавали необходимую кривизну, и фиксационных крючков. Подход стал революционным и отличался от предыдущих тем, что позвоночник начали рассматривать как трехплоскостную сегментарную структуру, в результате чего изменились принципы корригирующего воздействия на позвонки. Авторы методики приложили все усилия, чтобы их инструментарий позволял добиться коррекции деформации в трех плоскостях: фронтальной, сагиттальной и аксиальной [Cotrel Y., Dubousset J., 1992].

Оценивая коррекцию деформации во фронтальной плоскости при сколиозе, большинство авторов, использовавших CD технологию, придерживались мнения, что она достигает 50-72% от исходной величины [Cotrel Y., Dubousset J., Guillaumat M., 1988; Lenke L.G., Bridwell K.H., Baldus C., 1992; Puno R.M. et al., 1992]. В отношении исправления сагиттального профиля после применения CD при лечении сколиоза в литературе также приводится множество примеров [Jonge T., Dubousset J.F., Illes T., 2002; Cundy P.J. et al., 1990]. В среднем грудной кифоз увеличивается с $19,5^\circ$ до 24° с сохранением поясничного лордоза [Михайловский М.В., 2007].

Мнения вертебрологов в отношении деротации позвонков на вершине дуги деформации с использованием CD при дорсальной коррекции долгое время оставались спорными. Некоторые авторы приводили данные о том, что эффект деротации недостаточен или отсутствует, а в ряде случаев ротационный компонент в послеоперационном периоде может, наоборот, прогрессировать [Ветрилэ С.Т. с соавт., 2004; Bridwell K.H., McAllister J.W., Betz R.R., Krismer M., Bauer R., Sterzinger W., 1992; Lenke L.G., Bridwell K.H., Baldus C., 1992; Labelle H., Dansereau J., Bellefleur C., 1995]. Другие исследователи сообщали, что аксиальная деротация с использованием CD достаточно эффективна [Cundy P.J. et al., 1990; Stokes I.A., Bigalow L.C., 1990]. В итоге сформировалось мнение о том, что в случаях сколиозов с ригидными дугами и выраженной ротацией позвонков одномоментная операция с использованием инструментария CD с дорсальной коррекцией без резекции межпозвонковых дисков неэффективна. Так, в своей работе А.А. Кисель методами компьютерной томографии и переднезадней рентгенографии подтвердила, что адекватной деротации позвоночника при фиксации металлоконструкции CD на задних элементах позвонков не происходит, а в случаях выраженной деформации ротация позвонков центрального угла может увеличиваться и в последующем умеренно прогрессировать [Кисель А.А., 2005].

Тем не менее, необходимо отметить, что использование сегментарного инструментария и классической методики CD у подростков 14-20 лет позволило добиться хороших результатов в виде коррекции деформации в трех плоскостях (в среднем, коррекция грудной деформации составила $33,6^\circ$, поясничной дуги - $21,2^\circ$, увеличение грудного кифоза - с $19,5^\circ$ до $26,7^\circ$), в том числе адекватной деротации (уменьшение ротации апикального позвонка на 22%), улучшения баланса туловища, остановки дальнейшего прогрессирования искривления и адекватного косметического эффекта [Михайловский М.В с соавт., 2003; Shufflebarger H.L., Clark C.E. 1990; Boachie-Adjei O., Bradford D., 1991; Cotrel Y., Dubousset J. 1992].

Осложнения при использовании инструментария CD встречаются значительно реже, чем в результате применения эндокорректоров I поколения [Haher T.R., Gorup J.M., Shin T.M., 1999].

1.1.4 Развитие транспедикулярных систем

Первые попытки использования винтов в вертебрологии принадлежат D. King (1948), P.R. Harrington и H.S. Tullos (1969, 1971) [D. King, 1948; Harrington P.R., Tullos H.S., 1969, 1971]. Перспективное развитие транспедикулярных систем связано с работами F. Magerl (1985) и W. Dick (1985), которые использовали винты для коррекции деформации позвоночника при травмах и заболеваниях позвоночного столба [Magerl F.P., 1985; Dick W. et al., 1985]. Конструкции Dick впервые позволили выполнить репозицию позвоночно-двигательного сегмента в трех плоскостях. С конца XX века транспедикулярные системы стали применяться и в лечении пациентов с идиопатическим сколиозом различной локализации [Hamill, C.L. et al., 1996; Suk S.I. et al., 1999].

1.2.Современные методы хирургической коррекции идиопатического сколиоза грудного отдела позвоночника у подростков

1.2.1 Общие принципы

Подходы и варианты хирургической коррекции деформации зависят от локализации основной дуги искривления, ее величины и темпов прогрессирования искривления позвоночника [NegriniS, et al. 2011]. Уже 10 лет назад кхирургическому лечению пациентов с идиопатическим сколиозом предъявлялись высокие требования, в том числе считались необходимыми исправление деформации во всех трех плоскостях и восстановление сагиттального профиля позвоночника [Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., 2005]. М.В. Михайловский (2005) с учетом накопленного опыта и данных литературы о хирургической коррекции идиопатического сколиоза рекомендовал придерживаться следующих принципов: использовать сегментарный инструментарий III поколения; осуществлять дифференцированный подход к исправлению имеющегося искривления; придерживаться корректного предоперационного планирования при установке опорных элементов металлоконструкции [Михайловский М.В., 2005].

Совокупными показаниями к хирургическойкоррекции пациентов с идиопатическим сколиозом при различных вариантах локализации основной дуги деформации являются деформация 40° и более (по Cobb); доказанное прогрессирование деформации; дисбаланс туловища; вертеброгенный болевой синдром; нарушения сердечно-легочной системы; косметический дефект; настроенность пациента [Михайловский М.В., 2005].

Оперативное лечение идиопатического сколиоза у детей выполняется при тяжелых формах деформации, а также в ситуациях бурного прогрессирования, когда эффективность консервативного лечения отсутствует [Зарецков В.В. с соавт., 2007; Корж Н.А., Мезенцев А.А.,2009; Zhao Y, et al., 2012; Akgul T., Dikici F., Sar C., et al., 2014]. С целью профилактики прогрессирования деформации в послеоперационном периоде

оптимальным возрастом для хирургической коррекции позвоночника признан момент, когда рост позвонков закончен [Lonstein J.E., Carlson J.M., 1984; Winter R.B., Burger E.L., 2012; Yong M.R. et al., 2012]. В клинической практике завершение окостенения скелета позвоночника наиболее часто определяется при помощи теста Риссера [Risser, J.S., 1964]. Таким образом, к наиболее оптимальному периоду для хирургической коррекции идиопатического сколиоза относят подростковый возраст [Green D.W., et al., 2011]. Оперативное лечение деформации позвоночника у детей на этом этапе позволяет добиться баланса туловища во фронтальной и сагиттальной плоскостях, оптимальной коррекции деформации и устранения косметических дефектов на фоне завершения прогрессирования искривления позвоночного столба [Winter R.B., Burger E.L., 2012; Yong M.R. et al., 2012].

Грудной сколиоз без противодуг (I тип по Lenke) относится к самой широко распространенной деформации при идиопатическом сколиозе. Хирургическое лечение возможно из вентрального и дорсального доступов [Колесов С.В., 2014; Yilmaz G. et al., 2012]. При этом «золотым стандартом» является дорсальный доступ, потому что его можно применять при всех степенях тяжести искривления и любых поясничных и грудных модификаторах. Вентральный доступ, по мнению R. Vedantam (2000), является оптимальным вариантом для пациентов с типом Is, при котором происходит самопроизвольная коррекция поясничной противодуги [Vedantam R. et al., 2000]. Дорсальная коррекция в совокупности с вентральным релизом используется при I типе с ригидными дугами и углом Cobb более 90° [Колесов С.В., 2014]. По мнению других авторов, в случае применения винтовых систем необходимость переднего релиза отпадает в связи фиксацией трех опорных колонн с последующей адекватной коррекцией деформации [Hamill C.L. et al., 1996].

Таким образом, коррекция деформации идиопатического сколиоза грудного отдела позвоночника во всех трех плоскостях с восстановлением сагиттального контура позвоночника возможна лишь при использовании

инструментария III поколения из переднего и/или заднего доступа со спондилодезом на протяжении сколиотической дуги при завершении активного роста пациента [Норкин И.А. с соавт., 2006; Зарецков В.В., Арсениевич В.Б., Рубашкин С.А., 2007].

1.2.2 Вентральные системы

Использование вентрального инструментария показано при Ia,в,с типе сколиоза (Lenke) с нормокифозом или гипокифозом [Kostuik JP, Carl A, Ferron S., 1989; Richards B.S. et al., 1994]. С.В. Колесов в своей монографии предлагает осуществлять хирургический доступ через миниинвазивный разрез в 9-10 межреберье с торакотомией в проекции 5 ребра и последующей его резекцией. Далее выполняется дискэктомия, в тела позвонков проводятся винты, устанавливается стержень, и при компрессии винтов происходит самопроизвольная деротация деформации. На заключительном этапе укладываются аутооттрансплантаты из ребра [Колесов С.В., 2014].

В результате операции из переднего доступа коррекция достигает 65-95%, а число фиксированных позвонков составляет от 5 до 9, в среднем – 7. В сравнении с дорсальными системами вентральный инструментарий можно устанавливать через торакоскопический доступ, кроме того, он позволяет фиксировать меньшее количество сегментов с хорошим блоком между телами позвонков, вызывает спонтанную коррекцию поясничной противодуги [Kuklo T.R. et al., 2001; Vedantam R. et al., 2000]. Ряд авторов рекомендуют выполнять коррекции вентральными системами эндоскопическим методом, с сохранением всех преимуществ переднего доступа при минимально инвазивном вмешательстве [Picetti G.D. 3rd, Ertl J.P., Bueff H.U., 2001; Son-Hing J.P. et al. 2007; Norton R.P. et al. 2007].

По мнению С.В. Колесова с соавт., эффективность вентральных систем не уступает дорсальным сегментарным конструкциям, и при правильном подборе пациентов, которым показан данный метод коррекции, именно он может быть методом выбора при хирургическом лечении идиопатического

сколиоза грудного отдела позвоночника [Колесов С.В., Кудряков С.А., Шавырин И.А., 2013]. Таким образом, авторы предлагают проводить отбор пациентов под данную технологию коррекции деформации позвоночника, что лишает методику индивидуальности в подходе к больному и ограничивает широкое применение этого вмешательства. Кроме того, широкого распространения данная техника не получила еще и в силу объективных причин: из-за наличия большого количества вариантов сколиоза, когда ее использование ограничено. К противопоказаниям для использования вентральных систем относят II, III, IV типы сколиоза (Lenke); кифоз более 40°; двойные грудные дуги; величину угла Cobb более 70°; ригидность дуги более 30%; проксимальный кифоз на уровне Th1-Th5 более 20° [Lenke L.G. et al., 2001; Betz R.R., 2004].

Осложнения при использовании вентральных методик, в основном, не специфические и связаны с дыхательной системой (пневмоторакс, пневмония, плеврит), реже наблюдаются неблагоприятные исходы, обусловленные непосредственно имплантатом (нестабильность, перелом) [Rosenthal D., Dickman C.A., 1998; Sweet F.A., et al., 2001].

1.2.3 Дорсальные крючковые и гибридные системы

Авторы методики CD подчеркивают важность коррекции деформации во всех трех плоскостях с необходимостью сохранения подвижности выше и ниже фиксированных позвоночно-двигательных сегментов [Lenke L.G. et al., 1999; Zeller R., Dubousset J., 2001]. Важным этапом восстановления баланса туловища является поворот стержня на 90° во время проведения корригирующих манипуляций - так называемый «деротационный маневр», выполняемый с внутренней стороны основной дуги деформации. Однако, ряд авторов пришли к выводу, что деротация происходит лишь в зоне максимальной деформации «en bloc», без коррекции ротации остальных сегментов [Labelle H. et al., 1995; Tredwell S.J. et al., 1999]. Некоторые исследователи утверждают, что деротационный маневр не только не

улучшает ситуацию с ротацией позвоночника, но и, напротив, усугубляет ее [Wood K.B. et al., 1991; Transfeldt E.E et al., 1989; Gardner-Morse M., Stokes I., 1994]. А.В. Соболев в своей работе связывает этот эффект непосредственно с техническими возможностями инструментария [Соболев А.В., 2015]. По его мнению, позвонок, расположенный на 3 сегмента ниже вершины дуги, при наличии адекватной коррекции в сагиттальной плоскости не контролируется ламинарным крючком для деротации, так как крючок расположен сзади по отношению к оси ротации, при этом сам позвонок перемещается кзади (к срединной линии тела) с незначительной деротацией, а движение крючка по отношению к дужке в этот момент может усиливать ротацию.

В отношении потери коррекции отмечено, что максимальная утрата наблюдается в первый год после оперативного лечения системой CD, что связано с дислокацией элементов инструментария при их миграции в раннем послеоперационном периоде [Herring J.A., Wenger D.R., 1982]. Прогностическим критерием сохранения коррекции является адаптация и восстановление правильных диско-теловых соотношений в зоне деформации после хирургического вмешательства [Кисель А.А., 2005].

Осложнения при использовании инструментария CD можно разделить на 3 большие группы: неврологические, гнойные и связанные с формированием переходного кифоза. К неврологическим осложнениям приводят сдавление (гематомой или конструкцией), дистракция или сосудистые поражения (без травмы) спинного мозга [Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2011].

Наиболее массовые исследования неблагоприятных исходов в результате применения инструментария CD принадлежат J.F. Mechin(1994), К.Н. Bridwellссоавт.(1998),М. Diab с соавт.(2007) иY. Qiуссоавт. (2008) [MechinJ.F. 1994; BridwellК.Н. et al., 1998; DiabМ. et al., 2007; QiuY. et al., 2008]. В первом сообщении неврологические осложнения были установлены в 1,58% случаев в группе из 3212 пациентов. Осложнения были представлены сосудистыми поражениями (31), транзиторными радикулопатиями

(11), компрессией спинного мозга имплантатами, гематомой, гранулемой, грыжей диска (7), повреждением твердой мозговой оболочки (2) [Mechin J.F., 1994]. Во второй статье в группе из 1090 прооперированных пациентов неблагоприятные исходы зафиксировали в 0,37% случаев, преобладали осложнения при вмешательствах по поводу гиперкифозов и после одномоментных операций на передних и задних отделах спинного мозга [Bridwell K.H. et al., 1998]. Третий коллектив авторов проанализировал исходы у 1301 пациента с хирургическим вмешательством по поводу подросткового идиопатического сколиоза, выявив неврологические осложнения в 0,69% случаев (повреждения спинного мозга – 4, дурального мешка – 3, спинно-мозговых корешков – 2). Из них у двух пациентов потребовалось удаление инструментария. Полное восстановление функции последовало через 3 месяца [Diab M. et al., 2007]. Четвертое сообщение принадлежит китайским хирургам, которые исследовали результаты хирургического лечения сколиотической деформации у 1373 пациентов. Осложнения установлены в 1,89% случаев. В группе прооперированных по поводу идиопатического сколиоза осложнения у пациентов с гиперкифозом более 40% составили 4,17% случаев, в группе без гиперкифоза – 0,61% [Qiu Y. et al., 2008].

По данным отечественных авторов, самые неблагоприятные неврологические осложнения (от корешкового синдрома до нижней параплегии) наблюдаются в 0,125-0,54% случаев [Михайловский М.В. соавт., 1999; Новиков В.В. с соавт., 2002].

Частота гнойных осложнений достигает, по данным разных авторов, 3-6% [Rihn J.A., Lee J.Y., Ward W.T., 2008; Massie J.B.etal.,1992]. Поздние нагноения встречаются в 1,7% случаев [Clark C.E., Shufflebarger H.L., 1999]. Причинами их развития, по данным разных авторов, могут быть гематогенная инфекция или внедрение условно патогенных микроорганизмов [Heggeness M.H.etal., 1993;Dietz F.R.etal., 1991]. Факторы, предрасполагающие к развитию гнойных инфекций при использовании

конструкций CD, не специфичны и являются общими для любых операционных вмешательств: отягченный анамнез, донорская кровь, отказ от дренирования в послеоперационном периоде [Ho C., Sucato D.J., Richards B.S., 2007].

Длительность использования инструментария CD способствовала накоплению опыта и оценке долгосрочных результатов хирургического лечения конструкциями III поколения. Одной из основных проблем при использовании металлоконструкций для коррекции деформации позвоночника являлось развитие болевого синдрома в отдаленном периоде после операции. Большинство авторов связывали этот процесс с уровнем расположения каудального опорного элемента спинального имплантата; по их мнению, чем ниже местоположение элемента, тем чаще развивались боли [Aaro S., Ohlen G., 1983; Dickson J.H., Erwin W.D., Rossi D., 1990]. Другие исследователи не находили подтверждений теории о прямой связи количества фиксированных позвонков с развитием болевого синдрома [Takahashi S., 1997; Lenke L.G. et al., 1998]. Более того, S.F. Whitec соавт. (1999) пришли к неожиданным выводам, что чем больше поясничных позвонков фиксированы корректором, тем ниже частота развития болевого синдрома [White S.F. et al., 1999]. В своей работе F.S. Perez-Grueso соавт. (2000) показали, что количество дегенеративно-дистрофических изменений в позвоночно-двигательном сегменте через 10 лет в группе прооперированных пациентов и контрольной группе оказалось статистически равным [Perez-Grueso F.S. et al., 2000]. Вероятно, сегодня точного ответа на вопрос, связаны ли боли в поясничном отделе позвоночника с оперативным вмешательством или с естественным развитием дегенеративных процессов позвоночника, нет. Обращает на себя внимание тот факт, что во всех исследованиях долгосрочных результатов около 90% пациентов спустя многие годы после хирургического лечения инструментарием CD вновь бы согласились на проведение операции [Takahashi S., 1997; Lenke L.G. et al., 1998; White S.F. et al., 1999; Perez-Grueso F.S. et al., 2000].

1.2.4 Дорсальные транспедикулярные системы

В последние годы транспедикулярные спинальные системы широко используется в хирургическом лечении пациентов с идиопатическим сколиозом [Виссарионов С.В., 2014; Колесов С.В., 2014]. Применение винтов, проведенных транспедикулярно в тело позвонка, позволяет манипулировать им во всех плоскостях, осуществляя максимально эффективную коррекцию с истинной деротацией позвонков на вершине искривления, фиксируя при этом меньшее число позвонков по сравнению с крюковыми и гибридными системами, без риска развития декомпенсации и переходных кифозов [Васюра А.С. и др., 2011; Виссарионов С.В. и др., 2015; Sponseller P.D. et al., 2010].

С учетом особенностей анатомо-антропометрических параметров тел позвонков при сколиотической деформации разработаны алгоритмы введения транспедикулярных винтов [Parent S. et al., 2004; Rosner M.K. et al., 2003]. Одной из широко применяемых является методика «free-hand» [Kim Y.J. et al., 2004; Dobbs M.B. et al., 2006]. Она включает скелетирование задней поверхности грудного отдела позвоночника с резекцией межпозвонковых суставов; формирование точки входа винта; поиск корня дужки, введение искателя и его разворот; оценку длины корня дужки, удаление искателя, оценку наличия ликвора и кровотечения, зондирование и измерение канала; введение винта [Samdani A.F. et al., 2009].

Использование ЭМГ в качестве контроля при имплантации транспедикулярных винтов не оправдало себя, так как данный метод обладает низкой чувствительностью, особенно на уровне Th2–Th9 позвонков (Samdani A.F. et al., 2011; De Blas G. et al., 2012). Хотя, при детальной визуализации задних структур и точек имплантации в сочетании с методом «freehand» под ЭМГ-контролем повышает точность установки винтов до 98% (Kim Y.W. et al., 2008).

Достоверно надежным способом контроля при формировании корректного канала под транспедикулярный винт является шило «PediGuard»

(ECD), принцип действия которого основан на импедансометрии, что существенно снижает риск опасных мальпозиций (Ovadia D. et al., 2011). Однако, стоимость этой технологии ограничивает возможность ее применения в широкой практике.

В литературе мы не нашли исследований, посвященных оценке проведения транспедикулярных винтов у пациентов с идиопатическим сколиозом методом «свободной руки» под нейрофизиологическим контролем.

J.E. Lowenstein соавт. (2006) и Y.J. Kim с соавт. (2007) проводили сравнительный анализ лечения идиопатического сколиоза гибридными и транспедикулярными системами [Lowenstein J.E. et al., 2006; Kim Y.J. et al., 2007]. Обе группы авторов отметили лучшие результаты коррекции основной дуги деформации при использовании винтовых конструкций (в среднем на 10°). J.E. Lowenstein с соавт. сообщили, что грудной кифоз при фиксации винтами уменьшился с $29,6^{\circ}$ до $19,4^{\circ}$ ($P = 0,012$), в группе с винтовыми системами также был отмечен более компенсированный сагиттальный баланс (с 28,8 мм до 1,5 мм) в сравнении с гибридным эндокорректором (с 21,2 до 8,2 мм). Коллектив Y.J. Kim с соавт., кроме более адекватной коррекции дуги деформации (70% в группе транспедикулярной фиксации и 56% в группе гибридных систем), сообщил о значительно меньшей потере достигнутой коррекции через 2 года после операции ($2,4^{\circ}$ при фиксации винтами против $9,0^{\circ}$ в группе с гибридными конструкциями), а также выявил лучшее восстановление качества легочной функции при использовании винтовых конструкций (отмечено, что ФЖЕЛ сохранилась 81% --> 81% и ОФВ1 вырос 73% --> 79% в группе транспедикулярных систем, тогда как в группе гибридных конструкций ФЖЕЛ снизилась 85% --> 79%, а ОФВ1 уменьшился 79% --> 75%). Различий в уровне последнего инструментированного позвонка, времени операции и средней кровопотери авторами не выявлено. Неврологических осложнений в обеих группах не отмечено.

К подобным результатам пришли J. Yongjung с соавт. (2006): сравнение проводилось между группами, в которые включили по 29 пациентов с первым типом идиопатического сколиоза по Lenke; наблюдение продолжалось на протяжении 2 лет [Yongjung J. et al., 2006]. В первой группе коррекция деформации выполнялась транспедикулярными системами, во второй устанавливали сегментарные гибридные системы. По мнению авторов, винтовые конструкции в сравнении с гибридными обеспечивали лучшую коррекцию сколиотической дуги со стабильным эффектом в послеоперационном периоде и обеспечивали более высокие показатели функционирования дыхательной системы (жизненной емкости легких и объема форсированного выдоха) в течение 2-х лет после операции. Установка обеих систем не сопровождалась неврологическими осложнениями. Согласно опроснику SRS-24 scores, статистических различий в качестве жизни в обеих группах также не выявлено.

Аналогичные выводы сделали S.I. Suk с соавт. (2003), сравнивая результат оперативного лечения пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации с применением крюковых, гибридных и транспедикулярных систем [Suk S.I. et al., 2003]. Авторы отметили, что коррекция основной дуги достигала 55%, 66% и 72% соответственно. Ими было установлено, что деротационный эффект винтовых конструкций намного выше по сравнению с другими системами (59% против 19% при использовании крюковых конструкций и 26% при коррекции гибридными системами).

В своей работе B.S. Lonner с соавт. (2009) сравнивали транспедикулярные и вентральные системы. Авторы сообщили о большей величине коррекции при винтовой фиксации (63,8%) в сравнении с торакоскопическим доступом (57%). Кроме того, исследователи отметили, что после использования транспедикулярных корректоров на хирургическое вмешательство тратится меньше времени и не наблюдаются легочные и плевральные осложнения [Lonner B.S. et al., 2009].

Оптимальным выбором для коррекции идиопатического сколиоза с величиной основной дуги деформации более 80-90° являются транспедикулярные системы в случаях, когда рутинные методы бессильны [Hamzaoglu A.etal., 2008; Watanabe K. et al., 2008]. Имеются сообщения о том, что винтовая конструкция при грубых сколиозах не только обеспечивает адекватную коррекцию, но и позволяет избежать вентральной мобилизации [Lehman R.A.Jr. et al., 2008].

К недостаткам транспедикулярной фиксации можно отнести неправильное расположение винтов с латеральным или медиальным смещением (которое наблюдается, несмотря на технически верно выполненное оперативное вмешательство), однако, к клиническим проявлениям со стороны неврологической картины это, как правило, не приводит [Lehman R.A.Jr. et al., 2008]. Отмечено, что даже при пенетрации корня дужки (в 6,2% случаев в группе из 394 пациентов, которых оперировали два хирурга, введя суммарно 3204 винта за 10-летний период) никаких неврологических, сосудистых или висцеральных осложнений выявлено не было [Kim Y.J. et al., 2004]. Редко наблюдаются осложнения в виде повреждения спинного мозга и спинно-мозговых корешков [Xu R.M. et al. 2008; Faraj A.A., Webb J.K., 1997]. Такие повреждения связаны с пенетрацией передней кортикальной пластинки тела позвонка или кортикальной стенки корня дуги винтами [Dobbs M. et al., 2008; Di Silvestre M. et al., 2007; Viswanathan A. et al., 2008].

Таким образом, большинство осложнений транспедикулярной фиксации связаны с некорректным расположением винтов, что не является опасным для пациентов и в большинстве случаев не вызывает клинических проявлений.

1.3. Мероприятия, направленные на мобилизацию сколиотической деформации

1.3.1 Мобилизирующие вмешательства

Важным моментом, влияющим на выбор техники оперативного лечения сколиоза, является степень мобильности деформации. Ригидность деформации увеличивается с возрастом, и зачастую грубые деформации - более 75-80° - сопровождаются ее развитием [Murray J. et al., 2003].

В случае, если у пациента выявлена ригидная дуга сколиотической деформации, перед оперирующим хирургом встает вопрос о необходимости вентрального или дорсального релиза и объеме мобилизирующих остеотомий [Duval-Beaupère G., Lespargot A., 1985]. В литературе есть сведения, что использование транспедикулярной фиксации при ригидных формах сколиоза позволяет не прибегать к остеотомиям [Berven S.H. et al., 2003; Lenke L.G. et al., 2001]. В ситуациях, когда хирургическое лечение ригидных деформаций осуществляется крючковыми или гибридными системами, мобильность достигается применением вентрального или дорсального релиза [Lee S.M., Suk S.I., Chung E.R., 2004; Rinella A. et al., 2005]. Большинство авторов предпочитают вентральные доступы для выполнения мобилизирующих мероприятий. Альтернативой открытой торакоскопии становится видеоассистированная торакоскопическая хирургия.

1.3.2 Эндоскопические технологии в лечении идиопатического сколиоза

На современном этапе развития медицины малоинвазивные эндоскопические технологии оказания медицинской помощи все более широко применяются в различных областях медицины. Отмечается рост объема вмешательств с использованием эндоскопической техники и в практике отделений ортопедического профиля. Первые публикации о торакоскопической дискэктомии опубликованы E.R. Kokoska с соавт. (1998), где авторы описывали результат лечения нескольких пациентов, которым выполняли дискэктомию на 5-6 уровнях [Kokoska E.R., Gabriel K.R., Silen M.L.,

1998]. В последующем Т. Niemeуегс соавт. (2000) в своих исследованиях осуществлял коррекцию деформации путем одномоментного торакоскопического релиза с задней стабилизацией позвоночника [Niemeуег T. etal., 2000].

В своем метанализе Vincent Arlet привел обзор 10 статей, в которых сообщалось о 151 видеоассистированной операции [Arlet V., 2000]. Долгосрочных наблюдений ни в одном случае не проводилось. О результатах сагиттального баланса, уровня фиксации, косметического эффекта и удовлетворенности пациентов авторы статей не сообщали. По мнению автора метаанализа все работы сходились в том, что торакоскопический релиз у пациентов с деформацией позвоночника практически ничем не уступает торакотомическому, но лишен её многих недостатков [Arlet V. etal., 2000].

Многие исследователи считают, что малоинвазивные доступы в хирургии грудного отдела позвоночника выигрывают в сравнении с открытой торакоскопией по уровню послеоперационной боли, по количеству рубцов, степени кровопотери и длительности стационарного лечения [Crawford A.H. etal., 1999; Cunningham B.W. etal., 1998; Lieberman I.H. etal., 2000]. Авторы сообщают, что данный подход удобен для выполнения дискэктомии, отмечая, что резекция нескольких анкилозированных позвонков может быть технически трудной. Кроме того, к положительным эффектам торакоскопии относят достижение мобильности зоны хирургического вмешательства без дополнительного воздействия [Dickman CA, Detweiler PW, Porter RW., 2000]. К негативным сторонам торакоскопии исследователи относят отсутствие бинокулярного зрения, тактильной обратной связи, необходимость двухпросветной интубации с одномоментной вентиляцией и ограничения в случае выраженной деформации позвоночника из-за снижения рабочего пространства для инструментов [Dickman C.A., Detweiler P.W., Porter R.W., 2000; Robert F. Heary, Todd J. Albert, 2006].

Существует несколько вариантов установки торакоскопического инструментария для хирургического лечения грудного отдела позвоночника. Техника P.O. Newton соавт. (1997), R.R. Betz и D.H. Clements (1997), включает введение двух или трех портов по передне-боковой поверхности для осуществления релиза, дискэктомии и спондилодеза [Newton P.O. et al., 1997; Betz R.R, Clements D.H., 1997]. Противоположная методика торакоскопического доступа предложена G. Picetti (1998) с коллегами, которые использовали заднебоковую поверхность для установки портов с целью одномоментной дискэктомии и установки инструментария [Picetti G. 3rd et al., 1998].

В своем исследовании 2003 года P.O. Newton соавт. сообщили о лечении идиопатического сколиоза из переднего доступа методами торакоскопии и открытой торакотомии. В первой группе было 38 пациентов, во второй – 68, наблюдавшихся 6 месяцев после операции. Коррекция деформации была сопоставима в обеих группах ($60\% \pm 11\%$ против $59\% \pm 17\%$) [Newton P.O. et al, 2003]. Снижение ФЖЕЛ было значительно выражено в группе открытой торакотомии ($0.6 \pm 0,3$ л) по сравнению с эндоскопическим доступом ($0.4 \pm 0,3$ л). Кроме того, выявлено лучшее восстановление функции плечевого пояса (сила и диапазон движений) через 6 недель после торакоскопической операции.

O. Peter с коллегами (2003) анализировали результаты лечения идиопатического сколиоза 1-го типа по Lenke, прооперировав 38 пациентов торакоскопическим методом и 38 – открытым торакотомическим доступом. Авторами отмечена меньшая травматизация с лучшим восстановлением в группе эндоскопических вмешательств. Степень коррекции деформации была сопоставима в обеих группах. Сообщается о большей затрате времени для выполнения торакоскопии в сравнении с торакотомией [Peter O. et al., 2003].

В отечественной литературе лишь единичные публикации освещают применение эндоскопической дискэктомии в лечении детей с

идиопатическим сколиозом [Ветрилэ С. Т. с соавт. 2007 Виссарионов С.В с соавт., 2013].

Прогностически верным, пожалуй, следует признать заключение G. Lawtence, L. Lenke, еще в 2003 году распознавших необходимость освоения лечения идиопатического сколиоза с применением торакоскопии для различных вариантов переднего релиза.

Однако, до настоящего времени точно не определены показания и методика торакоскопической дискэктомии у пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом грудной локализации. Не проводили сравнительный анализ и не оценивали преимущества торакоскопического подхода по сравнению с методикой открытой дискэктомии, как мобилизирующего этапа в лечении детей с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника.

1.4. Комбинация вентральных и дорсальных доступов

Все чаще для коррекции идиопатического сколиоза вертебрологи прибегают к комбинации вентральных и дорсальных доступов [Ветрилэ С.Т. с соавт., 2009; Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2011; Соболев А.В., 2015; Buttermann G. et al., 2001; Bullmann V. et al., 2006; Davis M.A., 2009].

Михайловский М.В. с соавт. (2006) и Кулешов А.А. (2007) оценили результаты коррекции деформации позвоночника у пациентов с тяжелыми формами идиопатического сколиоза со средним углом искривления 107,9°. Больным осуществляли исправление сколиотического компонента из комбинированных доступов (дискэктомия в сочетании с корпородезом и дорсальная коррекция 58 и 81 пациента соответственно). Результаты коррекции составили 53,4% и 57,6% соответственно. В ходе исследования авторы сделали вывод, что выполнение дискэктомии на вершине основной дуги тяжелых деформаций является обязательным мобилизирующим этапом хирургической операции, улучшающим величину коррекции деформации позвоночника.

В последние годы вышли работы, ставящие под сомнение выполнение вентрального этапа хирургической операции. Ряд авторов (Tiziana Greggì., Georg Bakaloudis., 2010; Hwang S.W., 2013; Hideki Sudo., 2014; Zhicai Shi., Jiayu Chen., 2015; Ismail Emre Ketenci., 2016; Mingyuan Yang., Changwei Yang., 2016) считают, что возможно достичь значительной коррекции тяжелого сколиоза, применяя лишь дорсальный подход.

Zhicai Shi и Jiayu Chen с соавторами провели сравнительный анализ коррекции деформации позвоночника у двух групп с равными значениями сколиотических дуг (в среднем 90°). В первую группу вошли пациенты, оперированные из комбинированных доступов (дискапофизэктомия и корпоротомия из переднебокового доступа в сочетании с дорсальной коррекцией искривления), вторая группа была представлена пациентами, оперированными только из дорсального доступа. После операции в обеих группах результат коррекции составил 60% и 59% соответственно. Таким образом, они были практически идентичными (Zhicai Shi., Jiayu Chen., 2015). Аналогичное исследование осветили Tiziana Greggì и Georg Bakaloudis с соавторами, где выявили, что коррекция искривления с величиной 66° в обеих группах после операции (коррекция из комбинированного доступа - 53%, только из дорсального доступа - 51%) была также одинакова (Tiziana Greggì., Georg Bakaloudis., 2010).

В своей работе Douglas C. с соавт. (2005) подтверждает, что у подростков с идиопатическим сколиозом при наличии ригидных дуг более 85° необходимо комбинированное вмешательство из переднего и дорсального подходов [Douglas C. et al., 2005]. Авторы анализировали операции спондилодеза с задним доступом без мобилизирующих вмешательств. Средний возраст пациентов на момент операции составил 14,4 года (10-20), рентгенологические наблюдения проводились в среднем 4,4 года (2-11,5). Предоперационная деформация грудной дуги составила 75° (70° - 88°), уровень ригидности - 37%, после коррекции сколиотическая дуга достигла 25° (67%). Средняя продолжительность операции составила 6,15 часа, длительность

госпитализации – 8 дней. Показатели качества жизни у пациентов через 2 года (46 из 50 больных): боль - 4,4, самооценка - 4,3, функция - 4,3, психическое здоровье - 4,3, удовлетворенность - 4,7. Сообщалось об осложнениях в виде псевдоартроза (1), необходимости удаления имплантата из-за смещения (1) и в связи с болевым синдромом (1). Авторы считают, что данные результаты сопоставимы с задними доступами после переднего релиза, и в случаях деформаций менее 85° можно достичь удовлетворительного косметического и рентгенологического эффекта у подростков с идиопатическим сколиозом без дополнительных вентральных мобилизирующих вмешательств.

Ряд авторов высказываются за одномоментное проведение операций в рамках одного наркоза [Shufflebarger H.L. et al., 1991; Powell E.T. et al., 1994; Shono Y. et al., 2001]. Есть мнение, что такая методика уменьшает число осложнений и снижает нервозность пациентов по поводу второго оперативного вмешательства [Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2011]. Другие исследователи считают, что между мобилизирующим этапом и установкой дорсальных систем целесообразно делать перерывы, используя это время для вытяжения [Колесов С.В., 2014; Bridwell K.H. et al., 1999; Sink E. et al., 2001]. Кроме того, проведение двух этапов спинальной хирургии в один день может быть тяжелым испытанием для соматически ослабленных больных [Klein J.D. et al., 1996]. Некоторые авторы рекомендуют действовать по клинической ситуации: в случаях мобильных и негрубых деформаций выполнять операции в один день, а при необходимости мобилизации ригидных грубых сколиозов делать перерывы в 10-14 дней для вытяжения [Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2011].

Таким образом, остается открытым вопрос о необходимости использования только дорсального доступа или комбинированного подхода при коррекции деформации позвоночника у пациентов с идиопатическим сколиозом. Продолжаются дискуссии по поводу целесообразности одномоментного вмешательства из переднебокового и заднего доступа или

необходимости сохранения промежуточного HALO-феморального вытяжения с целью получения лучшего результата коррекции имеющегося искривления и снижения риска интраоперационных осложнений.

Резюме

Оперативное лечение детей с идиопатическим сколиозом является актуальной и не решенной полностью задачей. Единого алгоритма для оперативного лечения сколиотической деформации грудного отдела позвоночника у детей сегодня не разработано, в связи с чем дискуссии ортопедов о видах, объемах и хирургических доступах при коррекции сколиоза продолжаются. Данных в доступной литературе о критериях индивидуального подхода к хирургической коррекции деформации, в зависимости от анатомо-антропометрических особенностей тел грудных позвонков при идиопатическом сколиозе у подростков, крайне мало. Не определены показания и методика эндоскопической дискэктомии у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации. Все вышеизложенное определило цели и задачи нашего исследования.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Материалы исследования

Материалом исследования явились истории болезни, результаты обследования и хирургического лечения 100 пациентов в возрасте от 11 до 18 лет с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника 3 и 4 степени по Cobb, с величиной основной дуги деформации от 37⁰ до 100⁰. Из 100 больных с деформациями позвоночника пациенты женского пола составили 91 человек, мужского – 9 (рис. 1).

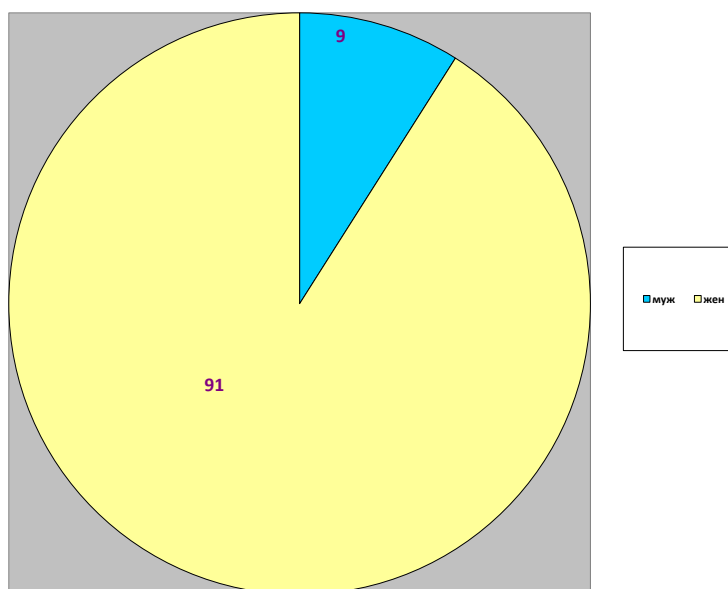


Рисунок 1. Распределение пациентов по полу

В исследуемые группы вошли пациенты с 1 типом сколиотической деформации по классификации L.G. Lenke. Данная клиническая классификация позволяет не только иметь яркое представление о сколиотической деформации, но и выбрать вариант оперативного вмешательства, а также определить уровень фиксации. Суть классификации заключается в следующем: деформации распределяются по шести наиболее часто встречающимся типам, которые отражают локализацию и структурность сколиотической дуги по отделам позвоночника, наличие противодуг, а также сагиттальный профиль позвоночного столба (рис. 2).

		Curve Type (1-6)					
Lumbar Spine Modifier		Type 1 (Main Thoracic)	Type 2 (Double Thoracic)	Type 3 (Double Major)	Type 4 (Triple Major)	Type 5 (TL/L)	Type 6 (TL/L - MT)
A							
		1A*	2A*	3A*	4A*		
	B						
		1B*	2B*	3B*	4B*		
C							
		1C*	2C*	3C*	4C*	5C*	6C*
	Possible sagittal structural criteria (To determine specific curve type)						
		Normal	PT Kyphosis	TL Kyphosis	PT and TL Kyphosis	Normal	TL Kyphosis

*T5-12 sagittal alignment modifier: -, N, or +
 -: <10°
 N: 10-40°
 +: >40°

Рисунок 2.Классификация идиопатического сколиоза по L.G. Lenke, 2000г.

К идиопатическим сколиозам грудной локализации (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 Th11-12). Деформациями грудопоясничного типа считаются искривления, основная дуга которых располагается между краниальной замыкательной пластинкой Th12 и каудальной пластинкой L1. Поясничными идиопатическими сколиозами являются деформации с локализацией вершины основной дуги искривления между диском L1-2 и каудальной замыкательной пластинкой тела L4.

К 1 типу сколиотических деформаций, по данной классификации, относятся сколиозы грудной локализации с вершиной основной дуги в промежутке от Th2-Th11 позвонков, без структурных противодуг в поясничном или в верхнегрудном отделе.

2 тип деформаций представлен двумя грудными структурными дугами в верхнегрудном и грудном отделах.

3 тип деформаций характеризуется двумя структурными дугами в грудном и поясничном отделах, где основной дугой является грудная, а поясничная - второстепенная. К представленному виду можно отнести так называемые комбинированные S-образные идиопатические сколиозы.

4 тип деформации представляет собой три дуги искривления: первая - в верхнегрудном, вторая - в грудном и третья - в поясничном отделах, чаще всего с вершинами дуг на уровне Th3, Th8, L2-3 позвонков.

К 5 типу деформаций относятся поясничные и грудопоясничные идиопатические сколиозы без противодуги в грудном отделе с вершинами на уровне Th12-L1 позвонков в случае грудопоясничной деформации и L1-2-4 позвонков - при поясничном искривлении.

6 тип деформаций напоминает 3 тип деформаций со структурными грудной и поясничной дугами, за исключением того, что основной дугой является поясничная.

Необходимо отметить в данной классификации поясничные вариации А, В, С. Под поясничными вариациями понимают отклонение поясничного сегмента от линии, проведенной через середину крестца, как указано на рисунке 3.

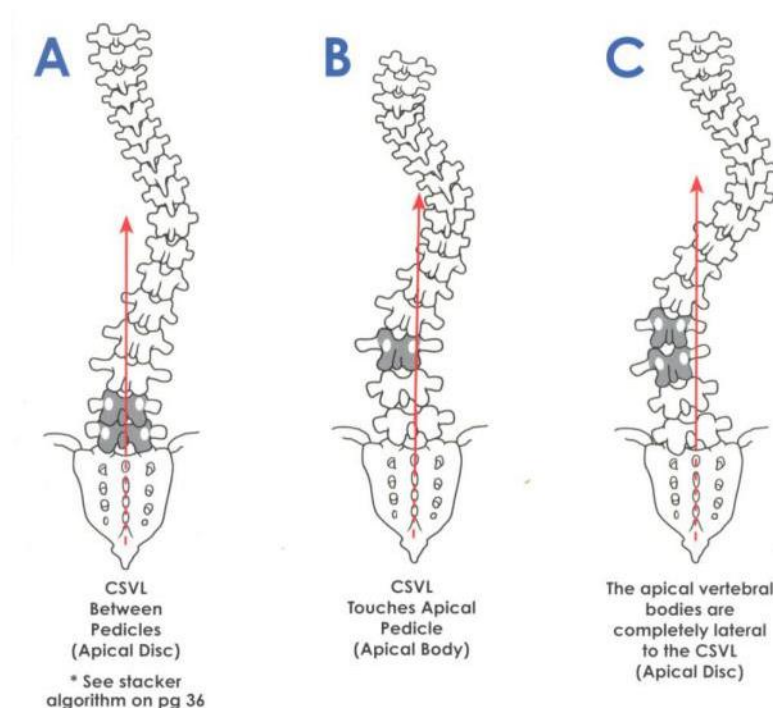


Рисунок 3. Поясничный модификатор по классификации L.G. Lenke

Учитывая такой вариант классификации, каждый тип деформаций, помимо цифрового обозначения, имеет еще и буквенное обозначение. Так, при 1 и 2 типе деформаций может присутствовать поясничная противодуга, относящаяся к B и C типам поясничных вариаций, но отличаться от 3 и 4 типа деформаций они будут тем, что противодуга в поясничном отделе не будет структурной. 5 и 6 типы деформаций могут иметь только C тип поясничной вариации, учитывая расположение вершинного позвонка, характерного для данных типов искривлений позвоночного столба. Структурность поясничной противодуги определяется по функциональным снимкам с максимальным наклоном вправо и влево. Если при боковом наклоне дуга корригируется на 25° и более, то такая дуга является неструктурной. Согласно классификации Lenke, учитывается также сагиттальный профиль, а именно кифотический компонент. При грудных типах идиопатического сколиоза к гипокифозам, обозначаемым в классификации (-), относят величину кифотического компонента менее 10° , к нормокифозам (N) относят величину грудного кифоза в пределах 10° - 40° , и к

гиперкифозам, обозначаемым (+), относят показатель кифоза более 40°. Диагноз идиопатического сколиоза, согласно классификации L.G.Lenke, выглядит следующим образом: 1A(-) Lenke, что соответствует грудному лордосколиозу без противодуги.

Классификация, предложенная L.G.Lenke, является основной хирургической классификацией сколиотических деформаций.

В исследование включены пациенты только с правосторонней основной дугой деформации. Все пациенты оперированы в ФГБУ «ФЦТОЭ» г. Чебоксары и в НИДОИ им. Г.И. Турнера в период с 2009 по 2014 годы одной хирургической бригадой. По проведенным оперативным вмешательствам пациенты разделены на 3 основные группы.

Степень сколиоза определяли по величине деформации. Для этого пользовались классификацией Cobb 1958 года. По данной классификации, к 1 степени сколиоза относятся деформации величиной до 15°, к 2 степени - деформации величиной 20-40°, к 3 степени – искривления позвоночника в интервале 40-60°, к 4 степени - деформации величиной более 60°.

Первая группа пациентов включала 20 человек женского пола в возрасте от 14 до 17 лет с величиной деформации от 38° до 70°, которым оперативное вмешательство проведено только из дорсального доступа в объеме задней инструментальной коррекции многоопорной гибридной металлоконструкцией и стабилизации достигнутого результата в сочетании с костной пластикой. Третья степень сколиоза была отмечена у 18 пациенток, 4 степень - у 2 больных.

Второй группе из 41 пациента, включающей 36 девочек и 5 мальчиков в возрасте от 11 до 16 лет с величиной деформации от 51° до 100°, хирургическое вмешательство осуществляли одномоментно из комбинированного подхода. Первым этапом выполняли торакоскопическую дискэктомию на вершине основной дуги деформации в сочетании с корпоротомией, вторым этапом проводили дорсальную коррекцию и

стабилизацию достигнутого результата гибридной спинальной системой в сочетании с локальным спондилодезом. В данную группу вошли:

1) Пациенты с незавершенным ростом и прогрессирующим деформации более 10° в год, что определяли клинически (отсутствие или непостоянство Mensis), по спондилограммам (тест Риссера 0-3);

2) Пациенты с ригидными деформациями позвоночника в пределах 70° - 100° , с индексом мобильности менее 25% [Михайловский, Кулешов]. При проведении торакоскопических вмешательств оценивали уровни проведенных дискэктомий и количество удаленных дисков. Количество пациентов с 3 степенью идиопатического сколиоза в этой группе составило 8 человек, с 4 степенью - 34 больных.

Третьей группе из 39 больных, включающей 35 девочек и 4 мальчика в возрасте от 12 до 18 с величиной основной дуги деформации от 37° до 84° , оперативное вмешательство проводили только из заднего доступа в объеме коррекции деформации транспедикулярной металлоконструкцией и стабилизации достигнутого результата в сочетании с локальным спондилодезом. Третья степень сколиоза установлена у 25 пациентов, 4 степень отмечена у 14 больных.

Пациентам, у которых коррекцию деформацию позвоночника осуществляли транспедикулярными спинальными системами, в ходе корригирующих манипуляций на вершине основной дуги искривления применяли специальную систему VCM (Vertebral Column Manipulation) с целью достижения истинной деротации вершинного позвонка (табл. 1).

Таблица 1.

Структура оперативных вмешательств у детей с идиопатическим
сколиозом грудной локализации

Вид хирургического вмешательства	Гибридные конструкции	Транспедикулярные конструкции	Количество пациентов
Торакоскопическая дискэтомия с дорсальной коррекцией	41	0	41
Дорсальная коррекция	20	39	59
Всего	61	39	100

По поясничным вариациям пациенты распределились следующим образом: 1А вариация - 58 пациентов, из них 57 девочек и 13 мальчиков; 1В вариация - 24 пациентки и 1С вариация - 8 пациенток. По сагиттальному профилю пациенты распределялись следующим образом: гипокифоз (-) по классификации Lenke менее 10° отмечался у 59 пациентов, нормокифоз (N) от 10° до 40° - у 36 пациентов и гиперкифоз (+) свыше 40° был зафиксирован у 1 пациентки.

Сроки наблюдения составили от 1 до 3 лет.

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

Критерии включения:

1. Идиопатические С-образные сколиозы грудной зоны 3-4 степени.
2. Возраст пациентов - от 11 до 18 лет.
3. Время набора материала.
4. Проведение лечения в 2-х клиниках: в ФГБУ «НИДОИ им.Г.И.Турнера» Минздрава России (г.Санкт-Петербург), отделение патологии позвоночника и нейрохирургии, и ФГБУ «Федеральный Центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России (г.Чебоксары), детское травматолого-ортопедическое отделение.
5. Одна оперирующая бригада.

6. Единая методика хирургического лечения и послеоперационного ведения пациентов.
7. Клинико-рентгенологическое обследование.
8. Согласие на участие в исследовании для основной группы.

Критерии исключения:

1. Возраст пациентов до 11 лет и старше 18 лет.
2. Пациенты с наличием врожденной патологии позвоночника и спинного мозга, а также с системной патологией.
3. Пациенты с наличием неврологических изменений в анамнезе, а также с неврологическими нарушениями при клиническом осмотре.
4. Пациенты с соматической патологией на момент осмотра.
5. Нежелание и отказ от участия в исследовании.

Выбор метода оперативного лечения зависел от возраста пациентов, величины основной дуги деформации, анатомо-антропометрических показателей позвонков.

По результатам обследования во всех трех группах достоверных отличий ни по одному из критериев выявлено не было, что позволило проводить дальнейшие исследования.

2.2. Методы исследования

Нами использованы следующие методы обследования: клинико-неврологический, рентгенологический, метод компьютерной томографии, МР-томография, статистический.

2.2.1. Клиническое и неврологическое исследования включали общепринятые способы исследования до и в различные сроки после хирургического лечения (при выписке из стационара, через 6 месяцев и 1 год после выписки из стационара, в дальнейшем - 1 раз в год на протяжении всего периода наблюдения), что позволило выявить анатомо-функциональные нарушения в позвоночнике и оценить динамику их восстановления в процессе лечения. Метод включал в себя следующее.

При сборе жалоб выясняли наличие болевого синдрома и локализацию болей, ортопедический статус (реберный гиббус, асимметрия надплечий, треугольников талии). Выраженность болевого синдрома оценивали по международной визуально-аналоговой шкале боли (VAS), в которой болевой синдром по интенсивности выражался в баллах от 1 до 10 и в картинках для удобства оценки пациентами (рис. 4).

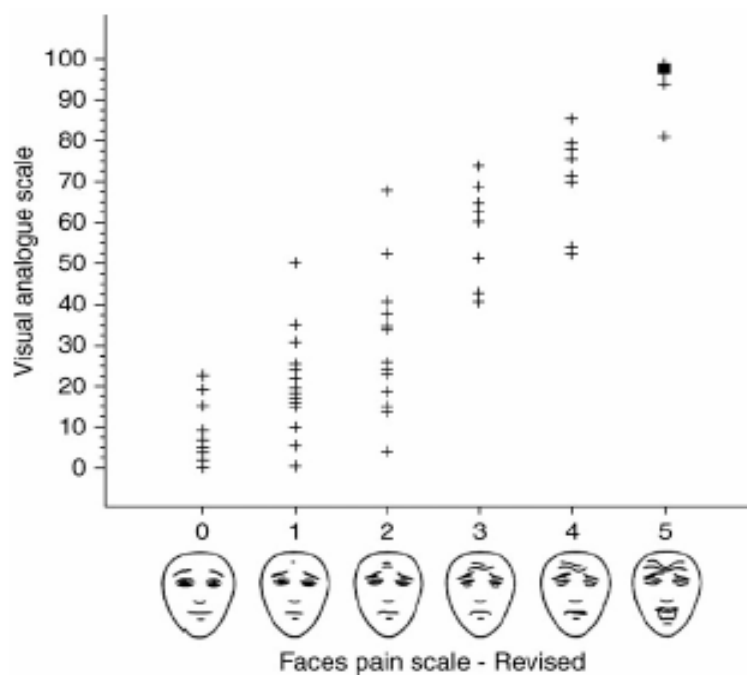


Рисунок 4. Международная шкала оценки выраженности болевого синдрома.

Неврологическую симптоматику оценивали по шкале ASIA. Данная шкала позволяет подробно и полностью оценить все неврологические изменения (чувствительные и двигательные) в баллах и по сумме получившихся баллов подразделить неврологический статус на 5 возможных исходов: А, В, С, D, Е. Согласно результатам этой шкалы, от Е до А отмечается нарастание неврологической симптоматики от полного отсутствия каких-либо изменений до грубейшей неврологической симптоматики (рис. 5).

Стандарты неврологической оценки повреждений спинного мозга

Движения

	Пр.	Лев.
C2		
C3		
C4		
C5		
C6		
C7		
C8		
T1		
T2		
T3		
T4		
T5		
T6		
T7		
T8		
T9		
T10		
T11		
T12		
L1		
L2		
L3		
L4		
L5		
S1		
S2		
S3		
S4-5		

ВСЕГО
Максимум 50 50

Чувствительность

	Тактильная	Болевая		
	Пр.	Лев.	Пр.	Лев.
C2				
C3				
C4				
C5				
C6				
C7				
C8				
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				
T11				
T12				
L1				
L2				
L3				
L4				
L5				
S1				
S2				
S3				
S4-5				

ВСЕГО
Максимум 56 56 56 56

Ключевые группы мышц:
 C5-6: сгибатели локтя
 C6-7: разгибатели кисти
 C7-8: разгибатели локтя
 C8-T1: сгибатели дист. фаланги 3 пальца
 T1-2: абдукторы 5 пальца

0-полный паралич
 1-дальшеуказанное или видимое сокращение
 2-активное движение в полном положении
 3-активное движение в полном положении
 4-движение с сопротивлением
 5-движение против полного сопротивления
 NT - не проверено

Оценки:
 Пр. ☐ Лев. ☐ Полное или неполное
 Чувствительный ☐ Двигательный ☐

Чувствительность (Да/Нет)
 0 - отсутствует
 1 - нарушенная
 2 - нормальная
 NT - не проверено

Оценки:
 Пр. ☐ Лев. ☐ Чувствит.
 Частично иннервируемые
 Движения ☐

Рисунок 5. Международная шкала оценки неврологических нарушений.

Из анамнеза заболевания уточняли сроки первичного выявления деформации, темпы и динамику ее прогрессирования, предшествующее проводимое лечение (физиолечение, ЛФК, корсетотерапия). Кроме того, оценивали выраженность вторичных половых признаков.

При ортопедическом осмотре спереди оценивали отклонение туловища, положение надплечий, грудных желез и асимметрию треугольников талии. При осмотре со стороны спины определяли уровень стояния углов лопаток, отмечали наличие мышечного валика в грудной и поясничной области, при наклоне вперед оценивали тест Адамса и высоту реберного горба. В положении ребенка сбоку оценивали изгибы позвоночника: выраженность шейного и поясничного лордоза, грудного кифоза (рис. 6).

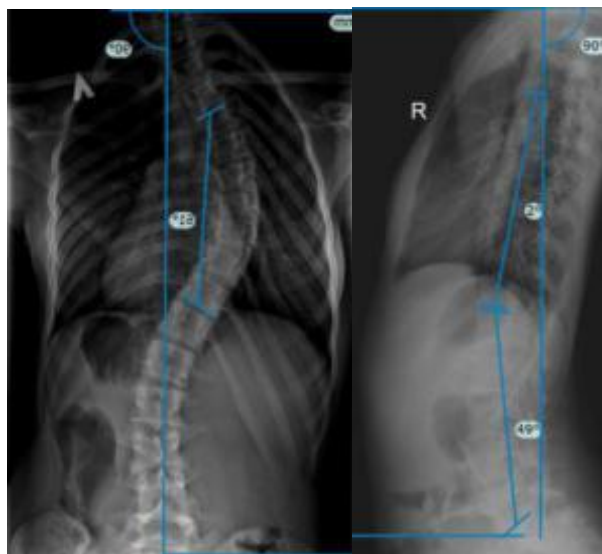


Рисунок 6. Внешний вид пациента с идиопатическим сколиозом.

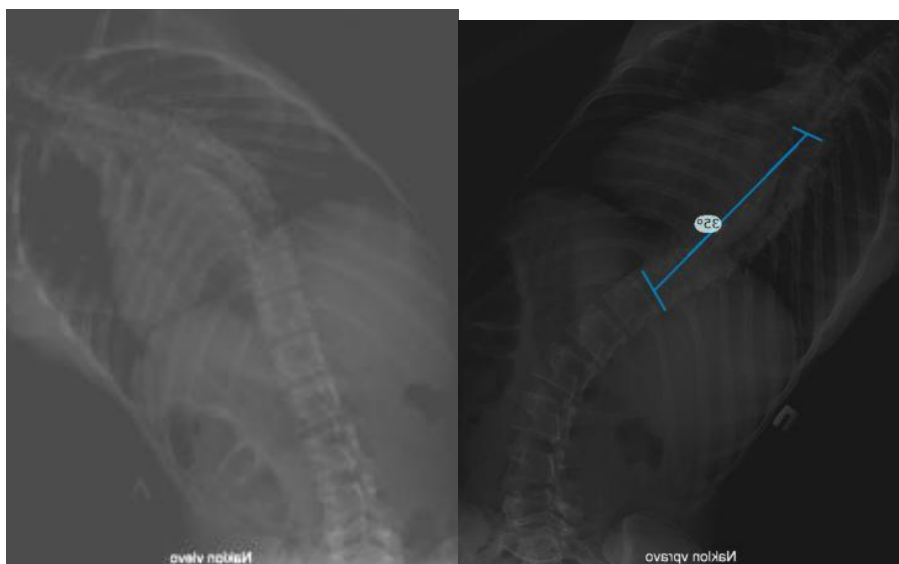
В конце осмотра проводили измерение роста пациента и длину ног. Неврологический статус оценивали совместно с неврологом, оценивали тонус и силу мышц, наличие патологических знаков, корешковой симптоматики. Исследование сердечно-сосудистой системы осуществляли до операции всем пациентам путем проведения электрокардиографии и ЭХО-КГ, выполняли спирографию до и после хирургического вмешательства (перед выпиской из стационара и через 1 год) с целью оценки дыхательного объема и функции легких.

2.2.2 Рентгенологический метод. Исследования проводили на цифровом рентгеновском аппарате «AxiomIconosR200» немецкой фирмы Siemens (Германия).

Метод включал в себя оценку спондилограмм, выполненных в положении стоя в 2-х стандартных проекциях до операции, а также оценку функциональных спондилограмм с максимальными наклонами в стороны (вправо и влево), выполненных в положении лежа до операции. Функциональные рентгеновские снимки осуществляли согласно методике, которая позволяла определить мобильность деформации и выбрать уровень фиксации у каждого пациента. Кроме того, рентгенограммы позвоночника выполняли через 5 дней, 6 месяцев и 1 год после операции в положении стоя в 2-х проекциях. До операции по рентгенограммам оценивали локализацию первичной дуги искривления, величину сколиотического и кифотического компонентов деформации позвоночника, мобильность искривления, количество позвонков в дуге, определяли вершинный позвонок. После хирургического вмешательства оценивали величину остаточной дуги деформации, рассчитывали величину коррекции деформации в градусах и процентах, количество фиксированных сегментов при разных типах деформации по классификации L.G. Lenke, краниальный и каудальный уровень спондилодеза, а также послеоперационные значения кифоза грудного отдела и лордоза поясничного отдела позвоночника (рис. 7).



А



Б

Рисунок 7. Рентгенограммы пациента с идиопатическим сколиозом:

А – прямая и боковая проекции, Б – функциональные рентгенограммы в прямой проекции

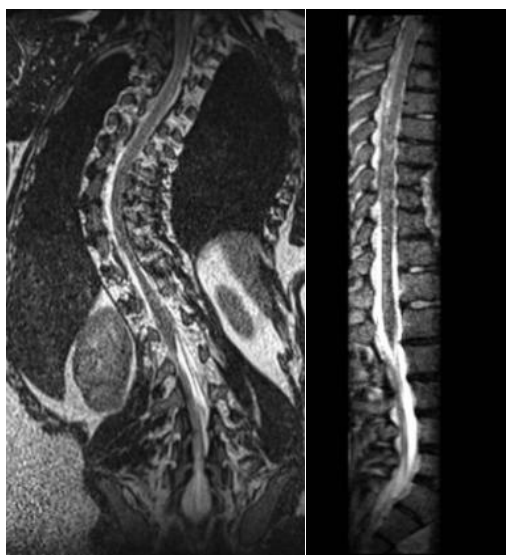
Величину основной дуги деформации определяли по спондилограммам в положении стоя по методике Cobb. Оценка сагиттального профиля заключалась в определении величины грудного кифоза и поясничного лордоза. Величина грудного кифоза соответствовала величине угла, образованного линиями, проведенными по верхней замыкательной пластинке Th5 и нижней замыкательной пластинке Th12. Поясничный лордоз определяли по углу, образованному линиями, проведенными по верхним замыкательным пластинкам L1 и S1. Мобильность основной дуги деформации оценивали по отношению остаточного угла искривления по функциональному рентгеновскому снимку с наклоном вправо к углу сколиоза по прямой рентгенограмме, выполненной в положении лежа, выраженному в процентах.

Индекс мобильности определяли по фронтальным спондилограммам в положении лежа с наклонами вправо и влево в зависимости от типа деформации и рассчитывался по формуле:

$$\gamma = \frac{(\beta - \alpha) * 100\%}{\beta}$$

где γ – индекс мобильности, β – угол деформации по спондилограмме стоя по Коббу, α – остаточный угол деформации по Коббупо спондилограмме с наклоном. Мобильной деформация считалась в случае, если индекс мобильности превышал 25%.

2.2.3 Магнитно-резонансную томографию проводили на МР–томографе Magnetom Avanto фирмы Siemens (Германия) с напряженностью магнитного поля 1,5 Т. МРТ исследование всех отделов позвоночника проводили в трех проекциях в T1– и T2– режимах. Особое внимание уделялось миелографическому режиму, толщиной среза 1 мм, с последующими мультипланарными реконструкциями, которые позволяли детально оценить состояние спинного мозга, позвоночного канала и нервных корешков. Выполнялись аксиальные срезы на всех уровнях межпозвонковых дисков для оценки положения спинного мозга (рис. 8).



А

Б

Рисунок 8. МРТ позвоночника пациента с идиопатическим сколиозом:

А – прямая проекция, Б – боковая проекция

Задачей МРТ–исследования являлось выявление аномалий развития спинного мозга и позвоночного канала (диастематомиелия и нарушение ликвородинамики), аномалий развития краниовертебрального перехода (патология Киари), фиксированного конского хвоста, дегенеративных изменений позвонков и межпозвонковых дисков, объемных образований позвоночника и спинного мозга, оценка состояния прилежащих мягких тканей и связок.

2.2.4 Компьютерно-томографический метод. Исследования проводили на 16–срезовом томографе «SomatomEmotion» фирмы Siemens (Германия) с толщиной среза сканирования 3 мм с последующими мультипланарными и 3D–реконструкциями, что позволяло детально обрабатывать и просматривать изображения в любой плоскости. Сканирование позвоночника (от Th1 до S1) выполняли в положении пациента лежа на спине (рис. 9).



Рисунок 9. Мультипланарная 3D-реконструкция деформированного позвоночника

Задачей рентгеновской компьютерной томографии являлось детальное исследование морфометрических показателей позвонков. Метод позволял осуществить измерение продольного и поперечного размеров корней дуг всех позвонков от Th₁ до S₁, а также оценить размеры тела самого позвонка, что позволяло рассчитать длину винтового пути (рис. 10).

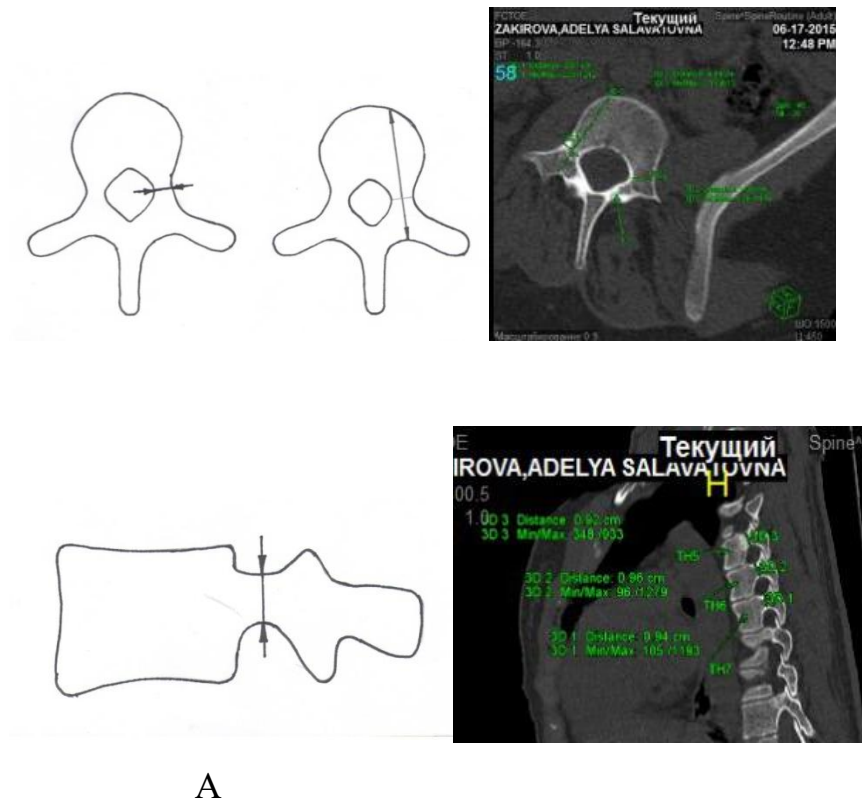


Рисунок 10. Схема расчета (А) и КТ сканы (Б) с определением исследуемых параметров позвонков.

Изучение ротации вершинного позвонка до и после оперативного вмешательства оценивали по методике Aaro-Dalborn. Суть данной методики заключалась в определении угла между линией, проведенной через середину позвонка, и срединной линией тела (отклонение линии, проведенной через центр позвонка, к линии, проведенной от задних отделов позвонка к грудине или центральной линии туловища). Данный параметр оценивали в градусах до операции и после проведенного хирургического лечения (рис. 11).

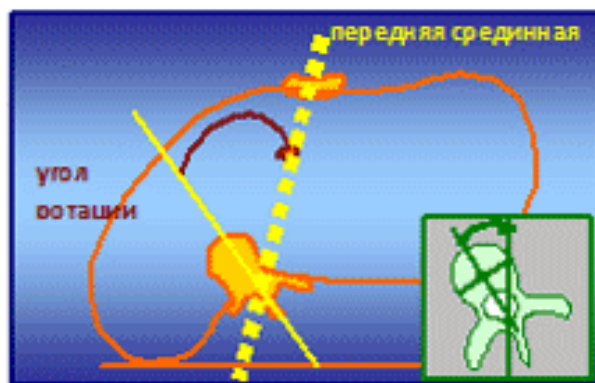
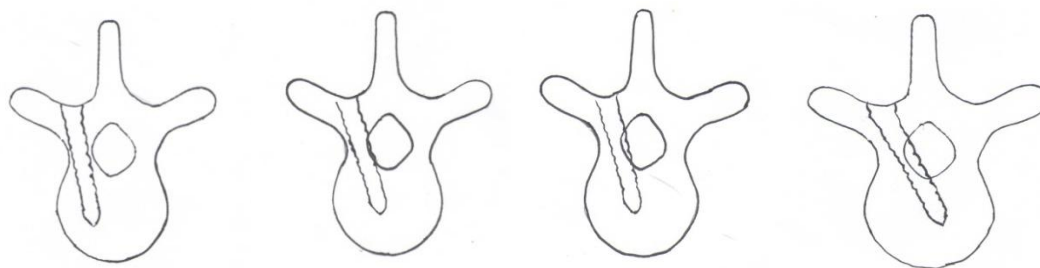


Рисунок 11. Оценка ротации вершинного позвонка по методике Aaro-Dalborn.

В послеоперационном периоде оценивали корректность положения установленных транспедикулярных опорных элементов. Для оценки корректности установки винтов использовали классификацию качества проведения транспедикулярных опорных элементов, описанную S.D. Gertzbein et al. в 1990 году. В данной классификации положение винтов подразделяется на 4 типа, где Grade 0 (full correct) – транспедикулярный винт находится в корне дуги, не нарушая ее целостности и не контактируя с прилежащим тканями; Grade I – сдвиг транспедикулярного опорного элемента относительно кортикальной пластинки корня дуги до 2 мм; Grade II – смещение винта за пределы кортикала от 2 до 4 мм; Grade III – смещение более 4 мм (рис. 12).



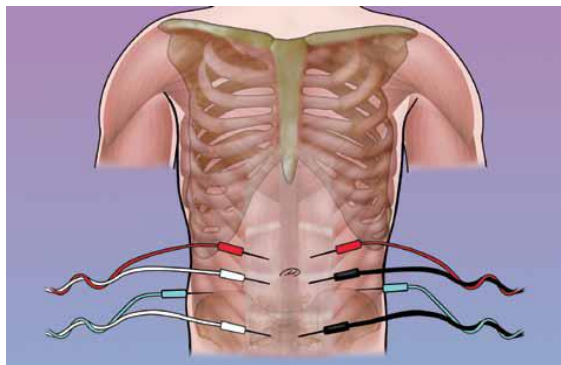
Grade 0

Grade I Grade II Grade III

Рисунок 12. Оценка корректности установленных транспедикулярных винтов в тела позвонков по Gertzbein 1990 г.

2.2.5 Электронейрофизиологический метод позволял контролировать состояние нервных структур у пациентов с идиопатическим сколиозом интраоперационно и сравнивать эти показатели с исходными данными до операции. Для этого использовали систему интраоперационного нейромониторирования NimEklypse. Интраоперационный нейромониторинг (ИОНМ) – это непрерывное наблюдение за состоянием структур нервной системы для своевременного обнаружения опасных отклонений от исходного уровня их функционирования. Интраоперационное нейрофизиологическое исследование проводили по протоколу.

Процедуру начинали с установки электродов. Регистрирующие электроды устанавливали билатерально в М. Rectus abdominis, М. obliquus abdominis (рис. 13А), М. Vastus lateralis (рис. 13Б), М. Tibialis anterior или М. extensor hallucis (при верхней точке фиксации не выше Th4 позвонка)(рис. 13В)и М. Adductor pollicis (при установке винтов на выше Th4 до Th2) (рис. 13Г).



А



Б



В

Г

Рисунок 13. Зоны установки регистрирующих электродов перед операцией.

Стимулирующие электроды для ТкМВП устанавливали в точках С''1 и С''2 (C3, C4), как показано на рисунке 14.

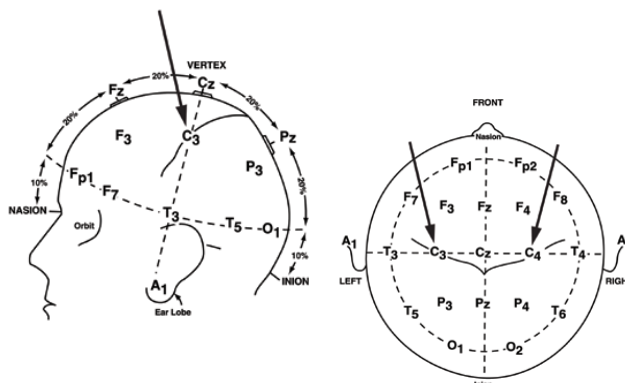


Рисунок 14. Зоны установки стимулирующих электродов перед операцией.

Отводящий электрод стимулятора и заземление устанавливали в поясничной области слева, как показано на рис. 15. Стимулирующие электроды для TOF устанавливали в подколенной ямке в проекции малоберцового нерва (рис. 16).

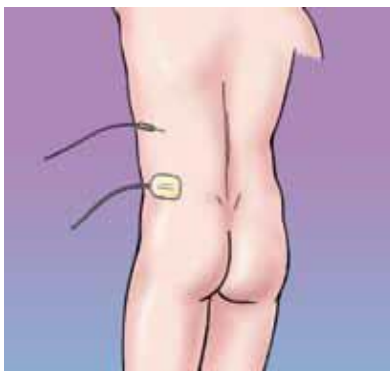


Рисунок 15. Область установки отводящего электрода стимулятора.



Рисунок 16. Область установки стимулирующих электродов для ТОФ.

Проведение ИОНМ включало следующие этапы.

Тест на правильность установки и корректность работы электродов основан на понятии импеданса проводился автоматически самой системой после установки игольчатых электродов. При правильной установке электродов все выбранные зоны, где проекционно они располагались в коже, отображались на экране зеленой индикацией (рис. 17).



Рисунок 17. Вид экрана нейромониторатора при корректной установке электродов.

Тест на миорелаксанты (TOF) использовали для измерения наличия нервно-мышечной блокады (НМБ), которая могла быть вызвана действием миорелаксантов, а также газовых анестетиков. Этот тест позволял избежать ложноотрицательных результатов, обусловленных действиями паралитических средств. Мониторинг НМБ осуществляли путем стимуляции нервных структур и регистрации вызванного суммарного моторного потенциала в иннервируемой ими мышце. Тест проводили перед началом мониторингирования. Последний заключался в проведении серии из 4 импульсов нарастающей силой от 1 до 35мА. Тест отображал в процентах наличие миорелаксирующего действия препаратов. Согласно результатам теста, чем выше отмечался процент, тем степень проведения была лучше и нейромышечная блокада меньше. На момент начала манипуляций TOF должен приближаться к 100%, как показано на рисунке 18.



Рисунок 18. Результат проведения теста на миорелаксанты.

Режим контроля близости к нервным структурам (N.Proxy) позволял контролировать корректное формирование канала для транспедикулярного винта. Учитывая способ проведения транспедикулярных опорных элементов по костным ориентирам («handsfree» техника), данный тест являлся важным этапом операции. На инструмент хирурга, которым предполагалась формирование костного канала для винта металлоконструкции, закреплялась петля, на которую подавали электрический стимул силой тока от 1 до 12 мА. При корректном прохождении инструмента через основание дуги в тело позвонка на мониторе прибора регистрировалась изолиния (рис. 19).



Рисунок 19. Регистрация изолинии при корректном формировании костного канала для транспедикулярного винта в теле позвонка.

По мере отклонения инструмента от корректного пути и приближения к невральным структурам регистрировались ЭМГ-ответы нарастающей амплитуды на минимальную силу стимула. В этом случае оперирующий хирург должен был изменить точку введения инструмента или траекторию его продвижения до исчезновения ЭМГ-ответа. Дополнительным контролем близкого расположения инструмента к нервным структурам являлся звуковой сигнал обратной связи. Тональные сигналы высокой и низкой частоты указывали на то, что хирургический инструмент для формирования костного канала, на который подавался ток, находился близко или дальше от невральных структур соответственно.

Режим проверки корректности проведения транспедикулярного винта (Screw Integrity) и целостности основания дуги, через которую устанавливали опорный элемент в тело позвонка, предназначался для быстрого автоматического контроля правильности его установки. Этот режим проводили после установки опорного элемента металлоконструкции в тело позвонка. Для контакта с винтом и подачи на него стимуляции использовали зонд. О характере установки транспедикулярного винта свидетельствовали

появление ЭМГ–ответа на стимул высокой мощности либо его отсутствие. Чем выше сила нарастающего тока, при которой появлялся ответ, тем дальше находился проверяемый транспедикулярный винт от нервных структур. Сила тока нарастала от 1мА до 30 мА. Появление ответа при силе тока свыше 17мА свидетельствовало о корректном положении опорного элемента конструкции в пределах костного канала и об удаленности от невралгических структур (рис. 20).



Рисунок 20. Регистрация сигналов при корректном положении транспедикулярного винта в теле позвонка

Появление ответа при силе тока менее 6мА свидетельствовало о расположении транспедикулярного винта в непосредственной близости от дурального мешка или корешка. Данная ситуация требовала проведения рентгенологического контроля.

Транскраниальная электростимуляция моторных вызванных потенциалов (ТСеМЕР) служила для мониторингирования двигательных путей и регистрации ответов в соответствующих областях мышц. Представленный тест являлся основным во время проведения корректирующих манипуляций в ходе хирургического вмешательства, так как позволял достоверно определить

целостность двигательных путей и уменьшить риски возникновения неврологических нарушений, благодаря своевременной подаче звукового сигнала. Снижение риска развития неврологического дефицита в ходе операции при подаче звукового сигнала было возможным за счет изменения тактики корригирующего воздействия (снижение напряжения на опорные элементы металлоконструкции, дополнительная декомпрессия невралных структур). Транскраниальную стимуляцию проводили исходно перед корригирующими маневрами и далее - при корригирующих воздействиях с интервалом в 1 мин.

Отсутствие изменений в амплитуде и латентности моторных вызванных потенциалов на этапе коррекции деформации позвоночника свидетельствовало о сохранности моторной функции на исследуемых уровнях (рис. 21).



Рисунок 21. Регистрация сигналов при сохранении моторных функций при проведении корригирующих манипуляций в ходе операции.

2.3 Методы статистического анализа

Статистическая обработка полученных результатов исследований проведена с учетом международных требований, адаптированных к

поставленной задаче. Статистический анализ результатов осуществлен с использованием стандартного пакета программ «STATISTICA for Windows XP» для персональных компьютеров, а также программы «Statistica» фирмы Микромед. Стандартная обработка вариационных рядов включала расчет значений средних арифметических величин (M), стандартных отклонений (σ), доверительных интервалов (μ). Для определения корреляционной зависимости между группами высчитывался коэффициент корреляции Пирсона (r). Сравнение вариационных рядов проводили с помощью парного t -теста Стьюдента.

ГЛАВА 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ДО ОПЕРАЦИИ

3.1. Анамнез. При анализе анамнестических данных развития и течения заболевания отмечено, что сколиотическую деформацию у пациентов I группы, в которой коррекцию искривления позвоночника осуществляли гибридными системами, выявляли в возрасте от 9 до 13 лет, в среднем в 12,3 года. Деформацию позвоночника, выявленную в возрасте от 5 до 13 лет, наблюдали у пациентов, вошедших во 2 группу, которым выполняли двухэтапную коррекцию в объеме торакоскопической дискэктомии и исправления искривления позвоночника при помощи гибридных металлоконструкций. В среднем возраст появления и дальнейшего развития деформации составил 10 лет. В 3 группе идиопатический сколиоз выявляли в том же возрасте, что у пациентов 1 группы - 9-13 лет.

Полученные результаты подтверждают закономерность выбора тактики оперативного лечения и распределения пациентов по группам.

3.2. Жалобы. Перед операцией все пациенты предъявляли жалобы на деформацию в грудном отделе позвоночника и косметический дефект, проявляющийся в наличии асимметрии треугольников талии и надплечий, деформации грудной клетки, реберного горба со стороны выпуклой стороны искривления.

Боли в спине на вершине деформации отмечались у 1 пациентки в 1 группе наблюдения, что составило 5% от общего количества больных данной группы, у 8 больных во 2 группе (18,5%) и у 8 пациентов в 3 группе (20,5%). При сравнении наличия болевого синдрома во 2 и 3 группах пациентов достоверной разницы между группами отмечено не было. Интенсивность болевого синдрома до операции, при его наличии, не превышала трех баллов по VAS (международная аналоговая шкала боли).

3.3. Объективный статус. У всех пациентов во всех группах исследования наблюдалась асимметрия надплечий, молочных желез (у пациенток женского пола), треугольников талии, углов лопаток, наличие заднего реберного гребня. Величина реберного гребня варьировала от 2- 6 см во всех группах. В 1 группе пациентов с гибридной фиксацией гребня был равен в среднем $4,15 \pm 1,14$ см. Во 2 группе пациентов, где применяли гибридную фиксацию в сочетании с торакоскопической дискэктомией, в среднем величина гребня составила $5,9 \pm 1,48$ см. В 3 группе наблюдения с использованием транспедикулярной металлоконструкцией гребень до операции составил $4,79 \pm 1,22$ см.

При клиническом анализе сагиттального профиля грудного отдела позвоночника до хирургического лечения отмечалось его уплощение («плоская спина») в 90% наблюдений у пациентов 1 группы, в 74,6% случаев - у больных 2 группы и в 56,4% - у пациентов 3 группы.

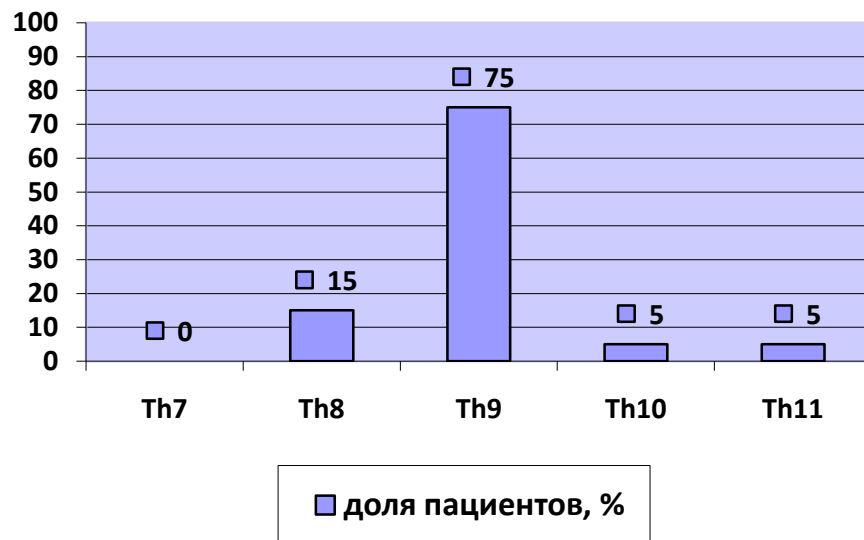
На основании результатов исследования сердечно-сосудистой системы изменений по данным ЭКГ не отмечено ни у одного пациента.

По данным спирографии до операции ЖЕЛ (жизненная емкость легких) в 1 группе пациентов составила в среднем 3,45 литра, что составило 103,2% от нормы. Во 2 группе - 2,02 литра, что составило 63,4% от нормы. В 3 группе - 3,06 литра, что составило 82,3% от нормы. ОФВ (объем форсированного выдоха) в 1 группе составил в среднем 3 литра (104,4% от нормы). Во 2 группе ОФВ был 1,73 литра, что составило 63% от нормы, в 3 группе пациентов данный показатель был 2,56 литра, в процентах от нормы - 79,7%.

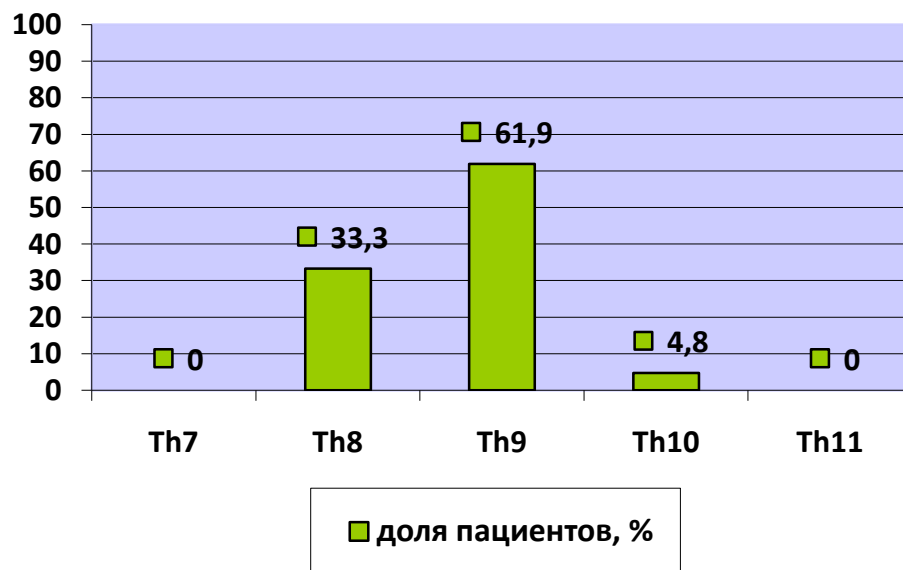
3.4. Рентгенологическое исследование. При оценке спондилограмм во всех группах пациентов количество позвонков было комплектным - 12 грудных и 5 поясничных позвонков. Вершина основной дуги деформации располагалась на уровне 9 грудного позвонка у 57,5% пациентов, на уровне 7 и 10 грудных позвонков - по 6,25% пациентов, на уровне 8 грудного позвонка - у 26,25 % больных, на уровне 11 грудного позвонка – у 3,75% пациентов.

Локализация вершинного позвонка по группам пациентов представлена в диаграммах (рис. 22). Расположение вершинного позвонка по группам не отличалось.

Группа 1



Группа 2



Группа 3

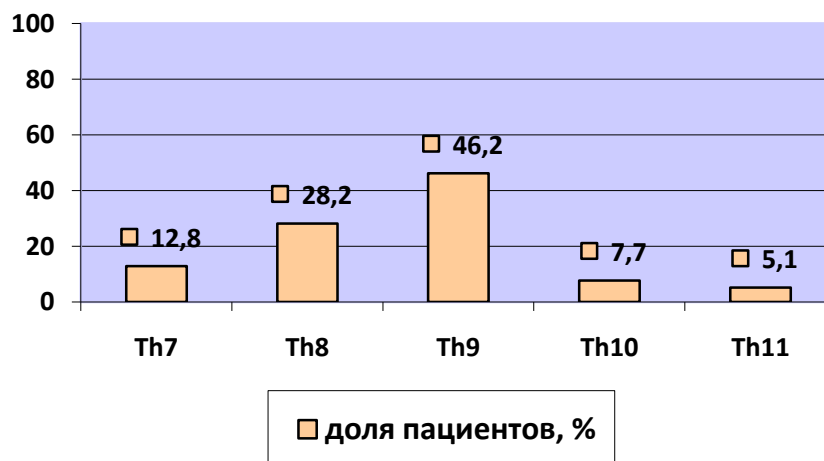


Рисунок 22. Распределение пациентов по уровню вершинного позвонка в основной дуге деформации в группах исследования.

Величина грудной дуги искривления в градусах составила в 1 группенаблюдения в среднем $49,45^0 \pm 9,53$ (от 40^0 до 70^0), во 2 группе пациентов в среднем $77,67^0 \pm 15,43$ (от 51^0 до 100^0), в 3 группе - в среднем $56,13^0 \pm 13,87$ (от 40^0 до 83^0).

При оценке качественных показателей идиопатического сколиоза доля деформаций 3 и 4 степени по группам наблюдения распределялась следующим образом: в 1 группе 85% составили деформации 3 степени, 15% - искривления 4 степени; во 2 группе – 9,5% составили деформации 3 степени, 90,5% - искривления 4 степени; в 3 группе - 64,1% составили деформации 3 степени, 35,9% - искривления 4 степени. Распределение пациентов в группах по степени тяжести деформации представлено в диаграмме (рис. 23).

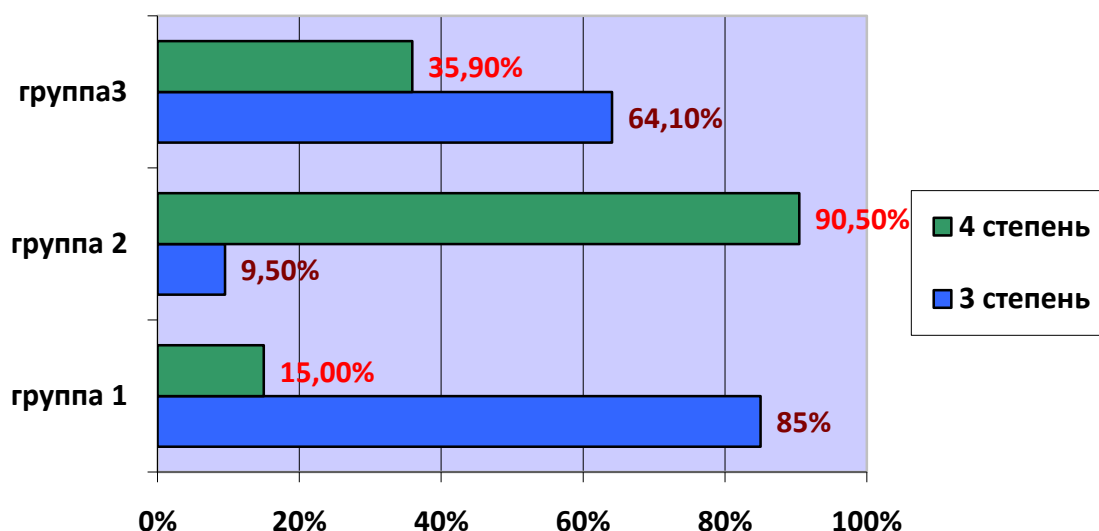


Рисунок 23. Распределение пациентов по степени тяжести деформации в группах исследования.

Основная дуги искривления во всех группах пациентов располагалась от уровня Th4 до L2 позвонков. Наиболее часто дуга деформации локализовалась на протяжении от Th5 до Th12 позвонков (35% пациентов в 1 группе, 28,6% пациентов - во 2 группе и 23,1% пациентов - в 3 группе). Распределение пациентов в зависимости от уровня протяженности основной дуги искривления в процентах указано в таблице 2.

Таблица 2

Процентное распределение пациентов в группах исследования в зависимости от протяженности дуги искривления

Группы пациентов	Th5-Th10	Th6-Th11	Th7-Th12	Th5-Th11	Th6-Th12	Th7-L1	Th8-L2	Th4-Th11	Th5-Th12	Th6-L1	Th7-L2	Th4-Th12	Th5-L1	Th6-L2	Th5-L2
1	5	0	0	0	10	0	0	10	35	20	5	0	10	0	5
2	0	19	0	14,3	9,5	0	0	9,5	28,6	0	0	4,8	14,3	0	0
3	2,7	14,3	2,7	23,1	7,7	7,7	2,7	7,7	23,1	5,1	0	2,7	5,1	2,7	0

Протяженность основной дуги деформации варьировала от 6 до 10 позвонков. Самая частая встречаемость основной дуги искривления, включающая 8 позвонков, отмечалась у 14 (70%) пациентов первой группы и 15 (38,1%) пациентов во 2 группе. В третьей группе исследования чаще всего

основная дуга искривления включала 7 позвонков, что составило 14 (35,9%) больных этой группы.

Количество позвонков, входящих в основную дугу искривления, и распределение их по группам пациентов представлено в таблице 3.

Таблица 3

Количество позвонков в основной дуге деформации по группам в процентном отношении пациентов

Группы пациентов	Количество позвонков, входящих в дугу деформации				
	6	7	8	9	10
1	5	10	70	10	5
2	19	23,8	38,1	19	0
3	12,8	41	35,9	10,3	0

По величине деформации группы 1 и 3 были идентичны между собой без достоверно значимой разницы ($p=0,0588$), во 2 группе пациентов, которым выполняли торакоскопическую дискэктомию в сочетании с корпородезом и коррекцию деформации гибридными системами, величина сколиотической дуги была больше по сравнению с предыдущими группами, что закономерно и исходит из показаний к вариантам хирургического вмешательства. Достоверность различий по величине основной дуги деформации между 1 и 2, 2 и 3 группами пациентов составила $p<0,001$.

Величина противодуг в поясничном отделе позвоночника при 1 b и 1 стипах деформаций по Lenke варьировала от 15° до 70° (в среднем в 1 группе составляла $14,2^{\circ} \pm 21,22$, во 2 группе - $31,40^{\circ} \pm 26,87$, в 3 группе – $17^{\circ} \pm 22,03$). Величины противодуг достоверно не отличались у 1 и 3 групп пациентов, во 2 группе величины противодуг имели большие значения в соответствии с величинами основных дуг искривления.

Величина грудного кифоза от Th5-Th12 составляла в 1 группе в среднем $7,45^0 \pm 4,08$, во 2 группе – $12^0 \pm 9,66$, в 3 группе - $14,18^0 \pm 9,77$. Средние значения кифотического компонента деформации в 1 группе пациентов находились в зоне гипокифоза, во 2 и 3 группах значения были практически одинаковыми и находились в зоне начальных значений нормокифоза на границе с гипокифозом ($p=0,4116$). Достоверность различий по величине кифотического компонента деформации у пациентов 1 и 2, 2 и 3 группы составила 0,0589 и 0,0047 соответственно.

По величине поясничного лордоза группы были идентичны между собой. В 1 группе пациентов лордоз от L1-S1 составил $44,8^0 \pm 8,65$, во 2 группе - $56,43^0 \pm 6,23$ и в 3 группе - $53,54^0 \pm 11,73$. Достоверность различий по величине лордоза в поясничном отделе позвоночника между группами составила: 1-2 $p < 0,001$, 1-3 $p = 0,0047$, 2-3 $p = 0,2983$.

Зависимость кифоза от лордоза отображена в графике (рис. 24).

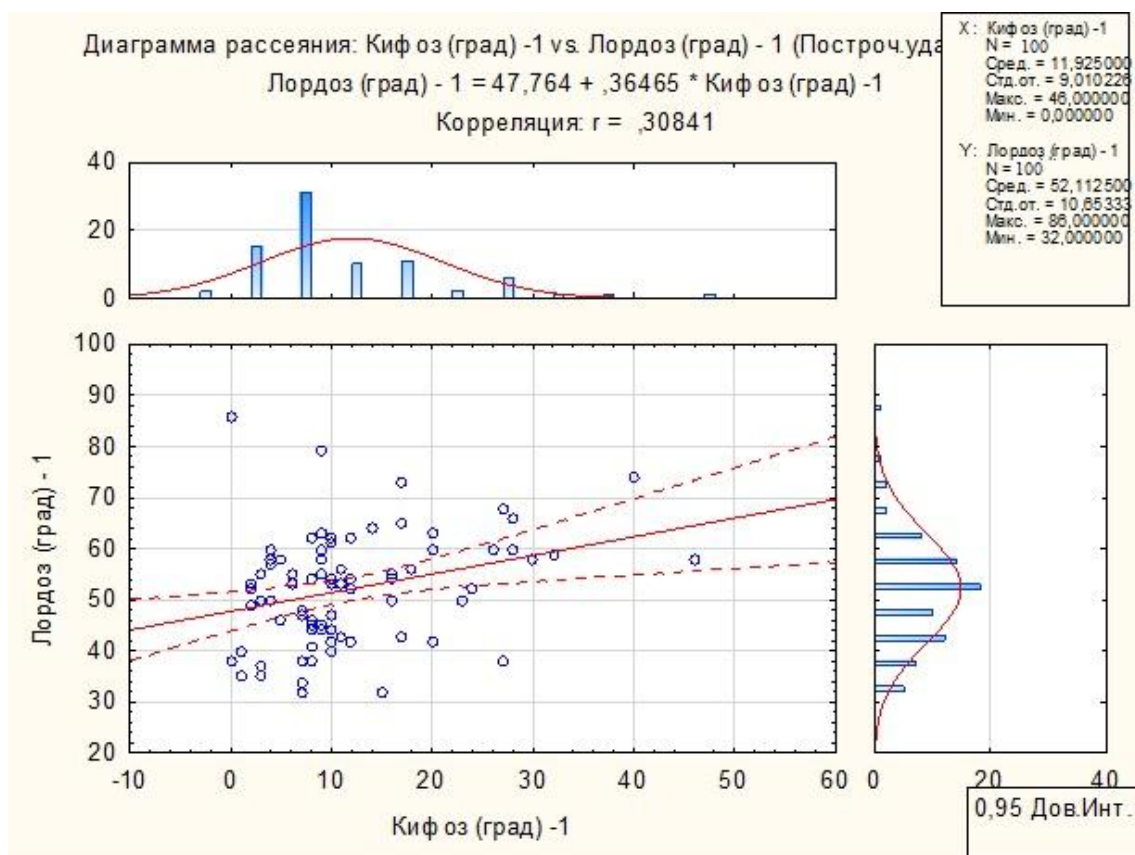


Рисунок 24. Зависимость значений величины кифоза в грудном отделе от величины лордоза в поясничном отделе в группах исследований.

Как показывает график, значения величины кифотического компонента деформации в грудном отделе напрямую зависят от значений величины глобального лордоза в поясничном отделе, и данные соотношения имеют высокую степень корреляции. Используя формулу расчета величины идеального кифотического компонента по параметрам глобального лордоза, предложенную $LeHuesTK=0.75 \text{ GLL}$, где ТК – грудной кифоз, GLL – глобальный поясничный лордоз, мы получили следующие результаты: в 1 группе дефицит грудного кифоза до операции составил 77,8% от идеальных значений, во 2 группе - 71,6%, в 3 группе - 64,5%.

На функциональных спондилограммах с наклонами вправо и влево угол деформации грудной дуги корригировался в среднем до $28,15^{\circ} \pm 10,41$ у пациентов 1 группы, до $60,86^{\circ} \pm 18,8$ - у больных 2 группы, до $32,44^{\circ} \pm 13,7$ - у

пациентов 3 группы. При оценке мобильности деформаций в 1 группе наблюдения величина коррекции основной дуги деформации до операции составляла в среднем $44,01\% \pm 13$, во 2 группе - $26,84\% \pm 20,44$, в 3 группе - $43,4\% \pm 17,44$. Достоверность различий по показателям мобильности деформации между группами представлена в таблице 4.

Таблица 4

Достоверность различий мобильности основной дуги деформации в группах исследований

Номера сравниваемых групп	Достоверность различий между группами, p
1-2	0,0028
1-3	0,8916
2-3	0,0016

Полученные данные позволяют заключить, что в 1 и 3 группах пациентов при оценке индекса мобильности деформации основная дуга искривления была мобильна, во 2 группе - ригидна.

Коррекция противодуги на основании результатов функциональных рентгенограмм позвоночника в среднем до $1,9^0 \pm 3,72$ отмечалась в 1 группе пациентов, до $8,6^0 \pm 10$ - во 2 группе наблюдения, до $2,5^0 \pm 5,12$ - в 3 группе. Полученные данные подтверждают принадлежность деформаций грудного отдела позвоночника во всех 3-х группах к 1 типу искривлений по классификации L.G.Lenke.

При оценке теста Риссера до операции у пациентов 1 группы исследования данный показатель находился в интервале от 2 до 4 и составлял в среднем 3,65. Во 2 группе пациентов параметр находился в интервале от 0 до 5, в среднем составил 2,4. В 3 группе больных интервал разброса составил от 2 до 5, в среднем - 4,1. В процентном отношении распределение пациентов по данным теста Риссера представлено в диаграммах (рис. 25).

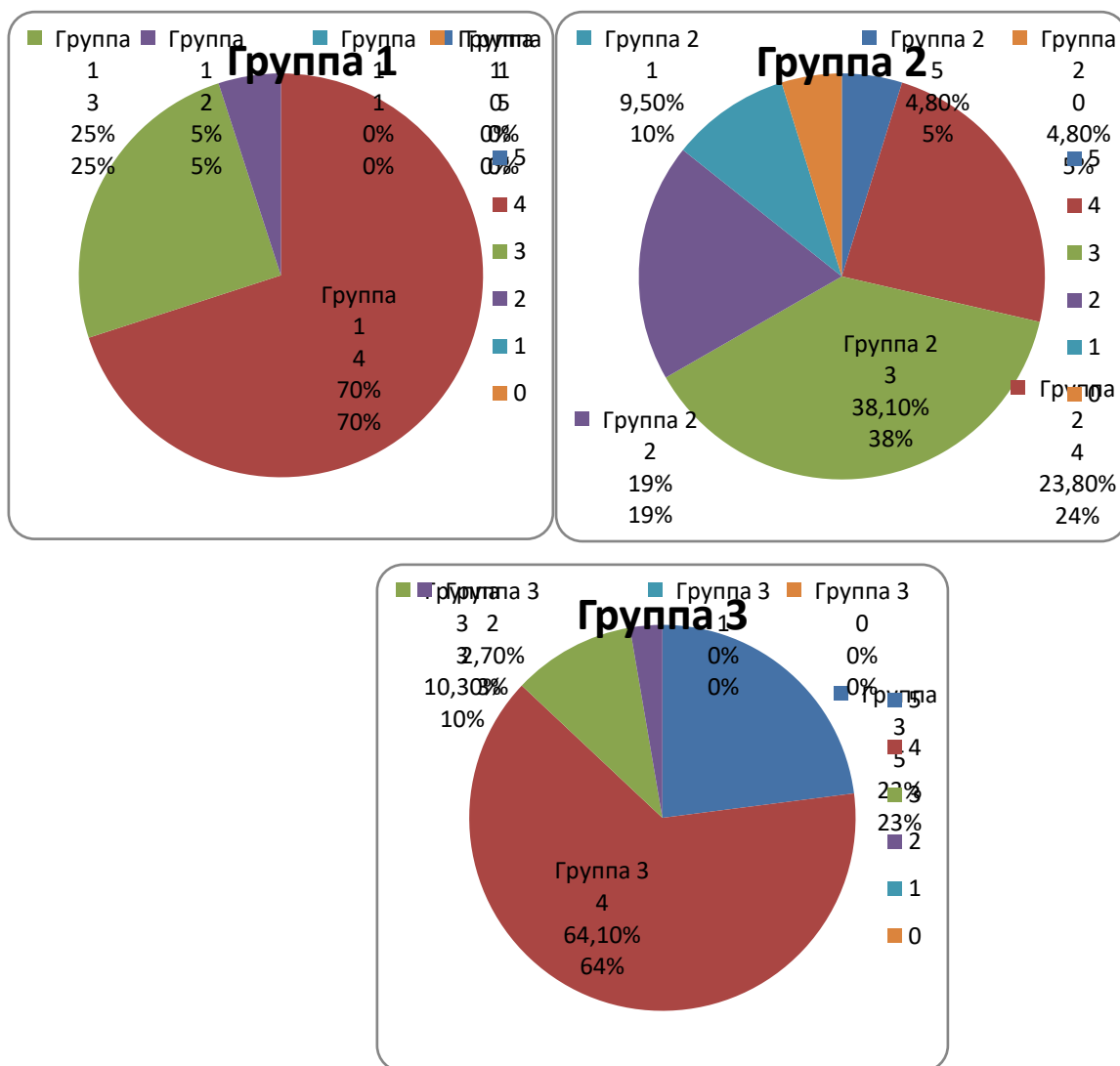


Рисунок 25. Распределение пациентов в группах (%) по тесту Риссера до операции.

Из представленных данных можно заключить, что доля пациентов с результатами теста Риссера 2 и ниже, то есть у пациентов на фоне продолжающегося активного роста, в 1 группе составила 5%, во 2 группе - 33% и в 3 группе 3%. Данная закономерность объясняет выбор тактики и объем хирургического вмешательства у пациентов 2 группы.

3.5. МРТ исследование.

При оценке результатов МРТ исследования во всех группах пациентов не было выявлено изменений структуры спинного мозга и спинномозговых

нервов. У всех пациентов во всех группах конус располагался на уровне L1-L2 позвонков.

3.6. КТ исследование.

По данным результатов КТ исследования до оперативного вмешательства, структурных изменений тел позвонков выявлено не было. Плотность костной ткани была в норме. Количественные параметры дуг позвонков у пациентов 3 группы представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Размерные характеристики корней дуг на основе компьютерной томографии пациентов

	Сторна выпуклости (справа)		Сторона вогнутости (слева)	
	продольный размер, мм	поперечный размер, мм	продольный размер, мм	поперечный размер, мм
Th 3	8,7 $\pm$ 0,5 (4,8-11,6)	4,8 $\pm$ 0,7 (3,9-6,5)	9,7 $\pm$ 0,5 (7,1-12,2)	4,8 $\pm$ 0,7 (4,2-5,4)
Th 4	9,2 $\pm$ 0,5 (5,8-12,7)	4,9 $\pm$ 0,5 (3,7-6,6)	9,9 $\pm$ 0,5 (7,2-12,5)	5,0 $\pm$ 0,7 (4,5-6,0)
Th 5	9,4 $\pm$ 0,5 (6,8-13,4)	5,1 $\pm$ 0,7 (3,8-6,5)	9,7 $\pm$ 0,5 (7,2-11,7)	5,2 $\pm$ 0,7 (4,0-6,4)
Th 6	9,2 $\pm$ 0,3 (6,3-12,9)	4,9 $\pm$ 0,4 (4,0-7,6)	10,1 $\pm$ 0,2 (8,4-12,8)	4,5 $\pm$ 0,6 (3,9-6,0)
Th 7	9,3 $\pm$ 0,7 (6,6-13,8)	5,0 $\pm$ 0,6 (4,0-8,0)	9,8 $\pm$ 0,5 (7,0-12,8)	4,2 $\pm$ 0,6 (3,0-5,5)
Th 8	10,0 $\pm$ 0,9 (8,0-12,3)	5,1 $\pm$ 0,8 (4,1-9,0)	10,3 $\pm$ 0,4 (6,8-12,6)	4,1 $\pm$ 0,9 (1,4-6,8)
Th9	10,2 $\pm$ 0,4 (8,0-11,7)	5,2 $\pm$ 0,6 (4,0-9,3)	11,1 $\pm$ 0,9 (9,5-12,4)	4,3 $\pm$ 0,5 (1,6-7,2)
Th10	12,3 $\pm$ 0,9 (10,3-14,9)	5,9 $\pm$ 1,1 (4,4-7,4)	12,8 $\pm$ 1 (10,4-14,1)	6,3 $\pm$ 1 (2,9-9,7)
Th11	13,6 $\pm$ 1,2 (10,3-17,5)	7,35 $\pm$ 1 (5,6-9,0)	14,5 $\pm$ 1,5 (11,2-17,3)	7,8 $\pm$ 1,3 (4,5-7,1)

Th12	14,2 $\pm$ 1,5 (10,2-19,1)	8,6 $\pm$ 1,2 (6,6-10,8)	13,6 $\pm$ 0,9 (11,9-15,6)	7,7 $\pm$ 1,3 (4-9,6)
L1	13,7 $\pm$ 1,2 (8,9-17,2)	6,8 $\pm$ 1,5 (4,8-9,0)	12,9 $\pm$ 1,5 (8,8-16,1)	6 $\pm$ 1,6 (4-8,7)
L2	13,3 $\pm$ 1 (11,9-15,5)	6,3 $\pm$ 0,9 (4,9-7,8)	12,8 $\pm$ 1,1 (10,5-15,1)	6 $\pm$ 1,1 (4-9,4)
L3	13,7 $\pm$ 1,8 (12,3-16,1)	8,1 $\pm$ 1,9 (5,9-10,2)	12,7 $\pm$ 1,4 (11,1-15,3)	7,8 $\pm$ 1,7 (5,9-10)
L4	13,4 $\pm$ 1,5 (8,7-16,4)	10,2 $\pm$ 2,6 (8,6-13,6)	12,9 $\pm$ 2,5 (11,3-15,6)	9,8 $\pm$ 2 (8,3-12,3)
L5	10,2 $\pm$ 2,5 (8,4-11,3)	12,9 $\pm$ 2,3 (11,8-14,7)	10,6 $\pm$ 2,3 (9,5-15,6)	11,9 $\pm$ 2,7 (10,4-13,7)

Минимальный поперечный размер корня дуги в грудном отделе по вогнутой (слева) стороне в вершинных и околовершинных позвонках составил 1,4 мм, продольный размер корня дуги – 6,8 мм. В среднем минимальный поперечный размер корня дуги на апексе деформации по выступающей (справа) стороне составил 4,0 мм, продольный размер корня дуги – 8,0 мм. Полученные результаты размерных характеристик основания дуг позвонков позволили практически на всех уровнях основной дуги искривления установить ТПОЭ и использовать технологию коррекции деформации с применением системы VCM. При сравнении полученных показателей с выпуклой и вогнутой сторон сколиотической дуги искривления выявлена закономерность, что поперечный размер основания дуг позвонков с выпуклой (справа) стороны искривления превышал данные показатели соответствующих позвонков с вогнутой (слева) стороны с наибольшей разницей этих параметров в апикальной зоне деформации.

Необходимо отметить, что размеры основания дуг в среднем и верхнегрудном отделе позвоночника по вогнутой и выпуклой стороне основной дуги искривления у пациентов 1 и 2 групп значительно отличались

от 3 группы исследования. Диаметр поперечного размера основания дуг у пациентов этих групп колебался от 1,2 до 3,2 мм, а диаметр поперечного размера составлял от 2,4 до 5,2 мм, что не позволяло в этих сегментах позвоночника установить транспедикулярные винты. Все это послужило основой применения в этом отделе позвоночника ламинарных опорных элементов и создало предпосылки для использования гибридных спинальных систем, а также других технологий коррекции идиопатического сколиоза.

Величина ротации апикального позвонка основной дуги деформации до операции в 1 группе исследования составила $27,15^{\circ} \pm 5,42$, во 2 группе - $35,86^{\circ} \pm 17,12$, в 3 группе - $31,08^{\circ} \pm 9,42$. Наибольшее значение величины ротации вершинного позвонка во 2 группе пациентов по сравнению с другими группами связано с большими значениями угла основной дуги деформации в этой группе больных. Наименьшее значение величины патологической ротации позвонка на вершине дуги искривления отмечено в 1 группе пациентов, что закономерно и связано с изначально меньшим значением величины основной дуги деформации в данной группе исследования.

Таким образом, результаты обследования пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом грудной локализации, оценка анатомо-антропометрических параметров и показателей костных структур позвонков на протяжении основной дуги деформации послужили основой для определения варианта коррекции и объема хирургического вмешательства.

ГЛАВА 4

ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИИ У ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

В зависимости от величины основной дуги деформации, ее мобильности, а также анатомо-антропометрических особенностей позвонков, входящих в нее, выполняли 3 варианта оперативных вмешательств.

I вариант представлял собой оперативное вмешательство только из дорсального доступа в объеме коррекции сколиотической деформации позвоночника многоопорной металлоконструкцией крючково-винтовой (гибридной) системой на фоне гало-тибиального вытяжения.

II вариант оперативного вмешательства выполняли одномоментно в объеме торакоскопической дискэктомии на вершине деформации с резекцией 4-6 дисков через торакоскопические порты, с последующей коррекцией сколиотической деформации позвоночника многоопорной металлоконструкцией крючково-винтовой системой из дорсального доступа.

III вариант оперативного вмешательства представлял оперативное вмешательство из дорсального доступа в объеме коррекции сколиотической дуги деформации позвоночника многоопорной спинальной системой с транспедикулярными опорными элементами и применением деротационного инструментария в апикальной зоне (табл. 6).

Таблица 6.

Варианты оперативных вмешательств у пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации

Вариант операции	Объем хирургического вмешательства	Количество больных
I	Дорсальная коррекция системой гибридной компоновки	20
II	Торакоскопическая дискэктомия с последующей дорсальной коррекцией системой гибридной компоновки	41
III	Дорсальная коррекция системой с многоуровневой транспедикулярной фиксацией с применением деротации апикальной зоны	39

I вариант оперативного вмешательства выполняли у пациентов в возрасте от 14 до 17 лет с величиной деформации от 38^0 до 70^0 , мобильным искривлением (индекс мобильности более 25%) и размерами дуг в верхнегрудном отделе менее 4 мм, что не позволяло установить транспедикулярные опорные элементы (ТПОЭ). Планирование установки опорных элементов при данном типе операций осуществляли по разработанной методике. Операцию начинали с разметки, ориентирами служили остистые отростки позвонков, отсчет начинали с остистого отростка С7 позвонка. Разрез проводили по прямой линии от остистого отростка вышележащего позвонка относительно ВИП, учитывая наклон остистых отростков и особенности анатомии грудных позвонков, до остистого отростка НИП. Особенность выполнения доступа к задним структурам позвонков на протяжении дуги искривления заключалась в доскональном скелетировании остистых отростков, дуг позвонков, дугоотростчатых суставов с применением аргоновой коагуляции, что позволяло уменьшить кровотечение. Очередной особенностью этого этапа вмешательства являлась детальная мобилизация заднего опорного комплекса позвоночника, заключающаяся в резекции реберно-поперечных сочленений, резекции нижних суставных отростков вышележащих позвонков и верхних суставных

отростков нижележащих позвонков в поясничном отделе и нижних суставных отростков позвонков в грудном отделе. Данная манипуляция позволяла увеличить мобильность деформированного отдела позвоночника, а также четко увидеть костные ориентиры задней колонны позвонков для установки опорных элементов (винтов, крюков) металлоконструкции. Установку опорных элементов металлоконструкции с вогнутой и выпуклой сторон искривления осуществляли согласно разработанному предоперационному плану, что является важной особенностью проведения данного варианта вмешательства. Транспедикулярные опорные элементы с вогнутой стороны устанавливали в поясничном и нижнегрудном отделах до вершины основной дуги искривления, в краниальном отделе располагали поперечно-педикулярный захват. На выпуклой стороне деформации транспедикулярные винты устанавливали в поясничном и нижнем грудном отделах, в верхнегрудном отделе формировали педикулярно-поперечный захват, а на вершинный позвонок с этой стороны устанавливали педикулярный крючок. После установки опорных элементов металлоконструкции в них погружали стержень, смоделированный по физиологическим профилям позвоночника, с вогнутой стороны искривления и фиксировали его гайками (рис. 26А). Осуществляли поворот стержня на 90^0 , обеспечивая достижение истинной деротации позвонков в поясничном и нижнегрудном отделах, и трансляцию позвонков к физиологической фронтальной оси в среднегрудном отделе (рис. 26Б). После этого проводили сегментарную дистракцию от вершины основной дуги искривления с опорой на элементы конструкции вдоль стержня (рис. 26В). Завершали операцию установкой стержня, изогнутого так же по профилям позвоночника с выпуклой стороны деформации, проводили сегментарную контракцию вдоль стержня и формировали задний спондилодез вдоль спинального имплантата (рис. 26Г). Подобное расположение элементов и проведение последовательных корригирующих манипуляций в ходе операции позволяло достичь эффективной коррекции сколиотического компонента деформации,

восстановления близкого к физиологическому кифотического профиля в грудном отделе, осуществить истинную деротацию позвонков в поясничном и нижнегрудном отделах позвоночника (рис. 26).

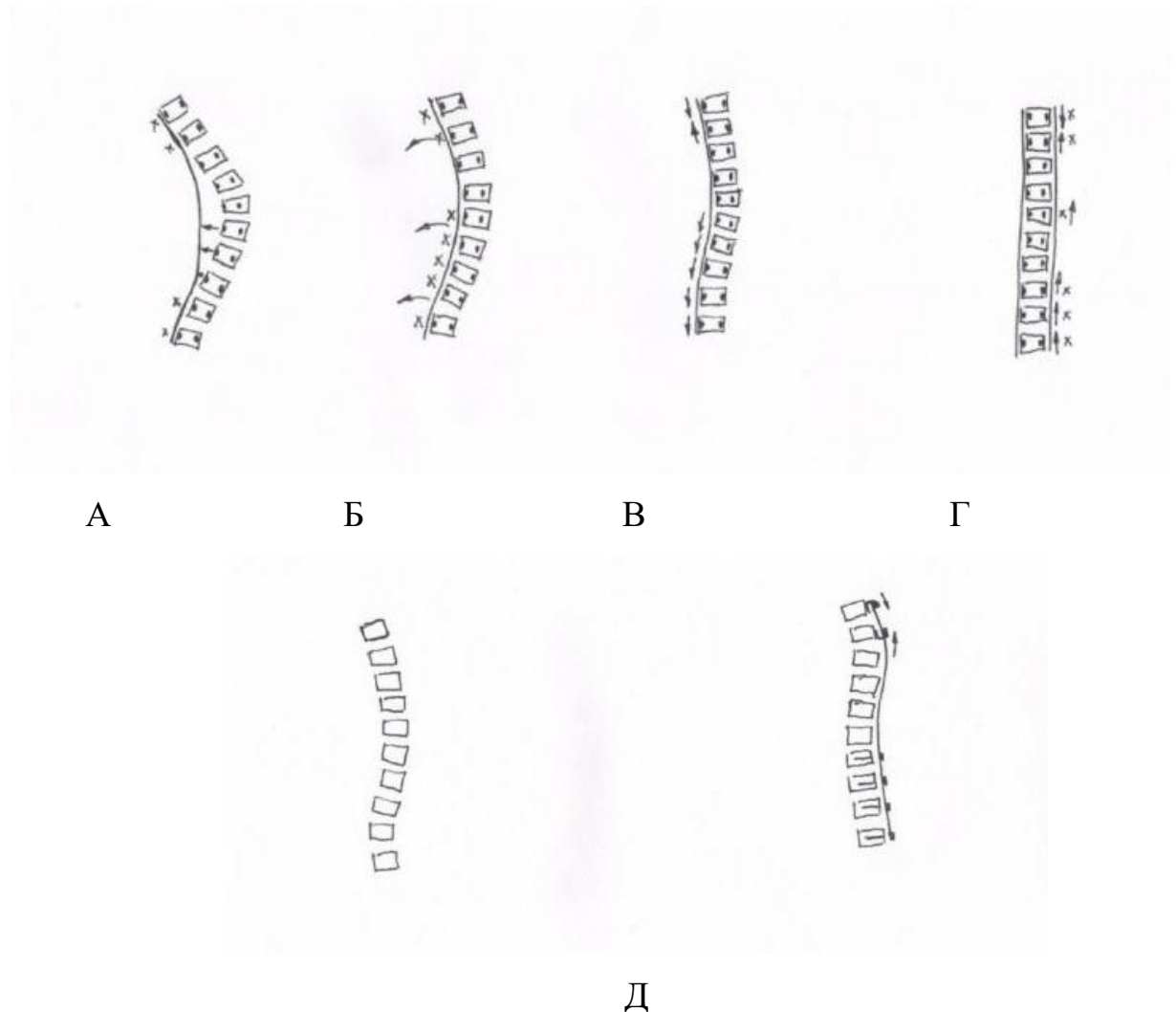


Рисунок 26. Схема этапов операции и направленности корригирующих воздействий.

А – установка стержня с вогнутой стороны деформации и трансляция, Б – поворот стержня на 90^0 , В – сегментарная дистракция с вогнутой стороны деформации, Г – установка стержня и сегментарная контракция с выпуклой стороны деформации, Д – сагиттальный профиль позвоночника до и после операции(особенности формирования педикулярно-поперечного захвата)

Установку транспедикулярных опорных элементов проводили по методу «свободной руки» («handsfree») с использованием анатомических ориентиров для позиционирования проводящих инструментов. После формирования костных каналов устанавливали метки для определения точности положения и проводили контроль электронно-оптическим преобразователем. Установку педикулярно-поперечного захвата проводили по стандартной методике. По вогнутой стороне использовали моноаксиальные винты с целью достижения максимально возможной при использовании данной методики деротации. По выпуклой стороне использовали полиаксиальные ТПОЭ с целью удобства погружения стержня. Такая компоновка транспедикулярных опорных элементов конструкции являлась очередной особенностью проведения операции. Повторно осуществляли контроль ТПОЭ, используя ЭОП. После этого укладывали стержень, смоделированный согласно физиологическим профилям позвоночника с вогнутой стороны деформации. Особенностью установки стержня являлась последовательность его погружения в опорные элементы металлоконструкции. Первоначально стержень укладывали и фиксировали в педикулярно-поперечном захвате, а затем постепенно погружали в транспедикулярные винты, используя рокер и редукционный инструмент Бейля. Такая последовательность действий обеспечивала снижение риска дестабилизации опорных элементов металлоконструкции (рис. 27В). После этого осуществляли поворот стержня на 90^0 , достигая истинного деротационного эффекта тел позвонков в поясничном и нижнегрудном отделах позвоночника и формирования физиологического сагиттального профиля позвоночника в грудном сегменте. Затем осуществляли сегментарную коррекцию, заключающуюся в дистракции с опорой на установленные элементы металлоконструкции вдоль стержня (рис. 27Г). После выполнения корригирующих манипуляций с вогнутой стороны искривления устанавливали стержень, смоделированный по физиологическим профилям позвоночника, в опорные элементы конструкции с

противоположной стороны и выполняли окончательную сегментарную контракцию вдоль стержня (рис. 27Д).

В обязательном порядке проводили дополнительную стабилизацию системы поперечными фиксаторами (crosslink) в краниальном и каудальном сегментах конструкции. Особенностью формирования заднего спондилодеза у детей являлось нанесение насечек на задние костные структуры позвонков и укладка на них предварительно измельченных аутооттрансплантатов и гранул остеоиндуктивного синтетического трансплантата вдоль металлоконструкции (рис. 27Е). Рану дренировали и послойно ушивали наглухо. Дренаж удаляли на 2 сутки после операции.



А



Б



В



Г



Д

Е

Рисунок 27. Ход проведения операции.

А – скелетирование задних костных структур на протяжении дуги деформации, Б – установка опорных элементов металлоконструкции на протяжении дуги деформации, В – установка стержня с вогнутой стороны деформации, Г – поворот стержня на 90^0 и проведение сегментарной дистракции, Д – установка стержня с противоположной стороны и проведение сегментарной контракции, Е – окончательная стабилизация металлоконструкции, задний спондилодез

Клинический пример 1.

Пациентка А. 14 лет. DS: Идиопатический правосторонний грудной лордосколиоз 4 степени с поясничной противодугой. 1с-тип Lenke. Из анамнеза: деформацию заметили в возрасте 3 лет. Деформация прогрессировала. Получала нерегулярные курсы консервативного лечения, которые не имели положительного эффекта. Резкое прогрессирование деформации за год до госпитализации - более 15^0 . Клинически: дугообразная деформация позвоночного столба вправо в грудном отделе. Деформация мобильная. Задний реберный гребус справа до 5,0 см. Асимметрия треугольников талии, углов лопаток, надплечий на 2 см. Длина нижних конечностей одинаковая. Сглаженность сагиттального профиля. Пальпация по остистым отросткам и паравертебрально безболезненная. Рост 155,5 см. Рентгенография: Позвоночный столб дугообразно деформирован вправо в грудном отделе с вершиной на ThVIII позвонке с торсией апикального

позвонка III степени, протяженность грудной дуги от Th IV - Th XI позвонков (8). Угол деформации грудной дуги по Cobb - 68° . Тест Риссера III. ТК 10° , LL 40° . На функциональных рентгенограммах с максимальным наклоном вправо и влево грудная дуга корригируется до 55° по Cobb. По функциональным рентгенограммам угол коррекции основной дуги - 13° , 19,1%. Угол ротации вершинного позвонка, по данным компьютерной томографии по методике Aaro-Dahlborn, -26° .

Операция: Коррекция сколиотической деформации двухстержневой дорсальной многоопорной системой CD «Legacy». Задний спондилодез. Фиксация от Th4 до L4. Количество фиксированных сегментов 13.

Клинически после операции: Остаточная деформация позвоночника в грудном отделе умеренно выражена. Надплечья, углы лопаток, треугольники талии симметричны. Остаточный реберный гребус 4 см. Хорошо сформированный сагиттальный профиль. Рост 159 см. (рис. 28).

Рентгенологически после операции: Угол остаточной дуги в грудном отделе - 18° , в поясничном отделе - 4° . Величина грудного кифоза - 22° , поясничного лордоза - 49° (рис. 29). Угол ротации вершинного позвонка по данным компьютерной томографии по методике Aaro-Dahlborn - 23° .



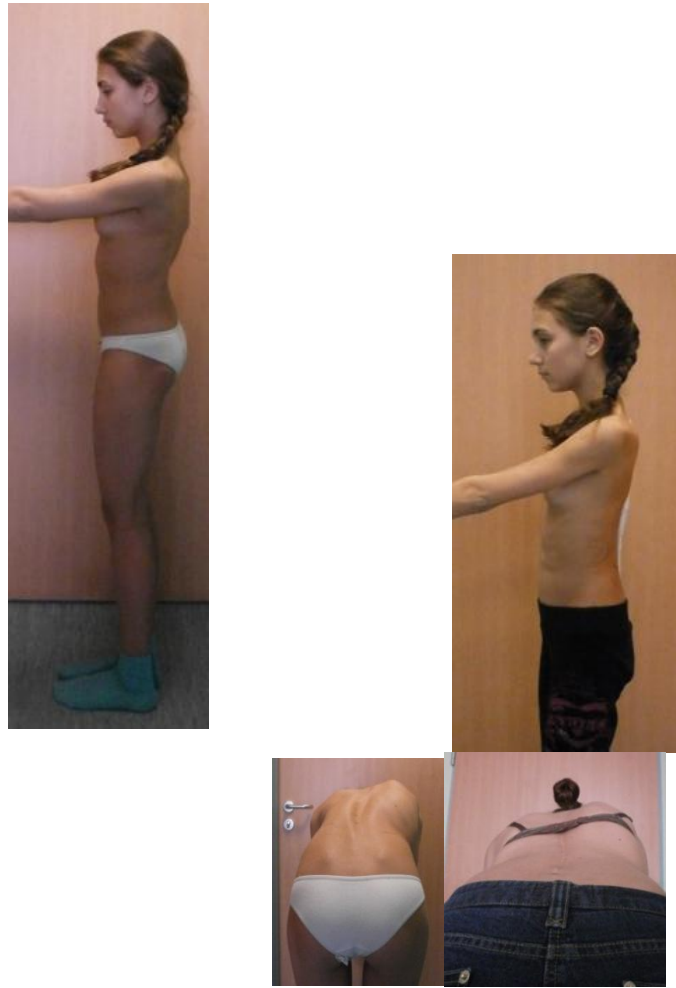


Рисунок 28. Внешний вид пациентки А., 14 лет, до и после операции





Рисунок 29.Рентгенограммы пациентки А., 14 лет, до и после операции.

II вариант операций выполняли у пациентов в возрасте от 11 до 16 летс величиной деформации от 51^0 до 100^0 , ригидной дугой искривления (индекс мобильности меньше 25%) и выраженными темпами прогрессирования искривления (более 15^0 в год). Первый этап операции осуществляли под эндотрахеальным интубационным наркозом в положении пациента на левом боку. Особенностью анестезиологического обеспечения в проведении данного вмешательства являлось применение интубационных трубок для однопросветной легочной интубации. В ходе этого этапа правое легкое коллабировали. Перед началом операции под ЭОП-контролем в положении ребенка на боку, противоположном вмешательству, проводили разметку предварительных мест установки торакоскопических портов относительно уровня и протяженности сколиотической дуги искривления. Особенностью торакоскопического этапа вмешательства являлось расположение торакопортов. Порты в количестве 4 штук располагали в ряд по средне-подмышечной линии в межреберьях на уровне вершины дуги деформации, в проекции межпозвонковых дисков, которые подлежали резекции. 5-й порт располагали по передне-подмышечной линии, размещая в нём ретрактор для фиксации правого легкого и диафрагмы. Подобное расположение портов

позволяло последовательно визуализировать каждый из резецируемых дисков, осуществлять изменение положение камеры и манипуляторов, что создавало условия для выполнения дискэктомии на нескольких уровнях (4-6 дисков) на вершине основной дуги искривления, полноценного удаления дисков с целью достижения максимальной мобильности ригидной дуги деформации. Выбор межреберий для установки торакоскопических портов зависел от уровня вершины основной дуги деформации. В большинстве случаев вершина деформации располагалась на девятом грудном позвонке, реже - на восьмом и десятом. Учитывая этот факт, для каждой из этих вершин деформации разработаны индивидуальные алгоритмы введения портов. При расположении вершины искривления на уровне 9 грудного позвонка первый порт устанавливали в 5 межреберье по средне-подмышечной линии. Первоочередность установки этого порта была обусловлена наибольшим расстоянием и свободным пространством плевральной полости от внутреннего края грудной клетки до вершины дуги искривления. Это создавало условия для уменьшения рисков повреждения внутренних органов грудной клетки. В установленный порт вводили торакоскоп. Второй порт для манипулятора устанавливали под контролем торакоскопа на 1 межреберье ниже уровня первого порта по средне-подмышечной линии в 6 межреберном промежутке. Третий порт также устанавливали под непосредственным визуальным контролем торакоскопа в 8 межреберье. Четвертый порт располагали на 1 межреберье ниже в 9 межреберном промежутке (рис. 30).

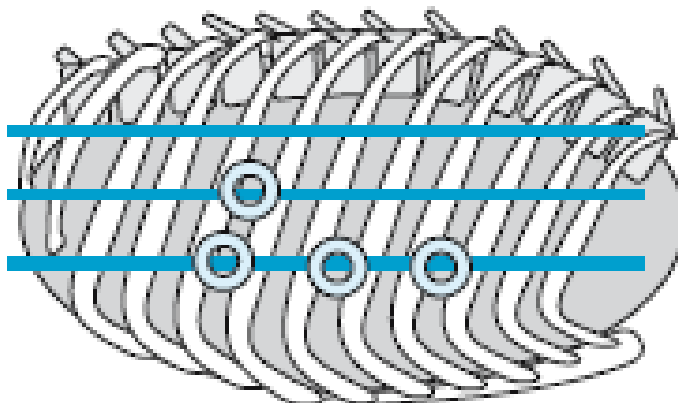


Рисунок 30.Схема разметки кожных покровов для расположения портов при проведении эндоскопической дискэктомии (вид сбоку).

При расположении вершины на уровне Th8 и Th10 позвонков порты располагали в той же последовательности, но с разницей в уровне установки в межреберьях (выше или ниже) относительно установки у пациентов с вершиной на Th9 позвонке. Такая последовательность установки и расположения портов для эндоскопического инструментария являлась очередной особенностью операции у пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом грудной локализации. Кроме того, это создавало возможность перемещения торакоскопа, рабочих инструментов (конхотом, долото, распатор, ложки, кюретки) и отсоса в разные порты с целью обеспечения оптимальной зоны и угла манипуляции при удалении дисков. Такая необходимость перемещения манипулятора и торакоскопа была обусловлена тем, что порт для рабочего инструмента всегда должен находиться перпендикулярно удаляемому диску на протяжении дуги

искривления, что являлось очередной особенностью выполнения торакоскопической дискэктомии у пациентов с идиопатическим сколиозом.

Ретрактор легкого и диафрагмы, при необходимости его применения, располагали в порте, установленном по передне-подмышечной линии, напротив 3 основного порта (рис. 31).

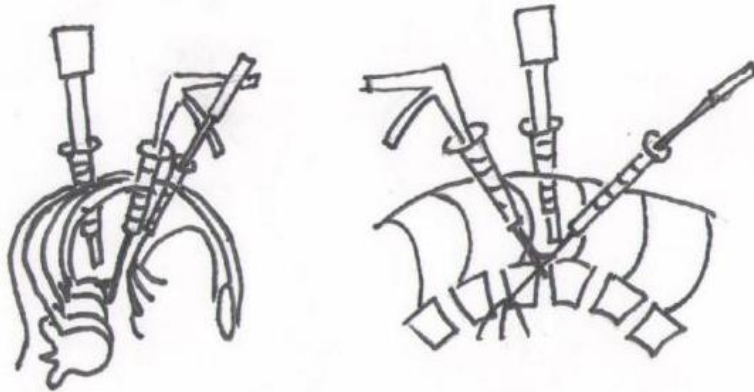


Рисунок 31. Схема расположения портов и рабочих инструментов в межреберьях для доступа к вершине основной дуги деформации при выполнении эндоскопической дискэктомии.

Процедура установки портов заключалась в следующем. Осуществляли разрез кожи и подкожной клетчатки длиной в 1,5 см в соответствующем межреберье, далее при помощи зажима раздвигались мышцы по ходу волокон, после чего троакаром входили в плевральную полость. Процедура дискэктомии имела свои особенности. Эндоскопическим каутером рассекали париетальную плевру над удаляемым диском, что позволяло избежать даже минимального кровотечения. Затем иссекали фиброзное кольцо от головки ребра до передней продольной связки, после чего удаляли пульпозное ядро. Под непосредственным визуальным контролем торакоскопа кусачками, кюретками, шейвером резецировали фиброзное кольцо, а также позвоночно-реберное сочленение. Использование шейвера в данной манипуляции позволяло мягко и безопасно удалять ткань диска непосредственно рядом с

позвоночным каналом и местами отхождения спинальных корешков, что снижало риски повреждения невральных структур. Обработку замыкательных пластин смежных позвонков проводили непосредственно перед заполнением пространства костным трансплантатом, что также является особенностью проведения данного этапа операции.

С целью формирования переднего корпородеза пространство между телами позвонков на протяжении дуги деформации после удаления дисков заполняли синтетическим гранулированным трансплантатом на основе бикальций фосфата. После заполнения межпозвонковых пространств сверху укладывали гемостатические материалы на основе целлюлозы. Таким образом, проводили дискэктомию на протяжении вершины сколиотической дуги искривления (рис. 32).



Рисунок 32. Эндоскопическая картина резецированных дисков с пространствами, заполненными трансплантатами.

В ходе операции удаляли от 3 до 5 межпозвонковых дисков. Достигали удаления дисков из сравнительно небольшого количества портов путем перемещения непосредственно торакоскопа и рабочих инструментов из порта в порт, а также манипуляции с оптикой 0° и 30°, с поворотами последней на тот или иной угол для лучшей визуализации зоны операционного поля. Это

являлось очередной особенностью выполнения эндоскопического этапа хирургического вмешательства.

Заканчивали торакоскопический этап расправлением коллабированного легкого, установкой интраплеврального дренажа и зашиванием разрезов. Дренаж оставляли на двое суток. Затем пациента поворачивали на живот и осуществляли второй этап операции на фоне гало-тибиального вытяжения. Проводили дорсальный этап вмешательства по методике с использованием гибридной системы, представленной ранее в разделе «Ход вмешательства с использованием гибридных систем».

Клинический пример 2.

Пациентка В., 13 лет. DS: Идиопатический правосторонний грудной лордосколиоз 4 степени с поясничной противодугой. 1с-тип Lenke. Из анамнеза: в возрасте 8 лет родители заметили нарушение осанки, проведена рентгенография, выявлен правосторонний грудной сколиоз 2 степени, нерегулярно проводилось консервативное лечение (ЛФК, массаж). Несмотря на проводимые процедуры, деформация неуклонно прогрессировала.

Клинически: дугообразная деформация позвоночного столба вправо в грудном и влево в поясничном отделах. Задний реберный гиббус справа до 5,0 см. Поясничный валик слева. Асимметрия треугольников талии, углов лопаток - на 3 см, надплечий - на 2 см. Длина нижних конечностей одинаковая. Сглаженность сагиттального профиля. Пальпация по остистым отросткам и паравертебрально безболезненная. Рост 158 см.

Рентгенография: Позвоночный столб дугообразно деформирован вправо в грудном отделе с вершиной на Th VIII позвонке с торсией апикального позвонка II степени, протяженность грудной дуги от Th VI - Th XI позвонков (6). Дуга в поясничном отделе не структурная - 61°. Угол деформации грудной дуги по Cobb - 76°. Величина грудного кифоза - 5°, поясничного лордоза - 58°. Тест Риссера II-III. На функциональных рентгенограммах с максимальным наклоном вправо и влево грудная дуга

корректируется до 60° по Cobb, поясничная - до 4° . По функциональным рентгенограммам, угол коррекции - 8° , индекс мобильности - 11,7%. Угол ротации апикального позвонка, по данным компьютерной томографии по методике Aaro-Dahlborn, - 29° .

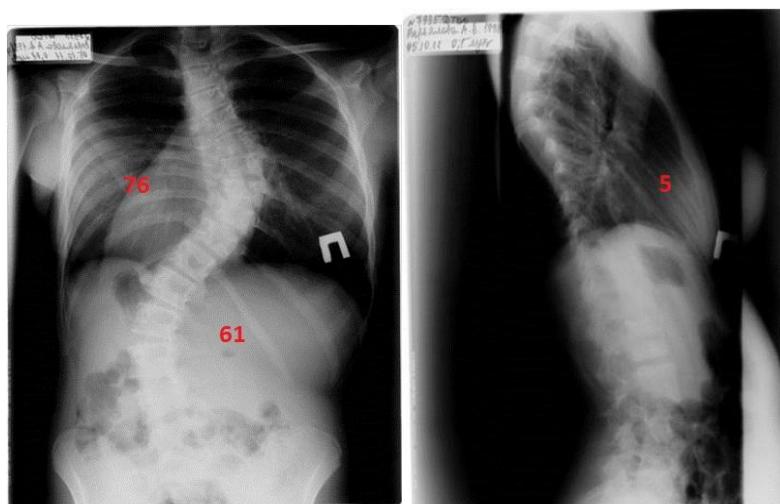
Операция: Торакоскопическая дискэктомия на вершине, передний спондилодез. Коррекция деформации гибридной системой CD"Legacy". Задний спондилодез. Количество удаленных дисков 4. Фиксация от Th4 до L4. Количество фиксированных сегментов 13.

Клинически после операции: Умеренно выраженная остаточная деформация позвоночника в грудном отделе. Надплечья, углы лопаток, треугольники талии симметричны. Остаточный реберный гребус 3 см. Хорошо сформированный сагиттальный профиль. Рост 165 см. (рис. 33). Рентгенологически после операции: Угол остаточной дуги в грудном отделе - 12° , в поясничном отделе - 0° . Величина грудного кифоза - 25° , поясничного лордоза - 52° (рис. 34). Угол ротации вершинного позвонка, по данным компьютерной томографии по методике Aaro-Dahlborn, - 19° (рис. 35).





Рисунок 33. Внешний вид пациентки В., 13 лет, до и после операции.



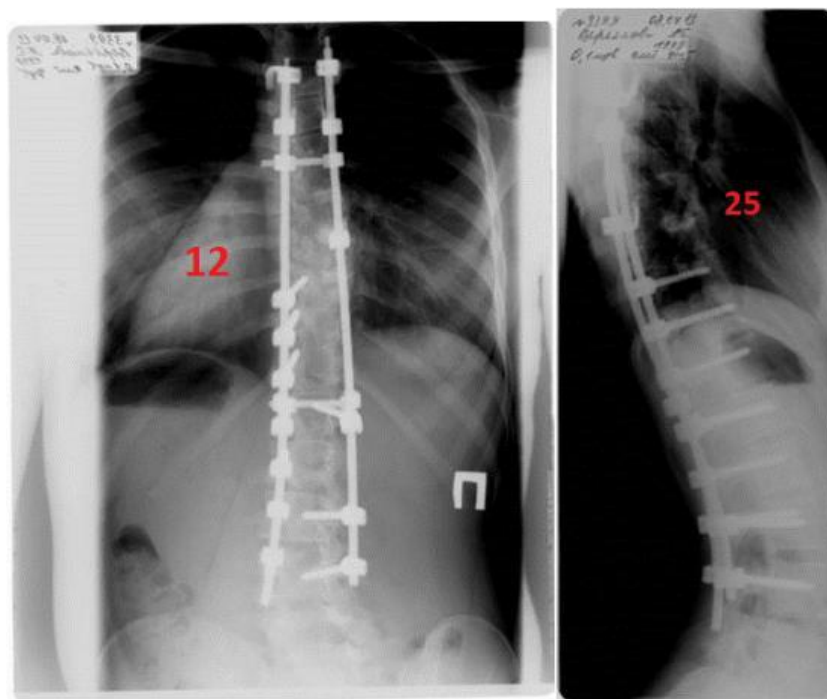


Рисунок 34. Рентгенограммы позвоночника пациентки В., 13 лет, до и после операции.

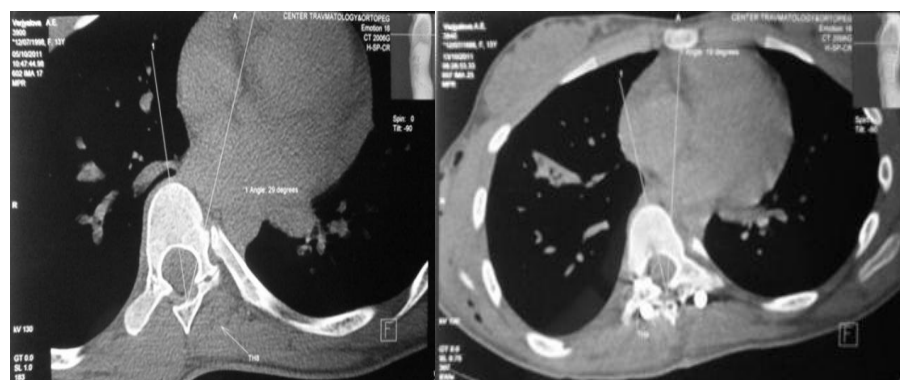


Рисунок 35. КТ пациентки В., 13 лет, с определением ротации вершинного позвонка до и после операции.

III вариант операций применяли у пациентов в возрасте от 12 до 18 лет с величиной основной дуги деформации от 37° до 84° , с мобильной и ригидной дугой искривления (индекс мобильности больше или меньше 25%) и у пациентов с размерами дуг позвонков более 4,0 мм, позволяющих корректно установить транспедикулярные опорные элементы. Планирование осуществляли согласно классификации, разработанной L.G. Lenke. Так, при 1 а, b, с типах деформации ВИП определяли в зависимости от верхнего

позвонка, включенного в дугу искривления, и по наиболее горизонтизирующемуся позвонку на функциональных спондилограммах. НИП при 1 а типе деформации служил тот позвонок, который на функциональных спондилограммах максимально выходил в горизонтальное положение, при 1 б и с типах в качестве НИП планировался Th 11 для предоставления возможности самокоррекции поясничной неструктурной противодуги. Доступ и мобилизация при этом типе операций не отличались от таковых при I варианте и дорсальном этапе II варианта.

Особенностью хирургического вмешательства у данной группы пациентов являлось широкое скелетирование на уровне верхне- и среднегрудного отделов позвоночника. Подобное скелетирование задней опорной колонны позвоночника на протяжении основной дуги деформации необходимо с целью визуализации костных ориентиров позвонков для установки ТПОЭ в грудном отделе.

Особенностью доступа при данном типе операции являлась необходимость скелетирования вышележащего позвонка к ВИП для резекции нижнего суставного отростка. Учитывая эту особенность, в среднегрудном отделе при данном типе операции с использованием ТПОЭ осуществляли более широкую мобилизацию поперечных и верхних суставных отростков - в отличие от хирургических вмешательств с использованием гибридных конструкций (рис. 36А).

Проведение транспедикулярных элементов осуществляли методом «свободной руки» по костным анатомическим ориентирам в грудном отделе, пользуясь правилом наружной фасетки. При формировании каналов под ТПВ использовали инструмент, подключенный к нейромонитору, что позволило вовремя изменить траекторию проведения инструмента и избежать прямого контакта с нервными структурами. Расположение элементов осуществляли согласно предоперационному плану, где на вогнутой стороне дуги деформации винты устанавливали в каждый позвонок. На противоположной стороне установка ТПОЭ имела ряд особенностей. Особенностью установки

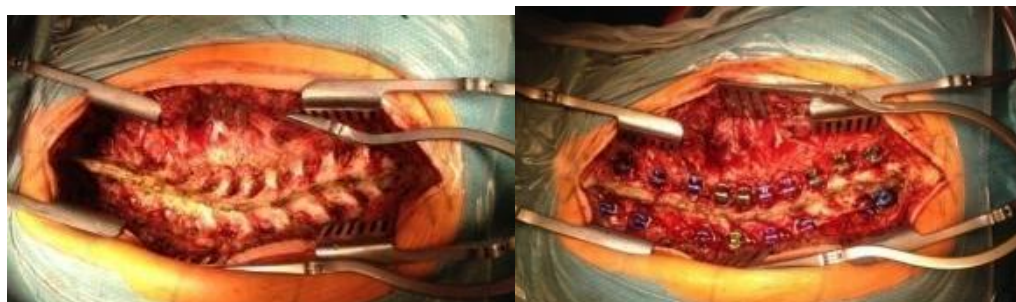
ТПОЭ являлась обязательная фиксация 3-4 позвонков в апикальной зоне, с установкой элементов в 2 позвонка концевых зон фиксации в дистальных и проксимальных отделах системы. При выраженных деформациях от 75⁰ до 84⁰ элементы устанавливали в каждый позвонок с двух сторон. Проведение ТПВ при III варианте операции осуществляли под контролем ИОНМ, что позволяло оценить близость нервных структур (дурального мешка, корешков) к транспедикулярным опорным элементам. Особенно важно это было при проведении винтов на вершине деформации по вогнутой стороне искривления из-за особенностей анатомо-антропометрических параметров и пространственных взаимоотношений структур позвонков (небольшие размеры основания дуг позвонков, выраженная ротация тела позвонка). Особенностью выбора варианта транспедикулярных винтов в среднегрудном и грудопоясничном сегментах позвоночника являлась установка моноаксиальных винтов с целью осуществления и достижения истинной деротации тел позвонка (DirektDerotation) (рис. 36Б).

После установки транспедикулярных опорных элементов проводили дополнительный гемостаз.

Стержень изгибали в соответствии с нормальным сагиттальным профилем и укладывали с вогнутой стороны деформации в элементы на концевых инструментированных позвонках. После этого, используя рокер, а также редуцирующий инструмент Бейля, укладывали стержень в остальные опорные элементы, не до конца фиксируя его в головках винтов гайками. Благодаря наличию на всем протяжении ТПОЭ, уже при установке стержня происходила коррекция за счет трансляции (рис. 36В). Особенность деротационного маневра при использовании систем с ТПОЭ заключалась в том, что одновременно с поворотом стержня, как в классической схеме по методике Cotrel&Debusset, позвонки в апикальной зоне поворачивали в противоположную сторону при помощи специализированного инструментария VCM (рис. 36Г). Благодаря проведению данной манипуляции, удавалось не только приблизить апикальную зону к средней

линии и максимально исправить деформацию позвоночника, но и получить истинный деротационный эффект позвонков в апикальной зоне и значительно уменьшить или полностью ликвидировать реберный гиббус. Помимо прямой билатеральной деротации на специализированном инструменте, использовали прием давления на реберный горб с выпуклой стороны для улучшения деротации грудной клетки. Это являлось очередной особенностью выполнения этапа операции у данной категории пациентов. В дальнейшем проводили сегментарную дистракцию на каждом опорном элементе от вершины в краниальном и каудальном направлении вдоль стержня (рис. 36 Д, Е). После выполненных процедур на вогнутой стороне деформации устанавливали стержень по выпуклой стороне, изогнутый по физиологическим изгибам позвоночника, и осуществляли контрагирующие воздействия на каждом элементе (рис. 36 Ж).

Оперативное вмешательство заканчивали декортикацией дорсальных отделов позвонков и укладкой костных аутооттрансплантатов и синтетических трансплантатов ВСП (рис. 36 З). В послеоперационное ложе устанавливали дренаж и осуществляли послойное ушивание раны.



А

Б



В



Г



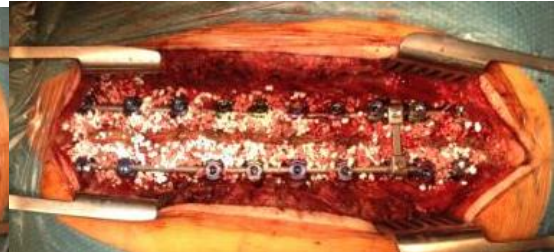
Д



Е



Ж



З

Рисунок 36. Ход проведения операции.

В представленных схемах и рисунках отображены основные изменения, происходящие с деформацией и позвонками во время корректирующих маневров.

Клинический пример 3.

Пациентка Г., 13 лет. DS: Идиопатический правосторонний грудной лордосколиоз 4 степени с поясничной противодугой. 1b-тип Lenke. Из анамнеза: в возрасте 9 лет родители заметили нарушение осанки, проведена рентгенография, выявлен правосторонний грудной сколиоз, проводилось консервативное лечение, в том числе и стационарно (ЛФК, массаж). Прогрессирование деформации, несмотря на проведенные процедуры.

Клинически: дугообразная деформация позвоночного столба вправо в грудном и влево в поясничном отделах. Задний реберный гребень справа до 7,0 см. Поясничный валик слева. Асимметрия треугольников талии, углов лопаток - на 3 см, надплечий - на 3 см. Длина нижних конечностей одинаковая. Сглаженность сагиттального профиля. Пальпация по остистым отросткам и паравертебрально безболезненная. Рост 160 см.

Рентгенография: Позвоночный столб дугообразно деформирован вправо в грудном отделе с вершиной на Th IX позвонке с торсией апикального позвонка III степени, протяженность грудной дуги - от Th VI - Th XII позвонков (7). Дуга в поясничном отделе не структурная - 15°. Угол деформации грудной дуги по Cobb - 75°. Величина грудного кифоза - 5°, поясничного лордоза - 58°. Тест Риссера II-III. На функциональных рентгенограммах с максимальным наклоном вправо и влево грудная дуга корригируется до 53° по Cobb, поясничная - до 3°. По функциональным рентгенограммам угол коррекции - 22°, индекс мобильности - 29,3%. Угол ротации вершинного позвонка, по данным компьютерной томографии по методике Aaro-Dahlborn, - 39°.

Операция: Дорсальная коррекция сколиотической деформации двухстержневой дорсальной многоопорной системой «Legacy» с применением VCM. Задний спондилодез. Фиксация от Th5 до L3. Количество фиксированных сегментов - 11.

Клинически после операции: Остаточная деформация позвоночника в грудном отделе не выражена. Надплечья, углы лопаток, треугольники талии

симметричны. Остаточный реберный гиббус 1 см. Хорошо сформированный сагиттальный профиль. Рост 166 см. (рис. 37).

Рентгенологически после операции: Угол остаточной дуги в грудном отделе - 7° , в поясничном отделе - 3° . Величина грудного кифоза - 22° , поясничного лордоза - 44° (рис. 38). Угол ротации вершинного позвонка, по данным компьютерной томографии по методике Aaro-Dahlborn, - 14° (рис. 39).



Рисунок 37. Внешний вид пациентки Г., 13 лет, до и после операции.



Рисунок 38. Рентгенограммы позвоночника пациентки Г., 13 лет, до и после операции.

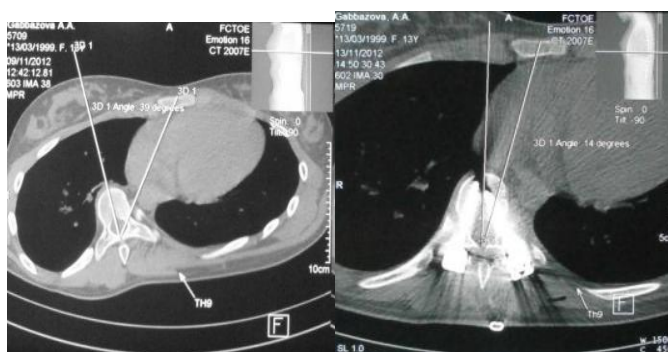


Рисунок 39. КТ пациентки Г., 13 лет, с определением ротации вершинного позвонка до и после операции.

Таким образом, представленные хирургические методики лечения детей с идиопатическим сколиозом с типом деформации LenkeI позволяют подчеркнуть особенности коррекции искривления позвоночника у данной категории пациентов. Последние обусловлены типом деформации, величиной основной дуги искривления, анатомо-антропометрическими параметрами и пространственными взаимоотношениями костных структур позвонков, а также методикой выполнения деротации позвонков на вершине дуги искривления и последовательностью корригирующих манипуляций в ходе операции.

ГЛАВА 5

РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

5.1. Жалобы. В послеоперационном периоде у пациентов всех групп деформация позвоночника значительно уменьшилась или была полностью ликвидирована, отсутствовала жалоба на асимметрию треугольников талии. В раннем периоде после операции и на протяжении первых трех месяцев после нее у пациентов всех групп сохранялась жалоба на асимметрию надплечий. Через 3 месяца после хирургического вмешательства данной жалобы не отмечалось ни у одного пациента во всех группах наблюдения. В 1 и 2 группе пациентов сохранялись жалобы на остаточный задний реберный горб незначительной величины у 4 и 5 больных соответственно. В 3 группе наблюдения в послеоперационном периоде у 5 пациентов отмечались жалобы на наличие переднего реберного гребуса на стороне, противоположной заднему гребусу. Эта жалоба являлась характерной для пациентов, оперированных с использованием ТПОЭ и истинной деротацией апикальной зоны. Кроме этого, у 3 пациентов этой группы сохранились жалобы на остаточный задний реберный гребус, незначительный по величине. Через 1 год после операции 3 пациента в первой группе и 4 больных во второй группе отметили увеличение высоты реберного заднего гребуса на 1-2 см., что отмечалось и при клинической оценке. У пациентов 3 группы подобных жалоб не отмечалось.

Болевой синдром в раннем послеоперационном периоде был не выражен во всех группах пациентов и составил в среднем до 3 баллов по шкале VAS, учитывая адекватную послеоперационную анальгезию. К моменту выписки из стационара боли, связанные с операцией и остаточной деформацией позвоночника, купировались у всех пациентов полностью.

В отдаленном послеоперационном периоде (1 и 3 года) в 1 группе пациентов наличие болей в зоне вмешательства, а также позвоночника в

целом отмечено не было. Периодические боли при нагрузках беспокоили 4 пациентов из 2 группы, 2 пациентов из 3 группы. Болевой синдром был интенсивнее у пациентов 2 группы по сравнению с 3 группой наблюдения, но интенсивность не превышала 1 балла по VAS, и больные не требовали приема анальгетиков и НПВС. Интенсивность болевого синдрома до и через 1 год после операции представлена в таблице 7.

Таблица 7.

Изменение болевого синдрома до и после операции и достоверность между группами

	1 n=20	2 n=41	3 n=39	Достоверность различий между группами, p		
				1-2	1-3	2-3
Боль (10 балл.VAS) до	0,05±0,22	1,3±1,63	0,74±1,04	0,0016	0,0049	0,1161
Боль (10 балл.VAS) через 1 год	0±0	0,2±0,41	0,03±0,16	0,0356	0,4787	0,0227

5.2. Объективный статус. После хирургического вмешательства асимметрия надплечий сохранялась у 5 пациентов из всех групп наблюдения. В течение 3 месяцев после операции положение надплечий выравнивалось, что говорило о формировании баланса плечевого пояса. Асимметрии углов лопаток и молочных желез не отмечалось ни у одного пациента из всех групп наблюдения в послеоперационном периоде. В послеоперационном периоде величина остаточного гиббуса по группам пациентов была следующей: в 1 группе с гибридной фиксацией - $2,1 \pm 0,91$ см, во 2 группе наблюдения, где использовали гибридную металлоконструкцию с торакоскопической дискэктомией на вершине основной дуги деформации, - $3,14 \pm 1,06$ см, в 3 группе больных с транспедикулярными спинальными системами - $0,74 \pm 0,72$ см. Результаты величины реберного гиббуса до и после хирургического вмешательства представлены в таблице 8.

Таблица 8.

Разница гиббуса до и после операции и достоверность между группами

				Достоверность различий между группами, р		
	1 n=20	2 n=41	3 n=39	1-2	1-3	2-3
Гиббус (см) до	4,15±1,14	5,9±1,48	4,79±1,22	<0,001	0,0539	0,0028
Гиббус (см) после	2,1±0,91	3,14±1,06	0,74±0,72	0,0017	<0,001	<0,001

В послеоперационном периоде при оценке клинической картины сглаженность сагиттального профиля отмечалась у 30% пациентов 1 группы, у 9,8% больных 2 группы и у 12,8% пациентов 3 группы.

Динамика средних показателей роста пациентов по группам до и после хирургического лечения представлена в таблице 9.

Таблица 9.

Показатели роста пациентов до и после операции и достоверность между группами

				Достоверность различий между группами, р		
	1 n=20	2 n=41	3 n=39	1-2	1-3	2-3
Рост (см) до операции	159,95±7,44	156,83±8,63	163,04±8,15	0,224	0,1615	0,0078
Рост (см) после операции	163,59±6,44	162,28±7,59	167,2±8,14	0,5837	0,1254	0,0314
Разница роста	3,56±0,75	5,05±2,14	4,04±1,37	0,0122	0,1972	0,038

При анализе полученных данных увеличение роста после операции не имело статистически значимых различий по группам исследований.

При анализе сердечно-сосудистой системы по данным ЭКГ патологических изменений у пациентов во всех группах не выявлено ни до, ни после оперативного лечения.

После операции спирографию оценивали через 3 года, так как, по литературным данным, дыхательная функция меняется не ранее чем через 2 года после операции. Нами получены следующие данные: ЖЕЛ у пациентов 1 группы была в среднем 3,61 литра, что составило 100,8% от нормы; во 2 группе этот показатель составил 2,32 литра (68,8% от нормы), в 3 группе -

3,16 литра(82,4% от нормы). При оценке ОФВ в 1 группе составил 3,22 литра(104% от нормы); во 2 группе - 2,10 литра, что составило 71,8%, и в 3 группе - 2,75 литра(81,7 % от нормы). Изначально меньшие величины ЖЕЛ и ОФВ во 2 группе связаны с более тяжелыми деформациями у пациентов данной группы. Необходимо отметить небольшое улучшение функции внешнего дыхания после операции у пациентов 2 и 3 групп. В 1 группе изменений дыхательной функции не было ни до, ни после операции.

5.3. Рентгенологическое исследование.

При исследовании протяженности фиксации с использованием металлоконструкции во всех трех группах пациентов получены следующие данные. Наиболее часто встречалась комбинация протяженности металлофиксации от Th3 до L3 позвонков: у 8 пациентов в 1 группе, что составило 40% от всех вариантов; у 11 пациентов - во 2 группе, что составило 28,1% от всех комбинаций. В 3 группе пациентов наиболее распространенная протяженность металлофиксации наблюдалась от уровня Th4 до L1 позвонка - 10 пациентов, что составило 25,6% от всех комбинаций в этой группе исследования (таблица 10).

Таблица 10.

Количество пациентов в группах исследования в зависимости от протяженности фиксации

	Th3- L3	Th4- L2	Th4- L3	Th4- L4	Th3- L4	Th3- L1	Th4- L1	Th3- L2	Th3- L5	Th4- L5	Th5- L2	Th5- L3	Th5- Th12	Th5- Th11	Th4- Th12	Th4- Th11	Th5- L1	
1	2	3	8	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	20
2	6	4	11	2	8	0	2	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	41
3	2	3	4	1	1	2	10	2	0	0	2	4	2	1	1	2	2	39
Всего	10	10	23	4	10	3	13	7	3	2	2	5	2	1	1	2	2	100

При оценке количества фиксированных позвоночно-двигательных сегментов в 1 группе наблюдения в среднем их число составило $12,0 \pm 1,1$; во 2 группе - $12,7 \pm 1,4$; в 3 группе - $10,8 \pm 1,7$.

Количество фиксированных сегментов и достоверность полученных результатов по группам исследования в зависимости от поясничных модификаторов по классификации L.G. Lenke представлены в таблице 11.

Таблица 11.

Количество фиксированных сегментов в группах пациентов в зависимости от поясничных модификаторов

Тип Lenke	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Достоверность результатов между группами, p		
				1-2	1-3	2-3
A	12,1±1,4 (13)	12,4±1,4 (13)	10,7±1,7 (23)	0.590	0.010	0.014
B	11,7±0,51 (6)	13,3±1,4 (14)	11,1±1,1 (8)	0.038	0.333	0.015
C	12,3 (1)	12,3±1,3 (14)	11,1±2,4 (8)	-	-	0.385
Всего	12,0±1,1 (20)	12,7±1,4 (41)	10,8±1,7 (39)	0.097	0.009	<0,001

Исходя из представленных в таблицах 9 и 10 данных, можно заключить следующее: комбинации уровней фиксации и количество фиксированных позвонков схожи в 1 и 2 группах пациентов, что объясняется идентичностью варианта коррекции гибридными конструкциями. В 3 группе протяженность инструментальной фиксации была короче, что связано с более надежной фиксацией позвонков ТПОЭ и возможностью воздействовать на все три колонны позвоночного столба во время проведения корригирующих манипуляций. Обращает на себя внимание более короткая фиксация при 1с типе деформаций в 3 группе пациентов.

Th4 позвонок являлся ВИП в 56% наблюдений, Th3 позвонок - в 33% случаев, Th5 позвонок - в 11%. Отмечено, что Th5 позвонок являлся верхней точкой фиксации преимущественно в группе с транспедикулярной фиксацией. L3 позвонок служил НИП в 28% наблюдений, L2 - в 19%, L1 - в 18% случаев, L4 - в 14%, L5 - в 5%, Th12 - в 3%, Th11 - в 3% наблюдений. Отмечено, что фиксация ниже L1 позвонка не применялась более чем у 50% пациентов в группе с использованием транспедикулярной металлоконструкции.

Количество инструментированных позвонков, то есть позвонков с установленными опорными элементами металлоконструкции, было больше в

3 группе исследования в отличие от 1 и 2 групп, где использовался гибридный инструментарий.

При оценке фронтальной коррекции после операции грудная дуга была исправлена в 1 группе в среднем на $38,45^0 \pm 8,15$, что составило $78,1\% \pm 11,08$. Во 2 группе наблюдения коррекция грудной дуги достигла в среднем $53,19^0 \pm 14,69$, что составило $69,31\% \pm 16,06$. В 3 группе больных исправление основной дуги искривления составило в среднем $49,21^0 \pm 11,65$ градусов, $88,25\% \pm 7,63$.

Оценка качественных показателей коррекции основной дуги деформации по группам исследования представлена в таблице 12.

Таблица 12.

Доля пациентов со значением величины деформации, соответствующей 1 степени после операции и через 1 год в группах пациентов

	1 группа	2 группа	3 группа	Достоверность результатов между группами, р		
				1-2	1-3	2-3
После операции	65% (13/20)	28,6% (12/41)	97,4% (38/39)	0,019	<0,001	<0,001
Через 1 год	50% (10/20)	19% (8/41)	92,3% (36/39)	0,037	0,002	<0,001

Величины значений углов основной дуги и ее остаточной величины после операции и через год по группам пациентов отображены в таблице 13.

Таблица 13.

Величины значений угла основной сколиотической дуги деформации по Cobb в группах пациентов

	1 группа n=20	2 группа n=41	3 группа n=39	Достоверность результатов между группами, р		
				1-2	1-3	2-3
До операции	$49,45 \pm 9,53$	$77,67 \pm 15,43$	$56,13 \pm 13,87$	<0,001	0,0588	<0,001
После операции	$11 \pm 6,14$	$24,48 \pm 14,73$	$6,92 \pm 5,07$	<0,001	0,0086	<0,001
Через 1 год	$12,75 \pm 7,06$	$26,95 \pm 15,24$	$7,13 \pm 4,88$	<0,001	<0,001	<0,001

Анализируя значение остаточного угла основной дуги деформации, можно заключить, что потеря коррекции во всех группах была незначительной и составила до 2,50 за 1 год после операции. При сравнении результатов по группам пациентов, которым была выполнена коррекция гибридными металлоконструкциями (1 и 2 группы), потери достигнутого результата коррекции искривления сразу после операции несколько отличались и составили: 1,75⁰ в 1 группе и 2,47⁰ - во 2, однако, статистическая разница этих значений была недостоверна. При оценке через 3 года во всех группах значения остаточной деформации не отличались от таковых через 1 год.

Углы поясничных противодуг при би с модификаторах, а также остаточные углы после операции по группам и их достоверность представлены в таблице 14.

Таблица 14.

Величины значений угла компенсаторной противодуги деформации в поясничном отделе по Cobb в группах пациентов

	1 группа n=20	2 группа n=41	3 группа n=39	Достоверность различий между группами, p		
				1-2	1-3	2-3
До операции	14,2±21,22	31,4±26,87	17±22,03	0,0306	0,6418	0,0316
После операции	1,85±3,72	8,6±10	2,54±5,12	0,0074	0,5965	0,0031
Через 1 год	1,5±2,98	8,05±8,96	1,51±2,82	0,0036	0,9871	<0,001

Анализируя полученные результаты в ходе исследования, можно заключить, что компенсаторная противодуга в поясничном отделе во всех группах исследования корригировалась соответственно основной дуге деформации в грудном отделе. Потери достигнутых результатов коррекции через 1 год и 3 года после операции не отмечалось ни в одной группе пациентов. Кроме того, в группах исследования отмечалась дополнительная самокоррекция противодуг в процессе динамического наблюдения, которая составила в среднем: 0,35⁰ в 1 группе больных, 0,55⁰ - во 2 группе. В 3 группе пациентов самокоррекция противодуги в поясничном отделе в отдаленном послеоперационном периоде достигла наибольшего значения и составила

1,03°. Дисбаланса поясничного отдела - так называемого феномена adding-on - не было ни у одного пациента с короткой ТПФ у пациентов с подобными поясничными модификаторами.

При обработке полученных результатов у пациентов с противодугой в поясничном отделе (1 b и c типы по классификации Lenke) потери коррекции в первых двух группах не отмечалось, но фиксация в этих группах была протяженной и включала в себя поясничное противоискривление. В 3 группе пациентов, где фиксацию осуществляли без стабилизации зоны противоискривления, произошла самокоррекция поясничной неструктурной деформации, что достигалось в результате полной коррекции и достижения истинной деротации позвонков на вершине грудной дуги искривления.

Величина грудного кифоза после операции составила в 1 группе в среднем $16,15^0 \pm 4,53$, во 2 группе - $19,48^0 \pm 5,86$, в 3 группе - $18,36^0 \pm 4,62$. Достоверность полученных результатов представлена в таблице 15.

Таблица 15.

Достоверность величины кифоза в грудном отделе в группах пациентов

Достоверность различий между группами, p		
1-2 группы	1-3 группы	2-3 группы
0,0497	0,0856	0,42

Средние значения кифотического компонента увеличились во всех группах наблюдения и оказались в зоне нормокифоза. По результатам хирургического лечения, среднее значение грудного кифоза во 2 группе было больше, чем в 1 и 3 группах. Кроме того, во 2 группе исследования отмечалось большее увеличение значения величины кифоза в грудном отделе относительно дооперационного значения по сравнению с другими группами исследования. Данный факт может быть связан с выполнением дискэктомии на вершине основной дуги искривления и укорачиванием передних отделов позвоночника на ее вершине, что создавало благоприятные условия для лучшей коррекции кифотического компонента деформации. В 3 группе

пациентов средние значения кифоза в грудном отделе также достоверно увеличились.

По значению величины поясничного лордоза после операции у пациентов в группах исследования отмечались идентичные результаты. В 1 группе величина лордоза от L1-S1 составила $45,45^0 \pm 8,68$, во 2 группе - $51,19^0 \pm 7,72$ и в 3 группе - $49,54^0 \pm 7,97$. Достоверность результатов в группах исследований представлена в таблице 16.

Таблица 16.

Достоверность величины лордоза в поясничном отделе в группах пациентов

Достоверность различий между группами, р		
1-2 группы	1-3 группы	2-3 группы
0,0309	0,0757	0,4422

При оценке величины лордоза в поясничном отделе позвоночника выявлена определенная закономерность, заключающаяся в том, что при значении лордоза изначально менее 45^0 после корригирующего вмешательства величина лордоза увеличивалась и приближалась к 50^0 , а при значении лордоза более 55^0 наблюдалась обратная ситуация - величина лордоза уменьшалась и также приближалась к 50^0 .

Зависимость величины значений кифоза от лордоза после операции отображена в графике (рис. 40).

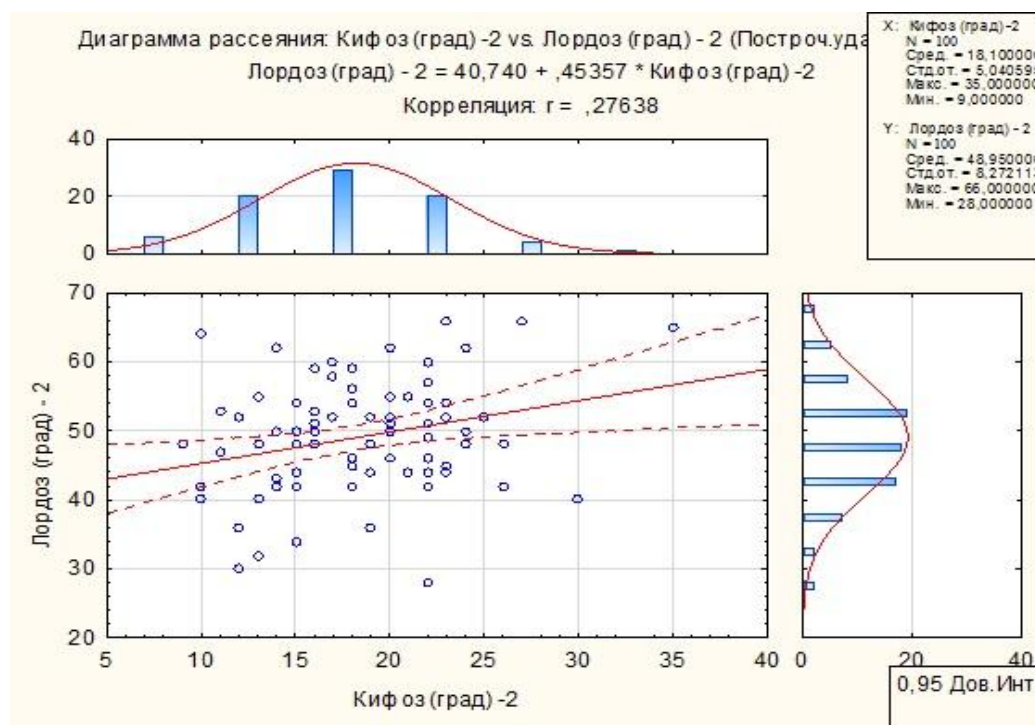


Рисунок 40. Зависимость значений величины кифоза в грудном отделе от величины лордоза в поясничном отделе в группах исследований после операции.

При оценке результатов в ходе исследования после операции значение величины грудного кифоза и величины поясничного лордоза были взаимосвязаны с высокой степенью корреляции. Анализируя взаимоотношение кифоза и лордоза после операции, используя формулу $TK=0.75 \text{ GLL}$, можно заключить, что показатели сагиттального профиля в грудном отделе стремились к нормализации: в 1 группе значение дефицита кифоза от идеального значения составило 52,4%, во 2 группе - 49,2%, в 3 группе - 50,4%. Необходимо подчеркнуть самый низкий дефицит кифотического компонента во 2 группе по сравнению с другими группами исследования. В этой группе нами использовалась торакоскопическая дискэктомия на вершине деформации, которая позволила получить максимальное значение коррекции кифотического компонента деформации и восстановить физиологический профиль грудного отдела позвоночника. Несмотря на дефицит грудного кифоза от идеальных показателей во всех

трех группах пациентов, данный параметр укладывался в значения нормокифоза по L.G.Lenke.

5.4. КТ исследование.

При анализе данных КТ после операции особое внимание уделялось оценке корректности положения ТПОЭ. Всего в 1 группе пациентов было использовано 183 транспедикулярных винта, которые устанавливали в каудальных отделах дуги деформации, преимущественно в поясничные позвонки. Анализ результатов показал, что все опорные элементы металлоконструкции у пациентов 1 группы располагались корректно, без отклонений. Во 2 группе исследования, где также применялась гибридная компоновка спинального имплантата, общее количество установленных ТПОЭ составило 352, что объяснялось более тяжелой степенью деформации. В этой группе пациентов количество позвонков с некорректным положением ТПОЭ составило 5 у трех пациентов. Во всех наблюдениях отклонения положения винта соответствовало 3 степени по S.D. Gertzbein, причем на 2-х позвонках у первого пациента на уровне Th10-Th11 с вогнутой стороны винты располагались латерально, у второго пациента на уровне L1 позвонка справа винт мигрировал медиально - в сторону позвоночного канала, у третьего пациента транспедикулярный опорный элемент на уровне L3 позвонка справа с вогнутой стороны вышел в сторону бокового кармана. В процентном отношении некорректное положение винтов составило 1,4% от всех установленных винтов в данной группе пациентов. В 3 группе исследований количество установленных ТПОЭ составило 619. Количество позвонков с некорректно установленными опорными элементами составило 38 у 17 пациентов, что соответствовало 6,1% от всех установленных ТПОЭ в данной группе пациентов. На 25 позвонках отклонение соответствовало 1 степени по S.D. Gertzbein, на 9 позвонках - 2 степени и на 4 позвонках - 3 степени. В 23 наблюдениях винты с некорректным положением располагались с вогнутой стороны на вершине деформации, что составило 60,5% от всех некорректно расположенных транспедикулярных винтов в

данной группе. Необходимо отметить, что 18 опорных элементов были смещены в сторону канала, а 4 винта кнаружи - в сторону реберно-поперечного сочленения. В 15 наблюдениях некорректно расположенные винты находились с выступающей (convex) стороны деформации, преимущественно на уровне Th3-Th5 позвонков, из них 6 некорректно расположенных винтов отклонялись в сторону позвоночного канала и 9 - в сторону реберно-поперечного сочленения. Несмотря на отклонение транспедикулярных винтов в 24 случаях (63,2%) в сторону позвоночного канала, в клинической картине неврологических нарушений и болевого синдрома не отмечалось. В 14 наблюдениях (36,8%) отклонение винтов отмечалось в латеральную сторону. У пациентов с таким отклонением транспедикулярных опорных элементов так же, как и у пациентов с отклонением в сторону позвоночного канала, не отмечали развитие болевого синдрома и неврологического дефицита. Анализируя полученные данные, можно заключить, что в 3 группе пациентов, где транспедикулярные элементы использовались на всем протяжении деформированного отдела, некорректное положение винтов отмечалось значительно чаще, чем в 1 и 2 группах, что говорит о потенциально более рискованной процедуре коррекции с использованием ТПОЭ на всех уровнях. Наибольшее количество некорректно расположенных винтов локализовались с вогнутой стороны на вершине деформации, что связано с анатомическими особенностями данной зоны, где выражена патологическая ротация и поперечный размер дуг имеет минимальные значения.

Значение величин патологической ротации вершинного позвонка, а также остаточное значение ротации апикального позвонка, процент полученной коррекции в результате проведенной операции и достоверность этих значений в группах исследований приведены в таблице 17.

Таблица 17.

Величина ротации вершинного позвонка до и после операции, процент деротации в группах пациентов

	1 группа n=20	2 группа n=41	3 группа n=39	Достоверность различий между группами, p		
				1-2	1-3	2-3
Угол ротации до операции	27,15±5,42	35,86±17,12	31,08±9,42	0,036	0,091	0,1669
Угол ротации после операции	22,85±4,84	29,05±15,25	18,59±8,02	0,0906	0,0337	<0,001
Деротация(градусы)	4,3±2,03	6,81±2,93	12,49±5,02	0,0029	<0,001	<0,001
Деротация (%)	15,54±7,39	19,98±6,01	41,15±14,07	0,0405	<0,001	<0,001

Согласно данным, в результатах исследования необходимо отметить, что максимальная истинная деротация вершинного позвонка достоверно больше в 3 группе пациентов и минимальна в 1 группе. Этот факт объясним применением специальной системы VCM в ходе операции у пациентов 3 группы с целью получения подлинного деротационного эффекта тел позвонков на вершине дуги деформации при проведении корригирующих манипуляций. Большее значение величины деротации позвонков у 2 группы пациентов по сравнению с 1, вероятнее всего, связано с получением значительной мобильности позвонков на вершине основной дуги искривления в результате проведения дискэктомии, что позволило достичь определенного значения деротации апикального позвонка во время коррекции металлоконструкцией из дорсального доступа.

5.5. Электронеурофизиологический метод.

Результаты интраоперационного нейромониторинга ИОНМ оценивали в 3 группе пациентов. У всех пациентов в группе тест на миорелаксанты (TOF) показал отрицательный результат, что позволило провести нейромониторирование в полном объеме и с достоверной эффективностью. С помощью теста N. Проху (тест приближения к нервным структурам) коррекцию траектории и изменение точки предполагаемого канала под транспедикулярный винт проводили при формировании 316 каналов для ТПОЭ, что составило 51,1% от всех сформированных каналов.

При сохранении стойкого высокоамплитудного ЭМГ-ответа осуществляли контроль положения проводящего инструмента с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП). В случае расположения инструмента, формирующего костный канал для транспедикулярных винтов, строго в проекции основания дуги позвонка по данным ЭОП, а также при отсутствии дефектов всех стенок канала, проверенных с помощью пуговчатого зонда, изменение проведения траектории инструмента не осуществляли. В этом случае имеющийся сигнал оценивали как ситуацию, характеризующуюся угрозой приближения инструмента к невральным структурам, объясняющуюся недостатком костной ткани в основании дуги. Данная ситуация отмечалась всегда на вершине деформации по вогнутой стороне и обуславливалась истончением оснований дуг позвонков в этой зоне деформации. После установки транспедикулярных винтов проводили тест Screw Integrity. В ходе набора материала было 3 наблюдения (0,5%) получения ЭМГ-ответа при силе стимула 6 мА, что свидетельствовало об опасной близости винта к невральным структурам. После проведения контрольной рентгеноскопии в 2-х проекциях положение данных винтов было корректным и ситуация расценена, как близость металла к невральным структурам за счет дефицита костной ткани вокруг винта. После оценки корректности расположения ТПОЭ, по данным МСКТ, все 3 винта располагались правильно в пределах основания дуг позвонков. При оценке данных мониторинга некорректно расположенных винтов (по S.D.Gertzbein) ЭМГ ответ вызывался при силе стимула выше 16 мА во всех случаях, что говорило об отсутствии прямого контакта ТПОЭ с невральными структурами, несмотря на расположение винтов вне корня дуги. У всех пациентов (39 человек) исходно и в процессе операции отмечались обычные значения МВП, что говорило о сохранности двигательных путей и не требовало изменения тактики оперативного вмешательства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хирургическая коррекция деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации продолжает оставаться актуальной и не решенной до конца проблемой современной отечественной ортопедии.

Целью данного диссертационного исследования явилось улучшение результатов хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника путем индивидуального подхода к выбору варианта коррекции деформации и усовершенствования хирургических технологий. Для осуществления поставленной цели были определены следующие задачи работы:

1. Оценить анатомо-антропометрические особенности тел позвонков, входящих в дугу деформации, у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации.
2. Определить показания для эндоскопической дискэктомии у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации.
3. Разработать и усовершенствовать варианты коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом транспедикулярными и гибридными спинальными системами в зависимости от анатомо-антропометрических особенностей позвонков, входящих в дугу искривления.
4. Провести сравнительный анализ эффективности коррекции и апикальной деротации позвонков при использовании гибридных и транспедикулярных систем.
5. Оценить корректность установки винтов методом «свободной руки» у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием нейрофизиологического мониторинга.
6. Разработать алгоритм способов хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации в зависимости от

анатомо-антропометрических особенностей тел позвонков, входящих в дугу искривления.

В исследование включены пациенты только с правосторонней основной дугой деформации. Все пациенты оперированы в ФГБУ «ФЦТОЭ» (г. Чебоксары) и в НИДОИ им. Г.И. Турнера (г. Санкт-Петербург) в период с 2009 по 2014 годы одной хирургической бригадой. По проведенным оперативным вмешательствам пациенты разделены на 3 основные группы.

Первая группа пациентов включала 20 человек женского пола в возрасте от 14 до 17 лет с величиной деформации от 38^0 до 70^0 , - оперативное вмешательство этой группе проведено только из дорсального доступа в объем задней инструментальной коррекции многоопорной гибридной металлоконструкцией и стабилизации достигнутого результата в сочетании с костной пластикой. Третья степень сколиоза была отмечена у 18 пациенток, 4 степень - у 2 больных.

Второй группе из 41 пациента, включающей 36 девочек и 5 мальчиков в возрасте от 10 до 16 лет с величиной деформации от 51^0 до 100^0 , хирургическое вмешательство осуществляли одномоментно из комбинированного подхода. Первым этапом выполняли торакоскопическую дискэктомию на вершине основной дуги деформации в сочетании с корпородезом, вторым этапом проводили дорсальную коррекцию и стабилизацию достигнутого результата гибридной спинальной системой в сочетании с локальным спондилодезом. В данную группу вошли:

- Пациенты с незавершенным ростом и темпами прогрессирования деформации более 10^0 в год, что определяли клинически (отсутствие или непостоянство Mensis), по спондилограммам (тест Риссера 0-3);
- Пациенты с ригидными деформациями позвоночника от 70^0 до 100^0 , с индексом мобильности менее 25% [Михайловский, Кулешов]. При проведении торакоскопических вмешательств оценивали уровни проведенных дискэктомий и количество удаленных дисков. Количество

пациентов с 3 степенью идиопатического сколиоза в этой группе составило 8 человек, с 4 степенью - 34 больных.

Третьей группе из 39 больных, включающей 35 девочек и 4 мальчика в возрасте от 12 до 18 лет с величиной основной дуги деформации от 36^0 до 84^0 , оперативное вмешательство проводили только из заднего доступа в объеме коррекции деформации транспедикулярной металлоконструкцией и стабилизации достигнутого результата в сочетании с локальным спондилодезом. Третья степень сколиоза установлена у 25 пациентов, 4 степень отмечена у 14 больных.

Первой задачей исследования являлась оценка анатомо-антропометрических особенностей костных структур позвонков на протяжении основной дуги искривления у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации. Данная задача была решена путем обследования детей с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника при помощи спондилограмм и компьютерной томографии искривленного позвоночно-двигательного сегмента с последующей комплексной обработкой полученных результатов. В результате проведенного анализа были определены поперечный и продольный диаметр основания дуг позвонков с вогнутой и выпуклой стороны деформации, а также пространственные взаимоотношения основания дуги с телом позвонка на протяжении основной дуги искривления. В ходе работы было установлено, что у пациентов 3 группы средний минимальный поперечный размер основания дуги на вершине сколиотической деформации по вогнутой (слева) стороне составил 4,0 мм, продольный размер основания дуги - 10,2 мм. Такие анатомические особенности корней дуг позвонков на протяжении дуги деформации позволяли установить транспедикулярные опорные элементы у данной группы пациентов на протяжении всей дуги искривления. Размеры основания дуг в среднем и верхнегрудном отделе позвоночника по вогнутой и выпуклой стороне основной дуги искривления у пациентов 1 и 2 групп значительно отличались от 3 группы исследования.

Диаметр поперечного размера основания дуг у пациентов этих групп колебался от 1,2 до 3,2 мм, а диаметр поперечного размера составлял от 2,4 до 5,2 мм, что не позволяло в этих сегментах позвоночника установить транспедикулярные винты. Полученные результаты послужили основой для выбора при предоперационном планировании варианта уровней установки и варианта опорных элементов (транспедикулярные винты или ламинарные и педикулярные крючки) металлоконструкции и методики самой хирургической коррекции деформации.

В зависимости от величины основной дуги деформации (до 100°) у пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации, а также от ее мобильности, на основании функциональных рентгенограмм позвоночника и возраста больного были определены показания для выполнения релизирующих вмешательств на передних отделах тел позвонков на вершине искривления. Разработанные и предложенные нами торакоскопические доступы у пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом, а также проведение манипуляций в ходе операции со сменой рабочего инструментария в зонах установленных портов позволили точно и с хорошей визуализацией выйти на резецируемые диски и безопасно осуществить адекватную по объему дискэктомию в сочетании с корпоротомией. Применение торакоскопической дискэктомии позволило мобилизовать ригидные деформации и получить значительную коррекцию, сравнимую с коррекцией на ТПОЭ. Помимо этого, применение торакоскопии позволило улучшить показатели сагиттального профиля, в частности, уменьшило дефицит кифотического компонента. По нашему мнению, данная процедура может быть рекомендована пациентам с лордосколиотическими деформациями как 1 этап операции в сочетании с многоуровневой транспедикулярной фиксацией. Эта процедура может использоваться не столько для улучшения коррекции фронтального компонента деформации, сколько для восстановления сагиттального профиля. Все это обеспечило выполнение второй задачи, поставленной в ходе исследования.

Выбор варианта оперативного вмешательства и методики хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника у пациентов 1 и 2 групп исследования, а именно применение гибридного инструментария, был основан на характере имеющегося искривления и анатомо-антропометрических особенностях костных структур позвонков в основной дуге. В частности, малый размер поперечного диаметра (менее 4,0 мм) основания дуг на вершине дуги искривления с вогнутой стороны деформации, а также в верхнем грудном отделе не позволил установить транспедикулярные опорные элементы в вышеперечисленные зоны. Выходом из ситуации явилось использование поперечно-педикулярного захвата в проксимальных отделах фиксирующей системы, как при классической методике коррекции идиопатического сколиоза, предложенной Дюбуссе, и использование транспедикулярных винтов в дистальных отделах системы до уровня вершины деформации. При планировании в 1 и 2 группах нами использовались принципы оригинального CDI, где НИП определялся по горизонтализации нижнего позвонка, входящего в зону инструментации, а ВИП определялся по симметричному открытию диска и мобилизации верхнегрудной дуги при ее наличии. Последовательность корригирующих манипуляций в ходе операции у пациентов данных групп осуществляли с учетом классической технологии Котреля-Дюбуссе. В ходе вмешательства в связи с примененным планированием у пациентов 1 и 2 групп применяли не селективный, а протяженный спондилодез. С учетом этого протяженность металлофиксации и, соответственно, количество позвонков, включенных в зону спондилодеза, у больных этих групп были больше по сравнению с 3 группой исследования, хотя количество фиксирующих элементов было меньше. Данная конфигурация опорных элементов, а также более протяженная фиксация металлоконструкцией, несмотря на малое количество элементов, позволила, по нашему мнению, с большей эффективностью использовать ряд корригирующих маневров. Мы считаем, что при использовании подобной схемы планирования и установки опорных

элементов спинальной системы происходит значительная трансляция позвонков в поясничном отделе и приближение их к центральной оси позвоночника, что, соответственно, приводит, в конечном итоге, к достижению хорошей коррекции искривления и восстановлению баланса туловища. При использовании гибридных систем происходит коррекция во фронтальной плоскости, без максимальной коррекции ротации, сагиттальный профиль также не в полной мере соответствует идеальным значениям. Определенный уровень истинной деротации, достигнутый в нашем исследовании (15,5% деротации - в 1 группе и 19,9% деротации - во 2 группе), по-видимому, связан с установкой педикулярного крючка на апикальный позвонок с выпуклой стороны деформации и прямого давления на него стержня. Применение торакоскопической дискэктомии во 2 группе пациентов позволило добиться хорошей мобилизации апикальной зоны основной дуги искривления и получить значимую фронтальную коррекцию - 69,3%, несмотря на изначально более тяжелые деформации в данной группе пациентов: $77,67^{\circ} \pm 15,43$ (от 51° до 100°). Достижение большего процента деротации апикального позвонка в группе больных, которым выполнена эндоскопическая дискэктомия, несмотря на большую патологическую ротацию в данной группе пациентов до операции, по сравнению с пациентами 1 группы связана с увеличением мобильности на вершине основной дуги искривления после резекции дисков. Процедура многоуровневой дискэктомии на вершине грудной дуги деформации в купе с дорсальной коррекцией гибридной металлоконструкцией позволила добиться восстановления сагиттального профиля, приближенного к физиологической норме, и улучшить кифотический компонент в среднем с 12° до $19,5^{\circ}$. Дефицит кифоза, по сравнению с идеальными значениями, уменьшился во 2 группе с 71,6% до 49,2%, разница составила 22,4%. Подобные изменения кифотического компонента произошли на фоне формирования костного блока на уровне передней и средней колонн позвонков, что привело, в

конечном итоге, к созданию сагиттального профиля, близкого по значениям к физиологической норме.

В 3 группе пациентов выбор хирургической техники обуславливался, прежде всего, поперечным размером основания дуг позвонков, входящих в запланированную зону инструментации, и составил более 4 мм. В 3 группе пациентов использовали принцип планирования, исходя из хирургической классификации L.G. Lenke. Благодаря анатомическим параметрам костных структур позвонков на протяжении дуги деформации пациентам устанавливали полностью винтовую металлоконструкцию, при монтаже которой использовался селективный, то есть короткий, спондилодез даже у пациентов с противодугами в поясничном отделе. Протяженность металлофиксации в 3 группе пациентов в среднем оказалась на 2 позвонка меньше по сравнению с больными 1 и 2 групп исследования. Особенно хочется отметить уменьшение протяженности спондилодеза у пациентов с би- и три-типами поясничных модификаторов. По нашему мнению, этого удалось достичь путем лучшей коррекцией основной дуги (88,3%) во фронтальной плоскости, горизонтизацией всех позвонков в дуге искривления и значительной деротацией на уровне апикального позвонка (41,2%). Кроме обеспечения истинного деротационного эффекта апикальной зоны позвоночника при применении систем с транспедикулярными опорными элементами, повышалась эффективность коррекции гиббуса и деротации грудной клетки, остаточный реберный горб в среднем составил менее 1,0 см. Данные различия в металлофиксации связаны с принципиально разными подходами к планированию при установке гибридных и транспедикулярных спинальных систем. Если сравнивать коррекцию дуги деформации в градусах и процентах, то самая большая величина исправления отмечена во 2 группе пациентов, что может быть связано с изначально более тяжелыми искривлениями в данной когорте пациентов. Однако, при оценке процентного отношения коррекции деформации от начального искривления наилучший результат отмечен у пациентов 3 группы

исследования, что, вероятнее всего, обусловлено более стабильной и надежной транспедикулярной фиксацией с воздействием корригирующих усилий на каждый позвонок на протяжении основной дуги. При оценке сагиттального профиля во всех группах пациентов изначально отмечался гипокифоз или нижняя граница нормокифоза. В послеоперационном периоде во всех группах больных кифотический компонент в грудном отделе соответствовал границам нормокифоза, хотя и с сохраняющимся дефицитом от идеальных значений. Хочется отметить соотношение грудного кифоза и поясничного лордоза у пациентов с идиопатическим сколиозом, которые до проведения оперативного вмешательства отличались от показателей нормы и компенсировали друг друга, а после выполнения корригирующих манипуляций эти показатели стремились к физиологической норме.

В целом при оценке клинических и рентгенологических составляющих деформаций после операции способ хирургической коррекции с использованием ТПОЭ значительно превзошел по всем параметрам системы гибридной крючково-винтовой компоновки. Однако, при отсутствии возможности адекватно и корректно установить транспедикулярные опорные элементы способ с использованием винтов в дистальных отделах системы и педикулярно-поперечного захвата в проксимальных отделах является методом выбора и позволяет корригировать деформацию позвоночного столба. Это позволило решить 3 и 4 задачи диссертационной работы.

При оценке эффективности использования ИОНМ выявлена определенная положительная тенденция, которая может эффективно использоваться в качестве контроля при установке транспедикулярных винтов металлоконструкции в ходе операции. Низкий процент некорректно установленных ТПВ (по S.D.Gertzbein) в 3 группе пациентов, где использовали нейромониторинг, а именно 6,1%, позволяет рекомендовать эту методику в качестве интраоперационного контроля при установке и подтверждения правильности расположения транспедикулярных винтов. Это позволило решить 5 задачу диссертационного исследования.

В ходе проведенной работы и на основании полученных результатов удалось разработать алгоритм хирургических методов лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации, включающий проведение комплексного предоперационного обследования с оценкой антропометрических параметров основания дуг позвонков на протяжении основной дуги искривления по данным КТ, а также выполнение коррекции деформации позвоночника гибридными металлоконструкциями по классической технологии при их размерах менее 4,0 мм и транспедикулярными системами с применением системы для осуществления истинной деротации тел позвонков при размерах более 4,0 мм. Алгоритм в виде блок-схемы представлен на рисунке 41.

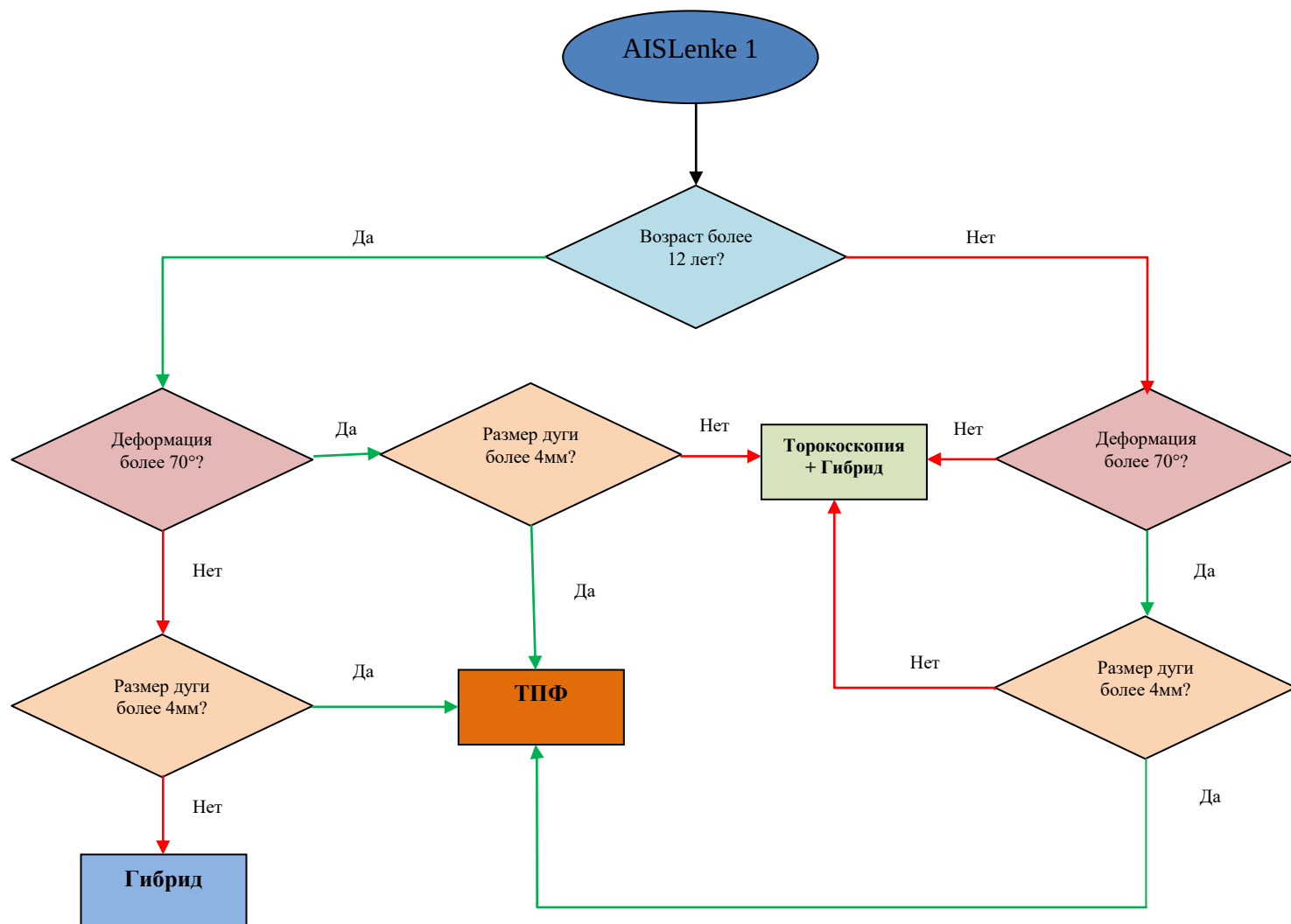


Рисунок 41. Алгоритм хирургического лечения пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом грудной локализации.

Таким образом, в ходе диссертационной работы удалось решить все 6 поставленных задач.

ВЫВОДЫ

1. В среднем, минимальный поперечный размер корня дуги на вершине дуги у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации по вогнутой (слева) стороне составил 4,0 мм, продольный размер корня дуги - 10,2 мм. При сравнении полученных результатов с выпуклой (convex) и вогнутой (concave) сторон сколиотической деформации выявлено, что поперечный размер основания дуг тел позвонков с выпуклой (справа) стороны искривления превышал размеры соответствующих позвонков с вогнутой (слева) стороны с максимальной разницей этих параметров на вершине основной дуги.

2. Проведение эндоскопической дискэктомии у пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации показано при незавершенном росте ребенка, бурном темпе прогрессирования искривления, ригидной деформации с величиной основной дуги искривления от 70^0 до 100^0 .

3. При размерах одного из параметров основания дуги в верхнегрудном отделе позвоночника менее 4,0 мм коррекция деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации показана с использованием гибридных спинальных систем по классической технологии с формированием поперечно-педикулярного захвата на уровне верхней опорной площадки и транспедикулярных опорных элементов в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника. При размерах параметров основания дуги более 4,0 мм на протяжении всей дуги искривления у детей с идиопатическим сколиозом грудного отдела коррекция деформации показана с применением транспедикулярных спинальных систем и специального инструментария на вершине основной дуги для осуществления истинного деротационного маневра позвонков.

4. При осуществлении коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом гибридными металлоконструкциями коррекция

сколиотического компонента составила $38,45^0$ и $78,1\%$ ($p<0,001$), деротация позвонков апикальной зоны – $14,3^0$ и $15,5\%$ ($p<0,001$). При выполнении коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом транспедикулярными системами коррекция сколиотического компонента составила $49,21^0$ и $88,25\%$ ($p<0,001$), деротация позвонков апикальной зоны – $12,49^0$ и $41,15\%$ ($p<0,001$).

5. Корректность установки транспедикулярных винтов у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации под контролем нейрофизиологического мониторинга составила $93,9\%$ ($p<0,001$).

6. Алгоритм хирургических методов лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации включает проведение КТ до операции, оценку анатомо-антропометрических параметров основания дуг позвонков на протяжении основной дуги искривления, коррекцию деформации позвоночника гибридными металлоконструкциями по классической технологии при размерах основания дуг менее $4,0$ мм и транспедикулярными системами с применением системы для осуществления истинной деротации тел позвонков при размерах основания дуг более $4,0$ мм.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Перед выполнением предоперационного планирования установки опорных элементов металлоконструкции у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации необходимо проведение компьютерной томографии деформированного отдела позвоночника с целью оценки анатомо-антропометрических параметров и пространственных взаимоотношений костных структур позвонков в основной дуге искривления.

2. При наличии ригидной деформации позвоночника с величиной основной дуги искривления от 70^0 до 100^0 у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации показано выполнение эндоскопической дискэктомии на вершине дуги искривления с целью достижения мобильности искривления и уменьшения травматичности вмешательства.

3. Анатомо-антропометрические параметры поперечного и продольного диаметра основания дуг верхне- и среднегрудного отдела позвоночника на протяжении основной сколиотической дуги являются ключевым моментом в выборе варианта металлоконструкции и выполнении корригирующих манипуляций в ходе операции при исправлении искривления позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации.

4. При установке транспедикулярных опорных элементов металлоконструкции на всем протяжении основной дуги искривления с вогнутой и выпуклой стороны показана коррекция деформации позвоночника с использованием специального инструментария VSM на вершине сколиотической дуги искривления с целью достижения истинного деротационного эффекта позвонков апикальной зоны.

5. С целью правильности и корректности формирования костных каналов для транспедикулярных винтов металлоконструкции и их установки в ходе хирургического вмешательства, направленного на коррекцию деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации, для осуществления контроля необходимо применение

нейрофизиологического мониторинга на каждом уровне установки опорного элемента.

Список литературы

1. Васюра, А.С. Хирургическое лечение сколиоза с применением метода транспедикулярной фиксации / А.С. Васюра, В.В. Новиков, М.В. Михайловский [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2011. – №2. – С. 27-34.
2. 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.
3. Ветрилэ, С.Т. Хирургическое лечение грудопоясничного и поясничного сколиоза с использованием дорсального и вентрального инструментария / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, М.С. Ветрилэ // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: Тез. докл. науч.-практ. конф. Детских травматологов-ортопедов России. – СПб., 2005. – С. 87.
4. Ветрилэ, С.Т. Первый опыт торакоскопических операций при сколиозе / С.Т. Ветрилэ, К.Г. Жестков, А.А. Кулешов [и др.] // Эндоскопическая хирургия. – 2007. – №1. – С. 30.
5. Ветрилэ, С.Т. Оперативное лечение тяжелых деформаций позвоночника / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, В.В. Швец [и др.] // Вестн. РАМН. – 2008. – №8. – С. 34-40.
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. Виссарионов, С.В. Технология коррекции деформаций позвоночника транспедикулярными спинальными системами у детей с идиопатическим сколиозом / С.В. Виссарионов // Хирургия позвоночника. – 2013. – №1. – С.21-27.
8. Виссарионов, С.В. Результаты коррекции деформации позвоночника транспедикулярными спинальными системами у детей с идиопатическим сколиозом / С.В. Виссарионов, С.М. Белянчиков, Д.Н. Кокушин [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2013. – №3. – С. 30-37.

9. Виссарионов, С.В., Коррекция идиопатического сколиоза у детей под контролем 3D-КТ-навигации / С.В. Виссарионов, А.П. Дроздецкий, Д.Н. Кокушин [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2012. – №2. – С. 30-36.
10. Виссарионов, С.В. Торакоскопическая дискэктомия в хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом / С.В. Виссарионов, А.Р. Сяндюков, Н.С. Николаев [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2013. – №1. С. 36-41.
11. Виссарионов, С.В. Варианты коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации / С.В. Виссарионов, Д.Н. Кокушин, А.П. Дроздецкий, С.М. Белянчиков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 2012. - № 3. - С. 9-13.
12. Виссарионов, С.В. Сравнительный анализ эффективности хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации / С.В. Виссарионов, А.В. Соболев, Н.Н. Надиров [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – №1-6. – С. 1132-1137.
13. Виссарионов, С.В. Хирургическая коррекция деформаций позвоночника при идиопатическом сколиозе: история и современное состояние (обзор литературы) / С.В. Виссарионов, А.В. Соболев, А.М. Ефремов // Травматология и ортопедия России. - 2013. - № 1 (67). - С. 138-145.
14. Зарецков В.В. Хирургическая коррекция сколиотической деформации в условиях продолжающегося роста больного / В.В. Зарецков, В.Б. Арсениевич, С.А. Рубашкин // Хирургия позвоночника. – 2007. – №3. – С. 36-38.
15. Кисель А.А. Одноэтапная хирургическая коррекция сколиотической деформации позвоночника с использованием инструментария Cotrel – Dubousset: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 / Кисель Александра Алексеевна. – М., 2005 – 28 с.
16. Кокушин, Д.Н. Анализ анатомо-антропометрических параметров позвонков у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с применением 3D-КТ-навигации / Д.Н. Кокушин, С.В. Виссарионов, А.Г. Баиндурашвили [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2016. – Т.13. – №1. – С. 27-36.

17. Колесов, С.В. Хирургическая коррекция грудного сколиоза из вентрального и дорсального доступов / С.В. Колесов, С.А. Кудряков, И.А. Шавырин // Хирургия позвоночника. – 2013. – №2. – С.14-22.
18. Колесов С.В. Хирургия деформаций позвоночника / С.В. Колесов // под ред. акад. РАН и РАМН С.П. Миронова. – М: Авторская академия, 2014. – 272 с., цв.ил., DVD диском.
19. Корж Н.А., Мезенцев А.А. Хирургическое лечение ювенильного идиопатического сколиоза / Н.А. Корж, А.А. Мезенцев // Хирургия позвоночника. – 2009. – №3. – С. 30-37.
20. Кулешов, А.А. Тяжелые формы сколиоза. Оперативное лечение и функциональные особенности некоторых органов и систем: Дис. ... д-ра мед.наук: 14.00.22 / Кулешов Александр Алексеевич – М., 2007. –338 с.
21. Ламартина, К. Сколиоз: общепринятые классификации и лечение с /помощью новой системы субламинарной фиксации / К. Ламартина, Р. Чеккинато, К. Либерати // Хирургия позвоночника. – 2013. – №3. – С. 18-23.
22. Макаревич, С.В. Транспедикулярная фиксация позвоночника. Исторические аспекты / С.В. Макаревич, А.Н. Мазуренко, Д.К. Тесаков [и др.] // Науч.-практ. конф. травматологов-ортопедов Республики Беларусь: Тез.докл. – Минск, 2000. – С. 75-80.
23. Михайловский М.В. Величина сколиотической дуги и возможности оперативной коррекции (попытка классификации сколиоза) / М.В. Михайловский: Сб. науч.тр. – СПб., 1992. – С. 72-76.
24. 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.
25. Михайловский, М.В. Основные принципы хирургической коррекции идиопатического сколиоза / М.В. Михайловский // Хирургия позвоночника. – 2005. – №1. – С. 56-62.

26. Михайловский, М.В. Коррекция идиопатического сколиоза инструментарием Cotrel – Dubousset и Harrington / М.В. Михайловский, В.В. Новиков, А.С. Васюра А.С. [и др.] // Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения: Тез.докл. Международного симпозиума. М., 2003. С. 168-174.
27. 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.
28. Михайловский М.В. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения пациентов со сверхтяжелыми формами идиопатического сколиоза / М.В. Михайловский, М.Н. Лебедева, Т.Н. Садовая, [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2009. – №2. – С.38-47.
29. Михайловский, М.В. Хирургия деформаций позвоночника / М.В. Михайловский, Н.Г. Фомичев. – 2е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Redactio, 2011. – 592 с.: ил.
30. Новиков, В.В. Трехмерная коррекция идиопатического сколиоза инструментарием Cotrel-Dubousset и Harrington / В.В. Новиков, М.В. Михайловский, В.Н. Сарнадский [и др.] // VII съезд травматологов-ортопедов России: Тезисы докладов. Новосибирск, 2002. – С. 159.
31. Норкин, И.А. Хирургическая коррекция сколиотических деформаций / И.А. Норкин, В.В. Зарецков, В.Б. Арсениевич [и др.] // Травматол. и ортопед. России. – 2006. – №2(40). – С. 221.
32. Норкин, И.А. Анатомо-морфометрическая характеристика сколиотических деформаций как составляющая предоперационного планирования / И.А. Норкин, В.В. Зарецков, Д.П. Зуева [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2009. – №2 – С. 48-54.
33. Панкратова Г.С. Оценка состояния мочевыделительной системы у детей с идиопатическим сколиозом: автореф. дис. ... канд. мед.наук: 14.01.08, 14.01.15 / Панкратова Галина Сергеевна. – СПб, 2017. – 21 с.

34. Поздникин, Ю.И., Лечение сколиоза по методике Харрингтона – Люка / Ю.И. Поздникин, 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.
35. Райе Р.Э., Возможности применения дистрактора типа Харрингтона в хирургическом лечении сколиоза// Ортопед, травматол. 1980.-№5.-С.18-21.
36. Райе Р.Э., Исходы оперативного лечения сколиоза у детей и подростков//Актуальные вопросы профилактики и лечения сколиоза у детей: Сб. ЦИТО. М., 1984.-С.135-137.
37. Ревкович А.С. Изменения внутренних органов при грубых формах сколиоза / А.С. Ревкович //Хирургические технологии лечения патологии позвоночника и суставов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием с элементами научной школы для молодежи, посвященной 65-летию Новосибирского НИИТО (Цивьяновские чтения) / сост.: М.А. Садовой [Электронный ресурс]. — Новосибирск, 2011 — 1 электрон.опт. диск. – С. 84.
38. Рубашкин, С.А. Анатомо-морфометрическое обоснование хирургической коррекции сколиотической деформации : автореф. дис. ... канд. мед.наук: 14.00.22 / РубашкинСергей Анатольевич. – Саратов, 2008. – 23 с.
39. Садовой, М.А. Хирургические технологии лечения патологии позвоночника и суставов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием с элементами научной школы для молодежи, посвященной 65-летию Новосибирского НИИТО (Цивьяновские чтения) /сост.: М.А. Садовой [Электронный ресурс]. — Новосибирск, 2011 — 1 электрон.опт. диск. – 219 с.
40. Садовая, Т.Н. Скрининг, Мониторинг и организация специализированной ортопедической помощи детям с деформациями позвоночника: автореф. дис. на соиск. учен.степ. д-ра мед. наук: 14.01.05 / СадоваяТатьяна Никифоровна. – СПб, 2010. – 45 с.

- 41.Соболев, А.В. Хирургическое лечение детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной и поясничной локализации: автореф. дис. на соиск. учен.степ. д-ра мед. наук: 14.01.05 / Соболев Андрей Владимирович. – СПб, 2015. – 24 с.
- 42.Хирургия идиопатического сколиоза: ближайшие и отдаленные результаты / под ред. М.В. Михайловского. – Новосибирск: АНО «Клиника НИИТО», 2007. – 456 с.
- 43.Цивьян, Я.Л. Хирургия позвоночника / Я.Л. Цивьян. – Новосибирск: изд-во Новосибирского ун-та, 1993. – 364 с.
- 44.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: 14.00.22 / Швец Владимир Викторович. – М., 1997. – 25 с.
- 45.Шулутко М.И. Боковое искривление позвоночника у детей / М.И. Шулутко. – Казань: Татарское книжн. изд-во, 1963. – 104 с.
- 46.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. – N6. – P. 570-575.
- 47.Akgul, T. Growing rod instrumentation in the treatment of early onset scoliosis / T. Akgul, F. Dikici, C. Sar [et al.] // Acta Orthopédica Belgica. – 2014. – N80(4). – P 457-463.
- 48.Arlet, V. Anterior thoracoscopic spine release in deformity surgery: a meta-analysis and review / V. Arlet // Eur Spine J. – 2000 Feb,9. – Suppl 1. – P. 17-23.
- 49.Arlet, V. Subjective evaluation of treatment outcomes of instrumentation with pedicle screws or hybrid constructs in Lenke Type 1 and 2 adolescent idiopathic scoliosis: what happens when judges are blinded to the instrumentation? / V. Arlet, J.A. Ouellet, J. Shilt., [et al.] // Eur. Spine J. – 2009. – Vol.18. – P. 1927-1935.
- 50.Ascani, E.Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity / E. Ascani, P. Bartolozzi, C.A. Logroscino [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 1986 Oct. – N11(8). – P. 784-789.

51. Bentley, G. The treatment of scoliosis in muscular dystrophy using modified Luque and Harrington-Luque instrumentation / G. Bentley, F. Haddad, T. Bull, [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 2001. – Vol. 83. – N1. – P. 22-28.
52. Berven, S.H. Management of fixed sagittal plane deformity: outcome of combined anterior and posterior surgery / S.H. Berven, V. Deviren, J.A. Smith [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2003 Aug, 1. – N28(15). – P. 1710-1715. – discussion 1716.
53. Betz, R.R. Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis / R.R. Betz, J. Harms, D.H. Clements 3rd, [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 1999. – N24. – P. 225-239.
54. Betz, R.R. Kyphosis of the thoracic and thoracolumbar spine in the pediatric patient: normal sagittal parameters and scope of the problem / R.R. Betz // Instr Course Lect. – 2004. – N53. – P. 479-484. – Review.
55. Bjerkreim, I. Progression in untreated idiopathic scoliosis after end of growth / I. Bjerkreim, I. Hassan // Acta Orthop Scand. – 1982 Dec. – N53(6). – P. 897-900.
56. Boachie-Adjei, O. The Cotrel-Dubousset system – results in spinal reconstruction. Early experience in 47 patients / O. Boachie-Adjei, D. Bradford // Spine. – 1991. – Vol. 16. – P. 1155-1160.
57. 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.
58. 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, et al. // Spine. – 1998. – Vol. 23. – N3. – P. 324-331.
59. Bridwell, K.H. Surgical treatment of idiopathic adolescent scoliosis / K.H. Bridwell // Spine. – 1999. – Vol. 24. – P. 2607-2616.
60. Bullmann, V. Combined anterior and posterior instrumentation in severe and rigid idiopathic scoliosis / V. Bullmann, H.F. Halm, T. Schulte [et al.] // Eur. Spine J. – 2006. – Vol. 15. – N4. – P. 440-448.

61. Buttermann, G. Anterior and posterior allografts in symptomatic thoracolumbar deformity / G. Buttermann, P. Glazer, S. Hu, [et al.] // *J. Spinal Disord.* – 2001. – Vol. 14. – N 1. – P. 54-66.
62. Clark, C.E. Late-developing infection in instrumented idiopathic scoliosis / C.E. Clark, H.L. Shufflebarger // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1999 Sep, 15. – N24(18). P. 1909-1912.
63. Clements, D.H. Did the Lenke classification change scoliosis treatment? / D.H. Clements, M. Marks, P.O. Newton [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2011. – N36. – P. 1142-1145.
64. Cobb, J.R. Outline for the Study of Scoliosis / J.R. Cobb // In: *Instructional Course Lectures, American Academy of Orthopaedic Surgeons*. Edited by: A. Arbor, J.W. Edwards, 1948. – P. 261-275.
65. Cochran, T. Long-term anatomic and functional changes in patients with adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod fusion / T. Cochran, L.IRSTAM, A. Nachemson // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1983 Sep. – N8(6). – P. 576-584.
66. Collis, D.K. Long-term follow-up of patients with idiopathic scoliosis not treated surgically / D.K. Collis, I.V. Ponseti // *J Bone Joint Surg Am.* – 1969. – N51. – P. 425.
67. Cotrel, Y. New universal instrumentation in spinal surgery / Y. Cotrel, J. Dubousset, M. Guillaumat // *Clin. Orthop.* – 1988. – N227. – P. 10-29.
68. Cotrel, Y. CD instrumentation in spine surgery. Principles, technicals, mistakes and traps / Y. Cotrel, J. Dubousset // *Sauramps Medical*, 1992.
69. Crawford, A.H. Video-assisted thoracoscopy / A.H. Crawford, E.J. Wall, R. Wolf // *Orthop Clin North Am.* – 1999. – N30(3). – P. 367-385, viii
70. 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. – N4. – P. 670-674.
71. Cunningham, B.W. Video-assisted thoracoscopic surgery versus open thoracotomy for anterior thoracic spinal fusion. A comparative radiographic, biomechanical, and

- histologic analysis in a sheep model / B.W. Cunningham, Y. Kotani, P.S. McNulty [et al.] // Spine. – 1998. – N 23(12). – P. 1333-1340.
- 72.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. – N13. – P. 1449-1456.
- 73.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. – N5. – P. 516-525.
- 74.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.
- 75.Di Silvestre, M. Posterior fusion only for thoracic adolescent idiopathic scoliosis of more than 80 degrees: pedicle screws versus hybrid instrumentation / M. Di Silvestre G. Bakaloudis, F. Lolli [et al.] // Eur. Spine J. – 2008. – Vol. 17. – P. 1336-1349.
- 76.Di Silvestre, M. Complications of thoracic pedicle screws in scoliosis treatment / M. Di Silvestre, P. Parisini, F. Lolli [et al.] // Spine. – 2007. – Vol. 32. – P. 1655-1661.
- 77.Diab, M. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis / M. Diab, A.R. Smith, T.R. Kuklo // Spine (Phila Pa 1976). – 2007 Nov, 15. – N32(24). – P. 2759-63.
- 78.Dick, W. A new device for internal fixation of thoracolumbar and lumbar spine fractures: the 'fixateur interne' / W. Dick, P. Kluger, F. Magerl [et al.] // Paraplegia. – 1985 Aug. – N23(4). – P. 225-32.
- 79.Dickman, C.A. Endoscopic spine surgery / C.A. Dickman, P.W. Detweiler, R.W. Porter // Clin Neurosurg. – 2000. – N46. –P. 526-553.
- 80.Dickson, J.H.Harrington instrumentation and arthrodesis for idiopathic scoliosis. A twenty-one-year follow-up / J.H. Dickson, W.D. Erwin, D. Rossi // J Bone Joint Surg Am. – 1990 Jun. – N72(5). – P. 678-83.

81. 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, N5. – P. 709-714.
82. Dietz, F.R. The importance of positive bacterial cultures of specimens obtained during clean orthopaedic operations / F.R. Dietz, F.P. Koontz, E.M. Found [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 1991 Sep. – N73(8). – P. 1200-1207.
83. Dobbs, M.B. Selective posterior thoracic fusions for adolescent idiopathic scoliosis: comparison of hooks versus pedicle screws / M.B. Dobbs, L.G. Lenke, Y.J. Kim, [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2006. – N31. – P. 2400-2404. doi: 10.1097/01.brs.0000240212.31241
84. Dobbs, M.B. Anterior/posterior spinal instrumentation versus posterior instrumentation alone for the treatment of adolescent idiopathic scoliotic curves more than 90 degrees / M.B. Dobbs, L.G. Lenke, Y.J. Kim, [et al.] // *Spine.* – 2006. – Vol. 31. – P. 2386-2391.
85. Dobbs, M. Posterior spinal fusion with pedicle screws. Master Techniques in Orthopaedic Surgery / M.B. Dobbs, L.G. Lenke, Y.J. Kim // *Pediatrics*. Lippincott Williams & Wilkins, 2008. – P. 29.
86. Dove, J. Segmental wiring for spinal deformity. A morbidity report / J. Dove // *Spine.* – 1989. – Vol. 14. – N2. – P. 229-231.
87. Drerup, B. Improvements in measuring vertebral rotation from the projections of the pedicles / B. Drerup // *J. Biomech.* – 1985. – Vol. 18. – P. 369-378.
88. Douglas, C. The treatment of large (>70 degrees) thoracic curves in patients with idiopathic scoliosis with posterior instrumentation and arthrodesis: when is anterior release indicated? / C. Douglas, D. Burton, A. Sama [et al.] // *Spine.* – 2005. – N30(17) – P. 1979-1984.
89. Duval-Beaupère, G. Flexibility of scoliosis. What does it mean? Is this terminology appropriate? / G. Duval-Beaupère, A. Lespargot, A. Grossiord // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1985 Jun. – N10(5). – P. 428-432.
90. Dwyer, A.F. An anterior approach to scoliosis – a preliminary report / A.F. Dwyer, N.C. Newton, A.A. Sherwood // *Clin. Orthop.* – 1969. – N62. – P. 192-202.

- 91.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. – N2. – P. 218-224.
- 92.Faraj, A.A. Early complications of spinal pedicle screw / A.A. Faraj, J.K. Webb // Eur. Spine J. – 1997. – Vol. 6. – P. 324-326.
- 93.Fitch, R. Comparison of Cotrel-Dubousset and Harrington rod instrumentations in idiopathic scoliosis / R. Fitch, M. Turi, B Bowman [et al.] // Pediatr. Orthop. – 1990. – N10. – P. 44-44.
- 94.Fowles, J. The prognosis of untreated scoliosis in the adult / J. Fowles, D.D. Drummond, S. Ecoyer S. [et al.] // J Bone Jt Surg. – 1976. – Vol. 58-A. – P. 156.
- 95.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.
- 96.Green, D.W. Long-term magnetic resonance imaging follow-up demonstrates minimal transitional level lumbar disc degeneration after posterior spine fusion for adolescent idiopathic scoliosis / D.W. Green, T.W. Lawhorne, R.F. Wildmann [et al.] // Spine. – 2011. – N 36(23). – P. 1948-1954.
- 97.Grivas, T.B. SOSORT consensus paper: school screening for scoliosis. Where are we today? / T.B.Grivas, M.H.Wade, S. Negrini [et al.] // Scoliosis. – 2007 Nov,26. – N2. –P. 17.
- 98.Hideki Sudo., Manabu Ito., et al.Surgical Treatment of Lenke 1 Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis With Maintenance of Kyphosis Using the Simultaneous Double-Rod Rotation Technique / S. Hideki, M. Ito [et al.] // Spine. - 2014. – Vol. 14. – pp. 1163-1169.
- 99.Haher, T.R. Results of the scoliosis research society instrument for evaluation of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter study of 244 patients / T.R. Haher, J.M. Gorup, T.M. Shin // Spine. – 1999. – Vol. 24. – P. 1435-1440.

100. 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. Lenke, K.H. Bridwell [et al.] // Spine. – 1996. – Vol. 21. – P. 1241-1249.
101. Hamzaoglu, A. Posterior only pedicle screw instrumentation with intraoperative halo-femoral traction in the surgical treatment of severe scoliosis (>100 degrees) / A. Hamzaoglu, C. Ozturk, M. Aydogan [et al.] // Spine. – 2008. – Vol. 33. – P. 979-983.
102. Harms, J. Ventral correction of thoracic scoliosis / J. Harms, D. Jeszenszky, B. Beele // In: The textbook of spinal surgery, editors K. Bridwell, R. DeWald. – Vol. 40. - Philadelphia: Lipincott-Raven, 1997. – P. 611-626.
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. – N4. – P. 591-610.
104. Harrington, P.R.Reduction of severe spondylolisthesis in children. / P.R. Harrington, H.S. Tullos // South Med J. – 1969 Jan. N62(1). – P. 1-7.
105. Harrington, P.R.Spondylolisthesis in children. Observations and surgical treatment. / P.R. Harrington, H.S. Tullos // Clin Orthop Relat Res. – 1971 Sep. – N79. – P. 75-84.
106. Heary, R.F. Spinal deformities : the essentials / R.F. Heary, J.T. Albert. – New York, 2006.
107. Heggeness, M.H. Late infection of spinal instrumentation by hematogenous seeding / M.H. Heggeness, S.I. Esses, T. Errico [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 1993 Mar,15. – N18(4). – P. 492-496.
108. Herring, J.A. Early complications of segmental spinal instrumentation / J.A. Herring, D.R. Wenger // Orthop. Trans. – 1982. – Vol. 6. – P. 22.
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, C. Risk factors for the development of delayed infections following posterior spinal fusion and instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis

- patients / C. Ho, D.J. Sucato, B.S. Richards // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2007 Sep,15. – N32(20). – P. 2272-2277.
111. Hollenbeck, S.M. The prevalence of increased proximal junctional flexion following posterior instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis / S.M. Hollenbeck, R.C. Glattes, M.A. Asher [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2008 Jul,1. – N33(15). – P. 1675-1681. doi: 10.1097/BRS.0b013e31817b5bea.
 112. 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 [et al.] // *Spine*. – 1991. – Vol. 16. – N4. – P. 402-408.
 113. Huynh, A.-M. Pedicle growth asymmetry as a cause of adolescent idiopathic scoliosis: a biomechanical study / A.-M. Huynh, C.-E. Aubin, T. Rajwani [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2007. – Vol. 16. – N4. – P. 523-529.
 114. Hwang, S.W. Five-year clinical and radiographic outcomes using pedicle screw only constructs in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis / S.W. Hwang, A.F. Samdani, M. Marks, [et al.] // *Eur Spine J.* – 2013. – N22. – P. 1292-1299.
 115. Ito, K. Scoliosis associated with airflow obstruction due to endothoracic vertebral hump / K. Ito, N. Kawakami, K. Miyasaka [et al.] // *Spine*. – 2012. – N37(25). – P. 2094-2098.
 116. 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.
 117. Jonge, T. Sagittal plane correction in idiopathic scoliosis / T. Jonge, J.F. Dubousset, T. Illes // *Spine*. – 2002. – Vol. 27. – N7. – P. 745-761.
 118. Kaneda, K. Results with Zielke instrumentation for idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis / K. Kaneda, N. Fujiya, S. Satoh // *Clin. Orthop.* – 1986. – N205. – 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. – N10. – P. 1250-1261.
120. Karol, L.A. Pulmonary function following early thoracic fusion in non-neuromuscular scoliosis / L.A. Karol, C. Johnston, K. Mladenov K., [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2008. – Vol. 90. – N6. – P. 1272-1281.
121. Kaspiris, A. Surgical and conservative treatment of patients with congenital scoliosis: a search for long-term results / A. Kaspiris, T.B. Grivas, H.R. Weiss [et al.] // Scoliosis. – 2011. – N6. – P. 12.
122. Kim, Y.J. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: is it safe? / Y.J. Kim, L.G. Lenke, K.H. Bridwell [et al.] // Spine. – 2004. – Vol. 29. – P. 333-342.
123. 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.
124. Kim, Y.J. Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis after 3 different types of posterior segmental spinal instrumentation and fusions: incidence and risk factor analysis of 410 cases / Y.J. Kim, L.G. Lenke, K.H. Bridwell [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2007 Nov,15. – N32(24). – P. 2731-2738.
125. King, D. Internal fixation for lumbosacral fusion / D. King // J Bone Joint Surg Am. – 1948 Jul. – N30A(3). – P. 560-565.
126. King, H.A. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis / H.A. King, J.H. Moe, D.S. Bradford, [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 1983. – Vol. 65-A. – P. 1302-1313.
127. Klein, J.D. Perioperative nutrition and postoperative complications in patients undergoing spinal surgery / J.D. Klein, L.A. Hey, C.S. Yu [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 1996 Nov,15. – N21(22). – P. 2676-2682.

128. Kokoska, E.R. Minimally invasive anterior spinal exposure and release in children with scoliosis / E.R. Kokoska, K.R. Gabriel, M.L. Silen // JSLS. – 1998 Jul-Sep. – N2(3). – P. 255-258.
129. Koller, H. The impact of halo-gravity traction on curve rigidity and pulmonary function in the treatment of severe and rigid scoliosis and kyphoscoliosis: a clinical study and narrative review of the literature / H. Koller, J. Zenner, V Gajic [et al.] // Eur Spine J. – 2012. –N21(3). – P. 514-529.
130. Kostuik, J.P. Anterior Zielke instrumentation for spinal deformity in adults. / J.P. Kostuik, A. Carl, S. Ferron // J Bone Joint Surg Am. – 1989 Jul. – N71(6). – P. 898-912.
131. 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. 263-269.
132. Kuklo, T.R. Spontaneous proximal thoracic curve correction after isolated fusion of the main thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis / T.R. Kuklo, L.G. Lenke, D.S. Won [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2001 Sep,15. – N26(18). – P. 1966-1975.
133. Kuklo, T.R. Accuracy and efficacy of thoracic pedicle screws in curves more than 90 degrees / T.R. Kuklo, L.G. Lenke, M.F. O'Brien [et al.] // Spine. – 2005. – Vol. 30. – P. 222-226.
134. Labelle, H. Comparison between preoperative and postoperative threedimensional reconstructions of idiopathic scoliosis with the Cotrel-Dubousset procedure / H. Labelle, J. Dansereau, C. Bellefleur // Spine. – 1995. – Vol. 20. – P. 2487-2492.
135. Lee, S.M. Direct vertebral rotation: a new technique of three-dimensional deformity correction with segmental pedicle screw fixation in adolescent idiopathic scoliosis / S.M. Lee, S.I. Suk, E.R. Chung // Spine. – 2004. – Vol. 29. – N3. – P. 343-349.

136. Lehman, R.A.Jr. Computed tomography evaluation of pedicle screws placed in the pediatric deformed spine over an 8-year period / R.A. Lehman Jr., L.G. Lenke, K.A. Keeler, [et al.] // Spine. – 2007. – Vol. 32. – P. 2679-2684.
137. Lehman R.A.Jr., Lenke L.G., Keeler K.A., et al. Operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis with posterior pedicle screw-only constructs: minimum three-year follow-up of one hundred fourteen cases / R.A. Lehman Jr., L.G. Lenke, K.A. Keeler, [et al.] // Spine. – 2008. – Vol. 33. – P. 598-604.
138. 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.
139. Lenke, L.G. Radiographic results of arthrodesis with Cotrel-Dubousset instrumentation for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A five to ten-year follow-up study / L.G. Lenke, K.H. Bridwell, K. Blanke [et al.] // J Bone Joint Surg Am. – 1998 Jun. – N80(6). P. 807-14.
140. Lenke, L.G. Spontaneous lumbar curve coronal correction after selective anterior or posterior thoracic fusion in adolescent idiopathic scoliosis. / L.G. Lenke, R.R. Betz [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 1999 Aug,15. – N24(16). P. 1663-71. – discussion 1672.
141. Lenke LG, Edwards 2nd CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. / L.G. Lenke, C.C. Edwards 2nd, K.H. Bridwell // Spine (Phila Pa 1976). – 2003. – N28. – P. 199-207.
142. Lenke, L.G., Adolescent scoliosis: anterior surgical techniques for adolescent idiopathic scoliosis / L.G. Lenke, J.M. Rhee // Curr. Opin. Orthop. – 2001. – Vol.12. – P. 199-205.
143. 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.
144. Lenke, L.G., Multisurgeon assessment of surgical decision-making in adolescent idiopathic scoliosis: curve classification, operative approach, and fusion

- levels / L.G. Lenke, R.R. Betz, T.R. Hafer [et al.] // *Spine* (Phila Pa 1976). – 2001 Nov,1. – N26(21). – P. 2347-2353.
145. Lenke, L.G. Anterior endoscopic discectomy and fusion for adolescent idiopathic scoliosis / G.L. Lenke // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – N15S. – P. 36-43.
 146. Lieberman, I.H. Prone position endoscopic transthoracic release with simultaneous posterior instrumentation for spinal deformity: a description of the technique // I.H. Lieberman, P.T. Salo, R.D. Orr, [et al.] // *Spine*. – 2000. – N25(17). – P. 2251-2257
 147. Liljenqvist, U.R. Anterior dual rod instrumentation in idiopathic thoracic scoliosis / U.R. Liljenqvist, V. Bullmann, T.L. Schulte [et al.] // *Eur Spine J*. – 2006. N15. – P. 1118-27.
 148. Lonner, B.S. Video-assisted thoracoscopic spinal fusion compared with posterior spinal fusion with thoracic pedicle screws for thoracic adolescent idiopathic scoliosis / B.S. Lonner, J.D. Auerbach, M. Estreicher [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am*. – 2009. – Vol. 91. – P. 398-408.
 149. Lonstein, J.E. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth / J.E. Lonstein, J.M. Carlson // *J Bone Joint Surg Am*. – 1984. – N66. – P. 1061-1071.
 150. Lowenstein, J.E. Coronal and sagittal plane correction in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison between all pedicle screw versus hybrid thoracic hook lumbar screw constructs / J.E. Lowenstein, H. Matsumoto, M.G. Vitale [et al.] // *Spine*. – 2007. – Vol. 32. – P. 448-452.
 151. Luque, E.R. Paralytic scoliosis in growing children / E.R. Luque // *Clin. Orthop*. – 1982. – N163. – P. 202-209.
 152. 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.
 153. Magerl F. External spinal skeletal fixation / F. Magerl // *The External Fixator*. – N.Y.: Springer-Verlag, 1985

154. Massie, J.B. Postoperative posterior spinal wound infections / J.B. Massie, J.G. Heller, J.J. Abitbol [et al.] // Clin Orthop Relat Res. – 1992 Nov. – N284. – P. 99-108. Review.
155. McCance, S.E. Coronal and sagittal balance in surgically treated adolescent idiopathic scoliosis with the King II curve pattern. A review of 67 consecutive cases having selective thoracic arthrodesis / S.E. McCance, F. Denis, J.E. Lonstein, [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 1998 Oct,1. – N23(19). – P. 2063-2073.
156. 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.
157. Mechin J.F. Neurological complications with CDI / J.F. Mechin // GICD 1994. 11th International Congress, Arcachon, France. – P. 9-11.
158. Mehlman, C.T. Effectiveness of spinal release and halo-femoral traction in the management of severe spinal deformity / C.T. Mehlman, M.J. Al-Sayyad, A.H. Crawford // J Pediatr Orthop. – 2004 Nov-Dec. – N24(6). – P. 667-673.
159. Mo, F. Pediatric scoliosis / F. Mo, M.E. Cunningham // curr rev musculoskelet med. – 2011. – N4. – P. 175-182.
160. Murray, J. Changes in alignment of the scoliotic spine in response to lateral bending / J. Murray, J. Beuerlein, J. Vincent [et al.] // Spine. – 2003 – N28(7). – P. 693-698, 2003
161. Nachemson, A.A long-term follow-up study of non-treated scoliosis / A. Nachemson // Acta Orthop Scand. – 1968 – Vol. 39 – P. 466-476.
162. Negrini, S. Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescents with scoliosis or other spinal deformities / S. Negrini, L. Aulisa, C. Ferraro, [et al.] // Eura Medicophys. – 2005. – N41(2). – P. 183-201.
163. Negrini, S. 2011 SOSORT Guidelines: Orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth / S. Negrini, A.G. Aulisa, L. Aulisa, [et al.] // Scoliosis. – 2012. – N7. – P. 3.
164. Newton, P.O. Factors involved in the decision to perform a selective versus nonselective fusion of Lenke 1B and 1C (King-Moe II) curves in adolescent

- idiopathic scoliosis / P.O. Newton, F.D. Faro, L.G. Lenke [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2003. – N28. – P. 217-23.
165. Newton, P.O. Predictors of change in postoperative pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective study of 254 patients / P.O. Newton, A. Perry, T.P. Bastrom [et al.] // Spine. – 2007. – Vol. 32. – N17. – P. 1875-1882.
 166. Newton, P.O. Use of video-assisted thoracoscopic surgery to reduce perioperative morbidity in scoliosis surgery / P.O. Newton, M.C. Marks, F.D. Faro [et al.] // Spine. – 2003. – N28. – P. 249-254.
 167. Niemeyer, T. Anterior thoracoscopic surgery followed by posterior instrumentation and fusion in spinal deformity / T. Niemeyer, B.J. Freeman, M.P. Grevitt [et al.] // Eur Spine J. – 2000 Dec. – N9(6). – P. 499-504.
 168. Nilsson, U. Long-term prognosis in idiopathic scoliosis / U. Nilsson, K.D. Lundgren // Acta Orthop Scand. – 1968. – N39(4). – P. 456-65.
 169. Norton, R.P. The use of thoracoscopy in the management of adolescent idiopathic scoliosis / R.P. Norton, D. Patel, M.F. [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2007. N32. – P. 2777-85.
 170. Ogon, M. Interobserver and intraobserver reliability of Lenke's new scoliosis classification system / M. Ogon, K. Giesinger, H. Behensky [et al.] // Spine. – 2002. – Vol. 27. – P. 858-863.
 171. Onimus, M. Le traitement des deformations rachidiennes par le cadre de Hartshill / M. Onimus, M.J. Lanrain // Rev. Chir. Orthop. – 1987. – T. 73. – P. 349-360.
 172. Oppenheimer, J.H. Minimally invasive spine technology and minimally invasive spine surgery: a historical review / J.H. Oppenheimer, I. DeCastro, D.E. McDonnell // Neurosurg Focus. – 2009 Sep. – N27(3). – P.9. doi: 10.3171/2009.7.FOCUS09121.
 173. Otani, K. Anterior instrumentation in idiopathic scoliosis: a minimum follow-up of 10-years / K. Otani, M. Saito, K. Sibasaki // Int. Orthop. – 1997. – Vol. 21. – P. 4-8.

174. Pampliega, T. Neurologic complications after sublamina wiring: an experimental study in lambs / T. Pampliega, J.L. Beguiristain, J. Artieda // *Spine*. – 1992. – Vol. 17. – P. 441-445.
175. Paonessa, K.J. Back pain and disability after Harrington rod fusion to the lumbar spine for scoliosis / K.J. Paonessa, G.L. Engler. – *Spine*. – 1992. – N17. – P 249-253.
176. Parent, S. Thoracic pedicle morphometry in vertebrae from scoliotic spines / S. Parent, H. Labelle, W. Skalli W., [et al.] // *Spine*. – 2004. – Vol. 29. – P. 239-248.
177. 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.
178. Peter, O. Use of Video-Assisted Thoracoscopic Surgery to Reduce Perioperative Morbidity in Scoliosis Surgery / O. Peter, M. Marks, F. Faro, [et al.] // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – N20. – P. 249-254.
179. Picetti, G.D. 3rd Endoscopic instrumentation, correction, and fusion of idiopathic scoliosis / G.D. Picetti 3rd, J.P. Ertl, H.U. // *Spine J*. – 2001. – N1. – P. 190-7.
180. Potter, B.K. Radiographic outcomes of anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion with thoracic pedicle screws for treatment of Lenke Type I adolescent idiopathic scoliosis curves / B.K. Potter, T.R. Kuklo, L.G. Lenke // *Spine*. – 2005. – Vol. 30. – P. 1859-1866.
181. 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, [et al.] // *Spine*. – 1994. – Vol. 19. – N 11. – P. 1256-1259.
182. Puno, R.M. CDI in idiopathic scoliosis / R.M. Puno, S.L. Grossfeld, J.R. Johnoson // *Spine*. – 1992. – Vol. 17. – P. 258-262.
183. Puper, B.P. Interobserver and intraobserver reliability of the SRS classification of adolescent idiopathic scoliosis / B.P. Puper // *Scientific Program*

- and Abstracts of 38th SRS Annual Meeting, September 11-13. – 2003. Quebec, 2003. – Paper 1B. – P. 43.
184. Qiu, Y. Incidence and risk factors of neurological deficits of surgical correction for scoliosis: analysis of 1373 cases at one Chinese institution / Y. Qiu, S. Wang, B. Wang [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2008 Mar,1. – N33(5). – P. 519-26. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181657d93.
 185. 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.
 186. Richards, B.S. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis using Texas Scottish Rite Hospital instrumentation / B.S. Richards, J.A. Herring, C.E. Johnston, [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1994 Jul, 15. – N19(14). – P. 1598-605.
 187. Rihn, J.A. Infection after the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: evaluation of the diagnosis, treatment, and impact on clinical outcomes / J.A. Rihn, J.Y. Lee, W.T. Ward // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2008 Feb,1. – N33(3). – P. 289-94. doi: 10.1097/BRS.0b013e318162016e.
 188. Rinella, A. Perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis and kyphosis / A. Rinella, L. Lenke, C. Whitaker, [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2005 Feb,15. – N30(4). – P. 475-82. Erratum in: *Spine*. – 2005 Apr,15. – N30(8). – P. 994. Edwards, Charles [corrected to Edwards, Charles 2nd].
 189. Risser, J.S. Scoliosis: Past and present / J.S. Risser // *J. Bone Joint Surg* – 1964. – Vol. 46-A. – P. 167-199.
 190. Rosenthal, D. Thoracoscopic microsurgical excision of herniated thoracic discs / D. Rosenthal, C.A. Dickman // *J Neurosurg*. – 1998 Aug. – N89(2). – P. 224-235.
 191. Rosner, M.K. Thoracic pedicle screw fixation for spinal deformity / M.K. Rosner, D.W. Polly Jr., T.R. Kuklo [et al.] // *Neurosurg. Focus*. – 2003. – Vol. 14. – P. 7.

192. Roy-Camille, R. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating / R. Roy-Camille, G. Saillant, C. Mazel // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1986. – Vol. 203. – P. 7-17.
193. Samdani, A.F. Accuracy of free-hand placement of thoracic pedicle screws in adolescent idiopathic scoliosis: how much of a difference does surgeon experience make? / A.F. Samdani, A. Ranade, D.M. Sciubba [et al.] // Eur. Spine J. – 2009. – Vol. 19. – P. 91-95.
194. Shands, A.R. Jr. The incidence of scoliosis in the state of Delaware; a study of 50,000 minifilms of the chest made during a survey for tuberculosis / A.R. Shands Jr, H.B. Eisberg // J Bone Joint Surg Am. – 1955 Dec. N37-A(6). – P. 1243-1249.
195. 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.
196. 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.
197. Shufflebarger, H.L. Anterior and posterior spinal fusion: stages versus same-day surgery / H.L. Shufflebarger, J.O. Grimm, V. Bui, [et al.] // Spine. – 1991. – Vol. 16. – N 8. – P. 930-933.
198. 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.
199. Son-Hing, J.P. Video-assisted thoracoscopic surgery in idiopathic scoliosis: evaluation of the learning curve/ J.P. Son-Hing, L.C. Blakemore, C. Poe-Kochert, [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2007. – N32. – P. 703-707.
200. Soucacos, P.N. School-screening for scoliosis. A prospective epidemiological study in northwestern and central Greece / P.N. Soucacos, P.K. Soucacos, K.C. Zacharis // J Bone Joint Surg Am. – 1997 Oct. – N79(10). – P. 1498-503.

201. Sponseller, P.D. Infection rate after spine surgery in cerebral palsy is high and impairs results: multicenter analysis of risk factors and treatment / P.D. Sponseller, S.A. Shah, M.F. Abel, [et al.] // Clin Orthop Relat Res. – 2010. Vol. 468. – p. 711-716. doi: 10.1007/s11999-009-0933-4.
202. Stokes, I.A. Measurement of axial rotation component of vertebrae in scoliosis / I.A. Stokes, L.C. Bigalow, M.S. Moreland // Spine. – 1986. - Vol. 11. – P. 231-218.
203. Stokes, I.A. Mechanical modulation of vertebral body growth / I.A. Stokes, H. Spence, D. Aronsson // Spine. – 1996. – Vol. 21. – P. 1162-1167.
204. Sudo, H. Surgical treatment of Lenke 1 thoracic adolescent idiopathic scoliosis with maintenance of kyphosis using the simultaneous double-rod rotation technique / H. Sudo, M. Ito, Y. Abe [et al.] // Spine. – 2014. – Vol. 14. – P. 1163-1169.
205. Suk, S.I. Restoration of thoracic kyphosis in the hypokyphotic spine: a comparison between multiple-hook and segmental pedicle screw fixation in adolescent idiopathic scoliosis / S.I. Suk, W.J. Kim, J.H. Kim [et al.] // J. Spinal Disord. – 1999. – Vol. 12. – P. 489-495.
206. Suk, S. Indication of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis / S. Suk, W. Kim, C. Lee // Spine. – 2000. – Vol. 25. – N18. – P. 2342-2349.
207. Suk, S.I. Determination of distal fusion level with segmental pedicle screw fixation in single thoracic idiopathic scoliosis / S.I. Suk, S.M. Lee, E.R. Chung, [et al.] // Spine. – 2003. – Vol. 28. – P. 484-491.
208. Sweet, F.A. Prospective radiographic and clinical outcomes and complications of single solid rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis / F.A. Sweet, L.G. Lenke, K.H. Bridwell [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2001 Sep,15. – N26(18). – P. 1956-65.
209. Szalay, E.A. Adolescents with idiopathic scoliosis are not osteoporotic / E.A. Szalay, P. Bosch, R.M. Schwend [et al.] // Spine. – 2008. – Vol. 33. – N7. – P. 802-806.

210. 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.
211. 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.
212. 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.
213. 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.
214. 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.
215. Vedantam, R. A prospective evaluation of pulmonary function in patients with adolescent idiopathic scoliosis relative to the surgical approach used for spinal arthrodesis / R. Vedantam, L.G. Lenke, K.H. Bridwell [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2000 Jan. – N25(1). – P. 82-90.
216. Viswanathan, A. Pneumothorax complicating «in-out-in» thoracic pedicle screw placement for kyphotic deformity correction in a child / A. Viswanathan, K. Relyea, W.E. Whitehead [et al.] // *J. Neurosurg. Pediatr.* – 2008. – Vol. 2. – P. 379-384.
217. Vora, V. A pedicle screw construct gives an enhanced posterior correction of adolescent idiopathic scoliosis when compared with other constructs: myth or reality / V. Vora, A. Crawford, N. Babekhir [et al.] // *Spine*. – 2007. – Vol. 32. – P. 1869-1874.
218. Wasylenko, M.J. Analysis of posture and gait following spinal fusion with Harrington instrumentation / M.J. Wasylenko, S. Skinner, J. Perry // *Orthop Trans.* – 1981. – N5. – P. 21.

219. Watanabe, K. Comparison of radiographic outcomes for the treatment of scoliotic curves greater than 100 degrees: wires versus hooks versus screws / K. Watanabe, L.G. Lenke, K.H. Bridwell [et al.] // *Spine*. – 2008. – Vol. 33. – P. 1084-1092.
220. Weinstein, S.L. Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients / S.L.Weinstein, D.C. Zavala, I.V. Ponseti // *J Bone Joint Surg Am*. – 1981 Jun. – N63(5). – P. 702-712.
221. 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.
222. White, S.F. Patients' perceptions of overall function, pain, and appearance after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis / S.F. White, M.A. Asher, S.M. Lai [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1999 Aug,15. – N24(16). – P. 1693-1699. discussion 1699-700.
223. Winter, R.B. L5 hemivertebra resection and T12–S1 fusion in a 14-year-old female with a 36-year follow-up / R.B. Winter, E.L. Burger // *Spine*. – 2012. – N37(7). – P. 445-450.
224. Wong, H.K. Idiopathic scoliosis in Singapore schoolchildren: a prevalence study 15 years into the screening program / H.K. Wong, J.H.P. Hui, U. Rajan [et al.] // *Spine*. – 2005. - N30(10). – P. 1188-1196.
225. 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. 404-408.
226. Xu, R.M. Analysis of complications in scoliosis surgery / R.M. Xu, S.H. Sun, W.H. Ma [et al.] // *Zhongguo Gu Shang*. – 2008. – Vol. 21. – P. 245-248. Chinese.
227. Yang, M. Lumbar lordosis minus thoracic kyphosis remain constant in adolescent idiopathic scoliosis patients before and after correction surgery / M. Yang, C. Yang, Z. Chen [et al.] // *Spine*. – 2016. – Vol. 41. – N6. – P. 359-363.

228. 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.
229. Yong, M.R. Secondary curve behavior in Lenke type 1C adolescent idiopathic scoliosis after thoracoscopic selective anterior thoracic fusion / M.R. Yong, M.T. Izatt, C.J. Adam [et al.] // Spine. – 2012. – N37(23). – P. 1965-1974.
230. Zhang, J. A computer-aided method for improving the reliability of Lenke classification for scoliosis / J. Zhang, H. Li, L. Lv [et al.] // J Healthc Eng. – 2015. – N6(2). – P. 145-157.
231. Zhao, Y. Prediction of postoperative trunk imbalance after posterior spinal fusion with pedicle screw fixation for adolescent idiopathic scoliosis / Y. Zhao, Z. Wang, X. Zhu, [et al.] // J. Pediatr. Orthop. – 2011. – Vol. 20. – N4. – P. 199-208.
232. Zhao, Y. Comparison of initial efficacy between single and dual growing rods in treatment of early onset scoliosis / Y. Zhao, G. Qiu, Y. Wang, [et al.] // Chin Med J. – 2012. – N125(16). – P. 2862-2866.
233. Zielke, K. Ventrale Derotationspondylodese, Behandlungsergebnisse bei idiopathischen Lumbalskoliosen / K. Zielke // Z. Orthop. – 1982. – Bd. 120, H. 4. – P. 320-329.
234. Zoabli, G. Back muscles biometry in adolescent idiopathic scoliosis / G. Zoabli, P.A. Mathieu, C.-E. Aubin // Spine J. – 2007. – Vol. 7. – N3. – P. 338-344.