

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ДЕТСКИЙ ОРТОПЕДИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ИМЕНИ. Г.И. ТУРНЕРА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Надиров Нурбек Надирович

ТЕХНОЛОГИИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО
СКОЛИОЗА ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ У ДЕТЕЙ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНЫМИ
СПИНАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

14.01.15 – травматология и ортопедия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н. профессор С.В. Виссарионов

Санкт-Петербург - 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА У ДЕТЕЙ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНЫМИ СПИНАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	12
1.1. Статистические данные идиопатического сколиоза	12
1.2. История развития методов хирургического лечения пациентов с идиопатическим сколиозом	13
1.3. Развитие хирургических методов лечения коррекции идиопатического сколиоза с использованием транспедикулярных спинальных систем	18
1.4. Резюме.....	27
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	29
2.1. Характеристика обследованных больных.....	29
2.2. Методы исследования	34
2.2.1. Клинико-неврологическое исследование.....	34
2.2.2. Лучевое исследование.....	35
2.2.3. Магнитно-резонансная томография	41
2.2.4. Физиологические исследования	42
2.2.5. Статистический метод исследования	44
ГЛАВА 3 ХИРУРГИЧЕСКИЕ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНЫХ СПИНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ...	45
3.1. Предоперационная подготовка пациента.....	45
3.2. Вид анестезиологического пособия	45
3.3. Распределение пациентов по вариантам хирургических вмешательств	46
3.4. Особенность хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием дорсального инструментария	48
3.5. Способ коррекции сколиотической деформации грудной локализации транспедикулярными металлоконструкциями (первый вариант)	49

3.6. Способ коррекции сколиотической деформации грудной локализации транспедикулярными металлоконструкциями (второй вариант)	52
3.7. Особенность мобилизирующих вмешательств на передних отделах позвоночника при тяжелых и ригидных формах сколиотической деформации грудной локализации	56
3.8. Трехэтапный вариант хирургической коррекции тяжелых и ригидных деформации позвоночника по методике Ю.И. Поздника	57
ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ..	
4.1. Клиническое, неврологическое и функциональное исследование	60
4.2. Характеристика группы и данные лучевых исследований пациентов до операции	62
4.3. Анатомо-антропометрические показатели позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника по данным компьютерной томографии и системы компьютерной навигации	63
4.4. Магнитно-резонансная томография	65
4.5 Характеристика результатов хирургической коррекции деформаций позвоночника с применением транспедикулярной фиксации	66
ГЛАВА 5 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ	
5.1. Сравнительный анализ результатов оперативного лечения пациентов первой и второй группы	74
5.2. Сравнительный анализ результатов оперативного лечения пациентов третьей и четвертой групп	81
5.3. Сравнительный анализ результатов оперативного лечения пациентов четырех групп	88
Заключение	95
Выводы	98
Практические рекомендации	100

Список сокращений	101
Литература.....	102

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Наиболее частой причиной, ведущей к тяжелым деформациям позвоночника, является сколиотическая болезнь. Частота идиопатического сколиоза по данным различных литературных источников достигает до 17,3% (Андрианов В.Л. с соавт., 1985; Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. 2002). Наиболее распространенной формой искривления позвоночного столба является идиопатический сколиоз грудной локализации.

Хирургическое лечение тяжелых форм идиопатического сколиоза грудного отдела позвоночника остается актуальной и до конца нерешенной проблемой. Одни хирурги предпочитают вмешательства исключительно из дорсального доступа, применяя конструкции с большим количеством опорных элементов (De Giorgi G., et al., 1999; Kim Y., et al., 2006; Clements D., et al., 2009), другие исследователи для коррекции сколиотической деформации позвоночника применяют вентральные корригирующие системы (Ветрилэ С.Т. с соавт., 2004; Hopf C., et al., 1995; Kaneda K., et al., 1996; Hamzaoglu A., 2008). Ряд авторов при идиопатическом сколиозе достаточно широко применяют комбинированные вмешательства на передних и задних отделах позвоночника (Михайловский М.В., Фомичев Н.Г., 2002; Ветрилэ С.Т., с соавт., 2006; Кулешов А.А., 2007, Виссарионов С.В. 2013; Luhmann S., et al., 2005).

При коррекции идиопатического сколиоза грудной локализации важно обеспечить восстановление сагиттального профиля (грудной кифоз и поясничный лордоз), осуществить ротацию апикального позвонка, а также сохранить достигнутый результат после операции (Hideki Sudo., 2014; Ismail Emre Ketenci., 2016; Mingyuan Yang., 2016). Неправильное планирование при выборе уровня и протяженности фиксации позвонков часто приводит к нарушению сагиттального профиля позвоночного столба, развитию контактного кифоза и дегенеративным процессам (Kim YJ et al., 2007).

В последние годы при коррекции деформации позвоночника у пациентов с идиопатическим сколиозом отмечается тенденция к использованию транспедикулярных опорных элементов. Такое предпочтение данного вида металлоконструкции объясняется возможностью оказать влияние на все три колонны позвоночного столба. В имеющихся исследованиях доказано, что такой вариант воздействия позволяет добиться значительной коррекции деформации во всех плоскостях, стабильной фиксации в послеоперационном периоде, а также уменьшения протяженности инструментализации по сравнению с крюковыми спинальными системами (Кулешов А.А., 2012; Виссарионов С.В., 2012; Hwang S.W., 2013; Hideki Sudo., 2014; Ismail Emre Ketenci., 2016; Mingyuan Yang., Changwei Yang., 2016). Кроме того, транспедикулярная многоопорная металлоконструкция позволяет, практически полностью, предотвратить потерю коррекции и прогрессирование деформации в отдаленном периоде после хирургического вмешательства.

Однако разные исследователи неоднозначно оценивают результаты коррекции деформации позвоночника у больных с идиопатическим сколиозом с применением многоопорных систем с транспедикулярными опорными элементами. Согласно результатам одних авторов отмечается, что при коррекции искривления позвоночного столба при идиопатическом сколиозе грудной локализации гибридные спинальные системы не уступают транспедикулярным металлоконструкциям (Vincent Arlet., Jean Albert Ouellet., 2009; Steven W. Hwang., Amer F. Samdani., 2012). Другие исследователи, напротив, доказывают преимущества и эффективность коррекции сколиотической деформации грудной локализации многоопорными спинальными металлоконструкциями с транспедикулярными опорными элементами по сравнению с гибридными системами (Kim Y.J., 2006; Kei Watanabe., Lawrence G. Lenke., 2008; Guney Yilmaz., Battugs Borkhuu., 2012).

Ряд авторов отмечают, что при коррекции деформации позвоночника ламинарными и гибридными металлоконструкциями восстановление сагиттального профиля грудного отдела позвоночника достигает более

физиологически правильных величин по сравнению с использованием транспедикулярных спинальных систем. Согласно их данным, транспедикулярные металлоконструкции способствуют уплощению кифоза грудного отдела позвоночника после выполненного исправления деформации (Kim YJ et al., 2007; Helgeson et al., 2010). Другие исследователи утверждают, что применение спинальных систем только с винтовыми опорными элементами способствуют более эффективной коррекции, как сколиотического компонента деформации, так и восстановлению физиологического сагиттального профиля в грудном отделе при коррекции идиопатического сколиоза (Guney Yilmaz., 2012; Marios G.Lykissas., Viral V.Jain. 2013; Ismail Emre Ketenci., 2016).

До настоящего времени не проводилось научного анализа результатов исправления деформации позвоночника с идиопатическим сколиозом грудной локализации у детей с использованием транспедикулярных металлоконструкций путем выполнения различных корригирующих маневров в ходе операции, а также эффективность восстановления сагиттального профиля грудного отдела позвоночника при выполнении мобилизирующих вмешательств с использованием винтовых спинальных систем.

Таким образом, рассматриваемая тема является актуальной и требуется дальнейшего разработки и совершенствования.

Цель исследования

Улучшить результаты хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации путем усовершенствования хирургических методик и разработки новых вариантов оперативного лечения транспедикулярными спинальными системами

Задачи исследования

1. Усовершенствовать способы коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием транспедикулярных спинальных систем в зависимости от величины основной дуги искривления, мобильности и установленных опорных элементов конструкции на ее протяжении.
2. Оценить эффективность коррекции компонентов деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе грудной локализации в зависимости от выбранного варианта хирургической коррекции и проведенных мобилизирующих вмешательств.
3. Оценить влияние применяемых методик коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием современного инструментария на сагиттальный профиль позвоночника и деротацию вершинного позвонка.
4. Провести сравнительный анализ результатов оперативного лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием транспедикулярных спинальных систем в группах исследования.

Научная новизна исследования

1. Усовершенствованы и разработаны дифференцированные методики хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием транспедикулярных спинальных систем в зависимости от величины основной дуги искривления, мобильности и установленных опорных элементов конструкции на ее протяжении.
2. Оценено влияние корригирующих вмешательств с использованием транспедикулярных спинальных систем на восстановление сагиттального профиля грудного отдела позвоночника и величину деротации вершинного позвонка.

3. Проведен сравнительный анализ результатов коррекции деформации у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием транспедикулярных систем в ближайшем и отдаленном периоде после операции в зависимости от различных методов лечения и мобилизирующих вмешательств на передних отделах тел позвонков.

Практическая значимость

1. Выполнение компьютерной томографии у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации позволяет оценить анатомо-антропометрические особенности тел позвонков в дуге деформации и определить уровни установки опорных элементов металлоконструкции.

2. Использование данных, основанных на анатомо-антропометрических особенностях позвонков при сколиотической деформации, позволяет выбрать оптимальный тактический вариант коррекции дуги искривления у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации дорсальной многоопорной транспедикулярной металлоконструкцией.

3. Применение различных вариантов коррекции сколиотической деформации в зависимости от уровня и количества установленных транспедикулярных опорных элементов позволяет добиться восстановления физиологических фронтального и сагиттального профиля грудного отдела позвоночника.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Анатомо-антропометрические параметры основания дуг позвонков, а также пространственные взаимоотношения основания дуги и тела позвонка, входящие в основную дугу деформации у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации, оказывают решающее значение в возможности установки транспедикулярных опорных элементов металлоконструкции.

2. Установленные опорные элементы металлоконструкции по выпуклой и вогнутой стороне основной дуги искривления влияют на выбор методики исправления имеющейся деформации у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации и последовательность корригирующих манипуляций в ходе хирургического вмешательства.

3. Проведенное мобилизирующее вмешательство на вершине основной дуги деформации из переднебокового подхода в сочетании с коррекцией искривления позвоночника металлоконструкцией с транспедикулярными опорными элементами из дорсального доступа у детей с идиопатическим сколиозом способствует восстановлению физиологического кифоза грудного отдела позвоночника.

Апробация и реализация диссертационной работы

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены: на научно-практической конференции травматологов-ортопедов Узбекистана (г.Самарканд, 2014), VI съезде ассоциации хирургов-вертебрологов «вертебрология в россии: перспективы, проблемы и пути решения» (г. Краснодар, 2015), конференции молодых ученых Северо-Западного округа «актуальные вопросы травматологии и ортопедии» (Россия., Санкт-Петербург, 2015), международной научно-практической конференции «Передовые технологии в травматологии и ортопедии», посвященной 100-летию профессора Х.Ж. Макажанова (Республика Казахстан., г.Караганда, 2015), VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения» (Россия., Новосибирск, 2015).

По результатам работы опубликовано 19 работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных к публикации ВАК РФ. Подана заявка на патент №2016137602 (059332) от 20.09.2016 года «Способ коррекции идиопатического сколиоза позвоночника грудной локализации у детей».

Результаты проведенных исследований внедрены в клиническую практику ФГБУ “НИДОИ им. Г.И. Турнера” Минздрава России. Данные, полученные в ходе исследования, используются при обучении клинических ординаторов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование дополнительного профессионального образования на кафедре детской травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО “СЗГМУ им. И.И. Мечникова” Минздрава России.

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 119 страницах текста и состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, библиографического списка литературы, включающего 162 источников - 43 отечественных и 119 зарубежных. Работа иллюстрирована 17 таблицами и 37 рисунками.

ГЛАВА 1 ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА У ДЕТЕЙ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНЫМИ СПИНАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Статистические данные идиопатического сколиоза

Идиопатический сколиоз (ИС) до сегодняшнего дня остается одной из актуальнейших проблем не только детской вертебрологии, но и ортопедии в целом. Распространенность сколиоза в структуре патологии опорно-двигательного аппарата, по данным различных авторов варьирует от 1% до 17,3% (Кон И.И., 1984; Михайловский М.В., 1993; Садовой М.А., 1994; Алексеева Н.В., 1996; Михайловский М.В., 2002). Андрианов В.Л. с соавт. (1985) указывал на распространенность идиопатического сколиоза среди детского населения 5% - 9%. По данным ассоциации американских вертебрологов среди всех типов идиопатического сколиоза частота встречаемости грудного сколиоза (тип Lenke I) составляет 51% (Lenke L.G., 2002).

Наибольшие сложности с точки зрения тактики и особенностей хирургического лечения вызывает сколиотическая деформация грудного отдела позвоночника, которая в 74,2% случаев к окончанию роста пациента достигает деформации более 70° по Cobb (Мовшович И.А., 1964). Статистические данные показывает, что у мальчиков в целом идиопатический сколиоз наблюдается гораздо реже, чем у девочек, причем с возрастом разрыв увеличивается (Полторакова Е.Б., 2007). Чаще всего, сколиотическая деформация выявляется в возрасте от 10 до 15 лет, в период интенсивного роста скелета (Беленький Б.Н., 1977).

Выдающийся хирург, травматолог-ортопед Я.Л.Цивьян (1966) отмечал, что «ни одно заболевание в ортопедо-травматологической клинике не доставляет столько забот и разочарований и больному, и врачу, как сколиотическая болезнь». В тоже время В.Д.Чаклин говорил, что «сколиоз – это старая и вечно юная проблема» (Чаклин В.Д., 1973).

Применение различных методов консервативного лечения не всегда обеспечивает удовлетворительного результата, приводя в среднем в 32%-72%

случаев к прогрессированию деформации позвоночника (Шулутко Л.И., 1964; Казьмин А.И., 1981; Кон И.И., 1981; Ненько А.М., 1983; Комаревцев С.Л., 1983; Бахтина Е.Н., 1986; Фищенко П.Я., 2003; Воронович И.Р., 2004; Тесаков Д.К., 2010; Lomicek M., 1967; Renshaw T.S., 1988)

1.2. История развития методов хирургического лечения пациентов с идиопатическим сколиозом

Основным методом лечения тяжелых форм сколиоза, позволяющим корригировать деформацию позвоночника у пациентов с идиопатическим сколиозом и стабилизировать достигнутый результат, на сегодняшний день является хирургический.

Первые операции при сколиозе выполняли на мягких тканях, но они не дали желаемого результата (Чаклин В.Д., 1973).

После этого спинальные хирурги пробовали влиять на сколиотическую дугу деформации позвоночника путем создания заднего спондилодеза. Основоположниками костнопластических операций на задних отделах позвоночника являются американские ортопеды Hibbs R. и Albee F. (1911). В 1931 году R. Hibbs опубликовал результаты лечения 360 больных путем заднего спондилодеза. В 50% наблюдений коррекция деформации позвоночника была минимальной или практически отсутствовала (Albee B.A., 1911; Hibbs R.A., 1924; Hibbs R.A., 1931). В.Д.Чаклин (1957) при лечении пациентов со сколиотическими деформациями позвоночника укладывал массивный ауто-или аллотрансплантат по вогнутой стороне искривления (Чаклин В.Д., 1973). Автор также подчеркивал необходимость выполнения артродеза межпозвоночных суставов с целью надежной стабилизации позвоночника.

Вместе с операциями заднего спондилодеза развивались и хирургические вмешательства, направленные на коррекцию искривления позвоночного столба, из переднебокового подхода. Основоположником операции на вентральных отделах позвоночника в сочетании с корпородезом является немецкий ортопед

Muller в 1906 г., который блокировал пояснично-крестцовый отдел позвоночника трансперитонеальным доступом (Muller W., 1906).

В 50-е годы возникло новое направление в хирургическом лечении пациентов с идиопатическим сколиозом, предусматривающее воздействие на межпозвоночные диски и на тела позвонков. Roaf R. в 1954 году с целью мобилизации ригидных форм сколиотической деформации позвоночника предложил выполнить клиновидную резекцию тел позвонков на вершине дуги искривления, которую осуществляли через заднебоковой подход. В ходе операции для обнажения тел позвонков резецировали 2-3 ребра. После этого на вершине деформации на выпуклой стороне резецировали суставные отростки двух смежных позвонков, части дужек и остистых отростков, поперечные отростки, иссекали передне-боковые поверхности тел смежных позвонков с частью межпозвоночных дисков (Roaf R., 1960).

A. Graca в 1958 году видоизменил методику хирургического вмешательства. Резекция тел позвонков проводилась в меньшем объеме (резекции апикального позвонка) по сравнению с вмешательством, предложенным R. Roaf, однако в значительном объеме удалялись дужки и полностью остистые отростки. Graca A. сочетал клиновидную резекцию тел позвонков с коррекцией деформации позвоночника металлическими пружинами.

Однако, обширная резекция передней колонны позвоночника при операциях Roaf R. и Graca A. приводила к нарушению стабильности позвоночника и развитию тяжелых кифотических деформаций в отдаленном периоде после вмешательства. Казьмин А.И. в 1985 году, с целью предотвращения этого осложнения расширил объем хирургического вмешательства резекцией дорсальных элементов, ограничил вершину клина при резекции тел позвонков всего передней поверхностью, а для сохранения достигнутого коррекции деформации производил дорсальную костную пластику позвоночника (Казьмин А.И., 1961).

В 1963-1967 годах Фищенко В.Я. и Казьмин А.И. разработали операцию на межпозвоночных дисках – дискотомию и удаление пульпозного ядра. Они

выполняли костотрансверзэктомию, рассечение межпозвоночных дисков на 2-3 уровнях на вершине деформации позвоночника и удаляли пульпозное ядро в сочетании с задним спондилодезом аутоотрансплантатами (Казьмин А.И., 1974).

Хирургическое лечение сколиоза стало бурно развиваться в начале 1960-х годов. Одним из первых авторов, использовавших дорсальные металлоконструкции, был Paul Harrington (штат Техас, США). Он опубликовал многолетний опыт работы в 1962 году и предложил разработанный им инструментарий для коррекции основной дуги сколиотической деформации (Harrington PR., 1962). Использование при коррекции деформации данного инструментария вошло в практику хирургов всего мира и стало активно использоваться на протяжении 40 лет. Основными преимуществами использования эндокорректора Harrington являлись простота установки в ходе операции, доступность и универсальность. К основным недостаткам металлоконструкции относили коррекцию только сколиотического компонента деформации только во фронтальной плоскости. В дальнейшем, Harrington P. в грудном отделе позвоночника сочетал дистрактор с контрактором. Впервые в СССР инструментарий Харрингтона при лечении идиопатического сколиоза применен вертебрологом Р.Э.Райе (Райе Р.Э., 1979; Райе Р.Э., 1980). Я.Л. Цивьян стал сочетать операции переднего спондилодеза с дорсальной металлофиксацией позвоночника дистрактором Харрингтона (Цивьян Я.Л., 1981).

Поздникин Ю.И. разработал трехкомпонентный вариант хирургической коррекции идиопатического сколиоза инструментарием Харрингтона: дискэктомия или дискапофизэктомия, корпородез на вершине деформации, кранио-тибиальное скелетное вытяжение в течение 4-6 недель, дорсальная коррекция деформации и стабилизация позвоночника (Поздникин Ю.И., 1999).

Обобщенные данные, собранные в 1993 году Михайловским М.В. и Садовым М.А. (Михайловский М.В., 1993), позволяют оценить коррекцию сколиотической деформации при использовании металлоконструкций Харрингтона. Несмотря на высокую эффективность метода, которая составила 49,7%, существуют многочисленные осложнения при его использовании - такие

как ложные суставы костного блока, синдром плоской спины, переломы стержня. Перелом дистрактора (стержня), по данным литературных источников, встречается в 3,4% случаев, при этом опасность перелома с возрастом больного возрастает и резко повышается при деформации более 90° (Норкин И.А., 1989; Норкин И.А., 1991; Нейман И.З., 1991; Aaro S., 1983; Allen L., 1983; Dickson R.A., 1987; Drummond D., 1988; Lee C.S., 1997). Нередко развивается синдром плоской спины «flat back» - 5-8% (Tolo V., Gillespie R., 1981). По данным различных авторов частота встречаемости ложных суставов колеблется от 1,6% (М.В. Михайловский, М.А. Садовой, 1993), до 6,4% (McMaster M.J., Jemes J., 1976).

Учитывая недостатки использования указанной методики, в 1982 году мексиканский ортопед Edwordo Luque опубликовал свой многолетний опыт работы, предложив инструментарий для коррекции деформации позвоночника из дорсального доступа. Коррекция выполнялась с учетом фронтальной и сагиттальной плоскостей (Luque E.R., 1982). Метод Luque значительно отличается от остальных конструкции тем, что его использование сопровождается внедрением множества проволоочных петель в позвоночный канал, которыми стержень фиксировался к дужкам позвоночника на всем протяжении выполненного спондилодеза. Это создавало риск возникновения неврологических расстройств за счет травматизации дурального мешка, корешков и собственно вещества спинного мозга (McMaster M.J., 1976.; Swank S., 1981; Herring J.A., 1982). Позднее, в 1989 году, автор дополнил методику коррекции деформации позвоночника сочетанием с крючковыми опорными элементами (Luque E. R., 1989).

Следующим шагом в хирургии позвоночника, учитывающим недостатки и преимущества описанных методик, явилось сочетание дистрактора Harrington и стержня Luque, в различной модификации, что позволило в большей степени корригировать деформацию позвоночника в ходе операции во фронтальной плоскости и сохранять достигнутый результат в отдаленном периоде наблюдения (Швец В.В., 1997; Ветрилэ С.Т., 1999).

В конце 1980-х появилась модифицированная система Luque, разработанная J. Dove, и названной рамой Hartschill (Dove J., 1986; Onimus M., 1987; Targett J.P.G., 1990; Valentine N., 1990). Металлоконструкция представляла замкнутый прямоугольник, сделанный из стержней диаметром 4,8 мм нержавеющей стали. Она фиксировалась субламинарно к позвоночнику двойными проволочными петлями, проведенными за дуги позвонков. Таким образом, рама Hartschilla это два стержня Luque, соединенных двумя (сверху и снизу) жесткими поперечными связями. Ряд авторов относят к числу недостатков использования этой рамы небольшой процент коррекции, хотя не исключают значительный деротационный эффект позвонков (Targett, J.P.G. 1990).

В 1980-х годах H.Craf., J. Hecquet, J. Dubousset в соавторах разработали новый подход к лечению сколиотической болезни в виде концепции трехмерных межсегментарных и пространственных взаимоотношений элементов позвоночного столба. Эта схема полностью изменила основные принципы приложения корригирующих влияний ко всем компонентам позвонков, что изменило тактику и стратегию сегментарной трехплоскостной коррекции деформации позвоночника и применяемого спинального инструментария (Graf H., 1983).

С 1980-х годов французские вертебрологи Cotrel Y. и Dubousset J. начали исследование разработкой нового дорсального инструментария, названного их именами «Cotrel – Dubousset». В 1983 году 21 января во Франции состоялась первая операция с использованием нового инструментария «Cotrel – Dubousset» по классической методике (Cotrel Y., 1984). В 1988 году авторами были опубликованы накопленные данные о первых выводах, согласно которым новая схема оперативного вмешательства с использованием универсального сегментарного инструментария устраняла деформацию в трех плоскостях с сохранением фронтального и сагиттального баланса, полностью исключала внешнюю иммобилизацию в послеоперационном периоде, обеспечивая жесткую фиксацию (Cotrel Y., 1988). В ходе выполняемого хирургического вмешательства коррекция деформации во фронтальной плоскости достигалась с одновременным

восстановлением физиологического сагиттального профиля позвоночника, что способствовало формированию грудного кифоза, поясничного лордоза и предупреждению развития «flatback» синдрома.

В 1990 году Fich R.D. и Wojcik, A.S. с соавторами опубликовали о преимуществе инструментария Cotrel – Dubousset в сравнении с инструментарием Харрингтона - Люка, коррекции во фронтальной и сагиттальной плоскостях (Fich R.D., 1990; Wojcik A.S., 1990).

В дополнение к инструментарию Cotrel – Dubousset (CDI), позже в Мюнхене на SICOT 87, Roy-Camille предложил использовать транспедикулярные винты в поясничном отделе позвоночника (Roy-Camille R., 1989).

1.3. Развитие хирургических методов лечения коррекции идиопатического сколиоза с использованием транспедикулярных спинальных систем

История использования фиксирующих винтов в хирургии позвоночника начинается в 40-х годах XX века с Donald King, который применял их в пояснично-крестцовом отделе позвоночника (King D., 1948).

До 60-х гг. различными авторами были предприняты попытки использования винтов для осуществления дорсального инструментального спондилодеза, но в связи с высоким риском осложнений данный вид фиксации широкого применения не нашел (Boucher H.H., 1959).

В 1963 году Roy-Camille et al. проводили винт через корень дуги, метод родился случайно: во время оперативного вмешательства задней декомпрессии начали укладывать пластину с целью стабилизации позвоночника, возникшие проблемы с ее фиксацией к задней опорной колонне позвоночника, побудили их к поиску новых вариантов крепления. Так были определены ориентиры введения винтов через корень дуги в тело позвонка (Roy-Camille R., 1986).

F.Magerl в 1970 году разработал систему наружной транспедикулярной фиксации (ТПФ) “fixateur externe” при повреждении нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника (Magerl F., 1985).

В начале 1980-х годов Wolter Dick, применяя систему Magerl наружной ТПФ, в дальнейшем усовершенствовал и разработал внутреннюю стержневую транспедикулярную конструкцию, получившую название в швейцарском АО группе “fixateur interne”. Впервые ее применение началось в 1982 году в Швейцарии, а в 1987 году автор опубликовал отдаленные результаты (Dick W., 1987).

Таким образом, история транспедикулярной фиксации начинается с D. King, Roy-Camilla, F. Magerl, W. Dick, благодаря этим авторам, на сегодняшний день методика транспедикулярной фиксации широко используется не только в зарубежных клиниках, но и применяется в отечественной медицине.

С 1990 года начали широко использовать транспедикулярную фиксацию на поясничном и грудопоясничном отделе позвоночника, а затем уже в грудном отделе позвоночника при коррекции идиопатического сколиоза (Suk S.I., 1995; Hamill C.L., 1996).

Переход полностью на транспедикулярную фиксацию был связан с освоением различных техник установки винтов через корень дуги в грудном и поясничном отделах деформированного позвоночника, а также с появлением более совершенных методик предоперационного обследования и навигационной установки в ходе операции (Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., 2008; Виссарионов С.В., 2012; Виссарионов С.В., 2013; Dubousset J., Cotrel Y., 1991; Dubousset J., Cotrel Y., 1992; Suk S.I., Lee C.K., 1995; Hamill C.L., Lenke L.G., 1996; Belmont P. J., 2002; Kim Y.J., Lenke L.G., 2004; Cheng I., 2005; Kuklo T. R., 2005; Dobbs M.B., Lenke L.G., 2006; Reinhold M., 2007; Karatoprak O., 2008; Verma R., 2010; Hwang S.W., 2013; Hideki Sudo., 2014; Ismail Emre Ketenci., 2016; Mingyuan Yang., Changwei Yang., 2016). Вертебрологов всего мира привлекло более выраженное сегментарное воздействие на деформацию позвоночника спинальными системами с транспедикулярными опорными элементами (Виссарионов С.В., 2012; Виссарионов С.В., 2013; Amiot L. P., 2000; Kim K. D., 2001; Suk Se-II., 2001; Hackenberg L., 2002; Belmont P. J., 2002; Kim Y.J., 2004; Kuklo T. R., 2005; Cheng I., 2005; Zeiller S. C., 2005; Kim Y. J., 2006; Schizas C., 2007; Reinhold M., 2007;

Karatoprak O., 2008; Lehman R. A., 2008; Di Silvestre M., 2008; Clements D. H., 2009; Verma R., 2010).

Philip J. Belmont с соавторами представили результаты установки транспедикулярных винтов грудного отдела позвоночника у 40 пациентов без неврологических осложнений после операции. Авторами было установлено всего 279 транспедикулярных винтов методом свободной руки (free hands), из которых 159 были проведены корректно, 120 винтов с допустимой перфорацией корня дуги (в медиальной направлении 14% и в латеральной направлении 29%) (Belmont P. J., 2001).

Следующие данные успешного использования транспедикулярного винта представили Yongjung J. Kim и Lawrence G. Lenke с соавторами у 394 пациентов. Всего было установлено 3204 винтов с использованием навигационной системы: Th1-12 винтов, Th2-60 винтов, Th3-193 винтов, Th4-275 винтов, Th5-279 винтов, Th6-240 винтов, Th7-230 винтов, Th8-253 винтов, Th9-259 винтов, Th10-341 винтов, Th11-489 винтов, Th12-572 винтов. Корректность введения винтов составила 93,8% (Kim Y.J., 2004).

Эффективность транспедикулярных систем освещается многими авторами. Так, высокий показатель коррекции и низкую потерю достигнутого результата в отдаленном периоде при оперативном лечении с применением транспедикулярных систем отмечают Matthew B. Dobbs и Lawrence G. Lenke с соавторами. Авторами прооперировано 34 подростка с идиопатическим сколиозом грудной локализации. До операции средний угол сколиотической деформации составил 62°, после лечения средний угол деформации составил - 27,1° (средний процент коррекции 56%). Через 2 года после хирургического вмешательства коррекция составила 53% ($P < 0.003$) (Matthew B. Dobbs., Lawrence G. Lenke., 2006). Авторы отмечают высокий процент исправления деформации позвоночника в ходе операции и незначительную потерю достигнутой коррекции в отдаленном периоде наблюдения.

При грубых сколиотических деформациях транспедикулярные системы также зарекомендовали себя успешно. Так, Kei Watanabe и Lawrence G. Lenke с

соавторами представили результаты хирургического лечения 17 подростков с идиопатическим сколиозом с исходным углом деформации $119^{\circ} \pm 18,5^{\circ}$, которым коррекция искривления осуществлена при помощи металлоконструкции с транспедикулярными опорными элементами. После выполненного хирургического вмешательства угол основной дуги деформации составил $40,1^{\circ} \pm 20,7^{\circ}$ (средний процент коррекции - 66,6%) $p < 0,06$ (Kei Watanabe., Lawrence G. Lenke., 2008).

Azmi Hamzaoglu с соавторами представили результаты оперативного лечения 15 подростков с идиопатическим грудным сколиозом с углом более 100° , процент коррекции, согласно их данным, составил в среднем 51%, в отдаленном периоде потеря коррекции также оказалась незначительной (Azmi Hamzaoglu., 2008).

Как следует из представленного анализа, все авторы отмечают высокий показатель коррекции сколиотической деформации, который составил не менее 51%. Таким образом, можно констатировать факт, что использование транспедикулярных опорных элементов для коррекции сколиотической деформации позвоночника является очень эффективным, результативным, более безопасным методом по сравнению с применением ламинарных металлоконструкций, но технически сложным способом.

Ряд исследователей представили результаты сравнительного анализа хирургического лечения транспедикулярных и гибридных систем у подростков с идиопатическим сколиозом грудной локализации. Оба метода показывают практически аналогичные результаты: коррекция деформации при использовании транспедикулярных систем составила 48%, а при применении гибридных металлоконструкций - 41% (Бакланов А.Н., 2014; Matthew B. Dobbs., Lawrence G. Lenke., 2006; Vincent Arlet., Jean Albert Ouellet., 2009; Steven W. Hwang., Amer F. Samdani., 2012). Другие хирурги проводили аналогичное исследование. Однако, согласно их данным, сравнительный анализ хирургического лечения пациентов с идиопатическим сколиозом с использованием транспедикулярных и гибридных систем показал, что применение металлоконструкций с транспедикулярными

опорными элементами дает большую коррекцию на 15%-20% по сравнению с гибридными (Kim Y.J., 2006; Kei Watanabe., Lawrence G. Lenke., 2008; Guney Yilmaz., Battugs Borkhuu., 2012).

В настоящее время хирургами при идиопатическом сколиозе выполняются вмешательства из комбинированного доступа на передних и задних отделах позвоночника с применением транспедикулярных спинальных систем. (Виссарионов С.В., 2013; Betz R.R., Harms J., 1999; Kuklo T. R., 2005; Luhmann S.J., Lenke L.G., 2005; Dobbs M.B., Lenke L.G., 2006; Kei Watanabe., Lawrence G. Lenke., 2008; Song K.S. 2008; Qiu Y., Zhu F., 2011; Michael Ruf., Lynn Letko., 2013;).

Михайловский М.В. с соавт. (2006) и Кулешов А.А. (2007) провели исследование результатов лечения с тяжелыми сколиотическими деформациями (средний угол искривления составил $107,9^\circ$), которым выполняли коррекцию искривления из комбинированных подходов (дискэктомия в сочетании с корпоротомией и дорсальная коррекция 58 и 81 пациентов соответственно). Результат коррекции составил 53,4% и 57,6% соответственно. Авторы заключили, что выполнение дискэктомии на вершине основной дуги тяжелых сколиотических деформациях является обязательным этапом хирургического вмешательства, что значительно повышает коррекцию имеющегося искривления.

В последнее время появились работы, которые ставят под сомнение необходимость переднего этапа хирургического вмешательства. Авторы данных исследований (Tiziana Greggi., Georg Bakaloudis., 2010; Hwang S.W., 2013; Hideki Sudo., 2014; Zhicai Shi., Jiayu Chen., 2015; Ismail Emre Ketenci., 2016; Mingyuan Yang., Changwei Yang., 2016) утверждают, что возможно достигнуть значительной коррекции деформации позвоночника, используя только дорсальный доступ.

Zhicai Shi и Jiayu Chen с соавторами провели сравнительный анализ коррекции деформации позвоночника у двух групп с одинаковыми величинами сколиотических дуг в среднем 90° . Первую группу составили пациенты, оперированные из комбинированных доступов (дискапофизэктомия и корпоротомия из переднебокового доступа в сочетании с дорсальной коррекцией искривления),

во вторую группу вошли пациенты, оперированные только из дорсального доступа. После операции в обеих группах коррекция деформации составила 60% и 59% соответственно. Таким образом, они были практически одинаковыми (Zhicai Shi., Jiayu Chen., 2015). Аналогичную работу представили Tiziana Greggì и Georg Bakaloudis с соавторами. Они показали, что коррекция сколиотической дуги 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). Учитывая вышеизложенное, остается дискуссионным вопрос об использовании того или другого способа хирургической коррекции деформации в зависимости от величины основной дуги деформации позвоночника и ее мобильности, протяженности, а также возраста больного.

Немаловажной составляющей в хирургическом лечении идиопатического сколиоза является состояние сагиттального профиля деформированного позвоночника, как определяющей патогенез заболевания. По данным литературных источников, величина физиологического кифоза в грудном отделе варьирует от 10 до 50° (Lenke L.G., 1992; Winter R.B., 1995; Lenke L.G., 2001; Jonge T., Dubousset J.F. 2002; Guney Yilmaz., 2012; Ismail Emre Ketenci., 2016; Mingyuan Yang., 2016), а угол физиологического лордоза в поясничном отделе составляет от 15 до 60° (Roaf R., 1960; Bradford D.S., 1977; Stagnara P., 1982; Bernhardt M., 1989; Guney Yilmaz., 2012; Ismail Emre Ketenci., 2016; Mingyuan Yang., 2016).

Данные о коррекции грудного кифоза и поясничного лордоза, о сохранении нормального сагиттального профиля в отдаленном периоде приводятся во многих работах, описывающих применение систем с транспедикулярными опорными элементами (Jason E. Lowenstein., 2007; Peter O.Newton., 2010; Guney Yilmaz., 2012; Steven W. Hwang., 2012; Marios G.Lykissas., Viral V.Jain. 2013; Steven W. Hwang., 2013; Hideki Sudo., 2014; Ismail Emre Ketenci., 2016; Mingyuan Yang., 2016). Кроме того, есть ряд исследований, которые описывают развитие проксимального контактного кифоза (proximal junctional kyphosis) PJK после

оперативного лечения деформации позвоночника с использованием транспедикулярных опорных элементов в 35% наблюдений, у крюковых металлоконструкций в 22%, а гибридных - 29% (Kim YJ et al., 2007). Helgeson с соавторами провели анализ результатов лечения 283 больных, оперированных разными металлоконструкциями в отдаленный период после операции (через 2 года), и отметили развитие проксимального контактного кифоза (PJK) при использовании систем с транспедикулярными опорными элементами у 8,1% пациентов, а при использовании гибридных металлоконструкций - только у 5,6% (Helgeson et al., 2010).

Определить уровни фиксации является важнейшим и одним из самых дискуссионных вопросов и особенно важен для предупреждения развития декомпенсации и кифоза переходной зоны (проксимальный (PJK) и дистальный (DJK) контактный кифоз), (Rhee J.M., 2002). L.G Lenke с соавторами (1992), используя изгиб стержня и опорный элемент между каудальным нейтральным и стабильным позвонками, показали, что декомпенсацию туловища можно избежать.

Общепризнанно, что протяженность металлофиксации определяется данными критериями: металлофиксация должна включать себе все ротированные позвонки до нейтрального позвонка и не должна заканчиваться на вершине деформации ни во фронтальной, ни в сагиттальной плоскостях. При выраженном гипокифозе металлофиксация может быть продлена на один-два уровня краниальнее, что предоставляет возможность сформировать нормокифоз (Jonge T., Dubousset J.F., 2002), а для избежания формирования патологического проксимального кифоза после дорсальной коррекции деформации в зону металлофиксации необходимо включать все проксимальные уровни, сегментарный кифоз которых превышает 5° (Lee G.A., 1999).

Одним из первых, кто высказал свое мнение о протяженности фиксации, был F.L. Butte (1938), который писал, что фиксация должна охватить дугу до конечных позвонков, замыкательные пластинки которых параллельны на спондилограмме стоя. Hibbs R.A. с соавторами (1931), R. Roaf (1960), и J.S. Risser

(1964) полагали, что протяженность металлофиксации должна ограничиваться позвонками, замыкательные пластинки которых стали параллельными после наложения корригирующего корсета. В обоих случаях говорилось о протяженности костной пластики.

На сегодняшний день много критериев выбора зоны и протяженности металлофиксации. Однако, несмотря на их многообразие, остается единым принцип включения всех позвонков в зону фиксации, входящих в основную дугу при грудных деформациях (Ferguson A.V., 1930; Schmidt A.C., 1959; Risser J.S., 1964).

Многие авторы считают, что металлофиксация в каудальном отделе позвоночника должна быть минимальной, чтобы оставить больше количество мобильных сегментов в поясничном отделе (Edgar M.A., 1988; Connolly P.J., 1995). Их уверенность основывается на частоте дегенеративных изменений и болевого синдрома у пациентов с идиопатическим сколиозом в области нижних нефиксированных сегментах (Edgar M.A., 1988; Hayes M.A., 1988; Connolly P.J., 1995), особенно при продлении металлофиксации ниже третьего поясничного позвонка (Tolo V.T., 1989). Однако другими авторами (Danielsson A.J., 2001) показано, что дегенеративные изменения межпозвонковых дисков в нижнепоясничных отделах позвоночника в отдаленном периоде после лечения имеют место у всех пациентов с идиопатическим сколиозом независимо от вида проведенного лечения (консервативное, хирургическое) и не зависят от каудального продления металлофиксации при хирургической коррекции деформации позвоночника. Одновременно с этим другие исследователи подчеркивают, что при формировании физиологического сагиттального профиля частота и выраженность этих изменений не отличается от таковой в общей популяции (Perez-Grueso F.S., 2000).

Данные о протяженности металлофиксации при коррекции сколиотической деформации позвоночника грудной локализации (тип Lenke 1) с использованием транспедикулярных опорных элементов приводятся во многих работах. У пациентов со сколиотической дугой до 62° (от 53,4° до 62°), согласно данным ряда

авторов, протяженность металлофиксации составила 10 позвонков (Gerald M. Y. Quan., 2010; Guney Yilmaz., 2012; Steven W. Hwang., 2012; Rachael J. Da Cunha., 2015; Franck Le Naveaux., 2015). Работами других исследователей показано, что у пациентов со сколиотической дугой до 61° (от $57,2^{\circ}$ до 61°) протяженность металлофиксаций в среднем составила от 11 до 12 сегментов (Carlos A. Legarreta., 2014; Paul R. P. Rushton., 2015; Ismail Emre Ketenci., 2016). Есть авторы, описывающие результаты оперативного лечения больных с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника с величиной дуги 95° . Согласно их данным протяженность металлофиксация в среднем составила 11 сегментов (Matthew B. Dobbs., 2006). Анализируя выше приведенные данные, можно отметить, что остается дискуссионный вопрос о протяженности металлофиксации в зависимости от величины и протяженности сколиотической дуги при идиопатическом сколиозе грудной локализации.

Многие авторы указывают в своей работе о протяженности металлофиксации у оперированных больных с применением транспедикулярных спинальных систем при идиопатическом сколиозе грудной локализации. Однако, при этом ни в одной работе нет конкретных рекомендаций относительно уровня краниального и каудального позвонков, входящих в зону спондилодеза. Предлагаемые многочисленные мнения, гипотезы и предположения научных исследований не дают конкретного руководства для практикующего врача по данным вопросам, что, несомненно, требует дальнейшего изучения.

Одним из патогенетических аспектов формирования и прогрессирования сколиотической дуги является ротация позвонков, учитывая этот факт, инструментальная деротация вершинных позвонков является существенным компонентом многоплоскостной коррекции.

Вопрос о деротации позвоночника с применением современного заднего сегментарного инструментария до настоящего времени остается дискуссионными. Различные исследователи пытались оценить количественно ротационные изменения вершинного позвонка. По данным литературы, деротация CDI составляет от 9% до 40% (Suk S.I., 1994; Suk S.I., 1995)

Многие авторы сообщают, что применение CDI высокоэффективно в плане получения аксиальной деротации (Ветрилэ С.Т., 1999; Erker M.L., 1988; Birch J.G., 1988; Danielsson A.J., 2001). Y. Cotrel с соавторами (1988) показал, что по данным КТ при методике Perdriolle деротация при мобильных деформациях грудного и грудопоясничного отдела позвоночника составляет до 40%.

Shufflebarger H.L. и Clark C.E. (1987) сообщают о деротации 37–39% грудного вершинного позвонка при коррекции деформации позвоночника классическим методом по Котрелю – Дюбоссе с использованием крючковых и гибридных систем, измеренной по компьютерной томографии.

Целый ряд исследователей показывают, что при коррекции деформации позвоночника с использованием в ходе операции крючковых и гибридных систем, которым исправление осуществляли классическим методом по Котрелю - Дюбоссе, деротация тел позвонков не происходит (Ветрилэ С.Т., 2003; Bridwell K.H., 1991; Grey J.M., 1991; Krismer M., 1992;), а у части пациентов отмечено даже увеличение ротации (Ветрилэ С.Т., 2003; Erker M.L., 1988).

Namill C.L. с соавторами провели анализ коррекции CDI сколиотической деформации у 44 пациентов, сравнивая использование крючковых и гибридных систем, и пришли к выводу, что ротация позвонков после хирургического лечения в обоих случаях существенно не меняется (Namill C.L., 1996).

Во многих работах приводятся данные о деротации апикального позвонка при хирургическом лечении сколиотической деформации позвоночника грудной локализации (тип Lenke 1) с использованием транспедикулярных опорных элементов, при этом подчеркивается, что в ходе операции удастся обеспечить значительный процент деротации апикального позвонка (Gabriel Piza Vallespir., 2008; Ismail Emre Ketenci., 2016).

1.4. Резюме

Анализ данных современной литературы о лечении больных детского возраста с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника свидетельствует об имеющейся актуальности этой проблемы. У детей и

подростков эта патология широко распространена и в связи с этим усовершенствование методов хирургического лечения является одной из основных задач детской ортопедии. В настоящее время среди предлагаемых новых методик лечения идиопатического сколиоза тотальное применение транспедикулярных опорных элементов считается высокоэффективным, однако многие вопросы такие как: последовательность установки стержней в зависимости от установленных опорных элементов на ее протяжении, величины основной дуги искривления и ее мобильности, локализации остаются нерешенными и требуют дальнейшего изучения. Учитывая актуальность этих аспектов для рационального планирования хирургической коррекции деформации позвоночника и объективной оценки полученных результатов лечения, отсутствие единого мнения о применении той или иной металлоконструкции, оптимальных вариантов вентрального и дорзального спондилодеза при сколиозе заставляет продолжать поиск решения данной проблемы.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Диссертационного исследование основано на анализе результатов обследования и оперативного лечения 80 пациентов с идиопатическим сколиозом III-IV степени грудной локализации.

2.1. Характеристика обследованных больных

Под нашим контролем находились 80 пациентов с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника, обследованных и пролеченных в возрасте от 14 лет до 17 лет (средний возраст 15 ± 1 лет) - из них мальчиков 12 человек (15%), девочек – 68 (85%) (рис. 1, табл. 1). У всех 80 пациентов сколиотическая дуга имела правостороннюю направленность.



Рисунок 1. Распределение больных с идиопатическим сколиозом по полу

Таблица 1

Распределение больных по полу и возрасту

	Возраст пациентов (лет)				Всего	
	14	15	16	17	абсолютный	%
Девочки	20	15	14	19	68	85
Мальчики	1	5	3	3	12	15
Всего	21	20	17	22	80	100

Степень тяжести идиопатического сколиоза устанавливали на основании классификации В.Д.Чаклина (1965), выделяющей 4 степени деформации (табл. 2).

Таблица 2

Классификация степени тяжести сколиоза по В.Д. Чаклину

Степень деформации	Величина дуги деформации (в градусах)
I степень	1-10
II степень	11-30
III степень	31-60
IV степень	> 60

Распределение пациентов по степени сколиоза было следующим: III степень - 20 (25%) пациентов, IV степень - 60 (75%) детей (рис. 2).

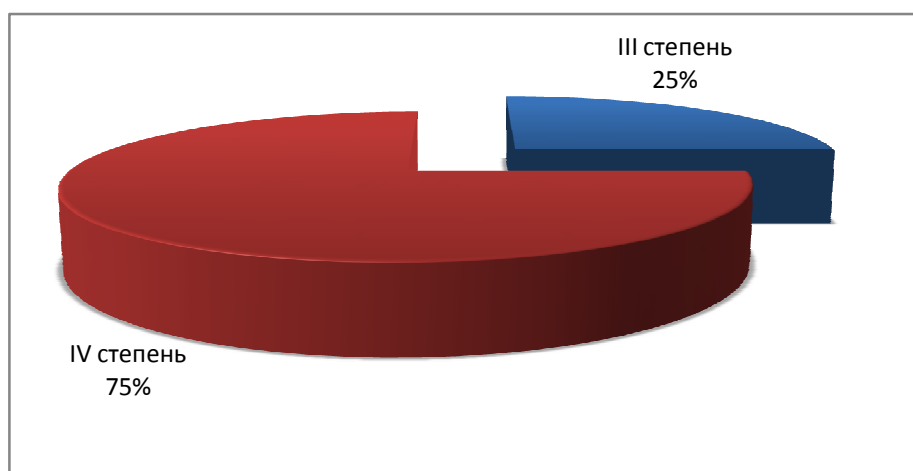


Рисунок 2. Распределение пациентов с идиопатическим сколиозом по тяжести деформации

Тип сколиотической деформации устанавливали на основании классификации Lenke (Lenke L.G. et al., 2001). В соответствии с этой классификацией выделяют шесть типов деформаций.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Выделяют следующие шесть типов деформаций.

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

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

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

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

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

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

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

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

Вид модификатора определяют путём измерения сагиттального профиля Th5 - Th12 в положении больного стоя. При кифозе менее 10° (гипокифоз) используют модификатор (–), от 10° до 40° модификатор N (нормокифоз), при кифозе более 40° (гиперкифоз) модификатор (+).

Все пациенты (80 больных) были с первым типом (Lenke 1), сагиттальный контур у большинства из них отмечался как нормокифоз (табл. 3).

Таблица 3

Распределение пациентов по сагиттальному контуру грудного отдела позвоночника

Сагиттальный модификатор	Пациенты	%	Всего
-	5	6	80
N	64	80	
+	11	14	

Все больные в зависимости от выполненного варианта хирургической коррекции разделены на 4 группы. Первую группу составили 20 пациентов, которым оперативное лечение выполнено только из дорсального доступа, при этом транспедикулярные опорные элементы установлены на всем протяжении деформированного отдела позвоночника с двух сторон (вогнутой и выпуклой). Во вторую группу включены 20 пациентов, оперативное вмешательство которым выполнено также только из дорсального доступа, однако транспедикулярные винты не были установлены на протяжении двух и более позвонков с вогнутой стороны искривления на вершине основной дуги деформации позвоночника в результате малых анатомических размеров основания дуг позвонков. В третью группу вошли 20 пациентов, оперативное вмешательство которым дополнительно выполнено мобилизирующие вмешательства на передних отделах основной дуги деформации позвоночника в сочетании с корпородезом на 4-5 уровнях из переднебокового подхода и коррекцию деформации позвоночника многоопорной металлоконструкцией с транспедикулярными опорными элементами из дорсального доступа с задним спондилодезом вдоль имплантата. При этом транспедикулярные винты установлены с обеих сторон (вогнутой и выпуклой стороны) относительно линии остистых отростков на протяжении основной дуги искривления. Четвертую группу составили 20 пациентов, которым выполнены дополнительно мобилизирующие вмешательства на передних отделах основной дуги деформации позвоночника в сочетании с корпородезом на 4 и 5 уровнях из

переднебокового доступа и коррекция искривления позвоночника транспедикулярной многоопорной металлоконструкцией со спондилодезом из дорсального подхода. При этом транспедикулярные опорные элементы не были установлены на протяжении двух и более позвонков по вогнутой стороне деформации на вершине дуги искривления. В группах больных, которым транспедикулярные опорные элементы были установлены на всем протяжении вогнутой и выпуклой сторон основной дуги деформации позвоночника, коррекцию ротационного компонента искривления на вершине дуги осуществляли при помощи деротационного инструментария (системы VCM).

2.2. Методы исследования

2.2.1. Клинико-неврологическое исследование

Выясняли жалобы пациентов, собирали анамнез: сроки первичного выявления деформации, предшествующее лечение.

При осмотре спереди определяли отклонение туловища, асимметрию надплечий, грудных желез и высоту треугольников талии, измеряли отклонение пупка от линии отвеса, расстояние от линии отвеса до сосков слева и справа, расстояние от мечевидного отростка до правой и левой верхних подвздошных остей.

При осмотре со спины оценивали отклонение межягодичной складки от линии отвеса, измеряли отклонение вершины дуги деформации от линии отвеса, симметрию и высоту стояния лопаток; отмечали наличие кожных складок под лопатками и в поясничной области; при наклоне вперед оценивали форму реберной деформации.

В боковой проекции оценивали сагиттальный профиль: грудной кифоз и поясничный лордоз. Проводили пальпацию остистых отростков, паравертебральных точек, оценивали напряжение паравертебральных мышц.

У всех пациентов определялись антропометрические данные: рост, вес.

Обследование педиатром способствовало определению изменений со стороны внутренних органов вызванных сколиотической деформацией позвоночника, и сопутствующих заболеваний.

Всем пациентам проводили обследование органов грудной клетки и брюшной полости с целью выявления сопутствующих заболеваний внутренних органов. Для этого использовали ультразвуковое сканирование органов брюшной полости и малого таза, и также обзорную рентгенографию органов грудной клетки.

Неврологическое исследование (до и после операций) проводили с целью оценки динамики неврологического статуса.

2.2.2. Лучевое исследование

Лучевое исследование проводили всем 80 пациентам до и после хирургического вмешательства. Исследование включало рентгенографию позвоночника в двух проекциях (прямой и боковой), функциональные рентгенограммы с наклоном вправо и влево, компьютерную томографию. Дугу искривления позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях измеряли по методике Cobb - Lippmann (1948).

Рентгенография

Рентгенографию позвоночника выполняли в стандартных передне-задней и боковой проекциях от Th1 по S1 позвонков. По полученным снимкам оценивали величину дуги искривления позвоночника. Исследование проводили на аппарате Рентгеновская система PHILIPS – Компакт диагност 2000 года выпуска, Голландия. (Рис. 3)

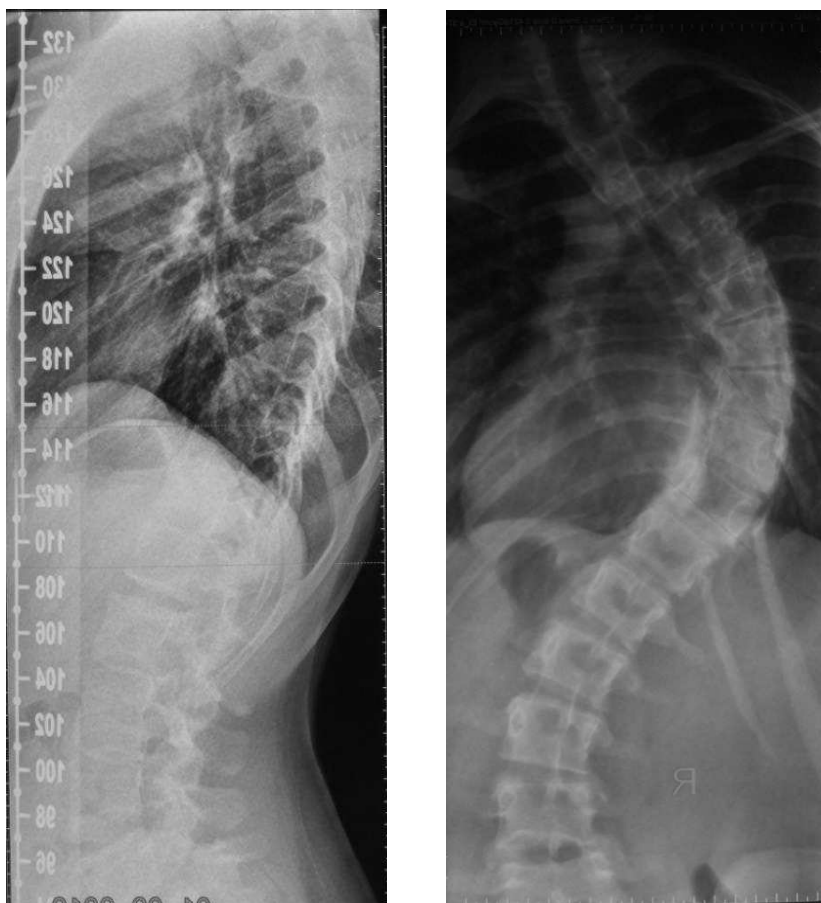


Рисунок 3. Спондилограмма стоя в 2 проекциях. Пациент П.15 лет с диагнозом идиопатический сколиоз грудного отдела позвоночника IV степени.

Угол сколиотической дуги измеряли следующим образом: на прямой рентгенограмме позвоночника проводили линии по верхней поверхности верхнего нейтрального позвонка и по нижней поверхности нижнего нейтрального позвонка. Нейтральным считался позвонок, расположенный на конце основной дуги искривления и находящийся в состоянии наименьшей ротации. К проведенным линиям устанавливали перпендикулярные линии до их пересечения между собой и измеряли угол (α) (Рис. 4)

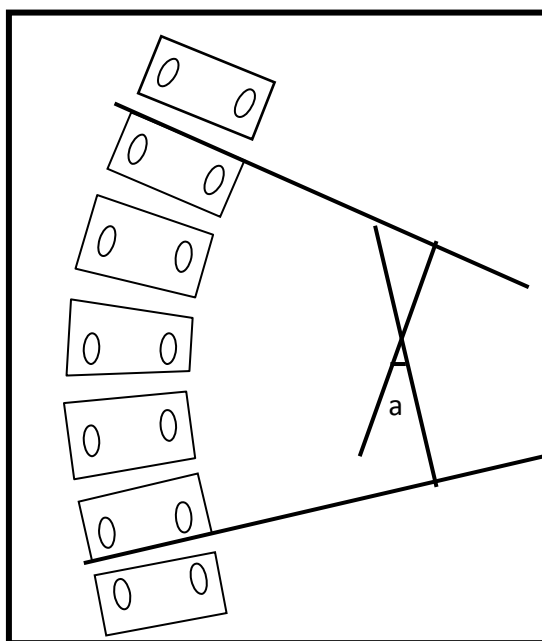


Рисунок 4. Измерение угла сколиотической дуги (а) дуги искривления по методу Cobb'a.

На боковом снимке позвоночника угол кифоза в грудном отделе измеряли следующим образом: проводили линии по верхней замыкательной пластинке Th5 и по нижней замыкательной пластинке Th12 позвонка. К проведенным линиям устанавливали перпендикулярные линии до пересечения между собой и измеряли образованный угол (а). Угол лордоза в поясничном отделе измеряли следующим образом: проводили линии по верхней замыкательной пластинке L1 позвонка и по верхней замыкательной пластинке S1 позвонка. К проведенным линиям устанавливали перпендикулярные линии до пересечения между собой и измеряли угол (b) (Рис. 5)

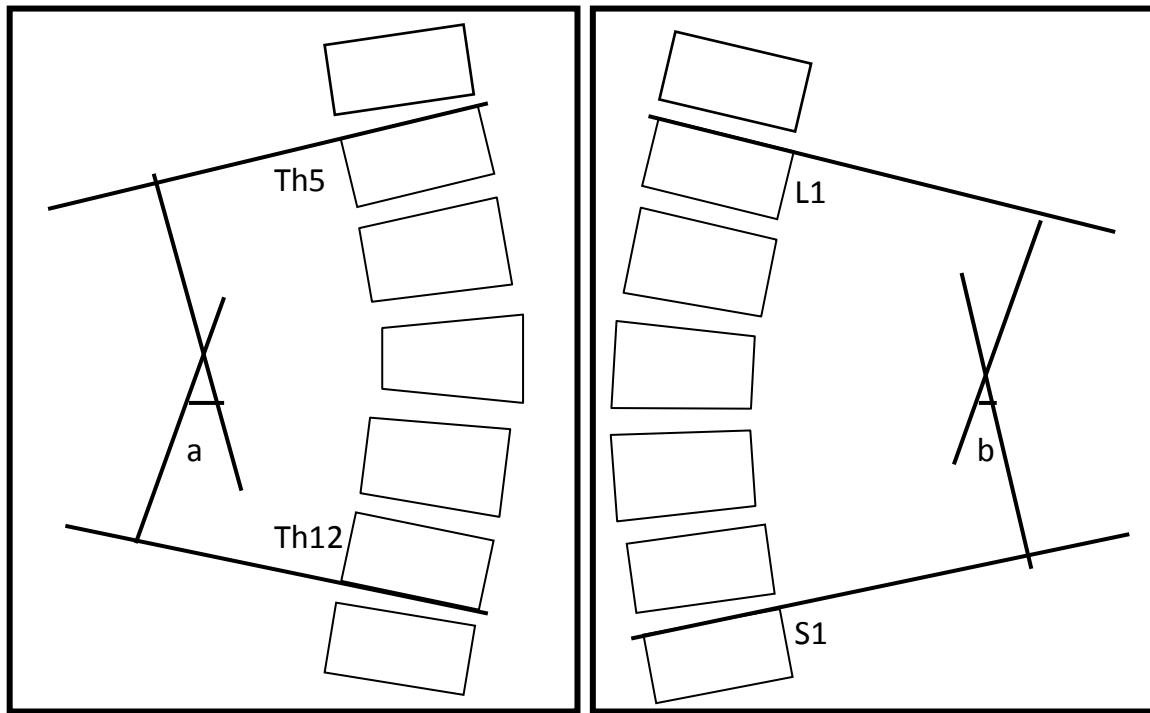


Рисунок 5. Измерение величины кифоза (a) и лордоза (b) по методу Cobb'a.

Рентгенография позвоночника с функциональными пробами

Функциональные рентгенограммы позвоночника выполняли в прямой проекции в положении пациента стоя с максимально возможным боковым наклоном вправо и влево (Bending test) для определения имеющейся исходной функциональной коррекционной мобильности и оценки ее угловой величины. Мобильность деформации позвоночника рассчитывали как параметр отношения разницы между величиной угла основной дуги искривления в прямой проекции в положении стоя и величиной угла деформации в прямой проекции, определенной по рентгенограмме с боковым наклоном в сторону основной дуги искривления, к величине основной дуги деформации в прямой проекции в положении стоя (Рис. 6)

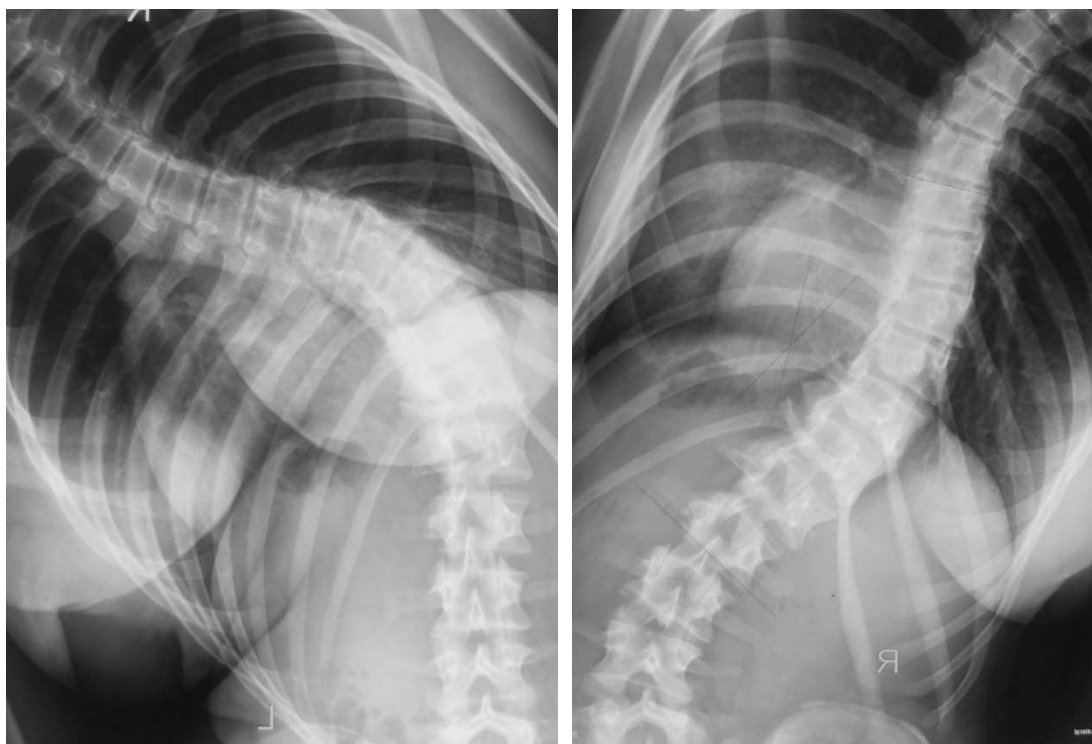


Рисунок 6. Функциональные спондилограммы в прямой проекции в положении стоя: наклоны влево и вправо.

«Bending test»

Мобильность сколиотической дуги деформации рассчитывали по формуле:

$$M = \frac{\text{Сколиоз стоя} - \text{Сколиоз с наклоном}}{\text{Сколиоз стоя}} \cdot 100\%.$$

Процент коррекции сколиотического компонента деформации вычисляли по формуле:

$$C = \frac{\text{Сколиоз стоя до операции} - \text{Сколиоз стоя после операции}}{\text{Сколиоз стоя до операции}} \cdot 100\%$$

Компьютерная томография

Исследование проводили на аппарате мультиспиральном компьютерном томографе Brilliance MX8000Dual (двухслойный) год выпуска 2004, США.

Исследование осуществляли всем 80 пациентам до и после оперативного вмешательства. Компьютерную томографию до операции выполняли в положении лежа на животе с целью максимального приближения к положению больного на операционном столе.

Исследование позволило выявить характер костных изменений позвонков в зоне основной дуги деформации. По компьютерной томографии оценивали ротацию апикального позвонка на вершине деформации до и после операции. Измерение проводили по методике S. Aaro, G. Ohlen (1983) (Рис. 7).

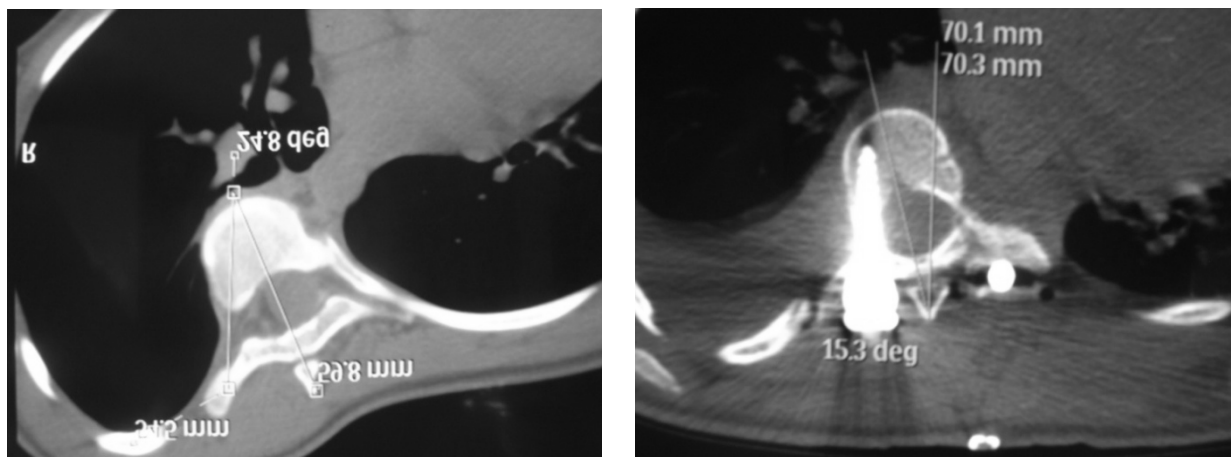


Рисунок 7. Компьютерная томография: измерение ротации апикального позвонка по методике Aaro S., G. Ohlen (1983), относительно передней срединной линии и относительно сагиттальной плоскости до и после хирургического лечения

Процент деротации апикального позвонка рассчитывали по формуле:

$$DR = \frac{\text{Ротация до операции} - \text{Ротация после операции}}{\text{Ротация до операции}} \cdot 100\%$$

Компьютерная навигация

Полученные данные МСКТ экспортировали в систему навигации. На основании данных компьютерной томографии в системе навигации оценивали анатомо-антропометрические особенности каждого позвонка, входящих в сколиотическую дугу – диаметр корней дуг. На основании полученных анатомо-антропометрических характеристик планировали размеры транспедикулярных винтов в каждый позвонок на протяжении дуги деформации позвоночника и траекторию их проведения. Критерием возможности корректной установки

транспедикулярного винта считали внешний поперечный и продольный диаметр корня дуги больше 4 мм. При поперечном диаметре корня дуги меньше 3,5 мм установку винта не осуществляли. Система компьютерной навигации Stryker (Spine) США – 2010 года выпуска. (Рис. 8)

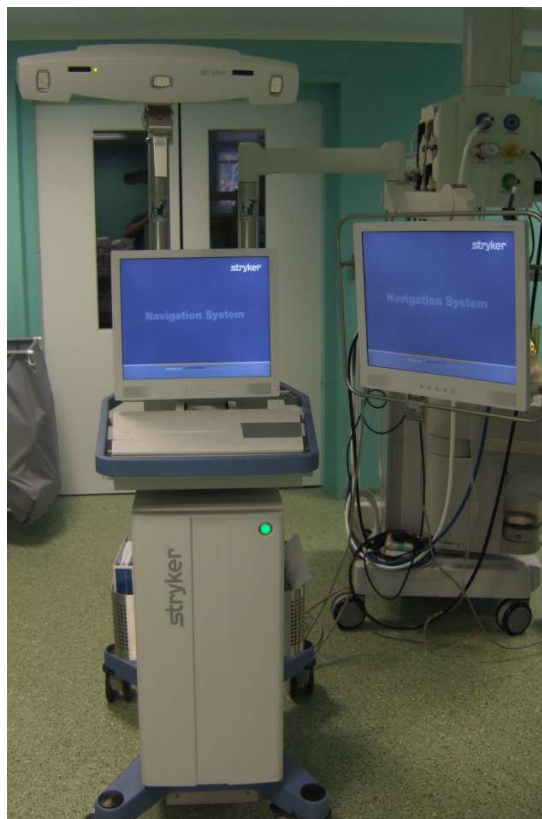


Рисунок 8. Система компьютерной навигации Stryker (Spine).

2.2.3. Магнитно-резонансная томография

Исследования проводились с целью оценки состояния спинного мозга и его элементов, а также взаимоотношение интраканальных и паравертебральных мягкотканых структур, а также ликвородинамику. Магнитно-резонансный компьютерный томограф с открытым контуром «Philips Panorama HFO 1,0 Тс» (Рис. 9)

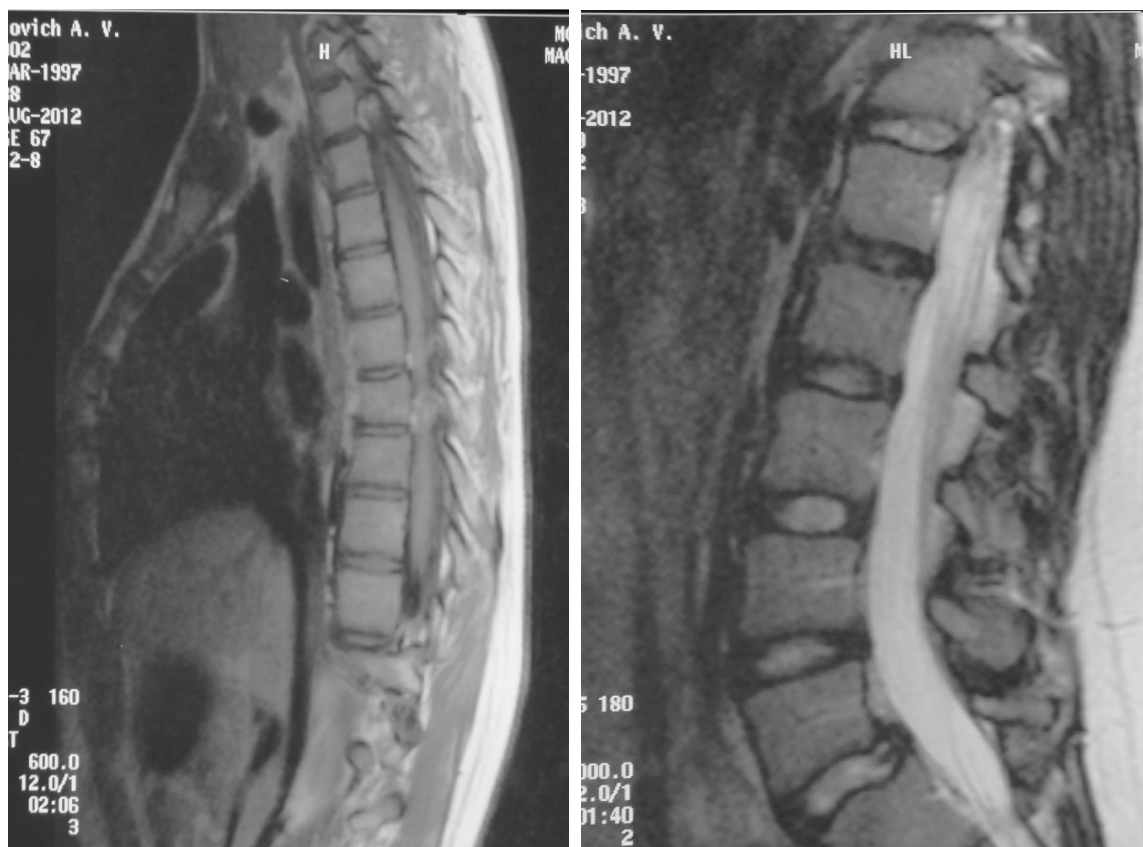


Рисунок 9. МРТ пациента П.15 лет с идиопатическим сколиозом грудной локализации

2.2.4. Физиологические исследования

При физиологическом исследовании больше внимание уделялось изучению деятельности сердечно сосудистой и дыхательной системы.

Спирография

При помощи спирографии изучали функциональное состояние легких до оперативного лечения. Обследование проводили всем 80 больным в первой половине дня, натощак или не ранее чем через 1–1,5 часа после приема пищи, после 30 минутного отдыха, в положении сидя. Использовали аппарат ЭТОН-01-22. Запись спирограммы проводили по общепринятой методике. Маневр осуществляли в следующей последовательности: спокойное дыхание в течение 1–1,5 мин — регистрация ЖЕЛ, ФЖЕЛ трехкратно с интервалом 1–2 мин — перерыв — регистрация МВЛ в течение 20 с. Исследования проводились на аппарате «Спиро-Спектр» фирмы Нейрософт (Россия). Полученные величины приводились

к стандартным условиям и оценивались по отношению к возрастным нормам (Рис. 10).

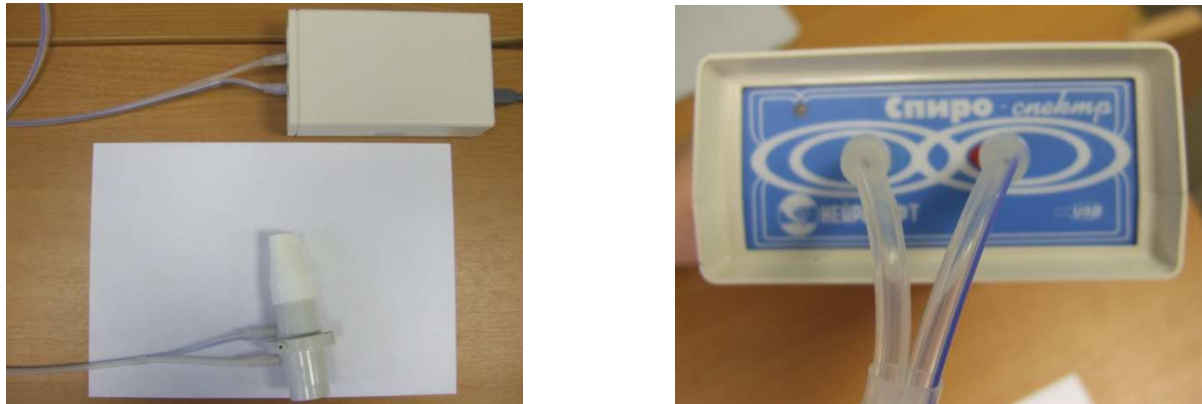


Рисунок 10. компьютерный спирограф «Спиро-Спектр»

Электрокардиография

Всем 80 пациентам проводили электрокардиографию (ЭКГ) по стандартной методике. Исследования проводили на аппарате «MAC 1200 ST» фирмы GE Healthcare (США) (Рис. 11).



Рисунок 11. Электрокардиограф “MAC 1200 ST”

2.2.5. Статистический метод исследования

Статистическая обработка проведена с использованием программы STATISTICA 6,0. При сравнении пар групп по различным признакам в динамике применялись парные критерии Вилкоксона и Стьюдента. При сравнении независимых пар групп применялись непараметрические критерии Вилкоксона и Манна-Уитни. В связи с малыми размерами большинства групп при сравнении большое значение придавалось гистограммному и визуальному анализу. Для анализа различия пар групп в динамике были построены диаграммы рассеяния признаков в двух временных точках: до операции и после операции. При проверке статистических гипотез статистически значимым считалось различие показателей на уровне значимости критерия $P < 0,05$. Применялись интервальные и точечные оценки параметров. Основные данные представлены в виде: Выборочное Среднее $\pm$ Стандартное Отклонение для однородных данных, и Выборочная Медиана [Размах выборки] для неоднородных данных. Однородность выборок проверялась критерием Колмогорова-Смирнова на согласие с нормальным распределением.

ГЛАВА 3 ХИРУРГИЧЕСКИЕ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНЫХ СПИНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Хирургическое лечение деформации позвоночника выполнено 80 пациентам в возрасте от 14 лет до 17 лет с идиопатическим сколиозом III-IV степени грудной локализацией (Lenke 1) с применением транспедикулярных опорных элементов в отделении патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России.

3.1. Предоперационная подготовка пациента

Всем пациентам во всех группах исследования перед хирургическим лечением проводили предоперационную подготовку. С целью достижения большей мобильности основной дуги деформации позвоночника проводили лечебную физкультуру (комплекс растягивающих гимнастических упражнений), а также вытяжение на функциональном столе. Для улучшения общего состояния больных, повышения резервных возможностей дыхательной и сердечно - сосудистой систем пациенты выполняли дыхательную гимнастику.

Всех пациентов осматривали невролог, педиатр и анестезиолог-реаниматолог, при наличии соматической сопутствующей патологии осуществляли консультацию у других специалистов (кардиолог, нефролог, гастроэнтеролог, гинеколог).

3.2. Вид анестезиологического пособия

У всех пациентов осуществляли эндотрахеальный наркоз. Особенностью анестезиологического обеспечения у детей с идиопатическим сколиозом являлся момент пробуждения больного (wake-up test) в ходе оперативного вмешательства после осуществления коррекции сколиотической деформации позвоночника. В

этот период пациент выполнял движения нижних конечностей, что позволяло убедиться в сохранении их чувствительной и двигательной функций.

Проблема интраоперационной кровопотери и восполнения объема утраченной крови является крайне важной при коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом. Очередной особенностью интраоперационного ведения вмешательства у пациентов с данной патологией являлось использование аппарата реинфузии крови (Cell Saver, Cats Fresenius), с целью восполнения кровопотери в ходе операции и исключения переливания донорской крови.

3.3. Распределение пациентов по вариантам хирургических вмешательств

Всем пациентам применяли различные варианты хирургических вмешательств в зависимости от величины и мобильности основной дуги искривления, возраста ребенка, а также от возможности установить транспедикулярные винты на протяжении основной дуги деформации позвоночника. В зависимости от типов применяемых хирургических вмешательств больные были разделены на группы.

Первой группа - 20 пациентов с величиной основной дуги от 40° до 79° по Сооб и мобильностью основной дуги искривления 36,7% коррекцию деформации выполняли многоопорной транспедикулярной металлоконструкцией только из дорсального доступа на фоне Гало-тибиального вытяжения. При этом данной группе больных транспедикулярные опорные элементы устанавливали на всем протяжении дуги деформации и использовали систему VCM на вершине искривления с целью осуществления истинного деротационного маневра тел позвонков.

Вторая группа - 20 пациентов с величиной деформации от 51° до 79° по Сооб и мобильностью основной дуги искривления 35,2%; весь объем оперативного вмешательства также выполняли только из дорсального доступа на фоне Гала-тибиального вытяжения. Однако этой группе больных не удалось

установить два и более винтов по вогнутой стороне искривления в результате малых анатомо-антропометрических размеров основания дуг позвонков. С учетом этого, последовательность корригирующих манипуляций в ходе хирургического вмешательства осуществлялась без использования системы VCM.

При тяжелых и ригидных формах сколиотической деформации позвоночника пациентам третьей и четвертой группы дополнительно осуществляли мобилизирующие вмешательства на передних отделах позвоночника из переднебокового подхода:

Третья группа - 20 пациентам с величиной деформации от 80° до 114° по Сооб и мобильностью основной дуги искривления 15,0% из переднебокового доступа выполняли дискэпифизэктомию на 4-5 уровнях на вершине дуги в сочетании с корпородезом, из дорсального доступа - на фоне Halo-тибиального вытяжения коррекцию и стабилизацию деформации позвоночника многоопорной транспедикулярной спинальной системой с дорсальным спондилодезом аутокостью. Этой группе больных транспедикулярные винты устанавливали на всем протяжении основной дуги искривления и для осуществления истинного деротационного маневра использовали систему VCM.

Четвертая группа - 20 пациентов с величиной деформации от 80° до 148° по Сооб и мобильностью основной дуги искривления 8,4% хирургическое вмешательство осуществляли из двух доступов. Из переднебокового подхода выполняли дискэпифизэктомию на вершине основной дуги деформации на 4-5 уровнях в сочетании с корпородезом, из дорсального доступа на фоне Halo-тибиального вытяжения - коррекцию и стабилизацию искривления позвоночника многоопорной транспедикулярной спинальной системой в сочетании с дорсальным спондилодезом. Однако этой группе больных не удалось установить два и более винтов по вогнутой стороне искривления в результате малых анатомо-антропометрических размеров основания дуг позвонков. С учетом этого, последовательность корригирующих манипуляций в ходе хирургического вмешательства осуществлялась без использования системы VCM.

В ходе хирургического вмешательства при установке транспедикулярных опорных элементов в тела позвонков на протяжении дуги деформации применяли систему активной оптической 3D-КТ навигации с использованием предоперационных КТ-изображений и регистрацией по анатомическим ориентирам и по поверхности.

3.4. Особенность хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с использованием дорсального инструментария

Операцию выполняли под эндотрахеальным наркозом в положении ребенка на животе. Особенностью укладки пациента в положении на операционном столе являлось оставление свободы передней брюшной стенки во избежание депонирования крови в венозном русле. С этой целью укладывали два продольных валика вдоль туловища пациента по средней ключичной линии и два поперечных валика – один между плечевыми суставами, другой под передние верхние ости подвздошных костей таза. После установки системы скелетного вытяжения за голову и стопы осуществляли разрез вдоль линии остистых отростков на протяжении деформированных отделов позвоночника. После послойного рассечения кожи и подкожной жировой клетчатки осуществляли доступ к задним колоннам позвоночника путем скелетирования остистых отростков, дуг позвонков, дугоотростчатых суставов, поперечных отростков с обеих сторон. Края раны разводили винтовыми ранорасширителями. Особенностью выполнения дорсального доступа являлось удаление надостных и межостистых связок, желтых связок на протяжении дуги, а также разобщение реберно-поперечного сочленения в грудном отделе позвоночника на протяжении дуги искривления. Эти манипуляции проводили с целью дополнительной мобилизации деформированного отдела позвоночника. С учетом предоперационного планирования и анатомо-антропометрических особенностей основания дуг позвонков, а также пространственной ориентации основания дуг и

тел позвонков устанавливали транспедикулярные винты на протяжении дуги искривления в тела позвонков.

3.5. Способ коррекции сколиотической деформации грудной локализации транспедикулярными металлоконструкциями (первый вариант)

При помощи первого варианта коррекции деформации хирургическое лечение выполнено 40 пациентам, которые составляли первую и третью группы. У данной категории больных установка транспедикулярных винтов с двух сторон (вогнутой и выпуклой) под контролем навигационной системы была возможна на всем протяжении деформированного отдела позвоночника (рис. 12А).

После установки опорных элементов спинальной системы с вогнутой стороны деформации в транспедикулярные винты металлоконструкции укладывали стержень, изогнутый по физиологическому сагиттальному профилю позвоночника (рис. 12Б). Для выполнения истинного деротационного маневра позвонков на вершине дуги искривления устанавливали деротационное инвентаризация (систему VCM) на выпуклой и вогнутой стороне с опорой на транспедикулярные винты (рис. 12В). Протяженность опоры включала три-четыре позвонка. После этого одновременно осуществляли поворот стержня на 90°, формируя физиологический сагиттальный профиль позвоночника, и истинный деротационный маневр тел позвонков в грудном отделе при помощи системы VCM в противоположную сторону. Завершали манипуляции проведением сегментарной коррекции деформации с учетом distraction по вогнутой стороне искривления (рис. 12Г).

Затем укладывали стержень, изогнутый по физиологическим сагиттальным изгибам позвоночника, в опорные элементы конструкции с противоположной стороны и осуществляли окончательную сегментарную компрессию (рис. 12Д).

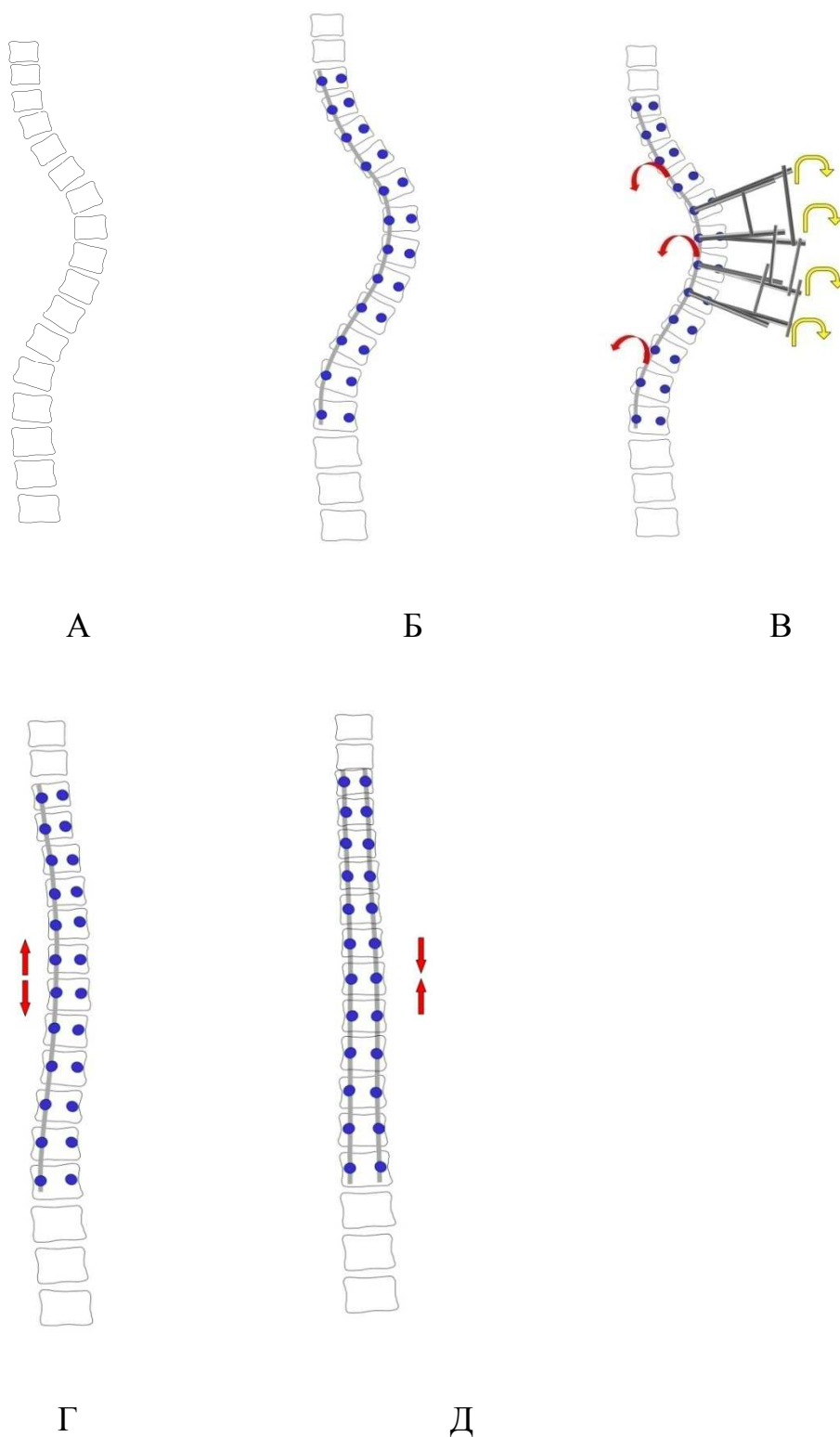


Рисунок 12. А – схема позвоночника при идиопатическом сколиозе грудной локализации, Б – схема расположения транспедикулярных винтов на протяжении дуги искривления и установки стержня по вогнутой стороне деформации, В – схема одномоментного поворота стержня на 90^0 и истинной деротации на вершине искривления системой VCM, Г – схема сегментарной дистракции вдоль

стержня по вогнутой стороне деформации, Д – схема установки стержня с противоположной стороны деформации и сегментарной контракции вдоль него

Хирургическое вмешательство заканчивали стабилизацией металлоконструкции в сочетании с дорсальным спондилодезом аутокостью из резецированных остистых, поперечных и суставных отростков вдоль спинального имплантата (рис. 13А,Б, рис.14А,Б).

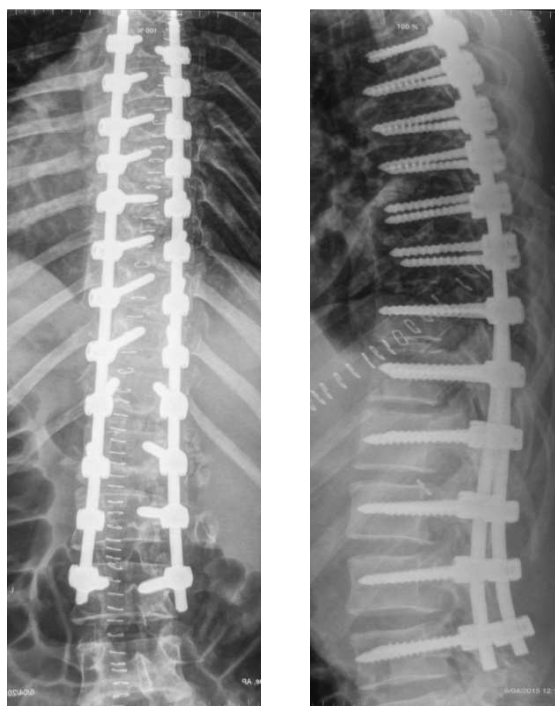


А



Б

Рисунок 13. Больной К. 15 лет. Идиопатический правостороний грудной сколиоз IV степени, тип Lenke 1 CNT. (сколиотический компонент 86° , кифотический компонент 13° , лордоз 22°). А - фронтальная спондилограмма. Б - сагиттальная спондилограмма



А

Б

Рисунок 14. Больной К. 15 лет, после коррекции деформации позвоночника.

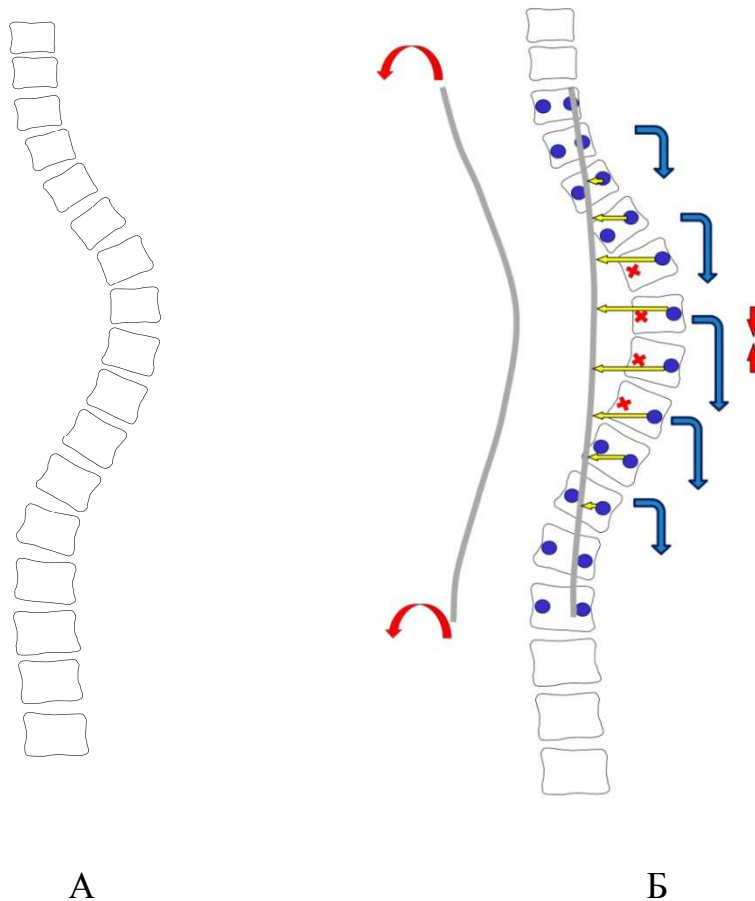
Величина сколиотической дуги составила 5° , кифоз 22° , лордоз 26° . А - фронтальная спондилограмма. Б - сагиттальная спондилограмма.

3.6. Способ коррекции сколиотической деформации грудной локализации транспедикулярными металлоконструкциями (второй вариант)

При невозможности установить двух и более транспедикулярных опорных элемента по вогнутой стороне искривления, что было обусловлено анатомическими размерами основаниями дуг позвонков (внешний диаметр - менее 3,5 мм.), применяли усовершенствованный нами второй вариант коррекции деформации. Вторым вариантом методики хирургической коррекции деформации выполнено вмешательство 40 пациентам, которые составили вторую и четвертую группы пациентов.

Особенностью выполнения этой технологии коррекции деформации от вышеописанного варианта являлась последовательность установки стержней относительно сторон основной дуги и корригирующих маневров при исправлении

деформации. После установки транспедикулярных опорных элементов металлоконструкции осуществляли HALO - тибиальное вытяжение (рис. 15А). Первый стержень, изогнутый по физиологическим изгибам, последовательно фиксировали в опорных элементах металлоконструкции по выпуклой стороне деформации, одновременно осуществляя коррекцию кифотического и сколиотического компонентов деформации путем непосредственного прямого давления на вершину основной дуги, трансляционного маневра и сегментарной компрессии (рис. 15Б, В). После этого укладывали второй стержень, изогнутый по физиологическим изгибам, в опорные элементы металлоконструкции с противоположной стороны и выполняли окончательную коррекцию за счет сегментарной дистракции (рис. 15Г).



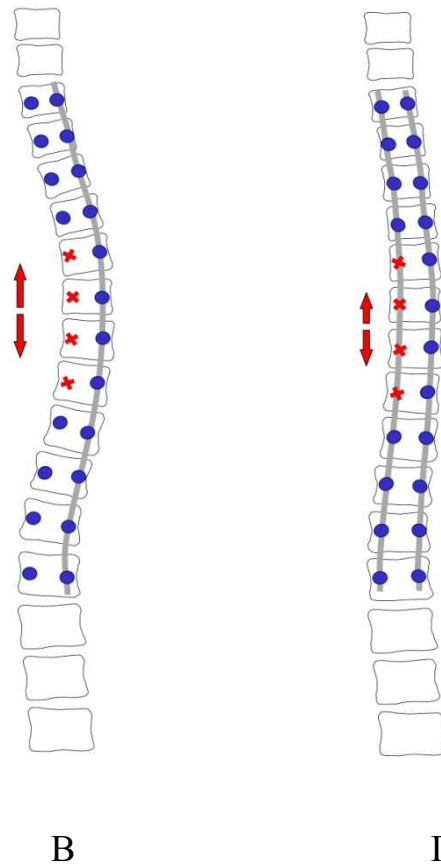


Рисунок 15 А – схема позвоночника при идиопатическом грудном сколиозе, Б – схема расположения транспедикулярных опорных элементов на протяжении дуги деформации позвоночника, установки стержня по выпуклой стороне искривления позвоночника и выполнение прямого давления на вершину деформации и сегментарной контракции вдоль стержня, В – схема состояния позвоночника после выполненных манипуляций, Г - схема установки стержня с противоположной стороны деформации и сегментарной дистракции вдоль него

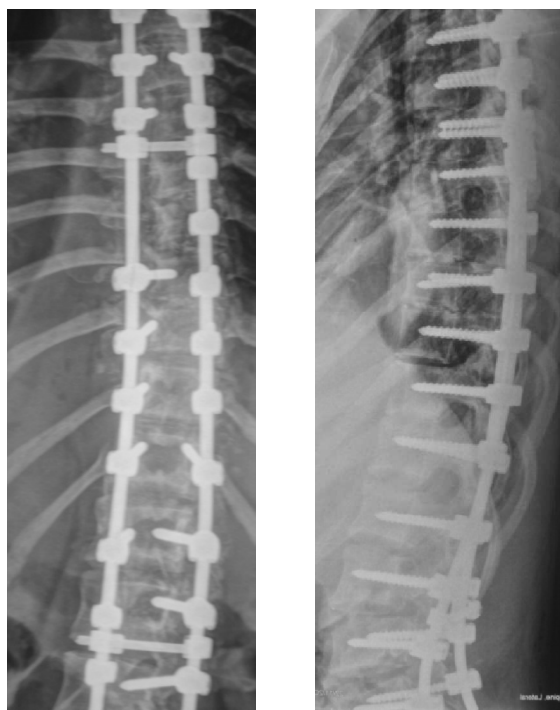
Завершали операцию выполнением дорсального спондилодеза аутокостью вдоль металлоконструкции (рис. 16А,Б, рис.17А,Б).



А

Б

Рисунок 16. Больная Р. 16 лет. Идиопатический сколиоз грудного отдела позвоночника IV степени, (тип Lenke 1 CNT). (сколиотический компонент 76° , кифотический компонент 15° , лордоз 20°). А - фронтальная спондилограмма. Б - сагиттальная спондилограмма.



А

Б

Рисунок 17. Больная Р. 16 лет, после хирургической коррекции деформации позвоночника. Величина сколиотической дуги составила 9° , кифоз 18° , лордоз 23° .

А - фронтальная спондилограмма. Б - сагиттальная спондилограмма

На указанный способ подана заявка на изобретение РФ (№2016137602 / 059332 от 20.09.2016).

3.7. Особенность мобилизирующих вмешательств на передних отделах позвоночника при тяжелых и ригидных формах сколиотической деформации грудной локализации

Мобилизирующие операции выполняли 40 пациентам (третьей и четвертой группы), под эндотрахеальным наркозом в положении пациента на боку вогнутой стороны искривления с расположением валика под вершиной дуги деформации. Особенностью проведения этого этапа операции являлась фиксация пациента на операционном столе в положении на боку. Для достижения стабильного положения больного на боку использовали трехточечную систему упоров: сзади

упоры устанавливали на уровне таза и лопаток, а спереди - в области мечевидного отростка грудины. Осуществляли разрез кожи в косом направлении от задней подмышечной линии до передней подмышечной линии по ходу ребра, соответствующего вершине деформации. После послойного разреза кожи и подкожной жировой клетчатки на протяжении доступа, участок ребра поднадкостнично резецировали и вскрывали плевральную полость с помощью тонких ножниц. Края раны разводили винтовым ранорасширителем. Легкое смещали к корню при помощи большой влажной салфетки и легочных лопаток. После адекватного доступа к переднебоковым отделам тел грудных позвонков, входящих в сколиотическую дугу, без перевязки сегментарных сосудов на 4-5 уровнях выполняли дискэпифизэктомию. Особенностью выполнения этого этапа вмешательства является полноценное удаление диска с пересечением передней продольной связки и достижением задней продольной связки. Сформировавшиеся пространства между телами позвонков на протяжении вершины дуги искривления заполняли крошкой аутокости из резецированного ребра и пластинками Surgical fibrilar. На область удаленных дисков укладывали пластинки «Тахокомба». Контроль гемостаза. Плевральную полость дренировали системой «Aqua Seal» (24 френча). Рану послойно герметично зашивали узловатыми швами. Непрерывный шов ПЖК. Швы на кожу. Асептическая наклейка.

После этого ребёнка поворачивали на живот, устанавливали HALO-тибиальное вытяжение и осуществляли дорсальный этап хирургического вмешательства по описанным ранее методикам.

3.8. Трехэтапный вариант хирургической коррекции тяжелых и ригидных деформаций позвоночника по методике Ю.И. Поздника

После выше описанной дискэпифизэктомии, ребенок переворачивается на спину для наложения кранио-тибиального вытяжения. Особенностью этой операции является, то, что в проекции теменных бугров производится два разреза длиной 0,5 см. Гемостаз и скелетирование костей черепа электрокоагулятором. За

теменные бугры устанавливается краниальная скоба. Асептические повязки. Для осуществления этой манипуляции необходимо при себе иметь краниальную скобу (рис. 18), состоящую из полудуги с двумя винтовыми стержнями, погружная часть которых имеет заостренный, граненый конец длиной 3 мм с опорной площадкой, предохраняющей стержни от проникновения в полость черепа, и двух наружных ограничителей, несущих страховочную функцию (рис. 18).

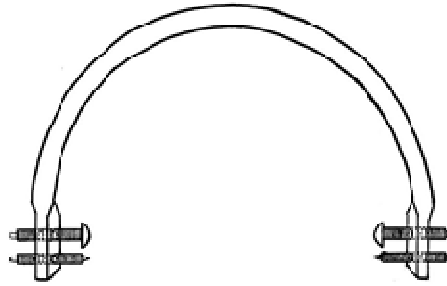


Рисунок 18. Краниальная скоба

После этого, через бугристости большеберцовых костей проводятся по одному винтовому стержню Шанца. Асептические повязки. Для осуществления данной манипуляции необходимо иметь два стержня Шанца (рис. 19).



Рисунок 19. Стержень Шанца

Таким образом, у пациента формируются три точки фиксации - одна краниальная и две каудальных, что в дальнейшем позволяет осуществлять тракцию.

Период скелетного вытяжения длится 12-14 дней и начинается через 2-3 дня после операции при удовлетворительном состоянии пациента. В первые пять-семь

дней нагрузка распределяется равномерно на все три точки и достигается к концу 30% от массы тела ребенка. В последующем нагрузка возрастает в основном за счет головной точки фиксации и достигает соотношения 1:1 между головным и каудальными элементами конструкции. Общая масса груза не должна превышать 45%-50% массы тела больного.

Завершающим этапом оперативного лечения является коррекция деформации задними металлоконструкциями.

Послеоперационный период включал раннюю реабилитацию оперированных больных: дыхательную гимнастику, массаж нижних и верхних конечностей, восстановительную лечебную физкультуру. Пациентов на 2-3-е сутки после операции вертикализировали на плоскости (вертикализирующие устройства), ставили на ноги на 3-4-е сутки после операций и выписывали для дальнейшего амбулаторного наблюдения на 14-15-е сутки.

ГЛАВА 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Изучены результаты хирургического лечения 80 больных с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника (Lenke 1) III-IV степени, в возрасте от 14 до 17 лет. Мальчиков было 12 (15%), девочек – 68 (85%).

4.1. Клиническое, неврологическое и функциональное исследование

Все пациенты во всех группах отмечали появление деформации позвоночника в возрасте 9–12 лет, а в течение последующих двух-трех лет в процессе роста и развития ребенка деформация прогрессировала. Основной пик быстрого усугубления деформации позвоночника приходился на пубертатный период.

Все пациенты предъявляли жалобы на наличие косметического дефекта; усталость после длительного нахождения в положении стоя или сидя, боли в области спины. При поступлении в стационар все пациенты предъявляли жалобы на боли в грудном отделе позвоночника на вершине сколиотической дуги, усиливающиеся после физических и статических нагрузок.

При клиническом осмотре спины во фронтальной плоскости у пациентов отмечались асимметрия высоты стояния надплечий и разная высота стояния углов лопаток. Разница высоты стояния надплечий и углов лопаток составила минимально 1,5 см, максимально – 6 см.

Асимметрия треугольника талии отмечена у всех пациентов, глубина составила от 3 см до 8 см. У всех пациентов отмечалась асимметрия ямок ромба Михаэлиса.

У всех больных с идиопатическим сколиозом грудной локализации реберный горб в области вершины деформации был острым, высота варьировала от 4 до 8 см. и включала в себя от 4 до 8 ребер.

Вершина основной сколиотической дуги приходилась на уровень 8-го грудного позвонка у 44 (55%) пациентов, на уровень 9-го грудного позвонка – у 28 (35%) пациентов и на уровне 10-го грудного позвонка – у 8 (10%) пациентов.

Абсолютная длина верхних и нижних конечностей у всех пациентов была одинаковая. Относительное укорочение одной нижней конечности было выявлено у 40 пациентов (третьи и четвертый группы) сколиотической дуги деформации, превышающей 80°.

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

$Ma3-4P3Ax2Me+$ – у 5 (6,7%) детей,

$Ma3-4P3Ax3Me+$ – у 70 (93,3%) детей.

У всех пациентов мужского пола формула полового развития была следующей – $Ax2-3P3L1V1F4-5$.

При клиническом осмотре ни у одного ребенка в процессе обследования не отмечалось неврологических нарушений, а также двигательных, чувствительных и вегетативных расстройств.

Результаты исследования дыхательной системы показали, что во всех группах наблюдений ЖЕЛ и МВЛ у 40 (50%) пациентов находилась в пределах возрастной нормы. Снижение возрастных показателей до 65% от нормы наблюдалось у 18 (22,5%) больных с грудным типом деформации и величиной основной дуги деформации свыше 100°. Снижение возрастных показателей до 70% от нормы наблюдалось у 22 (27,5%) больных с величиной основной дуги деформации свыше 80°.

При проведении ЭКГ синусовый ритм отмечался у 70 (87,5%) больных, синусовая брадикардия у 6 (7,5%) больных обнаружена, синусовая тахикардия – у 4 (5%) детей.

С начала обнаружения деформации позвоночника 75 (93,7%) детей носили корсет, занимались лечебной гимнастикой, проходили курсы массажа мышц

спины, физиотерапевтическое лечение и водные процедуры. Однако, несмотря на проводимые курсы консервативного лечения, в процессе роста и развития ребенка деформация прогрессировала, и особенно резко – с началом пубертатного периода. Остальным 5 (6,3%) пациентам до поступления в стационар консервативное лечение не проводили.

Таким образом, результаты клинических и неврологических исследований показали идентичность всех групп пациентов.

4.2. Характеристика группы и данные лучевых исследований пациентов до операции

Средний возраст больных во всех группах был одинаковым. У всех пациентов сколиотическая дуга имела правостороннюю направленность. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения анализированы в сроки от 1 года до 3 лет у всех больных.

Первую группу составили 20 (25%) пациентов. Все пациенты этой группы оперированы первым вариантом технологии коррекции. Угол сколиотической деформации от 40° до 79° (средний $54,8^{\circ} \pm 10,9^{\circ}$). Угол сколиотической дуги при наклоне в противоположенную сторону от 17° до 61° (средний $33,9^{\circ} \pm 11,6^{\circ}$), мобильность 36,7%; (18,2%-63,8%). Кифотический угол составил от 4° до 50° (средний $20,3^{\circ} \pm 11,8^{\circ}$), угол лордоза составил от 15° до 54° в среднем $31,7^{\circ} \pm 12,1^{\circ}$. Ротация апикального позвонка составил от $10,4^{\circ}$ до $31,4^{\circ}$ (в среднем $18,8^{\circ} \pm 4,2^{\circ}$).

Вторую группу составили 20 (25%) пациентов. Все пациенты этой группы оперированы вторым вариантом технологии коррекции. Угол сколиотической деформации от 51° до 79° (средний $64,4^{\circ} \pm 9,9^{\circ}$). Угол сколиотической дуги при наклоне в противоположенную сторону от 30° до 60° (средний $42,0^{\circ} \pm 9,2^{\circ}$), мобильность 35,2%; (17,8%-48,5%). Кифотический угол составил от 7° до 40° (средний $18,9^{\circ} \pm 8,2^{\circ}$), угол лордоза составили от 20° до 50° в среднем $29,1^{\circ} \pm 8,5^{\circ}$. Ротация апикального позвонка составил от $18,1^{\circ}$ до $31,0^{\circ}$ (средний $21,4^{\circ} \pm 2,6^{\circ}$).

Третью группу составили 20 (25%) пациентов. Всем пациентам этой группы оперативное вмешательство выполнено из переднебокового доступа дискэпифизэктомия на 4-5 уровнях на вершине дуги в сочетании с корпородезом, дорсальный этап коррекции выполнено первым вариантом технологии. Угол сколиотической деформации от 80° до 114° (средний $92,6^{\circ} \pm 10,0^{\circ}$). Угол сколиотической дуги при наклоне в противоположенную сторону от 62° до 110° (средний $80,3^{\circ} \pm 13,6^{\circ}$), мобильность 15,0%; (3,5%-22,5%). Кифотический угол составил от 15° до 66° (средний $37,2^{\circ} \pm 15,4^{\circ}$), угол лордоза составил от 10° до 57° в среднем $36,9^{\circ} \pm 12,7^{\circ}$. Ротация апикального позвонка составила от $23,0^{\circ}$ до $41,8^{\circ}$ (средний $32,0^{\circ} \pm 4,0^{\circ}$).

Четвертую группу составили 20 (25%) пациентов. Всем пациентам этой группы оперативное вмешательство выполнено из переднебокового доступа дискэпифизэктомия на 4-5 уровнях на вершине дуги в сочетании с корпородезом, дорсальный этап коррекции выполнено вторым вариантом технологии. Угол сколиотической деформации от 80° до 148° (средний $104,5^{\circ} \pm 18,1^{\circ}$). Угол сколиотической дуги при наклоне в противоположенную сторону от 60° до 140° (средний $94,7^{\circ} \pm 19,4^{\circ}$), мобильность 8,4%; (0,0%-29,4%). Кифотический угол составил от 10° до 92° (средний $43,3^{\circ} \pm 24,3^{\circ}$), угол лордоза составили от 13° до 74° в среднем $40,8^{\circ} \pm 15,4^{\circ}$. Ротация апикального позвонка составила от 25° до $59,7^{\circ}$ (средний $37,0^{\circ} \pm 9,0^{\circ}$).

4.3. Анатомо-антропометрические показатели позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника по данным компьютерной томографии и системы компьютерной навигации

Компьютерно - томографическое исследование было выполнено всем пациентам в грудном и поясничном отделах позвоночника. Определяли анатомо-антропометрические параметры каждого позвонка, входящего в сколиотическую дугу, – диаметр корней дуг по выпуклой (справа) и вогнутой (слева) сторонам деформации с использованием навигационной системы (табл. 4).

Анатомо-антропометрические данные позвонков по результатам КТ исследования
пациентов во всех группах (n=80)

	Выпуклая сторона деформации (справа)		Вогнутая сторона деформации (слева)	
	продольный диаметр, мм	поперечный диаметр дуг, мм	продольный диаметр, мм	поперечный диаметр дуг, мм
Th3	8,6 $\pm$ 0,5 (4,7-11,6)	4,8 $\pm$ 0,7 (3,9-6,5)	9,7 $\pm$ 0,5 (7,1-12,3)	4,8 $\pm$ 0,7 (4,2-5,7)
Th4	9,2 $\pm$ 0,5 (5,8-12,7)	5,0 $\pm$ 0,6 (3,8-6,7)	9,7 $\pm$ 0,5 (7,2-12,5)	5,0 $\pm$ 0,7 (4,5-6,0)
Th5	9,4 $\pm$ 0,5 (6,8-13,4)	5,2 $\pm$ 0,7 (3,9-6,6)	9,7 $\pm$ 0,5 (7,2-11,7)	5,2 $\pm$ 0,7 (4,0-6,4)
Th6	9,2 $\pm$ 0,3 (6,4-12,9)	4,8 $\pm$ 0,4 (4,0-7,6)	10,2 $\pm$ 0,2 (8,4-12,8)	4,5 $\pm$ 0,6 (3,9-6,0)
Th7	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)
Th8	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)	4,0 $\pm$ 1 (1,2-6,8)
Th9	10,3 $\pm$ 0,4 (7,9-11,7)	5,3 $\pm$ 0,6 (4,0-9,3)	11,1 $\pm$ 0,9 (9,5-12,4)	4,5 $\pm$ 0,5 (1,7-7,4)
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	13,7 $\pm$ 1,4 (10,4-18,5)	7,3 $\pm$ 1,0 (5,2-9,0)	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)	8,5 $\pm$ 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 $\pm$ 1,3 (8,9-17,2)	6,9 $\pm$ 1,4 (4,9-9,1)	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)	12,7 $\pm$ 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 (8,7-16,5)	10,2 $\pm$ 2,6 (8,5-13,6)	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 (11,6-14,7)	10,6 $\pm$ 2,3 (9,5-15,6)	11,8 $\pm$ 2,7 (10,4-13,7)

У пациентов второй и четвертой группы минимальный поперечный диаметр корня дуги в грудном отделе по вогнутой (слева) стороне в апикальных и периапикальных позвонках составил 1,2 мм, продольный диаметр корня дуги был 5,0 мм.

У остальных пациентов (первой и третьей группы) минимальный поперечный размер корня дуги на вершине сколиотической деформации по вогнутой (слева) стороне составил 4 мм, продольный размер корня дуги 10,2 мм.

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

Таким образом, использование КТ исследования позвоночного столба, изучение данных при помощи навигационной системы позволило уточнить анатомо-антропометрические особенности позвонков в дуге искривления у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации. Это способствовало рациональному предоперационному планированию при выборе позвонков для установки транспедикулярных опорных элементов металлоконструкции, протяженности фиксации с целью индивидуального подхода к варианту хирургической коррекции сколиотической деформации.

4.4. Магнитно-резонансная томография

Всем пациентам во всех 4-х группах была проведена магнитно-резонансная томография. В результате обследования ни у одного из больных не было диагностировано anomalies развития позвоночного канала и спинного мозга. У пациентов во всех группах ликворные пространства не деформированы, ликвородинамика не нарушена. Спинной мозг смещен к латеральным отделам дурального мешка соответственно дуге сколиоза, не деформирован, участки патологически измененного сигнала в веществе спинного мозга не определяются. Паравертебральные мягкие ткани не изменены. Корешки свободны. Центральный канал не расширен. Конус спинного мозга располагался на уровне L1, признаков фиксации не определялось. Таким образом, МРТ исследование исключало

патологию со стороны позвоночного канала и спинного мозга у всех пациентов во всех группах.

4.5 Характеристика результатов хирургической коррекции деформаций позвоночника с применением транспедикулярной фиксации

В первой группе после оперативного вмешательства основной угол сколиотической деформации позвоночника составил $4^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$; (0° - $13,0^{\circ}$); процент коррекции составил $92,1 \pm 7,1\%$. Угол кифоза составил $20,6^{\circ} \pm 7,2^{\circ}$, угол лордоза составила $25,2^{\circ} \pm 6,4^{\circ}$. Ротация апикального позвонка составила $5,0^{\circ} \pm 1,3^{\circ}$; ($4,0^{\circ}$ - $10,0^{\circ}$); процент деротации составил $65,9\% \pm 9,5\%$. Протяженность металлоконструкции $11 \pm 0,7$; (10-12) позвонков (табл. 5). Количество транспедикулярных опорных элементов на одного пациента варьировала от 20 до 24, в среднем по 21 винту. Через 12 месяцев после оперативного лечения величина сколиотической дуги составило 4° ; ($0,0^{\circ}$ - $14,0^{\circ}$). Кифотический угол составил $21,1^{\circ} \pm 6,7^{\circ}$, угол лордоза составили $25,7^{\circ} \pm 6,6^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол сколиоза составил 7° (0° - 16°), угол кифоза $21,4^{\circ} \pm 6,5^{\circ}$, угол лордоза $26,9^{\circ} \pm 7,0^{\circ}$.

Таблица 5

Протяженность фиксации металлоконструкции у пациентов первой группы

Краниальный уровень фиксации		Каудальный уровень фиксации	
позвонки	Количество больных (процент)	позвонки	Количество больных (процент)
Th3	0	L2	11 (55%)
Th4	5 (25%)	L3	9 (45%)
Th5	15 (75%)	L4	0

В таблице (6) данные представлены в виде: «Среднее $\pm$ Стандартное отклонение» – для однородных данных, или «Медиана; [интервал размаха выборки]» – для неоднородных.

Таблица 6

Основные описательные статистические данные для показателей первой группы

	До операции	После операции	Через 1 год	Через 3 года
Угол сколиоза стоя, °	54,8±10,9	0[0,0;13,0]	4,0[0,0;14,0]	7,0[0,0;16,0]
Угол сколиоза с наклоном, °	33,9±11,6			
Мобильность, %	36,7[18,2;63,8]			
Ротация апикального позвонка, °	18,8[10,4;31,4]	5,0(4,0;10,0)		
Угол кифоза, °	20,3±11,8	20,6±7,2	21,1±6,7	21,4±6,5
Угол лордоза, °	31,7±12,1	25,2±6,4	25,7±6,6	26,9±7,0
Коррекция сколиоза, %		92,1±7,1	91,2±6,3	90,0±8,5
Деротация апикального позвонка, %		65,9±9,5		
Протяженность металлоконструкции, позвонков	11±0,7			

Представлена гистограмма распределения углов сколиоза по Коббу среди больных 1 группы до и после операции (рис. 20).

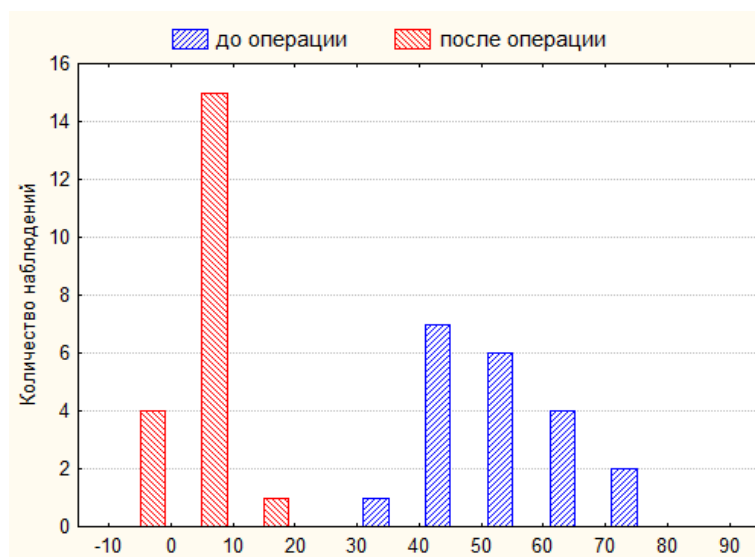


Рисунок 20. Гистограмма углов сколиоза больных в первой группе до и после операции

Во второй группе после оперативного вмешательства угол сколиотической деформации позвоночника составил $10,5^{\circ} \pm 3,1^{\circ}$; ($6,0^{\circ}$ - $19,0^{\circ}$); процент коррекции составил $81,8 \pm 6,3\%$. Угол кифоза составил $23,4^{\circ} \pm 5,1^{\circ}$, угол лордоза составила $28,2^{\circ} \pm 3,8^{\circ}$. Ротация апикального позвонка составила $17,0^{\circ} \pm 1,9^{\circ}$; ($14,0^{\circ}$ - $24,0^{\circ}$); процент деротации составил $23,2 \pm 4,3\%$. Протяженность металлоконструкции $11 \pm 0,7$; (10-12), позвонков (табл. 7). Количество транспедикулярных опорных элементов на одного пациента варьировало от 15 до 22, в среднем по 18 винтов. Через двенадцать месяцев после оперативного лечения величина сколиотической дуги составила $11,5^{\circ}$; ($7,0^{\circ}$ - $20,0^{\circ}$). Кифотический угол составил $23,0^{\circ} \pm 7,0^{\circ}$, угол лордоза составил $27,3^{\circ} \pm 5,4^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол сколиоза составил $13,0^{\circ}$; ($8,0^{\circ}$ - $23,0^{\circ}$), угол кифоза $21,9^{\circ} \pm 6,6^{\circ}$, угол лордоза $27,7^{\circ} \pm 5,6^{\circ}$.

Таблица 7

Протяженность фиксации металлоконструкции у пациентов второй группы

Краниальный уровень фиксации		Каудальный уровень фиксации	
позвонки	Количество больных (процент)	позвонки	Количество больных (процент)
Th3	0	L2	11 (55%)
Th4	7 (35%)	L3	9 (45%)
Th5	13 (65%)	L4	0

В таблице (8) данные представлены в виде: «Среднее $\pm$ Стандартное отклонение» – для однородных данных, или «Медиана; [интервал размаха выборки]» – для неоднородных.

Таблица 8

Основные описательные статистические данные для показателей второй группы

	До операции	После операции	Через 1 год	Через 3 года
Угол сколиоза стоя, °	64,4±9,9	10,5[6,0;19,0]	11,5[7,0;20,0]	13,0[8,0;23,0]
Угол сколиоза с наклоном, °	42,0±9,2			
Мобильность, %	35,2[17,8;48,5]			
Ротация апикального позвонка, °	21,4[18,1;31,0]	17,0[14,0;24,0]		
Угол кифоза, °	18,9±8,2	23,4±5,1	23,0±7,0	21,9±6,6
Угол лордоза, °	29,1±8,5	28,2±3,8	27,3±5,4	27,7±5,6
Коррекция сколиоза, %		81,8±6,3	80,1±6,6	78,2±7,0
Деротация апикального позвонка, %		23,2±4,3		
Протяженность металлоконструкции, позвонков	11±0,7			

На рисунке (21) представлена гистограмма распределения углов сколиоза по Коббу среди больных 2 группы до и после операции.

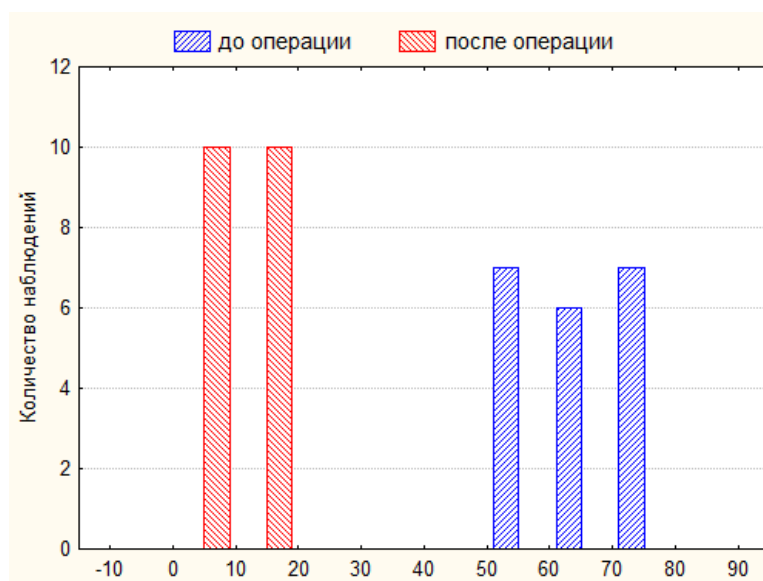


Рисунок 21. Гистограмма углов сколиоза больных в второй группы до и после операции

В третьей группе после оперативного вмешательства угол сколиотической деформации позвоночника составил $19,0^{\circ} \pm 6,2^{\circ}$; ($7,0^{\circ}$ - $40,0^{\circ}$); процент коррекции составил $78,1 \pm 7,7\%$. Угол кифоза составил $28,0^{\circ} \pm 7,1^{\circ}$, угол лордоза составил $32,5^{\circ} \pm 8,3^{\circ}$. Ротация апикального позвонка составила $16,0^{\circ} \pm 4,9^{\circ}$; ($10,0^{\circ}$ - $42,0^{\circ}$); процент деротации составил $46,3 \pm 11,9\%$. Протяженность металлоконструкции $12 \pm 0,7$; [10-13], позвонков (табл. 9). Количество транспедикулярных опорных элементов на одного пациента варьировало от 20 до 26, в среднем по 24 винта. Через двенадцать месяцев после хирургического вмешательства величина сколиотической дуги составил $21,0^{\circ}$; ($10,0^{\circ}$ - $38,0^{\circ}$). Кифотический угол составил $26,5^{\circ} \pm 10,6^{\circ}$, угол лордоза составили $32,3^{\circ} \pm 10,8^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол сколиоза составил $23,0^{\circ}$; ($10,0^{\circ}$ - $42,0^{\circ}$), угол кифоза $26,8^{\circ} \pm 9,5^{\circ}$, угол лордоза $31,6^{\circ} \pm 11,2^{\circ}$.

Таблица 9

Протяженность фиксации металлоконструкции у пациентов третьей группы

Краниальный уровень фиксации		Каудальный уровень фиксации	
позвонки	Количество больных (процент)	позвонки	Количество больных (процент)
Th3	0	L2	4 (20%)
Th4	11 (55%)	L3	11 (55%)
Th5	9 (45%)	L4	5 (25%)

В таблице (10) данные представлены в виде: «Среднее $\pm$ Стандартное отклонение» – для однородных данных, или «Медиана; [интервал размаха выборки]» – для неоднородных.

Таблица 10

Основные описательные статистические данные для показателей третьей группы

	До операции	После операции	Через 1 год	Через 3 года
Угол сколиоза стоя, °	92,6±10,0	19,0[7,0;40,0]	21,0[10,0;38,0]	23,0[10,0;42,0]
Угол сколиоза с наклоном, °	80,3±13,6			
Мобильность, %	15,0[3,5;22,5]			
Ротация апикального позвонка, °	32,0[23,0;41,8]	16,0[10,0;42,0]		
Угол кифоза, °	37,2±15,4	28,0±7,1	26,5±10,6	26,8±9,5
Угол лордоза, °	36,9±12,7	32,5±8,3	32,3±10,8	31,6±11,2
Коррекция сколиоза, %		78,1±7,7	76,3±7,2	74,8±7,5
Деротация апикального позвонка, %		46,3±11,9		
Протяженность металлоконструкции, позвонков	12±0,7			

На рисунке (22) представлена гистограмма распределения углов сколиоза по Коббу среди больных 3 группы до и после операции.

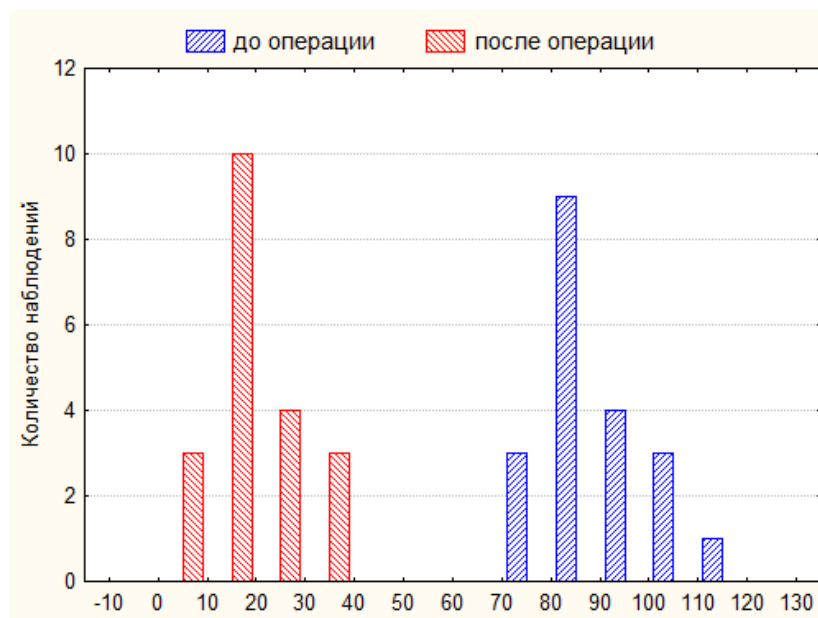


Рисунок 22. Гистограмма углов сколиоза больных в третьей группы до и после операции

В четвертой группе после оперативного вмешательства угол сколиотической деформации позвоночника составил $30,5^{\circ} \pm 10,3^{\circ}$; $[18,0^{\circ} - 67,0^{\circ}]$; процент коррекции составил $71,7 \pm 17,4\%$. Угол кифоза составила $30,2^{\circ} \pm 8,5^{\circ}$, угол лордоза составил $28,3^{\circ} \pm 6,5^{\circ}$. Ротация апикального позвонка составил $28,0^{\circ} \pm 4,7^{\circ}$; $(17,4^{\circ} - 48,0^{\circ})$; процент деротации составил $22,7 \pm 8,8\%$. Протяженность металлоконструкции $13 \pm 0,6$; (11-14), позвонков (табл. 11). Количество транспедикулярных опорных элементов на одного пациента варьировало от 18 до 25, в среднем по 20 винтов. Через двенадцать месяцев после хирургического вмешательства величина сколиотической дуги составил $36,5^{\circ}$; $(20,0^{\circ} - 72,0^{\circ})$. Кифотический угол составил $29,2^{\circ} \pm 8,6^{\circ}$, угол лордоза составили $26,8^{\circ} \pm 7,4^{\circ}$. Через три года наблюдения угол сколиоза составил $39,0^{\circ}$; $(20,0^{\circ} - 75,0^{\circ})$, угол кифоза $29,9^{\circ} \pm 9,5^{\circ}$, угол лордоза $27,4^{\circ} \pm 8,0^{\circ}$.

Таблица 11

Протяженность фиксации металлоконструкции у пациентов четвертой группы

Краниальный уровень фиксации		Каудальный уровень фиксации	
позвонки	Количество больных (процент)	позвонки	Количество больных (процент)
Th3	8 (40%)	L2	1 (5%)
Th4	11 (55%)	L3	11 (55%)
Th5	1 (5%)	L4	8 (40%)

В таблице (12) данные представлены в виде: «Среднее $\pm$ Стандартное отклонение» – для однородных данных, или «Медиана; [интервал размаха выборки]» – для неоднородных.

Таблица 12

Основные описательные статистические данные для показателей четвертой группы

	До операции	После операции	Через 1 год	Через 3 года
Угол сколиоза стоя, °	104,5±18,1	30,5[18,0;67,0]	36,5[20,0;72,0]	39,0[20,0;75,0]
Угол сколиоза с наклоном, °	94,7±19,4			
Мобильность, %	8,4[0,0;29,4]			
Ротация апикального позвонка, °	37,0[25,0;59,7]	28,0[17,4;48,0]		
Угол кифоза, °	43,3±24,3	30,2±8,5	29,2±8,6	29,9±9,5
Угол лордоза, °	40,8±15,4	28,3±6,5	26,8±7,4	27,4±8,0
Коррекция сколиоза, %		71,7±17,4	69,8±18,5	67,6±9,4
Деротация апикального позвонка, %		22,7±8,8		
Протяженность металлоконструкции, позвонков	13±0,6			

На рисунке 23 представлена гистограмма распределения углов сколиоза по Коббу среди больных 4 группы до и после операции.

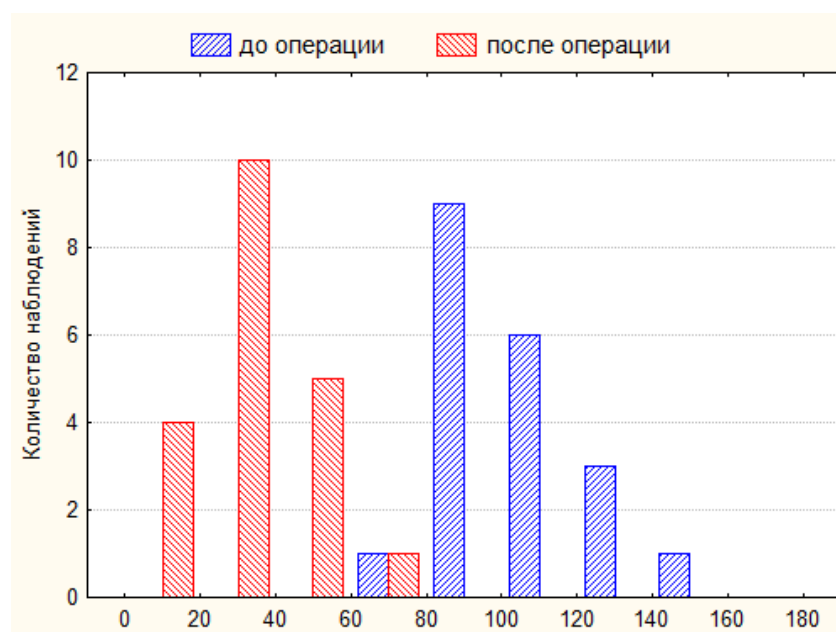


Рисунок 23. Гистограмма углов сколиоза больных в четвертой группы до и после операции

ГЛАВА 5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

В ходе исследования нами проведен сравнительный анализ ряда показателей лечения больных первой группы со второй, а также третьей группы с четвертой. Кроме этого, проведен сравнительный анализ результатов лечения всех четырех групп между собой.

5.1. Сравнительный анализ результатов оперативного лечения пациентов первой и второй группы

В первую группу вошли пациенты, которым транспедикулярные опорные элементы установлены на всем протяжении деформированного отдела позвоночника с двух сторон (вогнутой и выпуклой). Во вторую группу вошли больные, которым транспедикулярные винты не были установлены на протяжении двух и более позвонков с вогнутой стороны искривления на вершине основной дуги деформации в результате малых анатомических размеров основания дуг позвонков.

Сравнительному анализу результатов хирургического лечения на основании лучевых методов исследования подвергались значения таких показателей как: величина сколиотической деформации до и в отдаленные сроки после операции, величина деформации в сагиттальной плоскости (кифоз, лордоз), величина ротации апикального позвонка до и после операции, протяженность металлоконструкции (краниальный и каудальный уровень фиксации), количество транспедикулярных опорных элементов, установленные у каждого пациента.

В первой группе пациентов средняя величина сколиотической дуги (по Cobb) до оперативного вмешательства составила $54,8^{\circ} \pm 10,9^{\circ}$. При наклоне в противоположенную сторону («Bending test») основной дуги искривления угол сколиотической дуги составил $33,9^{\circ} \pm 11,6^{\circ}$, мобильность 36,7%. Средняя величина

угла сколиотической деформации после операции составила $4^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$ (коррекция составила $92,1\% \pm 7,1\%$). Через 12 месяцев после хирургического вмешательства величина сколиотической дуги составила $4^{\circ} \pm 3,5^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол сколиоза составил $7^{\circ} \pm 3,9^{\circ}$. Во второй группе сколиотическая дуга до оперативного вмешательства составила $64,4^{\circ} \pm 9,9^{\circ}$. При наклоне в противоположенную сторону («Bending test») основной дуги искривления угол сколиотической дуги составил $42,0^{\circ} \pm 9,2^{\circ}$, мобильность $35,2\%$. Средняя величина угла сколиотической деформации после операции составила $10,5^{\circ} \pm 3,1^{\circ}$ (коррекция составила $81,8\% \pm 6,3\%$). Через 12 месяцев после хирургического вмешательства величина сколиотической дуги составила $11,5^{\circ} \pm 3,2^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол сколиоза составил $13,0^{\circ} \pm 3,3^{\circ}$.

После операции сколиотическая дуга в первой группе меньше чем во второй группе, эта разница показана в статистическом расчете (тест Манна-Уитни, $P < 0,001$), (тест Вилкоксона, $P < 0,001$). Но при этом в обеих группах после операции сколиотическая дуга уменьшилась. При оценке мобильности сколиотической дуги деформации до операции в обеих группах статистических значимых различий отмечено не было. В отдаленном результате (через 3 года) в обеих группах потеря коррекции соответствовала величине погрешности измерения сколиотической дуги искривления.

На гистограммах показано распределения пациентов, сколиотическая дуга до и после операции, в каждой из двух исследуемых групп (рис. 24) очевидна статистическая значимость различий в каждой группе до и после операции: тест Манна-Уитни $P = 0,02$ и $P < 0,0001$, соответственно.

Группа 1

Группа 2

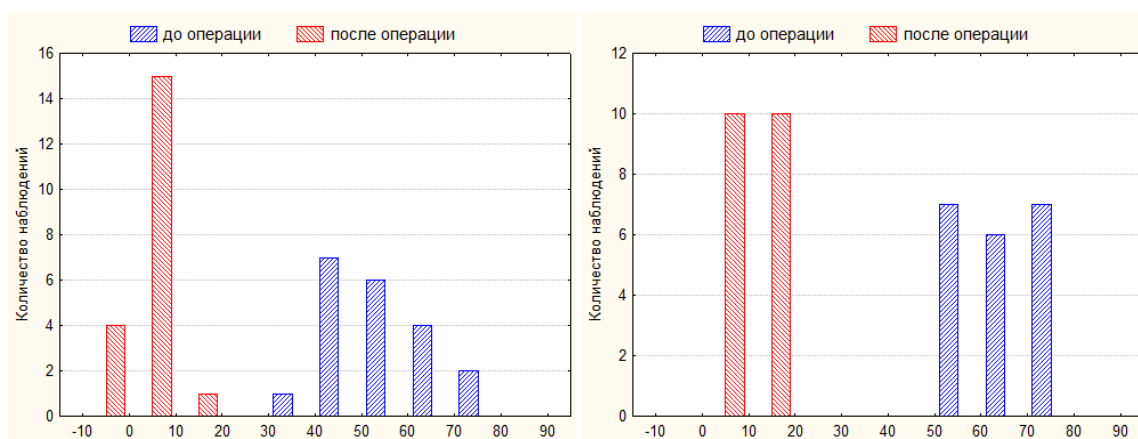


Рисунок 24. Совместные гистограммы углов сколиоза в 2 группах больных до и после операции.

Эту разницу также хорошо иллюстрируют диаграммы Тьюки «ящики с усами» (рис. 25).

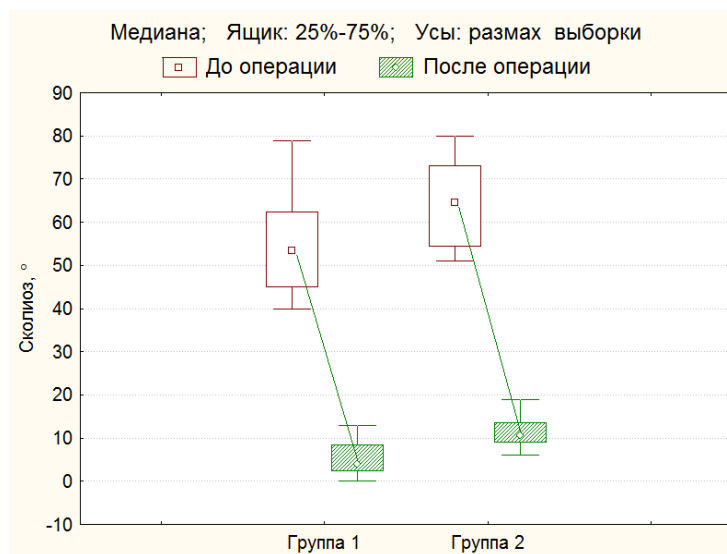


Рисунок 25. Совместная диаграмма ящиков с усами динамики углов сколиоза в 1 и 2 группах пациентов.

На рисунке показано, что в каждой группе до и после операции различия являются значимыми.

Изучая динамику величины деформации в сагиттальной плоскости отмечено, что в первой группе пациентов величина грудного кифоза (по Cobb) до операции колебалась от 4° до 50° (средняя величина $20,3^{\circ} \pm 11,8^{\circ}$), распределение пациентов по классификации L.Lenke представлено в таблице 13.

Таблица 13

Распределение пациентов по сагиттальному контуру грудного отдела позвоночника до операции

Сагиттальный модификатор (кифоз)	Пациенты	Всего
-	3	20
N	16	
+	1	

После оперативного вмешательства, по оценке Lenke все пациенты вошли в нормокифоз, угол грудного кифоза составил $20,6^{\circ} \pm 7,2^{\circ}$. Через 12 месяцев после хирургического вмешательства кифотический угол составил $21,1^{\circ} \pm 6,7^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол кифоза $21,4^{\circ} \pm 6,5^{\circ}$.

Величина поясничного лордоза до операции составила от 15° до 54° в среднем $31,7^{\circ} \pm 12,1^{\circ}$. После оперативного вмешательства угол поясничного лордоза составил $25,2^{\circ} \pm 6,4^{\circ}$. Через 12 месяцев после хирургического вмешательства угол лордоза составил $25,7^{\circ} \pm 6,6^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол лордоза $26,9^{\circ} \pm 7,0^{\circ}$.

Во второй группе пациентов угол грудного кифоза до операции варировал от 7° до 40° (средний $18,9^{\circ} \pm 8,2^{\circ}$), распределение пациентов по классификации L. Lenke представлено в таблице 14.

Таблица 14

Распределение пациентов по сагиттальному контуру грудного отдела позвоночника

Сагиттальный модификатор (кифоз)	Пациенты	Всего
-	1	20
N	19	
+	0	

После оперативного вмешательства, все пациенты вошли в нормокифоз, угол грудного кифоза составил $23,4^{\circ} \pm 5,1^{\circ}$. Через 12 месяцев после хирургического вмешательства кифотический угол составил $23,0^{\circ} \pm 7,0^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол кифоза $21,9^{\circ} \pm 6,6^{\circ}$.

Величина поясничного лордоза до операции составила от 20° до 50° , в среднем $29,1^{\circ} \pm 8,5^{\circ}$. После оперативного вмешательства угол поясничного лордоза составил $28,2^{\circ} \pm 3,8^{\circ}$. Через 12 месяцев после хирургического вмешательства угол лордоза составил $27,3^{\circ} \pm 5,4^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол лордоза $27,7^{\circ} \pm 5,6^{\circ}$.

Статистически значимые различия кифоза и лордоза в обеих группах пациентов только до и после операции: значимость различия по критерию Вилкоксона $P \geq 0,05$. У всех пациентов (в обеих группах) показатели кифоза и лордоза корригировались до нормы, согласно классификации Lenke. Схематичное изменение до и после операции сагиттального профиля в каждой группе изображено на рисунке 26А, Б. Различия кифоза и лордоза в обеих группах, в динамике (после операции, через 1 год, через 3 года) не меняется (статистически незначимо).

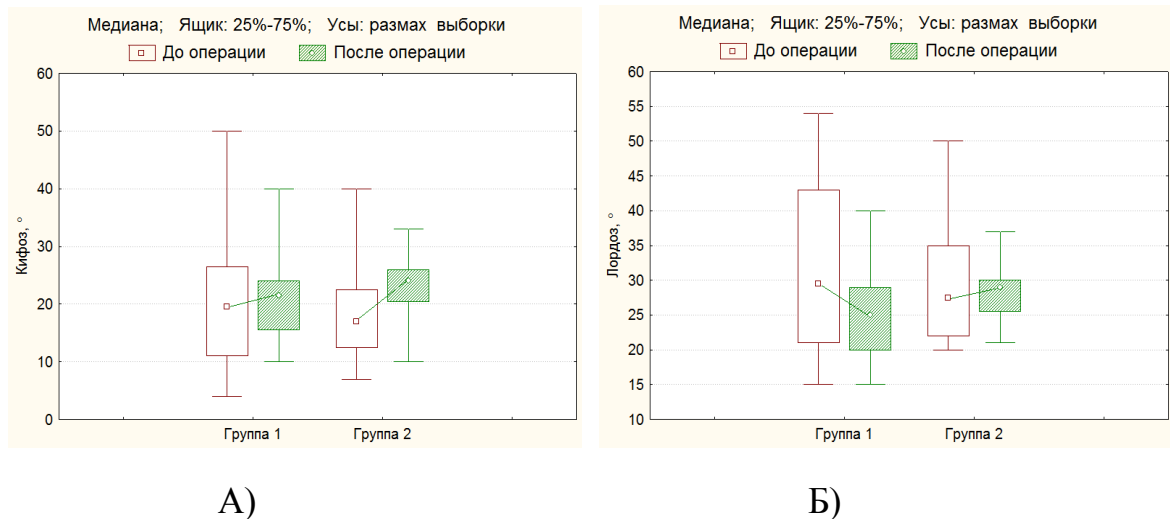


Рисунок 26. Совместные диаграммы динамики Тьюки «ящики с усами» в группах 1 и 2 до и после операции: А) кифоз и Б) лордоз.

Ротации апикального позвонка. В первой группе ротация апикального позвонка составила от $10,4^{\circ}$ до $31,4^{\circ}$ (средняя величина $18,8^{\circ} \pm 4,2^{\circ}$). Средняя величина ротации апикального позвонка после операции составила $5,0^{\circ} \pm 1,3^{\circ}$, таким образом, деротация составила $65,9\% \pm 9,5\%$. Во второй группе угол ротации апикального позвонка составил от $18,1^{\circ}$ до $31,0^{\circ}$ (в среднем $21,4^{\circ} \pm 2,6^{\circ}$). Средняя величина ротации апикального позвонка после операции составила $17,0^{\circ} \pm 1,9^{\circ}$, таким образом, величина деротация апикального позвонка составила $23,2\% \pm 4,3\%$.

Величина ротации апикального позвонка у пациентов первой группы после операции оказалась меньше по сравнению с показателями больных второй группы. Эта разница подтверждается статистическими данными (тест Вилкоксона: $P < 0,0001$). Однако, необходимо отметить, что в обеих группах после операции ротация значительно уменьшилась, это подтверждается критерием Манна-Уитни: $P = 0,008$ до операции, $P < 0,0001$ после операции. Эти различия иллюстрирует диаграмма Тьюки «ящиков с усами» (рис. 27).

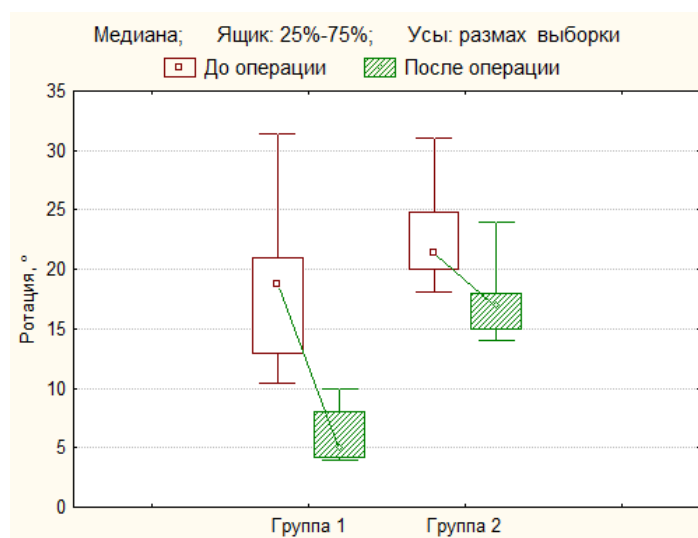


Рисунок 27. Совместная диаграмма ящиков с усами динамики углов ротации апикального позвонка в 1 и 2 группах пациентов.

На рисунке показано, что в каждой группе до и после операции имеются значимые различия ротации апикального позвонка.

При изучении протяженности металлоконструкции (краниальный и каудальный уровень фиксации), количества транспедикулярных опорных элементов на одного больного, обнаружены статистически значимые различия в исследуемых группах.

У пациентов в первой группе протяженность металлоконструкции варьировала от 10 до 12 (в среднем $11 \pm 0,7$) позвонков. Количество транспедикулярных опорных элементов на одного больного варьировало от 20 до 24 винтов, в среднем - 21.

У пациентов во второй группе протяженность металлоконструкции также варьировала от 10 до 12 (в среднем $11 \pm 0,7$) позвонков. Однако количество транспедикулярных опорных элементов на одного больного варьировало от 15 до 22 винтов, в среднем - 18.

При сравнении протяженности фиксации металлоконструкции (краниальный и каудальный уровень фиксации) в обеих группах она была одинакова, значимых различий выявлено не было.

При сравнении количества транспедикулярных опорных элементов на одного больного отмечены значимые различия $P \leq 0,05$, в первой группе у

пациентов установлено большее количество опорных элементов (в среднем 21 винт), по сравнению со второй группой (в среднем 18 винтов). Это объясняется тем, что у пациентов второй группы два и более транспедикулярных винта не были установлены с вогнутой стороны сколиотической дуги в результате малых анатомических размеров основания дуг позвонков.

5.2. Сравнительный анализ результатов оперативного лечения пациентов третьей и четвертой групп

Нами проведен сравнительный анализ таких же показателей лечения у больных третьей и четвертой группы, которым в ходе хирургического вмешательства дополнительно осуществлены мобилизирующие вмешательства на передних отделах основной дуги деформации позвоночника в виде дискэктомии на вершине основной дуги искривления в сочетании с корпородезом на 4-5 уровнях из переднебокового доступа. Дорсальная коррекция выполнена различными вариантами. Третью группу составили пациенты, которым транспедикулярные опорные элементы были установлены на всем протяжении деформированного отдела позвоночника с двух сторон (вогнутой и выпуклой). В четвертую группу вошли больные, которым транспедикулярные винты не были установлены на протяжении двух и более позвонков с вогнутой стороны деформации на вершине основной дуги искривления в результате малых анатомических размеров основания дуг позвонков.

Сравнительный анализ результатов хирургического лечения проводился на основании лучевых и статистических методов исследования.

Динамика сколиотической дуги деформации. В третьей группе средняя сколиотическая дуга до оперативного вмешательства составила $92,6^{\circ} \pm 10,0^{\circ}$. При наклоне в противоположенную сторону («Bending test») основной дуги искривления угол сколиотической дуги составил $80,3^{\circ} \pm 13,6^{\circ}$, мобильность 15,0%. Средняя величина угла сколиотической деформации после операции составила $19,0^{\circ} \pm 6,2^{\circ}$ (коррекция составила $78,1\% \pm 7,7\%$). Через 12 месяцев после

хирургического вмешательства величина сколиотической дуги составила $21,0^{\circ} \pm 5,9^{\circ}$. Через три года наблюдения угол сколиоза составил $23,0^{\circ} \pm 6,1^{\circ}$.

В четвертой группе сколиотическая дуга до оперативного вмешательства составила $104,5^{\circ} \pm 18,1^{\circ}$. При наклоне в противоположенную сторону («Bending test») основной дуги искривления угол сколиотической дуги деформации позвоночника составил $94,7^{\circ} \pm 19,4^{\circ}$, мобильность 8,4%. Средняя величина угла сколиотической деформации после операции составила $30,5^{\circ} \pm 10,3^{\circ}$ (коррекция составила 71,7% $\pm$ 17,4%). Через 12 месяцев после хирургического вмешательства величина сколиотической дуги составила $36,5^{\circ} \pm 10,5^{\circ}$. Через три года наблюдения угол сколиоза составил $39,0^{\circ} \pm 11,3^{\circ}$.

После операции сколиотическая дуга в третьей группе меньше чем в четвертой группе, эту разницу показывает в статистическом расчете (тест Манна-Уитни, $P < 0,03$), (тест Вилкоксона, $P < 0,001$). Однако, необходимо отметить, что в обеих группах после операции сколиотическая дуга уменьшилась. Мобильность сколиотической дуги до операции в третьей группе значимо больше чем в четвертой группе. В отдаленном результате (через 3 года) в обеих группах потеря коррекции деформации определялась величиной погрешности измерения сколиотической дуги.

На гистограммах распределения пациентов сколиотическая дуга до и после операции, в каждой из двух исследуемых групп (рис. 28) очевидна статистическая значимость различий в каждой группе до и после операции: тест Манна-Уитни: $P < 0,03$ до операции, $P < 0,0005$ после операции.

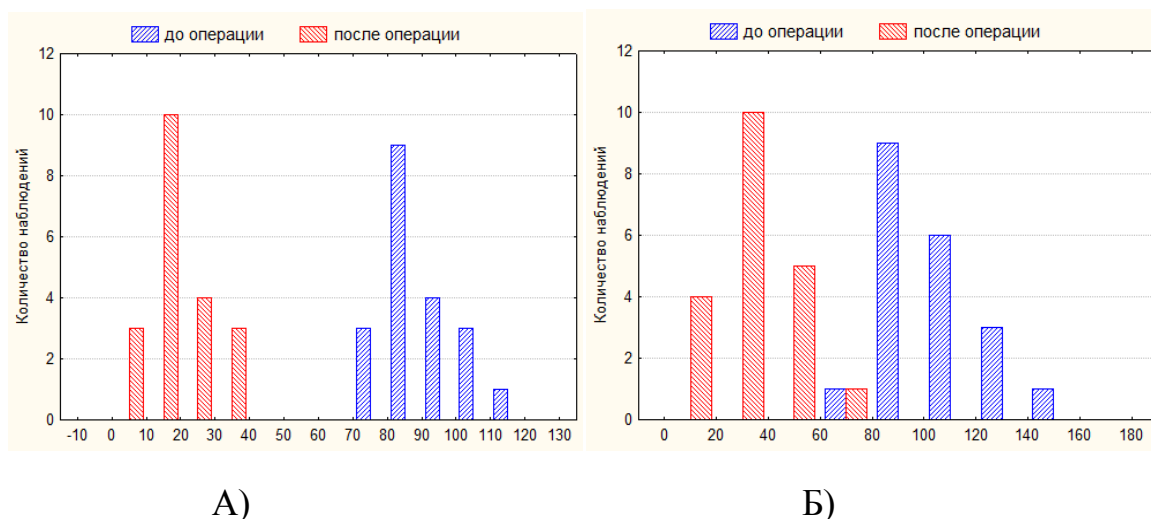


Рисунок 28. Совместные гистограммы углов сколиоза в 2-х группах больных до и после операции: А) 3-я группа и Б) 4-я группа.

Эту различия также хорошо иллюстрируют диаграммы Тьюки «ящики с усами» (рис. 29).

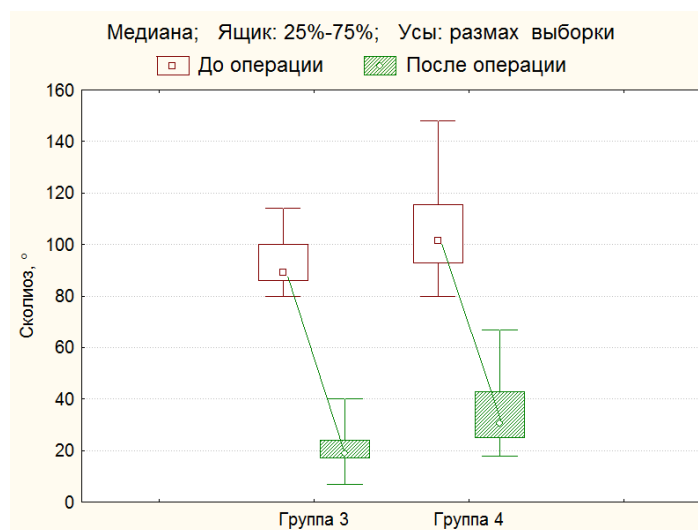


Рисунок 29. Совместная диаграмма ящиков с усами динамики углов сколиоза в 3 и 4 группах пациентов.

На рисунке показаны, что в каждой группе до и после операции различия являются значимыми (тест Вилкоксона: $P < 0,0001$).

Динамика величины деформации в сагиттальной плоскости. В третьей группе пациентов величина грудного кифоза до операции колебалась от 15° до 66° (средний $37,2^\circ \pm 15,4^\circ$), распределение пациентов по классификации L. Lenke представлено в таблице 15.

Таблица 15

Распределение больных по сагиттальному контуру грудного отдела позвоночника

Сагиттальный модификатор (кифоз)	Пациенты	Всего
-	0	20
N	15	
+	5	

После оперативного вмешательства, по оценке Lenke все пациенты вошли в нормокифоз, угол грудного кифоза в среднем составил $28,0^{\circ} \pm 7,1^{\circ}$. Через 12 месяцев после хирургического вмешательства кифотический угол составил $26,5^{\circ} \pm 10,6^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол кифоза $26,8^{\circ} \pm 9,5^{\circ}$.

Величина поясничного лордоза до операции составила от 10° до 57° в среднем $36,9^{\circ} \pm 12,7^{\circ}$. Поясничный лордоз после операции составил $32,5^{\circ} \pm 8,3^{\circ}$. После операции угол сколиотический и кифотический деформации у пациентов этих групп значительно уменьшились. Через 12 месяцев после хирургического вмешательства угол лордоза составил $32,3^{\circ} \pm 10,8^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол лордоза $31,6^{\circ} \pm 11,2^{\circ}$.

Из всех больных только у одного ребенка значение лордоза после операции не изменилось (не входит в рамки допустимого диапазона лордоза: от 15° до 50°). Ребенок А. 14 лет. Угол лордоза до операции был 10° , после операции также остался 10° . Это объясняется, что у этого ребенка сколиотическая дуга была ригидная (мобильность 3,5%). Также ротация апикального позвонка у этого ребенка была самый больше ротированный из всех больных. Сколиотическая дуга до оперативного вмешательства составила 114° , при наклоне в противоположенную сторону («Bending test») угол сколиотической дуги составил 110° , мобильность 3,5%. После операции угол сколиотической дуги составил 32° (коррекция составила 71,9%). Ротация апикального позвонка до операции

составила $41,8^\circ$, после операции $20,2^\circ$. Угол кифотический деформации до операции составил 50° , после операции 16° .

В четвертой группе угол грудного кифоза до операции варировал от 10° до 92° (средний $43,3^\circ \pm 24,3^\circ$), распределение пациентов по классификации L. Lenke представлено в таблице 16.

Таблица 16

Распределение пациентов по сагиттальному контуру грудного отдела позвоночника

Сагиттальный модификатор (кифоз)	Пациенты	Всего
-	0	20
N	14	
+	6	

После оперативного вмешательства угол грудного кифоза в среднем составил $30,2^\circ \pm 8,5^\circ$. Угол сколиоза и лордоза значительно уменьшились. Через 12 месяцев после хирургического вмешательства кифотический угол составил $29,2^\circ \pm 8,6^\circ$. Через 3 года наблюдения угол кифоза $29,9^\circ \pm 9,5^\circ$.

У всех больных, кроме одного пациента (Т. 15 лет.), показатели угла кифоза вошли в нормокифоз. Пациент Т. 15 лет. Угол кифоза до операции был 92° , после операции составил 47° , при этом после операции они значительно понизили значения кифотических углов до операции. Это можно расценивать как после операционной коррекция входит в погрешность измерения кифотической дуги.

Величина поясничного лордоза до операции составила от 13° до 74° в среднем $40,8^\circ \pm 15,4^\circ$. После оперативного вмешательства угол поясничного лордоза составил $28,3^\circ \pm 68,5^\circ$. Через 12 месяцев после хирургического вмешательства кифотический угол составил $29,2^\circ \pm 8,6^\circ$, угол лордоза составил

$26,8^{\circ} \pm 7,4^{\circ}$. Через 3 года наблюдения угол кифоза $29,9^{\circ} \pm 9,5^{\circ}$, угол лордоза $27,4^{\circ} \pm 8,0^{\circ}$.

Статистически значимые различия кифоза и лордоза в обеих группах пациентов только до и после операции: значимость различия по критерию Вилкоксона $P \geq 0,05$. У одного ребенка с третьей группы угол лордоза после операции не менялся (выше объяснено). У всех остальных пациентов кифоз и лордоз корригировались до нормы по классификации Lenke. Это иллюстрирует диаграмма Тьюки «ящичков с усами» (рис. 30А,Б). Различия кифоза и лордоза в обеих группах, в динамике (после операции, через 1 год, через 3 года) не меняется (статистически незначимо).

Различия кифоза и лордоза в обеих группах, в динамике (после операции, через 1 год, через 3 года) не меняется (статистически незначимо).

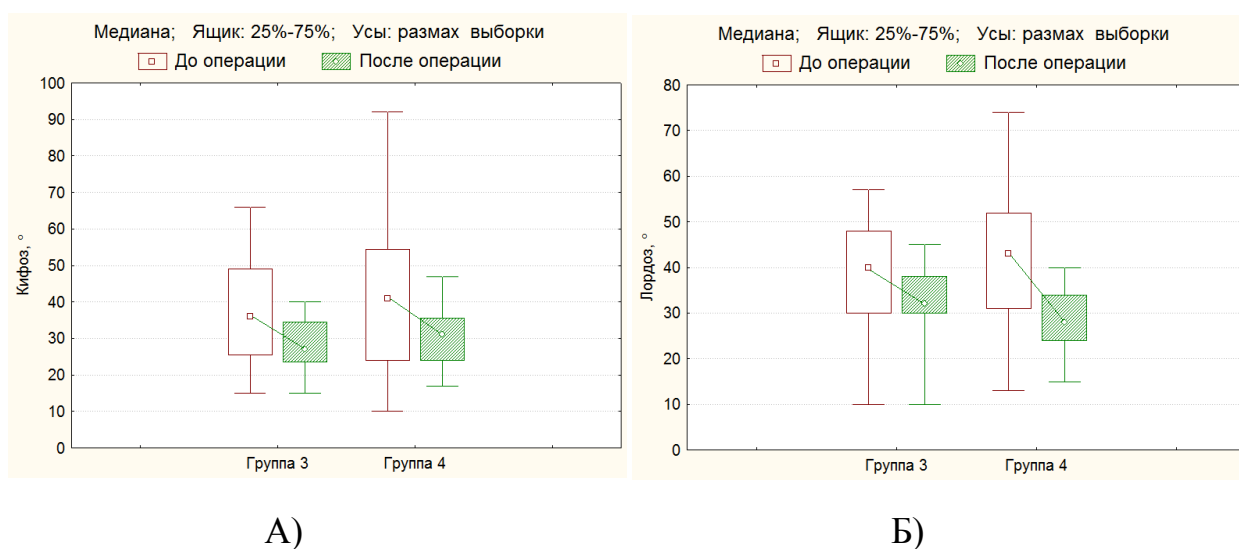


Рисунок 30. Совместные диаграммы динамики: А) кифоза и Б) лордоза в группах 3 и 4.

Ротация апикального позвонка. В третьей группе пациентов ротация апикального позвонка составила от $23,0^{\circ}$ до $41,8^{\circ}$ (средний $32,0^{\circ} \pm 4,0^{\circ}$). Средняя величина ротации апикального позвонка после операции составила $16,0^{\circ} \pm 4,9^{\circ}$ (деротация составила $46,3\% \pm 11,9\%$). В четвертой группе угол ротации

апикального позвонка составил от 25° до $59,7^{\circ}$ (средний $37,0^{\circ} \pm 9,0^{\circ}$). Средняя величина ротации апикального позвонка после операции составила $28,0^{\circ} \pm 4,7^{\circ}$ (деротация составила $22,7\% \pm 8,8\%$).

Различие между сравниваемыми группами до операции было статистически не значимо. Ротация апикального позвонка после операции в третьей группе значимо меньше чем в четвертой группе, эту разницу показывает в статистическом расчете тест Вилкоксона, $P < 0,0015$. Однако, необходимо отметить, что в обеих группах после операции ротация значимо уменьшилась, это подтверждается критерием Манна-Уитни, $P = 0,08$ и $P < 0,0006$, соответственно. Эти различия иллюстрирует диаграмма Тьюки «ящиков с усами» (рис. 31).

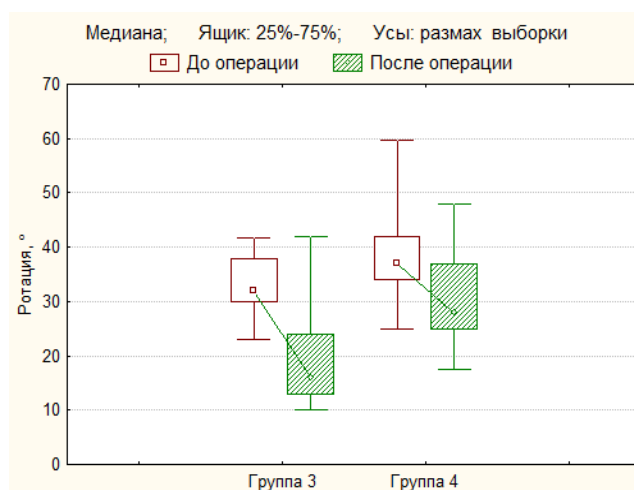


Рисунок 31. Совместная диаграмма ящиков с усами динамики углов ротации в 3 и 4 группах пациентов.

При сравнении протяженности металлоконструкции (краниальный и каудальный уровень фиксации) количество транспедикулярных опорных элементов, установленных одному больному, обнаружены статистические значимые различия в исследуемых группах.

У пациентов в третьей группы протяженность металлоконструкции варьировала от 10 до 13 (средний $12 \pm 0,7$) позвонков. Количество

транспедикулярных опорных элементов на одного больного составило от 20 до 26 винтов, в среднем - 24.

У пациентов в четвертой группе протяженность металлоконструкции варьировала от 11 до 14 (средний $13 \pm 0,6$) позвонков. Количество транспедикулярных опорных элементов на одного больного составило от 18 до 25 винтов, в среднем - 20.

При сравнении протяженности фиксации металлоконструкции (краниальный и каудальный уровень фиксации), количество транспедикулярных опорных элементов на одного больного отмечается значимые различия $P \leq 0,05$.

У пациентов третьей группы протяженность металлоконструкции в среднем 12 позвонков (краниальный уровень от Th4 до L4), в четвертой группе (протяженность металлоконструкции в среднем 13 позвонков, краниальный уровень от Th3 до L4). Количество транспедикулярных опорных элементов в третьей группе пациентов было больше (на одного больного в среднем 24 винта) по сравнению с больными четвертой группы (в среднем 20 винтов).

5.3. Сравнительный анализ результатов оперативного лечения пациентов четырех групп

В ходе работы также был проведен сравнительный анализ рентгенологических показателей и их динамики (угол сколиоза, угол кифоза, угол лордоза) больных всех четырех групп.

Все три показателя во всех 4-х группах были распределены однородно (тест Колмогорова-Смирнова, $p > 0,02$). Это, в частности, позволило применить однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), который показал следующее различие всех четырех групп в совокупности.

А) На диаграмме представлена динамика сколиотической деформации во всех 4 группах (рис. 32).

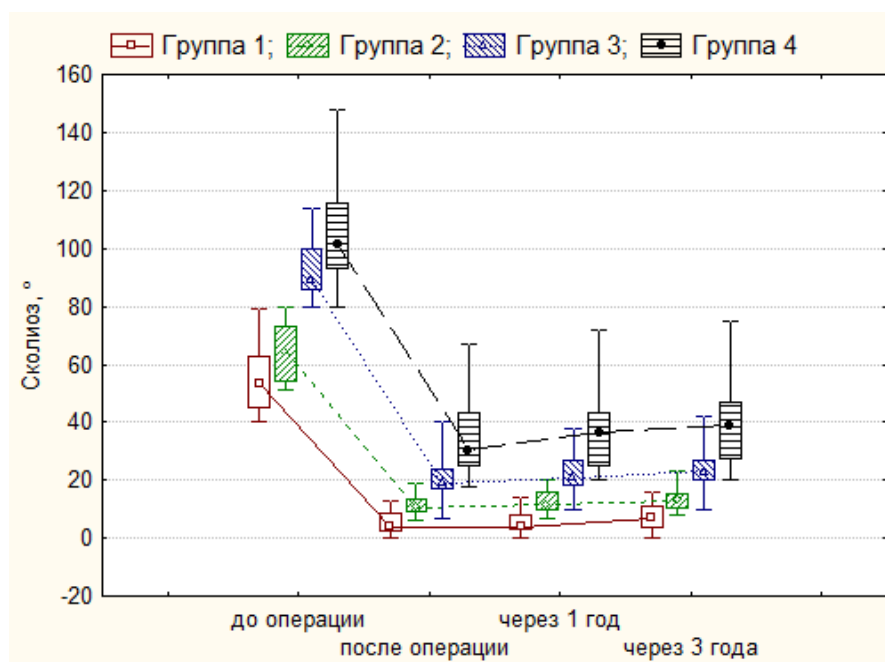


Рисунок 32. Совместная диаграмма «ящики с усами» динамики углов сколиоза для четырех исследуемых групп.

На рисунке различие сколиотической дуги статистически значимо только до и после операции в каждой группе. В динамике (в отдаленном периоде) потеря коррекции сколиотической дуги не наблюдается (статистически незначимо). Это говорит о стабильности коррекции сколиотической дуги в отдаленном периоде после операции.

Б) На диаграмме представлена динамика кифотической деформации во всех 4 группах (рис. 33).

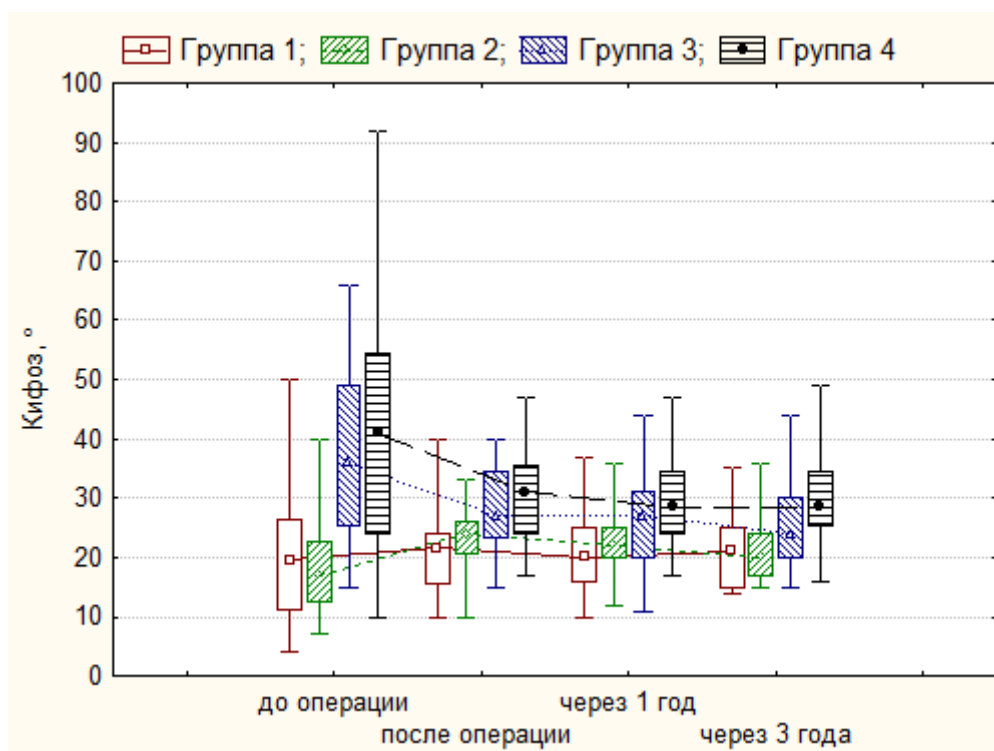


Рисунок 33. Совместная диаграмма «ящики с усами» динамики углов кифоза для четырех исследуемых групп.

На рисунке различие кифотической дуги статистически значимо только до и после операции в каждой группе. В динамике (в отдаленном периоде) кифотическая дуга не меняется (статистически незначимо). Потеря величины коррекции кифотической дуги искривления в отдаленном периоде после операции не наблюдалась.

В) На диаграмме представлен динамика лордоза во всех 4 группах (рис. 34).

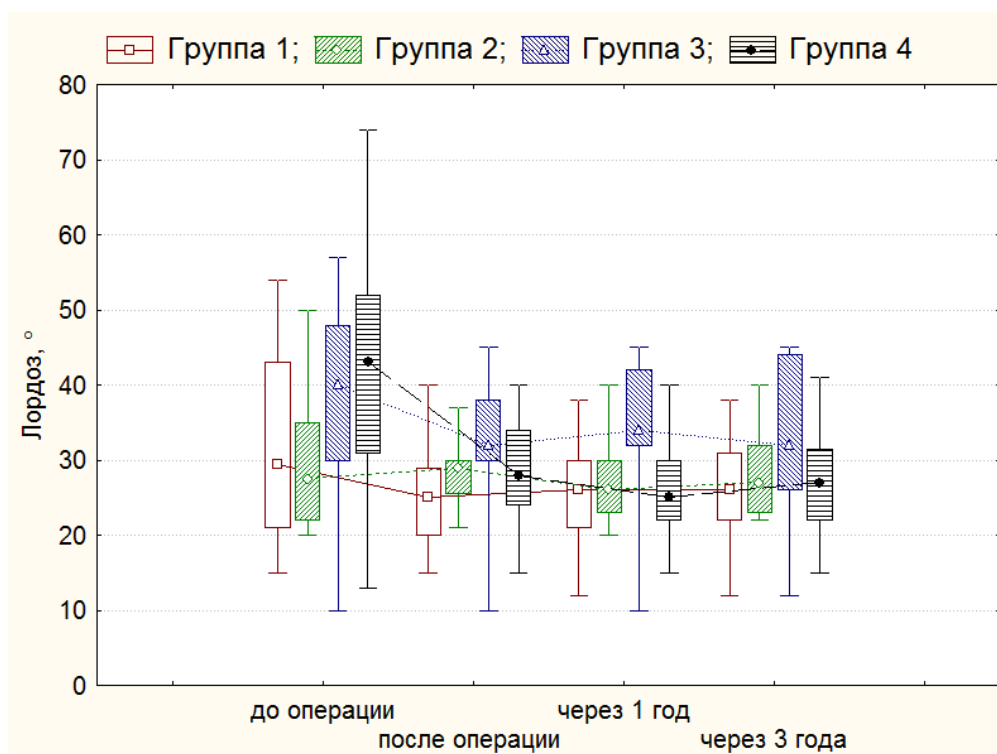


Рисунок 34. Совместная диаграмма «ящики с усами» динамики углов лордоза для четырех исследуемых групп.

На рисунке видно, что различие лордоза статистически значимо только до и после операции. В динамике угол лордоза не меняется (статистически незначимо). В отдаленном периоде после операции величина лордоза оставалась такой же, как и в раннем послеоперационном периоде.

Подробные результаты сравнений приведены в таблице 17.

Таблица 17

Результаты применения однофакторного дисперсионного анализа к сравнению 4 исследуемых групп пациентов в 4 временных точках (приведены значения нецентрального F-распределения и уровень значимости F-критерия)

Время наблюдения	Сколиоз	Кифоз	Лордоз
До операции	$F(3;76)=67,62; p<0,0001$	$F(3;76)=11,53; p<0,0001$	$F(3;76)=3,56; p=0,018$
После операции	$F(3;76)=46,52; p<0,0001$	$F(3;76)=7,60; p=0,0002$	$F(3;76)=4,33; p=0,007$
Через 1 год	$F(3;69)=45,07; p<0,0001$	$F(3;53)=2,98; p=0,039$	$F(3;53)=1,99; p=0,127$
Через 3 года	$F(3;69)=43,22; p<0,0001$	$F(3;53)=3,80; p=0,015$	$F(3;53)=0,97; p=0,415$

На диаграмме представлена совместная динамика до и после операции кифотических углов пациентов четырех групп (рис. 35). Два прямоугольника выделяют интервалы допустимых значений кифоза до и после операции: от 10° до 45° . Пунктиром выделена стационарная линия.

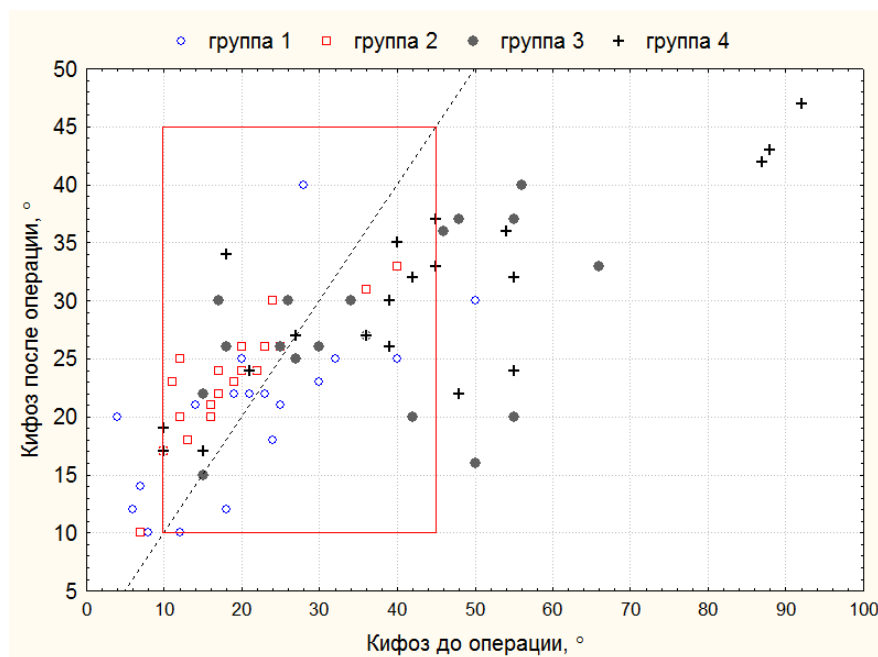


Рисунок 35. Совместная диаграмма рассеяния кифоза до и после операции среди больных всех четырех групп.

Из всех больных только у одного пациента из 4-ой группы значения кифоза после операции превышают рамки допустимого диапазона (пациент Т. 15 лет.), это можно расценивать как погрешность измерения кифотической дуги. При этом после операции кифоз значительно понизили значения кифотических углов до операции.

На следующей диаграмме таким же образом для тех же пациентов представлена динамика до и после операции углов лордоза (рис.36). Интервалы допустимых значений лордоза: от 15° до 50° .

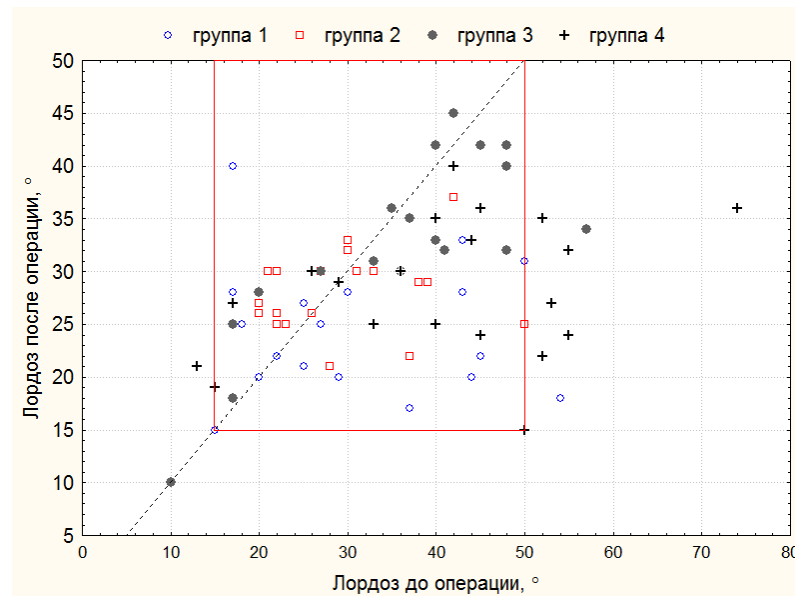


Рисунок 36. Совместная диаграмма рассеяния лордоза до и после операции среди больных всех четырех групп.

Из всех больных только у одного ребенка из 3-ей группы значения лордоза после операции не изменилось, не входит в рамки допустимого диапазона (Ребенок А. 14 лет.) ранее подробно описан (на странице 84).

Мобильность сколиотической дуги пациентов четырех групп и коррекция сколиотической дуги после операции на рис. 37.

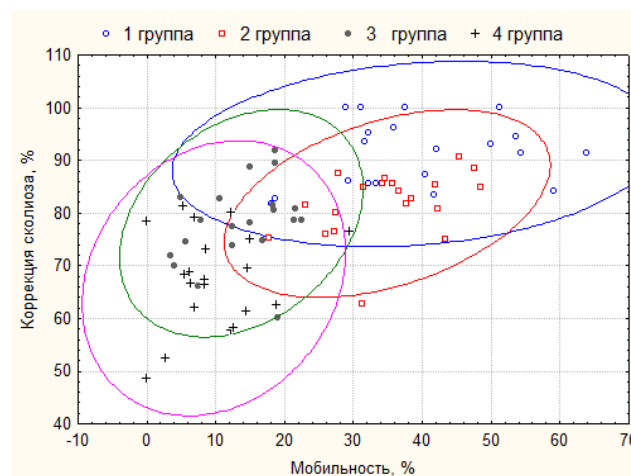


Рисунок 37. Диаграмма рассеяния мобильности и коррекции сколиоза с 95%-ми доверительными эллипсами для каждой группы.

Коэффициенты корреляции между мобильностью и коррекцией сколиоза в группах 1 - 4 незначимы: 0,18, 0,41, 0,30, 0,19, соответственно. Но в общей группе

корреляция значима: $r=0,65$, ($p<0,0001$ по критерию Стьюдента). Это означает, прежде всего, что в группах с меньшими номерами статистически значимо большими оказываются и значения до операционной мобильности, и степени коррекции сколиоза.

Заключение

Одной из часто встречающихся и тяжелых деформации позвоночника у детей является идиопатический сколиоз грудной локализации. При начальных степенях деформации позвоночника применяется консервативное лечение, при выраженных искривлениях методом выбора является хирургическое вмешательство. В последние годы при хирургическом лечении идиопатического сколиоза активно стали использоваться современные спинальные системы с транспедикулярными опорными элементами. При использовании транспедикулярных спинальных систем идеологический подход должен быть совершенно иной, чем в описанных классических принципах Котреля-Дюбуссе. Объясняется это различным воздействием на все три колонны позвоночного столба транспедикулярных винтов по сравнению с крючковыми или гибридными спинальными системами.

Всем больным на основании рентгенологических данных проведено предоперационное планирование с определением зон установки транспедикулярных опорных элементов в тела позвонков на протяжении дуги искривления, измеряли поперечные и продольные размеры корней дуг.

Учитывая установку транспедикулярных опорных элементов на протяжении основной дуги искривления, а также величину основной дуги, ее протяженность, мобильность, возраст ребенка разработаны различные варианты хирургической коррекции идиопатического сколиоза грудной локализации, заключающиеся в последовательности проведения хирургических манипуляций.

С учетом выраженности деформации позвоночника, как при третьей степени искривления, так и при грубых формах идиопатического сколиоза, необходимо применять весь комплекс оперативных вмешательств: мобилизующая дискэпифизэктомия, межтеловой спондилодез, Halo-тибиальное вытяжение, дорзальный спондилодез с коррекцией транспедикулярными спинальными системами. При крайне тяжелых формах идиопатического сколиоза следует разделять этапы во времени.

По нашим данным, при использовании транспедикулярных спинальных систем у больных всех четырех групп с идиопатическим сколиозом процент коррекции основных компонентов деформации (сколиоза, ротации апикальных позвонков, а также кифоза и лордоза) достаточно высок и потеря коррекции в отдаленном периоде незначительна (от 0 до 4%). Неврологических осложнений в послеоперационном периоде не отмечалось ни у одного пациента.

При сравнении (первой и второй группы) эффективности хирургической коррекции, в обеих группах пациенты были идентичные с точки зрения показателей возраста, пола, угла сколиотической дуги искривления и ее мобильности до хирургического лечения, ротации апикального позвонка, кифоза и лордоза до хирургического лечения. После выполнения хирургических вмешательств в обеих группах больных клинически и рентгенологически отмечалось улучшение или восстановление, близкой к физиологической норме, всех измеряемых показателей. Величина коррекции сколиотической деформации позвоночника у пациентов первой группы ($92,1 \pm 7,1\%$) была больше, чем во второй группе ($81,8 \pm 6,3\%$), это объясняется использованием двух опорных элементов, устанавливаемый в каждый позвонок (с вогнутой и выпуклой стороны), входящий в сколиотическую дугу. Одновременно с этим, необходимо подчеркнуть, что величина деротации апикального позвонка у пациентов первой группы ($65,9 \pm 9,5\%$) была значительно больше по сравнению с больными второй группы ($23,2 \pm 4,3\%$). Этот результат объяснялся применением системы VCM у больных первой группы с целью достижения истинного деротационного маневра тел позвонков на вершине основной дуги искривления. Величина коррекции кифоза и лордоза в обеих группах больных была одинакова, при этом клинически и рентгенологически отмечалось улучшение или восстановление до физиологической нормы.

При сравнении третьей и четвертой группы пациентов отмечались тяжелые и ригидные формы идиопатического сколиоза с идентичными показателями величины, мобильности искривления, ротации апикального позвонка до хирургического лечения. После выполнения мобилизирующих вмешательств на

передних отделах тел позвонков основной дуги деформации в сочетании с корпородезом на 4-5 уровнях из переднебокового подхода и дорсальной коррекции металлоконструкцией с транспедикулярными опорными элементами отмечалось, что величина коррекции сколиотической деформации позвоночника у пациентов третьей группы ($78,1 \pm 7,7\%$) была больше, чем в четвертой группе ($71,7 \pm 17,4\%$), это объясняется тем, что установленные транспедикулярные винты с двух сторон (вогнутой и выпуклой) деформированного отдела позвоночника усиливают воздействие на колонны позвоночного столба. Также необходимо подчеркнуть, что процент деротации апикального позвонка у больных третьей группы ($46,3 \pm 11,9\%$) был значительно больше по сравнению с пациентами четвертой группы ($22,7 \pm 8,8\%$). Этот результат объяснялся применением системы VCM у пациентов третьей группы с целью достижения истинного деротационного маневра тел позвонков на вершине основной дуги искривления. Величина коррекции кифоза и лордоза в обеих группах больных была одинакова, при этом клинически и рентгенологически отмечалось улучшение сагиттального профиля позвоночника в грудном отделе. Таким образом, величина коррекции сагиттального профиля позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации не зависела от вариантов хирургических технологий и последовательности манипуляций, применяемых в ходе операции.

Таким образом, оценка результатов лечения больных с идиопатическим сколиозом грудной локализации, которые оперированы с применением транспедикулярных спинальных систем, позволяет сделать вывод о возможности существенно улучшить исход коррекции основной дуги искривления. При выборе тактического варианта оперативного лечения у пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации необходимо учитывать анатомо-антропометрические особенности тел позвонков (размеры корней дуг позвонков), входящих в дугу искривления, возраст больного, потенциал его роста, тяжесть и ригидность основной дуги искривления.

Выводы

1. Усовершенствованные способы коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации, заключающиеся в уровнях и протяженности установки транспедикулярных элементов металлоконструкции, последовательности корригирующих манипуляций в ходе операции и применения системы VCM, позволили обеспечить индивидуальный подход к исправлению искривления позвоночного столба, достичь коррекции всех компонентов деформации в трех плоскостях, с учетом анатомо-антропометрических особенностей тел позвонков.

2. В результате хирургического вмешательства из дорсального доступа у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с величиной сколиотической дуги от 40° до 79° с использованием системы VCM и без нее удалось достичь коррекции $92,1 \pm 7,1\%$ и $81,8 \pm 7,1\%$ соответственно ($P \leq 0,05$). У пациентов с тяжелыми искривлениями в грудном отделе с величиной сколиотической дуги от 80° до 148° путем выполнения дополнительной мобилизации на передних отделах тел позвонков в сочетании с дорсальной коррекцией металлоконструкцией с использованием системы VCM и без нее удалось достичь исправления искривления $78,1 \pm 7,7\%$ и $71,7 \pm 17,4\%$ соответственно ($P \leq 0,05$).

3. При исправлении искривления в грудном отделе из дорсального доступа с использованием системы VCM коррекция кифоза составила $20,6^\circ \pm 7,2^\circ$, лордоза - $25,2^\circ \pm 6,4^\circ$, процент деротации апикального позвонка - $65,9 \pm 9,5\%$ ($P \leq 0,05$). При исправлении искривления в грудном отделе из дорсального доступа без применения системы VCM коррекция кифоза составила $23,4^\circ \pm 5,1^\circ$, лордоза - $28,2^\circ \pm 3,8^\circ$, процент деротации апикального позвонка - $23,2 \pm 4,3\%$ ($P \leq 0,05$). При сочетании мобилизирующих вмешательств на передних отделах вершины деформации с исправлением искривления позвоночника из дорсального доступа с использованием системы VCM коррекция кифоза составила $28,0^\circ \pm 7,1^\circ$, лордоза - $32,5^\circ \pm 8,3^\circ$, процент деротации апикального позвонка - $46,3 \pm 11,9\%$ ($P \leq 0,05$). При сочетании мобилизирующих вмешательств на передних отделах вершины

деформации с исправлением искривления позвоночника из дорсального доступа без применения системы VCM коррекция кифоза составила $30,2^{\circ} \pm 8,5^{\circ}$, лордоза - $28,3^{\circ} \pm 6,5^{\circ}$, процент деротации вершинного позвонка - $22,7 \pm 8,8\%$ ($P \leq 0,05$).

4. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов в исследуемых группах с идиопатическим сколиозом грудной локализации, независимо от величины деформации позвоночника показал, что при использовании транспедикулярных опорных элементов на всем протяжении дуги искривления (вогнутой и выпуклой стороны) с применением системы VCM коррекция компонентов деформации позвоночника (сколиотическая дуга и ротация апикального позвонка) была существенно лучше (достоверность $P \leq 0,05$) по сравнению с группами пациентов, которым транспедикулярные винты не были установлены на протяжении двух и более позвонков с вогнутой стороны искривления на вершине основной дуги деформации. Величина коррекции кифоза и лордоза во всех группах пациентов восстановлена до физиологической нормы.

Практические рекомендации

1. Всем больным с идиопатическим сколиозом грудной локализации в качестве предоперационного обследования необходимо выполнение компьютерной томографии деформированного отдела позвоночника в положении лежа на животе с целью оценки анатомо-антропометрических особенностей тел позвонков в дуге искривления.

2. При возможности установке транспедикулярных опорных элементов с вогнутой и выпуклой стороны относительно линии остистых отростков в тело каждого позвонка на протяжении основной дуги искривления необходимо использование на вершине деформации специальной системы VCM с целью выполнения истинного деротационного маневра тел позвонков.

3. При невозможности установки двух и более транспедикулярных винтов с вогнутой стороны основной дуги искривления первый стержень, изогнутый по физиологическим изгибам позвоночника, необходимо устанавливать с выпуклой стороны деформации, осуществляя прямое давление на вершину кифоза и сегментарную контракцию с целью коррекции сколиотической деформации, а затем укладывать стержень с противоположной стороны и выполнять сегментарную distraction.

4. Пациентам со сколиотической дугой деформации от 80° до 100° необходимо выполнение мобилизирующих вмешательств на передних отделах основной дуги деформации позвоночника в сочетании с корпородезом на 4-5 уровнях из переднебокового подхода с целью достижения мобильности основной дуги искривления для осуществления коррекции искривления.

5. У пациентов со сколиотическими деформациями позвоночника более 100° хирургическое вмешательство необходимо разделять на несколько этапов. Первым этапом осуществлять дискэктомию в сочетании с корпородезом из переднебокового доступа, затем курс HALO-тибиального вытяжения в течение 12-14 дней с последующей коррекцией деформации позвоночника транспедикулярной металлоконструкцией из дорсального подхода.

Список сокращений

CDI - Cotrel–Dubousset

ИС - идиопатический сколиоз

ЖЕЛ - жизненная емкость легких

ФЖЕЛ - форсированная жизненная емкость легких

МВЛ - максимальная вентиляция легких

ЭКГ - электрокардиография

КТ - компьютерная томография

МРТ – магнитно - резонансная томография

ЦКЛ - центральная крестцовая линия

Литература

1. Алексеева, Н.В. Состояние функции внутренних органов у больных сколиозом 3-4 степени / Н.В. Алексеева, Н.С. Малышкина, Е.Г. Ипполитова [и др.] // Бюл. Сибирского отделения РАМН. – 1996. – № 4. – С. 12.
2. Андрианов, В.Л. Заболевания и повреждения позвоночника у детей и подростков / В.Л. Андрианов, Г.А. Баиров, В.И. Садофьева, Р.Э. Райе. - Л. : Медицина, 1985. - 256 с.
3. Бакланов, А.Н. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника при использовании винтовых и гибридных металлоконструкций / А.Н. Бакланов, С.В. Колесов, И.А. Шавырин // Травматология и ортопедия России. – 2014. - №1 (71). – С. 34-43.
4. Бахтина, Е.Н. Динамика прогрессирования сколиоза по данным Московской специализированной школы-интерната № 76 / Е.Н. Бахтина // Актуальные вопросы травматол. и ортопед. – М., 1986. - № 30. – С. 49 – 54.
5. Беленький, Б.Н. Механизм образования деформации позвоночника при сколиозе / Б.Н. Беленький // Ортопедия, травматология и протезирование. 1977. №3. С. 20-27.
6. Ветрилэ, С.Т. Оперативное лечение тяжелых деформаций позвоночника / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, В.В. Швец, М.С. Ветрилэ, О.Б. Челпаченко // Вестн. РАМН. - 2008. - № 8. - С. 34-40.
7. Ветрилэ, С.Т. Оценка эффективности одноэтапной хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника инструментарием Cotrel – Dubousset / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кисель, А.А. Кулешов // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 2004. № 4. С. 58–68.
8. Ветрилэ, С.Т. Возможности компьютерной томографии в комплексной оценке сколиотической деформации позвоночника / С.Т. Ветрилэ, А.К. Морозов, А.А. Кисель, А.А. Кулешов, И.А. Косова // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 2003. - Т. 1, N 1. - С. 11-20.

9. Ветрилэ, С.Т. Сравнительный анализ результатов оперативного лечения сколиоза с применением дистрактора Harrington в сочетании с методом Luque и системы Cotrel-Dubousset / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, В.В. Швец // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 1999. - N 2. - С. 7-15.
10. 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. - N 3. - С. 9-13.
11. 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.
12. Виссарионов, С.В. Технология использования 3D-КТ навигации в хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом / С.В. Виссарионов, Д.Н. Кокушин, А.П. Дроздецкий, С.М. Белянчиков // Хирургия позвоночника. – 2012. - №1. – С. 41-48.
13. Виссарионов, С.В. Хирургическая коррекция деформации 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. 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.
15. Воронович, И.Р. Состояние хирургической вертебрологии в Белоруссии / И.Р. Воронович // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 1. С. 33-38.
16. Казьмин, А.И. Применение металлических дистракторов при лечении тяжелых форм сколиоза / А.И. Казьмин // Ортопед., травматол. - 1961. № 11. – С. 11 – 16.

17. Казьмин, А.И. Сколиоз / А.И. Казьмин, И.И. Кон, В.Е. Беленький. – М.: Медицина, 1981. – 272 с.
18. Казьмин, А.И. Дискотомия / А.И. Казьмин, В.Я. Фищенко. – М., 1974. – 198 С.
19. Комаревцев, С.Л. Диагностика, прогнозирование и особенности лечебной тактики поясничных диспластических сколиозов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / С.Л. Комаревцев. – Л., 1983. – 18 с.
20. Кон, И.И. Лечение и обучение детей, больных сколиозом в условиях школы-интерната ЦИТО / И.И. Кон, Р.Д. Назаров, З.П. Бобровникова // Повреждение и заболевания костей и суставов. – М. 1981. – С. 192–197.
21. Кон, И.И. 20-летний опыт консервативного лечения детей и подростков, больных сколиозом, в условиях специализированной санаторной школы-интерната (3647 наблюдений) / И.И. Кон, Р.Д. Назарова // Актуальные вопросы профилактики и лечения сколиоза у детей. – М. : ЦИТО, 1984. – С. 78–86.
22. Кулешов, А.А. Тяжелые формы сколиоза. Оперативное лечение и функциональные особенности некоторых органов и систем: Дис. ... д-ра мед. наук / А.А. Кулешов. - М.; 2007.
23. Кулешов, А.А. Сравнительное экспериментальное исследование крючковой и транспедикулярной систем фиксации, применяемых при хирургическом лечении деформаций позвоночника / А.А. Кулешов, И.Н. Лисянский, М.С. Ветрилэ М.С. [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 2012. - № 3. - С. 20-24.
24. Михайловский, М.В. Хирургическое лечение идиопатических сколиозов грудной локализации / М.В. Михайловский, В.В. Новиков, А.С. Васюра [и др.] // Хирургия позвоночника. 2006; 1: 25–32.
25. Михайловский, М.В. Оперативное лечение сколиотической болезни. Результаты, исходы / М.В. Михайловский, М.А. Садовой. – Изво-во Новосибирск. Ун-та, 1993. – 194 с.

26. Михайловский, М.В. Хирургия деформаций позвоночника / М.В. Михайловский, Н.Г. Фомичев. - Новосибирск. 2002. 430 с.
27. Мовшович, И.А. Сколиоз, хирургическая анатомия и патогенез / И.А. Мовшович. - М., 1964. – 225 С.
28. Нейман, И.З. Переломы дистракторов типа Харрингтона при оперативном лечении сколиоза / И.З. Нейман, Н.Н. Павленко, Ю.Г. Сумин // Ортопед., травматол. – 1991. - № 5. С. 26 –29.
29. Ненько, А.М. Профилактика и лечение сколиотической болезни у детей / А.М. Ненько, Э.С. Кондратьев, В.В. Руцкой // 10-й съезд травматологов-ортопедов Украины. – Запорожье, 1983. С. 98-99.
30. Норкин, И.А. Профилактика и лечение осложнений, приводящих к потере операционной коррекции деформации позвоночника у больных сколиозом / И.А. Норкин, В.А. Винокуров, Р.Э. Райе [и др.] // Методические рекомендации. – Саратов, 1991. – С. 3 – 13.
31. Норкин, И.А. Перелом дистрактора как осложнение хирургического лечения больных сколиозом / И.А. Норкин, В.А. Винокуров, Р.Э. Райе // Система реабилитации детей с поражением опорно-двигательного аппарата. - Л., 1989. – С. 114.
32. Поздникин, Ю.И. Трехкомпонентный вариант хирургической коррекции тяжелых кифосколиозов / Ю.И. Поздникин, А.Н. Микиашвили // Пособие для врачей. - СПб. 1999. 24 с.
33. Полторакова, Е.Б. Гендерная социализация девочек-подростков со сколиозом / Е.Б. Полторакова, Н.Л. Александрова, М.В. Михайловский, Т.Н. Садовая // Хирургия позвоночника. - 2007. №4. С.21-26.
34. Райе, Р.Э. Коррекция сколиотической деформации позвоночника у детей и подростков / Р.Э. Райе // Вестн.хир. – 1979. - № 8. – С. 123-127.
35. Райе, Р.Э. Возможность применения дистрактора типа Harrington в хирургическом лечении сколиоза / Р.Э. Райе // Ортопед. травматол. – 1980. - № 5. – С. 18-21.

36. Садовой, М.А. Компьютерная оптическая система диагностики деформаций позвоночника у детей / М.А. Садовой, Н.Г. Фомичев // Травматология и ортопедия России. – 1994. – № 3. – С. 43–51.
37. Тесаков, Д.К. Корсетное лечение детей и подростков с деформациями позвоночника IV степени / Д.К. Тесаков // Хирургия позвоночника. – 2010. – № 2. С. 25-34.
38. Фищенко, П.Я. Метод динамической проприоцептивной тренировки мышц в комплексном консервативном лечении прогрессирующих форм сколиоза у детей. Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения / П.Я. Фищенко. - М. 2003.- С. 192-193.
39. Цивьян, Я.Л. Хирургия позвоночника / Я.Л. Цивьян. - М. : Медицина, 1966. 311с.
40. Цивьян, Я.Л. Корректирующие операции на позвоночнике с использованием внутренних металлических конструкций в лечении неврологических осложнений сколиотической болезни / Я.Л. Цивьян, Д.Н. Лившиц // Ортопед., травматол. и протезир. - 1981. №2. С.8-11.
41. Чаклин, В.Д. Сколиоз и кифозы / В.Д. Чаклин, Е.А. Абальмасова. - Медицина, 1973. 256 с.
42. Швец, В.В. Эффективность хирургической коррекции и стабилизации сколиотической деформации при различных операциях с применением дистрактора Харрингтона с боковой тягой. //Дис. ...канд. мед. наук / В.В. Швец. - М. - 1997. – 24 с.
43. Шулутко, Л.И. Пороки осанки и сколиоз / Л.И. Шулутко // Ортопед., травматол. – 1964. - № 5. С. 56 – 60.
44. Aaro S., Ohlen G. The effect of Harrington instrumentation on the sagittal configuration and mobility of the spine in scoliosis / S. Aaro, G. Ohlen // Spine. - 1983. - Vol. 8, N 6. - P. 570-575.
45. Albee, B.A. Transplantation of the tibia into the spine for Pott's diseases / B.A. Albee // JAMA. – 1911.- Vol. 57, N 11. – P. 885-886.

- 46.Allen, B.L. The place for segmental instrumentation in the treatment of spine deformity / B.L. Allen, R.L. Fergusson // 1-st European Congress of Scoliosis and Kyphosis. – Dubrovnic, 1983. - P. 179.
- 47.Amiot, L.P. Comparative results between conventional and computer-assisted pedicle screws instrumentation in the thoracic, lumbar and sacral spine / L.P. Amiot [et al.] // Spine. - 2000. – Vol. 25. – N 5. – pp. 606-614.
- 48.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., F.H. Shen [et al.] // Eur. Spine J.– 2009. – Vol.18. – P. 1927-1935.
- 49.Belmont, P.J. Accuracy of thoracic pedicle screw in patients with and without coronal plane spinal deformities / P.J. Belmont [et al.] // Spine. - 2002. – Vol. 27. – N 14. – pp. 1558-1566.
- 50.Belmont, P.J. In Vivo Accuracy of Thoracic Pedicle Screws / P.J. Belmont, W.R. Klemme [et al.] // Spine. - 2001. – Vol. 26. – N 21. – pp. 2340-2346.
- 51.Bernhardt, M. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction / M. Bernhardt, K.H. Bridwell //Spine. - 1989. - Vol. 14. N 7. - P . 717-721.
- 52.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, L.G. Lenke, T.G. Lowe, H.L. Shuffleberger, D. Jeszenszky, B. Beele // Spine. – 1999. – Vol. 24, N 3. – P. 225–239.
- 53.Birch, J.G. Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis - a preliminary report / J.G. Birch, J.A. Herring, J.W. Roach, C.E. Johnston //Clin. Orthop. - 1988. - N. 227. - P . 24- 29.
- 54.Boucher, H.H. F metod of spinal fusion / H.H. Boucher // J. Bone Joint Surg. Br. – 1959. – Vol. 41. – N 2. – P. 248-259.
- 55.Bradford, D.S. Kyphosis. Editorial comment / D.S. Bradford // Clinical orthopaedics and related research. - 1977. - N 128. - P . 2-4.

56. Bridweil, K.H. Coronal decompensation produced by Cotrel-Dobousset "denotation" maneuver for idiopathic right thoracic scoliosis / K.H. Bridweil, J.W. McAllister, R.R. Betz // Spine. - 1991. - Vol. 16. N 7. - P. 769-777.
57. Butte, F.L. Scoliosis treated by the wedging jacket: Selection of the area to be fused / F.L. Butte // Spine. - 1938. - Vol. 20. - P. 1-22.
58. Cheng, I. Apical sublaminar wires versus pedicle screws-which provides better results for surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis? / I. Cheng [et al.] // Spine. - 2005. - Vol. 30. - N 18. - pp. 2104-2112.
59. Cobb J.R. Outline for the study of scoliosis / J.R. Cobb // American Academy of Orthopedic Surgeons Instructional: Course Lecture. - 1948. - P. 621-675.
60. Clements, D. H. Correlation of scoliosis curve correction with the number and type of fixation anchors / D.H. Clements [et al.] // Spine. - 2009. - Vol. 34. - N 20. - pp. 2147-2150.
61. Connolly, P.J. Adolescent idiopathic scoliosis: long-term effect of instrumentation extending to the lumbar spine / P.J. Connolly, H.P. Von Schroeder, G.E. Johnson // J. Bone Jt Surg. - 1995. - Vol. 77-A. - P. 1210-1216.
62. Cotrel, Y. C-D instrumentation en chirurgie rachidienne: principes, techniques, erreurs et pièges / Y. Cotrel, J. Dubousset // Montpellier : Sauramps med., 1992. 159 p.
63. Cotrel, Y. Nouvelle technique d'ostéosynthèse rachidienne segmentaire par voie postérieure / Y. Cotrel, J. Dubousset // Rev. Chir. Orthop. - 1984. - Vol. 70. - P. 489-495.
64. Cotrel, Y. New universal instrumentation in spinal surgery / Y. Cotrel, J. Dubousset, M. Guillaumat // Clin. Orthop. 1988; (227): 10-29.
65. Da Cunha, R.J. Intraoperative Skull-Femoral Traction in Posterior Spinal Arthrodesis for Adolescent Idiopathic Scoliosis The Impact on Perioperative Outcomes and Health Resource Utilization / R.J. Da Cunha, S. Al Sayegh, J.M. LaMothe [et al.] // Spine. - 2015. - Vol. 40. - N 3. - P. E154-E160.

66. Danielsson, A.J. Radiologic findings and curve progression 22 years after treatment for adolescent idiopathic scoliosis. / A.J. Danielsson, A.L. Nachemson // Spine. – 2001. – Vol. 26, N 5. – P. 516–525.
67. De Giorgi, G., Stella G., Becchertti S., et al. Cotrel — Dubousset instrumentation for the treatment of severe scoliosis / G. De Giorgi, G. Stella, S. Becchertti [et al.] // Eur. Spine J. 1999; 8: 8–15.
68. Di Silvestre, M. Posterior fusion only for thoracic adolescent idiopathic scoliosis of more than 80 degrees: pedicle screws versus hybrid instrumentation / M. Di Silvestre [et al.] // Eur. Spine J. - 2008. – Vol. 17. – № 10. – pp. 1336-1349.
69. Dick, W. The “Fixateur Interne” as a Versatile Implant for Spine Surgery / W. Dick // Spine. - 1987. – Vol. 12. – N 9. – P. 882-900.
70. Dickson, R.A. Surgical treatment of late-onset idiopathic thoracic scoliosis. The Leeds procedure / R.A. Dickson, J.A. Archer // Eur. Spine J.– 1987. – V.69-B. - N 5. – P. 709-714.
71. Dobbs, M.B., Lenke L.G., Kim Y.J., S.J. Luhmann, K.H. Briwell. 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, S.J. Luhmann, K.H. Briwell // Spine. – 2006. – Vol. 31, N 20. – P. 2386-2391.
72. 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. - 2006. – Vol. 31. – N 20. – pp. 2400-2404.
73. Dove, J. Internal fixation of the lumbar spine: the hartshell rectangle / J. Dove // Clin. Orthop. Rel. Res. – 1986. V. 203. - 135-240.
74. Drummond, D. Harrington instrumentation with spinous process wiring for idiopathic scoliosis / D. Drummond // Orthop. Clinic of North America. – 1988. – Vol.19. - N 2. - P. 281-289.
75. Dubousset, J. Application technique of Cotrel-Dubousset instrumentation for scoliosis deformities / J. Dubousset, Y. Cotrel // Clin. Orthop. – 1991. – Vol. 264. – P. 103-110.

76. Edgar, M.A. Long-term follow-up of fused and unfused idiopathic scoliosis / M.A. Edgar, M.H. Mehta // J. Bone Jt Surg. - 1988. - Vol. 70-B. - P. 712-716.
77. Erker, M.L. Computer tomography evaluation of CD I in idiopathic scoliosis / M.L. Erker, R.R. Betz, P. Trent // Spine. - 1988. - Vol. 13. - P. 1141-1144.
78. Ferguson, A.V. The Study and Treatment of Scoliosis / A.V. Ferguson // Southern Med. J. - 1930. - Vol. 23. - P. 116-120.
79. Fich, R.D. Comparison of Cotrel-Dubousset and Harrington rod instrumentations in idiopathic scoliosis / R.D. Fich, M. Turi, B.E. Bowman // J. Pediatr. orthop. 1990. (10):40-44.
80. Gerald, M.Y. Correction of Main Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis Using Pedicle Screw Instrumentation Does Higher Implant Density Improve Correction? / M.Y. Gerald, M.J. Gibson // Spine. – 2010. – Vol. 35, N 5. – P. 562-567.
81. Graf, H., Hecquet J., Dubousset J. 3-dimensional approach to spinal deformities. Application to the study of the prognosis of pediatric scoliosis / H. Graf, J. Hecquet, J. Dubousset // Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot. 1983;69(5):407-416.
82. Gregg, T. Pulmonary function after thoracoplasty in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis / T. Gregg, G. Bakaloudis [et al.] // J Spinal Disord Tech 2010;23;8:E63–E69.
83. Grey, J.M. Derotational analysis of Cotrel-Dubousset Instrumentation in idiopathic scoliosis / J.M. Grey, B.W. Smith // Spine. - 1991. - Vol. 16, N 8. - P. 391-393.
84. Gruca, A. The pathogenesis and of idiopathic scoliosis / A. Gruca // J. Bone Jt. Surg. – 1958. - Vol. 40-A, N 3. – P. 570-584.
85. Hackenberg, L. Axial and tangential fixation strength of pedicle screws versus hooks in thoracic spine in relation to bone mineral density / L. Hackenberg, T. Link, U. Liljenqvist // Spine. - 2002. – Vol. 27. – N 9. – pp. 937-942.
86. 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. – N 10. – P. 1241-1249.
- 87.Hamzaoglu, A. Posterior Only Pedicle Screw Instrumentation With Intraoperative Halo-Femoral Traction in the Surgical Treatment of Severe Scoliosis (>100°) / A. Hamzaoglu, O. Cagatay, A. Mehmet [et al.] // *Spine*. – 2008. – Vol. 33, N 9. – P. 979-983.
- 88.Harrington, P.R. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation / P.R. Harrington // *J Bone Joint Surg Am* 1962;44:591–610.
- 89.Hayes, M.A. Clinical and radiological evaluation of lumbosacral motion below fusion levels in idiopathic scoliosis / M.A. Hayes, S.F. Tompkins, W.A. Herndon // *Spine*. - 1988. - Vol. 13.-P. 1161-1167.
- 90.Helgeson, M.D. Evaluation of proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following pedicle screw, hook, or hybrid instrumentation / M.D. Helgeson, S.A. Shah, P.O. Newton [et al.] // *Spine*. – 2010. - Vol. 35. – P. 177–181.
- 91.Herring, J.A. Segmental spinal instrumentation. A preliminary report of 40 consecutive cases / J.A. Herring, D.R. Venger // *Spine*. – 1982. - Vol. 7. - N 3. – P. 285-298.
- 92.Hibbs, R.A. A report of fifti nine cases of scoliosis treated by fusion operation / R.A. Hibbs // *J. Bone Jt. Surg*. – 1924. – Vol. 6. – N 1. - P. 3-37.
- 93.Hibbs, R.A. Scoliosis treated by the fusion operation. An end–result study of three hundred end sixty cases / R.A. Hibbs, J.S. Risser, A.V. Ferguson // *J. Bone Joint Surg*. – 1931. –Vol. 13. – P. 91–104.
- 94.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.
- 95.Hopf, C. CDH: preliminary report of new anterior instrumentation / C. Hopf, P. Eysel, J. Dubousset // *Eur. Spine J*. – 1995. – Vol. 4. – P. 194–199

- 96.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, T. Bastrom [et al.] // Eur Spine J (2013) 22:1292–1299.
- 97.Hwang, S.W. Comparison of 5-year outcomes between pedicle screw and hybrid constructs in adolescent idiopathic scoliosis / S.W. Hwang, A.F. Samdani [et al.] // J Neurosurg: Spine 17:212–219, 2012.
- 98.Jonge, T., Dubousset J.F. , Hies T. Sagittal plane correction in idiopathic scoliosis / T. Jonge, J.F. Dubousset, T. Hies // Spine. - 2002. - Vol. 27. - N 7. - P. 745-761.
- 99.Kaneda, K. New anterior instrumentation for management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system / K.Kaneda, Y.Shono, S. Satoh [et al.] //Spine. -1996.– Vol. 21, N 10. – P. 1250-1261.
100. Karatoprak, O. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis surgery / O. Karatoprak, K. Unay, M. Tezer [et al.] // Int. Orthop. - 2008. – Vol. 32. – N 4. – pp. 523-528.
101. Ketenci, I.E. Three-Dimensional Correction in Patients With Lenke 1 Adolescent Idiopathic Scoliosis Comparison of Consecutive Versus Interval Pedicle Screw Instrumentation / I.E. Ketenci, H.S. Yanik, S. Demiroz [et al.] // Spine. - 2016. – Vol. 41. – N 2. – pp. 134-138.
102. Kim, K.D. Computer-assisted thoracic pedicle screws placement: in vivo feasibility / K.D. Kim, P. Johnson, O. Bloch // Spine. - 2001. – Vol. 26. – N 26. – pp. 360-364.
103. Kim, Y. J., et al. 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. – N 3. – pp. 291-298.
104. Kim, Y.J. Comparative Analysis of Pedicle Screw Versus Hook Instrumentation in Posterior Spinal Fusion of Adolescent Idiopathic Scoliosis / Y.J. Kim, L.G. Lenke [et al.] // Spine. - 2004. – Vol. 29. – N 18. – pp. 2040-2048.
105. 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. 2007. - Vol. 32. – P. 2731–2738.
106. Kim, Y.J. Free Hand Pedicle Screw Placement in the Thoracic Spine: Is it Safe? / Y.J. Kim, L.G. Lenke, K.H. Bridwell, Y.S. Cho // Spine. - 2004. – Vol. 29. – N 3. – P. 333-342.
 107. King, D. Internal fixation for lumbosacral fusion / King D // J. Bone Joint Surg. Am. – 1948. – Vol. 30. – N 3. – P. 560-565.
 108. Krismer M. Scoliotic correction by CDI: The effect of derotation and three dimensional correction / M. Krismer, R. Bauer, W. Sterzinger // Spine. - 1992. - Vol. 17. - P. 263S- 269S.
 109. Kuklo, T.R. Accuracy and Efficacy of Thoracic Pedicle Screws in Curves More Than 90° / T.R. Kuklo, L.G. Lenke, M.F. O'Brien [et al.] // Spine. - 2005. – Vol. 30. – N 2. – pp. 222-226.
 110. Lee, C.S. The Crankshaft Phenomenon after posterior Harrington fusion in skeletally immature patients with thoracic or thoracolumbar idiopathic scoliosis followed to maturity / C.S. Lee, A.L. Nachemson // Spine. – 1997. –Vol. 22, N 1.–P. 58-67.
 111. Lee, G.A. Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis / G.A. Lee, R.R. Betz, D.H. Clements, G.K. Huss //Spine. - 1999. - Vol. 24. - N 8. - P. 795-799.
 112. Lehman, R.A. 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, L.G. Lenke, K.A. Keeler, Y.J. Kim [et al.] // Spine. - 2008. – Vol. 33. – N 14. – pp. 1598-1604.
 113. Legarreta, C.A. Cervical and Thoracic Sagittal Misalignment After Surgery for Adolescent Idiopathic Scoliosis A Comparative Study of All Pedicle Screws Versus Hybrid Instrumentation / C.A. Legarreta, C. Barrios, G.E. Rositto [et al.] // Spine. – 2014. – Vol. 39, N 16. – P. 1330-1337.
 114. LeNaveaux, F. Implant Distribution in Surgically Instrumented Lenke 1 Adolescent Idiopathic Scoliosis Does It Affect Curve Correction? / F.

- LeNaveaux, A. Carl-Eric, A.N. Larson [et al.] // Spine. – 2015. – Vol. 40, N 7. – P. 462-468.
115. Lenke, L.G. Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: does classification correlate with treatment? / L.G. Lenke, R.R. Betz, D. Clements [et al.] // Spine. - 2002. - Vol. 27. - N 6. - P.604-611.
 116. Lenke, L.G. Multisurgeon assessment of surgical decision-making in adolescent idiopathic scoliosis / L.G. Lenke, R.R. Betz, T.R. Haheer, M.A. Lapp [et al.] // Spine. - 2001. - Vol. 26. – N 21. - P. 2347-2353.
 117. 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 Am 2001; 83A: 1169-1181.
 118. Lenke, L.G. Cotrel-Dubousset Instrumentation for Adolescent Idiopathic Scoliosis / L.G. Lenke, K.H. Bridwell, C. Baldus // J. Bone Jt Surg. - 1992. - Vol. 74-A, N 7. - P. 1056-1067.
 119. Lomicek, M. Usinnos konzervativni, ambulatne provadene lesby u idiopa.- P. tike skoliozy / M. Lomicek // Acta Chir. Orthop., Traum. Cech. – 1967.-342.-P. 156-161.
 120. Lowenstein, J.E. Coronal and Sagittal Plane Correction in Adolescent Idiopathic Scoliosis. A Comparison Between All Pedicle Screws Versus Hybrid Thoracic Hook Lumbar Screw Constructs / J.E. Lowenstein, H. Matsumoto [et al.] // Spine. - 2007. – Vol. 32. – N 4. – pp. 448-452.
 121. Luhmann, S.J. Thoracic adolescent idiopathic scoliosis curves between 70 degrees and 100 degrees: is anterior release necessary? / S.J. Luhmann, L.G. Lenke, Y.J. Kim, K.H. Bridwell, M. Schootman // Spine. – 2005. – Vol. 30, N 18. – P. 2061 -2067.
 122. Luque, E. R. Segmental spinal instrumentation (SSI) bei neuromuscularenskoliosen / E.R. Luque // Orthopade. – 1989. – № 18. – S. 128-133.

123. Luque E. R. The anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation / E.R. Luque // *Spine*. – 1982. – Vol. 7. – N 3. – P. 256-259.
124. Lykissas, M.G. Mid- to Long-Term Outcomes in Adolescent Idiopathic Scoliosis After Instrumented Posterior Spinal Fusion / M.G. Lykissas, V.V. Jain, S.T. Nathan [et al.] // *Spine*. - 2013. – Vol. 38. – N 2. – P. E113-E119.
125. Magerl F. External spinal skeletal fixation. In *The External Fixator*. Edited by Weber B.G., and Magerl F. // Springer-Verlag, New York, 1985.
126. McMaster, M.J. Pseudarthrosis after spinal fusion for scoliosis / M.J. McMaster, J.I.P. Jemes // *J. Bone Jt. Surg.* – 1976.-V. 58-B, №3.-P.305-312.
127. Muller, W. Transperitoneal Freilegung der Wirbel-seule bei tuberculoser Spondylitis / W. Muller // *Dtsch. Z. Chir.* – 1906. – Vol. 85. – P. 128.
128. Onimus, M. Le traitement des deformations rachidiennes par le cadre de Hartshill / M. Onimus, M.J. Lanrain // *Rev. Chir. Orthop.* – 1987. – №73. –P. 349-360.
129. 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.
130. Peter O.Newton., et al. Idiopathic Scoliosis: the Harms Study Group treatment quide / Peter O.Newton [et al.] // Thieme Medical Publishers Inc. New York: 2010. p. 200-223.
131. Qiu, Y. Comparison of surgical outcomes of Lenke type I idiopathic scoliosis: vertebral coplanar versus derotation technique / Y. Qiu, F. Zhu, B. Wang, Y. Yu, Z. Zhu, B. Qian, X. Sun, W. Ma // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2011. – Vol. 24, No 8. – P. 492-499.
132. Reinhold, M. Cervical pedicle screw placement: feasibility and accuracy of two new insertion techniques based on morphometric data / M. Reinhold [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2007. Vol. 16. – N 1. – pp. 47-56.
133. Renshaw T.S. Screening school children for scoliosis / T.S. Renshaw // *Chin. Orthop.* – 1988. – N 229. – P. 26-33.

134. Rhee, J.M. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis. The effect of anterior versus posterior instrumentation / J.M. Rhee, K.H. Bridwell, D.S. Won, L.G. Lenke [et al.] // *Spine*. - 2002. - Vol. 27, N 21 . - P. 2350-2356.
135. Risser, J.S. Scoliosis: Past and Present / J.S. Risser // *Clinical orthopaedics and related research*. - 1964. - Vol. 46-A. - P. 167-199.
136. Roaf, R. Vertebral growth and its mechanical control / R. Roaf // *J. Bone Jt Surg*. - 1960. - Vol. 42-B.-P.40-59.
137. Roy-Camille, R. Current trends in surgery of the spine / R. Roy-Camille // *Int. Orthop*. 1989;13(2):81-7.
138. 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. – N 203. – P. 7-17.
139. Ruf, M. Effect of Anterior Mobilization and Shortening in the Correction of Rigid Idiopathic Thoracic Scoliosis / M. Ruf, L. Letko, N. Matis [et al.] // *Spine*.- 2013; Vol. 38. – №26. – pp. E1662-E1668.
140. Rushton, Paul R. P. The effect of metal density in thoracic adolescent idiopathic scoliosis / P.R.P. Rushton, M. Elmalky, A. Tikoo [et al.] // *Eur Spine J*. – 2015 Dec 10 [Epub ahead of print].
141. Schizas, C. Inserting pedicle screws in the upper thoracic spine without the use of fluoroscopy or image guidance. Is it safe? / C. Schizas, N. Theumann [et al.] // *Eur. Spine J*. - 2007. – Vol. 16. – № 5. – pp. 625-629.
142. Schmidt, A.C. Fundamental principles and treatment of Scoliosis / A.C. Schmidt // *Instructional course lectures The American Academy of Orthopaedic Surgeons*. - St. Louis, 1959. -Vol. 16.-P. 184-212.
143. Shufflebarger, H.L. CDI in adolescent idiopathic scoliosis / H.L. Shufflebarger, C.E. Clark // *Orthop. Trans.* – 1987. – Vol. 11. – P. 49–50
144. Song, K.S. Surgical treatment of severe angular kyphosis with myelopathy: anterior and posterior approach with pedicle screw instrumentation / K.S. Song, B.S. Chang, J.S. Yeom, J.H. Lee, K.W. Park, C.K. Lee // *Spine*. – 2008. – Vol. 33, N 11. – P. 1229-1235.

145. Stagnara, P. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: Approach to references in the evaluation of kyphosis and lordosis / P. Stagnara, J.C. DeMauroy, G. Dran // *Spine*. - 1982. - Vol. 7. - P. 335-342.
146. Suk, S.I. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis / S.I. Suk, C.K. Lee, W.J. Kim [et al.] // *Spine*. - 1995. – Vol. 20. – N 12. – P. 1399-1405.
147. Suk S.I., Lee C.K., Min H.J., et al., et al. Comparison of Cotrel-Dubousset pedicle screw and hooks in the treatment of idiopathic scoliosis // *Int. Orthop.* - 1994. – Vol. 18. – № 6. – pp. 341-346.
148. Suk, S.I. Thoracic Pedicle Screw Fixation in Spinal Deformities / S.I. Suk, W-J. Kim, S-M. Lee [et al.] // *Spine*. - 2001. – Vol. 26. – № 18. – P. 2049-2057.
149. Swank, S. Surgical treatment of adult scoliosis. A review of two hundred and twenty-two cases / S. Swank, J. Moe, J. Lonstein // *J. Bone Jt. Surg.* – 1981. – V. 63-A, № 2.-P.286-287.
150. Shi, Z. Comparison of Thoracoscopic Anterior Release Combined With Posterior Spinal Fusion Versus Posterior-only Approach With an All-pedicle Screw Construct in the Treatment of Rigid Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis / Z. Shi, J. Chen, C. Wang, M. Li [et al.] // *J Spinal Disord Tech.* -2015. Vol. 28. P. E454–E459.
151. Targett, J.P.G. Comparison of Hartshill-Luque spinal fusion with other sublaminar wiring techniques in idiopathic scoliosis in terms of Cobb angle and Perdriolle rotation / J.P.G. Targett, A.D. Gardner // *J. Bone Joint. Surg.* – 1990. – Vol. 72–B, N 2. – P. 335.
152. Tolo, V. The use of shortened periods of rigid postoperative immobilization in the surgical treatment of idiopathic scoliosis / V. Tolo, R. Gillespie // *J. Bone Jt Surg.* - 1981. - Vol. 63-A, N 7. - P. 1137-1145.
153. Tolo V.T. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis / V.T. Tolo // *Instr Course Lect.* -1989.-Vol. 38. – P. 143-156.

154. Valentine, N. Combined anterior and posterior surgery for scoliosis: the use of the Hartshill system / N. Valentine, J. Dove // J. Bone Jt. Surg. - 1990. - Vol. 72B. - N 2.- P. 335.
155. Vallespir, G. P. Vertebral Coplanar Alignment A Standardized Technique for Three Dimensional Correction in Scoliosis Surgery: Technical Description and Preliminary Results in Lenke Type 1 Curves / G.P.Vallespir, J.B. Flores, I.S. Trigueros [et al.] // Spine. – 2008. – Vol. 33, N 14. – P. 1588-1597.
156. Verma, R. Functional outcome of computer-assisted spinal pedicle screw placement: a systematic review and meta-analysis of 23 studies including 5.992 pedicle screws / R. Verma [et al.] // Eur. Spine J. - 2010. – Vol. 19. – N 3. – P. 370-375.
157. Watanabe, Kei. Comparison of Radiographic Outcomes for the Treatment of Scoliotic Curves Greater Than 100 Degrees / K. Watanabe, L.G. Lenke, K.H. Bridwell [et al.] // Spine. – 2008. – Vol. 33, N 10. – P. 1084-1092.
158. Wojcik, A.S. Harrington-Luque and Cotrel-Dubousset instrumentation for idiopathic thoracic scoliosis: A postoperative comparison using segmental radiologic analysis / A.S. Wojcik, J.K. Webb, R.G. Burwell // Spine. – 1990. – Vol. 15. – P. 424–431.
159. Winter, R.B. Classification and terminology. In Moe`s textbook of scoliosis and other spinal deformities / R.B. Winter // 3-rd. WB Saunders company. Philadelphia. 1995. – P. 39-43.
160. 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. – N 6. – pp. E359-E363.
161. Yilmaz, G. Comparative Analysis Hook, Hybrid, and Pedicle Screw Instrumentation in the Posterior Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis / G.Yilmaz, B. Borkhuu [et al.] // J. Pediatr Orthop. 2012;32:490–499.

162. Zeiller S. C., et al. Posterior thoracic segmental pedicle screw instrumentation: evolving methods of safe and effective placement / S.C. Zeiller [et al.] // Neurol. India. - 2005. – Vol. 53. – N 4. – pp. 458-465.