ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

САМОХИН КОНСТАНТИН АЛЕКСАНДРОВИЧ

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ

3.1.11. Детская хирургия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Челпаченко Олег Борисович

ОРЕНБУРГ– 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ……4
ВВЕДЕНИЕ……..5
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ……....13
1.1 Идиопатический сколиоз у детей. Терминология и эпидемиология……. 13
1.2 Классификации идиопатического сколиоза……. 14
1.3 Тактика хирургического лечения идиопатического сколиоза……. ..19
1.4 Обеспечение безопасности при хирургическом лечении идиопатического сколиоза у детей……..... 30
1.5 Качество жизни и тактика хирургического лечения пациентов с идиопатическим сколиозом……...32
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ……..35
2.1 Общая характеристика исследуемых групп и дизайн исследования…….35
2.2 Методы исследования……..... 40
2.2.1 Общеклинические методы исследования……...40
2.2.2 Лучевые методы диагностики……..43
2.2.3 Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг…….. 49
2.2.4 Спирометрическое исследование……....50
2.2.5 Клинические лабораторные исследования…….51
2.3 Методы хирургического лечения……..51
2.3.1 Предоперационная подготовка и планирование……....51
2.3.2 Техника оперативного лечения пациентов первой группы……..52
2.3.3 Способ хирургического вмешательства у пациентов группы II, дополненный гало-пельвиктракцией……...53
2.3.4 Техника хирургического лечения пациентов третьей группы с применением G2-остеотомии……...56
2.4 Анкетирование пациентов с использованием неспецифического опросника
PedsQL……...57
2.5 Статистический метод……....61

ГЛАВА 3 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОДНОЭТАПНОГО И ДВУХЭТАПНОГО МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С G1-ОСТЕОТОМИЕЙ И ПЕРЕДНИМ РЕЛИЗОМ……..63
ГЛАВА 4 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДВУХЭТАПНЫМ (ПЕРЕДНИЙ РЕЛИЗ) И ОДНОЭТАПНЫМ ЛЕЧЕНИЕМ ДОПОЛНЕННЫМ G1-ОСТЕОТОМИЕЙ….....77
ГЛАВА 5 АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХЭТАПНОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИДЕОАССИСТИРОВАННОЙ ТОРАКОСКОПИИ…….....94
ГЛАВА 6 ВЛИЯНИЕ ТАКТИКИ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ БОЛЬНЫХ ДЕТЕЙ……....104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……....117
ВЫВОДЫ……...129
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ……...131
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……133
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 АЛГОРИТМ ВЫБОРА ТАКТИКИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ МОБИЛИЗАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА……155

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВАТ	-	Видеоассистированная торакоскопия
ГК	-	Грудной кифоз
ИК	-	Индекс стабильности по А.И. Казьмину
ИМ	-	Индекс мобильности
ИПК	-	Индекс послеоперационной коррекции
ИС	-	Идиопатический сколиоз
КЖ	-	Качество жизни
КТ	-	Компьютерная томография
ПР	-	Передний релиз
ФБ	-	Фронтальный баланс
CD	-	Техника Cotrel-Dubousset
C7PL	-	C7– plumb line или линия отвеса С7 позвонка
CSVL	-	central sacral vertical line или центральная сакральная линия
PCO	-	Педикулярная субтракционная остеотомия (pedicular subtractional osteotomy)
PSO	-	Резекция позвоночного столба из заднего доступа (posterior VCR)
SPO	-	Остеотомия по Смит-Петерсену (smith-Petersen osteotomy)
SRS	-	Общество по изучению сколиоза (scoliosis research society)
VSR	-	резекция позвоночного столба (vertebral column resection)
VBT	-	Динамическая коррекция растущего позвоночника(Vertebral Body Tethering)
SVA	-	sagittal vertical axis или вертикальная сагиттальная ось

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

«Золотым стандартом» оперативного лечения идиопатического сколиоза (ИС) считается его хирургическая коррекция с применением дорсальной полисегментарной металлофиксации позвоночника и заднего спондилодеза [21; 74; 77; 82; 84; 140]. За последние два десятилетия методы хирургического лечения ИС претерпели значительные изменения [130]. Транспедикулярные винтовые системы стали особенно популярными [50; 53]. Их применение позволяет выполнять широкий спектр корригирующих маневров: прямую и косвенную деротацию, трансляцию, редукцию, посегментарную контракцию и дистракцию [69]. Всё это дает возможность осуществлять коррекцию сколиотической деформации позвоночника во всех плоскостях [24; 50; 53; 70; 135]. Однако потенциал коррекции современных систем для спондилодеза ограничен пределами естественной мобильности деформации позвоночника [41]. В свою очередь, это определяет необходимость применения различных хирургических пособий, направленных на мобилизацию позвоночных двигательных сегментов, включённых в сколиотическую дугу в случае её ригидности [14; 38; 74; 75]. Такими дополнительными опциями являются передние многоуровневые дискэктомии и различные варианты остеотомий позвоночника [12; 41; 69]. Их выполнение способствует дополнительной мобилизации позвоночно-двигательных сегментов, включённых в деформацию позвоночника, и позволяет получить необходимую степень коррекции деформации [14; 70; 74; 75]. Самыми распространёнными в хирургии ИС являются остеотомии задней опорной колонны позвоночника G1–G2 по F. Schwab, которые применяются при дорсальной коррекции сколиоза [36; 65; 70; 76]. Основным преимуществом вышеуказанных остеотомий является повышение эффективности хирургической коррекции сколиоза в сочетании со спондилосинтезом и спондилодезом в одну хирургическую сессию [62]. С целью достижения максимальной коррекции деформации позвоночного столба в сочетании с обеспечением стабильной фиксации в рамках одномоментной

хирургической процедуры, многие специалисты в области вертебрологии предпочитают отказаться от традиционной двухэтапной стратегии хирургического лечения сколиоза, включающей передний релиз и галотракцию [50; 53; 76]. В современной практике оценка эффективности хирургических вмешательств при деформациях позвоночника основывается преимущественно на комплексном анализе динамики клинических и рентгенологических показателей. Однако в последнее время всё больше авторов указывают на всестороннее изучение качества жизни (КЖ) как одного из важных критериев оценки результатов хирургического лечения идиопатического сколиоза у детей [6; 37; 51]. Таким образом, в настоящее время в сообществе хирургов-вертебрологов нет единого мнения относительно тактики хирургической коррекции ИС, мобилизации и фиксации сколиотической деформации позвоночника, что актуализирует вопросы разработки дифференцированного подхода к выбору тактики оперативного лечения ИС у детей [12; 27; 36; 41; 48; 62; 69].

Степень разработанности темы исследования

По мнению большинства авторов, выбор оптимального метода хирургического лечения ИС основан на следующих критериях: возраст пациента, величина угла деформации во фронтальной плоскости, ее протяженность и локализация вершины деформации, наличие и выраженность противодуги искривления, мобильность деформации, наличие и выраженность дисбаланса туловища [2; 66]. При выборе тактики лечения данной категории пациентов важен баланс между адекватным объемом оперативного вмешательства и минимизацией рисков интра- и послеоперационных осложнений [69; 75; 76]. Анализ мировой литературы показал, что одним из наиболее дискутабельных аспектов является выбор мобилизирующего пособия [12; 36; 136]. Многие авторы при ригидных ИС рекомендуют выполнять одноэтапную хирургическую коррекцию деформации с асимметричными G2-остеотомиями на вершине деформации [66; 70; 76]. Однако при таком подходе степень коррекции сколиоза повышается, но повышаются и риски

неврологических осложнений [36; 69]. В литературе недостаточно сведений о роли сагиттального профиля позвоночника в выборе тактики хирургического лечения [38]. В связи с этим изучение роли различных методов мобилизации позвоночника, выраженности грудного кифоза актуализирует вопрос о разработке дифференцированного подхода к хирургическому лечению ИС у детей [36; 41]. Вышеизложенное определило цель и задачи настоящего исследования.

Цель исследования: повысить эффективность и безопасность хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом за счет оптимизации тактики мобилизации деформации позвоночника.

Задачи исследования

1. Изучить потенциал коррекции при одноэтапной задней инструментации позвоночника в сочетании с многоуровневой фасетэктомией (G1 по F. Schwab) на основании показателей мобильности основной сколиотической дуги и индекса послеоперационной коррекции.

2. Уточнить показания к торакоспической многоуровневой мобилизации позвоночника при идиопатическом сколиозе у подростков на основании сравнительного анализа одноэтапной и двухэтапной тактики хирургического лечения.

3. Сравнить эффективность двухэтапной хирургической коррекции идиопатического сколиоза (передняя многоуровневая дискэктомия, межтеловой спондилодез с последующей задней инструментацией позвоночника) и одномоментной хирургической коррекции с применением G2-остеотомий по F. Schwab, определить ведущие критерии выбора тактики лечения.

4. Оценить динамику качества жизни пациентов с идиопатическим сколиозом при использовании дифференцированного подхода, основанного на степени выраженности грудного кифоза, с помощью неспецифического опросника PedsQL Generic Core Scale.

5. Разработать алгоритм выбора тактики хирургической коррекции

на основании эффективности способов мобилизации и оценки качества жизни пациентов.

Научная новизна исследования

Впервые проведен сравнительный анализ эффективности одноэтапной задней инструментации позвоночника в сочетании с многоуровневой фасетэктомией (G1 по F. Schwab), двухэтапной хирургической коррекции идиопатического сколиоза (первый этап – передняя многоуровневая дискэктомия, межтеловой спондилодез; второй этап – задняя коррекция и металлоспондилодез) и одномоментной хирургической коррекции с применением G2 остеотомий позвоночника по F. Schwab на основании оценки показателей угла сколиотической дуги, мобильности деформации и выраженности грудного кифоза.

Уточнены показания к торакоскопической многоуровневой мобилизации позвоночника при идиопатическом сколиозе у подростков на основании сравнительного анализа одноэтапного хирургического лечения и двухэтапной хирургической коррекции с мобилизацией передней колонны торакоскопическим способом.

Эффективность дифференцированного подхода к выбору тактики оперативного лечения идиопатического сколиоза впервые подтверждена с применением валидированного неспецифического опросника качества жизни PedsQL Generic Core Scale.

На основании проведенных исследований выработан алгоритм тактики мобилизации позвоночника при идиопатическом сколиозе у детей в зависимости от показателей угла сколиотической дуги, мобильности деформации и выраженности грудного кифоза.

Теоретическая и практическая значимость работы

В результате исследования определены критерии выбора тактики хирургической мобилизации позвоночника (угол сколиотической дуги, мобильность деформации и выраженность грудного кифоза), которые позволяют оптимизировать тактику хирургического лечения

идиопатического сколиоза у детей в клинической практике.

Разработан алгоритм, который позволил повысить эффективность хирургического лечения деформации позвоночника, использование которого способствовало снижению частоты интра– и послеоперационных осложнений, в том числе неврологических, что, в свою очередь, значимо повысило качество жизни у детей с идиопатическим сколиозом.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Повышение уровня безопасности хирургического лечения пациентов достигнуто за счет оптимизации методов мобилизации, что способствует снижению частоты интра– и послеоперационных осложнений.

2. Степень выраженности грудного кифоза может позиционироваться в качестве одного из критериев в выборе тактики хирургической мобилизации позвоночника.

3. Выбор рационального метода мобилизации сколиоза способствует эффективной коррекции деформации позвоночника как в ближайшем, так и в отдаленном периоде, и позволяет значимо повысить качество жизни пациентов.

Степень достоверности результатов

В работе применяются различные методы исследования, которые соответствуют поставленным в работе целям и задачам. Выводы, научные положения и рекомендации, представленные в диссертации, подкреплены объективными фактами и обоснованными результатами. Полученные итоги исследования отражены в таблицах и рисунках. Подготовка, анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и статистического анализа. Результаты исследования сопоставлены с данными зарубежных авторов.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности: 3.1.11 – Детская хирургия по тематике, методам исследования и научным положениям (п. 1 – Исследования по изучению этиологии, патогенеза и

распространенности врожденных и приобретенных хирургических заболеваний и травм детского (начиная с антенатального) и подросткового возраста; п. 2 – Исследования по направлениям: общая, гнойная и неотложная хирургия, ортопедия-травматология, хирургическая гастроэнтерология, урология, колопроктология, торакальная хирургия, нейрохирургия, лечение доброкачественных опухолей, пороков развития сосудов, медицина катастроф; п. 3 – Разработка и усовершенствование методов ранней диагностики и профилактики пороков развития, хирургических заболеваний, травм и их последствий у детей).

Внедрение результатов исследования

Основные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационного исследования, внедрены и используются в клинической практике специалистов планового отделения государственного автономного учреждения здравоохранения «Оренбургский областной клинический центр хирургии и травматологии»; нейроортопедического отделения с ортопедией федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации (далее – ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России); травматолого-ортопедического отделения государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Детская городская клиническая больница имени З.А. Башляевой Департамента здравоохранения города Москвы»; включены в педагогический процесс кафедры травматологии и ортопедии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Методология и методы исследования

Исследование проводилось с участием 115 пациентов в возрасте от 13-ти до 18-ти лет с идиопатическим сколиозом в период с 2010-2024 гг. Основная выборка исследования состояла из 94 пациентов. В первую группу

сравнения включено 30 пациентов, оперированных с применением одноэтапной дорсальной коррекции сколиоза, дополненной G1-остеотомией по F. Schwab; во вторую исследуемую группу – 31 пациент, которым проведено двухэтапное оперативное лечение (первый этап – предварительная мобилизация передней опорной колонны позвоночника, далее проводилась гало-пельвиктракция, вторым этапом проводилась дорсальная инструментация позвоночника); в третью исследуемую группу вошли 33 пациента, хирургическое пособие у которых состояло в использовании одноэтапной дорсальной коррекции, дополненной апикальными G2-остеотомиями по F. Schwab. В дополнительную когорту исследования включен 21 пациент, которым проведено двухэтапное хирургическое лечение (первый этап — мобилизация передней колонны позвоночника торакоскопическим способом), а вторым этапом — дорсальная коррекция деформации. Минимальный период катамнестического наблюдения после оперативного лечения составил 12 месяцев. Выполнен анализ клинических и рентгенологических параметров эффективности и безопасности корригирующего спондилодеза. Проведен статистический анализ у пациентов каждой из исследуемых групп и сравнительный анализ показателей между группами. Оценка качества жизни у пациентов проводилась по валидированному опроснику PedsQL 4.0. По результатам проведенного исследования предложен алгоритм в отношении тактики хирургического лечения идиопатического сколиоза у детей.

Личное участие автора в получении научных результатов

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном участии на всех этапах подготовки диссертационной работы. Автором были сформулированы цель и задачи, исходя из них составлен дизайн исследования, разработан алгоритм по тактике хирургического лечения пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом. Проведен поиск и анализ научной литературы по изучаемой теме. В процессе диссертационного исследования автор лично осуществлял отбор пациентов,

проводил комплексную диагностику, хирургическое лечение, реабилитационные мероприятия, а также осуществлял статистический анализ полученных данных. Диссертантом самостоятельно сформулированы основные положения, выводы и практические рекомендации для защиты. В соавторстве с коллегами автором подготовлены публикации по теме исследования.

Апробация материалов диссертации

Результаты исследования обсуждены на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Детская хирургия – вчера, сегодня, завтра» 24-25 мая 2023, Москва; VI Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Студеникинские чтения-2024» 04 декабря 2024 года, Москва; XV Научно-практической конференции с международным участием «Детская медицина – 12 шагов в будущее» 23-24 апреля 2025, г. Москва; Евразийском ортопедическом форуме 19-21 июня 2025, Москва; Сибирском ортопедическом форуме – 2025 01 ноября 2025, Новосибирск.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ, из них 3 в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ для публикаций результатов диссертационных исследований, в том числе 1 публикация в журналах, индексируемых в SCOPUS и WEB OF SCIENCE.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием материала и методов исследования, главы с описанием полученных результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Общий объем диссертации изложен на 155 страницах, включает 30 рисунков, 25 таблиц и 3 формулы. Список литературы включает 157 источников, в том числе 48 отечественных и 109 зарубежных публикаций.

ГЛАВА I ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

При написании настоящей главы использованы фрагменты собственного текста, впервые опубликованные ранее в работах: [31; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 60].

1.1 ИДИОПАТИЧЕСКИЙ СКОЛИОЗ У ДЕТЕЙ. ТЕРМИНОЛОГИЯ И ЭПИДИМИОЛОГИЯ.

Идиопатический сколиоз – тяжелая патология опорно-двигательного аппарата детей и подростков во всем мире [43]. Сколиоз – это общий термин, обозначающий гетерогенную группу состояний, характеризующихся изменениями формы и положения позвоночника, грудной клетки и туловища [90]. С точки зрения анатомии и биомеханики сколиоз представляет собой многоплоскостную деформацию позвоночника, включающую осевую ротацию и торсию позвонков, боковое отклонение оси позвоночника, что приводит к нарушению фронтального и сагиттального баланса туловища [68; 88; 111; 129]. Заболевание встречается примерно у 0,2-0,6% от общей численности населения и составляет самую многочисленную группу деформаций позвоночника (70-90% случаев) [1; 39; 43; 49; 97]. Общество изучения сколиоза (SRS) подтверждает диагноз «сколиоз» при значениях угла по Коббу >= 10° и различимой осевой ротации [49; 68; 77; 98].

Несмотря на многообразие гипотез, объясняющих этиологию идиопатического сколиоза, включая биомеханические, гормональные и мультифакторные модели, большинство современных исследователей склоняются к генетической парадигме [83; 105; 117]. Генетическая теория предполагает наличие наследственной предрасположенности к данному патологическому состоянию, что подтверждается многочисленными семейными исследованиями и генетическими ассоциативными исследованиями [15; 49; 84].

1.2 КЛАССИФИКАЦИИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА.

Классификации идиопатического сколиоза у детей представляют собой ключевые элементы в алгоритмах выбора терапевтических стратегий, охватывающих как хирургические, так и консервативные подходы [34; 67]. Эти классификации претерпели значительные изменения в соответствии с углублением понимания патогенеза заболевания, развитием современных методов и совершенствованием хирургических инструментов и имплантов. В современной медицинской практике существует множество классификаций сколиоза, которые базируются на измерении величины угла сколиотической дуги посредством метода Кобба [4; 18; 42; 49; 61; 68; 87; 88].

В 1983 году Кинг и его коллеги предложили рабочую классификацию, позволяющую выбрать протяженность спондилодеза с применением инструментария Харрингтона [44; 127]. Данная классификация, в корне отличающаяся от классификации Чаклина, была разработана с целью обосновать целесообразность включения или исключения поясничного сегмента позвоночника в зону спондилодеза при планировании объема оперативного вмешательства при сколиотической деформации грудного отдела позвоночника. Она позволяла аргументированно сохранять поясничный отдел интактным при коррекции грудных искривлений, опираясь на предположение о его самокоррекции в послеоперационном периоде вследствие его адаптации и биомеханических изменений [148].

Внедрение инструментария III поколения в клиническую практику специалистов, занимающихся патологией позвоночника, выявило ряд недостатков классификации King. В частности, данная система обладала существенным недостатком, заключающимся в ее ограниченной способности адекватно отражать трехмерную деформацию позвоночного столба. Классификация King не учитывала изменения в сагиттальной плоскости и, следовательно, не описывала отдельные грудопоясничные и тройные основные дуги, что существенно ограничивало ее применимость в

комплексной оценке деформаций позвоночника [149].

В настоящее время наиболее популярной среди специалистов-вертебрологов является рабочая классификация L. Lenke с соавт. (2001), рекомендованная Обществом по изучению сколиоза (SRS – Scoliosis Research Society) [94; 127].

Сегодня эта классификация является основным критерием выбора для оценки деформации и предоперационного планирования протяженности металлофиксации позвоночника [3; 66; 92]. При создании классификации Lenke авторами были поставлены две основные задачи: учесть показания к хирургическому лечению и определить необходимые уровни фиксации для всех структуральных дуг [94; 107; 157]. Классификация включает три компонента: тип искривления (от 1 до 6), модификатор поясничного отдела позвоночника (A, B или C) и модификатор грудного отдела в сагиттальной плоскости (-, N или +). Каждый элемент оценивается отдельно, а затем объединяется в триаду для выбора протяженности спондилодеза. Для этого применяются рентгенограммы, выполненные в прямой проекции в положении стоя, лёжа на спине и в боковой проекции лежа на боку. Шесть типов искривлений имеют особенные характеристики на фронтальных и сагиттальных рентгенограммах, которые позволяют различать структурные и неструктурные искривления в разных отделах позвоночника.

В рамках данной классификации структурная дуга определяется как сколиотическая деформация с наибольшей кривизной, которая характеризуется меньшей мобильностью при выполнении тракционного и «bending»-тестов. Эта дуга, обладающая вышеуказанными отличительными признаками, классифицируется как главная (major). В противоположность ей, меньшая по величине и обладающая более высокой степенью мобильности дуга, обозначается как вторичная (minor). Вторичная дуга может быть как структуральной, так и неструктуральной (постуральной).

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

кифоз не менее 20°. 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 считали структуральной при наличии перечисленных характеристик.

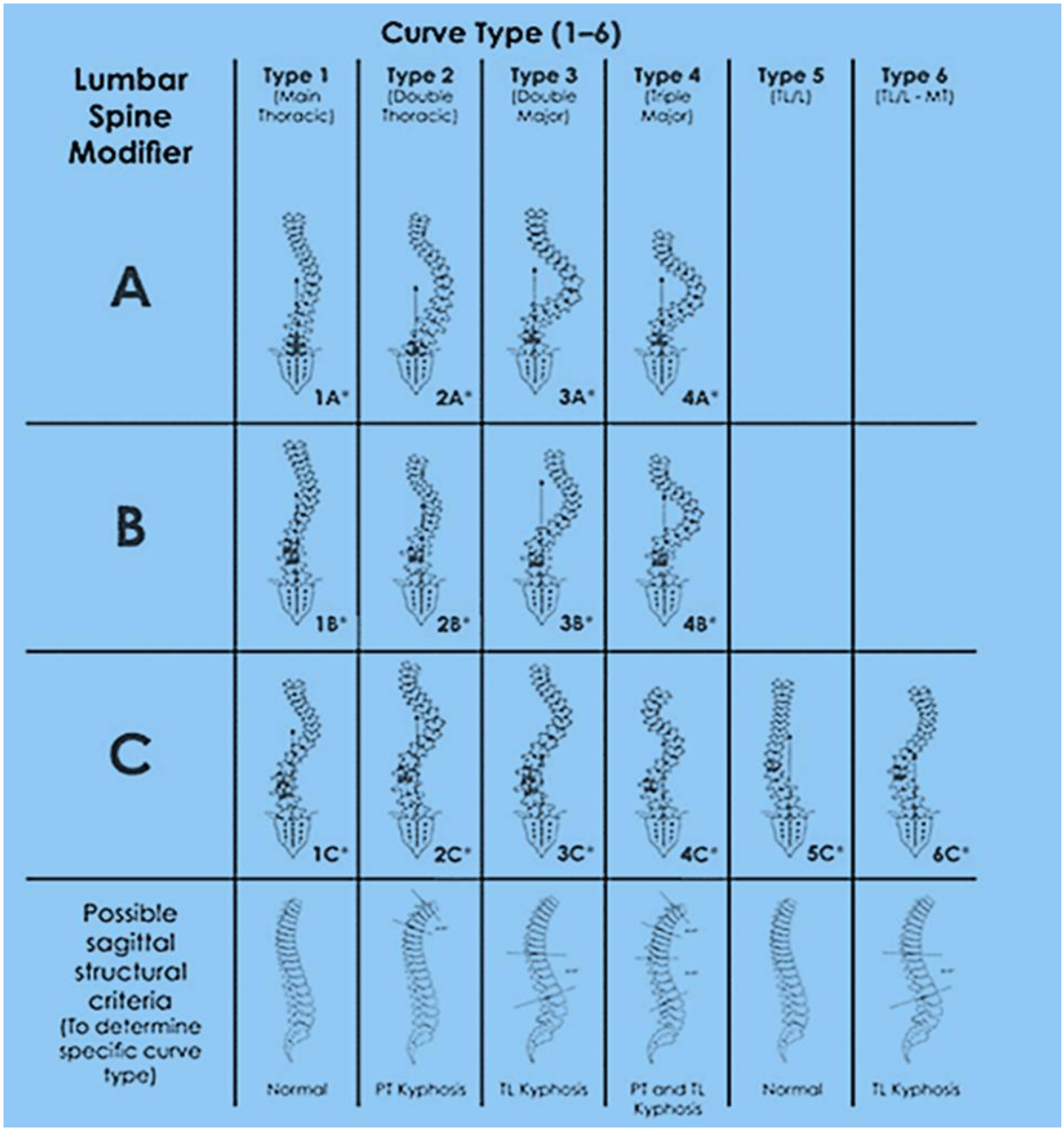


Рисунок 1.2.1. Классификация L.Lenke [94]

Деформация I типа по Lenke (см. рисунок 1.2.1.): 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. Деформации V типа: структуральная поясничная (грудопоясничная), более проксимально расположенные дуги – неструктуральные. Деформация VI типа: основная дуга поясничная (грудопоясничная), как минимум на 5° больше грудной дуги, причем обе структуральные.

Модификатор поясничного отдела позвоночника основан на соотношении центральной вертикальной линии крестца с вершиной поясничного изгиба, а модификатор грудного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости основан на измерении сагиттального изгиба от пятого до двенадцатого грудного позвонка. Знак «минус» обозначает изгиб менее +10°, «N» обозначает изгиб от 10° до 40°, а знак «плюс» обозначает изгиб более +40°. Если разница между грудной и поясничной дугами менее 5, сколиоз классифицируем как деформацию III, IV или V типа. При равной величине грудной и поясничной дуг, первичной считаем грудную. При анализе фасной спондилограммы оцениваем выраженность поясничной кривизны, так как она влияет на фронтальный баланс и на проксимально расположенные дуги. Вершиной дуги (апикальный позвонок) считаем позвонок или диск, расположенный наиболее горизонтально и в наибольшей степени смещённый в латеральном направлении. Стабильным определяем позвонок (поясничный или нижнегрудной), который центральной сакральной

линией делится наиболее точно пополам. При условии разделения межпозвонкового диска, стабильным считаем позвонок, расположенный каудальнее этого диска. В зависимости от отношения центральной сакральной линии (CSVL – вертикальная срединная линия, проведенная через центр S1 позвонка), которая делит поверхность крестца строго пополам и перпендикулярна к горизонтали, к поясничной дуге, определяем три типа поясничных сколиотических деформаций.

Модификатор А применяем, если центральная крестцовая линия располагается между корнями дужек поясничных позвонков до уровня стабильного позвонка. Это касалось только грудных сколиозов (типы I-IV), но не поясничных и грудопоясничных (типы V-VI). Модификатор В

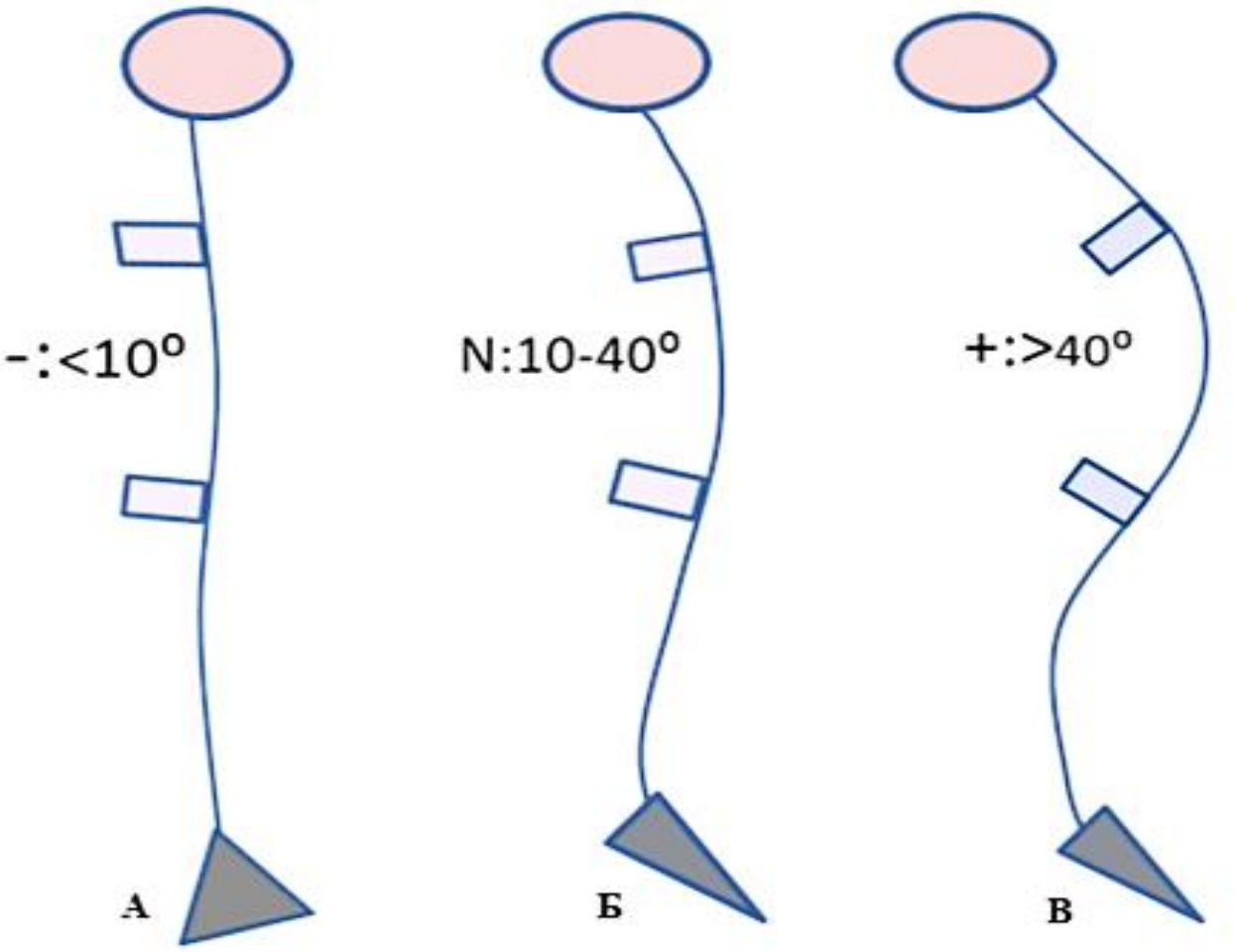


Рисунок 1.2.2. Величина грудного кифоза: А-гипокифоз, Б-нормокифоз, В-гиперкифоз

используем, если из-за искривления поясничного отдела позвоночника CSVL проходит между медиальным краем тени корня дужки апикального позвонка и латеральным краем его тела. Модификатор С применяем, когда CSVL шла медиально относительно латеральной поверхности тела апикального позвонка в поясничной или грудопоясничной дуге. При наличии кифоза менее 10° (гипокифоз) используем модификатор (-), от 10 до 40° — модификатор N, при деформации более 40° (гиперкифоз) — модификатор (+) (см.рис. 1.2.2.).

Тем не менее даже рабочая классификация сколиоза по Lenke, которая широко применяется в настоящее время большинством вертебрологов, имеет свои ограничения, поскольку не является трехмерной и не учитывает ротационный компонент деформации позвоночного столба [110]. Учитывая, что сколиоз — это трёхмерная деформация позвоночника, в 1994 году Общество по изучению сколиоза начало исследовать клиническую значимость и влияние 3D-анализа сколиотических деформаций [148]. Эти исследования, направленные на совершенствование трехмерной классификации идиопатического сколиоза, позволят повысить эффективность диагностики и планирования лечения данной патологии [145].

1.3 ТАКТИКА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА.

Хирургическое лечение показано пациентам с ИС, имеющим значение угла Кобба более 45° при сохраняющемся потенциале роста [68; 77]. Целью хирургического лечения ИС является достижение сбалансированного состояния позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях путём коррекции трёхмерной деформации, что, в свою очередь, является мерой профилактики развития сколиотической болезни [16; 45; 70; 74; 76; 77; 81; 90; 112; 151].

В настоящее время не существует универсального подхода к

хирургической коррекции сколиоза, который был бы эффективен в любой клинической ситуации [12; 27; 62; 64; 108]. Разнообразие патогенетических механизмов, анатомических особенностей и индивидуальных характеристик пациентов обусловливает необходимость применения дифференцированных методов лечения [66]. Как правило, для успешной коррекции сколиотической деформации важно тщательно планировать оперативное вмешательство, использовать надежные импланты и современные инструменты [77; 106]. Нужно учитывать подвижность позвоночника, свойства материалов имплантатов, планируемый тип фиксации позвонков и минимизировать количество технических приемов [57; 77]. Оценивая подвижность позвоночника, следует определить возможный объем коррекции. Важно учитывать искривление как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскости [113; 125; 152]. Кифосколиозы и лордосколиозы часто трудно исправить только дорсальной техникой. Нужно определить, необходима ли мобилизация основной дуги для оптимальной коррекции [103]. Достаточно ли G1-остеотомии, или нужны более сложные методы, такие как G2-G6 остеотомии позвоночника и передний релиз [136; 146]. Деформация с мобильной основной дугой, как правило, демонстрирует высокую степень чувствительности к различным корригирующим вмешательствам. Ригидные деформации позвоночника сложно исправить без предварительной мобилизации. Для этого применяют остеотомии из дорсального доступа, передний релиз или их комбинацию [76; 149; 156].

Методы коррекции деформаций позвоночника также зависят и от используемых имплантатов [16; 77; 80; 101]. При работе с имплантатами первого поколения, такими как стержневые конструкции Harrington, основное внимание уделялось общему растяжению нескольких позвоночных сегментов. Это позволяло корректировать деформации во фронтальной плоскости, хотя часто за счет изменения положения позвоночника в сагиттальной плоскости.

Современные системы позволяют проводить сегментарную фиксацию

на каждом уровне позвоночника и обеспечивают полный контроль над всеми элементами металлоконструкции [108; 150]. При предоперационном планировании важно тщательно выбирать типы имплантатов и их расположение для достижения наилучших результатов [66; 100; 137].

Современные хирурги располагают широким набором инструментария и техник для коррекции деформаций. Поскольку не все методы одинаково хорошо работают в разных ситуациях, успех коррекции сколиоза зависит от адекватного выбора метода мобилизации позвоночника и опыта хирурга в применении этой техники.

В случае мобильной деформации позвоночника в грудном или грудопоясничном сегменте, коррекция осуществляется преимущественно дорсальным доступом [54]. При этом применяется технология Cotrel-Dubousset, которая является стандартом в лечении сколиотических деформаций [10; 28; 77]. Технология основана на принципе деротации стержней, где предварительно изогнутый по форме искривления во фронтальной плоскости стержень фиксируется в винтах по вогнутой стороне деформации. После позиционирования стержня в необходимом положении осуществляется его поворот на 90 градусов, что позволяет перевести боковое отклонение в сагиттальную плоскость, формируя физиологический сагиттальный профиль позвоночника [63]. Затем устанавливается второй стержень, что обеспечивает дополнительную коррекцию и стабилизацию деформации во всех трех плоскостях. После деротационного маневра обычно посегментарная контракция и дистракция, и окончательная фиксация опорных элементов конструкции на стержнях. Одним из ключевых маневров в хирургии деформаций позвоночника является трансляция, которая позволяет эффективно корригировать имеющуюся деформацию за счет простого притягивания винтов к предварительно изогнутому стержню [112; 115]. Еще одним эффективным корригирующим маневром является прямая направленная деротация позвонков на вершине деформации единым блоком, которая выполняется с применением специализированного инструментария.

Цель прямого деротационного маневра – добиться коррекции положения позвонков, включенных в центральный угол деформации в аксиальной плоскости.

Лечение тяжёлого и ригидного идиопатического сколиоза – сложная задача для хирурга [155; 156]. «Золотым стандартом» хирургического лечения идиопатического сколиоза у подростков грудного отдела позвоночника со сколиотической дугой более 70-80° является выполнение «спондилодеза на 360°» [10; 12; 50; 85; 144]. Применение данного подхода позволяет существенно повысить эффективность хирургической коррекции и улучшить отдаленные результаты лечения [9; 10; 46].

Двухэтапное оперативное лечение идиопатического сколиоза включает выполнение вентрального релиза, который подразумевает выполнение многоуровневой дискэктомии, резекции головок ребер и создание условий для формирования межтелового спондилодеза [7; 47; 60]. При этом передняя мобилизация и спондилодез могут быть проведены посредством открытой торакотомии или видеоассистированной торакоскопии [46; 60; 133]. Вторым этапом проводится дорсальная коррекция и стабилизация деформации с применением полисегментарной металлоконструкции с последующим выполнением заднего спондилодеза. Для повышения эффективности и снижения частоты неврологических осложнений при выполнении двухэтапного лечения между первым и вторым этапом многие авторы рекомендуют применять различные виды гало-тракции [9; 74; 85; 148]. Наиболее часто применяются: гало-пельвик и гало-гравитационная тракция [10; 17]. Потенциал коррекции современных полисегментарных систем ограничен пределами естественной мобильности позвоночника [9; 36]. Это обстоятельство диктует необходимость применения хирургических пособий, направленных на мобилизацию позвоночных двигательных сегментов, включенных в сколиотическую дугу в случае ее ригидности [69; 74; 138]. Такими дополнительными опциями являются передние многоуровневые дискэктомии и различные варианты остеотомий позвоночника [12; 132]. Их

выполнение способствует дополнительной мобилизации позвоночно-двигательных сегментов, включенных в деформацию позвоночника, и позволяют получить необходимую степень коррекции деформации [9; 36; 66; 116; 138]. В литературе было описано значительное количество видов остеотомий позвоночника. С целью систематизации и унификации профессиональной терминологии, для облегчения взаимопонимания между хирургами-вертебрологами, Frank Schwab с авторами в 2013 году опубликовали единую классификацию остеотомий позвоночника, которые были распределены в соответствии с шестью степенями мобилизации от G1 до G6, для каждой из которых подсчитан потенциал коррекции на каждый уровень ее выполнения [128; 141]. Данная классификация представлена на рисунке 1.3.1.

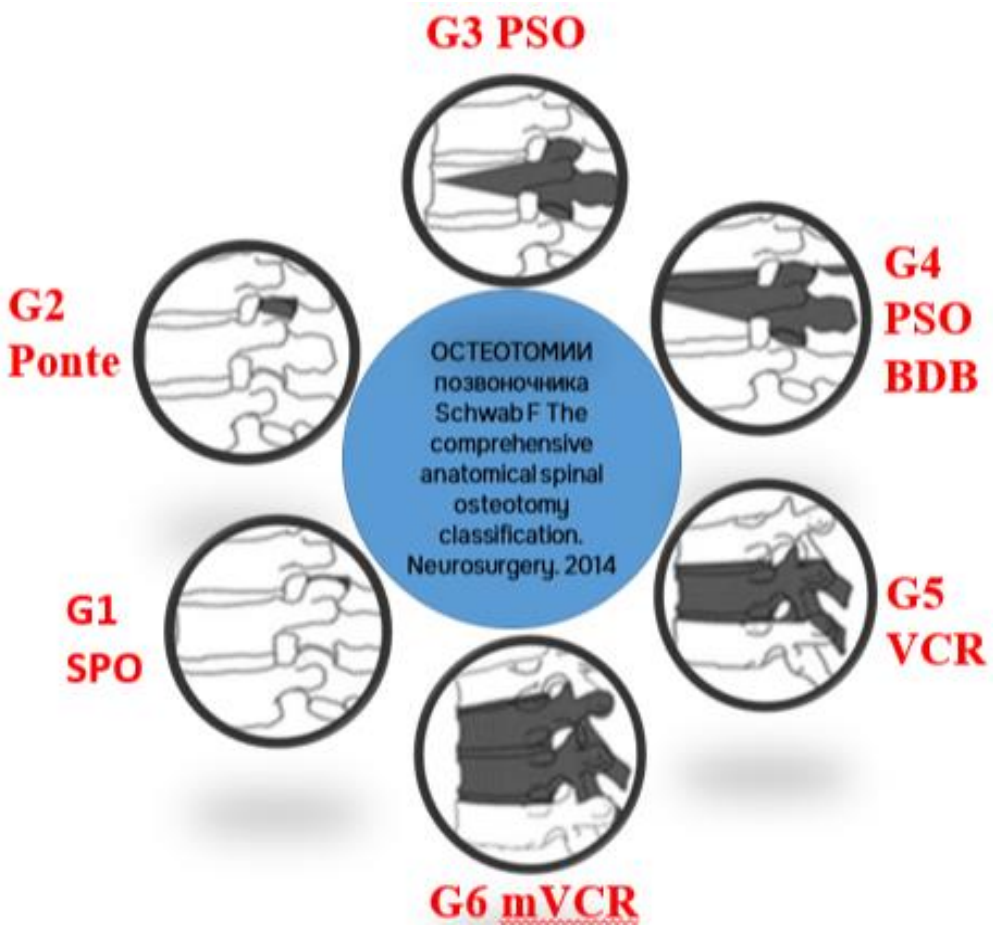


Рисунок 1.3.1. Классификация остеотомий позвоночника

Самыми распространенными остеотомиями в хирургии идиопатического сколиоза являются G1 и G2 по F. Schwab, которые

применяются с целью мобилизации основной дуги деформации. Основным преимуществом вышеуказанных техник остеотомий позвоночника является достижение значительной степени коррекции деформации позвоночника в сочетании со спондилодезом в одну хирургическую сессию [78; 118]. Остеотомии G1 и G2 выполняются на задних структурах позвоночника и в среднем могут давать коррекцию от 5° до 15° на каждый позвоночный двигательный сегмент [71]. G1-остеотомия, предложенная американским ортопедом M.N. Smith-Petersen в 1945 году для коррекции кифотических деформаций вследствие анкилозирующего спондилита, включает в себя резекцию капсулы сустава и одной суставной фасетки позвонка [71; 78]. При выполнении G2-остеотомии, предложенной A. Ponte в 1984 году, удаляются нижние и верхние фасетки позвонков вместе с надостистой, межостистой и желтой связками [69; 71; 119]. Также производится краевая резекция смежных дуг позвонков. Может применяться ассиметрично для коррекции кифосколиозов. Разрешающая способность данного вида остеотомии достигает 10-15° на один позвоночный двигательный сегмент. Выполнение G2-остеотомии является технически более сложным хирургическим пособием и сопряжено с более высокими рисками развития неврологических осложнений [7; 66; 69; 138]. Применение методов трехколонной мобилизации позвоночника (G3-G6 по F. Schwab) вызывает большое количество вопросов в отношении баланса между рисками, связанными с высокой «хирургической агрессией», и достижением оптимальной степени мобилизации позвоночных двигательных сегментов, включенных в деформацию позвоночника [75; 142]. В частности, резекция позвоночного столба (VCR) может быть рассмотрена как предпочтительный метод лечения сегментарных кифосколиотических деформаций, характеризующихся выраженным нарушением сагиттального и/или фронтального баланса, в случаях, когда резекции меньшего объема оказываются менее эффективными [12; 29; 109]. Среди дополнительных опций, применяемых в хирургии тяжелых деформаций позвоночника, часто применяется гало-тракция в

разных вариантах: гало-пельвик, гало-феморальная, гало-тибиальная и гало-гравитационная [59; 76; 99]. Это позволяет постепенно исправлять деформацию во времени, адаптировать спинальное кровообращение к тракционному воздействию и технически облегчить установку металлоконструкции на предварительно корригированную деформацию [76; 120; 123].

В последнее время, по данным мировой литературы, пациентам с тяжелыми сколиотическими деформациями все больше хирургов предпочитают выполнять одноэтапное хирургическое лечение из заднего доступа в комбинации с различными вариантами остеотомий [48; 53; 56; 64]. Популяризации такой тактики лечения предшествовали многочисленные публикации о том, что выполнение остеотомий позвоночника позволяет сократить сроки лечения пациентов с деформациями позвоночника исключив необходимость выполнения двухэтапного оперативного лечения с применением вентрального релиза [50; 53; 59; 74].

Так Cheng Wang и соавт. (2015) было проведено биомеханическое сравнение остеотомии G2 и дискэктомии, проведенной из переднего доступа в эксперименте на трупах [147]. Грудные сегменты позвоночника на уровне

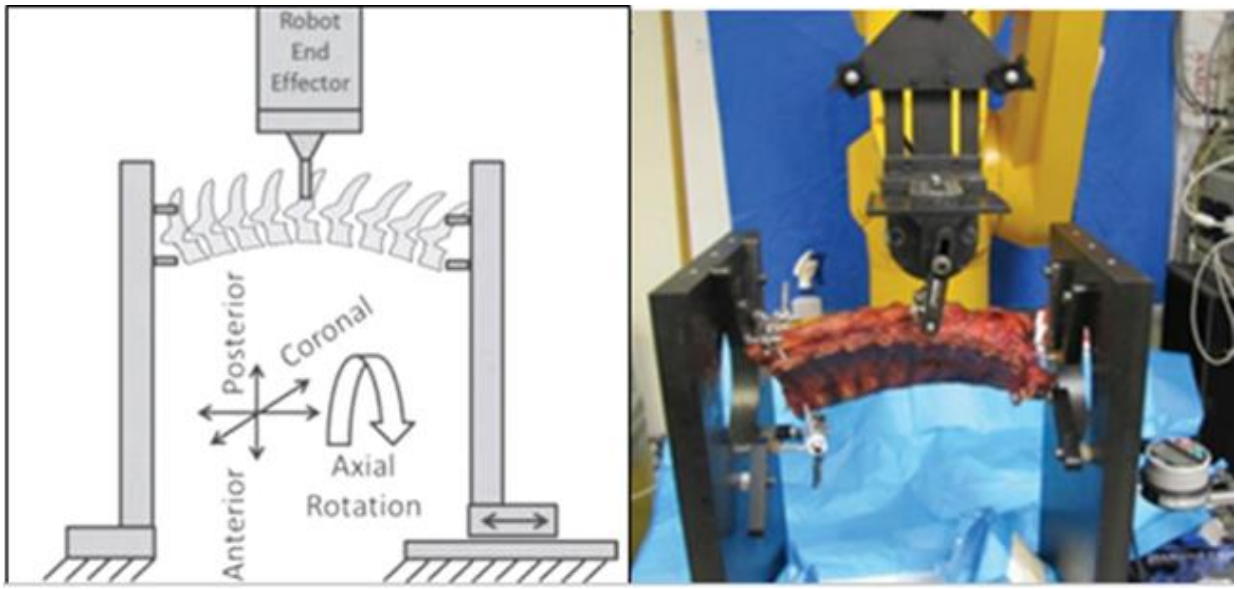


Рисунок 1.3.2. Эксперимент с манипулятором

Тн2-Тн10 фиксировали на индивидуальном фиксаторе с помощью четырех

транспедикулярных винтов: двух стандартных и двух в переднем отделе тела позвонка. Два дополнительных винта были установлены в средний Th6 позвонок для прикрепления к роботу-концевому эффектору. Образец удерживали в горизонтальном положении, силы прикладывались роботом сверху, имитируя хирургический сценарий. Образец был полусжатым, вертикальная пластина могла свободно перемещаться по горизонтали (см. рисунок 1.3.2.).

Манипулятор, оснащённый шестью степенями свободы и тензодатчиком, был закреплён на уровне шестого грудного позвонка с помощью транспедикулярных винтов (см. рисунок 1.3.2.). В ходе эксперимента на образец оказывалось воздействие силы в трёх направлениях: ротация в аксиальной плоскости, нагрузка в сагиттальной и фронтальной плоскостях. Перемещение вперёд имитировало лордоз, назад – кифоз, а из стороны в сторону – фронтальную коррекцию. В результате проведённого исследования было выявлено, что задний релиз оказался наиболее эффективным, когда манипулятор перемещался вперёд в сагиттальной плоскости и имитировал лордоз. Простая фасетэктомия способствовала увеличению подвижности на 10% ($p = 0,028$), а остеотомия G2 – на 21% ($p = 0,014$). Частичная дискэктомия в группе с передней мобилизацией повысила подвижность на 26% ($p = 0,003$), а полная дискэктомия – на 35% ($p = 0,001$) по сравнению с исходным уровнем. G2-остеотомия обеспечивала 60% эффекта от полной дискэктомии.

Смещение манипулятора назад с воздействием на транспедикулярные винты Th6 позвонка привело к относительному кифозу. G1-остеотомия незначительно увеличила объем движений позвоночного столба до кифоза на 19% ($P = 0,046$), а G2 – на 23% ($P = 0,028$). Частичная дискэктомия увеличила объем движений на 50% ($P = 0,028$), а полная дискэктомия – на 89% ($P = 0,028$). Остеотомия Понте обеспечила всего 26% эффекта полной дискэктомии для заднего смещения или силы, вызывающей кифоз. Боковое перемещение манипулятора воздействовало на фронтальное отклонение

позвоночного столба. G1-остеотомия при этом не оказала особого эффекта, а остеотомия Понте продемонстрировала лишь на 2% больше движения и практически не отличалась от исходного состояния (P = 0,463). Частичная дискэктомия увеличила подвижность на 28% (P = 0,028). Полная дискэктомия увеличила движение на 40% по сравнению с исходными значениями (P = 0,028). В базе данных мировой литературы, сравнительных клинических исследований изученных авторами вмешательств, нами не обнаружено.

В статье Harfouch с соавт. (2022) на основании ретроспективного исследования сделали выводы о том, что использование G2-остеотомии при одноэтапной дорсальной коррекции идиопатического сколиоза улучшает показатели как сагиттального, так и фронтального профиля позвоночника. По мнению авторов, G2-остеотомия исключает необходимость применения у пациентов двухэтапного хирургического вмешательства с релизом передней опорной колонны позвоночника [79].

В публикации Floccari с соавт. (2021) авторы ставят под сомнение смысл рутинного использования G2-остеотомий в хирургии идиопатического сколиоза из-за противоречивых результатов по коррекции во фронтальной плоскости и недостаточного анализа в сагиттальной плоскости. В частности, G2-остеотомия обеспечивает степень коррекции деформации позвоночника, согласно рентгенологическим данным, во фронтальной плоскости, сопоставимую с эффектом от переднего релиза, при увеличении частоты неврологических осложнений и объема периоперационной кровопотери [71].

В статье Wang с соавт. (2022) представлен сравнительный анализ результатов хирургического лечения идиопатического сколиоза с исходным гипокифозом, дополненного G2-остеотомией, и контрольной группы [146]. После операции обе группы продемонстрировали улучшение сагиттального и фронтального выравнивания. В группе с G2-остеотомией операция продолжалась дольше и сопровождалась большей кровопотерей. Однако при окончательном наблюдении не было выявлено существенных различий в

баллах SRS-22 между группами.

Faldini с соавт. (2024) сделали выводы о том, остеотомия Понте представляет собой эффективный метод коррекции деформаций позвоночника, особенно при гипокифотических искривлениях. Также, по данным авторов, G2-остеотомия не приводит к значительному уменьшению показателей грудного кифоза у пациентов с исходным нормокифозом [69]. Однако важно отметить, что исследования, проведённые авторами в этой области, не учитывали тяжёлые и ригидные деформации позвоночника. Учитывая высокий уровень осложнений и тенденцию к их увеличению, становится очевидным, что правильное определение показаний к остеотомии G2 имеет решающее значение. В частности, у пациентов с гипокифозом преимущества восстановления показателей грудного кифоза могут значительно превышать риски, связанные с операцией.

В своей статье Ilharreborde и его коллеги (2018) подчёркивают, что послеоперационное сагиттальное выравнивание играет ключевую роль в достижении успешных клинических результатов и не должно быть упущено из виду при лечении идиопатического сколиоза. До операции у большинства пациентов показатели сагиттального и фронтального баланса находятся в равновесии. Однако, по мнению авторов, гармония позвоночника может быть нарушена в дальнейшем из-за чрезмерного роста передней колонны и недооценки сагиттального профиля в двухмерном формате [81].

Стабильность винтовых конструкций способствовала улучшению качества раннего послеоперационного ухода и показателей сращения. Они также обеспечили более сильную редукцию, включая методы прямой ротации позвоночника. Однако этот положительный результат во фронтальной и аксиальной коррекции был достигнут за счёт послеоперационного сагиттального уплощения в грудном отделе позвоночника [55; 134].

По мнению авторов, коррекция грудного гипокифоза представляет собой непростую задачу, и не всегда транспедикулярные винты оказываются

эффективными в таких случаях [54; 78; 79]. В связи с этим, авторы считают, что персонализированное планирование с использованием 3D-технологий позволит оценить мобильность и спрогнозировать степень коррекции позвоночника в сагиттальной плоскости [104].

В последнее время для пациентов с ИС доступны операции без спондилодеза, такие как динамическая коррекция посредством фиксации тел позвонков при продолжающемся росте (VBT), либо ASC при завершающемся или завершенном росте позвоночника. Vertebral Body Tethering (VBT) – это новая хирургическая техника для лечения идиопатического сколиоза [139]. Она предполагает передний доступ и инструментацию позвоночника с использованием специальных винтов и гибкого корда [84;131]. При помощи корда фиксируется выпуклость искривления, корректируя его. Технология VBT основана на принципе Гютера-Фолькмана: сжатие замедляет рост в зонах роста, а растяжение ускоряет его [73]. Цель VBT – регулировать рост позвонков, поэтому её называют «модуляцией роста» [82].

Несмотря на высокую эффективность, VBT имеет риски необходимых незапланированных ревизионных вмешательств [102]. Среди характерных осложнений – разрыв корда, компрессионные переломы тел позвонков верхнегрудного отдела позвоночника, плевриты, гемо- и пневмоторакс, гипекоррекция деформации позвоночника в процессе продолженного роста скелета и другие. Недавний метаанализ, проведенный Розером и его коллегами, выявил, что подобные осложнения наблюдаются в 23% случаев [124]. Существующие высокие показатели осложнений и необходимость повторных вмешательств указывают на то, что в настоящее время технология VBT не может полностью заменить традиционный задний спондилодез, несмотря на перспективные клинические результаты [86].

Метод динамической коррекции доступен для пациентов с завершенным или завершающимся ростом позвоночника (Risser 3-5), что позволяет сохранить его подвижность оперируемого отдела позвоночника при достаточно эффективной коррекции деформации. Он называется ASC

(Anterior scoliosis correction) [22]. Данная техника позволяет избежать травматизации, как при дорсальной хирургии. Она также минимально ограничивает движения в фиксированном отделе позвоночника у взрослых [30]. Информации о применении динамической коррекции сколиоза в мировой практике немного, даже у западных специалистов, которые первыми начали использовать этот метод. В России данный подход пока не получил широкого распространения и применяется только в нескольких ведущих клиниках. Вентральная динамическая коррекция сколиоза продемонстрировала многообещающие клинические и рентгенологические результаты [122]. Тем не менее необходимо провести дополнительные клинические исследования, направленные на изучение качества жизни пациентов и анализ отдаленных результатов [20]. Это позволит оптимизировать показания к вентральной динамической коррекции, а также определить её место в системе современных методов лечения сколиоза [139].

1.4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА У ДЕТЕЙ.

Несмотря на потенциальные преимущества технологии ТПФ, существует значительный риск развития имплант-ассоциированных осложнений, связанных с мальпозицией опорных элементов металлоконструкции [36; 91].

Многие авторы считают, что точность введения винтов значительно возрастает при использовании МСКТ с последующим 3D-моделированием для предоперационного планирования [19; 13; 135]. Это позволяет точнее определить точки и траекторию установки винтов [35; 52; 86]. При грудопоясничных деформациях от 42 до 78 градусов применение интраоперационной КТ-навигации повышает точность до 94,1%, тогда как без нее этот показатель составляет всего 84,5% [36]. Многочисленные исследования показали, что интраоперационная 3D-КТ-навигация – это

наиболее точный метод, который обладает эталонной точностью позиционирования транспедикулярных винтов [35; 36; 52].

Малоинвазивные хирургические вмешательства, включая эндоскопические способы, играют ключевую роль в снижении частоты и тяжести хирургических осложнений [133]. Видеоассистированная торакоскопия (ВАТ) является одним из передовых малоинвазивных методов, активно применяемым на начальном этапе хирургического лечения для выполнения вентрального релиза. Mack и коллеги первыми применили видеоассистированную торакоскопию для переднего релиза позвоночника [60]. Они доказали, что малоинвазивная операция снижает число осложнений и ускоряет восстановление [35; 58]. Дальнейшие исследования подтвердили, что результаты торакоскопической хирургии сопоставимы с открытой дискэктомией. Использование этой техники при деформациях позвоночника значительно уменьшило осложнения по сравнению с традиционным открытым передним релизом [60]. Вопрос эффективности применения нейрофизиологического мониторинга при установке транспедикулярных винтов с использованием стиммуляционной электромиографии является предметом активных дискуссий в научной литературе. Триггерная электромиография помогает в реальном времени оценивать реакцию мышц на хирургические действия. Это улучшает точность установки винтов и снижает риск повреждения невральных структур [93].

Использование 3D-изображений, O-Arm навигации и робототехники существенно повысило точность установки транспедикулярных винтов [19; 40; 72; 86]. Это резко снизило риск повреждения спинного мозга и его корешков [33; 109; 154]. Однако полностью заменить интраоперационный нейромониторинг (ИОНМ) они пока не могут. Применение ИОНМ предоставляет уникальную возможность раннего выявления конфликта с невальными структурами, обусловленных неблагоприятными системными или нехирургическими факторами, такими как гипоксия, гипотония или иные нарушения [40]. Данная технология позволяет оперативно идентифицировать

эти патологические изменения и своевременно принять меры для предотвращения необратимых повреждений нервных структур [72].

1.5 КАЧЕСТВО ЖИЗНИ И ТАКТИКА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ.

Пациенты со сколиозом до оперативного лечения испытывают боли в спине при физической и статической нагрузках, которые существенно ограничивают их повседневную физическую активность [89; 126]. Эти же пациенты сталкиваются с эмоциональными переживаниями, которые были связаны со сниженной самооценкой из-за своего внешнего вида [5; 96; 153]. Многие из них отмечали нарушения сна, вызванные болевыми ощущениями и дискомфортом в спине. Эмоциональные переживания и физические недостатки снижали социальную активность детей и подростков, затрудняя их общение со сверстниками [25; 51; 85]. Подростки выражали обеспокоенность быстрой утомляемостью, возникающей после длительных статических нагрузок во время уроков. Из-за болезни и необходимости посещать врача дети часто пропускали занятия в школе. В настоящее время изучение качества жизни (КЖ) стало одним из наиболее востребованных научных направлений [114]. Оценка результатов хирургии деформаций позвоночника, главным образом, базируется на анализе динамики клинических, рентгенологических данных и удовлетворенностью пациента [6; 113]. В связи с этим в профессиональном сообществе наблюдается тенденция к более глубокому и всестороннему анализу результатов лечения, ориентированному на КЖ [67; 76]. Исследование влияния хирургического лечения сколиоза на качественные показатели жизни детей и подростков представляет собой важное направление медицинских и психосоциальных исследований [8; 26; 37].

Для оценки результатов хирургического лечения ИС применяются разнообразные анкеты и опросники, разработанные обществом по изучению

сколиоза (Scoliosis Research Society). Среди них есть такие анкеты, как SRS-22r, SRS-23, SRS-24, SRS-30, включая SF-36 [114; 157]. Эти данные служат дополнением к традиционным клинико-рентгенологическим методам обследования [76]. Одним из наиболее популярных в педиатрии и детской хирургии инструментов неспецифической оценки КЖ является опросник PedsQL 4.0, который позволяет анализировать не только физическое состояние ребёнка, но и влияние заболевания на его семью, социальный и психологический компоненты здоровья [11; 37; 143].

В последние два десятилетия значительная часть специалистов в области вертебрологии сконцентрировала внимание на анализе фронтальной плоскости при идиопатическом сколиозе, при этом зачастую пренебрегая изучением боковой проекции. Подобный подход приводит к искажению измерений и, как следствие, к ошибкам в планировании хирургических вмешательств. Кроме того, многие хирурги не учитывают деформацию в горизонтальной плоскости, полагая, что её можно адекватно оценить на основе КТ-сканов отдельных позвонков. Большинство ортопедов сходятся во мнении, что игнорирование коррекции сагиттального профиля может существенно ухудшить качество жизни пациентов после операций, направленных на коррекцию фронтальной деформации. Исследования демонстрируют, что комплексный подход к лечению идиопатических сколиозов, учитывающий не только фронтальную, но и сагиттальную составляющие деформации, значительно повышает уровень удовлетворенности пациентов результатами лечения и улучшает их общее качество жизни.

В современной ортопедии, несмотря на появление альтернативных методов лечения, большинство специалистов продолжают рассматривать хирургическую коррекцию сколиоза, включающую дорзальную полисегментарную фиксацию позвоночника и задний спондилодез в качестве «золотого стандарта».

Имеющееся в мировой литературе многообразие вариантов тактик

хирургической коррекции сколиоза, а также комбинаций выполнения различных видов остеотомий существенно затрудняют выбор оптимального метода лечения сколиотических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника для практического вертебролога. Проведя анализ ряда отечественных и зарубежных научных публикаций, можно отметить тенденцию к расширению показаний к выполнению G2-остеотомий у детей 10-18 лет, которые не всегда приводят к желаемому результату и повышают риск развития послеоперационных, в том числе неврологических осложнений.

В настоящее время не сформулировано чётких показаний к остеотомии позвоночника. В то же время оперативные вмешательства, направленные на мобилизацию передней опорной колонны позвоночника с целью его мобилизации, успешно применяются для коррекции тяжелых ригидных деформаций.

Таким образом, в современной хирургии позвоночника, наблюдается отсутствие общего мнения среди специалистов относительно оптимальной тактики хирургической коррекции и стабилизации тяжелых форм идиопатического сколиоза. Это касается, как выбора методов хирургического вмешательства, так и конкретных типов остеотомий. Данная проблема актуализирует необходимость разработки дифференцированного подхода к определению хирургической стратегии для пациентов с идиопатическим сколиозом. Результаты исследования в отношении КЖ у пациентов позволят глубже осмыслить, как различные методы хирургического лечения пациентов с тяжёлыми формами сколиоза влияют на их здоровье и адаптацию в обществе.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ГРУПП И ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ.

Объектом проспективного научного исследования явились данные клинического и рентгенологического исследования 115 пациентов, оперированных с 2010 по 2024 годы по поводу идиопатического сколиоза (тип Lenke 1–4). Часть пациентов для диссертационного исследования набрана в ГАУЗ «Оренбургский областной клинический центр хирургии и травматологии» (главный врач: Пупыпин Д.Ю.), вторая часть пациентов была набрана в ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России (директор: д.м.н., проф. Зябкин И.В., на основании соглашения о сотрудничестве по вопросам организации проведения научных исследований в области проведения диагностики и лечения пациентов с ортопедической патологией).

Основная выборка исследования состояла из 94 пациентов. Пациенты в основной когорте по методу лечения были распределены на 3 группы: 1-я (группа сравнения; n = 30) – одноэтапная дорсальная коррекция с G1-остеотомией; 2-я (n = 31) – двухэтапное хирургическое лечение с передним релизом; 3-я (n = 33) – одноэтапная дорсальная коррекция с апикальными G2-остеотомиями.

В дополнительное исследование вошли 21 пациент. В I группу сравнения согласно критериям включения и невключения набраны 27 пациентов, которые ранее участвовали в основном исследовании, прооперированных одноэтапным способом без переднего релиза, и во II – 21 пациент, оперированных в два этапа, с предварительным торакоскопическим передним релизом. Данное исследование интегрировано в основное (см. рисунок 2.1.2) и подробно изложено в пятой главе.

Критериями включения пациентов в основное исследование явились:

идиопатический сколиоз, остеотомии G1 и G2 по F. Schwab, гало-пельвиктракция, передний релиз, дискэктомия, согласие законного представителя/пациента. Критерии невключения: врожденный и нейромышечный сколиозы, остеотомии G3–G6 типов, отказ родителей ребенка от оперативного лечения, соматическое состояние пациента, не позволившее выполнить хирургическое вмешательство, отказ законного представителя/пациента. Пациенты исследуемых групп были репрезентативны по полу, возрасту, типу деформации по L. Lenke. Распределение пациентов представлено в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1. Распределение пациентов по возрасту, типу деформации, n

Группа	**I (n=30)**	**II (n=31)**	**III (n=33)**	**p-value**		
				I/II	**I/III**	**II/III**
Возраст	15,3±0,29	14,9±0,26	15,8±0,18	p=0,201	p=0,389	p=0,011
Тип L.Lenke	I-IV			p=0,484	p=0,654	p=0,591

Распределение пациентов по гендерному признаку представлено на рисунке 2.1.1.

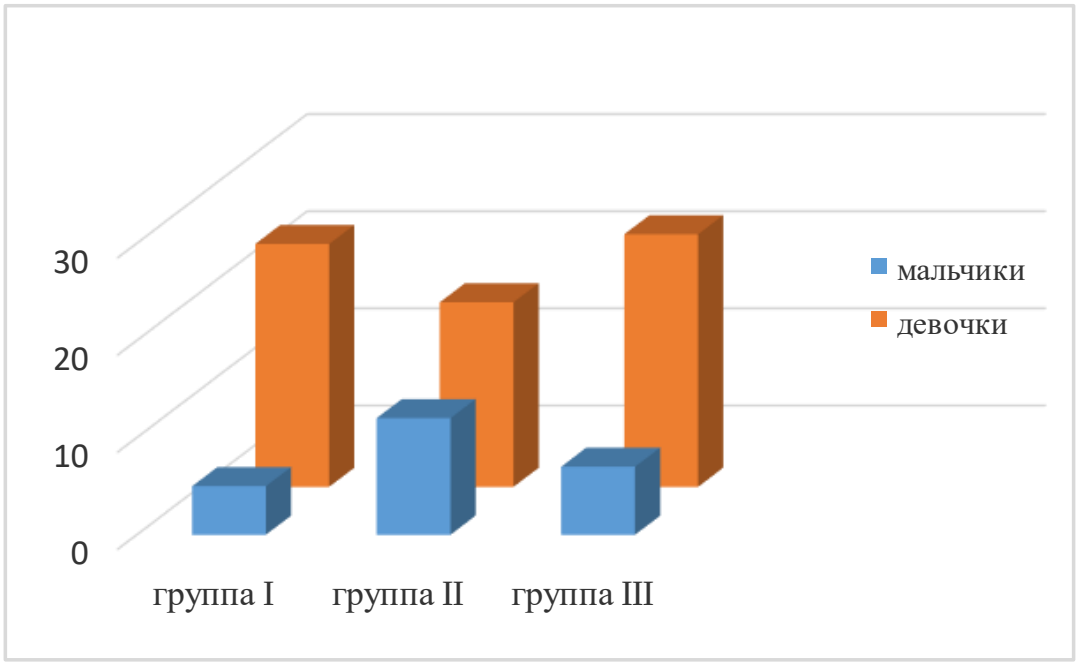


Рисунок 2.1.1. Распределение пациентов по полу

Минимальный период катамнестического наблюдения после

оперативного лечения составил 12 месяцев. У всех пациентов исследуемых групп были использованы однотипные полисегментарные металлоконструкции и стандартный набор инструментов. С целью коррекции деформации дуги позвоночника использовались общепринятые методы, включающие в себя деротацию предварительно отмоделированного стержня, трансляцию, посегментранную контракцию и дистракцию согласно технологии Cotrel-Dubousset.

К первой группе сравнения мы относили пациентов с относительно и абсолютно мобильными деформациями, которым была выполнена одноэтапная хирургическая коррекция из дорсального доступа по технике Cotrel-Dubousset, усиленная G1-остеотомией по технике F. Schwab. Используемые инструменты были третьего поколения, включая стержневую систему с транспедикулярными опорными элементами. Этот метод дополнили G1-остеотомией, которая включала резекцию нижних суставных отростков и капсулы фасетчатого сустава.

В отношении пациентов группы II применено двухэтапное хирургическое вмешательство, дополненное периоперационной гало-пельвиктракцией. У пациентов второй группы проводилась дозированная гало-пельвиктракция в интервале между 1 и 2 этапами оперативного вмешательства, выполненных в одну госпитализацию. Первым этапом выполнялся передний доступ в виде открытой торакотомии и релиза передней опорной колонны в виде многоуровневой дискэктомии на апикальной части грудной дуги, резекции головок ребер.

Вторым этапом выполнялась дорсальная коррекция и фиксация позвоночника стержне-винтовой системой в режиме максимальной гало-пельвиктракции под контролем нейрофизиологического мониторинга с последующим задним спондилодезом и демонтажем гало-аппарата. Пациентам третьей группы выполнялась одноэтапная хирургическая коррекция деформации из заднего доступа. Оперативное вмешательство дополнялось многоуровневой остеотомией G2 по F. Schwab на вершине

деформации основной дуги, на протяжении от 2-х до 5-ти позвоночно-двигательных сегментов, исключая концевые позвонки.

С целью более детального анализа динамики значений грудного кифоза (ГК) в послеоперационном периоде у пациентов исследуемых групп, мы разделили их на три подгруппы в зависимости от исходной величины ГК: подгруппа А – с гипокифозом, подгруппа В – с нормокифозом и подгруппа С – с гиперкифозом. В соответствии с общепринятой классификацией, предложенной L. Lenke в 2001 году, в частности, с модификацией в сагиттальной плоскости, гипокифоз определяется как грудной кифоз с углом менее 10° по Cobb. Нормокифоз характеризуется углом по Cobb в диапазоне от 10° до 40°, в то время как гиперкифоз диагностируется при значении угла более 40°. Исследование включало два этапа. На первом этапе мы изучили клинические и рентгенологические параметры, связанные с исходной деформацией позвоночника у пациентов. Также проводили оценку фронтального и сагиттального профиля позвоночного столба и провели корреляционный анализ между локальными изменениями и рентгеноангулометрическими показателями. На втором этапе исследования был проведен комплексный анализ тех же параметров после проведения хирургических вмешательств. Результаты послеоперационного периода были тщательно сопоставлены с данными группы сравнения, что позволило выявить статистически значимые различия и тенденции в динамике изучаемых показателей. Нами были детально изучены показатели фронтального и сагиттального профиля у пациентов до и после оперативного вмешательства, с последующим проведением сравнительного анализа в зависимости от примененного метода хирургического лечения. В рамках данного исследования особое внимание было уделено анализу сагиттального профиля позвоночника, с акцентом на показатели грудного кифоза. По данному критерию каждая группа пациентов была подразделена на 3 подгруппы: подгруппа А – пациенты с грудным

Рисунок 2.1 .2. Дизайн исследования

гипокифозом, подгруппа B – с нормокифозом, подгруппа C – с гиперкифозом. Данный подход позволил выявить влияние величины грудного кифоза на потенциал коррекции различных методов мобилизации позвоночника и частоту осложнений.

Кроме того, была проведена оценка качества жизни пациентов до и после операции с использованием валидированного опросника PedsQL 4.0, что позволило объективно оценить влияние хирургического вмешательства на общее состояние здоровья и благополучие пациентов.

Разработанный дизайн исследования представленный на рисунке 2.1.2. позволил разработать алгоритм выбора тактики мобилизации позвоночника при хирургическом лечении идиопатического сколиоза у детей.

2.2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

В рамках комплексного подхода к диагностике использовались клинические и инструментальные методы исследования, включающие лучевую диагностику, магнитно-резонансную томографию, ультразвуковое исследование и спирометрию. Лабораторное обследование включало проведение стандартного спектра биохимических и гематологических тестов, а также специализированных анализов, направленных на идентификацию маркеров патологических состояний. Для оценки функции лёгких использовалась спирометрия, которая определяла вентиляционные и диффузионные параметры как до операции, так и в отдаленном периоде. С целью профилактики неврологических осложнений в интраоперационном периоде проводился нейрофизиологический мониторинг.

2.2.1 Общеклинические методы исследования пациентов с идиопатическим сколиозом.

Комплексное клиническое обследование пациентов включает ряд

последовательных этапов, направленных на всестороннюю оценку состояния здоровья. Начальный этап заключается в сборе анамнеза и тщательном анализе медицинской документации, что позволяет получить целостное представление о преморбидном фоне и предшествующих патологических изменениях. Далее следует физикальный осмотр, в ходе которого проводится детальная оценка ортопедического статуса пациента, включая мануальное тестирование функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата и фиксацию имеющихся деформаций. Перед операцией врач-невролог проводит комплексное обследование, включающее оценку когнитивных функций, моторных и сенсорных навыков, а также вегетативных реакций. Это помогает объективно определить неврологический статус пациента и выявить возможные нейрофизиологические проблемы. При сборе анамнеза мы выясняем, когда появилась деформация, как быстро она развивалась, насколько эффективными были предыдущие методы лечения, были ли операции на опорно-двигательном аппарате, а также наличие вторичных половых признаков. Учитывают в том числе и семейный анамнез.

Осмотр пациента начинается с передней части тела в положении стоя. Оценивается, насколько сильно отклонено туловище относительно отвеса, установленного на уровне яремной вырезки грудины. Внимание акцентируется на асимметрию надплечий, грудных желез и высоту треугольников талии. Также измеряется, насколько пупок отклонен от линии отвеса, и расстояния от этой линии до сосков с обеих сторон. Дополнительно измеряется расстояние от мечевидного отростка до верхних подвздошных остей. Осмотр со спины проводится по линии отвеса, опущенного с остистого отростка седьмого шейного позвонка. Оцениваются следующие параметры: положение межъягодичной складки относительно линии отвеса, отклонение вершины дуги деформации, симметрию и высоту стояния лопаток по отношению к горизонтальной плоскости. Обращается внимание на наличие поперечных кожных складок на теле, вызванных деформацией

позвоночника, и пальпируются паравертебральные мышцы, чтобы оценить их тонус истепень развитости.

В ходе проведения пробы Адамса, при которой пациент наклоняется вперед с опущенными руками, осуществляется комплексная оценка деформации реберного каркаса (рисунок 2.2.1.1.). В частности, анализируется морфологическая структура реберной деформации, дифференцируя ее на пологую и остроконечную формы. Дополнительно производится измерение высоты реберного горба для количественной характеристики степени деформации. Особое внимание уделяется оценке глубины западения ребер на вогнутой стороне деформации, что позволяет более детально охарактеризовать патологический процесс и его влияние на функциональные возможности грудной клетки. При осмотре сбоку оценивают степень развития физиологических изгибов позвоночника: шейный и поясничный лордоз, грудной кифоз. Сагиттальный баланс туловища измеряют путем прикладывания отвеса к козелку. В норме отвесная нить должна проходить

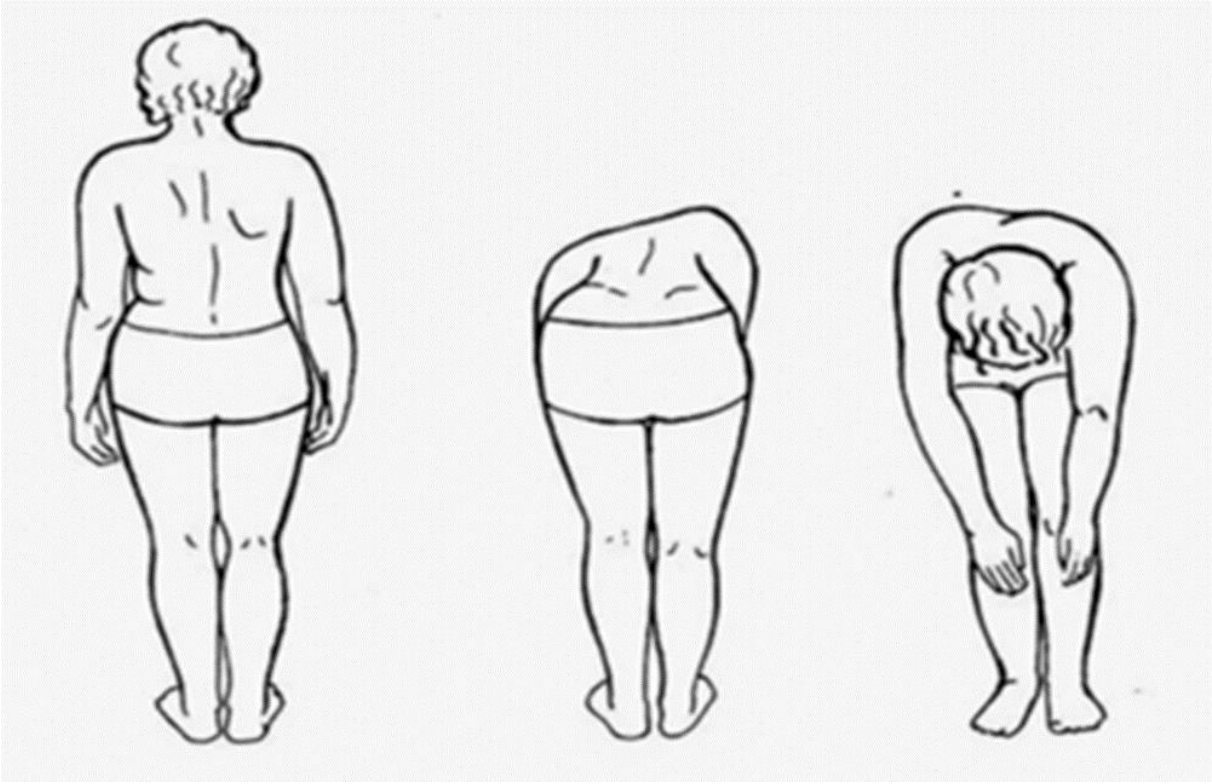


Рисунок 2.2.1.1. Тест Адамса

на уровне большого вертела бедренной кости. Клинический осмотр пациента с деформацией позвоночника также включает оценку перекоса таза, амплитуды движений суставов нижних конечностей, оси нижних конечностей и их длины, походку пациента. Длину конечностей измеряют сантиметровой лентой, чтобы определить наличие или отсутствие абсолютного и относительного неравенства. Также проверяют пациентов на наличие патологии стоп.

2.2.2 Лучевые методы диагностики.

Рентгенологическая диагностика – ключевой инструмент в изучении деформаций позвоночника. С ее помощью можно определить степень и форму деформации, а также ее подвижность. Это важно для планирования операций и оценки их результатов. В основу предоперационного планирования положен анализ постуральных спондилограмм на протяжении от С7 позвонка до головок бедер с захватом крыльев подвздошных костей с использованием программного обеспечения Surgimap (см.рис. 2.2.2.1.), разработанного обществом SRS (Общество по изучению сколиоза) в 2019 г.

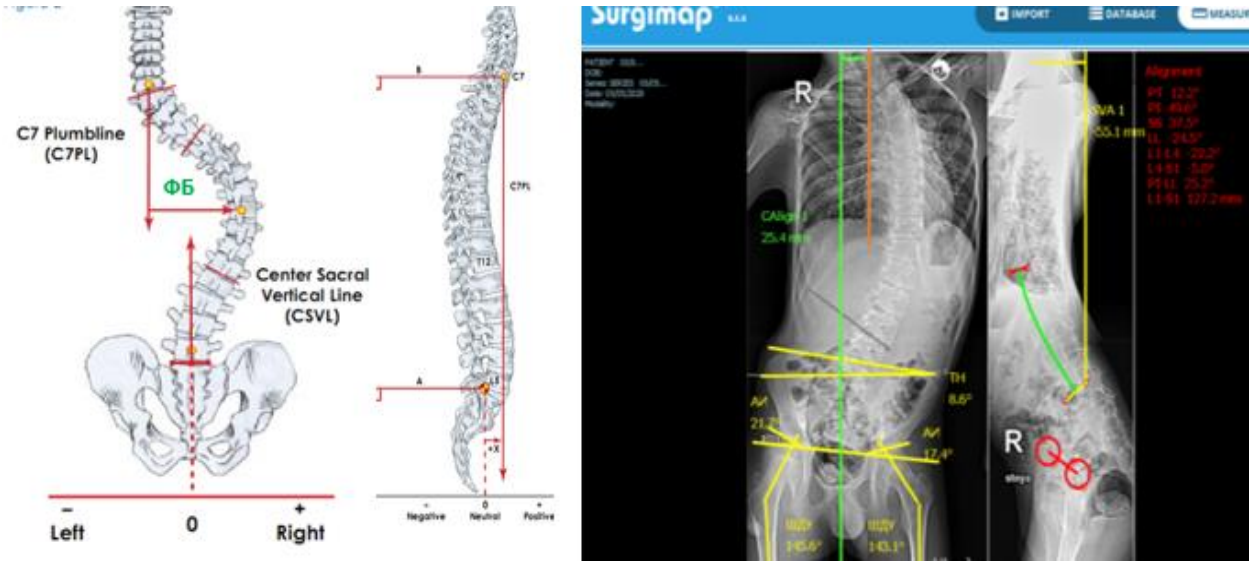


Рисунок 2.2.2.1. Основные фронтальные и сагиттальные параметры деформации и анализ постуральных рентгенограмм с применением компьютерной программы Surgimap

Измерение угла сколиотической деформации производится по методу Cobb после предварительной идентификации нейтральных и вершинных позвонков для каждой из имеющихся сколиотических дуг. По прямым и боковым рентгенограммам анализируется состояние фронтального и сагиттального баланса туловища, ротация и наклон позвонков, латеральное смещение позвонков относительно фронтальной оси туловища.

Фронтальный баланс туловища измеряется путем индексации показателей, полученных при рентгенометрии ортостатических рентгенограмм в прямой проекции, путем оценки разобщения линии отвеса, опущенной от центра тела С7 позвонка (C7PL) и центральной сакральной линии (CSVL). Фронтальный баланс (ФБ) считается компенсированным либо при полном совпадении вышеуказанных линий, или при их разобщении, не превышающем ± 25 мм. Смещение туловища вправо расценивается как положительный фронтальный дисбаланс, смещение влево – как отрицательный. Наличие и выраженность фронтальной деформации грудного и поясничного отдела позвоночника оценивается по методу Cobb согласно вышеописанным общепринятым методам. В состав основных рентгено-анатомических показателей, рассчитываемых по постуральным рентгенограммам в боковой проекции, вошли: «вертикальная сагиттальная ось» или sagittal vertical axis (SVA) – отклонение вертикальной линии отвеса, проведенной из центра С7, от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 (в качестве ключевого показателя сагиттального баланса туловища); величина угла грудного кифоза (ГК) – угол, оцененный по Cobb, на уровнях Th5-Th12; величина общего поясничного лордоза (LL).

В ходе предоперационного планирования оценивается также мобильность позвоночных двигательных сегментов, включенных в основную дугу деформации. Для этого подсчитывается индекс стабильности по А.И. Казьмину и индекс мобильности.

Индекс стабильности по А.И. Казьмину (ИК) мы определяем, как отношение величины общего угла по данным рентгенографии лежа к

величине общего угла в положении стоя:

Формула 2.2.2.1. Индекс стабильности А.И. Казьмина

$$\textbf{индекс А. И. Казьмина} = \frac{\text{величина общего угла (лежа)}}{\text{величина общего угла (стоя)}}$$

При ригидных деформациях индекс стабильности приближается к единице, а при мобильных деформациях он составлял 0,7 и менее.

- <0,7 – абсолютно мобильные
- 0,7-0,8 относительно мобильные
- 0,8-0,9 относительно ригидные
- >0,9 абсолютно ригидные

Индекс мобильности определяетсяпо следующей формуле и выражается в процентах:

Формула 2.2.2.2. Индекс мобильности

$$\textbf{индекс мобильности} = 100 - \frac{\text{величина общего угла в положении лежа с вытяжением (или стоя с боковым наклоном)}}{\text{величина общего угла в положении}} \times 100$$

Если индекс мобильности приближается к 100%, то деформация легко поддается коррекции при выполнении тракционного теста и считается мобильной. При снижении индекса мобильности деформация определяется, как ригидная. Эффективность послеоперационной коррекции деформации оценивается, в том числе, путем расчета индекса послеоперационной коррекции (ИПК), как отношение «степени послеоперационной коррекции» к степени коррекции, полученной по рентгенограмме лежа с вытяжением или стоя с боковым наклоном) и выражали в процентах.

Формула 2.2.2.3. Индекс послеоперационной коррекции

$$\textbf{индекс послеоперационной коррекции} = \frac{\text{степень послеоперационной коррекции}}{\text{степень коррекции по рентгенограмме лежа с вытяжением}} \times 100$$

Степень послеоперационной коррекции рассчитывается, как разница между величиной общего угла первичной дуги, вычисленного по прямой рентгенограмме, выполненной после операции и величиной общего угла первичной дуги определенного по прямой постуральной рентгенограмме до оперативного лечения к величине общего угла в положении стоя, и выражается в процентах.Чем ближе индекс располагается к 100%, тем более наглядно видно, что хирургическая коррекция исчерпала всю «естественную» мобильность, выявленную на этапе предоперационного обследования, а

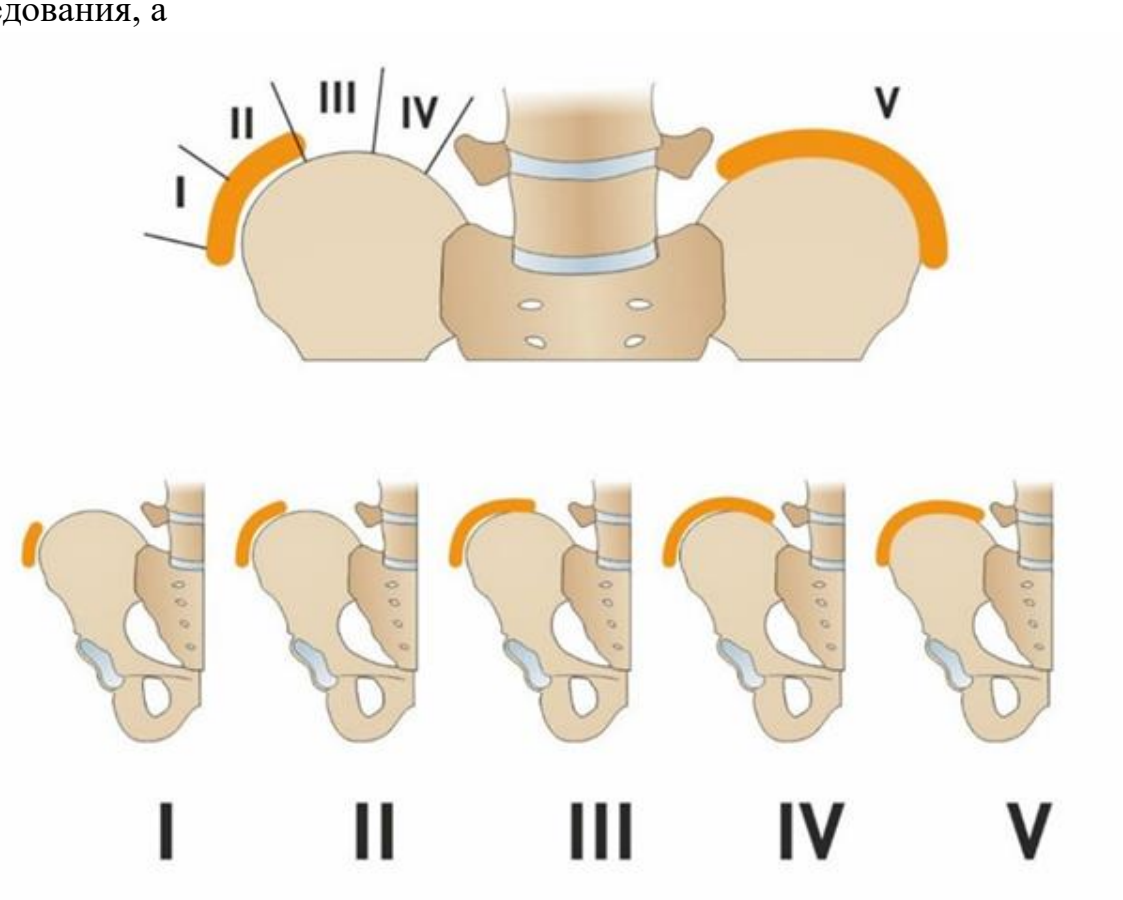


Рисунок 2.2.2.2. Тест Риссера

превышение 100% отражает дополнительную коррекцию, полученную за счет инструментария и хирургических опций, направленных на мобилизацию деформации позвоночника.

Для оценки зрелости скелета используется рентгенография поясничного отдела позвоночника с захватом гребней подвздошных костей. Это исследование, известное как тест Риссера, позволяет получить точные данные о состоянии зрелости костной системы (рисунок 2.2.2.2).

Компьютерная томография (КТ) представляет собой высокоинформативный метод визуализации, позволяющий детально исследовать морфологические характеристики позвонков, обеспечивает возможность количественной оценки анатомических структур, таких как ширина дуг и длина тел позвонков, что является важным для подбора соответствующих размеров имплантов. КТ также эффективно выявляет



Рисунок 2.2.2.3. Трехмерная КТ реконструкция позвоночника и 3D модель

наличие и выраженность стеноза позвоночного канала, а также стеноза межпозвонковых отверстий, что способствует более точной постановке диагноза и разработке индивидуализированных стратегий лечения. КТ стала основой для создания трехмерной модели позвоночника пациента с тяжелыми деформациями.

Эта 3D-модель в масштабе 1:1 используется как на этапе подготовки к операции для планирования вмешательства, так и непосредственно во время хирургического вмешательства, служа анатомическим ориентиром для более точной установки транспедикулярных винтов (рисунок 2.2.2.3.).

Мультипланарная и трехмерная КТ реконструкция предоставляет возможность детального анализа пространственных характеристик деформации позвоночного столба, включая оценку фронтального и сагиттального профиля.

В послеоперационном периоде выполняется КТ контроль грудопоясничного отдела позвоночника на предмет оценки расположения транспедикулярных винтов. При этом выявленные мальпозиции классифицируются на три основные группы: передние, медиальные и латеральные. Передние характеризуются перфорацией переднего кортикального слоя позвонка, медиальные – повреждением кортикального слоя ножки дуги позвонка с медиальной стороны, при этом винт выступает в позвоночный канал, а латеральные – перфорацией кортикального слоя ножки в латеральном направлении. При «критических» дислокациях имеется высокий риск развития осложнений, требующих немедленного вмешательства и тщательного мониторинга.

Магнитно-резонансное томографическое исследование (МРТ), интегрированное в комплексную предоперационную диагностику, служит важным дополнением к компьютерной томографии. В рамках МРТ-протокола используются Т1- и Т2-взвешенные последовательности, а также режим STIR (Short Tau Inversion Recovery), что обеспечивает высокоточную визуализацию мягкотканых структур позвоночного столба, включая спинной

мозг и спинномозговые корешки, на протяжении зоны деформации позвоночника.

Ультразвуковое исследование сосудов нижних конечностей является важной частью обследования пациентов как до, так и после операции. Его проводят не позднее чем за 10 дней до хирургического вмешательства, чтобы получить актуальные данные. При выявлении проблем с проходимостью поверхностных и глубоких вен нижних конечностей это считается противопоказанием к плановому лечению. После операции УЗИ сосудов нижних конечностей проводят в рамках первого этапа реабилитации для ранней вертикализации пациентов.

2.2.3 Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг

Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг представляет собой метод постоянного мониторинга функционального состояния структур нервной системы в процессе хирургического вмешательства. Этот подход направлен на выявление критических отклонений от исходного уровня активности, что позволяет оперативно принимать меры для предотвращения возможных осложнений и обеспечения безопасности пациента.



Рисунок 2.2.3.1. Проведение нейрофизиологического мониторинга

В нашей клинике для пациентов с тяжелыми деформациями мы

используем 32-канальную систему «Нейро-ИОМ». Эта система идеально подходит для ортопедических операций на позвоночном столбе (рисунок 2.2.3.1.).

Мощный 32-канальный усилитель и 4-канальный транскраниальный электростимулятор позволяют точно настраивать напряжение до 1000 В и выбирать различные формы стимулов. Это дает полный контроль над состоянием нервных путей, регистрируя моторные вызванные потенциалы даже в самых сложных случаях. Модель «Нейро-ИОМ-32/В», которую мы используем, оснащена 64 входами усилителя (32 биполярными каналами с возможностью гибкой коммутации), двумя отдельными каналами для ЭМГ/ВП, 12 каналами для электрическойстимуляции, двумя каналами прямой стимуляции нервов, четырьмя каналами транскраниальной электрической стимуляции, каналами фото-, фоно– и паттерн-стимуляции, а также линиями для мониторинга работы электрокоагулятора. При постоянном мониторинге состояния спинного мозга используются все ключевые виды потенциалов: соматосенсорные вызванные потенциалы, транскраниальные моторные вызванные потенциалы, а также регистрация H-рефлекса и F-волны. Эти методы помогают оценить целостность спинного мозга. Кроме того, фиксируется мышечный ответ с помощью игольчатых электродов, расположенных на разных уровнях тела в зависимости от места вмешательства.

2.2.4 Спирометрическое исследование

Исследование проведенное с использованием метода спирографии, позволяет детально оценить функциональное состояние легочной системы пациентов до и после оперативного вмешательства. В рамках данного исследования анализируются ключевые количественные параметры, характеризующие вентиляционную функцию легких, такие как жизненная емкость легких, резервный объем выдоха и емкость вдоха. Полученные

индивидуальные значения сопоставляются с должными показателями, что позволяет определить степень декомпенсации дыхательной системы у каждого пациента. Контрольное обследование пациентов проводится спустя 3-12 месяцев после хирургического вмешательства, что обеспечивает возможность оценки долгосрочной динамики функциональных показателей легких.

2.2.5 Клинические лабораторные исследования

Клинические лабораторные исследования включают стандартный перечень анализов для пациентов ортопедического профиля, готовящихся к оперативному вмешательству. В рамках данного комплекса проводятся следующие диагностические процедуры: общий анализ крови, биохимический анализ крови, исследование мочи, коагулограмма, а также определение группы крови и резус-фактора. Эти тесты являются неотъемлемой частью предоперационной подготовки, так как они позволяют объективно оценить состояние пациента, выявить возможные скрытые патологии и минимизировать риски, связанные с хирургическим вмешательством.

2.3 МЕТОДЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА.

2.3.1 Предоперационная подготовка и планирование

Перед проведением оперативного вмешательства осуществлялся тщательный анализ, направленный на выявление динамики прогрессирования ИС, сопутствующей соматической патологии и особенностей неврологического статуса у пациентов. Данный подход позволил комплексно оценить состояние здоровья пациентов,

минимизировать риски возможных интра– и постоперационных осложнений, а также оптимизировать тактику хирургического лечения с учетом индивидуальных клинических характеристик.

Всем пациентам контрольной группы, страдающим идиопатическим сколиозом, была проведена стандартная предоперационная подготовка, включающая комплексное рентгенологическое обследование. В рамках этого обследования применялись функциональные рентгенографические методы, в частности, bending-тест, который позволяет оценить мобильность и запас собственных эластичных свойств позвоночника. По результатам рентгенологического исследования деформация была классифицирована в соответствии с системой L.Lenke, с выбором уровня и протяженности заднего спондилодеза.

Перед проведением оперативного вмешательства был осуществлен комплекс контрольных лабораторных исследований, включающий клинический и биохимический анализы крови, клинический анализ мочи, коагулограмму, а также определение группы крови и резус-фактора. В качестве обязательного условия для оперативного вмешательства резервировалось не менее двух доз (по 300–330 мл) эритроцитарной массы, а также аналогичный объем свежезамороженной донорской плазмы.

2.3.2 Техника оперативного лечения пациентов первой группы

В рамках исследования пациентам первой группы были проведены хирургические вмешательства по коррекции деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника, осуществляемые исключительно из дорсального доступа с применением современных полисегментарных имплантационных систем и инструментария III поколения. Использование данного инструментария в совокупности с современными транспедикулярными системами является золотым стандартом в хирургическом лечении ИС.

Транспедикулярные системы обеспечивают прочную фиксацию в позвонках, тем самым расширяя возможности для коррекции деформации в трех плоскостях.

Интраоперационная установка имплантов выполнялась в строгом соответствии с общепринятыми методами. Транспедикулярные винты имплантировались вручную с использованием техникипо L. Lenke, известной как «free-hand». Для обеспечения точности позиционирования имплантов применялся электронно-оптический преобразователь (С-дуга или ЭОП) в комбинации с интраоперационной навигационной системой "Medtronic", а также осуществлялся нейрофизиологический мониторинг, в том числе «screw»-контроль.

У пациентов с мобильными деформациями первой группы в качестве дополнительного мобилизирующего пособия была применена техника G1-остеотомии (SPO), разработанная американским ортопедом M.N. Smith-Petersen в 1945 году. Данная техника изначально предназначалась для коррекции кифотических деформаций, вызванных анкилозирующим спондилитом, и фокусировалась на восстановлении физиологической кривизны поясничного отдела позвоночника посредством резекции нижних суставных отростков и капсулы сустава. Данный вид остеотомии приводит к укорочению задней опорной колонны позвоночного столба и способствуют коррекции до 5-10° на один позвоночный двигательный сегмент.

2.3.3 Способ хирургического вмешательства у пациентов группы II, дополненный гало-пельвиктракцией

Традиционный метод лечения сколиоза – двухэтапное хирургическое вмешательство. На первом этапе выполняют передний релиз (ПР), а на втором – задний спондилодез. ПР включает резекцию передней продольной связки и тотальную или субтотальную дискэктомию. Иногда также удаляют заднюю продольную связку и головки ребер. Передний релиз с применением

торакотомии обеспечивает прямой визуальный контроль при проведении тотальной дискэктомии. В последние годы наблюдается значительное увеличение применения торакоскопических техник в хирургии деформаций позвоночника. Данный тренд обусловлен их преимуществами, включая минимально инвазивный характер вмешательств, что способствует снижению травматичности, уменьшению кровопотери, сокращению сроков госпитализации и ускорению процесса реабилитации пациентов.Исследования показали, что торакоскопическая хирургия по эффективности сравнима с открытой дискэктомией.

Техника выполнения трансторакальной многоуровневой мобилизации грудного отдела позвоночника.

Первым этапом в положении на боку выполнялся передний доступ в виде торакотомии с последующим релизом передней опорной колонны в виде многоуровневой дискэктомии на апикальной части грудной дуги, резекции головок ребер (см.рисунок 2.3.3.1.). Выбор оптимального хирургического доступа осуществлялся на основе анализа уровня деформации, подлежащей коррекции, а также объема предстоящего оперативного вмешательства. После выполнения кюретажа замыктельных пластинок смежных тел позвонков, межпозвонковое пространство заполнялось аутокостью из резецированного ребра.

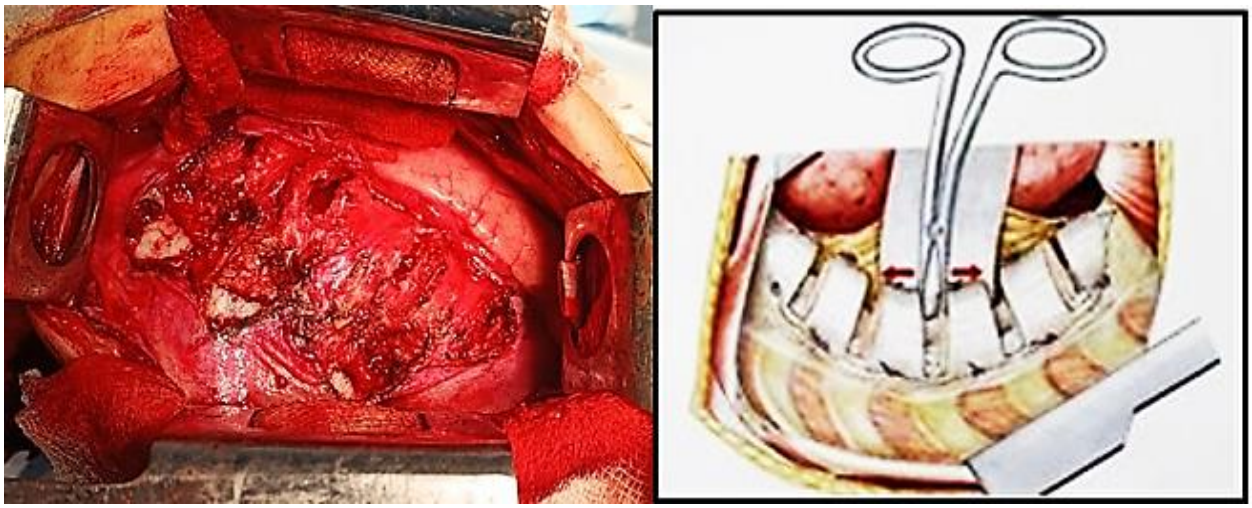


Рисунок 2.3.3.1. Торакотомия с передним релизом

Особенности хирургической техники при дорсальной коррекции деформации.

Пациентам из группы II осуществлялась дозированная гало-пельвиктракция между первым и вторым этапами оперативного вмешательства, которые проводились в рамках одного госпитального периода. Анестезиологическое обеспечение оставалось идентичным первому этапу и включало эндотрахеальный наркоз. После переворота пациента в положение на животе гало-пельвиктракция настраивалась через кольцо, установленное на предыдущем этапе. Все последующие манипуляции осуществлялись при сохранении максимальной гало-пельвиктракции под контролем нейрофизиологического мониторинга. В положении на животе операционное поле троекратно подвергалось обработке антисептическими средствами, после чего накладывалось операционное разрезаемое покрытие. Затем выполнялся срединный разрез по линии остистых отростков позвонков для осуществления транспедикулярной фиксации. Доступ к задним элементам позвоночного столба обеспечивался с применением электрокоагулятора для локального гемостаза. После скелетирования задних элементов использовались костные кусачки для создания площадок под транспедикулярные винты. Выполнялась G1-остеотомия SPO (остеотомия по Смит-Петерсену). На винтах устанавливались смоделированные стержни, фиксируемые гайками. Далее проводилась коррекция деформации. Операционная рана ушивалась с оставлением двух дренажей и наложением узловых швов. Для закрытия кожных покровов применялся специальный степлер со скобами, а рана покрывалась асептической повязкой. После завершения оперативного вмешательства гало-кольцо демонтировалось, и пациент переводился в отделение анестезиологии и реанимации для осуществления мониторинга и стабилизации ключевых физиологических показателей.

2.3.4 Техника хирургического лечения пациентов третьей группы с применением G2-остеотомии

Мы описали традиционный комбинированный метод лечения тяжелого ИС, который заключался в использовании переднего релиза с последующей задней коррекцией и инструментацией, что приводило к хорошей трехмерной коррекции искривления, но, по мнению многих авторов, с высоким риском, прежде всего, легочных осложнений. Впоследствии внедрение конструкций с использованием транспедикулярных винтов привело к постепенному увеличению популярности задних процедур, обусловленному высокой надежностью трехколонных систем фиксации. Эти системы демонстрируют высокую устойчивость к осевым и ротационным нагрузкам, что обеспечивает стабильность позвоночника и минимизирует риск осложнений в постоперационном периоде. При выборе заднего подхода для лечения тяжелого идиопатического сколиоза важно правильно подобрать размеры импантируемых опорных элементов и их количество. Если угол Кобба в основной дуге деформации превышает 70°, а передний этап операции не планируется, количество позвонков с двусторонним расположением опорных элементов должно составлять не менее 60%. Это поможет добиться адекватной коррекции и предотвратить миграцию винтов, а также повреждение ножек позвонков. Одноэтапная коррекция относительно ригидных форм ИС, осуществляемая посредством дорсального доступа, зачастую предполагает выполнение остеотомии задних структур позвонков, что позволяет достичь наиболее эффективной коррекции деформационных изменений позвоночного столба, обеспечивая оптимальные условия для восстановления его фронтального и сагиттального профиля. Оперативное вмешательство дополнялось многоуровневой остеотомией G2 по F. Schwab на вершине деформации основной дуги, на протяжении от 2-х до 5-ти позвоночно-двигательных сегментов, исключая концевые позвонки. В процессе выполнения G2-остеотомии в полном объеме иссекались над – и

межостистые связки, резецировались остистые отростки, желтая связка в междужковом пространстве с расширенной двусторонней фасетэктомией (см. рисунок 2.3.4.1.).



Рисунок 2.3.4.1. G2-остеотомия (по F. Schwab)

Во всех случаях осуществлялся артродез позвонков, декортикация задних отделов с костной аутопластикой. Осложнений, непосредственно связанных с выполнением остеотомии G2 по F. Schwab, в текущем исследовании не отмечалось.

2.4 АНКЕТИРОВАНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО ОПРОСНИКА PedsQL.

Для оценки КЖ пациентов с ИС мы использовали опросник PedsQL™ 4.0, созданный в 2001 году в США под руководством Varni J. и других авторов. Этот опросник является одним из самых популярных в мире и переведён на более чем 20 языков. Он успешно прошёл испытания в мультицентровых исследованиях, проведённых в различных странах, включая США, Канаду, Великобританию, Германию, Францию и Китай. Опросник PedsQL™ 4.0 представляет собой надежный и точный инструмент, который позволяет получать достоверные результаты. Он отличается простотой и удобством в использовании, что представляется оптимальным

для оценки качества жизни детей, перенесших хирургическое лечение ИС. В отличие от опросника SF-36, который предназначен для взрослых и может использоваться с 15 лет, PedsQL™ 4.0 позволяет оценивать КЖ пациентов с ИС в возрасте от 13 до 18 лет, который совпадает с оптимальными сроками хирургического лечения подобных больных. Для анализа параметров качества жизни (КЖ) больных использована адаптированная русскоязычная версия опросника Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL). Анкетирование проводилось в рамках контрольного осмотра пациентов перед операцией и спустя год после хирургического вмешательства. Дизайн и методы работы одобрены независимым локальным этическим комитетом. Родители/законные представители обследованных детей и больные старше 14 лет подписали добровольное информированное согласие.

Опросник состоит из 23 вопросов, которые объединены в следующие шкалы:

Таблица 2.4.1. Анкета – физическое функционирование

Мое здоровье и уровень активности (За последний месяц я испытывал/а следующие трудности…)	**Никогда**	**Почти никогда**	**Иногда**	**Часто**	**Почти всегда**
1. Мне было трудно пройти пешком более 100 метров	0	1	2	3	4
2. Мне было трудно бегать	0	1	2	3	4
3. Мне было трудно играть в спортивные игры или делать физические упражнения	0	1	2	3	4
4. Мне было трудно поднимать тяжёлые вещи	0	1	2	3	4
5. Мне было трудно самостоятельно принимать ванну или душ	0	1	2	3	4
6. Мне было трудно выполнять домашние обязанности	0	1	2	3	4
7. Меня беспокоили боли	0	1	2	3	4
8. У меня было мало сил	0	1	2	3	4

Физическое функционирование (ФФ), включающее 8 вопросов, которые оценивают подвижность, ходьбу, бег и наличие болевого синдрома (см.табл.2.4.1.).

Таблица 2.4.2. Анкета – эмоциональное функционирование

Мое настроение (За последний месяц я испытывал/а следующие трудности…)	Никогда	Почти никогда	Иногда	Часто	Почти всегда
1. Мне бывало страшно	0	1	2	3	4
2. Мне бывало грустно	0	1	2	3	4
3. Бывало так, что я злился/лась	0	1	2	3	4
4. Я плохо спал/а	0	1	2	3	4
5. Я переживал/а о том, что может со мной случиться	0	1	2	3	4

Эмоциональное функционирование (ЭФ), состоящее из 5 вопросов, посвященных сну, беспокойству, настроению, страху и грусти (см.табл.2.4.2.) Социальное функционирование охватывает пять вопросов указанных в таблице 2.4.3. о социальной среде, взаимодействии со сверстниками и

Таблица 2.4.3. Анкета – социальное функционирование

Общение (За последний месяц я испытывал/а следующие трудности)	Никогда	Почти никогда	Иногда	Часто	Почти всегда
1. Мне было трудно общаться с моими ровесниками	0	1	2	3	4
2. Мои ровесники не хотели со мной дружить	0	1	2	3	4
3. Мои ровесники дразнили меня	0	1	2	3	4
4. Бывало так, что у меня не получалось делать что-то, что получалось у моих ровесников	0	1	2	3	4
5. Мне бывало трудно чувствовать себя наравне с моими ровесниками	0	1	2	3	4

адаптации к изменениям. Ролевое функционирование, охватывающее 5 вопросов о жизни в школе или детском саду, участии в детском коллективе и частоте пропусков по причине болезни (см.табл. 2.4.4.).

Таблица 2.4.4. Анкета – ролевое функционирование

О школе (За последний месяц я испытывал/а следующие трудности…)	Никогда	Почти никогда	Иногда	Часто	Почти всегда
1. Мне было трудно быть внимательным/ой на уроках	0	1	2	3	4
2. Случалось так, что я забывал/а что-то	0	1	2	3	4
3. Мне было трудно справляться со школьными заданиями	0	1	2	3	4
4. Бывало так, что я пропускал/а школу потому, что плохо себя чувствовал/а	0	1	2	3	4
5. Бывало так, что я пропускал/а школу потому, что мне надо было ехать к врачу или в больницу	0	1	2	3	4

Пациентам была предложена к заполнению анкета, адаптированная для их возрастной категории (13-18лет), под руководством медицинского специалиста. По результатам анкетирования было произведено суммирование баллов, набранных каждым участником по каждому модулю, в соответствии с таблицей, где максимальное количество баллов составляет 100 (таблица 2.4.5.).

Таблица 2.4.5. Анкета для возрастной категории (13-18лет)

Варианты ответов	Никогда	Почти никогда	Иногда	Часто	Почти всегда
Баллы	0	1	2	3	4
Оценка ответа в баллах	100	75	50	25	0

Чтобы получить результаты по каждой шкале функционирования, мы вычислили среднее арифметическое значение, используя следующую формулу:

X = (X1 + X2 + Xn) / n, где X– итоговое значение по каждой из шкал, X1, X2, ...,Xn – баллы, полученные после проведения расчетов по каждому вопросу, n – количество вопросов для каждой из шкал функционирования. С целью упрощения расчета допустимо объединение результатов социального, эмоционального и ролевого функционирования в единый блок, который обозначается как суммарная шкала психосоциального функционирования.

Чтобы найти среднее арифметическое значение, мы использовали следующую формулу:

ПСФ = (СФ + ЭФ + РФ) / n, где:

ПСФ – психосоциальное функционирование;

СФ – социальное функционирование;

ЭФ – эмоциональное функционирование;

РФ – ролевое функционирование;

n–количество показателей, равное трём.

Для того чтобы определить итоговый показатель по всем параметрам опросника, мы провели усреднение значений по всем шкалам, отражающим различные сферы функционирования пациента, такие как физическое, эмоциональное, социальное и ролевое. Результаты, полученные по каждой из шкал опросника, были выражены в баллах от 0 до 100 после проведения процедуры шкалирования. Чем выше итоговое значение, тем благоприятнее психосоциальный статус ребёнка. Кроме того, в процессе подсчета результатов можно получить суммарные баллы по различным шкалам опросника.

2.5 Статистический метод

Статистическая обработка данных была выполнена с использованием программного обеспечения «Statistica v. 10.0», разработанного компанией «StatSoft Inc.». Для описания характеристик исследуемых рядов данных

вычисляются средние арифметические значения (M) и стандартные ошибки среднего (m). Для оценки статистически значимых различий между показателями внутри каждой группы применяется двухвыборочный критерий Вилкоксона, который позволяет учитывать порядковые свойства данных и не требует предположений о нормальности распределения. При сравнении различных групп используется U-критерий Манна-Уитни, который является непараметрическим аналогом t-критерия Стьюдента и широко применяется для анализа независимых выборок. Статистически значимые различия между группами определяются при уровне значимости $p < 0,05$, что свидетельствует о высокой достоверности полученных результатов.

Для оценки силы ассоциации между факторами (метод хирургического лечения) и наличием осложнения рассчитывали отношение шансов (Odds Ratio, OR) с 95% доверительными интервалами (95%). Статистическую значимость OR оценивали с помощью теста Вальда. Для определения уровня статистической значимости различий между группами использовался критерий χ^2 Пирсона (Pearson's chi-squared test) с поправкой Йейтса на непрерывность для таблиц 2×2. Значимыми считались различия при $p<0,05$.

ГЛАВА 3 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОДНОЭТАПНОГО И ДВУХЭТАПНОГО МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С G1-ОСТЕОТОМИЕЙ И ПЕРЕДНИМ РЕЛИЗОМ.

При написании настоящей главы использованы фрагменты собственного исследования, впервые опубликованные ранее в работах: [36; 38]. В первую группу исследуемых были включены 30 пациентов, подвергшихся хирургическому вмешательству с использованием одноэтапной дорсальной коррекции сколиоза, с использованием G1-остеотомии по технике F. Schwab. Средний возраст детей в данной группе составил 15,3±0,29. Гендерный состав группы характеризовался значительным преобладанием девочек, число которых составило 25 (83,3%), в то время как мальчиков было 5 (16,7%).

Угол деформации во фронтальной плоскости лечения по Cobb у пациентов I группы до операции составил 49,5 ± 1,85° с диапозоном от 35,8° до 68,0°. Большинство пациентов имели деформации I и II типа по L.Lenke с поясничным модификатором B. Значения грудного кифоза у детей варьировались от 6 до 45,3 градусов, в среднем составляя 24,3 ± 1,58° градусов.

У 2 пациентов (7%) грудной кифоз был 10 градусов меньше, что соответствовало грудному модификатору Lenke (-). У 26 пациентов (86%) кифоз был в норме, что обозначается как грудной модификатор Lenke (N). В 2 случаях (7%) отмечался грудной кифоз более 40 градусов, что обозначалось как Lenke (+). У большинства пациентов группы сравнения основная сколиотическая дуга деформации была мобильной, индекс мобильности составлял 57,7±2,18 (100-42,3), а индекс стабильности по А.И. Казьмину – 0,7±0,02. До операции показатели фронтального баланса, отражающие разобщение линии отвеса С7 позвонка (C7PL) и CSVL, в первой группе составили 6,1 ± 0,67мм. Оценка смещения сагиттальной вертикальной оси (SVA) у пациентов группы сравнения показала, что при идиопатическом

сколиозе эти показатели изначально находятся в пределах относительного баланса. До операции среднее значение SVA составляло -1,7 ± 1,12мм. В первой группе также не было выявлено дефицита поясничного лордоза (LL), который в среднем составил 47,7 ± 1,82°.

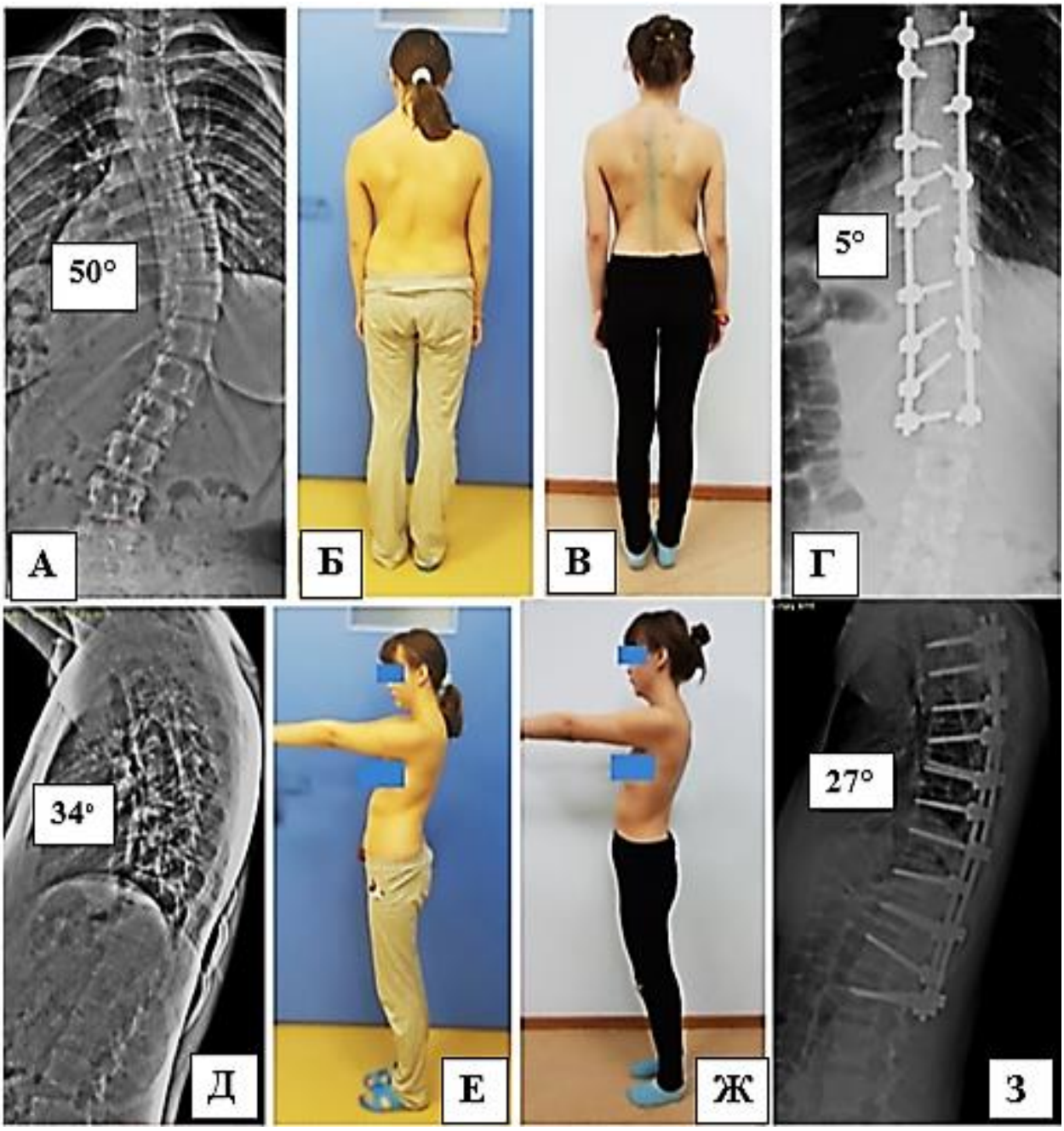


Рисунок 3.1. Внешний вид пациентки Б., 15 лет и рентгенограммы в прямой проекции до и после операции; А – снимок до операции в прямой проекции; Б – вид до операции В – вид после операции; Г – снимок после операции в

прямой проекции; Д – снимок до операции в боковой проекции; Е – вид до операции; Ж – вид после операции; З – снимок после операции в боковой проекции.

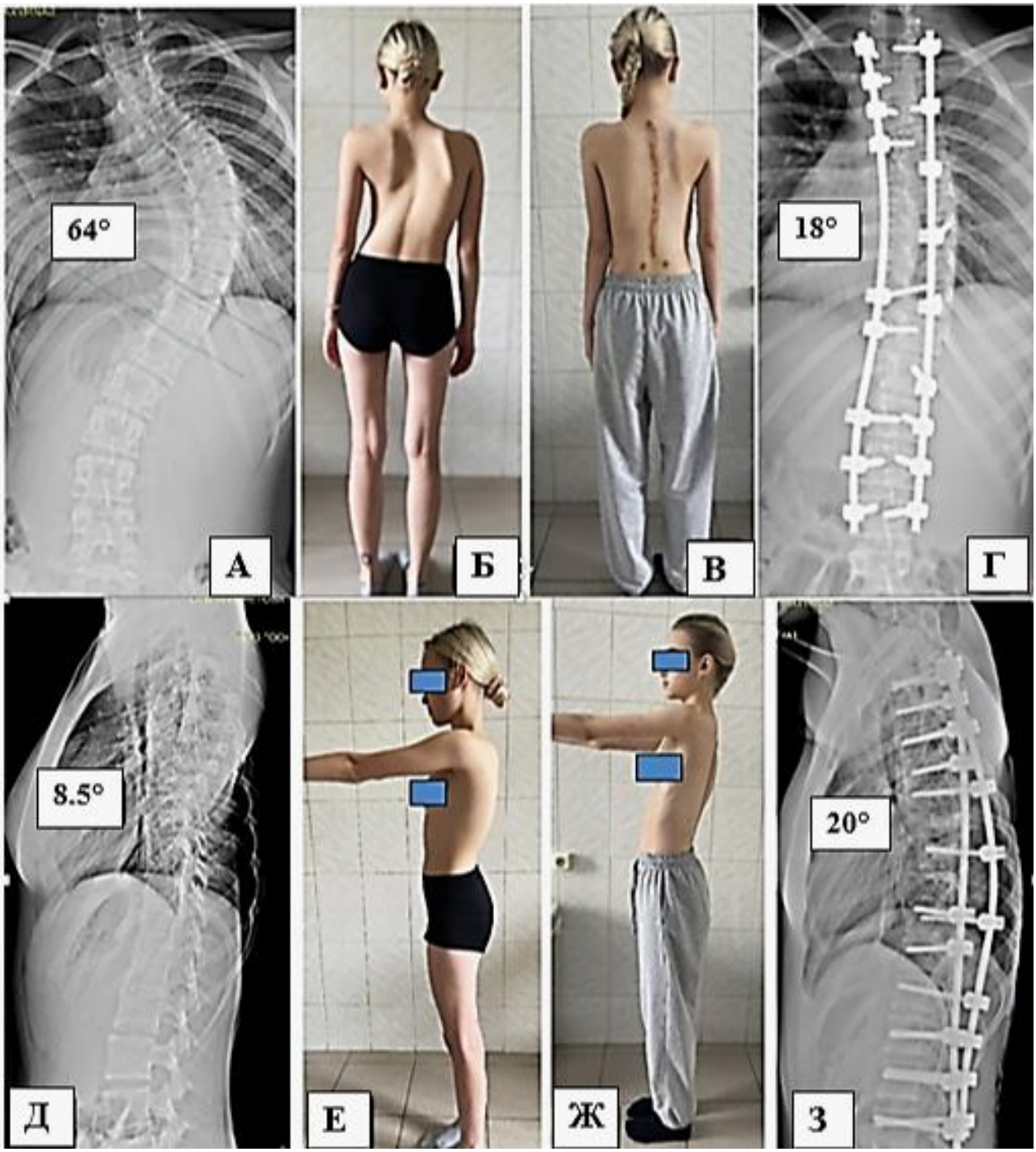


Рисунок 3.2. Внешний вид пациентки П., 16 лет и рентгенограммы до и после операции; А – снимок до операции в прямой проекции; Б – вид до операции; В – вид после операции; Г – снимок после операции в прямой проекции; Д – снимок до операции в боковой проекции; Е – вид до операции; Ж – вид после операции; З – снимок после операции в боковой проекции.

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии исходного нарушения баланса в сагиттальной и фронтальной плоскости у пациентов первой группы. В первой группе после проведения хирургической коррекции показатель основной дуги деформации во фронтальной плоскости снизился с 49,5 ± 1,85° до 10,7 ± 1,20°, что демонстрирует существенное уменьшение деформации (p=0,000002). В результате проведенного оперативного лечения индекс послеоперационной коррекции у пациентов группы сравнения составил 140,6 ± 4,48 (p=0,00132). Клинический случай пациентки Б., 15 лет с исходным гипокифозом грудного отдела показан на рисунке 3.1. Представлены рентгенограммы во фронтальной и сагиттальной плоскости и фотографии внешнего вида до и после операции.

В первой группе после хирургического вмешательства динамика показателя грудного кифоза составила 5,8 ± 1,51°, в сравнении с исходным средним значением – 24,3 ± 1,58°. Динамическая оценка величины грудного кифоза у пациентов в подгруппе А с гипокифозом показала следующие изменения: вгруппе I – 8,6 ± 0,96° до операции, а после хирургического вмешательства ГК составил 19,2 ± 1,15°.

В большинстве случаев у пациентов из каждой группы исходные значения грудного кифоза были в пределах нормы. Это объясняется широким диапазоном значений угла ГК (от 10° до 40°), которые, согласно классификации, относятся к нормальным значениям грудного кифоза. Средний показатель у пациентов подгруппы В с нормокифозом до операции в первой группе составил: I – 24,0 ± 0,63°. После оперативного лечения ГК в подгруппе В составил 30,6 ± 0,86°, с динамикой изменения 6,6 ± 0,74°. На рисунке 3.2. представлен клинический случай пациентки Б.16 лет, с исходным нормокифозом грудного отдела позвоночника. Показаны рентгенограммы во фронтальной и сагиттальной плоскости и фотографии внешнего вида до и после операции.

У пациентов первой группы с исходным гиперкифозом подгруппы С средний показатель ГК составил 43,3 ± 0,78°. После проведения

оперативного вмешательства в первой группе грудной кифоз уменьшился до 36,6 ± 0,56°, динамика изменений показателей в первой группе составила – 6,7 ± 0,67°.

Анализ показателей фронтального баланса выявил разобщение линии отвеса С7 позвонка и CSVL, которое до операции в контрольной группе составило 6,1 ± 0,67мм, а после оперативного лечения скорригирован до 2,3 ± 0,40мм в первой группе. Важно отметить, что показатели фронтального баланса как до, так и после оперативного лечения оставались в пределах относительного баланса (±25 мм), что свидетельствует об эффективности проведенного хирургического вмешательства (см. рис. 3.1., 3.2.).

Во вторую исследумую группу вошли 31 пациент, которым провели операцию в два этапа. На первом этапе мобилизовали переднюю опорную колонну позвоночника, затем использовали гало-пельвиктракцию. На втором этапе выполнили дорсальную инструментацию позвоночника. Средний возраст пациентов в данной группе составил 14,9 ± 0,26. Угол деформации во фронтальной плоскости лечения по Cobb у пациентов II группы до операции составил 85,0 ± 5,12° с диапозоном от 47.0° до 161,7°. Значения грудного кифоза у детей варьировались от 2,6 до 84,6 градусов, в среднем составляя 26,0 ± 2,16 градусов. У 6 пациентов (19%) грудной кифоз был 10 градусов и меньше, что соответствовало грудному модификатору Lenke (-). У 20 пациентов (65%) кифоз был в норме, что обозначается как грудной модификатор Lenke (N). В 5 случаях (16%) отмечался грудной кифоз более 40 градусов, что обозначалось как Lenke (+). У большинства пациентов из группы II основная дуга сколиотической деформации была достаточно ригидной. Индекс мобильности у них составлял 39,2 ± 1,52 (p=0,000), а индекс стабильности по А.И. Казьмину – 0,8 ± 0,01 (p=0,000). Эти показатели достоверно отличались от результатов группы сравнения.

До операции показатели фронтального баланса (ФБ), отражающие смещение линии отвеса С7 позвонка (C7PL) относительно CSVL, в первой группе составили 10,6 ± 0,88мм. Смещение сагиттальной вертикальной оси

(SVA) у пациентов первой группы при идиопатическом сколиозе изначально было в норме. Среднее значение SVA до операции составляло -1,2 ± 2,65мм. Во второй группе средний поясничный лордоз (LL) составлял 44,1 ± 2,3°. У пациентов второй группы на момент начала исследования не было выявлено постуральных нарушений в сагиттальной и фронтальной плоскостях, что свидетельствует о сохранении нормального баланса в этих плоскостях.

У пациентов второй группы после проведения выполнения двухэтапного хирургического вмешательства показатель основной дуги деформации во фронтальной плоскости снизился с 85,0 ± 5,12° до 35,1 ± 3,41°, при этом динамика изменения составила 49,9 ± 4,26°. Индекс послеперационной коррекции у пациентов второй группы составил 169,9 ± 3,8. Во второй группе, где средний исходный показатель ГК составлял 26,0 ± 3,4°, после операции произошло увеличение грудного кифоза до 29,7 ± 1,79°, что соответствует разнице в 3,7 ± 2,59°. Анализ данных, относящихся к подгруппам пациентов, выявил следующие особенности грудного кифоза в группе II, подгруппа A, характеризующейся гипокифозом: до проведения оперативного вмешательства средний показатель грудного кифоза составил 5,7 ± 1,64°, тогда как после хирургического вмешательства данный показатель значимо увеличился до 21,4 ± 2,19° с динамикой +15,7 ± 1,91°. У пациентов с исходным нормокифозом в подгруппе B получены следующие результаты: средний начальный угол грудного кифоза имел значение 22,7 ± 2,16°. После лечения он увеличился до 28,4 ± 1,89°, что составило прирост на 5,7 ± 2,02°. В подгруппе C у пациентов с исходным гиперкифозом до операции угол составил 49,3 ± 1,48°. После хирургического вмешательства показатель снизился до 41,8 ± 1,79°. Динамика изменения показателя составила -7,5 ± 1,63°.

Анализ показателей фронтального баланса выявил разобщение линии отвеса C7 позвонка и CSVL, которое до операции в контрольной группе составляло 10,6 ± 0,88мм. После оперативного лечения данный показатель был скорректирован до значения 3,2 ± 0,34мм во второй группе. Изменения

параметров сагиттального баланса продемонстрировали следующие тенденции: значение сагиттальной вертикальной оси (SVA) уменьшилось с исходного уровня в 1,45 ± 1,9мм до значения -0,5 ± 1,36мм. Поясничный лордоз, напротив, увеличился с 44,1 ± 2,3° до 47,9 ± 1,19°.

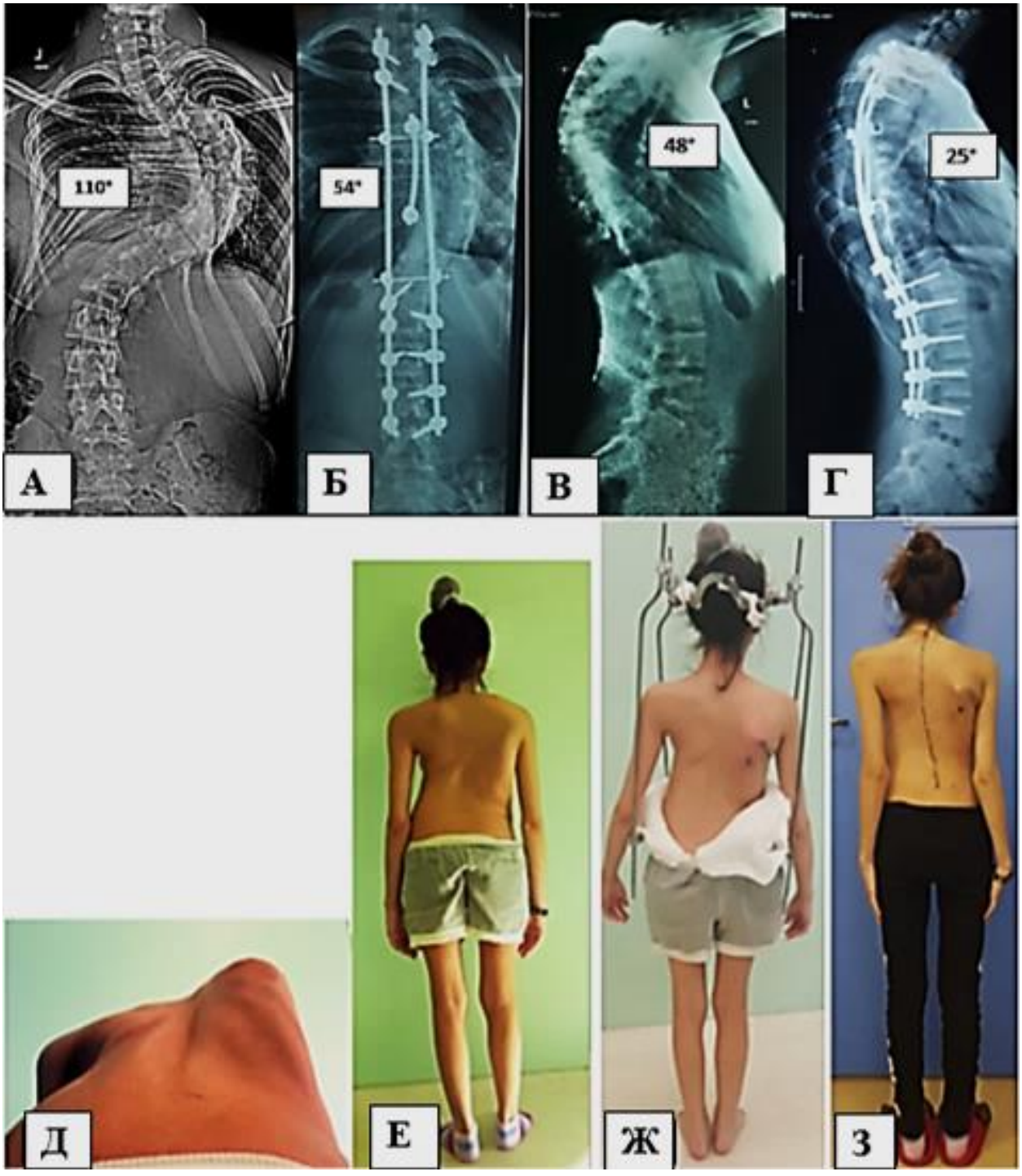


Рисунок 3.3. Рентгенограммы и внешний вид пациентки С., 16 лет, на разных этапах лечения. пациентки С., 16 лет, в динамике; А – снимок до операции в прямой проекции; Б – снимок после операции в прямой проекции; В –

снимок до операции в боковой проекции; Г – снимок после операции в боковой проекции, Д – реберный гиббус; Е – вид до операции; Ж – вид после I этапа хирургического этапа; З – вид через 1 месяц после операции.

Показатели фронтального баланса у пациентов, как до, так и после операции, оставались в пределах нормы, как и у пациентов группы сравнения. Это подтверждает, что хирургическое вмешательство было выполнено корректно и эффективно (см.рис 3.3.).

Клинический случай пациентки С., 16 лет с исходным гиперкифозом грудного отдела показан на рисунке 16. Представлены рентгенограммы в фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также фотографии внешнего вида до операции и после первого и второго этапов хирургического лечения с предварительным передним релизом и гало-пельвик тракцией. Основные результаты сравнительного анализа методов хирургического вмешательства у второй группы пациентов в сопоставлении с первой группой представлены в таблицах 3.1., 3.2., 3.3., 3.4.

При анализе индекса послеоперационной коррекции по исследуемым группам нами получены следующие результаты: у пациентов II группы он составил 169,9 ± 3,8, а в группе I – 140,6 ± 4,48, что на 29,3 единицы выше, чем в группе I (p=0,001328), что достоверно подтверждает роль переднего релиза в получении более значимой хирургической коррекции деформации (см таб. 3.1.).

Таблица 3.1. Индекс послеоперационной коррекции у пациентов исследуемых групп, n

Группа	**I (n=30)**	**II (n=31)**	**P-value I/II**
ИПК	140,6±4,48	169,9±3,8	0,001328

У пациентов группы сравнения и второй группы значимо улучшились показатели деформации во фронтальной плоскости. Средний показатель деформации по Коббу основной дуги у пациентов второй группы

уменьшился с 85° до 35,1°, при этом динамика коррекции составила 49,9°, что составляет в среднем 58,7% от исходного угла деформации (p=0,000001). В первой группе пациентов угол Кобба уменьшился с 49,5° до 10,7° (p=0,000002). Это изменение составило 38,8°, что в процентах 78,3% (см. таб. 3.2.).

Таблица 3.2. Изменения параметров фронтального баланса у обследованных больных до и после оперативного лечения

Основная дуга деформации				
Группа	**До операции**	**После операции**	**Динамика изменения**	**P-value I/II**
I (n=30)	49,5 ± 1,85°	10,7 ± 1,20°	38,8 ± 1,52°	0,000002
II (n=31)	85,0 ± 5,12°	35,1 ± 3,41°	49,9 ± 4,26°	0,000001
Фронтальный баланс (разобщение C7PL и CSVL)				
I (n=30)	6,1 ± 0,67мм	2,3 ± 0,40мм	3,8 ± 0,53мм	0,000005
II (n=31)	10,6 ± 0,88мм	3,2 ± 0,34мм	7,4 ± 0,61мм	0,000002

Параметры фронтального баланса представленные в таблице 3.2., как разобщение линии отвеса С7 позвонка и центральной сакральной оси после оперативного лечения были скорректированы до следующих значений: в первой группе со среднего показателя 6,1 ± 0,67мм до 2,3 ± 0,40мм (p=0,000005), во второй с 10,6 ± 0,88мм до 3,2 ± 0,34мм (p=0,000002). В рамках исследования было установлено, что параметры фронтального баланса в исследуемых группах находились в состоянии относительного баланса (менее 25 мм) как до, так и после оперативного вмешательства. При анализе результатов после операции выявлено статистически значимое улучшение параметров фронтального баланса у пациентов второй группы по сравнению с первой (p=0,000002), что свидетельствует о более высокой эффективности двухэтапного способа лечения в данной группе.

При анализе показателей грудного кифоза во второй группе по

отношению к группе сравнения получены следующие результаты: в подгруппе А первой группы с гипокифозом значения с 8,6 ± 0,96° увеличились до физиологических параметров в 19,2 ± 1,15°, динамика изменения составила +10,6 ± 1,05° (p=0,179713), а во второй группе значение увеличилось с 5,7 ± 1,64° до 21,4 ± 2,19°, динамика изменения составила +15,7 ± 1,91° (p=0,000277).

Таблица 3.3. Грудной кифоз (ГК), результаты по подгруппам, n

Подгруппа А. Гипокифоз (ГК<10°)				
Группа	**До операции**	**После операции**	**Изменение ГК**	**P-value I/II**
I (n=2)	8,6 ± 0,96°	19,2 ± 1,15°	+10,6 ± 1,05°	0,179713
II (n=6)	5,7 ± 1,64°	21,4 ± 2,19°	+15,7 ± 1,91°	0,000277
Подгруппа В. Нормокифоз (ГК 10° – 40°)				
I (n=26)	24,0 ± 0,63°	30,6 ± 0,86°	+ 6,6 ± 0,74°	0,000174
II (n=19)	22,7 ± 2,16°	28,4 ± 1,89°	+ 5,7 ± 2,02°	0,043805
Подгруппа С. Гиперкифоз (ГК>40°)				
I (n=2)	43,3 ± 0,78°	36,6 ± 0,56°	- 6,7 ± 0,67°	0,654721
II (n=5)	49,3 ± 1,48°	41,8 ± 1,79°	- 7,5 ± 1,63°	0,004311

В подгруппе В, у пациентов первой группы изменения грудного кифоза имели следующие значения: до оперативного лечения 24,0 ± 0,63°, после операции 30,6 ± 0,86° с динамикой изменения + 6,6 ± 0,74° (p=0,000174). Во второй группе показатели составили: до операции 22,7 ± 2,16°, после оперативного лечения 28,4 ± 1,89°. При этом динамика изменения ГК составила + 5,7 ± 2,02° (p=0,043805).

У пациентов группы сравнения в подгруппе С с исходным

гиперкифозом получены следующие результаты: до оперативного лечения ГК составил 43,3 ± 0,78°, после операции 36,6 ± 0,56°, с изменением – 6,7 ± 0,67° (p=0,654). Во второй исследуемой группе получены следущие результаты: до операции 49,3 ± 1,48°, после операции 41,8 ± 1,79°, с динамикой изменения – 7,5 ± 1,63° (p=0,004311).

Исходя из данных, представленных в таблице выше, мы пришли к заключению, что показатели формирования грудного кифоза у пациентов с исходным гипокифозом были значимо лучше во второй группе (p=0,000277) по сравнению с группой сравнения.

Таблица 3.4. Сравнение параметров сагиттальной плоскости (SVA, LL), n

Сагиттальный баланс SVA				
Группа	**До операции**	**После операции**	**Изменение SVA(mm)**	**P-value I/II**
I (n=30)	-1,7 ± 1,12мм	0,5 ± 0,57мм	-1,2 ± 0,84мм	0,043832
II (n=31)	-1,2 ± 2,65мм	1,6 ± 1,22мм	1,45 ± 1,9мм	0,057321
Поясничный лордоз (LL)				
Группа	**До операции**	**После операции**	**Изменение LL**	**P-value I/II**
I (n=30)	47,7 ± 1,82°	49,7 ± 1,73°	2,0 ± 1,77°	0,184623
II (n=31)	44,1 ± 2,3°	47,9 ± 1,19°	3,8 ± 1,75°	0,167109

Параметры изменения сагиттального профиля представены выше в таблице 3.4.. При анализе поясничной дуги в 2-х группах мы видим, что изменения в I и II группах сопоставимы между собой. Динамика изменения поясничной дуги составила +2,0 ± 1,77° (p=0,184623) и +3,8 ± 1,75° (p=0,167109) соответственно. Отклонение сагиттальной вертикальной оси (SVA) в группе II против первой группы составляют: 1,45 ± 1,9мм и -1,2 ± 0,84мм (p=0,057321). При этом достоверно значительных расхождений в

параметрах глобального сагиттального баланса мы не обнаружили.

В рамках данного исследования для пациентов первой группы сравнения применялась технология коррекции деформаций позвоночника по Cotrel-Dubousset (CD). Нами применялся стандартный набор дорсального инструментария третьего поколения, а именно – стержневую систему с транспедикулярными опорными элементами, что позволило обеспечить высокую степень коррекции деформации и стабильность фиксации позвоночника. Применение указанной технологии, дополненной G1-остеотомией, позволило достичь значительных клинико-рентгенологических результатов. Коррекция основной сколиотической дуги составила в среднем на 38,8 ± 1,52°, во всех случаях удалось восстановить физиологический или близкий к физиологическому сагиттальный профиль позвоночника.

Прогрессирование деформации было остановлено с удовлетворительным косметическим эффектом. Таким образом, применение технологии CD в сочетании с современным полисегментарным инструментарием третьего поколения продемонстрировало высокую эффективность в коррекции сколиотических деформаций позвоночника с величиной угла 49,5 ± 1,8° при исходно мобильных деформациях (с индексом стабильности по А.И. Казьмину 0,7±0,02 и индексом мобильности, имеющим среднее значение 57,7±2,18).

В представленной главе диссертационного исследования первая группа пациентов является группой сравнения для последующего проведения сравнительного анализа результатов двухэтапного оперативного лечения пациентов с идиопатическим сколиозом. Для корректности анализа формирования грудного кифоза в послеоперационном периоде у пациентов исследуемых групп, мы разделили их на три подгруппы в зависимости от исходной величины ГК: подгруппа А – с гипокифозом, подгруппа В – с нормокифозом и подгруппа С – с гиперкифозом. Вторую исследуемую группу составили пациенты, с исходно более тяжелыми деформациями со средней величиной угла сколиотической дуги 85±5,1° и индексом

стабильности по А.И. Казьмину 0,8±0,01 и индексом мобильности имеющим среднее значение 57,7±2,18. Пациентам второй группы выполнялось двухэтапное оперативное лечение с вентральным релизом, в 18 из 31 случаев выполнялась периоперационная гало-пельвиктракция, вторым этапом выполнена задняя коррекция и инструментация позвоночника с G1-остеотомией по F.Schwab и задним спондилодезом.

При таком сравнительном анализе отмечено, что во всех случаях после оперативного лечения отмечено формирование физиологического или близкого к физиологическому, сагиттального профиля позвоночника. Причем наиболее близкими к физиологических значениям грудного кифоза в результате оперативного лечения отмечены у пациентов второй исследуемой группы пациентов в подгруппах А и В. Особенной выраженная динамика отмечена у пациентов второй группы, которым проводилась периоперационная гало-пельвиктракция.

У пациентов из первой группы неврологические осложнения не были выявлены. В одном случае, у пациента II группы, после выполнения второго этапа оперативного лечения развился глубокий нижний парапарез в нижних конечностях с нарушением функций тазовых органов, что составило 3,2% от численности второй группы исследования. По данным контрольных МРТ и КТ, данных за наличие вертебромедуллярного конфликта, а также критических мальпозиций опорных элементов металлоконструкции не выявлено, в связи с чем, совместно с неврологами дано заключение о развитии у пациентки тракционной миелопатии. Пациентка взята на ревизионное оперативное вмешательство, снижено тракционное напряжение с металлоконструкции. В течение четырёх последующих месяцев отмечено полный регресс неврологического дефицита.

Результаты нашего исследования свидетельствуют о преимуществе двухэтапной тактики хирургического лечения у пациентов с исходным гипокифозом, что объясняется эффектом выполнения многоуровневой дискэктомии не вершине деформации. Это позволило, за счет укорочения

передней опорной колонны позвоночника сформировать физиологический сагиттальный профиль позвоночника, при уменьшении натяжения спинного мозга на вершине деформации, что на наш взгляд, является мерой прифилактики неврологических осложнений. Исходя из полученных данных, мы вынуждены несогласиться со многими авторами, предлагающими заменить двухэтапную тактику хирургического лечения одноэтапной хирургической коррекцией с применением G2-остеотомией по F.Schwab, что и послужило основанием для продолжения текущего исследования. Дело в том, что многоуровневая дискэктомия на вершине сколиотической деформации позволяет устранить клиновидность межпозвоночного диска, связанную со смещением пульпозного ядра в выпуклую сторону деформации, выполнить деструкцию ростковой зоны с выпуклой стороны деформации, что способствует ликвидации ассиметричного роста тел позвонков на вершине деформации, а также создать условия формирования спондилодеза на 360° на вершине деформации.

ГЛАВА 4 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДВУХЭТАПНЫМ (ПЕРЕДНИЙ РЕЛИЗ) И ОДНОЭТАПНЫМ ОПЕРАТИВНЫМ ЛЕЧЕНИЕМ ДОПОЛНЕННЫМ G2-ОСТЕОТОМИЕЙ.

При написании настоящего раздела использованы фрагменты собственного исследования, впервые опубликованные ранее в работах [36; 38; 41]. В третью группу вошли 33 пациента, которым провели одноэтапную дорсальную коррекцию сколиоза с использованием G2-остеотомии по технике F. Schwab. До операции угол деформации во фронтальной плоскости по Cobb у пациентов III группы составлял в среднем 73,4 ± 2,51°, варьируясь от 48,0° до 110,0°. Грудной кифоз у детей колебался от 0 до 54 градусов, в среднем 27,7 ± 2,29°. У 4 пациентов (12%) кифоз не превышал 10 градусов, что соответствует грудному модификатору Lenke (-). У 22 пациентов (67%) кифоз был в пределах нормы (грудной модификатор Lenke (N)). В 7 случаях (21%) кифоз превышал 40 градусов (грудной модификатор Lenke (+). У большинства пациентов третьей группы основная сколиотическая дуга была ригидной: индекс мобильности составлял 40,6 ± 1,57, а индекс стабильности по А.И. Казьмину – 0,8 ± 0,01.

До операции показатели фронтального баланса, отражающие смещение разобщения линии отвеса С7 позвонка относительно CSVL, у пациентов III группы составили 12,0 ± 1,1мм. Смещение сагиттальной вертикальной оси (SVA) при идиопатическом сколиозе было в норме: до операции среднее значение SVA составляло -1,1 ± 2,16мм. В третьей группе также не было выявлено дефицита поясничного лордоза: в среднем он составлял 46,6 ± 1,85°. Данные значения указывают на отсутствие исходного нарушения баланса в сагиттальной и фронтальной плоскостях у пациентов III группы.

У пациентов первой группы основная сколиотическая дуга деформации была мобильной, ИМ составлял 57,7 ± 2,18 (100-42,3), а ИК – 0,7 ± 0,02. Во второй и третьей группах основная дуга деформации была ригидной. При

этом показатели мобильности были сопоставимы в обеих группах, достоверных различий между ними не выявлено (p=0,6003). Индекс мобильности во II группе составил 39,2 ± 1,52 (100-60,8), а в III группе – 40,6 ± 1,57 (100-59,4). Индекс стабильности по А.И. Казьмину во II и III группах достоверно не различался (p=0,2266) и составил значение 0,8 ± 0,01. Данные параметры представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Параметры мобильности основной дуги деформации позвоночника у обследованных пациентов

Группа / Параметры	I (n=30)	II (n=31)	III (n=33)	P-value		
				I/II	I/III	II/III
Индекс стабильности А.И. Казьмина	0,7±0,02	0,8±0,01	0,8±0,01	0,0000	0,0000	0,2266
Индекс мобильности	57,7±2,18	39,2±1,52	40,6±1,57	0,0000	0,0000	0,6003

Угол деформации во фронтальной плоскости лечения по Cobb у пациентов I группы до операции составил 49,5 ± 1,85°, после операции угол по Cobb определен на уровне 10,7 ± 1,20°. Динамика показателей изменения основной дуги составила 38,8 ± 1,52°. Исходные показатели основной дуги деформации во фронтальной плоскости у пациентов группы II до оперативного лечения составили 85,0 ± 5,12°, что значительно превысило средние показатели в третьей группе, которые составили 73,4 ± 2,5°. После хирургической коррекции во II группе величина угла основной дуги деформации отмечена на уровне 35,1 ± 3,4° (31 пациент), а в III группе средний угол сколиотической дуги по Cobb после операции составил 27,6 ± 1,96° (33 пациента). Динамика коррекции основной грудной дуги деформации у пациентов группы II составила 49,9 ± 4,26°, а в третьей группе 45,8 ± 2,23°, что свидетельствует о достоверно более высокой степени коррекции деформации у пациентов в результате двухэтапного хирургического вмешательства (p=0,000001).

Таблица 4.2. Изменения параметров фронтального баланса у обследованных больных до и после оперативного лечения

Основная дуга деформации				
Группа	**До операции**	**После операции**	**Динамика изменения**	**P-value**
I (n=30)	49,5 ± 1,85°	10,7 ± 1,20°	38,8 ± 1,52°	0,000002
II (n=31)	85,0 ± 5,12°	35,1 ± 3,41°	49,9 ± 4,26°	0,000001
III (n=33)	73,4 ± 2,51°	27,6 ± 1,96°	45,8 ± 2,23°	0,000001
Фронтальный баланс (разобщение C7PL и CSVL)				
I (n=30)	6,1 ± 0,67мм	2,3 ± 0,40мм	3,8 ± 0,53мм	0,000005
II (n=31)	10,6 ± 0,88мм	3,2 ± 0,34мм	7,4 ± 0,61мм	0,000002
III (n=33)	12,0 ± 1,1мм	3,0 ± 0,45мм	9,0 ± 0,77мм	0,000001

Параметры фронтального баланса в виде разобщения разобщения линии отвеса С7 позвонка и центральной сакральной оси до оперативного лечения составили: в первой группе – 6,1 ± 0,67мм, во второй – 10,6 ± 0,88 мм, в третьей – 12,0 ± 1,1мм. После оперативного лечения данный показатель был скорректирован до следующих значений: в первой группе – 2,3 ± 0,40мм (p=0,000005), во второй – 3,2 ± 0,34мм (p=0,000002), в третьей – 3,0 ± 0,45мм (p=0,000001). Сравнение параметров фронтального баланса у пациентов из второй и третьей групп с группой сравнения показало значимо лучшие результаты.

Таким образом, показатели фронтального баланса во всех группах, представленные в таблице 4.2., находились в состоянии относительного баланса как до оперативного лечения, так и в послеоперационном периоде.

Далее мы проанализировали средний индекс послеоперационной коррекции по группам исследования. У пациентов II группы он составил 169,9 ± 3,8 (p=0,001328), а в группе III – 159,0 ± 3,9 (p=0,002052), что на 10,9

единиц выше, чем в группе III, что достоверно подтверждает значительную роль дискэктомии и переднего релиза в получении более значимой хирургической коррекции деформации (p=0,022184). Значения индекса послеоперационной коррекции у исследуемых групп показаны в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Индекс послеоперационной коррекции у пациентов исследуемых групп

Группа / Параметры	I (n=30)	II (n=31)	III (n=33)	P-value		
				I/II	I/III	II/III
ИПК	140,6±4,48	169,9±3,8	159,0±3,9	0,001328	0,002052	0,022184

Как известно, искривление во фронтальной плоскости у пациентов с подростковым сколиозом приводит к нарушению сагиттального профиля позвоночника. Одним из ключевых параметров сагиттального баланса в нашем исследовании является угол грудного кифоза, поскольку он тесно коррелирует с величиной поясничного лордоза. Это, в свою очередь, может привести к развитию послеоперационных осложнений, включая проксимальный или дистальный переходный кифоз.

В первой группе после хирургического вмешательства зафиксировано изменение показателя грудного кифоза на 5,8 ± 1,51° при исходном значении 24,3 ± 1,58°. Во второй группе, где средний исходный показатель составлял 26,0 ± 3,4°, после операции произошло увеличение грудного кифоза до 29,7 ± 1,79°, что соответствует разнице в 3,7 ± 2,59°. В третьей группе, где средний исходный показатель был 27,7 ± 2,29°, после хирургического вмешательства отмечено незначительное увеличение до 28,5 ± 1,13°, разница составила всего 0,8 ± 1,71°. Анализ данных, представленных в таблице 4.4., позволил определить общие изменения показателей грудного кифоза после хирургического вмешательства, независимо от исходных значений. При этом не было обнаружено статистически значимых различий у пациентов второй (p=0,099742) и третьей групп (p=0,809388) по сравнению с группой сравнения.

Таблица 4.4. Сравнение параметров сагиттальной плоскости (ГК – грудной кифоз), n

Грудной кифоз ГК (Cobb)				
Группа	**До операции**	**После операции**	**Динамика изменения ГК**	**P-value**
I (n=30)	24,3 ± 1,58°	30,1 ± 1,45°	5,8 ± 1,51°	0,000375
II (n=31)	26,0 ± 2,16°	29,7 ± 1,79°	3,7 ± 2,59°	0,099742
III (n=33)	27,7 ± 2,29°	28,5 ± 1,13°	0.8 ± 1.71°	0,809388

Для обеспечения точности и надежности анализа формирования грудного кифоза (ГК) в послеоперационном периоде у исследуемых пациентов, мы классифицировали их на три подгруппы в зависимости от исходного уровня ГК: с гипокифозом (ГК < 10°), нормокифозом (ГК = 10–40°) и гиперкифозом (ГК > 40°). Эти значения представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Изменения ГК у пациентов по подгруппам, n

Подгруппа А. Гипокифоз (ГК<10°)				
Группа	**До операции**	**После операции**	**Изменение ГК**	**P-value I/II**
I (n=2)	8,6 ± 0,96°	19,2 ± 1,15°	+10,6 ± 1,05°	0,179713
II (n=6)	5,7 ± 1,64°	21,4 ± 2,19°	+15,7 ± 1,91°	0,000277
III (n=4)	7,3 ± 2,29°	16,9 ± 1,13°	+9,6 ± 1,71°	0,067890
Подгруппа В. Нормокифоз (ГК 10° – 40°)				
I (n=26)	24,0 ± 0,63°	30,6 ± 0,86°	+ 6,6 ± 0,74°	0,000174
II (n=19)	22,7 ± 2,16°	28,4 ± 1,89°	+ 5,7 ± 2,02°	0,043805
III (n=22)	24,5 ± 2,29°	27,9 ± 1,13°	+ 3,4 ± 1,71°	0,047890
Подгруппа С. Гиперкифоз (ГК>40°)				
I (n=2)	43,3 ± 0,78°	36,6 ± 0,56°	-6,7 ± 0,67°	0,654721
II (n=5)	49,3 ± 1,48°	41,8 ± 1,79°	-7,5± 1,63°	0,009811
III (n=7)	47,1 ± 1,89°	32,9 ± 1,15°	-14,2 ± 1,52°	0,000877

Исходя из данных, представленных в таблице 4.5., значения грудного

кифоза у пациентов в подгруппе А имели следующие характеристики: в первой группе – 8,6 ± 0,96°, в группе II – 5,7 ± 1,64°, а в группе III – 7,3 ± 2,29°. При этом в группе II были зафиксированы наименьшие исходные показатели грудного кифоза. После проведения операции динамика изменения показателей была следующей: в группе II – 15,7 ± 1,91° (p=0,000277), в группе III – 9,6 ± 1,71° (p=0,067890), а в группе сравнения – 10,6 ± 1,05° (p=0,179713). Проведя анализ, мы пришли к выводу, что показатели формирования грудного кифоза у пациентов с исходным гипокифозом были достоверно лучше во второй группе (p=0,000277). Показатели грудного кифоза после оперативного лечения у пациентов групп I и III сопоставимы между собой.

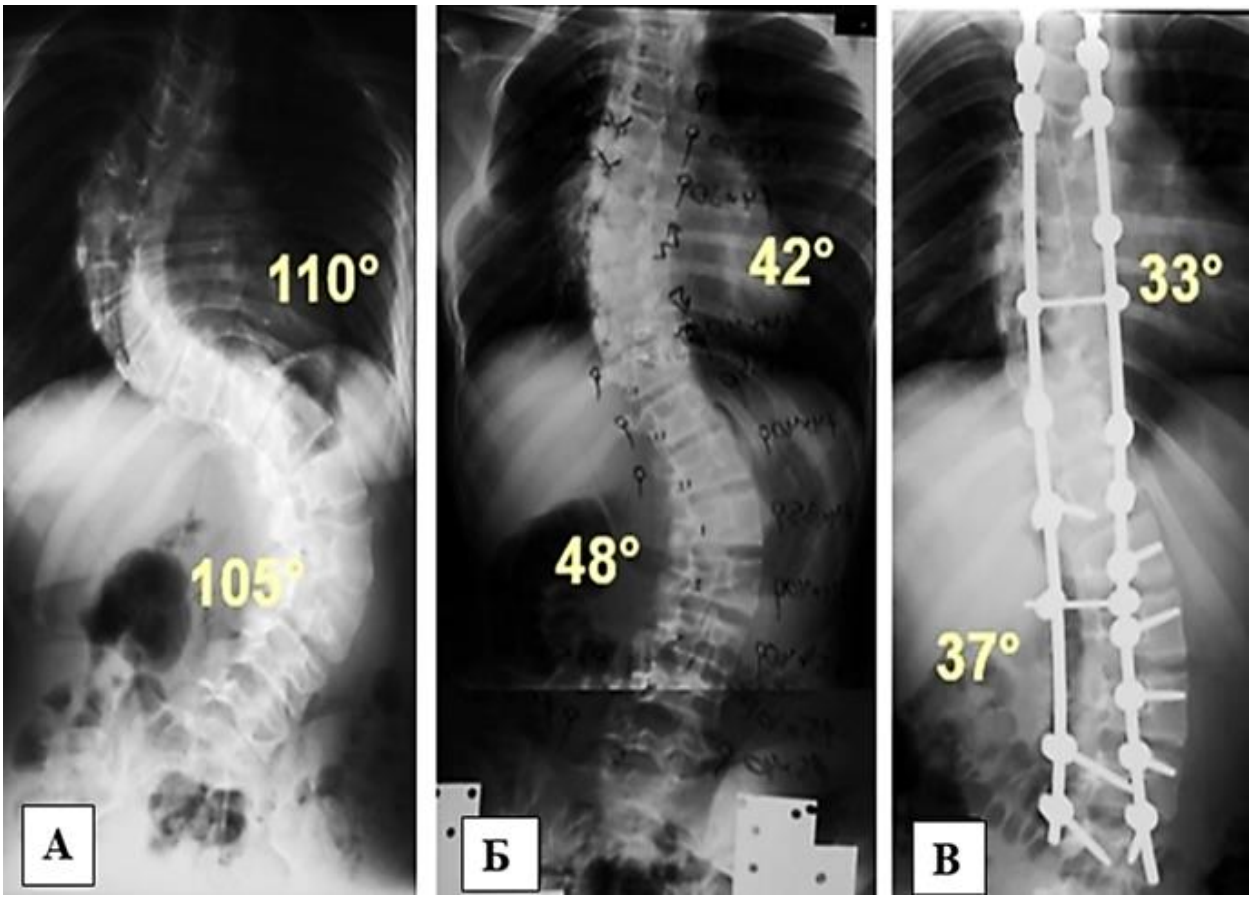


Рисунок 4.1. Рентгенограммы пациентки К., 16 лет, в динамике. А – до оперативного лечения; Б – после I хирургического этапа; В – после II хирургического этапа.

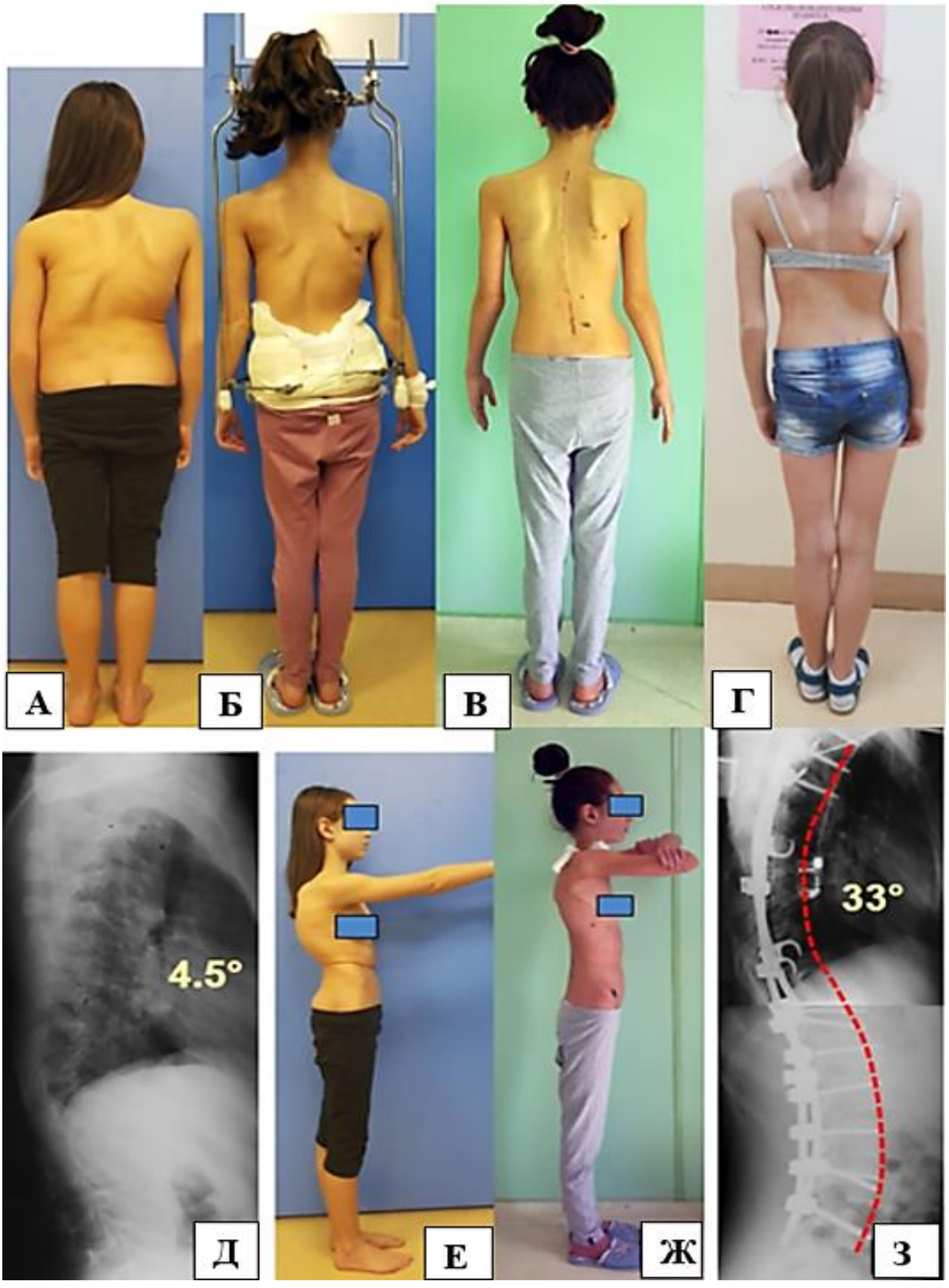


Рисунок 4.2. Внешний вид пациентки К., 16 лет и рентгенограммы до и после операции; А – внешний вид до операции; Б – внешний вид (между первым и вторым этапами операции в условиях гало-пельвик тракции); В – внешний вид после второго этапа операции; Г – внешний вид через год после

операции; Д – снимок до операции в боковой проекции; Е – внешний вид до операции (профиль); Ж – внешний вид после операции (профиль); З – снимок после операции в боковой проекции.

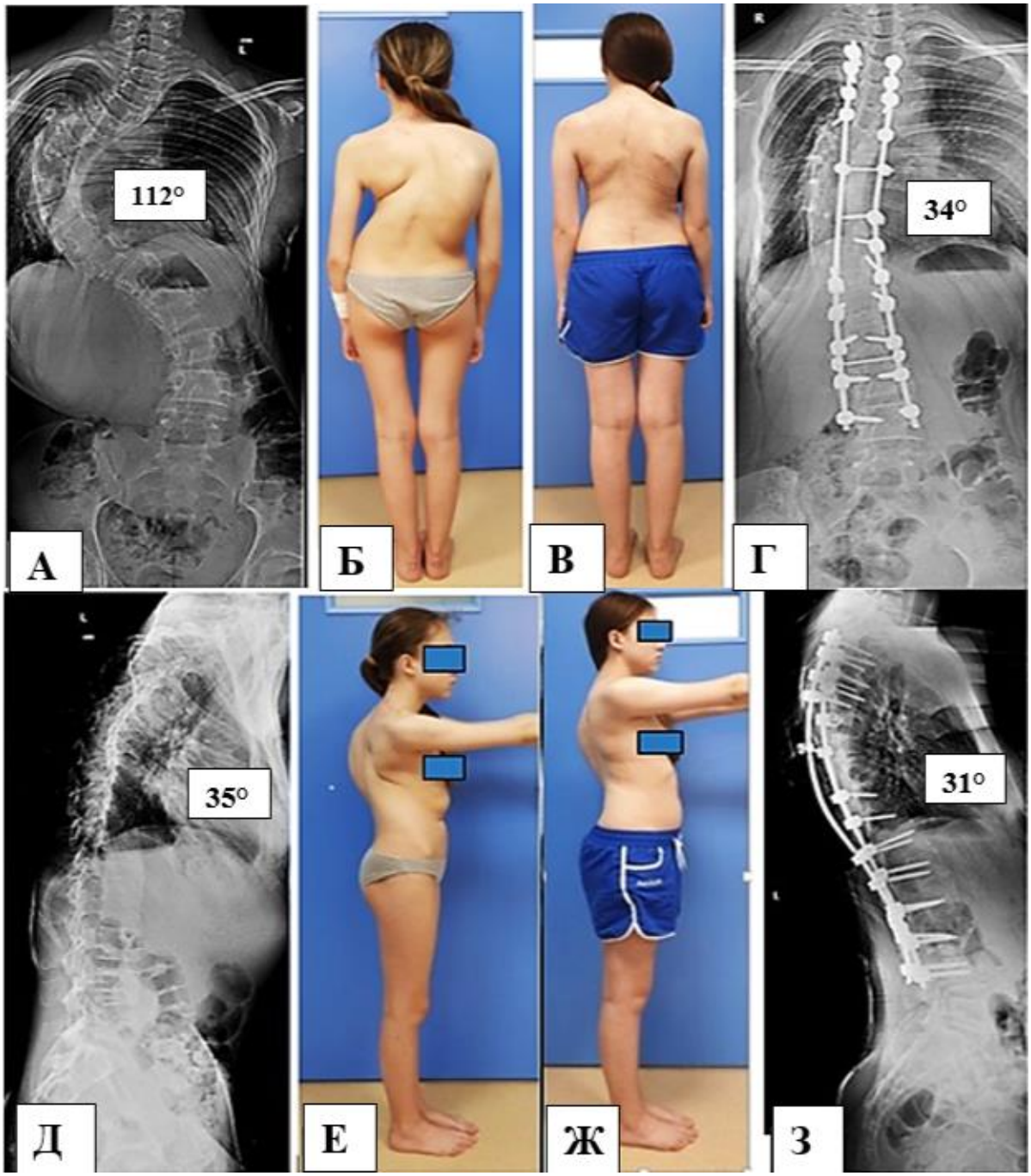


Рисунок 4.3. Вид сзади и сбоку пациентки К., 16 лет и рентгенограммы до и после операции; А – снимок в прямой проекции до операции; Б – вид сзади до операции; В – вид после операции; Г – снимок после операции; Д – снимок в боковой проекции до операции; Е – вид сбоку до операции; Ж – вид

после операции; З – снимок после операции

На рисунках 4.1., 4.2. показан клинический случай хирургической коррекции деформации у пациента с исходным гипокифозом грудного отдела позвоночника. В него входят фотографии пациента сзади и сбоку, а также спондилограммы в прямой и боковой проекциях до и после хирургического лечения. Средние показатели у пациентов подгруппы В с нормокифозом до операции по группам составили: I – 24,0 ± 0,63°, II – 22,7 ± 2,16°, III – 24,5 ± 2,29°. Динамика показателей составила: I – 6,6 ± 0,74° (p=0,000174), II– 5,7 ± 2,02° (p=0,043805), III – 3,4 ± 1,71° (p=0,047890). При этом у пациентов из группы II были получены достоверно лучшие результаты формирования грудного кифоза по сравнению с группой III (p=0,043805), что подтверждает наибольшую эффективность двухэтапного метода лечения у пациентов с исходным нормокифозом.

На рисунке 4.3. представлен клинический случай хирургической коррекции деформации у пациента с исходным нормальным кифозом грудного отдела позвоночника. В него включены фотографии пациента сзади и сбоку, а также спондилограммы в прямой и боковой проекциях до и после операции.

У пациентов с исходным гиперкифозом средние показатели по группам были следующими: в первой группе – 43,3 ± 0,78°, во второй – 49,3 ± 1,48°, в третьей – 47,1 ± 1,89°. После проведения оперативного вмешательства были зафиксированы следующие результаты: в первой группе грудной кифоз уменьшился до 36,6 ± 0,56°, во второй – до 41,8 ± 1,79°, а в третьей – до 32,9 ± 1,15°. Динамика изменений показателей составила: в первой группе – 6,7 ± 0,67° (p=0,654721), во второй – 7,5 ± 1,63° (p=0,009811), а в третьей – 14,2 ± 1,52° (p=0,000877).

Таким образом, у пациентов третьей группы были выявлены статистически значимые различия по сравнению с контрольной группой и второй группой. Это свидетельствует о высокой эффективности метода одноэтапного хирургического лечения, дополненного многоуровневой G2-

остеотомией, при наличии исходного гиперкифоза. На рисунке 4.4. продемонстрирован клинический случай оперативной коррекции деформации у пациента с исходным гиперкифозом грудного отдела позвоночника. В него включены фотографии пациента сзади и сбоку, а также спондилограммы в прямой и боковой проекциях до и после операции.

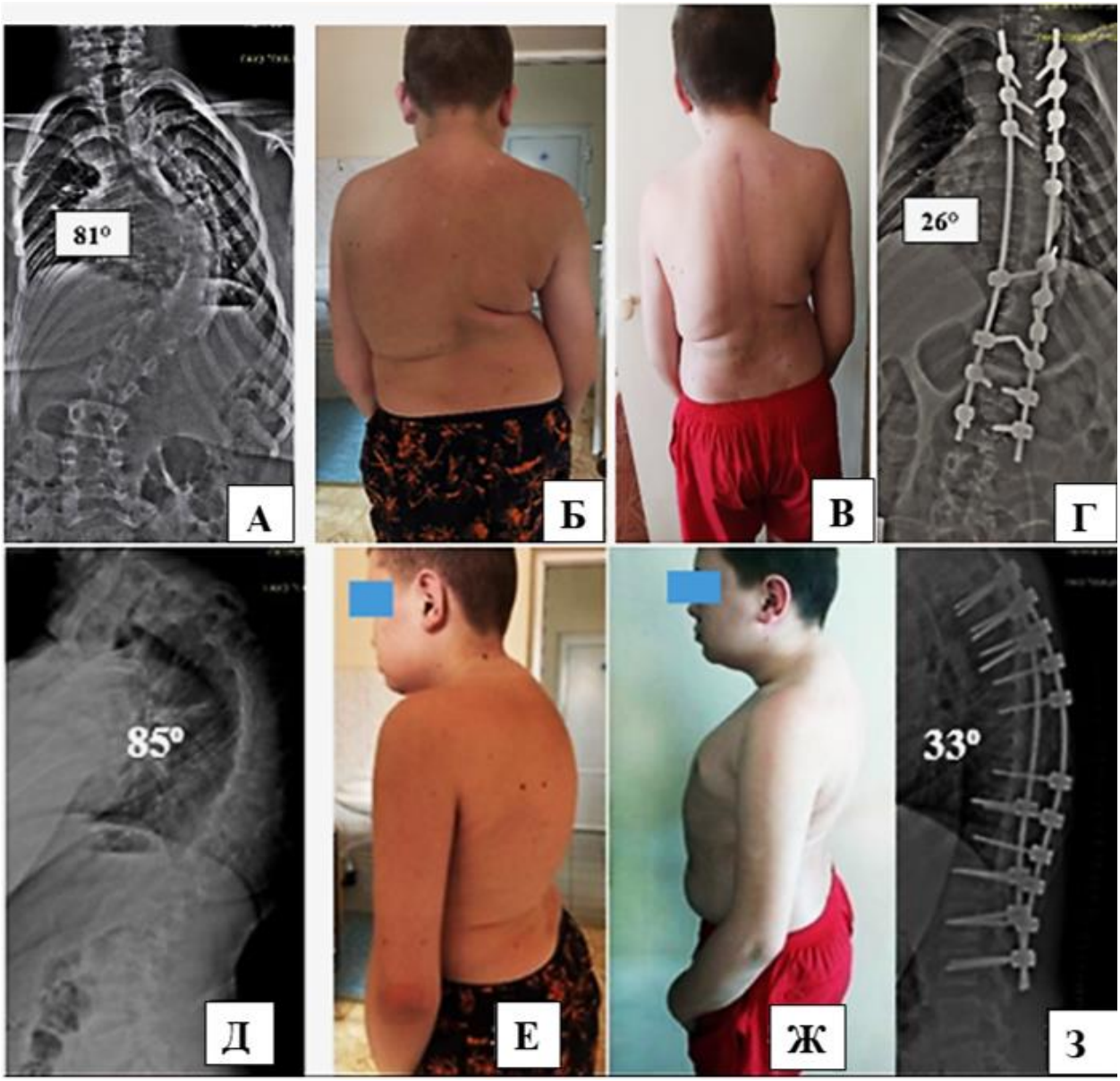


Рисунок 4.4. Вид пациента С., 15 лет и рентгенограммы до и после операции; А – снимок в прямой проекции до операции; Б – внешний вид до операции; В – вид после операции; Г – снимок в прямой после операции; Д – снимок в боковой проекции до операции; Е – вид до операции (профиль); Ж – вид после операции (профиль); З – снимок в боковой проекции после операции.

Оценка смещения SVA в исследуемых группах пациентов (см. таблицу 4.6.) показала, что в большинстве случаев при идиопатическом сколиозе эти показатели изначально не нарушены. После проведенного оперативного вмешательства значимых различий во второй (p=0,057321) и третьей (p=0,354656) исследуемых группах не выявлено. До операции и после хирургического вмешательства дефицит поясничного лордоза не был выявлен в исследуемых группах. Результаты после операции во второй (p=0,1671090) и третьей группах (p=0,366885) не показали статистически значимых различий.

Таблица 4.6. Сравнение параметров сагиттальной плоскости (SVA, LL), n

Сагиттальный баланс SVA				
Группа	**До операции**	**После операции**	**Изменение SVA**	**P-value I/II**
I (n=30)	-1,7 ± 1,12мм	0,5 ± 0,57мм	-1,2 ± 0,84мм	0,043832
II (n 31)	-1,2 ± 2,65мм	1,6 ± 1,22мм	1,45 ± 1,9мм	0,057321
III (n=33)	-1,1 ± 2,16мм	0,6 ± 0,57мм	-0,5 ± 1,36мм	0,354656
Поясничный лордоз (LL)				
Группа	**До операции**	**После операции**	**Изменение LL**	**P-value I/II**
I (n=30)	47,7 ± 1,82°	49,7 ± 1,73°	2,0 ± 1,77°	0,184623
II (n 31)	44,1 ± 2,3°	47,9 ± 1,19°	3,8 ± 1,75°	0,167109
III (n=33)	46,6 ± 1,85°	48,3 ± 1,22°	1,7 ± 1,54°	0,366885

Анализ результатов оперативного лечения пациентов из всех групп продемонстрировал достоверное улучшение фронтального баланса туловища.

Сравнивая результаты хирургического вмешательства между пациентами из второй и третьей групп, мы обнаружили статистически

значимые данные о более высокой степени коррекции основной дуги деформации позвоночника во фронтальной плоскости у пациентов из второй группы (p=0,000001). Важно отметить, что при сбалансированных показателях фронтального баланса во всех группах исследования у пациентов третьей группы наблюдается тенденция к более физиологическим значениям (p=0,000001).

При анализе результатов формирования грудного кифоза мы получили достоверные результаты в формировании более значимых показателей у пациентов после операции во II группе (подгруппа A, B), в отношении которых применен метод двухэтапного хирургического лечения, дополненный передним релизом и гало-пельвик тракцией (p=0,000277; p=0,043805). У пациентов группы III (подгруппа C) мы получили значимо превосходящие результаты формирования грудного кифоза при одноэтапном хирургическом лечении, выполненного из дорсального доступа, дополненного G2 остеотомией (p=0,000877).

У пациентов из первой группы неврологические осложнения не были выявлены. У двух пациентов, участвовавших в исследовании, возникли осложнения в виде неврологических расстройств после пробуждения. В процессе операции у двух других пациентов с помощью нейромониторинга было зафиксировано нарушение сенсорных и моторных потенциалов. В одном случае, у пациента II группы, после выполнения второго этапа оперативного лечения развился глубокий нижний парапарез в нижних конечностях с нарушением функций тазовых органов, что составило 3,2% от численности второй группы исследования. По данным контрольных МРТ и КТ, данных за наличие вертебромедуллярного конфликта, а также критических мальпозиций опорных элементов металлоконструкции не выявлено, в связи с чем, совместно с неврологами дано заключение о развитии у пациентки тракционной миелопатии. Пациентка взята на ревизионное оперативное вмешательство, снижено тракционное напряжение с металлоконструкции. В течение четырёх последующих месяцев отмечено

полный регресс неврологического дефицита.

В исследуемой группе III (одноэтапная хирургическая коррекция сколиоза с применением G2-остеотомий) было зарегистрировано 3 случая (3%) неврологических нарушений. В первом случае – после хирургического вмешательства у пациента сформировалась клиника грудной миелопации в виде параплегии нижних конечностей и нарушения функций тазовых органов. По данным КТ и МРТ, убедительных данных за компрессию невральных структур не получено, ревизионное вмешательство не потребовалось. После длительного восстановительного лечения, продолжавшегося 12 месяцев, у ребёнка произошёл регресс неврологических расстройств. В остальных 2-х случаях (6%) во время операции было зафиксировано снижение сенсорных и моторных вызванных потенциалов, которое не проявилось неврологическими расстройствами после пробуждения пациента, в одном из этих случаев выполнена ламинэктомия на вершине деформации на 4-х уровнях. Таким образом, суммарная частота неврологических нарушений у пациентов III группы составили 9% из числа пациентов III группы (p=0,65).

Исходя из данных, представленных в результатах исследования, мы пришли к заключению, что показатели формирования грудного кифоза у пациентов с исходным гипо– и нормокифозом были достоверно лучше во второй группе. Показатели грудного кифоза у пациентов групп I и III значимо не отличались. У пациентов с исходным гиперкифозом, у пациентов третьей группы были выявлены статистически значимые различия по сравнению с контрольной группой и второй группой, что свидетельствует о более высокой эффективности метода одноэтапного хирургического лечения, дополненного многоуровневой G2-остеотомией при наличии исходного гиперкифоза. При анализе результатов формирования грудного кифоза мы получили достоверные результаты в формировании более значимых показателей у пациентов после операции во II группе (подгруппа А, В), в отношении которых применен метод двухэтапного хирургического лечения,

дополненный передним релизом и гало-пельвик тракцией.

У пациентов из первой группы неврологические осложнения не были выявлены. В одном случае, у пациента II группы, после выполнения второго этапа оперативного лечения развился глубокий нижний парапарез в нижних конечностях с нарушением функций тазовых органов, что составило 3,2% от численности второй группы исследования.

В исследуемой группе III (одноэтапная хирургическая коррекция сколиоза с применением G2-остеотомий) было зарегистрировано 3 случая (3%) неврологических нарушений. В первом случае – после хирургического вмешательства у пациента сформировалась клиника грудной миелопации в виде параплегии нижних конечностей и нарушения функций тазовых органов. По данным КТ и МРТ, убедительных данных за компрессию невральных структур не получено, ревизионное вмешательство не потребовалось. После длительного восстановительного лечения, продолжавшегося 12 месяцев, у ребёнка произошёл регресс неврологических расстройств. В остальных 2-х случаях (6%) во время операции было зафиксировано снижение сенсорных и моторных вызванных потенциалов, которое не проявилось неврологическими расстройствами после пробуждения пациента, в одном из этих случаев выполнена ламинэктомия на вершине деформации на 4-х уровнях. Таким образом, суммарная частота неврологических нарушений у пациентов III группы составили 9%.

Учитывая вышеуказанные факты, переход на одноэтапное выполнение выполнение остеотомий позвоночника, которое позволяет сократить сроки лечения пациентов с деформациями позвоночника исключив необходимость выполнения двухэтапного оперативного лечения с применением вентрального релиза, на наш взляд следует считать необоснованным. Во-первых, поскольку одним из ключевых звеньев патогенеза сколиотической деформации является смещение пульпозных ядер межпозвонковых дисков в выпуклую стону деформации. Во-вторых, продолженный асимметричный рост позвонков на вершине деформации сколиотической дуги в условиях

продолженного роста скелета, является фактором риска рецидива сколиотической дефоормации, что обосновывает необходимость выполнения разрушения зон роста позвонков по выпуклой стороне вершины деформации. В-третьих, это, в свою очередь, позволяет создать условия для формирования «спондилодеза на 360°», и, тем самым – минимизировать риск рецидива деформации или нестабильности металлофиксации позвоночника. Необходимо также отметить, как указано в обзоре литературы, многочисленные исследования свидетельствуют о повышении эффективности хирургической коррекции сколиоза при выполнении двухэтапного лечения, если между хирургическими этапами применять гало-тракцию, что способствует повышению степени послеоперационной коррекции и снижению частоты неврологических осложнений, что большинство авторов связывают с адаптацией спинального кровообращения к коррекции деформации позвоночника.

Результаты настоящего диссертационного исследования показали, что мы получили достоверно более высокую степень коррекции основной дуги деформации во фронтальной плоскости у пациентов второй группы, которым выполнялось двухэтапное оперативное лечение в сравнении с группой III (p=0,000001). Полученные результаты также свидетельствуют о преимуществе двухэтапной тактики хирургического лечения у пациентов с исходным гипокифозом и нормокифозом, что объясняется эффектом выполнения многоуровневой дискэктомии не вершине деформации, что позволило, за счет укорочения передней опорной колонны позвоночника сформировать физиологический грудной кифоз, при уменьшении натяжения спинного мозга на вершине деформации. Многие авторы справедливо, на наш взгляд ставят под сомнение смысл рутинного использования G2-остеотомий в хирургии идиопатического сколиоза, из-за противоречивых результатов по коррекции во фронтальной плоскости и недостаточного анализа в сагиттальной плоскости. В частности, G2-остеотомия обеспечивает степень коррекции деформации позвоночника, согласно рентгенологическим

данным, во фронтальной плоскости, сопоставимую с эффектом от переднего релиза, при увеличении частоты неврологических осложнений и объема периоперационной кровопотери.

В нашем исследовании неврологические осложнения чаще всего встречались у пациентов третьей группы. Их частота была в три раза выше, чем у пациентов второй группы. Однако статистически значимых различий не обнаружено (ОШ=3; 95% ДИ 0,3-30,4; p=0,65). Это связано с тем, что G2-остеотомия приводит к укорочению задней опорной колонны позвоночника, при этом, в процессе посегментарной коррекции деформации может произойти гофрирование дурального мешка и компрессия невральных структур за счет нерезецированных фрагментов желтой связки, а также – необходимость обеспечения доступа к позвоночному каналу приводит к риску возникновения гематом в эпидуральном пространстве. С учетом полученных результатов исследовани мы считаем, что выбор тактики хирургического лечения с применением G2-остеотомии должен быть продиктован с учетом чётких показаний, в том числе – исходная мобильность передней опорной колонны позвоночника при исходном гиперкифозе и ригидности заднего опорного комплекса позвоночника, поскольку, с точки зрения биомеханики, такой вид остеотомии направлен на укорочение задней опорной колонны, что в свою очередь, устраняется такой опасный момент, как распластанность дурального мешка со спинным мозгом по передне-боковой стенке позвоночного канала. Таким образом, при тяжелых ригидных сколиотических деформациях, сопровождающиеся выраженным гиперкифозом грудного отдела позвоночника, рекомендуем применять одноэтапную заднюю хирургическую коррекцию с использованием многоуровневой G2-остеотомии на всем протяжении кифотической деформации. Это способствует уменьшению натяжения невральных структур на вершине деформации и позволяет снизить риск неврологических послеоперационных осложнений. Тем не менее, использование G2-остеотомии не рекомендуется для пациентов с нормальным или сниженным

грудным кифозом. Это также связано с высоким риском образования псевдоартроза и увеличением объема кровопотери во время операции.

ГЛАВА 5 АНАЛИЗ ЭФЕКТИВНОСТИ ДВУХЭТАПНОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИДЕАССИСТИРОВАННОЙ ТОРАКОСКОПИИ.

При написании настоящей главы использованы фрагменты собственного исследования, впервые опубликованные ранее в работе [60]. Учитывая данные приведенные в обзоре литературы (глава 1) в последние годы наблюдается значительное увеличение применения торакоскопических техник в хирургии деформаций позвоночника, что актуализирует вопрос об их эффективности и целесообразности. Передний релиз (ПР) в сочетании с задним спондилодезом является традиционным методом лечения сколиоза. Передний релиз включает в себя резекцию передней продольной связки, тотальную/субтотальную дискэктомию, в некоторых случаях возможна резекция задней продольной связки. Открытый торакотомический релиз позволяет выполнять тотальную дискэктомию под прямым визуальным контролем. Однако, при открытой операции существует высокий риск осложнений таких как пневмония, ателектаз легких, выраженный послеоперационный болевой синдром и снижение функции легких в связи с торакотомным доступом. Вопрос эффективности и целесообразности сочетания переднего релиза с задним спондилодезом по сравнению с одноэтапной задней инструментацией остается дискутабельным. Целью нашего исследования было оценить эффективность применения эндоскопической многоуровневой мобилизации позвоночника при грудной локализации сколиоза у детей.

Нами проведен ретроспективный анализ результатов оперативного лечения 48 пациентов с идиопатическим сколиозом грудного отдела позвоночника в возрасте от 12 до 17 лет, с грудной дугой более 60°. Для определения стабильности деформации применялся индекс стабильности по А.И. Казьмину. ИК определяемый как отношение угла деформации в

положении лежа к углу деформации в положении стоя. Показаниями для выполнения переднего релиза являлись незавершенный рост скелета и относительно стабильные деформации (ИК 0,75-0,85). В I группу вошли 27 пациентов прооперированных одноэтапно без переднего релиза, и во II – 21 пациент в дваэтапа, с предварительным торакоскопическим релизом.

Характеристики пациентов представлены в таблице 17. В первой группе было 21 пациентов женского пола и 6 мужского, во второй группе 17 и 4 соответственно. Средний возраст пациентов составил в I группе 14,4 ± 1,8, во второй группе – 15,2 ± 1,56. По классификации Lenke распределение пациентов было следующим: в I группе было 15 пациентов с 1 типом, 8 пациентов со 2 типом, по 2 пациента 3 и 4 типа соответственно. Во второй группе с применением торакоскопического переднего релиза: 11 пациентов с 1 типом, 7 со 2 типом, 2 пациента с 3 и 1 пациент с 4 типом. Пациенты также были распределены в соответствии с тестом Риссера: в I группе средний показатель составил 3,7 ± 0,82 и во 2 – 3,7 ± 0,81. Средний уровень инструментации в I группе 12,7 ± 1,7, во II – 12,2 ± 1,87.

Таблица 5.1. Характеристика пациентов

Параметры	**Группа I. Только задний спондилодез.**	**Группа II. Торакоскопический релиз всочетании с задним спондилодезом**
Тест Риссера	3,7±0,82	3,7±0,81
возраст	14,4±1,8	15,2±1,56
Пол		
женский	6	4
мужской	21	17
Тип L.Lenke		
1	15	11
2	8	7
3	2	2
4	2	1

При выполнении первого этапа с помощью торакоскопии, после введения пациента в наркоз, анестезиологом выполнялась раздельная

интубация. Далее на оперируемой стороне легкое выключалось из вентиляции, после чего устанавливались два портала. Париетальная (предпозвоночная) плевра рассекалась для доступа к межпозвонковому диску, при помощи коагуляции пересекалась передняя продольная связка в зоне планируемой дискэктомии.

Выполнялось удаление пульпозного ядра с фиброзным кольцом диска на вершине деформации. Следующим этапом выполнялся кюретаж замыкательных пластин с деструкцией зон роста смежных позвонков по выпуклой стороне деформации (рисунок 5.1.). В последующем межпозвонковое пространство заполнялось аллотрансплантатом на основе бикальцифосфата итрикальцифосфата. В дальнейшем, посредством создания контрапертуры, осуществлялась установка плеврального дренажа. Восстановление герметичности париетальной плевры достигалось посредством наложения узловых швов. Операционная рана ушивалась наглухо, после чего на неё накладывалась асептическая повязка. Пациента переворачивали на спину, и затем производилось наложение гало-кольца. По окончании операции пациента переводили в отделение интенсивной терапии под наблюдение.

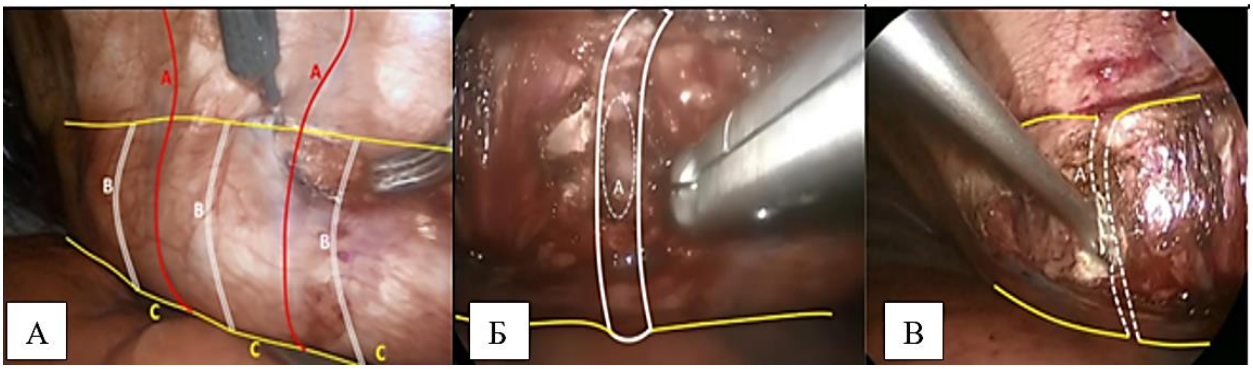


Рисунок 5.1. Этапы торакоспопического переднего релиза (А-рассечение превертебральной плевры для доступа к межпозвоночному диску; Б-удаление пульпозного ядра межпозвоночного диска; В-кюретаж замыкательных пластинок

В первой группе средний угол деформации по Коббу был 71,8°, а индекс стабильности по А.И. Казьмину – 0,8. Во второй группе эти

показатели составили 69,7° и 0,82 соответственно. После операции в первой группе средний угол по Cobb снизился до 27,8°, что соответствует коррекции в 63,39%. Во второй группе угол деформации уменьшился до 17,4%, а коррекция составила 76,26%. Мы обнаружили статистически значимое увеличение послеоперационной коррекции при использовании комбинированного переднезаднего подхода на 12,87% (p=0.01297). Среднее количество мальпозиций транспедикулярных винтов составило 6,96% в первой группе и 6,14% во второй (p=0.1180). Основные результаты исследования представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Сравнение только заднего спондилодеза и торакоскопического переднего релиза в сочетании с задним спондилодезом.

Средние параметры	**Группа I. Только задний спондилодез.**	**Группа II. Торакоскопический релиз всочетании с задним спондилодезом**	**p-value**
Предоперационный угол Кобба	71.8°	69.7°	0.156
Индекс А.И. Казьмина	0.8	0.82	0.243
Послеоперационный угол Кобба	27.8°	17.4°	0.01297
Коэффициент коррекции	44.1°	52.2°	0.00904
Коэффициент коррекции (%)	63.39	76.26	0.00857
Длительность в стационаре (к.д.)	32.4	20.6	0.01802

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech версии 4.1.7. Количественные показатели оценивались на соответствие нормальному распределению с помощью теста Шапиро-Уилка. Для анализа использовался U-тест. Для определения различий между группами. Значения $p < 0,05$ считались статистически значимыми.

Клинический пример пациента Р., 15 лет, с диагнозом диспластического сколиоза IV степени. Угол деформации грудной дуги составил 63°. На первом этапе провели передний релиз, а затем в течение

двух недель применяли гало-пельвиктракцию. Внешний вид пациента до оперативного лечения и через 1 год после операции представлены на рисунке 5.2. Результаты рентгенографии до и после операции продемонстрированы на рисунке 5.3. Деформация грудной дуги уменьшилась на 45°, что составляет 72% от первоначального угла.

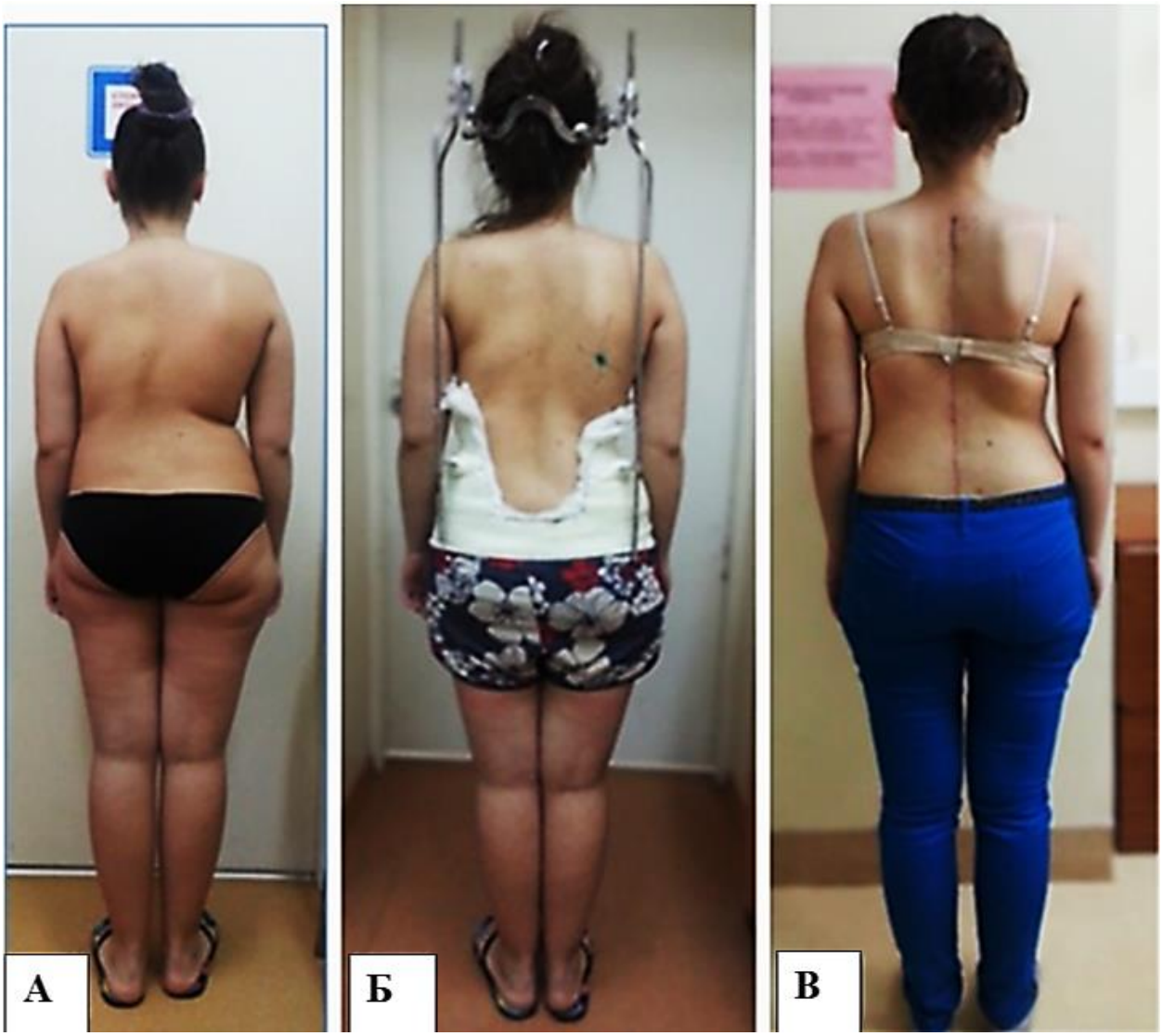


Рисунок 5.2. Внешний вид на этапах лечения в динамике; А – вид до операции, Б – после I этапа (в условиях гало-тракции), В – после II этапа операции (через 6 месяцев после операции)

В нашем исследовании мы не обнаружили значимой разницы в длительности операции и объеме кровопотери. Однако во второй группе среднее время госпитализации оказалось значительно выше — 32,4 дня,

тогда как в первой группе оно составило 20,6 дня ($p<0,05$). Это различие объяснялось необходимостью 1-2 недельной гало-пельвик тракции после проведения переднего релиза.

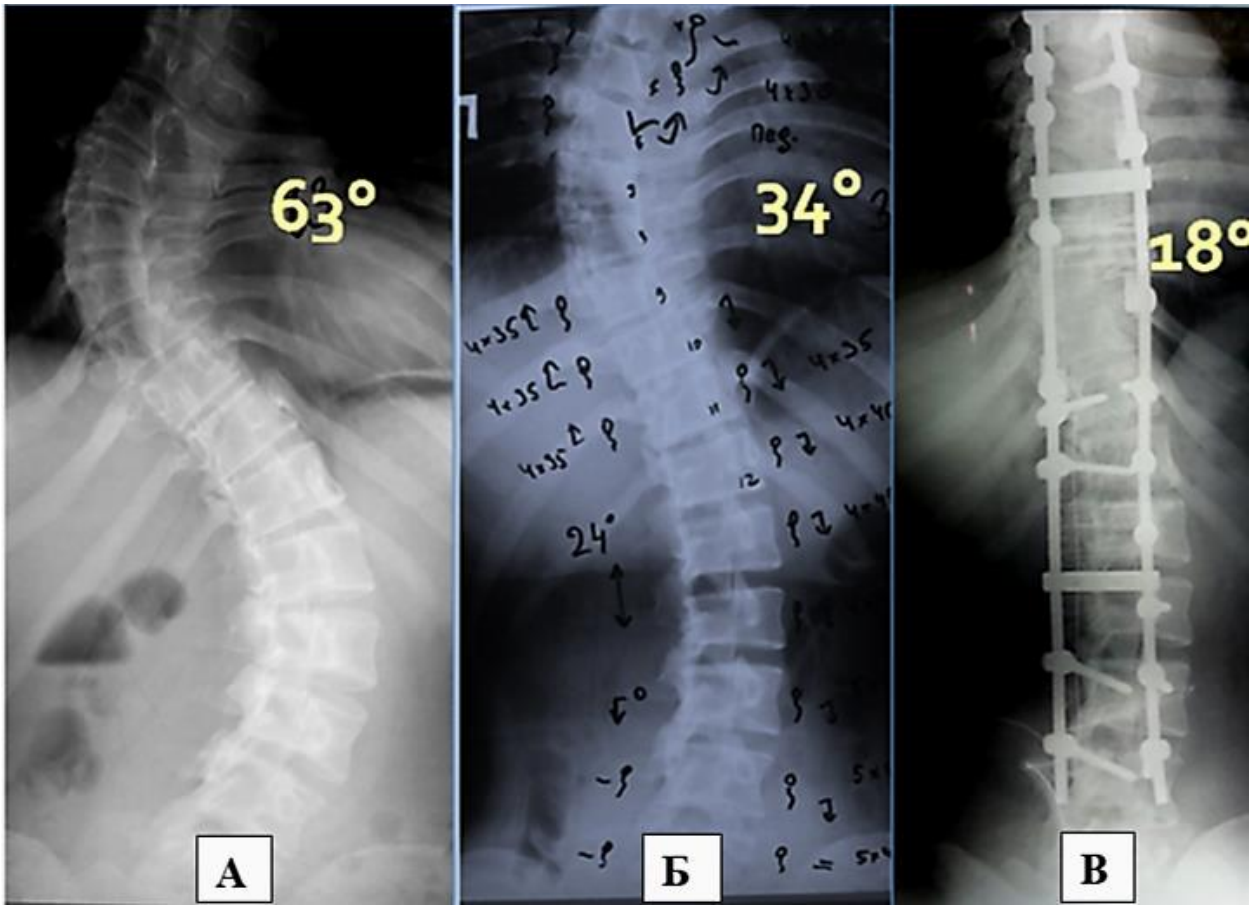


Рисунок 5.3. Рентгенологические данные пациента. На снимке (А) показана рентгенография перед операцией в положении стоя, на снимке (Б) показана стадия гало-тазового вытяжения, на снимке (В) показан результат заключительного этапа хирургического лечения.

В нашем исследовании мы отметили значимое повышение степени коррекции при применении комбинированного подхода ($p=0.01297$) у пациентов со средне-тяжелыми, относительно стабильными деформациям (от 60° до 85 °, ИС 0,75-0,85). Мы считаем, что выполнение передней мобилизации позвоночника у данной группы пациентов патогенетически обоснованно тем, что описанная нами процедура позволят ликвидировать клиновидность межпозвоночного диска, связанную со смещением пульпозного ядра в выпуклую сторону деформации (рисунок 5.4.).

Схематическое выполнение метода переднего релиза представлено на рисунке 5.5.

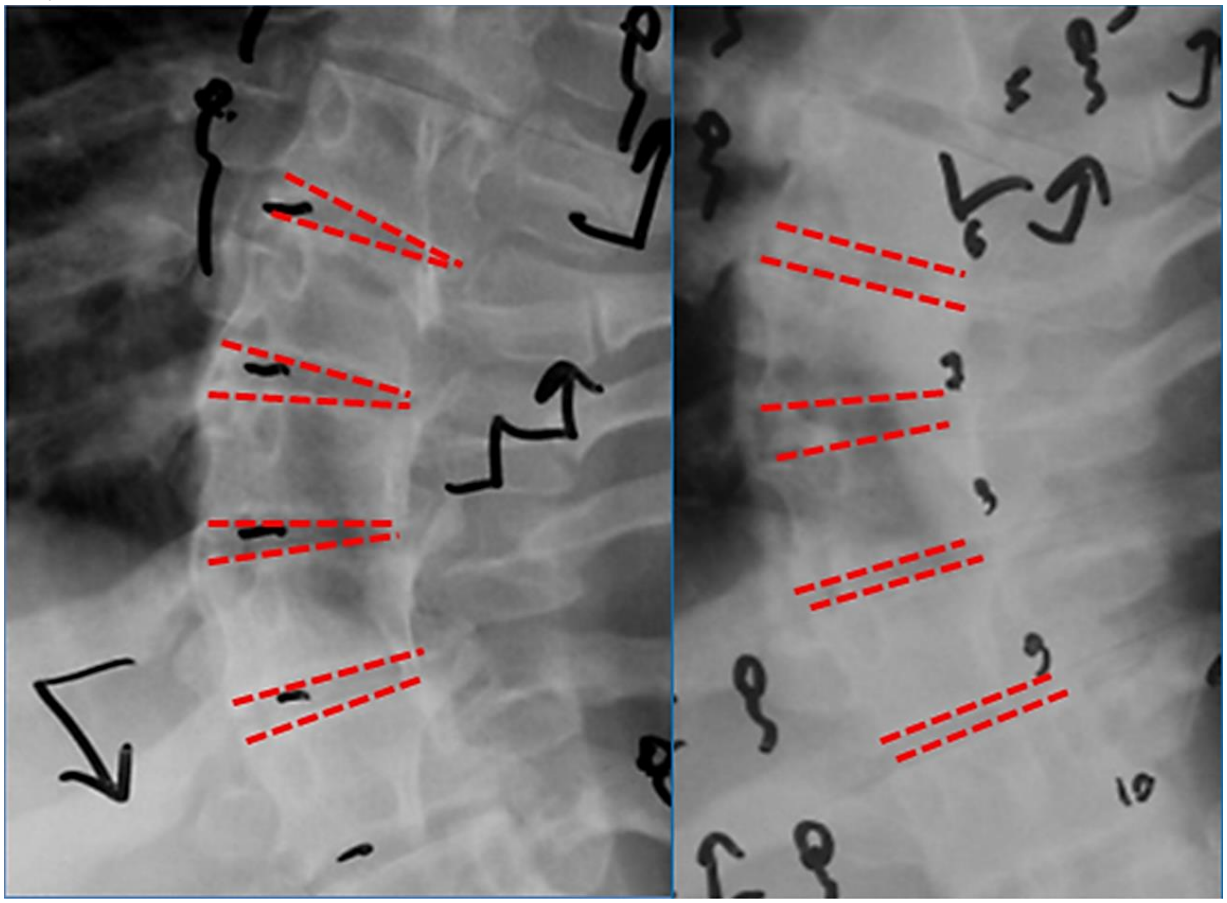


Рисунок 5.4. Результат переднего высвобождения у пациента из представленного выше клинического случая. Отмечается выраженное уменьшение клиновидной формы дисков в вершине деформации.

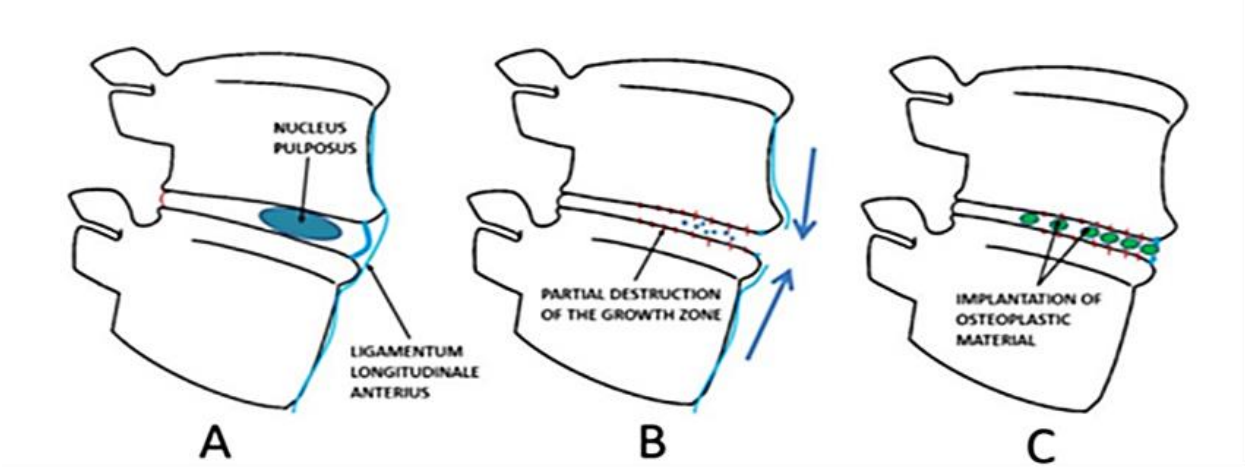


Рисунок 5.5. Схематическое описание процедуры передней мобилизации позвоночника. (A) е Клиновидный диск, связанный со смещением

пульпозного ядра на выпуклую сторону деформации. (B) Отделение фиброзного кольца с выпуклой стороны деформации, разрушение и удаление пульпозного ядра, частичное разрушение зоны роста на выпуклой стороне деформации. (C) Формирование межпозвонкового спондилодеза путем имплантации остеопластического материала.

Кроме того, рассечение фиброзного кольца на выпуклой стороне деформации, разрушение и удаление пульпозного ядра и разрушение зоны роста на выпуклой стороне деформации помогают устранить асимметричный рост позвонков в вершине деформацию. Все это вместе позволяет улучшить долгосрочные результаты за счет формирования 360-градусного спондилодеза в вершине деформации, а также отключения патогенетических связей в прогрессировании деформации (рисунок 5.6.).

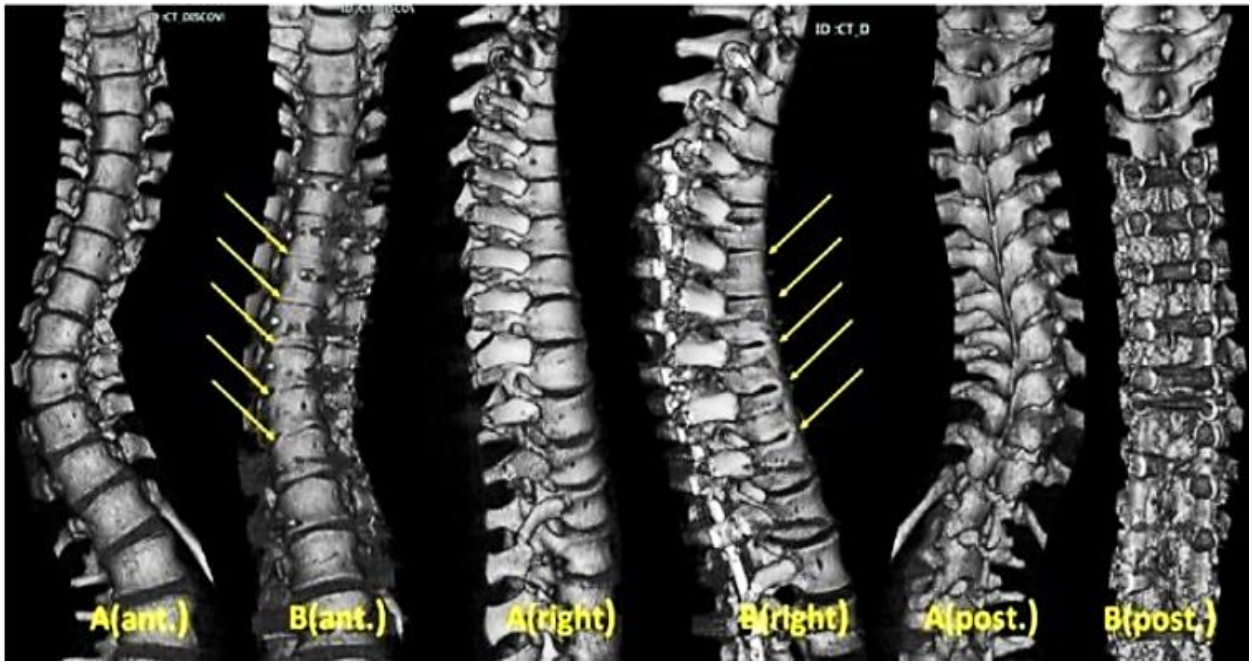


Рисунок 5.6. Формирование кругового спондилодеза на 360 градусов через год после двухэтапного лечения. (A) – до операции. (B) – через 12 месяцев после операции наблюдаются признаки формирования кругового спондилодеза на 360 градусов.

В нашем исследовании мы не отметили существенной разницы во времени операции, объеме кровопотери. Однако во II группе время госпитализации было значимо выше, в среднем 32,4 дня, тогда как в I группе

среднее время госпитализации составило 20,6 дней (p=0.01802), что было связано с 1-2 недельным этапом гало-пельвик тракции после проведённого переднего релиза. В I группе средний угол деформации по Cobb составил 71,8° со средним индексом стабильности в 0,8. Во второй группе средний угол деформации по cobb составил 69,7°, средний индекс стабильности 0,82. В I группе после операции средний угол по Cobb составил 27,8°, со средней коррекций в 63,39%. Во второй группе послеоперационной угол деформации – 17,4°, средняя коррекция составила 76,26% (p=0.00857). Осложнений оперативного лечения, также как и специфических осложнений торакоскопии в исследуемых группах зафиксировано не было.

Таким образом, выполнение торакоскопической многоуровневой мобилизации позвоночника при средне-тяжелых относительно мобильных сколиотических деформациях (>60° и <85° по Коббу, ИС по Казьмину: 0,75-0,85) позволило значимо повысить степень послеоперационной коррекции грудной сколиотической дуги (p=0.00904). Это позволяет снизить степень хирургической агрессии и минимизировать интра– и постоперационные осложнения.

В литературе, встречаются работы о том, что одноэтапный задний спондилодез позволяет достичь того же эффекта, что и сочетание переднего релиза с задним спондилодезом. Тем не менее, авторы часто отмечают, что при отсутствии переднего межтелового спондилодеза диктует необходимость увеличения числа имплантируемых транспедикулярных винтов, в том числе – в области вершины сколиотической деформации. Таким образом, наличие осложнений при использовании только заднего доступа, из-за увеличения частоты мальпозиций транспедикулярных винтов, связанное с необходимостью увеличения их количества на вершине деформации способствует увеличению имплант-ассоциированных осложнений, в то числе – неврологических. Вышеуказанные факты свидетельствуют о том, что пациентам со сколиозом выполнение переднего релиза в сочетании с задним спондилодезом косвенно способствует снижению потребности в «тотальной»

винтовой инструментации вершины сколиотической дуги. А, как известно, имплантация винтов по вогнутой стороне вершины деформации сопряжена с риском неправильным позиционированием транспедикулярных винтов.

Многоуровневая дискэктомия позволяет устранить клиновидность межпозвоночного диска, связанную со смещением пульпозного ядра в выпуклую сторону деформации, выполнить деструкцию ростковой зоны с выпуклой стороны деформации, что способствует ликвидации ассиметричного роста тел позвонков на вершине деформации, а также создать условия формирования спондилодеза на 360° на вершине деформации, что с свою очередь является мерой профилактики нестабильности металлоконструкции в отдаленном послеоперационном периоде.

ГЛАВА 6 ВЛИЯНИЕ ТАКТИКИ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ БОЛЬНЫХ ДЕТЕЙ.

При написании настоящего раздела использованы фрагменты собственного исследования, впервые опубликованные ранее в работах [36; 37; 38]. Обследовано 88 больных (20 мальчиков и 68 девочек) в возрасте 13-18 лет (средний возраст 15,10 ± 0,61 года), оперированных в 2010-2024гг. по поводу ИС I-IVтипов по L.Lenke. Для анализа параметров КЖ больных нами использована адаптированная русскоязычная версия опросника Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL). Анкетирование проводилось в рамках контрольного осмотра больных перед операцией и спустя год после неё.

Больные были распределены на три группы. Пациентам 1-й группы (n=29) проводили одноэтапную дорсальную коррекцию сколиоза, дополненную G1-остеотомией по F.Schwab. Пациентам 2-й группы (n=29) выполнено двухэтапное оперативное лечение: на первом этапе – предварительная мобилизация передней опорной колонны позвоночника, затем гало-пельвик тракция; на втором этапе – дорсальная коррекция деформации позвоночника. Детей 3-й группы (n=30) оперировали с использованием одноэтапной дорсальной коррекции, дополненной апикальной многоуровневой G2-остеотомией по F.Schwab. Минимальный срок наблюдения за больными после операции составил 12 месяцев. Группы больных были репрезентативны по полу, возрасту и типу деформации позвоночника. Критерии включения: Согласие законного представителя/пациента, идиопатический сколиоз, качество жизни, остеотомии G1, G2 типа по F. Schwab, гало-пельвик тракция, передний релиз, дискэктомия. Критерии не включения: Отказ законного представителя/пациента, иная этиология деформации позвоночника, остеотомии G3-G6 типов.

Для предоперационного рентгенологического исследования пациентов использовали стандартный протокол, включающий детальный анализ постуральных спондилограмм на протяжении от С7 позвонка до головок бедер с захватом крыльев подвздошных костей с использованием программного обеспечения Surgimap, разработанного обществом SRS («Общество по изучению сколиоза») в 2019 г., по которым оценивали тяжесть деформации, локализации вершин сколиотических дуг и мобильности деформации позвоночника. Особое внимание уделялось анализу боковых постуральных спондилограмм, а именно - выраженности грудного кифоза.

В зависимости от степени выраженности грудного кифоза деформации позвоночника классифицировали следующим образом: гипокифотическая – менее 10°; нормокифотическая – 10-40°; гиперкифотическая – более 40°. Для определения влияния выраженности грудного кифоза на КЖ больных все дети 1–3-й групп были распределены на 3 подгруппы в зависимости от исходного значения угла грудного кифоза: подгруппа А – с гипокифозом, подгруппа В – с нормокифозом, подгруппа С – с гиперкифозом.

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программы «Statistica v. 10.0» («StatSoft Inc.»). Для описания рядов данных вычисляли средние значения (M) и их ошибки (m). Для оценки различий между показателями внутри каждой группы применяли двухвыборочный критерий Вилкоксона. При сравнении групп использовали U-критерий Манна–Уитни. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Данные анкетирования больных первой группы показали, что у них были значительно более высокие исходные показатели по всем шкалам опросника КЖ до проведения оперативного лечения по сравнению с детьми 2-й и 3-й групп. При этом бóльшие значения показателей КЖ у подростков 1-й группы выявлены по шкале ролевого (школьного) функционирования. В то

же время у больных 2-й группы были определены самые низкие исходные показатели по шкале физического функционирования. Параметры социального, эмоционального и ролевого функционирования у больных 2-й и 3-й групп до операции были практически идентичны (см.рисунок 6.1.). На рисунке 6.1. представлен общий балл КЖ по всем шкалам до проведения оперативного вмешательства. В первой группе детей этот показатель составил 45,10 ± 2,58 балла, во второй группе – 39,10 ± 1,29, а в третьей группе – 38,00 ± 2,14 балла.

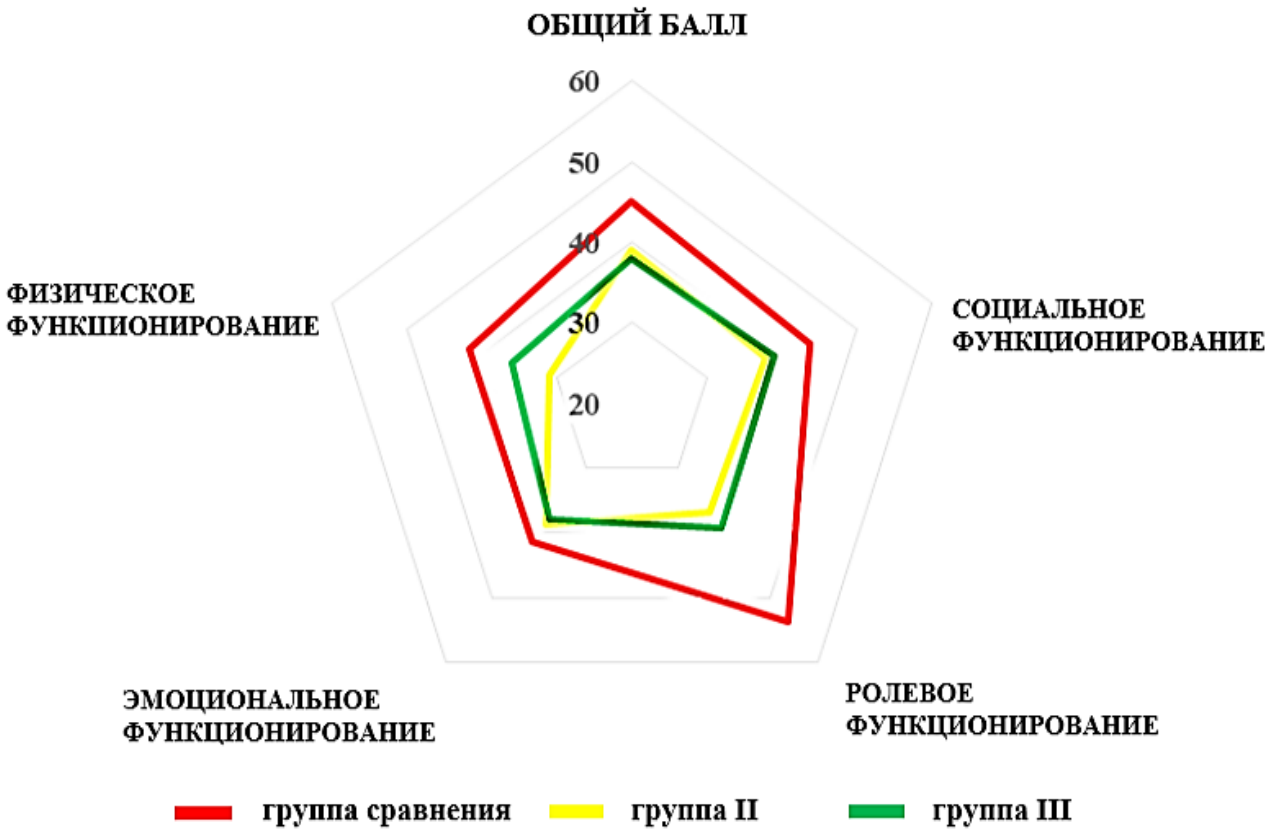


Рисунок 6.1. КЖ детей с идиопатическим сколиозом до хирургического лечения.

Спустя год после хирургической коррекции ИС отмечена отчётливая положительная динамика всех показателей КЖ у больных по всем параметрам опросника. При этом общие баллы по шкалам опросника у больных всех групп оказались практически идентичными (см.рисунок 6.2.).

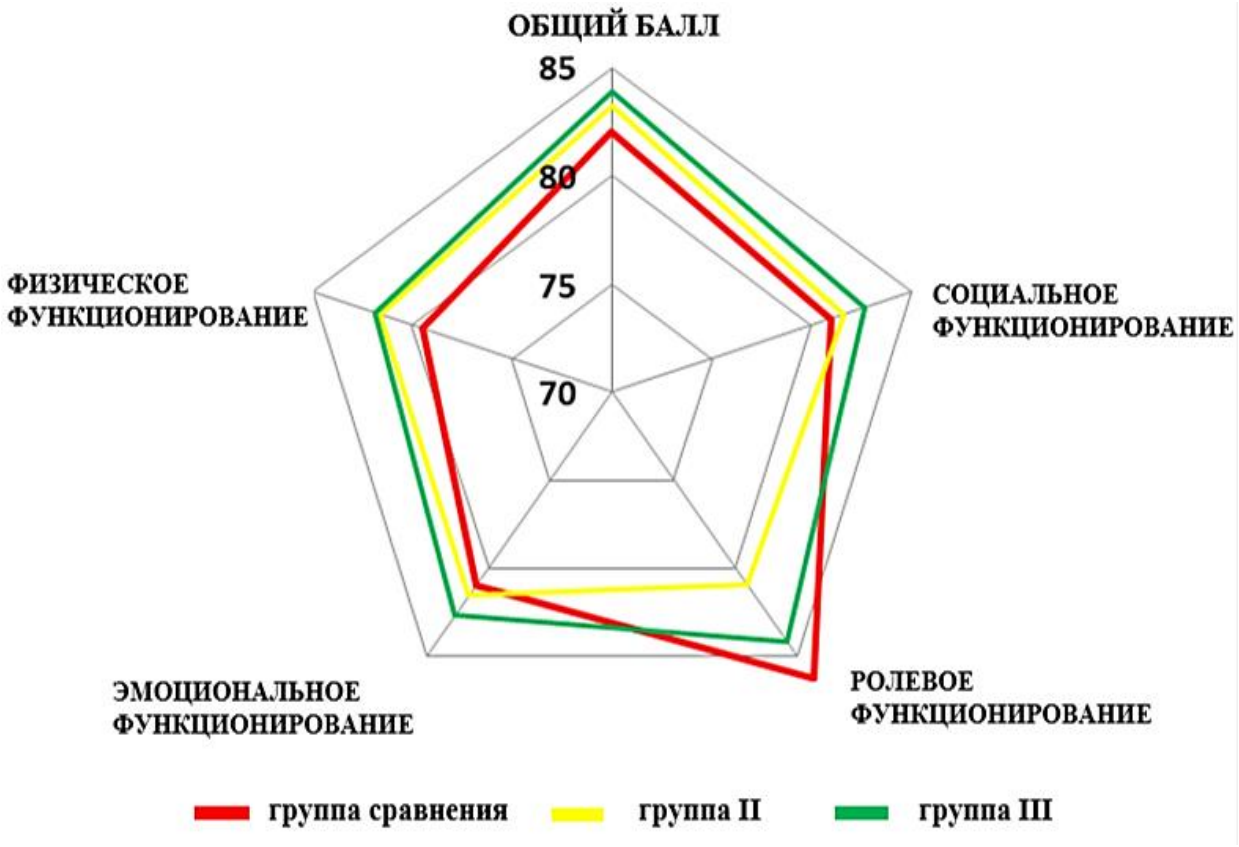


Рисунок 6.2. КЖ детей с идиопатическим сколиозом через 12 месяцев после операции

Суммируя баллы по всем шкалам функционирования до оперативного лечения, мы получили следующие данные: для первой группы – 45.1 ± 2.58, для второй группы – 39.1 ± 1.29, для третьей группы – 38.0 ± 2.14. Через год после хирургической коррекции деформации позвоночника показатели балльной оценки качества жизни по всем группам и по всем параметрам опросника отмечена отчетливая положительная динамика. Таким образом, результаты опроса по среднему итоговому баллу у пациентов всех исследуемых групп спустя 12 месяцев после проведения оперативного лечения оказались практически идентичными.

Таблица 6.1. Изменения показателей КЖ больных детей после хирургического лечения ИС

Группа	До операции	Через год после операции	Динамика показателей	p-value
Физическое функционирование				
1-я|(*n*=29)	41,6 ± 1,77	79,5± 1,85	37,9 ± 2,33	0,000027
2-я|(*n*=29)	30,9 ± 5,1	81,6 ± 1,78	50,7 ± 2,35	0,000132
3-я|(*n*=30)	35,9± 1,45	81,9 ± 2,53	46,0 ± 2,95	0,000069
Социальное функционирование				
1-я|(*n*=29)	43,9 ± 2,76	81,0 ± 2,04	37,0 ± 3,23	0,000027
2-я|(*n*=29)	37,9 ± 3,79	81,6 ± 1,15	43,7 ± 3,70	0,015650
3-я|(*n*=30)	39,1 ± 2,5	82,7 ± 1,9	43,6 ± 2,21	0,000060
Эмоциональное функционирование				
1-я|(*n*=29)	41,3 ± 2,67	81,2± 1,19	39,9 ± 3,12	0,024301
2-я|(*n*=29)	38,6 ± 2,33	84,6 ± 1,58	46,1 ± 2,81	0,031402
3-я|(*n*=30)	37,9 ± 1,40	87,0± 1,48	49,1± 2,03	0,000060
Ролевое функционирование				
1-я|(*n*=29)	53,7 ± 3,15	86,3 ± 1,63	32,6 ± 3,59	0,000040
2-я|(*n*=29)	36,8 ± 1,10	81,0 ± 1,32	44,2 ± 1,63	0,000132
3-я|(*n*=30)	39,3 ± 3,21	84,2 ± 1,87	44,9 ± 2,26	0,000089

Динамика показателей качества жизни в исследуемых группах выглядела следующим образом: в первой группе – 36,9 ± 2,52, во второй – 44,8 ± 1,67, и в третьей – 45,9 ± 2,06. Результаты средних значений продемонстрированы в таблице 6.2. Полученные данные указывают на значимое улучшение КЖ у больных 2-й (p=0.01182) и 3-й групп (p=0.00006) по сравнению с детьми первой группы. При этом мы не обнаружили значимых различий показателей КЖ между больными 2-й и 3-й групп

(p=0,247).

Таблица 6.2. Средние значения итогового балла (до и после операции) по опроснику PedsQL

Группа	До операции	Через год после операции	Динамика показателей	p-value
I (n=29)	45.1 ± 2.58	82.0 ± 1.67	36.9± 2.52	0.00609
II (n=29)	39.1 ± 1.29	83.2 ± 1.18	44.8 ±1.67	0.01182
III (n=30)	38.0 ± 2.14	83.9 ± 1.94	45.9 ± 2.06	0.00006

Анализ результатов по подгруппам показал, что у детей с начальным гипокифозом наибольшая положительная динамика показателей качества жизни, как физического, так и психосоциального, наблюдалась у пациентов второй группы (p=0,02771). Данные КЖ, полученные у больных 1-й и 3-й групп, были сопоставимы (см.таблицу 6.3.).

Таблица 6.3. Изменения показателей КЖ больных с гипокифозом

Группа	До операции	Через год после операции	Динамика параметров	p-value
Физическое функционирование				
1-я|(*n*=2)	45,0 ± 0,01	84,1 ± 6,02	39,1 ± 6,0	0,17971
2-я|(*n*=6)	40,8 ± 1,54	83,5 ± 3,61	42,7 ± 4,21	0,02771
3-я|(*n*=4)	43,8 ± 2,39	81,5 ± 2,02	37,7 ± 2,63	0,36361
Психосоциальное функционирование				
1-я|(*n*=2)	49,2 ± 10,8	87,3 ± 8,3	38,1 ± 7,5	0,17971
2-я|(*n*=6)	39,7 ± 1,75	85,1 ± 2,06	45,4 ± 3,08	0,02771
3-я|(*n*=4)	42,5 ± 3,82	78,8 ± 1,86	36,3 ± 4,03	0,04789

У детей с исходным нормокифозом, чьи результаты приведены в таблице 6.4., через год после операции заметно улучшились показатели качества жизни в физической и психосоциальной сферах.

Таблица 6.4. Изменения показателей КЖ больных с нормокифозом

Групп а	До операции	Через год после операции	Динамика параметров	p-value
Физическое функционирование				
1-я|(*n*=26)	48,0 ± 1,89	88,7 ± 1,44	40,7 ± 2,69	0,000012
2-я|(*n*=19)	36,6 ± 1,75	82,2 ± 1,88	45,6 ± 2,32	0,000201
3-я|(*n*=22)	40,6 ± 1,55	78,8 ± 1,73	38,2 ± 2,51	0,01320
Психосоциальное функционирование				
1-я|(*n*=26)	48,4 ± 2,05	87,6 ± 1,63	39,2 ± 2,68	0,000012
2-я|(*n*=19)	39,0 ± 1,70	85,4 ± 1,41	46,4 ± 2,05	0,000201
3-я|(*n*=22)	44,7 ± 2,86	81,4 ± 1,56	36,7 ± 3,01	0,023602

При этом у больных 2-й группы, которым было выполнено двухэтапное оперативное лечение с проведением вентрального релиза, уровень КЖ был значимо выше, чем у больных 3-й группы (p=0,000201). При исходном гиперкифозе отмечена более значимая динамика показателей КЖ в аспектах физического и психосоциального функционирования у больных 2-й и 3-й групп по сравнению с группой сравнения.

Таблица 6.5. Изменения показателей КЖ больных с гиперкифозом

Группа	До операции	Через год после операции	Динамика показатлей	p-value
Физическое функционирование				
1-я|(*n*=2)	60,0 ± 5,01	93,5 ± 3,50	33,5 ± 8,50	0,133614
2-я|(*n*=5	41,2 ± 1,63	82,0 ± 2,10	40,8 ± 2,77	0,033210
3-я|(*n*=7)	43,6 ± 1,80	84,1 ± 1,55	40,5 ± 2,03	0,017961
Психосоциальное функционирование				
1-я|(*n*=2)	55,0 ± 13,3	87,0 ± 3,6	32,0 ± 17,0	0,067890
2-я|(*n*=5	42,2 ± 3,85	80,3 ± 2,56	38,1 ± 3,43	0,036510
3-я|(*n*=7)	43,8 ± 2,31	88,8 ± 1,96	45,0 ± 2,60	0,023342

Данные, полученные в блоке физического функционирования после

оперативного вмешательства у больных 2-й и 3-й групп и продемонстрированные в таблице 6.5., оказались сопоставимыми.

После хирургического лечения подростков с гиперкифозом мы выявили, что у больных 3-й группы, где была применена одномоментная коррекция деформации в сочетании с G2-остеотомией, уровень КЖ в социальном, эмоциональном аспектах был значимо выше, чем у больных 2-й группы (p=0,0233).

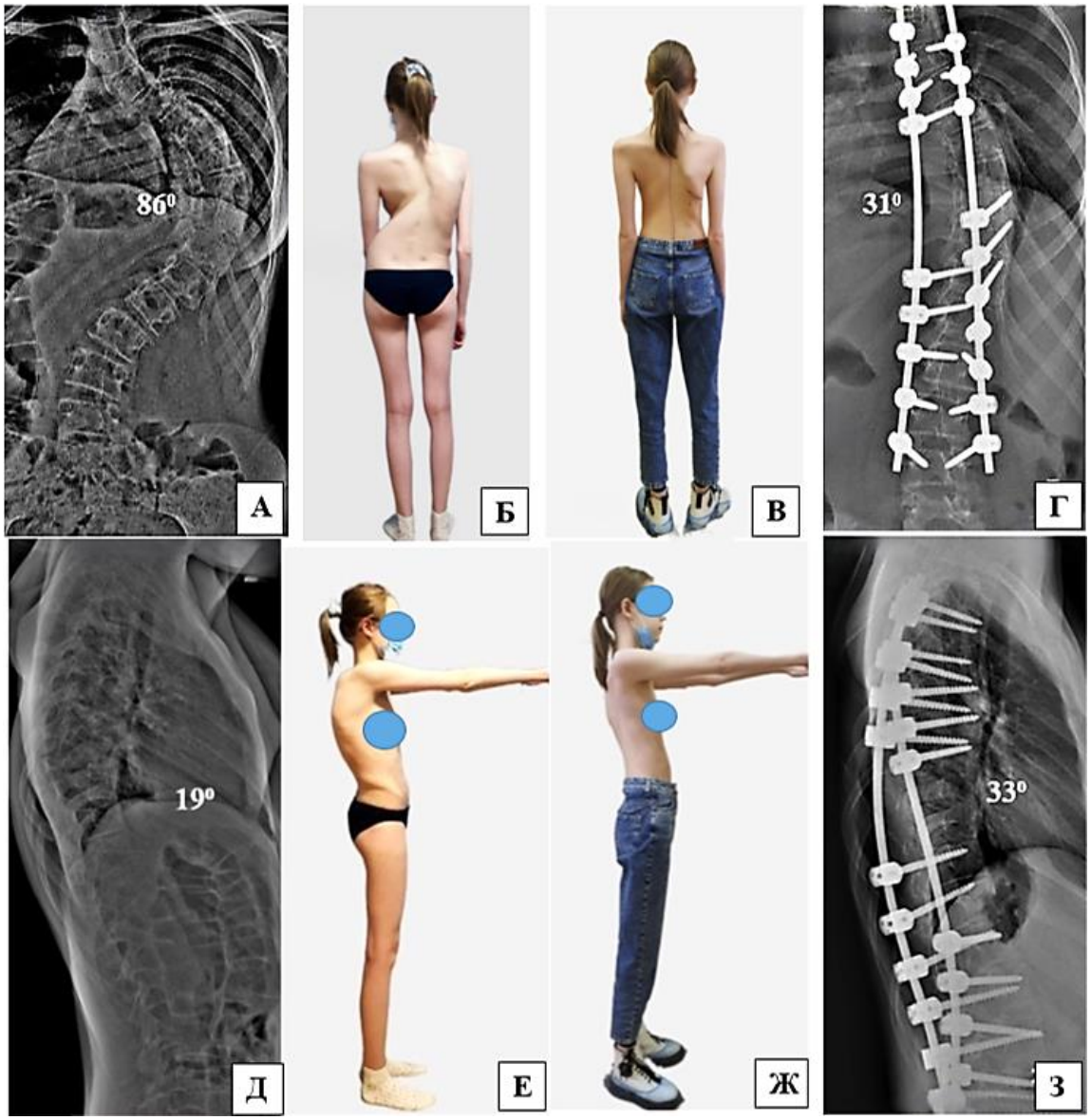


Рисунок 6.3. Внешний вид больной П., 16лет и рентгенограммы до и после оперативного лечения.

А – снимок до операции в прямой проекции (86° по Коббу); Б –внешний вид до операции; В – внешний вид после операции; Г – снимок после операции в

прямой проекции (31° по Коббу); Д – снимок до операции в боковой проекции (19° по Коббу); Е – внешний вид до операции (профиль); Ж – внешний вид после операции (профиль); З – снимок после операции в боковой проекции (33° по Коббу)

Нами представлены клинические примеры больных 2-й и 3-й групп, которые показали индивидуальную динамику клинической и рентгенологической картины и показателей КЖ до и после оперативного лечения.

Клинический пример на рисунке 6.3. показывает значимое улучшение КЖ больной 2-й группы с исходным нормокифозом. Больная П., 16 лет, исходная деформация позвоночника 86° по Cobb, угол грудного кифоза 19°. Выполнена двухэтапная коррекция с предварительным передним релизом. Остаточная деформация составила 31° по Cobb, угол грудного кифоза 33°. Индивидуальные данные анкетирования, из таблицы 6.6., свидетельствуют о существенном улучшении КЖ через 1 год после оперативного вмешательства.

Таблица 6.6. Изменения индивидуальных показателей КЖ больной П., 16 лет, с гипокифозом после хирургического лечения, баллы

Шкала	**До операции**	**Через год после операции**
Физическое функционирование	35	80
Социальное функционирование	40	87
Эмоциональное функционирование	45	85
Ролевое функционирование	30	80
Психосоциальное функционирование	38	85

Клинический пример представленный на рисунке 6.4. демонстрирует значимое улучшение КЖ больной 3-й группы с исходным гиперкифозом. Больная К., 15 лет, исходная деформация позвоночника 88° по Cobb, угол грудного кифоза – 46°. После одноэтапного лечения с G2– остеотомией остаточная деформация составила 31°, грудной кифоз – 31°.

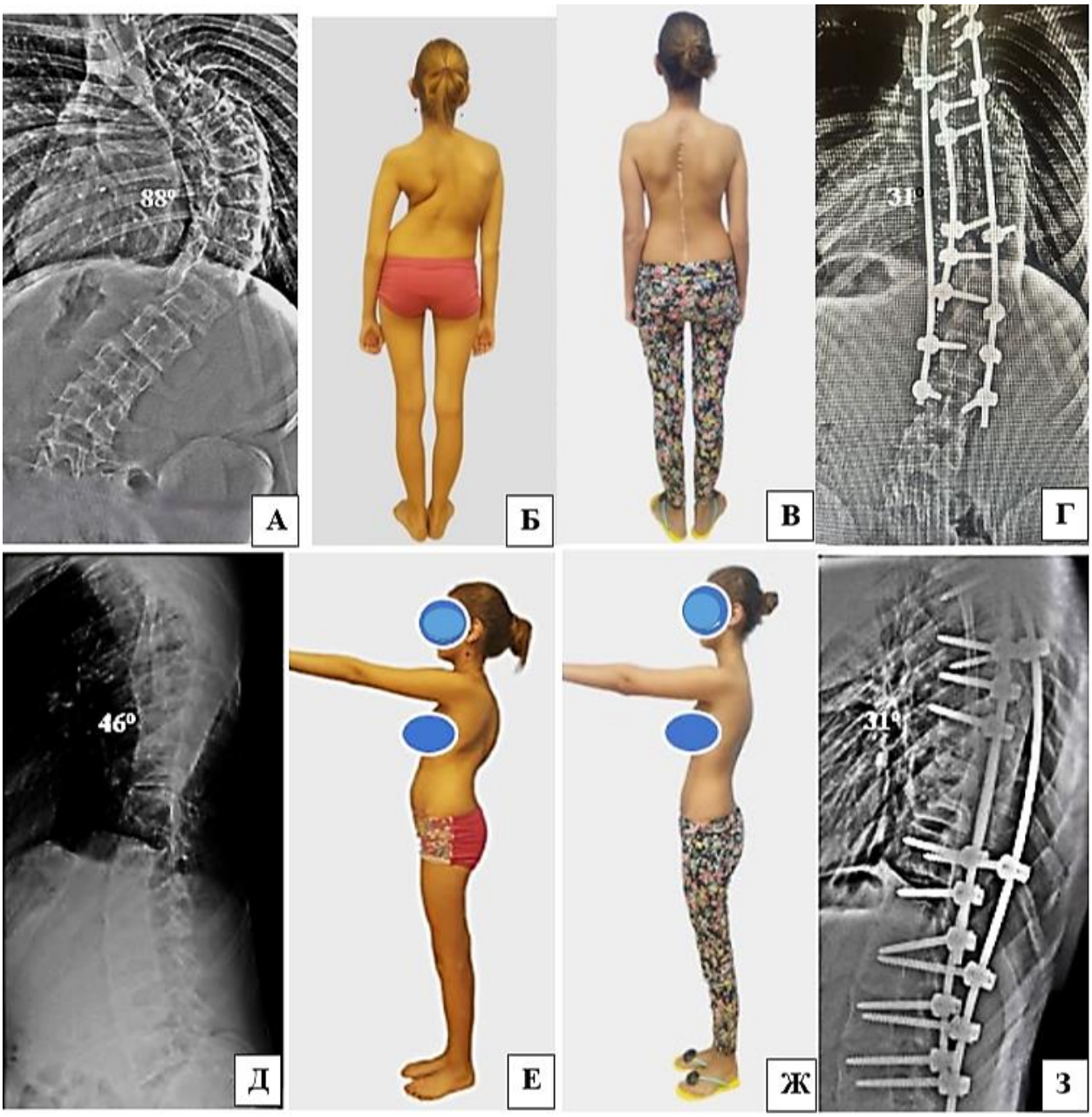


Рисунок 6.4. Внешний вид больной К., 15 лет и рентгенограммы до и после оперативного лечения; А – снимок до операции в прямой проекции (88° по Коббу); Б – внешний вид до операции; В – внешний вид после операции; Г – снимок после операции в прямой проекции (31°по Коббу); Д – снимок до операции в боковой проекции (46°по Коббу); Е – внешний вид до операции

(профиль); Ж – внешний вид после операции (профиль); З – снимок после операции в боковой проекции (31°по Коббу).

Таблица 6.7. Изменения индивидуальных показателей КЖ больной К., 15 лет, с гиперкифозом после хирургического лечения

Шкала	До операции	Через год после операции
Физическое функционирование	45	85
Социальное функционирование	50	85
Эмоциональное функционирование	45	95
Ролевое функционирование	40	90
Психосоциальное функционирование	45	90

Таблица 6.7. демонстрирует индивидуальные данные анкетирования, которые показывают значительное улучшение качества жизни через год после операции.

Установленные нами закономерности свидетельствуют о существенном улучшении показателей КЖ больных с исходным гипокифозом, которым было проведено двухэтапное хирургическое вмешательство с применением гало-пельвиктракции, по сравнению с больными из первой группы. Более того, вышеупомянутые методы обеспечивали эффективную коррекцию деформации позвоночника, снижая риск развития неврологического дефицита. Вместе с тем было показано, что КЖ больных после оперативного вмешательства не коррелирует с такими параметрами, как угол сколиотической дуги по Коббу, степень коррекции или тип используемого инструментария. Однако такие факторы, как восстановление баланса туловища, уменьшение реберного горба, улучшение функции лёгких и представлений о себе, по-видимому, играют более значимую роль в успешности лечения, нежели рентгено-ангулометрические параметры (см. обзор литературы, Глава 1.).

По результатам анкетирования пациенты из первой (группы сравнения) группы изначально продемонстрировали более высокие показатели по всем шкалам опросника, в то время как пациенты из второй группы имели более низкие значения в области физического и ролевого функционирования. Параметры социального и эмоционального функционирования у анкетируемых во второй и третьей группах были схожими. Результаты опроса по всем шкалам у пациентов всех исследуемых групп спустя 12 месяцев после оперативного вмешательства оказались практически одинаковыми. В ходе исследования были выявлены показатели, отражающие динамику КЖ, которые в исследуемых группах имели следующие значения: в первой группе – 36,9 ± 2,52 балла; во второй – 44,8 ±1,67; в третьей – 45,9 ± 2,06. Полученные результаты указывают на статистически значимое улучшение КЖ у детей во второй и третьей группах исследования по сравнению с групой сравнения, однако без достоверных различий между группами (p=0,247). Анализ подгрупп, основанный на исходных значениях грудного кифоза, выявил улучшение КЖ у пациентов второй группы с гипокифозом, что было связано с улучшением физического здоровья и параметров суммарного психосоциального функционирования (p=0,0277). В подгруппе с нормокифозом у пациентов второй группы наблюдалось значительно более выраженное улучшение в физической и психосоциальной сферах (p=0,000201), в отличие от третьей группы. В подгруппе пациентов с гиперкифозом улучшение КЖ было более значимым в третьей группе по сравнению со второй, особенно в сфере общего психосоциального функционирования (p=0,023342).

Выбор тактики хирургического лечения ИС, основанный на степени выраженности грудного кифоза, значительно повышает КЖ подростков после проведённого лечения. По данным опроса пациентов с применением неспецифического опросника PedsQL Generic Core Scale 4.0 выявлен значимый прирост баллов по шкалам эмоционального, социального и

ролевого функционирования. Установленные закономерности могут быть применены ортопедами для оптимизации выбора тактики хирургического лечения ИС у детей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние два десятилетия значительная часть специалистов в области вертебрологии сконцентрировала внимание на анализе фронтальной плоскости при идиопатическом сколиозе, при этом, зачастую, пренебрегая изучением боковой проекции. Подобный подход приводит к искажению измерений и, как следствие, к ошибкам в планировании хирургических вмешательств. Кроме того, многие хирурги не учитывают деформацию в горизонтальной плоскости, полагая, что её можно адекватно оценить на основе КТ-сканов отдельных позвонков. Большинство ортопедов сходятся во мнении, что игнорирование коррекции сагиттального профиля может существенно ухудшить качество жизни пациентов после операций, направленных на коррекцию фронтальной деформации. Исследования демонстрируют, что комплексный подход к лечению идиопатических сколиозов, учитывающий не только фронтальную, но и сагиттальную составляющие деформации, значительно повышает уровень удовлетворенности пациентов результатами лечения и улучшает их общее качество жизни.

В современной ортопедии, несмотря на появление альтернативных методов лечения, большинство специалистов продолжают рассматривать хирургическую коррекцию сколиоза, включающую дорзальную полисегментарную фиксацию позвоночника и задний спондилодез в качестве «золотого стандарта».

Имеющееся в мировой литературе многообразие вариантов тактик хирургической коррекции сколиоза, а также комбинаций выполнения различных видов остеотомий существенно затрудняют выбор оптимального метода лечения сколиотических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника для практического вертебролога. Проведя анализ ряда отечественных и зарубежных научных публикаций, можно отметить тенденцию к расширению показаний к выполнению G2-остеотомий у детей

10-18 лет, которые не всегда приводят к желаемому результату и повышают риск развития послеоперационных, в том числе неврологических осложнений. В настоящее время не сформулировано чётких показаний к остеотомии позвоночника. В то же время оперативные вмешательства, направленные на мобилизацию передней опорной колонны позвоночника с целью его мобилизации, успешно применяются для коррекции тяжелых ригидных деформаций.

Таким образом, в современной хирургии позвоночника, наблюдается отсутствие общего мнения среди специалистов относительно оптимальной тактики хирургической коррекции и стабилизации тяжелых форм идиопатического сколиоза. Это касается, как выбора методов хирургического вмешательства, так и конкретных типов остеотомий. Данная проблема актуализирует необходимость разработки дифференцированного подхода к определению хирургической стратегии для пациентов с идиопатическим сколиозом. Результаты исследования в отношении КЖ у пациентов позволят глубже осмыслить, как различные методы хирургического лечения пациентов с тяжёлыми формами сколиоза влияют на их здоровье и адаптацию в обществе.

В рамках данного исследования для пациентов первой группы применялась технология коррекции деформаций позвоночника по Cotrel-Dubousset. Нами применялся стандарнтный набор дорсального инструментария третьего поколения, а именно – стержневую систему с транспедикулярными опорными элементами, что позволило обеспечить высокую степень коррекции деформации и стабильность фиксации позвоночника. Применение указанной технологии, дополненной G1-остеотомией, позволило достичь значительных клинико-рентгенологических результатов. Коррекция основной сколиотической дуги составила, в среднем, на 38,8 ± 1,52°, во всех случаях удалось восстановить физиологический или близкий к физиологическому сагиттальный профиль позвоночника. Прогрессирование деформации было остановлено с удовлетворительным

косметическим эффектом.

Таким образом, применение технологии CD в сочетании с современным полисегментарным инструментарием третьего поколения продемонстрировало высокую эффективность в коррекции основной дуги деформации позвоночника с величиной угла 49,5±1,8° (p=0,000002) при исходно мобильных деформациях (с индексом стабильности по А.И. Казьмину 0,7±0,02 и индексом мобильности, имеющим среднее значение 57,7 ± 2,18). В представленной главе диссертационного исследования первая группа пациентов является группой сравнения для последующего проведения сравнительного анализа результатов двухэтапного оперативного лечения пациентов с идиопатическим сколиозом. Для корректности анализа формирования грудного кифоза в послеоперационном периоде у пациентов исследуемых групп, мы разделили их на три подгруппы в зависимости от исходной величины ГК: подгруппа А – с гипокифозом, подгруппа В – с нормокифозом и подгруппа С – с гиперкифозом.

Вторую исследуемую группу составили пациенты, с исходно более тяжелыми деформациями со средней величиной угла сколиотической дуги 85±5,1° и индексом стабильности Казьмина 0,8 ± 0,01 и индексом мобильности имеющим среднее значение 57,7 ± 2,18. Пациентам второй группы выполнялось двухэтапное оперативное лечение с вентральным релизом, в 18 из 31 случаев выполнялась периоперационная гало-пельвик тракция, вторым этапом выполнена задня коррекция и инструментация позвоночника с G1-остеотомией по F.Schwab и задним спондилодезом.

При таком сравнительном анализе отмечено, что во всех случаях после оперативного лечения отмечено формирование физиологического или близкого к физиологическому, сагиттального профиля позвоночника. Причем наиболее близкими к физиологических значениям грудного кифоза в результате оперативного лечения отмечены у пациентов второй исследуемой группы пациентов в подгруппах А и В. Особенной выраженная динамика отмечена у пациентов второй группы, которым проводилась

периоперационная гало-пельвик тракция.

У пациентов из первой группы неврологические осложнения не были выявлены. В одном случае, у пациента II группы, после выполнения второго этапа оперативного лечения развился глубокий нижний парапарез в нижних конечностях с нарушением функций тазовых органов, что составило 3,2% от численности второй группы исследования. По данным контрольных МРТ и КТ, данных за наличие вертебромедуллярного конфликта, а также критических мальпозиций опорных элементов металлоконструкции не выявлено, в связи с чем, совместно с неврологами дано заключение о развитии у пациентки тракционной миелопатии. Пациентка взята на ревизионное оперативное вмешательство, снижено тракционное напряжение с металлоконструкции. В течение четырёх последующих месяцев отмечено полный регресс неврологического дефицита.

Исходя из данных, представленных в результатах исследования, мы пришли к заключению, что показатели формирования грудного кифоза у пациентов с исходным гипо- и нормокифозом были достоверно лучше во второй группе. Показатели грудного кифоза у пациентов групп I и III значимо не отличались. У пациентов с исходным гиперкифозом, у пациентов третьей группы были выявлены статистически значимые различия по сравнению с группой сравнения и второй группой, что свидетельствует о более высокой эффективности метода одноэтапного хирургического лечения, дополненного многоуровневой G2-остеотомией при наличии исходного гиперкифоза (p=0,0233342). При анализе результатов формирования грудного кифоза мы получили достоверные результаты в формировании более значимых показателей у пациентов после операции во II группе (подгруппа A (p=0,02771), B (p=0,000201)), в отношении которых применен метод двухэтапного хирургического лечения, дополненный передним релизом и гало-пельвиктракцией.

В исследуемой группе III (одноэтапная хирургическая коррекция сколиоза с применением G2-остеотомий) было зарегистрировано 3 случая

(3%) неврологических нарушений. В первом случае – после хирургического вмешательства у пациента сформировалась клиника грудной миелопации в виде параплегии нижних конечностей и нарушения функций тазовых органов. По данным КТ и МРТ, убедительных данных за компрессию невральных структур не получено, ревизионное вмешательство не потребовалось. После длительного восстановительного лечения, продолжавшегося 12 месяцев, у ребёнка произошёл регресс неврологических расстройств. В остальных 2-х случаях (6%) во время операции было зафиксировано снижение сенсорных и моторных вызванных потенциалов, которое не проявилось неврологическими расстройствами после пробуждения пациента, в одном из этих случаев выполнена ламинэктомия на вершине деформации на 4-х уровнях. Таким образом, суммарная частота неврологических нарушений у пациентов III группы составили 9%. У пациентов третьей группы неврологические осложнения встречались в три раза чаще, чем во второй, без достоверно значимых различий (ОШ=3; ДИ=0,3-30,4; $\chi 2$=0,2; p=0,65).

Учитывая вышеуказанные факты, переход на одноэтапное выполнение выполнение остеотомий позвоночника, которое позволяет сократить сроки лечения пациентов с деформациями позвоночника исключив необходимость выполнения двухэтапного оперативного лечения с применением вентрального релиза, на наш взляд следует считать необоснованным. Во-первых, поскольку одним из ключевых звеньев патогенеза сколиотической деформации является смещение пульпозных ядер межпозвонковых дисков в выпуклую стону деформации. Во-вторых, продолженный асимметричный рост позвонков на вершине деформации сколиотической дуги в условиях продолженного роста скелета, является фактором риска рецидива сколиотической деформации, что обосновывает необходимость выполнения разрушения зон роста позвонков по выпуклой стороне вершины деформации. В-третьих, это, в свою очередь, позволяет создать условия для формирования «спондилодеза на 360°», и, тем самым – минимизировать риск рецидива

деформации или нестабильности металлофиксации позвоночника. Необходимо также отметить, как указано в обзоре литературы, многочисленные исследования свидетельствуют о повышении эффективности хирургической коррекции сколиоза при выполнении двухэтапного лечения, если между хирургическими этапами применять гало-тракцию, что способствует повышению степени послеоперационной коррекции и снижению частоты неврологических осложнений, что большинство авторов связывают с адаптацией спинального кровообращения к коррекции деформации позвоночника.

Результаты настоящего диссертационного исследования показали, что мы получили достоверно более высокую степень коррекции основной дуги деформации во фронтальной плоскости у пациентов второй группы, которым выполнялось двухэтапное оперативное лечение в сравнении с группой III (p=0,000001). Полученные результаты также свидетельствуют о преимуществе двухэтапной тактики хирургического лечения у пациентов с исходным гипокифозом и нормокифозом, что объясняется эффектом выполнения многоуровневой дискэктомии не вершине деформации, что позволило, за счет укорочения передней опорной колонны позвоночника сформировать физиологический грудной кифоз, при уменьшении натяжения спинного мозга на вершине деформации. Многие авторы справедливо, на наш взгляд ставят под сомнение смысл рутинного использования G2-остеотомий в хирургии идиопатического сколиоза, из-за противоречивых результатов по коррекции во фронтальной плоскости и недостаточного анализа в сагиттальной плоскости. В частности, G2-остеотомия обеспечивает степень коррекции деформации позвоночника, согласно рентгенологическим данным, во фронтальной плоскости, сопоставимую с эффектом от переднего релиза, при увеличении частоты неврологических осложнений и объема периоперационной кровопотери.

Наибольшая доля неврологических осложнений в нашем исследовании была обнаружена у пациентов III группы. Это связано с тем, что G2-

остеотомия приводит к укорочению задней опорной колонны позвоночника, при этом, в процессе посегментарной коррекции деформации может произойти гофрирование дурального мешка и компрессия невральных структур за счет нерезецированных фрагментов желтой связки, а также – необходимость обеспечения доступа к позвоночному каналу приводит к риску возникновения гематом в эпидуральном пространстве. С учетом полученных результатов исследования мы считаем, что выбор тактики хирургического лечения с применением G2-остеотомии должен быть продиктован с учетом чётких показаний, в том числе – исходная мобильность передней опорной колонны позвоночника при исходном гиперкифозе и ригидности заднего опорного комплекса позвоночника, поскольку, с точки зрения биомеханики, такой вид остеотомии направлен на укорочение задней опорной колонны, что в свою очередь, устраняется такой опасный момент, как распластанность дурального мешка со спинным мозгом по передне-боковой стенке позвоночного канала. Таким образом, при тяжелых ригидных сколиотических деформациях, сопровождающиеся выраженным гиперкифозом грудного отдела позвоночника, рекомендуем применять одноэтапную заднюю хирургическую коррекцию с использованием многоуровневой G2-остеотомии на всем протяжении кифотической деформации. Это способствует уменьшению натяжения невральных структур на вершине деформации и позволяет снизить риск неврологических послеоперационных осложнений. Тем не менее, использование G2-остеотомии не рекомендуется для пациентов с нормальным или сниженным грудным кифозом. Это также связано с высоким риском образования псевдоартроза и увеличением объема кровопотери во время операции.

Многоуровневая дискэктомия позволяет утранить клиновидность межпозвоночного диска, связанную со смещением пульпозного ядра в выпуклую сторону деформации, выполнить деструкцию ростковой зоны с выпуклой стороны деформации, что способствует ликвидации ассиметричного роста тел позвонков на вершине деформации, а также

создать условия формирования спондилодеза на 360° на вершине деформации.

В нашем исследовании мы не отметили существенной разницы во времени операции, объеме кровопотери. Однако во второй группе время госпитализации было значимо выше, в среднем 32,4 дня, тогда как в 1 группе среднее время госпитализации составило 20,6 дней (p=0,01802), что было связано с 1-2 недельным этапом гало-пельвик тракции после проведённого переднего релиза. В первой группе средний угол деформации по Cobb составил 71,8° со средним индексом стабильности в 0,8. Во второй группе средний угол деформации по cobb составил 69,7°, средний индекс стабильности 0,82. В 1 группе после операции средний угол по Cobb составил 27,8°, со средней коррекций в 63,39%. Во второй группе послеоперационной угол деформации – 17,4°, средняя коррекция составила 76,26%.

Таким образом, выполнение торакоскопической многоуровневой мобилизации позвоночника при средне-тяжелых относительно мобильных сколиотических деформациях (>60° и <85° по Коббу, индекс стабильности по А.И. Казьмину: 0,75-0,85) позволило значимо повысить степень послеоперационной коррекции грудной сколиотической дуги (p=0,00904). Это позволяет снизить степень хирургической агрессии и минимизировать интра– и постоперационные осложнения. В литературе, встречаются работы о том, что одноэтапный задний спондилодез позволяет достичь того же эффекта, что и сочетание переднего релиза с задним спондилодезом. Тем не менее, авторы часто отмечают, что при отсутствии переднего межтелового спондилодеза диктует необходимость увеличения числа имплантируемых транспедикулярных винтов, в том числе – в области вершины сколиотической деформации. Таким образом, наличие осложнений при использовании только заднего доступа, из-за увеличения частоты мальпозиций транспедикулярных винтов, связанное с необходимостью увеличения их количества на вершине деформации способствует увеличению

имплант-ассоциированных осложнений, в то числе – неврологических. Вышеуказанные факты свидетельствуют о том, что пациентам со сколиозом выполнение переднего релиза в сочетании с задним спондилодезом косвенно способствует снижению потребности в «тотальной» винтовой инструментации вершины сколиотической дуги. А, как известно, имплантация винтов по вогнутой стороне вершины деформации сопряжена с риском неправильным позиционированием транспедикулярных винтов.

При проведении нами исследования качества жизни пациентов установленные нами закономерности свидетельствуют о существенном улучшении показателей КЖ больных с исходным гипокифозом, которым было проведено двухэтапное хирургическое вмешательство с применением гало-пельвиктракции, по сравнению с больными группы сравнения. Более того, вышеупомянутые методы обеспечивали эффективную коррекцию деформации позвоночника, снижая риск развития неврологического дефицита. Вместе с тем было показано, что КЖ больных после оперативного вмешательства не коррелирует с такими параметрами, как угол сколиотической дуги по Коббу, степень коррекции или тип используемого инструментария. Однако такие факторы, как восстановление баланса туловища, уменьшение реберного горба, улучшение функции лёгких и представлений о себе, по-видимому, играют более значимую роль в успешности лечения, нежели рентгено-ангулометрические параметры (см. обзор литературы, Глава 1.). По результатам анкетирования пациенты из первой (группы сравнения) изначально продемонстрировали более высокие показатели по всем шкалам опросника, в то время как пациенты из второй группы имели более низкие значения в области физического и ролевого функционирования. Параметры социального и эмоционального функционирования у анкетируемых во второй и третьей группах были схожими. Результаты опроса по всем шкалам у пациентов всех исследуемых групп спустя 12 месяцев после оперативного вмешательства оказались практически одинаковыми. В ходе исследования были выявлены показатели,

отражающие динамику КЖ, которые в исследуемых группах имели следующие значения: в первой группе – 36,9 ± 2,52 балла; во второй – 44,8 ±1,67; в третьей – 45,9 ± 2,06. Полученные результаты указывают на статистически значимое улучшение КЖ у детей во второй и третьей группах исследования по сравнению с группой сравнения, однако без достоверных различий между группами (p=0,247). Анализ подгрупп, основанный на исходных значениях грудного кифоза, выявил улучшение КЖ у пациентов второй группы с гипокифозом, что было связано с улучшением физического здоровья и параметров суммарного психосоциального функционирования (p=0,02771). В подгруппе с нормокифозом у пациентов второй группы наблюдалось значительно более выраженное улучшение в физической и психосоциальной сферах, в отличие от третьей группы (p=0,000201). В подгруппе пациентов с гиперкифозом улучшение КЖ было более значимым в третьей группе по сравнению со второй, особенно в сфере общего психосоциального функционирования (p=0,023342).

Выбор тактики хирургического лечения ИС, основанный на степени выраженности грудного кифоза, значительно повышает КЖ подростков после проведённого лечения. По данным опроса пациентов с применением неспецифического опросника PedsQL Generic Core Scale 4.0 выявлен значимый прирост баллов по шкалам эмоционального, социального и ролевого функционирования (p=0,027; p=0,0002; p=0,0233). Установленные закономерности могут быть применены ортопедами для оптимизации выбора тактики хирургического лечения ИС у детей.

Алгоритм дифференцированного подхода к хирургическому лечению идиопатического сколиоза у детей, представленный в приложении I, создан на основе наших научных исследований. Стратегия эффективна для лечения пациентов с идиопатическим сколиозом без значительных нарушений сагиттального баланса вследствие угловой деформации. На основании значения индекса стабильности по А.И. Казьмину, деформации классифицированы следующим образом: мобильные и относительно

мобильные деформации характеризуются индексом стабильности (ИК) менее 0,8; ригидные деформации соответствуют диапазону ИК от 0,8 до 0,9; абсолютно ригидные деформации характеризуются ИК более 0,9. В параметры мы также включили показатель деформации основной грудной дуги во фронтальной плоскости по Cobb, индекс мобильности и значения грудного кифоза.

Пациентам с индексом стабильности по А.И. Казьмину меньше 0,8, а индексом мобильности больше 50, мы предлагаем одноэтапное хирургическое вмешательство через дорсальный доступ с классической техникой и добавлением G1-остеотомии. При этом степень грудного кифоза в расчет не принимается. Снижение эластичности позвоночника у пациентов с ригидными или относительно ригидными деформациями требует особого подхода к выбору метода хирургического лечения. В рамках нашего исследования, направленного на оптимизацию выбора метода мобилизации основной дуги у пациентов с ригидными деформациями, мы включили критерий в виде значения грудного кифоза.

В группе с исходным гипо– и нормокифозом (угол грудного кифоза менее 40°) пациентам с относительно ригидными деформациями (Cobb 80°-100°, ИК 0.8-0.9, ИМ < 50) мы рекомендуем двухэтапное хирургическое вмешательство. Первый этап – передний релиз, второй – дорсальная коррекция с использованием G1-остеотомии. Передний релиз предпочтительнее выполнять при помощи видеоассистированной торакоскопии, если индекс Казьмина составляет 0,75–0,85, а угол по Коббу – 60°–85°. В отношении пациентов с исходным гиперкифозом, характеризующимся углом грудного кифоза, превышающим 40°, при (Cobb 80°-100°, ИК 0.8-0.9, ИМ < 50), мы рекомендуем одноэтапное хирургическое вмешательство в сочетании с G2-остеотомией.

Пациентам со сверхтяжелыми ригидными деформациями (Cobb > 100°, ИК > 0,9, ИМ < 50) мы рекомендуем двухэтапное хирургическое лечение. Первый этап – передний релиз при помощи торакотомии классическим

способом, второй – дорсальная коррекция с использованием G2-остеотомии. В период между этапами хирургического вмешательства рекомендуется проведение галотракции.

ВЫВОДЫ

1. Одноэтапная задняя инструментация позвоночника в сочетании с многоуровневой фасетэктомией (G1 по F. Schwab) является методом выбора мобильных (индекс мобильности > 55%; индекс стабильности по А.И. Казьмину 0,7) сколиотических деформаций позвоночника и позволяет корригировать основную сколиотическую дугу на 78% (p=0,000002), улучшить параметры фронтального баланса туловища, минимизировать риски неврологических осложнений.

2. Торакоскопическая многоуровневая мобилизация позвоночника показана при средне-тяжелых относительно мобильных сколиотических деформациях (>60° и <85° по Коббу, индекс стабильности по А.И. Казьмину: 0,75-0,85), это позволило значимо повысить степень послеоперационной коррекции грудной сколиотической дуги в сравнении с одноэтапным хирургическим лечением (p=0,00904).

3. Сравнительный анализ эффективности двухэтапной хирургической коррекции идиопатического сколиоза (с выполнением многоуровневой дискэктомии) и одномоментной хирургической коррекции с применением G2-остеотомий по F. Schwab, в целом, показал сопоставимую степень и индекс послеоперационной коррекции. Наибольшая эффективность двухэтапной тактики хирургической мобилизации сколиотической дуги отмечена в подгруппах пациентов с грудным гипо– (p=0,000277) и нормокифозом (p=0,0438), а в подгруппе пациентов с гиперкифозом максимальная степень коррекции (p=0,000877) получена при применении одноэтапной тактики лечения G2 остеотомий позвоночника по F. Schwab. Это позволяет позиционировать выраженность физиологического грудного кифоза в качестве одного из ведущих критериев выбора тактики хирургической мобилизации позвоночника.

4. По данным опроса пациентов с применением неспецифического опросника PedsQL Generic Core Scale 4.0, выявлено значимое повышение бальной оценки качества жизни, главным образом, по шкалам

эмоционального, социального и ролевого функционирования в сравнении с исходным уровнем (p=0,027; p=0,0002; p=0,0233) за счет рационального выбора метода хирургической мобилизации позвоночника.

5. Разработанный алгоритм хирургического лечения идиопатического сколиоза позволяет повысить эффективность хирургической коррекции идиопатического сколиоза, что подтверждается динамикой клинико-рентгенологической картины и качества жизни пациентов в отдаленном послеоперационном наблюдении. Повышение уровня безопасности хирургического лечения пациентов достигнуто за счет оптимизации методов мобилизации основной дуги деформации, что способствует снижению частоты интра- и послеоперационных осложнений.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для выбора тактики оперативного лечения необходимо учитывать показатели мобильности сколиотической дуги: индекс стабильности по А. И. Казьмину и индекс мобильности, которые характеризуют «естественную» мобильность структуральной дуги деформации.

2. Идиопатический сколиоз с мобильной дугой деформации менее 80º с индексом стабильности ниже 0.75 следует оперировать путем одноэтапной дорсальной коррекции. Дополнительную мобильность можно получить с помощью G1-остеотомии по F. Schwab. При этом выраженность грудного кифоза можно не учитывать.

3. У пациентов с сохраняющимся потенциалом роста (тест Риссера 3,7 ± 0,81), индексом стабильности по А. И. Казьмину 0,75–0,85 и углом сколиотической дуги по Коббу от 60 до 85 градусов в качестве первого этапа оперативного лечения рекомендуем выполнять переднюю торакоскопическую мобилизацию позвоночника.

4. Сколиотическую деформацию позвоночника с углом свыше 85º по Коббу и индексом стабильности А.И. Казьмина 0,8–0,9 целесообразно корригировать путем двухэтапного оперативного лечения с применением многоуровневой дискапофизэктомии путем открытой торакотомии при условии гипо- и нормокифоза грудного отдела позвоночника.

5. При ригидных деформациях позвоночника от 85º до 100° по Коббу и индексом стабильности А.И. Казьмина 0,8–0,9, при грудном гиперкифозе, рекомендуем выполнять одноэтапную дорсальную коррекцию в сочетании с G2-остеотомией по F. Schwab.

6. С целью профилактики интра- и послеоперационных осложнений при хирургическом лечении идиопатического сколиоза следует отказаться от необоснованного применения G2-остеотомии.

7. Сверхтяжелые ригидные формы сколиоза с углом искривления более 100º и индексом Казьмина выше 0,9 лучше оперировать в два этапа. Первым этапом выполняется передний релиз путем торакотомии. На втором этапе

проводят дорсальную металлофиксацию и коррекцию с G2-остеотомией позвоночника по F. Schwab.

8. Для повышения уровня безопасности коррекции идиопатического сколиоза рекомендуется применение различных вариантов галотракции, что позволяет повысить степень коррекции деформации, упрощает выполнение дорсальной фиксации позвоночника и способствует снижению частоты неврологических осложнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андронников, Е.А. Об особенностях оперативного лечения пациентов с сопутствующей патологией при сколиотической болезни/ Е.А. Андронников, Н.Г. Михалкина, Т.В. Алексеева, [и др.]// Клиническаямедицина. – 2020. – Т.98. – №11-12. – С.781-787.DOI: 10.30629/0023-2149-2020-98-11.

2. Ахтамов, А. Результаты хирургического лечения идиопатических сколиозов грудо-поясничной локализации у детей и подростков / А. Ахтамов, А.А. Ахматов, А.Р. Тошбеков [и др.]// Uzbek journal of case reports. – 2021. – Т.1. – №1. – С. 34-36. doi:10.55620/ujcr.1.1.2021.9.

3. Белозеров, В.В. Влияние хирургической коррекции сколиотических деформаций типов I и III по Lenke на баланс позвоночника у пациентов 15–35 лет / В.В. Белозеров, А.В. Пелеганчук, М.В. Михайловский // Хирургия позвоночника. – 2023 – Т.20. – №3. – С. 16-25.

4. Васильев, В.А. Междисциплинарное взаимодействие в диагностике сколиотической болезни / В.А. Васильев, Т.П. Бегидова // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2020. – Т.79. – С. 9-15.doi:10.18499/1990-472X-2020-0-79-9-15.

5. Васюра, А.С. Прогнозирование рисков развития клинически значимого фронтального дисбаланса при хирургическом лечении тяжелых форм идиопатического сколиоза с основной грудной сколиотической дугой / А.С. Васюра, А.В. Бузунов, В.Л. Лукинов [и др.]// Хирургия позвоночника. – 2024. – Т.21. – №3. – С. 47-58. doi:10.14531/ss2024.3.47-58.

6. Васюра, А.С. Комплексная оценка результатов хирургического лечения тяжелых форм идиопатических сколиозов с основной грудной сколиотической дугой / А.С. Васюра, А.В. Бузунов, М.А. Головнева [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2025. – Т.22. – №3. – С. 26-36. doi:10.14531/ss2025.3.26-36.

7. Васюра, А.С. Эффективность вентральной и дорсальной

многоуровневой вертебротомии у подростков с идиопатическим сколиозом типов 1 и 2 по Lenke, оперированных с применением педикулярной фиксации с различной степенью IMPLANT DENSITY / А.С. Васюра, Е.В. Губина, М.В. Михайловский // Хирургия позвоночника. – 2020. – Т.17. –№3. – С. 43-52.

8. Ветрилэ, С.Т. Исследование изменения самооценки, качества жизни и удовлетворенности пациентов результатами хирургической коррекции диспластического сколиоза / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кисель, А.А. Кулешов // Хирургия позвоночника. – 2004. – №2. –С. 40-44.

9. Ветрилэ, С.Т. Концепция оперативного лечения различных форм сколиоза с использованием современных технологий / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, В.В.Швец [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2009. – №4. – С. 21-30. https://doi.org/10.14531/ss2009.4.21-30.

10. Ветрилэ, С.Т. Дорсальная хирургическая коррекция сколиоза инструментарием Cotrel Dubousset с предварительной гало-пельвиктракцией и без нее / С.Т. Ветрилэ, А.А. Кулешов, А.А. Кисель [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 4. – С. 32-39.

11. Винярская, И.В. Качество жизни как критерий адаптации детей к школьному обучению / И.В. Винярская, Е.В. Антонова, П.И. Храмцов [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2024. – № 27(6). – С. 417–422.

12. Виссарионов, С.В. Хирургическое лечение пациентов с тяжелыми формами идиопатического сколиоза (обзор литературы) / С.В. Виссарионов, Т.С. Рыбинских, М.С. Асадулаев [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2025. – №2. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=33960. DOI: https://doi.org/10.17513/spno.33960.

13. Виссарионов, С.Н. Применение трехмерной навигации в хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом / С.В. Виссарионов, Е.Д. Шрейдер, С.Н. Новиков [и др.]/ Хирургия позвоночника. – 2015. – Т.12. – №1. – С. 14-20.

14. Виссарионов, С.В. Хирургическая коррекция тяжелых форм идиопатического кифосколиоза у детей / С.В. Виссарионов, А.Н. Филиппова,

Д.Н. Кокушин [и др.]// Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2019. – Т.7. – №3. – С. 5-14. doi: 10.17816/PTORS735-14.

15. Горбач, А.П. Идиопатический сколиоз как мультифакторное заболевание: систематизированный обзор современной литературы / А.П. Горбач, О.М. Сергеенко, Е.Н. Щурова // Хирургия позвоночника. – 2022. – Т.19. – №2. – С. 19-32.

16. Дюбуссе, Ж.Ф. Сколиоз и гармония: сибирские лекции / Ж.Ф. Дюбуссе, М.В. Михайловский. – Новосибирск: ОЛЛПРИНТ. – 2018. – 84 с.

17. Загородний, Н.И. Двухэтапное хирургическое лечение тяжелых форм подросткового идиопатического сколиоза / Н.И. Загородний, М.Т.Сампиев, Н.И. Карпович [и др.]// Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. – 2023. – Т.18. – №4. – С 66-70. doi:10.25881/20728255_2023_18_4_66.

18. Кассаб, Д.Х.И. Эффективность новой интеллектуальной системы в оценке угла сколиоза по рентгенограммам позвоночника и возможность ее клинического применения / Д.Х.И. Кассаб, И.Г. Камышинская, С.В. Трухан [и др.] // Вестник Санкт-Петербургского университета «Медицина». – 2023. – Т.18. –№3. – С. 293-303. doi:10.21638/spbu11.2023.305.

19. Коваленко, Р.А. Сравнительный анализ результатов имплантации транспедикулярных винтов в грудном отделе позвоночника с использованием индивидуальных навигационных матриц и методики free hand / Р.А. Коваленко, Д.А. Пташников, В.Ю. Черебилло [и др.] Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т.26. – №3.– С. 49-60.

20. Кокушин, Д.Н. Аспекты применения вентральной динамической коррекции при хирургическом лечении пациентов с идиопатическим сколиозом / Д.Н. Кокушин, Н.О. Хусаинов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.– 2021. – № 12. – С. 51-55. – DOI 10.17513/mjpfi.13329.

21. Колесов, С.В. Сравнительный анализ эффективности

комбинированного метода введения транспедикулярных винтов с методикой free-hand у пациентов с идиопатическим сколиозом / С.В. Колесов, В.С. Колян, А.И. Казьмин [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2022. – №19(2). – С. 12-18. https://doi.org/10.14531/ss2022.2.12-18.

22. Колесов, С.В. Первый опыт вентральной динамической коррекции сколиозов у подростков с законченным ростом и взрослых: хирургическая техника и ближайшие результаты / С.В. Колесов, В.С. Переверзев, А.А. Пантелеев [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2021. – Т.18. – №3. – С.19-29.

23. Колесов, С.В. Ретроспектива экспериментально-морфологического исследования 1991 г. с позиции оценки эффективности вентральной динамической коррекции сколиоза у взрослых / С.В. Колесов, В.С. Переверзев // Хирургия позвоночника, vol. 22, no. 1, 2025, pp. 6-14. doi:10.14531/ss2025.1.6-14

24. Колесов, С.В. Хирургическая коррекция грудного сколиоза из вентрального и дорсального доступов / С.В. Колесов, С.А. Кудряков, И.А. Шавырин // Хирургия позвоночника. – 2013. – №2. – С. 14-22.

25. Константинова, С.В. Клинические методы диагностики сколиотической осанки у детей младшего школьного возраста / С.В. Константинова // StudArctic Forum. – 2024. –Т.9. –№2. – С. 12-17.

26. Кремнева, В.Н. Влияние сколиотической болезни на качество жизни детей и подростков / В.Н. Кремнева, С.П. Кравченко. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – №6-3(93). – С. 81-84.

27. Кулешов, А.А Комплексное оперативное лечение тяжелых сколиозов с применением элевационной торакопластики / А.А. Кулешов, С.Т. Ветрилэ, И.Н. Лисянский [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2012. – №2. – С. 37-43.

28. Михайловский, М.В. Хирургия деформаций позвоночника / М.В. Михайловский; Новосибирский НИИТО Минздравсоцразвития России,

Межрегиональная общественная орг. «Ассоциация хирургов-вертебрологов». – 2-е издание, исправленное и дополненное. – Новосибирск: Redactio, 2011. – 588 с.

29. Пантелеев, А.А. Трехколонная остеотомия позвоночника при ревизионном вмешательстве у пациентки с врожденным ангулярным грудопоясничным кифосколиозом / А.А. Пантелеев, М.Л. Сажнев, Д.С. Горбатюк [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2018. – Т.15. – №.3. – С. 30-38.

30. Переверзев, В.С. Вентральная динамическая или дорсальная транспедикулярная коррекция и фиксация при хирургическом лечении идиопатического сколиоза типа Lenke 5: сравнение отдаленных результатов / В.С. Переверзев, С.В. Колесов, А.И. Казьмин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2023. – Т.29. – №2. – С. 18-28. doi: 10.17816/2311-2905-3189.

31. Пимбурский, И.П. Обеспечение безопасности хирургической коррекции сколиозов у детей с применением нейромониторинга и O-arm-навигации. Педиатрия / И.П. Пимбурский, А.С. Бутенко, К.А. Самохин [и др.] // Consilium Medicum. – 2023. – №4. – С. 269-274. DOI: 10.26442/26586630.2023.4.202448.

32. Пимбурский, И.П., Профилактика имплантассоциированных осложнений при хирургической коррекции сколиотической деформации у детей / И.П. Пимбурский,О.Б. Челпаченко, А.С. Бутенко [и др.] // Российский педиатрический журнал. –2024. – Т.27.– №S3.– С. 58-58.

33. Пимбурский, И.П. Коррекция сагиттального дисбаланса туловища путем коррегирующей остеотомии поясничного отдела позвоночника Российский педиатрический журнал. – 2023. – Т.26. –№5. – С. 50-51.

34. Пятакова, Г.В. Психологические аспекты лечения и реабилитации пациентов с подростковым идиопатическим сколиозом: анализ исследований / Г.В. Пятакова, О.В. Оконешникова, А.О. Кожевникова [и др.] // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2019. –

Т.7.– №2.– С. 103-115. doi:10.17816/PTORS72103-115/.

35. Сайфуллин, А.П. Технология ускоренного восстановления в спинальной хирургии у детей и подростков: систематический обзор литературы / А.П. Сайфуллин, А.Е. Боков, А.Я. Алейник [и др.] / Хирургия позвоночника. – 2021. – №18(4). – С. 6-27. https://doi.org/10.14531/ss2021.4.6-27.

36. Самохин, К.А Анализ эффективности двухэтапного и одноэтапного оперативного лечения идиопатического сколиоза у детей с применением различных методов мобилизации деформации / К.А. Самохин, И.П. Пимбурский, А.С. Бутенко [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2024. – Т.27. – №5. – С.340-349.

37. Самохин, К.А. Влияние тактики оперативного лечения идиопатического сколиоза на качество жизни больных детей /К.А. Самохин, О. Б. Челпаченко, И. П. Пимбурский [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2025. – Т. 28 – № 2. – С. 94-102. – DOI 10.46563/1560-9561-2025-28-2-94-102. – EDN FBGINO.

38. Самохин, К.А. Исходное значение грудного кифоза – определяющий критерий при выборе тактики хирургического лечения идиопатического сколиоза у детей / К. А. Самохин, И. П. Пимбурский // Российский педиатрический журнал. – 2024. – Т. 27 – № S4. – С. 47-48. – EDN DGBILJ.

39. Самохин, К.А. Комплексное обеспечение периоперационной безопасности при хирургическом лечении деформаций позвоночника у детей / К. А. Самохин, Г. Т. Давлетгалеев, Д. М. Давыдов [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2023. – Т. 26 – № S3. – С. 52-53. – EDN BNDJJQ.

40. Самохин, К.А. Предоперационный нейрофизиологический мониторинг и 3D-моделирование как профилактика осложнений при коррекции деформации позвоночника у детей / К.А. Самохин, И.П. Пимбурский, А.С. Бутенко [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2024. – Т. 27. –№S3. – С. 59-60.

41. Самохин, К.А. Сравнительное исследование эффективности вентрального релиза и G2 -остеотомии при хирургической коррекции сколиоза / К. А. Самохин, О. Б. Челпаченко, И. П. Пимбурский [и др.] // XI Всероссийский Приоровский Форум, посвященный 100-летию профессора К.М. Сиваша : Сборник работ, Москва, 13–14 декабря 2024 года. – Москва: Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, 2024. – С. 246-247. – EDN GOUQVN.

42. Смирнов, И.В., Сколиотическая деформация позвоночника: в аспекте анестезиологического обеспечения хирургической коррекции / И.В. Смирнов, Г.Е. Ройтберг, В.В. Лазарев [и др.] // Медицинский совет. – 2022. – Т.16. – №6. – С. 243-250.

43. Строкова, Е.Л. Идиопатический сколиоз: общая характеристика и анализ этиологических теорий (обзор литературы) / Е.Л. Строкова, Н.Ю. Пахомова, А.Ф. Гусев, [и др.]// Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2021. – Т.6. – №3. – С. 193-208. – DOI 10.29413/ABS.2021-6.3.20.

44. Ульрих, Э.В. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках / Э.В. Ульрих. – Санкт-Петербург : ЭЛБИ-СПб. – 2002. – 187 с.

45. Челпаченко, О.Б. Влияние тяжести и мобильности идиопатических и нейрогенных деформаций позвоночника у детей на течение сколиотической болезни / О. Б. Челпаченко, К. В. Жердев, А. С. Бутенко [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2023. – Т.26. - № S3. – С. 64. – EDN OKABMU.

46. Челпаченко, О.Б. Применение эндоскопического переднего релиза при сколиозе у детей / О.Б. Челпаченко, А.А. Гусев, И.П. Пимбурский [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2024. – Т.27. – №S3. – С. 65.

47. Чернядьев, М.А. Сравнительный анализ результатов хирургической коррекции идиопатического сколиоза грудной локализации у пациентов с активным костным ростом / М.А. Черндяева, А.С. Васюра, В.Л. Лукинов [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2022. – Т.19. – №1. – С. 22-30.

48. Чернядьева, М.А. Хирургическое лечение прогрессирующего идиопатического сколиоза у подростков 10-14 лет: обзор литературы / М.А. Чернядьева, А.С. Васюра // Хирургия позвоночника. – 2019. – № 16(3). – С. 33-40.

49. Addai, D. Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis / D. Addai, J. Zarkos, A.J. Bowey // Childs Nerv Syst. – 2020 – № Vol.36. – №6. – P. 1111-1119. doi: 10.1007/s00381-020-04608-4.

50. Arlet, V. Is there a need for anterior release for 70-90 degrees masculine thoracic curves in adolescent scoliosis? / V. Arlet, L Jiang, J. Ouellet // 2004. – Vol.13. – №8. – P. 740-745. doi: 10.1007/s00586-004-0729-x

51. Baker, C. Adolescent idiopathic scoliosis: interdisciplinary creative art practice and nature connections / C. Baker, N. Morris, A. Tsirikos, [et al.] // Medical Humanities. – 2024. – Vol.50. – №1. – P. 41–51.

52. Baldwin, K.D. Does intraoperative CT navigation increase the accuracy of pedicle screw placement in pediatric spinal deformity surgery? A systematic review and meta-analysis / K.D. Baldwin, M. Kadiyala, D. Talwar [et al.] // Spine Deform. – 2022. – Vol.10. – №1. – P. 19-29. doi: 10.1007/s43390-021-00385-5.

53. Baloch, S.R. Hashmi IA, Rafi MS, Ata-Ur-Rahman S, Riaz D, Barri RM, Abid E. Posterior-Only Approach for the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis Using Pedicle Screw Fixation: Our Experience / S.R. Baloch, I.A. Hashmi, M.S. Rafi [et al.] // Cureus. – 2025. – Vol.17. – №10. – P. 39-44. doi: 10.7759/cureus.94514.

54. Berlin, C. Influence of posterior instrumented correction with pedicle screw dual rod systems on thoracic kyphosis in Lenke 1 and 2 curves: minimum 2 years follow-up / C. Berlin, M. Quant, H. Halm // Eur Spine J. – 2023. – Vol.32. – №4. – P. 1187-1195. doi: 10.1007/s00586-023-07617-4.

55. Berlin, C. Erhöhtes Risiko der thorakalen Hypokyphose nach dorsaler Korrekturspondylodese bei adoleszenten idiopathischen Skoliosen mit thorakaler

Doppelkrümmung [Increased risk of thoracic hypokyphosis after posterior spinal correction and fusion in adolescent idiopathic scoliosis with thoracic double curve] / C. Berlin, M. Quant, H. Halm // Orthopadie (Heidelb). – 2023. – Vol.52. – №3. – P. 233-242. doi: 10.1007/s00132-022-04339-1.

56. Bodendorfer, B.M. Restoration of thoracic kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis over a twenty-year period: are we getting better? / B.M. Bodendorfer, S.A. Shah, T.P. Bastrom [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2020. – Vol.45. – № 23. – P. 1625-1633.

57. Bowden, D. Systematic review and meta-analysis for the impact of rod materials and sizes in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis / D. Bowden, A. Michiell, M. Merrill [et al.] // Spine Deform. – 2022. – Vol.10. – №6. – P. 1245-1263. doi: 10.1007/s43390-022-00537-1.

58. Brigato, P. Enhanced recovery after surgery for adolescent idiopathic scoliosis: a revised systematic review and meta-analysis / P. Brigato, S. De Salvatore, L. Oggiano [et al.] // Spine Deform. – 2025. – Vol.13. – №3. – P. 647-665. doi: 10.1007/s43390-025-01040-z.

59. Chandirasegaran, S., Goparaju Praveen, V. N. R., Chiu, C. K., Chan, C. Y. W., Hasan, M. S., & Kwan, M. K. (2025). Perioperative outcomes of severe adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients with Cobb angle ≥ 100°: Feasibility of single-staged posterior spinal fusion with radical facetectomies. Brain & spine, 5, 104378. https://doi.org/10.1016/j.bas.2025.104378

60. Chelpachenko, O.B. The Use of Thoracoscopic Release in the Surgical Correction of Thoracic Scoliosis in Children / O.B. Chelpachenko, A.A. Gusev, I.P. Pimbursky // J Pediatr Surg. – 2025. – Vol.60. – №2. – P. 161913. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2024.161913. Epub 2024 Sep 17. PMID: 39370384.

61. Chen, C. Automating Cobb Angle Measurement for Adolescent Idiopathic Scoliosis using Instance Segmentation / C. Chen, K. Namdar, Y. Wu [et al.] // Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. – 2024. – P. 1-5. doi: 10.1109/EMBC53108.2024.10782915.

62. Chen, Z. Comparison of combined anterior-posterior approach versus

posterior-only approach in treating adolescent idiopathic scoliosis: a meta-analysis / Z. Chen, L. Rong // Eur Spine J. – 2016. – Vol.25. – №2. – P. 363-71. doi: 10.1007/s00586-015-3968-0.

63. De Salvatore, S. Correction of adolescent idiopathic scoliosis using the convex rod de-rotation maneuver: a systematic review / S. De Salvatore, E. Asunis, Oggiano L, [et al.] // Eur J Orthop Surg Traumatol. – 2025. – Vol.35. – №1. – P. 319. doi:10.1007/s00590-025-04447-6

64. De Salvatore, S. One-stage posterior-only correction in severe and rigid scoliosis exceeding 90°: radiographic and surgical outcomes / S. De Salvatore, L. Oggiano, P. Brigato [et al.] // Eur J Orthop Surg Traumatol. – 2025. – Vol.35. – №1. – P. 65. doi: 10.1007/s00590-025-04187-7.

65. Deng, Z. Novel Multiple Screw Distraction Reducer System in the Treatment of Scoliosis with a Severe Rib Hump / Z. Deng, L. Wang, L. Liu // Orthop Surg. – 2024. – Vol.16. – №1. P. 47-56. doi:10.1111/os.13943.

66. Egea-Gamez, R.M. How do I plan adolescent idiopathic scoliosis surgery? Systematization of a preoperative planning method / R.M. Egea-Gámez, M. Galán-Olleros, A. González-Menocal, [et al.] // Revista Espanola de Cirugia Ortopedica y Traumatologia. – 2024. – Vol.68. – №1. – P. 73–85.

67. Essex, R. Adolescent idiopathic scoliosis: treatment outcomes, quality of life and implications for practice / R. Essex, L. Dibley // Nursing Children and Young People. – 2025. – Vol.37. – №1. – P. 30-35.

68. Fabijan, A. Assessing the Accuracy of Artificial Intelligence Models in Scoliosis Classification and Suggested Therapeutic Approaches / A. Fabijan, A. Zawadzka-Fabijan, R. Fabijan [et al.] // J Clin Med. – 2024. – Vol.13. – №14. – P. 4013. doi: 10.3390/jcm13144013.

69. Faldini, C. Ponte Osteotomies in the Surgical Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis of Comparative Studies / C. Faldini, G. Viroli, M. Traversari, [et al.] // Children (Basel). – 2024. – Vol.11. – №1. – P. 92. doi: 10.3390/children11010092.

70. Feng, J. Clinical and radiological outcomes of the multilevel Ponte

osteotomy with posterior selective segmental pedicle screw constructs to treat adolescent thoracic idiopathic scoliosis / J. Feng, J. Zhou, M. Huang [et al.] // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. – 2018. – Vol.13. – №1. – P. 305.

71. Floccari, L.V. Ponte osteotomies in a matched series of large AIS curves increase surgical risk without improving outcomes / L.V. Floccari, K. Poppino, D.A. Greenhill, D.J. Sucato // Spine Deformity. – 2021. – Vol. 9. – № 5. – P. 1411–1418.

72. Foley, D. Emerging Technologies within Spine Surgery / D. Foley, P. Hardacker, M. McCarthy, // Life (Basel). – 2023. –Vol.13. – №10. – P. 20-28. doi: 10.3390/life13102028.

73. Foltz, M.H. Morphological alterations of lumbar intervertebral discs in patients with adolescent idiopathic scoliosis / M.H. Foltz, C.P. Johnson, W.Truong [et al.] // The Spine Journal. – 2024. – Vol. 24. – № 1. – P. 172-184.

74. Gatam, L. A posterior-only approach for treatment of severe adolescent idiopathic scoliosis with pedicle screw fixation: A case series / L. Gatam, A.P.W.Y. Luthfi, Fachrisal // Int J Surg Case Rep. – 2020. – №77. – P. 39-44. doi: 10.1016/j.ijscr.2020.10.072.

75. Grabala, P. Surgical Treatment Strategies for Severe and Neglected Spinal Deformities in Children and Adolescents without the Use of Radical Three-Column Osteotomies. *J Clin Med*. 2024;13(16):4824. Published 2024 Aug 15. doi:10.3390/jcm13164824

76. Grabala, P. The efficacy of a posterior approach to surgical correction for neglected idiopathic scoliosis: A comparative analysis according to health-related quality of life, pulmonary function, back pain and sexual function / P. Grabala, I.J. Helenius, J.M. Buchowski, S.A. Shah // Children (Basel, Switzerland). – 2023. – Vol. 10. – № 2. – P. 299.

77. Grabala, P. The Influence of Increased Pedicle Screw Diameter and Thicker Rods on Surgical Results in Adolescents Undergoing Posterior Spinal Fusion for Idiopathic Scoliosis / P. Grabala, P. Kowalski, M. Grabala // J Clin Med. – 2024. – Vol.13. – №8. – P. 2174. doi: 10.3390/jcm13082174.

78. Halanski, M.A. Do multilevel Ponte osteotomies in thoracic idiopathic scoliosis surgery improve curve correction and restore thoracic kyphosis? / M.A. Halanski, J.A. Cassidy // J Spinal Disord Tech. – 2013. – Vol.26. – №5. – P. 252-255. doi: 10.1097/BSD.0b013e318241e3cf.

79. Harfouch, E.B. The effect of Ponte osteotomies on the sagittal shape of rods and spine derotation in adolescent idiopathic scoliosis: a single-center, retrospective cohort study / E.B. Harfouch, R.F. Bunyan, M. Al Faraidy [et al.] // World Neurosurg. X. – 2022. – Vol. 15. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35620483/.

80. Hui, V.Y.T. Lateral view fulcrum bending radiographs predict postoperative hypokyphosis after selective thoracic fusion in adolescent idiopathic scoliosis / V.Y.T Hui, J.P.Y Cheung, P.W.H Cheung // Asian Spine J. – 2025. – Vol.19. – №1. – P. 102-111. doi: 10.31616/asj.2024.0491.

81. Ilharreborde, B. Sagittal balance and idiopathic scoliosis: does final sagittal alignment influence outcomes, degeneration rate or failure rate? / B. Ilharreborde // Eur Spine J. – 2018. – №27. – P. 48-58. doi: 10.1007/s00586-018-5472-9.

82. Jeandel, C. Thoracoscopic Anterior Vertebral Body Tethering in Lenke Type-1 Right Adolescent Idiopathic Scoliosis / C. Jeandel, N. Bremond, M. Christine de Maximin [et al.] // JBJS Essent Surg Tech. – 2023. – Vol.13. – № 3. doi:10.2106/JBJS.ST.22.00027.

83. Jiang, X. Advances in genetic factors of adolescent idiopathic scoliosis: a bibliometric analysis / X. Jiang, F. Liu, M. Zhang [et al.] // Frontiers in Pediatrics. – 2024. – Vol.11. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38322243/ DOI 10.3389/fped.2023.1301137.

84. Jinnah, A.H. Adolescent idiopathic scoliosis: advances in diagnosis and management / A.H. Jinnah, K.A. Lynch, T.R. Wood [etal.] // Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. – 2025. – Vol.18. – №2. – P. 54-60.

85. Kandwal, P. Staged anterior release and posterior instrumentation in correction of severe rigid scoliosis (Cobb Angle >100 Degrees) / P. Kandwal, A.

Goswami, G. Vijayaraghavan [et al.] // Spine Deformity. – 2016. – Vol. 4. – № 4. – P. 296–303.

86. Korkmaz, M.D. Adaptation and validation of the Turkish version of the quality of life profile for spinal deformities in idiopathic scoliosis / M.D. Korkmaz, M. Korkmaz, Y.F. Altın [etal.] // Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica. – 2024. – Vol.58. – №3. – P. 182-186.

87. Kim, H. Current issues in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a comprehensive narrative review / H. Kim, B.S. Chang, S.Y. Chang // Asian Spine J. – 2024. – Vol.18. – №5. – P. 731-742. doi: 10.31616/asj.2024.0367.

88. Kim, H.S. Validation of the visual body image classification in adolescent idiopathic scoliosis: a retrospective study / H.S. Kim, J.Y. Jeong, Y.J. Cho, T[et al.] // Asian Spine Journal. – 2024. – Vol. 18. – № 6. – P. 829–835.

89. Koucheki R, Comparison of interventions and outcomes of enhanced recovery after surgery: a systematic review and meta-analysis of 2456 adolescent idiopathic scoliosis cases / R. Koucheki, M. Koyle, G.M. Ibrahim // Eur Spine J. – 2021. – Vol.30. – №12. – P. 3457-3472. doi: 10.1007/s00586-021-06984-0.

90. Kumar, V. Pulmonary function after thoracoplasty for adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis / V. Kumar, A.J. Vatkar, V. Baburaj [et al.] // Eur Spine J. – 2022. – Vol.31. – №11. – P. 2972-2986. doi:10.1007/s00586-022-07375-9.

91. Kwan, M.K. Accuracy and Safety of Pedicle Screw Placement in Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients: A Review of 2020 Screws Using Computed Tomography Assessment / M.K. Kwan, C.K Chiu, S.M.A. Gani [et al.]// Spine (Phila Pa 1976). – 2017. – Vol.42. – №5. – P. 326-335. doi: 10.1097/BRS.0000000000001738.

92. Lee, C.S. Is the Combination of Convex Compression for the Proximal Thoracic Curve and Concave Distraction for the Main Thoracic Curve Using Separate-rod Derotation Effective for Correcting Shoulder Balance and Thoracic Kyphosis? / C.S. Lee, S. Park, D.H. Lee, [et al.] // Clin Orthop Relat Res. – 2021. – Vol.479. – №6. – C. 1347-1356.

doi:10.1097/CORR.0000000000001643.

93. Lee, C.S. Risk Factors and Exit Strategy of Intraoperative Neurophysiological Monitoring Alert During Deformity Correction for Adolescent Idiopathic Scoliosis / C.S. Lee, C.J. Hwang, D.H. Lee [et al.] // Global Spine J. 2024. – №7. – P. 2012-2021. doi: 10.1177/21925682231164344.

94. Lenke, L.G. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis / L.G. Lenke, R.R. Betz, J. Harms [etal.] // The Journal of Bone and Joint Surgery. – 2001. – Vol.83. – №8. – P. 1169-1181.

95. Lenke, L.G. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine / L.G. Lenke // Spine. – 2003. – Vol.28. – № 20. – P. 199–207.

96. Li, J. «Am I different?» Coping and mental health among teenagers with adolescent idiopathic scoliosis: A qualitative study / J. Li, E.A. Chan, M. Li [et al.] // Journal of pediatric nursing. – 2024. – Vol.75. – P. 135–141.

97. Li, M. Prevalence of scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis / M. Li, Q. Nie, J. Liu [et al.] // Front Pediatr. – 2024. – №12. doi: 10.3389/fped.2024.1399049.

98. Li, X. Adolescent idiopathic scoliosis: a cross-sectional study / X. Li, X. Chen, Z. Wang [etal.] // Alternative therapies in health and medicine. – 2024. – Vol.30. – № 6. – P. 166–169.

99. Librianto, D. Preoperative skull tongs-femoral traction versus cotrel longitudinal traction for rigid and severe scoliosis: Cohort study / D. Librianto, R. Saputra, Y.P. Djaja[etal.]// Ann Med Surg (Lond). – 2021.– №63. – P. 102-177. doi: 10.1016/j.amsu.2021.02.023.

100. Liljenqvist, U. Dorsale Korrekturspondylodese der idiopathischen Adoleszentenskoliose [Posterior instrumented correction and fusion of adolescent idiopathic scoliosis] / U. Liljenqvist, V. Bullmann // Oper Orthop Traumatol. – 2024. – Vol.36. – №1. – P. 21-32. doi:10.1007/s00064-023-00825-7.

101. Liu, H. Main thoracic curve adolescent idiopathic scoliosis: association of higher rod stiffness and concave-side pedicle screw density with

improvement in sagittal thoracic kyphosis restoration / H. Liu, Z. Li, S. Li [etal.]// J Neurosurg Spine. – 2015. –№3. – P. 259-266. doi: 10.3171/2014.10.SPINE1496.

102. Lott, C. How Does Anterior Vertebral Body Tethering Compare to Posterior Spinal Fusion for Thoracic Idiopathic Scoliosis? A Nonrandomized Clinical Trial / C. Lott, A. Capraro, C. Qiu, // Clin Orthop Relat Res. – 2025. – Vol.483. – №12. – P. 2366-2376. doi: 10.1097/CORR.0000000000003575.

103. Louer CR Jr, Pennings JS, Petcharaporn M, et al. Anterior release is not needed to restore kyphosis in moderate AIS with hypokyphosis. Spine Deform. 2025;13(5):1465-1475. doi:10.1007/s43390-025-01119-7

104. Mallinos, A. Increased differential rod contouring reduces the effectiveness of surgical correction in patients with adolescent idiopathic scoliosis / A. Mallinos, C. Pillot, X. Wang [etal.]//Spine Deform. – 2025. – Vol.13. – №6. – P. 1733-1746. doi:10.1007/s43390-025-01151-7

105. Marya, S. Adolescent idiopathic scoliosis : a review of aetiological theories of a multifactorial disease / S. Marya, A.D. Tambe, P.A. Millner[etal.]// Bone Joint J. – 2022. – Vol.104-B. – №8. – P. 915-921. doi: 10.1302/0301-620X.104B8.BJJ-2021-1638.R1.

106. Marya S, Correction of Thoracic Hypokyphosis in Adolescent Scoliosis Using Patient-Specific Rod Templating / S. Marya, M. Elmalky, A. Schroeder [etal.]// Healthcare (Basel). – 2023. – Vol.11. – №7. – P. 980. doi: 10.3390/healthcare11070980.

107. Mistovich, R.J. Surgical Level Selection in Adolescent Idiopathic Scoliosis: An Evidence-Based Approach / R.J. Mistovich, L.A. Blumenschein, M.P. Glotzbecker // Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. – 2023. – Vol.31. – № 8. – P. 373–381.

108. Mirzashahi, B. Outcome of Posterior-Only Approach for Severe Rigid Scoliosis: A Retrospective Report / B. Mirzashahi, M. Moosavi, M. Rostami // Int J Spine Surg. – 2020. – Vol.14. – №2. – P. 232-238. doi: 10.14444/7032.

109. Muthu, S. Ramasubramanian S, Jeyaraman M, Framework for Adoption of Enabling Technologies for Improved Outcomes in Spine Surgery /

S.Muthu, S. Ramasubramanian, M Jeyaraman [et al.] // Global Spine J. – 2025. – Vol.15. – №6. – P. 2977-2985. doi: 10.1177/21925682251323277.

110. Newton, P.O. The 3D Sagittal Profile of Thoracic Versus Lumbar Major Curves in Adolescent Idiopathic Scoliosis / P.O. Newton, E.J. Osborn, T.P. Bastrom // Spine Deform. 2019. – Vol.7. – №1. – P. 60-65. doi: 10.1016/j.jspd.2018.05.003.

111. Okubo, T. Influence of thoracolumbar kyphosis on postoperative spinal alignment in patients with Lenke type 5C adolescent idiopathic scoliosis / T. Okubo, S. Suzuki, M. Ozaki [et al.] // Spine Deformity. – 2024. – Vol.12. – №2. – P. 411-422.

112. Park, S.J. Analysis of the Change Patterns of Sagittal Alignment Values After Selective Thoracic Fusion in Lenke 1 Adolescent Idiopathic Scoliosis According to Preoperative Thoracic Kyphosis Status / S.J. Park, C.S. Lee, K.J. Lee [et al.] // Clin Spine Surg. – 2020. – Vol.33. – №7 – P. 352-358. doi: 10.1097/BSD.0000000000000977.

113. Pasha, S. Sagittal Spinopelvic Alignment After Posterior Spinal Fusion in Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review and Meta-analysis / S. Pasha, B. Ilharreborde, K. Baldwin // Spine (Phila Pa 1976). – 2019. – Vol.44. – №1. – P. 41-52. doi: 10.1097/BRS.0000000000002736.

114. Pellegrino, L.N. Prospective evaluation of quality of life in adolescent idiopathic scoliosis before and after surgery / L.N. Pellegrino, O. Avanzi // Journal of Spinal Disorders & Techniques. – 2014. – Vol. 27. – № 8. – P. 409-414.

115. Pesenti, S. Comparison of four correction techniques for posterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis / S. Pesenti, J.L. Clément, B. Ilharreborde // Eur Spine J. – 2022. – Vol.31. – №4. – P. 1028-1035. doi: 10.1007/s00586-022-07145-7.

116. Pisal, T. Severe Rigid Scoliosis Deformity Correction Using Extended Posterior Release and Instrumentation: A Retrospective Study / T. Pisal, S. Gurnani, K. Kuity // J Orthop Case Rep. – 2024. – Vol.14. – №9. – P. 208-214. doi: 10.13107/jocr.2024.v14.i09.4782.

117. Pizones, J. Current biomechanical theories on the etiopathogenesis of idiopathic scoliosis / J. Pizones, D.G. Chang, S.I. Suk [et al.] // Spine Deformity. – 2024. – Vol.12. – № 2. – P. 247-255.

118. Pizones, J. Ponte osteotomies to treat major thoracic adolescent idiopathic scoliosis curves allow more effective corrective maneuvers / J. Pizones, F. Sánchez-Mariscal, L. Zúñiga // Eur Spine J. – 2015. – Vol.24. – №7. – P. 1540-1546. doi: 10.1007/s00586-014-3749-1.

119. Ponte, A. The true Ponte osteotomy: by the one who developed it / A. Ponte, G. Orlando, G.L. Siccardi // Spine Deformity. – 2018. – Vol. 6. – № 1. – P. 2–11.

120. Popescu, M.B. Impact of Preoperative Halo Traction on Cobb Angle Reduction in Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Retrospective Analysis / M.B. Popescu, H. Marie, A. Ulici [et al.] // Children (Basel). – 2025. – Vol.12. – №8. – P. 1045. doi: 10.3390/children12081045.

121. Prost, M. Impact of different operative techniques for patients with adolescent idiopathic scoliosis on frontal curve correction and sagittal balance / M. Prost, P. Denz, J. Windolf [et al.] // International Journal of Spine Surgery. – 2024. – Vol.18. – №3. – P. 322-328.

122. Raitio, A. Vertebral Body Tethering: Indications, Surgical Technique, and a Systematic Review of Published Results / A. Raitio, J. Syvänen, I. Helenius // J Clin Med. – 2022. – Vol.11. – №9. – P. 2576. doi:10.3390/jcm11092576.

123. Rocos, B. The use of halo gravity traction in severe, stiff scoliosis / B. Rocos, L. Reda, D.E. Lebel [et al.]// Journal of Pediatric Orthopaedics. – 2021. – Vol. 41. – № 6. – P. 338–343.

124. Roser, M.J. Vertebral body tethering for idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis / M.J. Roser, G.N. Askin, R.D. Labrom [et al.] // Spine Deform. – 2023. – Vol.11. – №6. – P. 1297-1307. doi: 10.1007/s43390-023-00723-9.

125. Sako, N. Relationship between the course of postoperative pelvic axis rotation and shoulder balance in patients with Lenke types 1 and 2 adolescent

idiopathic scoliosis / N. Sako, M. Miyazaki, T. Abe [et al.] // Journal of Orthopaedics. – 2024. – Vol.63. – P. 29-34.

126. Sarkovich, S. Back pain in adolescent idiopathic scoliosis: frequency and risk factors / S. Sarkovich, C. Leonardi, M. Darlow [et al.] // Spine Deformity. – 2024. – Vol.12. – № 5. – P. 1319-1327.

127. Schlager, B. Range of surgical strategies for individual adolescent idiopathic scoliosis cases: evaluation of a multi-centre survey / B. Schlager, M. Großkinsky, M. Ruf [et al.] // Spine Deformity. – 2024. – Vol.12. – № 1. – P. 35-46.

128. Schwab, F. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification / F. Schwab, B. Blondel, E. Chay [et al.] // Neurosurgery. – 2015. – Vol. 76. – № 1. – P. 33-41.

129. Serttas, M.F. The Effect of the Thoracolumbar Junction on Spinopelvic Parameters in Lenke 1 Adolescent Idiopathic Scoliosis with Selective Fusion / M.F. Serttas, A. Kochai, F. Saglam [et al.] // Clin Orthop Surg. – 2025. – Vol.17 – № 3. – P. 427-437. doi: 10.4055/cios24273.

130. Simon, L. Does the addition of convex uniplanar screws in hybrid constructs improve 3D surgical correction in thoracic adolescent idiopathic scoliosis posterior fusion? / L. Simon, M. Finoco, F. Julien-Marsollier [et al.] // J Child Orthop. – 2024. – Vol.18. – №2. – P. 124-133. doi:10.1177/18632521231220388.

131. Shaw, K.A. Vertebral body tethering for Lenke 1A curves: the lumbar modifier predicts less optimal outcomes / K.A. Shaw, F. Miyanji, T. Bryan [et al.] // Spine Deformity. – 2024. – Vol. 12. – № 3. – P. 663–670.

132. Shi, J. The effectiveness of pre-contoured titanium alloy rods in inducing thoracic kyphosis after sequential spinal releases in an *in vitro* biomechanical model / J. Shi, N.R. Ordway, M.H. Sun [et al.] // Front Surg. 2023. – №10. – P. 1064037. doi: 10.3389/fsurg.2023.1064037.

133. 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 [et al.] // J Spinal Disord Tech. – 2015. – Vol.28. – №8. – P. 454-459. doi: 10.1097/BSD.0b013e3182a2658a.

134. Solla, F. Patient-specific surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review / F. Solla, B. Ilharreborde, J.L. Clément [et al.] // Children (Basel, Switzerland). – 2024. – Vol.11. – № 1. – P. 106.

135. Su, P. Use of computed tomographic reconstruction to establish the ideal entry point for pedicle screws in idiopathic scoliosis / P. Su, W. Zhang, Y. Peng [et al.] // Eur Spine J. – 2012. – № 1. – P. 23-30. doi: 10.1007/s00586-011-1962-8.

136. Sudo, H. Correlation analysis between change in thoracic kyphosis and multilevel facetectomy and screw density in main thoracic adolescent idiopathic scoliosis surgery / H. Sudo, Y. Abe, T. Kokabu [et al.] // Spine J. – 2016. – Vol.16. – №9. – P. 1049-1054. doi: 10.1016/j.spinee.2016.04.014.

137. Sudo, H. Impact of multilevel facetectomy and rod curvature on anatomical spinal reconstruction in thoracic adolescent idiopathic scoliosis / H. Sudo, Y. Abe, T. Kokabu [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2018. – Vol.43. – №19. – P. 1135–1142.

138. Traversari, M. Surgical treatment of severe adolescent idiopathic scoliosis through one-stage posterior-only approach: A systematic review and meta-analysis / M. Traversari, A. Ruffilli, F. Barile [et al.] // Journal of Craniovertebral Junction and Spine. – 2022. – Vol. 13. – № 4. – P. 390-400.

139. Trobisch, P.D. Dynamic Scoliosis Correction as Alternative Treatment for Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis: a Non-Fusion Surgical Technique / P.D. Trobisch, P. Kobbe, A. Baroncini // Z Orthop Unfall. – 2020. – Vol.158. – №6. – P. 641-646. doi: 10.1055/a-0983-1265.

140. Turner, H. What Are the Effects of Posterior Corrective Surgery, With or Without Thoracoplasty, on Pulmonary Function in Adolescent Idiopathic Scoliosis? A Systematic Review and Meta-analysis / H. Turner, R. McManus, P. Kiely // Global Spine J. – 2023. – №3. – P. 910-924. doi:

10.1177/21925682221133750.

141. Uribe, J.S. The comprehensive anatomical spinal osteotomy and anterior column realignment classification / J.S. Uribe, F. Schwab, G.M. Mundis [et al.] // Journal of Neurosurgery: Spine. – 2018. – Vol. 29. – № 5. – P. 565–575.

142. Van Halm-Lutterodt, N.I. Comparison of Overall Complication Rates in VCR-Based vs Non-VCR-Based Corrective Techniques in Severe Rigid Kyphoscoliosis Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis / N.I. Van Halm-Lutterodt, N.N. Al-Saidi, K. Mandalia K [et al.] // Global Spine J. – 2023. – Vol.13. – №6. – P. 1646-1657. doi: 10.1177/21925682221146502.

143. Varni, J.W. PedsQL 4.0: reliability and validity of the pediatric quality of life inventory version 4.0 generic core scales in healthy and patient populations / J.W. Varni, M. Seid, P.S. Kurtin // Medical care. – 2001. – Vol. 39. – № 8. – P. 800-812.

144. Verde, S.R.L. Comparative Analysis Between Isolated Posterior and Anteroposterior Approaches for Severe Scoliosis Treatment / S.R.L. Verde, E.C. Lima-Verde, C.P.P. Dias Junior [et al.] // Rev Bras Ortop (Sao Paulo). – 2023. – Vol.58. – №5. – P. 712-718. doi: 10.1055/s-0043-1768622.

145. Wan, S.H. Patient and surgical predictors of 3D correction in posterior spinal fusion: a systematic review / S.H. Wan, D.L. Wong, S.C. To [et al.]// Eur Spine J. – 2023. – Vol.32. – №6. – P. 1927-1946. doi: 10.1007/s00586-023-07708-2.

146. Wang, F. Do hypokyphotic adolescent idiopathic scoliosis patients treated with Ponte osteotomy obtain a better clinical efficacy? A preliminary retrospective study / F. Wang, K. Chen, T. Ji [et al.]// J Orthop Surg Res. – 2022. – Vol.17. – №1. – P. 491. doi: 10.1186/s13018-022-03390-0.

147. Wang, C. Biomechanical comparison of Ponte osteotomy and discectomy / C. Wang, K. Bell, M. McClincy [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2015. – Vol.40. – № 3. – P. 141–145.

148. Watanabe, K. Efficacy of perioperative halo-gravity traction for treatment of severe scoliosis (≥100°) / K. Watanabe, L.G. Lenke, K.H. Bridwell [et

al.] // J Orthop Sci. – 2010. – Vol.15. – №6. – P. 720-730. doi: 10.1007/s00776-010-1523-8.

149. Wei, W. 2D and 3D Classification Systems for Adolescent Idiopathic Scoliosis: Clinical Implications and Technological Advances / W. Wei, L. Cheng, Y. Dong [et al.] // Orthop Surg. 2025. – Vol.17. – №4. – P. 999-1020. doi: 10.1111/os.14362.

150. Wilke, H.J. Range of international surgical strategies for adolescent idiopathic scoliosis: Evaluation of a multi-center survey / H.J. Wilke, M. Großkinsky, M. Ruf, B. Schlager // JOR Spine. – 2024. – Vol. 7. – № 2. –URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38633662/vey.

151. Yeh, Y.C. The correlations between the anchor density and the curve correction of adolescent idiopathic scoliosis surgery / Y.C. Yeh, C.C. Niu, L.H. Chen // BMC Musculoskelet Disord. – 2019. – Vol.20. – №1. P. 497. doi: 10.1186/s12891-019-2844-1.

152. Yeung, K.H. Global sagittal alignment after surgery of right thoracic idiopathic scoliosis in adolescents and adults with and without thoracic hypokyphosis / K.H. Yeung, G.C.W. Man, W. Skalli [et al.] // Sci Rep. – 2021. – Vol.11. – №1. –P. 62-94. doi: 10.1038/s41598-021-85782-6.

153. Young, E. At Mean 30-Year Follow-Up, Cervical Spine Disease Is Common and Associated with Thoracic Hypokyphosis after Pediatric Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis / C. Young, E. Regan, B.L. Currier [et al.] // J Clin Med. – 2022. – Vol.11. – № 20. –P. 60-64. doi: 10.3390/jcm11206064.

154. Yuan, H. Modified Thoracoplasty for Rib Hump Deformity in Scoliosis Patients: A Case-Control Study / H. Yuan, M. Wang, F Lei [et al.] // World Neurosurg. – 2024. – Vol.191. – P. 62-71. doi: 10.1016/j.wneu.2024.08.040.

155. Zhang, H. Artificial Intelligence in Scoliosis: Current Applications and Future Directions / H. Zhang, C. Huang, D. Wang [et al.] // J Clin Med.– 2023. – Vol.12. – №23. – P. 73-82. doi: 10.3390/jcm12237382.

156. Zhou, C. Anterior and posterior vertebral column resection for severe

and rigid idiopathic scoliosis / C. Zhou, L. Liu, Y. Song [et al.] // Eur Spine J. – 2011. – Vol.20. – №10. – P. 1728-1734. doi: 10.1007/s00586-011-1861-z.

157. Zhu, W. Postoperative changes in sagittal spinopelvic alignment in sitting position in adolescents with idiopathic thoracic scoliosis treated with posterior fusion: an initial analysis / W. Zhu, Z. Liu, S. Sha [et al.] // J Neurosurg Pediatr. – 2018. – Vol.22. – №1. P. 74-80. doi: 10.3171/2018.2.PEDS17687.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 АЛГОРИТМ ВЫБОРА ТАКТИКИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ МОБИЛИЗАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА.

