ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

ЧЕЛПАЧЕНКО ОЛЕГ БОРИСОВИЧ

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ДЕФОРМАЦИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА И НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ

**14.01.19 - Детская хирургия**

**14.01.08 - Педиатрия**

**Диссертация**
**на соискание ученой степени**
**доктора медицинских наук**

**Научные консультанты:**

**д.м.н. Жердев К.В.**

**д.м.н., профессор Фисенко А.П.**

МОСКВА – 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

**Список сокращений**……**6 стр.**

**Введение……7 стр.**

**Глава 1. Обзор литературы…….……18 стр.**

1.1. Понятие о концепции баланса туловища ….....……**18 стр.**

1.2. Современные представления о коррекции фронтального баланса туловища ……...……..**25 стр.**

1.3. Современные представления о коррекции сагиттального позвоночно-тазового баланса.. …….……....**30 стр.**

1.4. Современное состояние вопроса о тактике «ранних» деформаций позвоночника. ……..……..…**36 стр.**

1.5. Современные представления о коррекции сколиотической деформации грудного и поясничного отделов позвоночника в горизонтальной (аксиальной) плоскости……..**41 стр.**

1.6. Влияние нестабильности тазобедренного сустава на баланс туловища.……...…….….**43 стр.**

1.7. Современные представления о сколиотической болезни…….....**46 стр.**

**Глава 2. Материалы и методы исследования……...…...52 стр.**

2.1. Общая характеристика пациентов, дизайн исследования…..…..**52 стр.**

2.2. Методы исследования.. …..**58 стр.**

2.2.1. Клиническое обследование пациентов с деформациями позвоночника…….....**58 стр.**

2.2.2. Клиническое обследование пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов.....**61 стр.**

2.3. Рентгенологическое обследование пациентов с деформациями позвоночника и тазобедренных суставов ……....**65 стр.**

2.3.1. Особенности рентгенологического обследования пациентов с деформациями позвоночника…….....**66 стр.**

2.3.2. Особенности рентгенологического обследования пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов…….....**73 стр.**

2.3.3. Рентгенологический анализ показателей фронтального и сагиттального баланса туловища пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов…….....**77 стр.**

2.4. Оперативное лечение пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов. ……..…….……..**81 стр.**

2.4.1. Особенности хирургической коррекции баланса туловища у пациентов с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника……..…….……..**81 стр.**

2.4.2. Особенности хирургической коррекции баланса туловища у пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов……....**103 стр.**

2.5. Оценка качества жизни пациентов ……...……..……**115 стр.**

2.6. Статистические методы исследования ……...……...**117 стр.**

**Глава 3. Клинические аспекты гемодинамических и вентиляционных нарушений у пациентов с деформациями позвоночника ……....…….…...……118 стр.**

3.1. Клинические аспекты гемодинамических нарушений у пациентов с деформациями позвоночника ……..……....**118 стр.**

3.1.1. Характеристика собственного клинического материала и методы исследования нарушений гемодинамики у детей и подростков с деформациями позвоночника……...……..……..…**117 стр.**

3.1.2. Анализ результатов исследования гемодинамических нарушений у пациентов с деформациями позвоночника. …….. **120 стр.**

3.2. Клинические проявления нарушений вентилляционной функции легких у детей с тяжелыми нейрогенными и диспластическими деформациями позвоночника …….…….….**129 стр.**

3.2.1. Характеристика собственного клинического материала и методы исследования нарушений гемодинамики у детей и подростков с деформациями позвоночника…….……...**129 стр.**

3.2.2. Анализ результатов исследования нарушения функции внешнего дыхания у пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника..**132стр.**

**Глава 4. Клинико-рентгенологическая оценка баланса туловища у детей с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава ……..……...148 стр.**

4.1. Клиническая характеристика пациентов исследуемых групп. ……..…**148 стр.**

4.1.1. Анализ структуры жалоб пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов…….…**148 стр.**

4.1.2. Анализ ортопедического статуса пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов…….…**155 стр.**

4.2. Рентгенологический анализ состояния баланса туловища у пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов…….....**158 стр.**

4.3. Клинические примеры нарушения баланса туловища. ……..…....**169 стр.**

**Глава 5. Хирургическая коррекция баланса туловища у детей с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава.……..……...…...180 стр.**

5.1. Клиническая эффективность хирургической коррекции дисбаланса туловища у пациентов исследуемых групп. ……..……**180 стр.**

5.1.1. Анализ структуры жалоб пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов……..……**180 стр.**

5.1.2. Анализ динамики ортопедического статуса пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов……..……**186 стр.**

5.2. Рентгенологический анализ состояния баланса туловища у пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов.……..……..…**194 стр.**

5.3 Оценка клинической эффективности коррекции баланса туловища пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии с применением анкетирования.……..……**217 стр.**

5.4 Демонстрация собственных клинических наблюдений. …..……**226 стр**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….....237 стр.**

**ВЫВОДЫ……...……262 стр.**

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ…...……265 стр.**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……..267 стр.**

# Список сокращений

АИ - ацетабулярный индеекс
АТ -антеторсия
АУ – ацетабулярный угол
ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли
ДСТ - дисплазия соединительной ткани
ДЦП – детский церебральный паралич
КОБ - корригирующая остеотомия бедренной кости
КТ – компьютерная томография
МОС - мгновенная объемная скорость после выдоха
МРТ - магнитно-резонансной томографии
НК – недостаточность крвообращения
НМИЦ - Национальный медицинский исследовательский центр
НТБС - нестабильность тазобедренного сустава
ОФВ1 - объем форсированного выдоха за первую секунду
СДП – сколиотическая деформация позвоночника
СКП - степени костного покрытия головки бедренной кости
ПСВ – пиковая скорость выдоха
РПВ - расширение печеночных вен
ТБС – тазобедренный сустав
УВ - угол Виберга
УВС – угол вертикального соответствия
ФБ – фронтальный баланс
ФВД - функция внешнего дыхания
ФДГОП - фронтальной деформации грудного отдела позвоночника
ФДПОП - фронтальной деформации поясничного отдела позвоночника
ЦНС – центральная нервная система
ФЖЕЛ - форсированная жизненная емкость легких
ФК – функциональный класс
ШДУ – шеечно-диафизарный угол
ЭОП – электронно-оптический перобразователь
C7PL - C7- plumb line
CSVL – central sacral vertical line
DJK – distal junctional kyphosis
Gillette FAQ - Gillette Functional Assessment Questionnaire
GLL - global lumbar lordosis
GMFCS – Gross Motor Function Classification system
HVR - hemivertebra resection
PI - pelvic incidence
PJK - proximal junctional kyphosis
PSO - Pedicle subtraction osteotomy
PT - Pelvic tilt
SF-36 - «The Short Form-36»
SMAS - синдром верхней брызжеечной артерии
SPO - Smith-Petersen osteotomy
SS - sacral slope
TK - thoracic kyphosis
SEMLS - single-event multilevel orthopaedic surgery
SVA - sagittal vertical axis или вертикальная сагиттальная ось
VBD - vertebral body derotation
VCR – vertebral column resection

# ВВЕДЕНИЕ

## Актуальность проблемы

Анализ мировой литературы демонстрирует тесную корреляцию между нарушениями рентгено-анатомических параметров баланса туловища и качеством жизни пациентов, толерантностью к физическим нагрузкам, интенсивностью болевого синдрома [61]. Известно, что сагиттальный и фронтальный баланс туловища тесно связан с качеством жизни как оперированных, так и неоперированных пациентов с патологией позвоночника и тазобедренных суставов [177; 220]. Чтобы оценить тяжесть деформации позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов необходимы нормативные значения рентгеноанатомических показателей баланса туловища у здоровых детей [94].

Исследование позвоночно-тазовых взаимоотношений, важно для понимания физиологических и патофизиологических аспектов различной ортопедической патологии, предоперационного планирования и прогнозирования состояния позвоночника и тазобедренных суставов после ортопедо-хирургических вмешательств [21; 22].

На современном этапе развития ортопедии и детской хирургии, исследование деформаций позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава у детей и подростков должно основываться на ясном понимании биомеханической концепции позвоночника и таза в соответствии с трехмерным анализом во фронтальной и сагиттальной плоскостях [10]. В соответствии с концепцией баланса туловища, в положении пациента стоя линия отвеса, проведенная в сагиттальной плоскости от козелка, в норме проходит дорсальнее центра головок бедер [32]. Первое базовое положение основано на концепции краниального и тазового позвонков, согласно которой голова с ее весом и формой и таз рассматриваются как первый (краниальный) и последний (каудальный) позвонки позвоночного столба. В этой концепции «тазовый» позвонок (подвздошные кости и крестец, крестцово - подвздошные сочленения) является вставочной костью между

туловищем и нижними конечностями [12]. Он играет важную роль для сохранения положений стоя и сидя, непосредственно связанных с характерным для человека прямохождением [22]. Это соответствует экономичному положению тела, при котором мышцы, удерживающие его прямое положение, работаю с минимальными энергозатратами. В этом случае говорят, что тело человека в положении стоя находится в границах «конуса экономии». И наоборот, мышцы постоянно активизированы, когда у пациента нарушается баланс и тело находится вне «конуса экономии». У пациентов, в условиях дисбаланса туловища нарушается формирование спондилодеза после выполненных оперативных вмешательств, происходит и прогрессирование контрактур суставов нижних конечностей, это способствует формированию стойких болевых синдромов из-за постоянного напряжения мышц, быстро прогрессирующих дегенеративных изменений суставного хряща, а также, со временем неизбежен усталостный перелом или дестабилизация использованных для металлофиксации позвоночника и тазобедренных суставов имплантов любой прочности [160]. Вышеуказанные факты диктуют необходимость выполнять реконструктивные операции при деформациях позвоночника таким образом, чтобы зона спондилодеза располагалась внутри конуса экономии [148]. Нужно также, чтобы первый межпозвонковый диск ниже зоны спондилодеза мог располагаться идеально в трехмерном пространстве и как можно более симметрично менял свою форму при изменениях положения туловища [11].

Необходимо помнить, что сколиотическая деформация позвоночника - это не только проблема опорно-двигательного аппарата. В ответ на наличие тяжелой деформации позвоночника, вторичной реберной деформации грудной клетки, формируется целый симптомокомплекс с заинтересованностью внутренних органов. Это заставляет нас рассматривать сколиоз не только в качестве деформации позвоночника, а как сколиотическую болезнь организма в целом [2; 37]. Социальная значимость СБ определяется ростом числа больных, ограничением их

жизнедеятельности (около 50% больных нетрудоспособны), отмечается ранняя инвалидизация, до 12% к 28 годам [126]. Этим продиктована высокая медицинская и социальная значимость проблемы для педиатрии, детской хирургии и ортопедии. Вышеуказанные факты подтверждают актуальность продолжения научных исследований в направлении ранней диагностики сколиотической болезни и выбора оптимальных сроков оперативного лечения данной категории пациентов.

Согласно литературным данным, у детей с нестабильностью тазобедренных суставов, помимо характерных анатомо-рентгенологических изменений, изменяется положение таза в пространстве - чрезмерная антеверсия таза. Патологические изменения в тазобедренных суставах и нарушения позвоночно-тазовых соотношений приводят к изменению сагиттального профиля позвоночного столба в виде гиперлордоза, физиологических показателей грудного кифоза и нарушению глобального сагиттального баланса в отрицательную сторону. Это приводит к перегрузке позвоночно-двигательных сегментов с развитием дегенеративно-дистрофических изменений в позвоночнике в раннем возрасте [4; 5].

Множество научных исследований относительного позвоночно-тазовых взаимоотношений, выводы которых часто противоречат друг другу, не дают четкого руководства для практических врачей – детских хирургов и ортопедов. Разные подходы к данной проблеме среди детских хирургов и ортопедов вносят дополнительные сложности. Учитывая накопленный опыт оперативного лечения деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава в нейроортпоедическом отделении с ортопедией ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, данное научное исследование призвано оценить полученные результаты лечения с целью сформулировать концепцию коррекции баланса туловища у детей с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов.

**Степень разработанности темы**

Существующие консервативные методы коррекции баланса туловища при деформациях позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов эффективны только на начальных стадиях и обладают низким потенциалом коррекции. Дальнейшее нарастание фронтального и сагиттального дисбаланса туловища приводит к патологическому наклону таза, и как следствие, снижению физической активности и хроническому болевому синдрому [10]. В этой связи, поиск эффективных хирургических пособий, направленных на коррекцию баланса туловища при деформациях позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов представляет особую актуальность, так как позволяет повысить качество жизни ребенка, которая обусловливает инвалидность во всех возрастных группах пациентов [177]. Данные мировой литературы свидетельствуют о значительном количестве неудовлетворительных результатов хирургической корекции деформаций позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава у детей, которые приводят к дисбалансу туловища. Таким образом, в данной проблеме имеется целый ряд сложных вопросов, касающихся необходимости модернизации тактики и методов оперативного лечения, направленных на коррекцию глобального баланса туловища, а не только имеющейся локальной ортопедической патологии. Вышеизложенное определило цель и задачи исследования.

**Цель исследования:** оптимизировать диагностику и хирургическую помощь детям с дисбалансом туловища при деформациях позвоночника, сопровождающихся дыхательными и гемодинамическими нарушениями, а также при нестабильности тазобедренного сустава

**Задачи исследования**

1. Определить референсные значения рентгеноангулометрических параметров баланса туловища у детей без патологии позвоночника и тазобедренных суставов на основании анализа постуральных рентгенограмм.

2. Определить особенности структурных нарушений сагиттального баланса туловища при деформациях грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов.

3. Сформулировать новый критерий своевременного оказания хирургической помощи детям с гемодинамическими проявлениями сколиотической болезни на основании выявления расширения печеночных вен у детей с деформациями позвоночника по данным ультразвукового исследования.

4. Проанализировать функцию внешнего дыхания (ФВД) у детей с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и определить их взаимосвязь с рентгенологическими параметрами тяжести и мобильности деформации.

5. Разработать и внедрить способ хирургической коррекции сагиттального дисбаланса туловища у детей со сгибательными контрактурами тазобедренных суставов.

6. Разработать и внедрить в практику способ хирургической коррекции тазового компонента нестабильности тазобедренного сустава для восстановления глобального баланса туловища в условиях выраженной гипоплазии вертлужной впадины у детей.

7. Обосновать выбор тактики хирургической коррекции баланса туловища при деформациях позвоночника, а также при нестабильности тазобедренных суставов на основании выявленных рентгеноангулометрических показателей баланса туловища.

8. Оценить качество жизни детей до и после выполнения хирургической коррекции баланса туловища при деформациях позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии.

**Научная новизна исследования**

Впервые определены оптимальные значения рентгеноангулометрических параметров по данным постуральных рентгенограмм у детей в качестве основных критериев оценки состояния позвоночно-тазового баланса.

В результате комплексного рентгеноангулометрического анализа параметров баланса туловища впервые выделены ключевые показатели позвоночно-тазовых взаимоотношений и корреляция между ними у детей с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника и с нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии.

На основании выявления расширения печеночных вен у детей с деформациями позвоночника по данным ультразвукового исследования впервые определен новый маркер ранних проявлений сколиотической болезни, который свидетельствует о наличии «скрытой» сердечной недостаточности.

Впервые сопоставлена тяжесть сколиотической деформации с выраженностью нарушений функции внешнего дыхания у пациентов с диспластическими и нейрогенными сколиозами.

Впервые индекс стабильности основной дуги определен как дополнительный критерий, определяющий показание к хирургической коррекции нейрогенных деформаций позвоночника на основании сравнительной оценки взаимосвязи между мобильностью сколиотической дуги и выраженностью нарушений функции внешнего дыхания у пациентов с диспластическими и нейрогенными сколиозами

Впервые разработан и внедрен в клиническую практику способ хирургической коррекции сагиттального дисбаланса туловища у детей со

сгибательными контрактурами тазобедренных суставов не за счет хирургической коррекции нестабильности тазобедренных суставов, а путем корригирующей вертебротомии поясничного отдела позвоночника.

Впервые разработан и внедрён в клиническую практику способ коррекции нестабильности тазобедренного сустава посредством периацетабулярной тройной остеотомии таза для коррекции фронтального баланса туловища.

Впервые сформулированы принципы выбора тактики оперативного лечения детей с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов исходя из выявленных нарушений со стороны параметров баланса туловища.

Впервые проанализировано качество жизни пациентов с деформациями позовночника и нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии до и после хирургической коррекции баланса туловища.

**Практическая значимость**

На основании сравнительной оценки взаимосвязи мобильности сколиотической дуги и выраженностью нарушений функции внешнего дыхания у пациентов с диспластическими и нейрогенными сколиозами впервые индекс стабильности основной дуги определен как дополнительный критерий, определяющий показания к хирургической коррекции нейрогенных деформаций позвоночника.

Выявленная тесная взаимосвязь между выраженностью нарушений функции внешнего дыхания и индексом стабильности основной дуги у пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника может служить дополнительным аргументом в пользу хирургической тактики лечения для практикующего вертебролога.

Выявленное в качестве нового маркера ранних проявлений сколиотической болезни расширение печеночных вен по данным ультразвукового исследования у детей с деформациями позвоночника, находящихся под амбулаторным наблюдением ортопедов, детских хирургов и педиатров, позволит констатировать развитие сколиотической болезни и способствует повышению своевременности оказания хирургической помощи подобным пациентам.

Разработанный и внедренный в клиническую практику способ хирургической коррекции сагиттального дисбаланса туловища у детей со сгибательными контрактурами тазобедренных суставов (патент на изобретение RUS 2704361 от 28.10.2019г.) позволяет эффективно корригировать сагиттальный дисбаланс туловища в инкурабельных случаях сгибательных контрактур тазобедренных суставов за счет задней клиновидной вертебротомии поясничного отдела позвоночника, что обеспечило сохранение способности пациента к вертикальному передвижению.

Способ выполнения периацетабулярной тройной остеотомии таза, разработанный и внедренный в клиническую практику (патент на изобретение RUS 2556788 от 04.10.2013г.) позволил обеспечить не только восстановить взаимоотношения в тазобедренном суставе при выраженной гипоплазии вертлужной впадины у детей, но и скорригировать фронтальный и сагиттальный дисбаланс туловища.

**Внедрение результатов исследования в практику.** Основные положения диссертационной работы внедрены и используются в клинической практике 3 отделения костно-суставного туберкулеза и травматологии-ортопедии ФГБУ «Детский туберкулезный санаторий «Кирицы» Минздрава России; ГБУЗ «ДГКБ им. З.А. Башляевой ДЗМ»; включены в педагогический процесс кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГБОУ ВО «Оренбургский Государственный медицинский университет» Минздрава России и кафедры педиатрии

Института профессионального образования ФГБОУ ВО «Оренбургский Государственный медицинский университет» Минздрава России.

**Методология и методы исследования.** Научная работа выполнена в нейроортопедическом отделении с ортопедией НИИ детской хирургии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. Под наблюдением находилось 280 пациентов с 2009 по 2020гг. В исследуемые группы включено 98 пациентов с деформациями позвоночника (исследуемая группа 1: подгруппа А - 73 пациента с диспластическими сколиозами; подгруппа В - 25 пациентов с нейрогенными) и 122 пациента с нестабильностью тазобедренных суставов (исследуемая группа 2: подгруппа С - 54 пациента с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов, подгруппа D - 68 с нейрогенной), которым выполнено оперативное лечение. В референсную группу набрано 60 здоровых детей. Выполнен анализ клинических и рентгенологических параметров баланса туловища и оценка качества жизни до и после оперативного лечения. По результатам проведенного исследования предложены направления оптимизации хирургической помощи детям с указанной патологией.

Для выявления гемодинамических нарушений, выполнено клинико-эхографическое исследование 126 пациентов в возрасте 11-16 лет: 60 здоровых детей; 42 - со сколиозами в пределах I-III степеней, 24 пациента со сколиозами IV степени. Произведен анализ частототы встречаемости изученных гемодинамических нарушений.

С целью анализа функции внешнего дыхания (ФВД) у детей с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника, обследовали 91 пациента с грудными сколиозами: 61 пациент - с диспластическими сколиозомами и 30 пациентов - с нервно-мышечными деформациями. Референсную группу составили 30 здоровых лиц. Установлена корреляция между ФВД и рентгенологическими параметрами.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Наличие фронтального дисбаланса туловища у детей с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов приводит к снижению качества жизни.

2. Расширение вен печени является дополнительным критерием, позволяющим своевременно диагностировать гемодинамические нарушения в симптомокомплексе сколиотической болезни и является аргументом в пользу выполнения хирургической коррекции деформации позвоночника.

3. Мобильность деформации у детей с нейрогенными сколиозами, наряду со степенью тяжести основной дуги является дополнительным показанием к оперативному лечению данной категории больных.

4. Хирургическая коррекция нестабильности тазобедренных суставов способствует нормализации параметров баланса туловища и восстановлению непрерывности биомеханической системы «таз-позвоночник», что определяет первостепенность хирургической стабилизации тазобедренного сустава у пациентов с hip-spine синдромом.

**Степень достоверности.** Достоверность результатов диссертационной работы определяется использованием достаточного количества наблюдений, современных методик исследования и методов статистической обработки полученных результатов.

**Апробация материалов диссертации.** Материалы диссертации доложены и обсуждены на Конгрессе педиатров России 2011г., 2012г., 2014г., 2016г., 2017г.; 6 съезде педиатров Республики Узбекистан, Ташкент 5-6 ноября 2009г.; научно-практической конференции «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии детского возраста»; Восьмой Московской ассамблеи «Здоровье столицы», 17 декабря 2009 года; Научно-практической конференции с международным участием «Детский церебральный паралич и другие нарушения движения у детей» Москва, 17-18 ноября. 2011г.; 1st

Internetional Neurology Congress of Turkishspeaking countries, Baku, 2013; X юбилейном съездетравматологов-ортопедов России», 16-19 сентября 2014, Москва; «Всероссийской научно-практической конференции с международным участием инновационные технологии в травматологии и ортопедии детского возраста», Орел, 6 — 8 октября 2015 г.; Евразийский ортопедический форум 28-29 июня 2019 г.

**Личное участие диссертанта.** Все данные в работе получены при непосредственном участии автора, как на этапе постановки целей и задач, разработки методических подходов и их выполнения, так и при сборе первичных данных, проведении исследований и выполнении оперативных вмешательств, направленных на коррекцию сколиотических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника и стабилизацию тазобедренных суставов, обработке анализа и обобщении полученных результатов для написания оформления рукописи.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 27 печатных работ из них 16 в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ для публикаций результатов диссертационных исследований, в том числе 2 публикации в журналах индексируемых в SCOPUS и 2 патента РФ на изобретение.

**Объём и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Работа изложена на 299 страницах машинописного текста и включает 77 рисунков, 19 таблиц. Список литературы состоит из 250 источников, в том числе 199 зарубежных авторов.

# ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

## 1.1. Понятие о концепции баланса туловища

Большинство медицинских руководств представляют таз и позвоночник как отдельные анатомические объекты, что является печальной практикой, которая не отражает решающую и критическую роль, которую играет таз в формировании баланса туловища [91]. Однако в 1994г. известный французский ортопед J. Dubousset опубликовал теорию «тазового позвонка», которая послужила основой для проведения современных многочисленных исследований биомеханики позвоночно-тазового баланса [230].

Известно, что сагиттальный и фронтальный баланс туловища тесно связан с качеством жизни как оперированных, так и неоперированных пациентов с патологией позвоночника [177]. Деформации позвоночника оказывают прямое влияние на баланс туловища во фронтальной, горизонтальной и сагиттальной плоскостях [236]. Поскольку деформация развивается во всех 3-х плоскостях, изучение сколиотической дуги в горизонтальной плоскости становится все более распространенным [214]. В частности, потеря поясничного лордоза и дегенерация диска во время старения приводят к увеличению нагрузки на межпозвонковые суставы. Компенсационные механизмы, которые включаются для поддержания вертикальной, подвергая изменениям глобальную форму позвоночника и повышенным нагрузкам, часто приводит к еще большему прогрессиррованию деформации позвоночника [62]. Чтобы проследить эволюцию деформации позвоночника и оценить ее тяжесть, необходимы нормативные значения для бессимптомных взрослых [143]. Обзор литературы показал тесную корреляцию между параметрами баланса туловища и болевым синдромом в спине.

Исследование деформаций позвоночника у детей и подростков должно основываться на ясном понимании биомеханической концепции

позвоночника в соответствии с его трехмерным анализом, даже если деформация развилась в основном во фронтальной или сагиттальной плоскости [189.]. Первое базовое положение основано на концепции краниального и тазового позвонков, согласно которой голова с ее весом и формой и таз рассматриваются как первый (краниальный) и последний (каудальный) позвонки позвоночного столба. В этой концепции «тазовый» позвонок (подвздошные кости и крестец, крестцово - подвздошные сочленения) является вставочной костью между туловищем и нижними конечностями [11]. Он играет важную роль для сохранения положений стоя и сидя, непосредственно связанных с характерным для человека прямохождением (рис. 1.1.1.) [22]. Из этого вытекает концепция баланса, в соответствии с которой в положении пациента стоя линия центра тяжести (gravity line), опущенная в сагиттальной плоскости от козелка, проходит дорсальнее центра головки бедра [32]. Это соответствует экономичному положению тела, при котором мышцы, удерживающие его прямое положение, практически «отдыхают». В этом случае тело в положении стоя находится в границах конуса экономии. И наоборот, мышцы почти постоянно активизированы, когда у пациента нарушается баланс и тело находится вне конуса экономии [92].

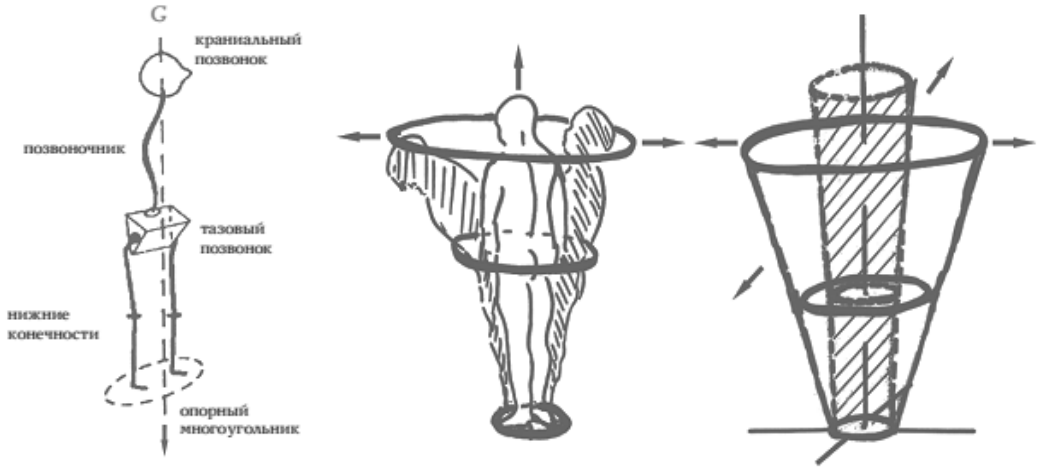



Рисунок 1.1.1. Схематическое изображение биомеханической цепи позвоночно-тазового баланса и конуса экономии по Ж.Дюбуссе.

В таком положении не только нарушается формирование спондилодеза, после выполненных оперативных вмешательств на позвоночнике из - за постоянного напряжения, но со временем неизбежен усталостный перелом инструментария любой прочности [221]. В связи с этиим, необходимо выполнять операцию спондилодеза при деформации позвоночника так, чтобы массы формирующегося костного блока располагались внутри конуса экономии [123]. Необходимо также, чтобы первый межпозвонковый диск ниже зоны спондилодеза мог располагаться идеально в трехмерном пространстве и как можно более симметрично менял свою форму при изменениях положения туловища [124; 198]. Достижение гармоничной коррекции деформации требует четкого понимания этого состояния применительно к позвоночному столбу. Достижение гармонии – это не погоня за уменьшением угла деформации по Cobb. Главная цель лечения – достижение выстраивания, баланса и стабильности позвоночника [10]. Выстраивание и баланс ведут к достижению стабильности в процессе движения, что выражается концепцией конуса экономии при достижении нормальной осанки и функции в цепи баланса туловища [12]. По мнению J.Dubousset, баланс туловища представляет собой – результат сложных многоуровневых взаимодействий систем организма: афферентация (зрение, проприоцепция), интеграция (ЦНС, спинной мозг, головной мозг), эффекторы (мышцы – практически все), нервная система (скорость проведения импульса). Следовательно, очень важно до операции оценить активную мобильность, в первую очередь, чтобы избежать подавления возможных зон компенсации [12].

Полные постуральные рентгенограммы позволяют получить большую часть информации о деформации позоночника [167]. Horton с соавторами описали положение пациента при выполнении постуральных спондилограмм, как - положение стоя, с захватом ключиц, при условии сгибания в локтевых и кистевых суставах, пальцы сжаты в кулаки с выполнением рентгенограмм

на протяжении от кранивертебрального перехода до границы верхней и средней трети бедер [119]. Автор показал, что положение ключиц для получения боковых 360°-рентгенограмм обеспечивает значительно лучшую общую визуализацию критических позвоночных ориентиров. Клинически положение ключицы может привести к более точным рентгенографическим измерениям и может минимизировать повторные рентгенологические воздействия с целью корректной оценки баланса туловища [223]. Важность точной оценки баланса туловища способствовало появлению нового рентгенологического метода – EOS, который представляет собой двухпроекционный, ортогональный рентген-аппарат с низкодозными характеристиками уровня излучения и позволяет выполнять рентгенограммы в полный рост [165]. Подобный подход к рентгенологическому исследованию пациентов с деформациями позвоночника позволяет получить не только полную информацию об имеющейся деформации позвоночника, но и проанализировать компенсаторные механизмы, задействованные для поддержания вертикальной позы конкретного пациента [59].

На сегодняшний день, ортопеды и вертебрологи мыслят трехмерно. Вспомним, что до конца 70-х гг. прошлого столетия большинству пациентов выполняли только фасные спондилограммы, в редких случаях дополнявшиеся профильными [144]. В последние 20 лет вертебрологи сфокусировали усилия на сагиттальной плоскости [188]. На профильной спондилограмме определяется огромное количество параметров, при этом нередко игнорируется передне-задняя проекция, что автоматически искажает измеряемый показатель [118]. Это, в свою очередь, вносит ошибки при планировании оперативного вмешательства. Многие хирурги во всем мире игнорируют деформацию в горизонтальной плоскости, поскольку обычно ассоциируют эти изменения с КТ-сканами на уровне любого отдельно взятого позвонка [10]. С целью коррекции сагиттального профиля позвоночника, некоторые авторы, стали выполнять торакоскопическую

мобилизацию позвоночника при идиопатических сколиозах I-IV типов по Lenke, руководствуюясь необходимостью формирования физиологического грудного кифоза [103]. Это связано с тем, что недостаточная коррекция сагиттального профиля позвоночника для идиопатических сколиозах может привести к существенному снижению качества жизни пациентов, перенесших вмешательство по коррекции фронтальной деформации позвоночника [201]. Данные мировой литературы свидетельствуют о том, что коррекция идиопатических сколиозов при условии коррекции сагиттального профиля позвоночника существенно улучшает качество жизни пациентов [173].

В последнее время в литературе все чаще стал подниматься вопрос о том, что происходит с параметрами позвоночно-тазового баланса у пациентов, оперированных по поводу нервно-мышечных сколиозов. В 2017г. появились данные, опубликованные бразильскими ортопедами, что оперативное лечение пациентов с нервно-мышечными сколиозами на фоне детского церебрального паралича существенно улучшает фронтальный баланс туловища, при этом, параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса остаются практически неименными [67]. Однако существенным недостатком данного исследования заключалось в том, что авторы не учитывали протяженность металлофиксации позвоночника. Из этого следует, что коррекции сагиттального контура позвоночника уделялось недостаточно внимания. В представленной работе отсутствуют сведения о способах и уровнях мобилизации позвоночника. Известно, что использование современных методов металлофиксации позволяют выполнять коррекцию деформации одномоментно во всех 3-х плоскостях. А ригидность позвоночных двигательных сегментов в сагиттальной плоскости диктует необходимость выполнения как симметричных, так и - ассиметричных остеотомий позвоночника, которые позволяют эффективно корригировать как фронтальный, так и сагиттальный баланс туловища [110]. Исследования

с применением стереорадиографического низкодозного исследования популяции взрослых пациентов с идиопатическими деформациями позвоночника свидетельствует о высокой корреляции между степенью ротации тел вершинного позвонка и выраженностью болевого синдрома. В первую очередь, это связано с перерастяжением элементов капсульно-связочного аппарата дугоотростчатых суставов, их подвывихом, нестабильностью и возросшей асимметричной нагрузкой на них [104]. Не нужно забывать, что коррекция деформации грудного отдела позвоночника в горизонтальной плоскости существенно повышает косметический эффект от проведенного оперативного лечения [94]. Вышеуказанные факты свидетельствуют о необходимости 3-х мерного подхода к коррекции сколиотических деформаций позвоночника, основным компонентом которой является деформация в горизонтальной (или аксиальной) плоскости [94].

Взаимоотношения в системе «пояснично-крестцовый отдел позвоночника — тазобедренные суставы» тесно связаны друг с другом с анатомо-рентгенологической и биомеханической точек зрения [182]. Это единая система, которая четко реагирует на любые изменения в анатомических и/или пространственных соотношениях как со стороны позвоночно-двигательных сегментов, так и со стороны тазобедренных суставов, стремясь создать состояние баланса между ними [75;249]. Известно, что изменение анатомо-физиологического состояния и рентгенологического соотношения элементов, возникающих в тазобедренном суставе, неразрывно связаны с такими же процессами, происходящими в позвоночном столбе в целом и пояснично-крестцовом отделе позвоночника, в частности [5; 196]. Известно, что у пациентов с высоким врожденным вывихом бедра происходит разрыв единой костно-суставной цепи, что приводит к формированию у пациентов приспособительных реакций, способствующих поддержанию вертикальной позиции [8].

Несмотря на то, что деформации и нарушения баланса позвоночника во фронтальной плоскости находятся в центре внимания спинальных хирургов уже на протяжении многих десятков лет, значение сагиттального баланса долгое время недооценивалось. К сожалению, достаточное внимание этой проблеме специалисты начали уделять относительно недавно, столкнувшись с отдаленными результатами хирургического лечения деформаций позвоночника, которые зачастую приводили к ухудшению качества жизни пациентов [17]. Ярким примером такого «неудачного» лечения является синдром «плоской спины» ( или “spina plata”). В то же время, значительное число тяжелых деформаций с сагиттальным компонентом у взрослых пациентов возникает вследствие прогрессии деформаций детского и юношеского возрастов [28].

Исследование сагиттального баланса позвоночника, его взаимоотношение с тазом и нижними конечностями необходимы для понимания физиологических и патофизиологических аспектов заболевания, планирования ортопедических вмешательств и прогнозирования состояния позвоночника после операций [21; 156; 160; 68; 148].

Асимметрия положения таза во фронтальной плоскости способна вызвать целый каскад постуральных компенсаторных изменений в поясничном отделе позвоночника, в особенности у лиц, предрасположенных к соматической дисфункции опорно-двигательного аппарата [46; 61]. Изменения со стороны пространственной ориентации таза формируется не только на фоне деформаций позвоночника, но и при нестабильности тазобедренных суставов. Отмечено, что у детей с диспластическим подвывихом бедра, помимо типичных анатомо-рентгенологических изменений соотношения тазового и бедренного компонентов сустава, характерным изменением является чрезмерная антеверсия таза. Показатели этих параметров идентичны и не зависят от количества суставов, вовлеченных в патологический процесс. Наличие краниального смещения

головки бедренной кости приводит к нарушению сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений. Патологические изменения в тазобедренных суставах и нарушения позвоночно-тазовых соотношений приводят к изменению сагиттального профиля позвоночного столба в виде гиперлордоза, физиологических показателей грудного кифоза и нарушению глобального сагиттального баланса в отрицательную сторону. Это приводит к перегрузке позвоночно-двигательных сегментов с развитием дегенеративно-дистрофических изменений в позвоночнике в раннем возрасте [5]. Это свидетельствует о том, что анатомические особенности нижних конечностей и тазобедренных суставов отражают биомеханические особенности взаимоотношений позвоночника, таза, нижних конечностей, что необходимо учитывать при планировании ортопедических вмешательств и прогнозировании состояния позвоночника после перенесенных оперативных вмешательств [35; 146; 246].

Значительные изменения баланса туловища могут также происходить даже на фоне миниинвазивных вмешательств на нижне-поясничном отделе позвоночника, как результат изменения угла клиновидности межпозвонковых дисков на 3-4° [79].

## 1.2. Современные представления о коррекции фронтального баланса туловища.

В современной хирургии деформаций позвоночника спондилограммы играют ключевую роль в оценке деформаций позвоночника [149]. Под термином фронтальный баланс туловища понимают равновесное устойчивое состояние позвоночно-тазовых взаимоотношений, при котором линия отвеса, проведенная от центра тела С7 позвонка совпадает со срединной крестцовой осью. Несмотря на то, что каждый пациент с деформацией позвоночника индивидуален, комплексная оценка показателей баланса туловища

необходима не только для выработки тактики оперативного лечения, но и позволяет специалистам - оперирующим вертебрологам обмениваться медицинской информацией на одном языке, что позволяет совершенствовать стратегию лечения подобных больных [142].

Рентгенологическая оценка фронтального баланса туловища начинается с выполнения спондилограмм в передне-задней проекции, причем предпочтительнее, чтобы правая сторона пациента соответствовала первой стороне рентгенограммы, так же, как положение пациента, лежащего на операционном столе [86; 122; 168]. Подобное позиционирование пациента при выполнении рентгенологического исследования позволяет оценить глобальный фронтальный баланс туловища, наклон замыкательных пластин стратегически важных позвонков, их латеральную трансляцию, и другие важные фронтальные рентгеноангулометрические параметры [186]. Величину фронтальной декомпенсации туловища оценивают по расстоянию от линии отвеса, проведенной от остистого отростка С7 позвонка центральной вертикальной линии крестца [171]. Известно, что при диспластических деформациях позвоночника отмечается нарушение как фронтального, как и сагиттального баланса туловища, причем авторы указывают на первичность нарушений сагиттального баланса туловища, вслед за которым следует фронтальный дисбаланс. Существуют также исследования корреляции между данными бароподометрического исследования и фронтальным балансом туловища. Статический баланс в основном ассоциировался с сагиттальным балансом, за которым следовал фронтальный баланс. У пациентов с левосторонним сколиозом сагиттальный баланс был отрицательным в 93% случаев, при этом в 63% случаев клинически отмечался наклон туловища кзади. Отрицательные значения фронтального баланса были у 60% пациентов, и у 93,3% пациентов отмечен боковой наклон туловища вправо. У 89% пациентов с правосторонним сколиозом сагиттальный баланс был отрицательным, и во всех случаях

отмечался наклон туловища кзади. Фронтальный баланс был в 44% случаев нейтральным, и у 78% пациентов отмечен наклон туловища вправо[199]. Причем большинство авторов сообщают о высокой кореляции между параметрами фронтального и сагиттального баланса туловища [155].

О наличии фронтального дисбаланса судят при увеличении этого показателя более 4 сантиметров [184]. Баланс надплечий анализируют, проводя линию, проведенную через Th1 позвонок, касательно верхнему краю ключиц [150; 115; 145; 239]. Оценка баланса надплечий дает возможность хирургу выбрать оптимальный верхний предел металлофиксации [151]. Принебрежение балансом надплечий нередко приводит к формированию проксимального «adding-on феномена» [244]. Данный феномен характеризуется формированием сколиотической дуги выше или ниже зоны металлофиксации, из позвоночных двигательных сегментов ранее не включенных во фронтальную деформацию позвоночника [241]. Помимо сколиозирования «пограничных» ранее не включенных в деформацию сегментов, при сохраняющимся дисбалансе надплечий, по данным некоторых авторов, имеется высокий риск возникновения такого осложнения как проксимальный переходный кифоз или PJK (proximal junctional kyphosis) [112]. Для этого фенофена характерно кифозирование смежных с зоной металлофиксации позвоночных двигательных сегментов [134].

Оценку фронтального позвоночно-тазового баланса выполняют по наклону таза относительно оси позвоночника. Наклон таза может быть проанализирован относительно линии отвеса, опущенной через центр тела С7 позвонка или центральной сакральной линии. Тазовый наклон во фронтально плоскости можно оценивать с применением касательной линии, проведенной по верхним краям крыльев подвздошных костей (в литературе обозначается, как линия - CSVL1), а также по верхним краям вертлужных впадин (линия CSVL2) [235].

По мнению японских ортопедов, наиболее эффективной мерой профилактики формирования дисбаланса надплечий является применение крючковой фиксации верхнего инструментируемого позвонка при коррекции идиопатических сколиозов [133]. В настоящее времени в мировой литературе идет активная дискуссия о тактике металлофиксации позвоночника при деформации грудного отдела позвоночника 1 A/B по Lenke. Множество авторов проводили сравнительный анализ результатов лечения методом селективной инструментации (фиксация только основной - грудной дуги) и неселективной металлофиксации (когда фиксируется как основная - грудная дуга, так и поясничная противодуга) [97; 178; 145]. С целью улучшения результатов коррекции фронтального баланса туловища у пациентов с подростковым идиопатическом сколиозом 1 A/B по Lenke, коллектив авторов предположили, что симметричная инструментация (фиксация равного количества позвоночных двигательных сегментов выше и ниже апикального позвонка) основной дуги деформации при селективной металлофиксации даст возможность повысить результаты коррекции фронтального баланса туловища [194;248]. Сравнительный анализ проводился по опроснику SRS-22 и по данным постуральных рентгенограмм в группах пациентов – селективной и неселективной металлофиксации, который не выявил никаких значимых различий между этими группами как в состоянии фронтального баланса туловища в отдаленном послеоперационном периоде, так и в клинической картине – по опроснику SRS-22. При этом в группе пациентов, которым выполнена неселективная инструментация, при которой выполнена инструментация большего числа позвоночных двигательных сегментов выше апикального позвонка констатирована высокая частота развития феномена «добавления (adding-on)» - 6,8% [248; 128; 211].

Основным фактором риска формирования дистальных «перегрузочных» феноменов, по мнению большинства авторов, является пространственная

ориентация и включение в зону металлофиксации четвертого поясничного позвонка. Это подтверждается ретроспективным исследованием результатов оперативного лечения 46 пациентов с 1B и 1C типом сколиоза по Lenke [81].

Детальная оценка локализации и характера деформации (идентификация первичной и компенсаторных дуг), а также оценка величины деформации по Cobb также важно для предоперационного планирования [183; 108; 213]. Необходимо отметить, что, по данным литературы, локализация вершины деформации в грудопоясничном и поясничном отделах позвоночника чаще ассоциированы с болевым синдромом [87]. Тщательный анализ наклона замыкательных пластин L2 и L3 позвонков позволяет судить о риске формирования болевого синдрома у пациентов со сколиотическими деформациями позовночника [57]. Одним из критериев определения риска феномена добавления при планируемой фиксации L3 позвонка является мобильность выше- и нижерасположенных межпозвонковых дисков. В случае из мобильности, хирург может выбрать данный уровень в качестве нижнего инструментируемого позвонка, в случае его ригидности – лучше пролонгировать металлофиксацию до четвертого поясничного позвонка [80].

Оценка пояснично-крестцового наклона производится по касательным линиям, проведенным по верхней замыкательной пластинки S1 позвонка и по нижней замыкательной пластинки L5 позвонка. Этот параметр имеет важное значение для определения нижнего предела инструментации у пациентов со сколиозом [243]. При исследовании частоты возникновения дистального «adding-on»-феномена и DJK (дистального переходного кифоза) выявлено, что у пациентов с нижним инструментируемым позвонком на уровне L2, их частота достигает до 13,6% [105; 234]. Многие авторы рекомендуют при деформации 1A и 2A типа по Lenke использовать в качестве нижнего инструментируемого позвонка самый дистальный позвонков, тело которого пересекается срединной крестцовой осью [60].

При оперативном лечении поясничного сколиоза (Lenke 5 C) путем полисегментарной транспедикулярной винтовой фиксации авторы отметили сохранение достигнутого фронтального и сагиттального баланса туловища на протяжении всего послеоперационного наблюдения в подавляющем большинстве случаев, однако предоперационный наклон нижнего инструментируемого позвонка более 25° тесно коррелирует с высоким риском формирования позднего (в отделанном периоде) послеоперационного фронтального дисбаланса [151; 106]. Ряд авторов сообщает о высоком риске послеоперационного формирования фронтального и сагиттального дисбаланса в случае, когда в роли нижнего инструментированного выступает L5 позвонок [243; 98; 237]. В ряде исследований, при анализе результатом оперативного лечения детей со сколиозом 5-6 типов по Lenke отмечено, что снижение числа фиксируемых позвоночных двигательных сегментов в нижнем полюсе металлофиксации способствует снижению риска послеоперационного фронтального дисбаланса, даже при значимом исходном значительном наклоне L5 позвонка [238; 210]. Таким образом, формирование, так называемого, дистального "adding-on" феномена многими авторами относится ошибкам предоперационного планирования [247; 193; 191]. Подобные «перегрузочные» феномены смежных с металлофиксацией сегментов являются поздними, рентгенологически выявляемыми, осложнениями, которые негативно влияют на клинический результат лечения деформации позвоночника [190; 211]. Десятилетнее наблюдение за пациентами с идиопатическими сколиозами, которым выполнен селективный спондилодез (при отсутствии противодуги искривления) показало сохранение достигнутого состояния фронтального баланса туловища в отдаленном периоде [153].

## 1.3. Современные представления о коррекции сагиттального позвоночно-тазового баланса.

Состояние сагиттального позвоночно-тазового баланса позволяет человеку сохранять горизонтальный уровень взора, и поддерживать положение стоя без средств дополнительной опоры и с минимальными затратами мышечной энергии [28]. В сагиттальной плоскости позвоночника имеет более сложную конфигурацию, в сравнении с фронтальной, в виде шейного и поясничного лордозов и грудного кифоза. В норме эти физиологические изгибы пропорциокальны друг другу. Сагиттальный баланс позвоночника — равновесное состояние суммы всех (в норме — физиологических) изгибов позвоночника, при котором в положении стоя (по данным рентгенографии) линия, проведенная через центр тела С7 позвонка и центр диска L5-S1, параллельна линии отвеса, и которое необходимо для оптимальной функции позвоночника [17]. В онтогенезе ребенка - физиологический кифоз, захватывающий все отделы позвоночника, наблюдается только у новорожденных и детей первых 2-3 месяцев жизни. По мере роста ребенка физиологический кифоз сохраняется только в грудном и крестцовом отделах позвоночника. В возрасте 2-3 месяцев в шейном отделе позвоночника, а в 10-12 месяцев в поясничном отделе формируется физиологический лордоз [219; 114]. Причем, как указываю некоторые авторы, изменения сагиттального контура позвоночника в процессе роста скелета, скорее всего, связаны с поддержанием сагиттального баланса, а не с формой отдельных позвонков.

Изучение компьютерных томограмм грудного отдела позвоночника в возрастном аспекте показало, что у растущих детей для грудного отдела позвоночника характерно два основных всплеска роста. Первоначальный всплеск роста происходит между рождением до конца четвертого года жизни, а второй - между 12 и 16 годами. Между 4 и 12 годами наблюдается устойчивый, но медленный рост высоты грудной клетки. Результаты показывают, что самая высокая скорость роста может быть ограничена более молодой возрастной группой, чем считалось ранее. Эти данные способствуют

выработке адекватной тактике лечения детей с ранними деформациями позвоночника [88; 58].

«Наслоение» неврологической патологии в раннем возрасте вносит существенные коррективы в изменение параметров глобального баланса туловища и требуют пристального наблюдения и своевременной ортопедической коррекции. Это достигается путем ортезирования, фармакотерапии (включая ботулинотерапию), обеспечение средствами технической реабилитации [78; 100; 225].

При идиопатическом сколиозе, в зависимости от локализации фронтальной деформации грудопоясничного отдела позвоночника, описаны типичные паттерны нарушения сагиттального профиля позвоночника [202]. В литературе есть данные, что ротационные движения таза способствуют существенным изменениям грудного кифоза, поясничного лордоза, смещению сагиттальной вертикальной оси, изменению наклона таза и наклона крестца в сагиттальной плоскости [116]. Это, в свою очередь, предопределило тактику металлофиксации при различных типах сколиозов [95].

Известно, что большое влияние на формирование сагиттального контура позвоночника оказывает ортопедическая патология нижних конечностей, а именно патология, сопровождающаяся контрактурами нижних конечностей [73]. При этом, коррекция этих патологических состояний, как правило, приводит к восстановлению сагиттального баланса туловища [130; 111].

Для сохранения гармоничности сагиттального профиля позвоночника, одни из наиболее важных параметров является наклон крестца (Sacral slope или SS), характеризует наклон таза в сагиттальной плоскости относительно оси вращения головок бедер. В норме он составляет около 40°[62]. Данный показатель высоко коррелирует с наклоном таза в сагиттальной плоскости (Pelvic tilt или PT) [71]. Данный показатель является достаточно постоянным,

известно, что при сравнении постуральных рентгенограмм и магнитно-резонансных томограмм пациентов в положении лежа на спине, изменялся, равно как и нижнепоясничный лордоз – в пределах 2,9 ° [65]. Чрезмерно горизонтальное или, наоборот – вертикальное его положение относительно горизонтальной плоскости сказывается на сагиттальном балансе туловища в целом [208]. Известно, что у детей наклон таза увеличивается в процессе роста скелета до 10-ти летнего возраста, и далее остается практически постоянным (при отсутствии патологии позвоночника и тазобедренных суставов) [139; 62]. Данный показатель является очень «чувствительным» по отношению к нестабильности тазобедренного сустава и зависит от наклона таза во фронтальной плоскости [192]. Среднее увеличение SS при дисплазии тазобедренных суставов соответствует 4° [125].Нормальное положение крестца – наиболее важная составляющая сагиттального баланса у пациентов с фиксацией нижних поясничных позвонков металлоконструкцией. Доказано, что следует уделять внимание наблюдению пациентов с нарушениями сагиттального баланса в поздние сроки после операции, по крайней мере, в течение 5 лет после выписки [109; 120].

Известно, что у пациентов с нервно-мышечными деформациями позвоночника, сопровождающихся формирование грудного патологического лордоза, поясничный лордоз и SS напрямую с сагиттальной осью грудного отдела позвоночника. Потеря грудного кифоза приводит к положительному сагиттальному балансу, который вызывает трудности при ходьбе. Операция по коррекции грудного лордоза у пациентов с нервно-мышечным сколиозом с торакальным лордозом улучшила крестцовый наклон в положении и наклон таза (PT) в ходьбе. Сагиттальный дисбаланс был компенсирован за счет мышц-разгибателей спины и бёдер, которое, по мнению авторов, играют главную роль в этой компенсации [131].

Еще одним, из важнейших параметров сагиттального позвоночно тазового баланса является наклон таза. Этот параметр является позиционным

и демонстрирует степень тазовой компенсации [206]. По своей сути, он отражает степень ротации таза относительно оси головок бедренных костей, направленной на поддержание вертикальной позы. Он показывает способность пациента компенсировать имеющуюся деформацию за счет тазовой ретроверсии [185]. Недооценка роли данного параметра может привести к неправильной оценке состояния баланса туловища в целом. А у пациентов взрослого возраста данный показатель высоко коррелирует с качеством жизни пациентов [135; 102].

Некоторые исследователи отмечают, что пациентам с высоким PT в сочетании с сагиттальным смещением позвоночника (смещение SVA) требуются более агрессивные процедуры остеотомии в поясничном отделе позвоночника [83]. Хирурги, выполняющие процедуры на нижнепоясничном отделе позвоночника PSO, должны оценить предоперационные параметры позвоночника, включая PT, чтобы избежать недостаточной коррекции и остаточной деформации после сложных процедур сагиттальной перестройки [136; 66; 74]. Данные перспективного многоцентрового исследования, посвященного влиянию снижения поясничного лордоза на угол наклон таза (PT) после задней инструментации позвоночника у пациентов с идиопатическим сколиозом, показали, что ятрогенная потеря величины поясничного лордоза обычно происходит при спондилодезе и связана с реципрокным увеличением PT. Таким образом, спондилодез у пациентов с идиопатическим сколиозом может оказать непреднамеренное влияние на сагиттальный позвоночно-тазовый баланс с неисследованными в настоящее время потенциальными последствиями в будущем [162]. Иными словами, PT является компенсаторным механизмом, который позволяет пациентам достигать сагиттального баланса в условиях снижения поясничного лордоза с включением компенсаторных механизмов, таких как: разгибание бедра и сгибание колена [77].

Тазовый индекс или pelvic incidence (PI) является постоянной анатомо-морфологической величиной и описывает угол между перпендикуляром к крестцовой пластинке от ее центральной точки и центральной осью головок бедренных костей [157]. Величина этого параметра – постоянная, индивидуальна для каждого пациента, не зависит от пространственного расположения таза [147]. Однако, необходимо иметь ввиду, что форма таза изменяется при переходе из внутриутробного к неонатальному состоянию, а затем в подростковом возрасте практически не меняется [203; 227]. Учитывая, что таз является постаментом, на котором лежит позвоночник, стало известным, что его морфология связана с определенной сагиттальной конфигурацией позвоночника, которая должна учитываться при работе с патологическими состояниями позвоночника. Ряд авторов предположили, что форма поясничного лордоза и его связь с тазом могут быть описаны с использованием анатомических параметров, независимо от положения тела. В результате данного исследования установлено, что PI влияет только на проксимальную часть лордоза, но не на дистальную часть в бессимптомной взрослой популяции. Проксимальная часть поясничного отдела позвоночника характеризовалась наибольшей вариабельностью у разных людей и, по-видимому, соответствовала морфологии таза (PI). Дальнейшие исследования с использованием большего размера когорты рекомендуются для изучения влияния восстановления нормальной лордотической формы поясничного отдела позвоночника на функциональные результаты после достижения спондилодеза. [187]. По отношению к фронтальной деформации позвоночника, известно, что сколиотические деформации Lenke 5 типа показывают значительно более высокие значения PI, чем контрольные, тогда как кривые Lenke 1 типа не отличаются от контрольной группы (здоровые). Это указывает на роль морфологии таза и спино-тазового выравнивания в патогенезе идиопатического сколиоза [72]. Ряд авторов сообщали, что существует высокая распространенность пациентов с деформациями головки бедренной кости без клинически значимой дисфункции тазобедренного

сустава. Понимание биомеханических факторов, предопределяющих появление симптомов и дегенеративных изменений, является критическим. Одной из таких переменных является то, как параметры позвоночника могут влиять на амплитуду движений в тазобедренном и коленном суставах. Одна только деформация головки бедренной кости может не указывать на ранние клинические признаки или снижение функции суставов. У пациентов с симптомами с более высокими значениями PI может наблюдаться ограниченная сагиттальная подвижность бедер [170]. Суммируя вышесказанное, необходимо отметить, что поясничный лордоз тесно коррелирует с морфологией таза (PI). Таким образом, PI может предсказать сегментарную ангуляцию поясничного отдела позвоночника, хоть и большая часть величины поясничного лордоза вырабатывается в сегментах движения L4-L5, L5-S1 [57]. Хотя в литературе, также пояснили сведения, что при расположении вершины поясничного лордоза выше уровня L3 позвонка, коэффициент корреляции между PI и LL не был значимым, что свидетельствует о том, что взаимосвязь между PI и LL не всегда постоянна, и следует учитывать все параметры позвоночно-тазового баланса в совокупности [220]. Таким образом, большинство современных литературных данных свидетельствует о первостепенной важности коррекции баланса туловища над коррекцией локальной деформации [117]. А восстановление сагиттального баланса уже называют ключом к успешному оперативному лечению любой патологии позвоночника [52].

## 1.4. Современное состояние вопроса о тактике «ранних» деформаций позвоночника.

Высокая частота формирования «синдрома смежного уровня», по данным литературы, наблюдается при оперативном лечении инфантильных, ювенильных и врожденных сколиозов [242]. В среднем, по данным современной мировой литературы, среднее количество только ортопедических осложнений составляет 2,1 осложнение на одного пациента,

всего, в данном исследовании изучены результаты лечения 116 пациентов с «ранними» сколиозами, которые были пролечены с применением только «растущих» металлоконструкций [197]. Сложность оперативного лечения данной категории больных связана также с высокой из заболеваемостью по внутренним органам, среди сопутствующей патологии можно отметить: болезни органов дыхания встречаются в 39,9% случаев, нервной системы - 19,9%, сердечно-сосудистой системы - 18,6%, мочевыделительной системы – 11,9% и др.[207].

Относительно лечения тактики лечения таких деформаций можно разделить на 2 лагеря: представители первого являются приверженцами корсетотерапии с целью «удержания» максимально длительное время прогрессирования деформации в корсете, представители второго – приверженцы ранней хирургической тактики [101]. Корсетотерапия позволяет минимизировать число этапов оперативного лечения, поскольку чем раньше выполнено оперативное вмешательство, тем больше этапных хирургических сессий потребуется до выполнения финальной металлофиксации позвоночника [141]. При оперативном лечении подобных больных в последнее время наиболее популярной стала задняя инструментация позвоночника с применением «растущих» металлоконструкций. Многие авторы рекомендуют выбирать верхнюю и нижнюю стабильные зоны по Harrington [89]. Одним из ведущих абсолютных показаний к раннему оперативному лечению таких пациентов во всем мире считается наличие синдрома торакальной недостаточности, который при тяжелых деформациях позвоночника может приводит к нарушению функции внешнего дыхания по рестриктивному типу [161]. Оперативное лечение лечение ранних (инфантильных и ювенильных сколиозов или EOS- early-onset scoliosis) является одной из наиболее тяжелых проблем современной хирургии деформаций позвоночника [166]. Наиболее перспективным методом хирургической коррекции подобных деформаций

является инструментация позвоночника «растущими металлоконструкциями» [82]. Немало исследований посвящено поведению основной дуги деформации в условиях инструментации по Shilla, которая предусматривает коррекцию и контроль деформации позвоночника по времени [179; 181]. Применение двустержневых телескопических металлоконструкций с целью этапных дистракциий демонстрирует отсутствие негативного влияния на рост как позвонков на протяжении металлофиксации, так и 2-х сегментов выше уровня металлофиксации. Однако последующее наблюдение показало выраженное снижение высоты межпозвонковых дисков на всем протяжении металлофиксации [195; 55; 69]. Пятилетнее наблюдение за пациентами с 5-ти летней продолжительностью наблюдений свидетельствует об изменениях со стороны основной дуги деформации: из 21 случая в 12-ти (57%) отмечена миграция вершины дуги деформации в каудальном направлении, а в одном случае (5%) отмечена миграция вершины дуги в краниальном направлении. Среднее количество уровней миграции вершины деформации соответствовало 2,7 уровням. Во всех случаях отмечен рост позвоночника по сегментам T1-S1, в среднем – 45 мм в год. Однако ни в одном случае не отмечено такого осложнения, как – «crankshaft»-феномена или феномена «коленчатого вала» [231; 89; 180; 209; 217; 127]. Причем, по данным литературы, самых больших успехов добились в этом направлении ортопеды в США, где уже более 10 лет применяются магнитно-удлиняемые стержни [53]. Вместо многочисленных этапных коррекций деформации с применением прямой дистракции амбулаторно, при помощи пульта дистанционного управления выполняется процедура электро-магнитной дистракции [176]. Несмотря на больший комфорт для пациента, меньшее число хирургических сессий, магнитно-управляемая дистракция не решила всех проблем[138; 229]. Число ревизий при применении данной технологии сопоставила с механически удлиняемыми металлоконструкциями [218; 232; 76]. Одним из обсуждаемых вопросов относительно металлоконструкций с магнитно-удлиняемым модулем остается

экономический вопрос. Средняя стоимость магнитно-удлиняемой металлоконструкции в США составляет 31 621 долл. США против механически удлиняемых имплантов - 8 966 долларов. Однако, даже при такой разнице стоимости имплантов, подсчет расходов клиники на этапные коррекции механически удлиняемых имплантов показал примерно одинаковые расходы на лечение таких пациентов в последующие 3-4 года после первичного вмешательства [176; 70]. При этом, необходимо заметить, что при исследовании качества жизни пациентов во временном промежутке, в то время как происходила этапная дистракция, пациенты с магнитно-удлиняемыми конструкциями, при исследовании с применением валидированных опросников, показали более высокое качество жизни в сравнении с пациентами с механически-этапно-удлиняемыми корректорами [63]. Необходимо отметить еще один существенный негативный момент, который стал обсуждаться только последние 2 года в мировой литературе, в применении любых «растущих» металлоконструкций для коррекции и стабилизации позвоночника - это ограничение «естественного» онтогенетического развития позвоночно-тазовых взаимоотношений, главным образом - тазового индекса или pelvic incidence (PI) [64]. В противовес вышеизложенному факту, нужно подчеркнуть, что у пациентов, которым, из-за низкого расположения вершины деформации, выполнена пояснично-тазовая фиксация, при послеоперационном наблюдении более 5 лет, отмечена удовлетворительная степень коррекции фронтального баланса туловища и отсутствие негативного влияния на рост костей таза [84].

В настоящее время существуют множество компоновок металлоимплантов для коррекции и стабилизации «ранних» сколиозов: реберные, реберно-позвоночные, реберно-тазовые, позвоночно-тазовые, и т.д. У каждой из компоновок есть свои узкие показания, преимущества и недостатки [172; 158]. Однако динамическое послеоперационное рентгенологическое наблюдение показало, что риск формирования

клинически значимого проксимального PJK (proximal junctional kyphosis или верхнего переходного кифоза) у пациентов с проксимальной реберной фиксаций определен на уровне 24%, в то время, как фиксация верхнего полюса с применением позвоночных имплантов сопровождалась PJK только в 15% случаев [129]. Существуют также, исследования в которых сопоставляются результаты оперативного лечения 169 пациентов с «ранними» сколиозами в сочетании с синостозами ребер между группами детей, кому выполнялась этапная коррекция реберными дистракторами и группой детей, которым имплантированы позвоночные двухстержневые телескопические металлоконструкции. Исследования показали, что в группе позвоночных конструкций была получена большая степень коррекции деформации, а среднее количество этапных коррекций – 8 процедур (против 11 у пациентов из группы больных, которым выполнена коррекция деформации реберными дистракторами) [140].

## 1.5. Современные представления о коррекции сколиотической деформации грудного и поясничного отделов позвоночника в горизонтальной (аксиальной) плоскости.

В настоящее время в хирургии сколиоза традиционно используется дорсальный полисегментарный инструментарий третьего поколения, с помощью которого можно осуществлять коррекцию деформации во фронтальной, сагиттальной и аксиальной плоскостях [18]. Причем, в последнее время приоритет дорсальной металлофиксации сместился в сторону метода фиксации «all-screw», который заключается в имплантации транспедикулярных винтов на всех уровнях с двух сторон [137; 107]. Для точной и безопасной установки винтов в некоторых клиниках стали применять индивидуально-изготовленные направители, изготовленные при помощи технологии 3D-печати [154; 169]. С появлением современного полисегментарного инструментария появился способ коррекции деформации

в аксиальной плоскости за счет деротации стержней по вогнутой или выпуклой стороне деформации [250; 132]. Однако в последнее время, при дорсальной коррекции и фиксации позвоночника, наибольшее распространение получила техника двусторонней апикальной вертебральной деротации. Методика заключается в интраоперационной деротации периапикальных винтов в сторону, противоположную проведенному предварительно деротационному маневру по вогнутой стороне деформации позвоночника [90]. Для выполнения истинного деротационного маневра позвонков сколиотической дуги, существуют системы для прямой деротации позвонков [80]. На вершине сколиотической дуги устанавливаются моно- или униаксиальные транспедикулярные винты, (обычно 3 – 4 сегмента) на выпуклой и вогнутой сторонах деформации [240]. На головки винтов устанавливается своеобразная модульная рамка. В процессе маневра одновременно осуществляется поворот стержня на 90° (деротация стержня) с истинным деротационным маневром в противоположную сторону (деротация винтов). Затем устанавливается стержень на вогнутой стороне деформации производится посегментная контракция/дистракция в соответствии с видом деформации [99]. Также дополнительную коррекцию возможно получить путем изгиба стержней «in situ» перед окончательной фиксацией гайками [81].

### 1.6. Влияние нестабильности тазобедренного сустава на баланс туловища.

Нередко пациенты с врожденным вывихом бедра жалуются на боль в поясничном отделе позвоночника. При двустороннем процессе эти ощущения беспокоят больше, чем боль в тазобедренном суставе [163]. Подобное сочетание жалоб принято называть «hip-pine syndrome» Нестабильность тазобедренного сустава у детей является значимой проблемой мировой ортопедии. У каждого третьего пациента коксартроз

развивается на фоне диспластических изменений в тазобедренном суставе [216; 50]. Дисплазия тазобедренного сустава включает ряд выраженных анатомических изменений, возникших в результате нарушения физиологического развития сустава в анте- и постнатальный периоды [36]. Необходимо отметить, что изменение анатомо-физиологического состояния и рентгенологического соотношения элементов, возникающих в тазобедренном суставе, неразрывно связаны с такими же процессами, происходящими в позвоночном столбе в целом и пояснично-крестцовом отделе позвоночника, в частности. В структуре опорно-двигательного аппарата именно взаимоотношения в системе «пояснично-крестцовый отдел позвоночника — тазобедренные суставы» непосредственно взаимосвязаны друг с другом с анатоморентгенологической и биомеханической точек зрения [5; 245]. Система «тазобедренные суставы – пояснично-крестцовый отдел позвоночника» играет ключевую роль в компенсаторных механизмах дисбаланса туловища [182; 212]. Эта система реагирует на любые изменения в анатомических и/или пространственных соотношениях как со стороны позвоночно-двигательных сегментов, так и со стороны тазобедренных суставов, стремясь восстановить состояние баланса между ними [75; 45]. Авторы ряда публикаций описывают «лестничный» механизм формирования дегенеративной патологии: с появления статической деформации, перекоса таза в сагиттальной и, реже, во фронтальной плоскости, антеверсия/ретроверсия таза с гиперлордозированием/ гиполордозированием поясничного отдела позвоночника [44; 228]. Расположение всех элементов опорно-двигательной системы стремится к максимальной экономии энергии и минимальной работе для обеспечения баланса. С расширением конуса мышцы затрачивают больше энергии для сохранения равновесия. Существует только одно стабильное, без напряжений вертикальное положение человеческого тела [30]. Есть сведения, у пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов происходит разрыв единой костно-суставной цепи, что приводит к формированию у

больных приспособительных реакций, способствующих поддержанию вертикальной позиции [8; 1; 3]. Необходимо отметить, что возникающее при подвывихе бедренной кости укорочение нижней конечности грубым функциональным нарушением, значительно ограничивающим жизнедеятельность пациентов [47; 33].

На основании бароцентриметрических исследований G. Duval-Beaupere впервые описал позвоночно-тазовые взаимоотношения, оценивая физиологию и патофизиологию позвоночника. Он доказал, что в вертикальном положении тела центр тяжести располагается таким образом, что ось гравитации, то есть проекция общего центра тяжести, постоянно располагается несколько кзади (35 мм) от бикоксофеморальной оси [96; 27]. Известно , что у пациентов с «Hip-spine» синдромом и превалированием патологии тазобедренного сустава отмечается сохранение нормальной антеверзии либо появление компенсаторной гиперантеверсии таза с гиперлордозированием поясничного отдела позвоночника, в то время как у пациентов с клиническим преобладанием «Spine-hip» синдрома определяется обратный механизм – ретроверсия таза с гиполордозированием поясничного отдела позвоночника. Клиническая картина и функциональный статус пациентов изучаемой нозологической группы указывает на низкий уровень качества жизни больных и свойственный данным пациентам преимущественно сидячий образ жизни [19]. Изменения сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений приводят к изменению состояния позвоночно-двигательных сегментов за счет увеличения нагрузки на переднюю или заднюю опорную колонну позвоночного столба [4]. На сагиттальной рентгенограмме позвоночника наклон таза (PI) является анатомической константой, а все остальные позвоночно-тазовые взаимоотношения зависят от положения головок бедренных костей. При вывихе головки бедренных костей сильно смещаются краниально и кзади, поэтому позвоночно-тазовый баланс приспосабливается к сложившейся ситуации для поддержания вертикальной позы [49; 34]. При нестабильности

тазобедренных суставов на фоне детского церебрального паралича, из-за снижения селективного мышечного контроля, сопровождается еще более выраженными нарушениями баланса туловища [7]. У больных ДЦП возникновение патологического кифоза грудного отдела позвоночника, как правило, связывают с так называемым hamstringсиндромом, который обусловлен гипертонусом чаще внутренней группы мышц-сгибателей голени – нежной, полусухожильной и полуперепончатой. Эти спастичные мышцы фиксируются к седалищному бугру и воздействуют на таз таким образом, что вызывают его наклон кпереди. В результате происходит сглаживание поясничного лордоза и отклонение общего центра тяжести тела кзади, вследствие чего для стабилизации положения тела больной компенсаторно наклоняет плечевой пояс и голову вперёд [42]. Это приводит к формированию «привычного» для больных ДЦП нефиксированного патологического кифоза грудного отдела позвоночника, который усиливается в положении сидя при попытке произвести разгибание в коленных суставах. В наиболее тяжёлых случаях полное разгибание коленных суставов оказывается невозможным в связи с резким нарушением баланса туловища [224]. Подтверждена взаимосвязь между увеличением степени выраженности контрактуры коленных суставов и сглаживанием поясничного лордоза, что в итоге приводит к усилению грудного кифоза [164]. Некоторые авторы указывают, что сгибательная контрактура тазобедренных суставов вызывает наклон таза кпереди, провоцируя компенсаторное увеличение степени выраженности лордоза поясничного отдела. При этом медиальная группа сгибателей голени подвергается перерастяжению, за счет чего происходит формирование сгибательной контрактуры кооленных суставов. Последняя усугубляет сгибательное положение тазобедренных суставов и наклон таза. Такой сагиттальный дисбаланс развивается, как правило, уже в раннем возрасте в рамках формирования патологических рефлекторных установок. Исследователями обнаружена взаимосвязь между степенью выраженности сгибательной контрактуры коленных суставов и сглаженностью

поясничного лордоза (соответственно усилением кифоза), что подтверждает их патогенетическую взаимосвязь [43]. Таким образом, дисбаланс сагиттального профиля позвоночника у больных ДЦП представляется тесно связанным со сгибательными контрактурами коленных и тазобедренных суставов, поэтому устранение этих контрактур может улучшить положение позвоночника. Выраженность кифоза грудного и лордоза поясничного отделов позвоночника у больных ДЦП связана не столько с их возможностью к взаимной компенсации, сколько со способностью формировать баланс с сагиттальным профилем нижних конечностей для удержания туловища в вертикальном положении [41]. Учитывая вышеизложенные факты, необходимо констатировать, что тазобедренные суставы являются основой формирования позвоночно-тазовых взаимоотношений путем создания кинематической цепи, то сагиттальные позвоночно-тазовые взаимоотношения зависят от положения головок бедер. Нестабильность тазобедренных суставов приводит к разрыву единой костно-суставной цепи, и у пациентов формируются приспособительные реакции, способствующие их вертикализации. Нестабильность тазобедренного сустава приводит к изменению позвоночно-тазовых взаимоотношений по гиперлордотическому типу. У всей выборки угол PI не может считаться основой сагиттального баланса. Компенсаторные изменения позвоночника, с возрастом могут привести к дегенеративному поражению позвоночника. Отсутствие надежной опоры для головок бедренных костей может приводить к постоянно меняющимся показателям сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений, даже при наличии подвздошно-бедренного неоартроза. Проприоцепривная нервная система способна эффективно компенсировать наличие врожденного вывиха бедра, о чем говорит незначительное смещение линии SVA от мыса крестца. Отсутствие равенств между углами позвоночно-тазовых взаимоотношений, свойственных условно здоровым людям, косвенно говорит о наличии двух автономных биомеханических цепей – нижние конечности и таз-позвоночник. Данные группы пациентов имеют

отличный от условно здоровых пациентов механизм формирования сагиттального позвоночно-тазового баланса, необходимого для поддержания вертикальной позы человеком [48].

### 1.7. Современные представления о сколиотической болезни

Известно, что многоплоскостные тяжелые деформации позвоночника различной этиологии сопровождаются деформацией грудной клетки, что приводит к дистопии органов средостения [14]. Этот феномен способствует нарушениям со стороны внутренних органов, в первую очередь - со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой систем, обуславливая раннюю инвалидизацию и сокращение продолжительности жизни [13]. Наличие реберно-позвоночного горба и деформация грудной клетки ведут к ослаблению и асимметричному нарушению функции мышц туловища, уменьшению объема полости груди, появлению дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности [54; 37]. Наиболее тяжелые деформации грудной клетки, в подавляющем большинстве случаев, связаны с формированием сколиотической болезни (СБ) - заболеванием, развивающимся в результате соединительнотканной дисплазии и наследственно обусловленного дефекта синтеза коллагена, при котором сколиоз (сложное многоплоскостное искривление позвоночника) является основным, но не единственным симптомом. Социальная значимость СБ определяется ростом числа больных, ограничением жизнедеятельности: около 50% больных нетрудоспособны, отмечается ранняя инвалидизация больных (до 12% к 28 годам) [2; 13]. Известно, что при тяжелых формах сколиоза вследствие трехплоскостной деформации позвоночника возникает деформация ребер и грудной клетки, изменяется ее форма и нарушается нормальное взаиморасположение органов и систем всего организма[204]. При этом отмечаются изменения не только со стороны анатомии, но и функций всех органов и систем, в той или иной степени выраженности.

Таким образом, в настоящее время необходимо говорить о наличии патологического симптомокомплекса, присутствующего у больных с тяжелыми формами сколиоза, что заставляет нас рассматривать сколиоз не только в качестве деформации позвоночника, а как сколиотическую болезнь (СБ) организма в целом [29; 13; 37]. Деформации позвоночника являются частым симптомом различных нервно-мышечных заболеваний [56; 93]. Помимо сформированной вторичной деформации грудной клетки и дистопии органов средостения, при нервно-мышечных сколиозах часто имеет место нарушение иннервации дыхательной мускулатуры, что существенно ухудшает функцию внешнего дыхания [226]. В настоящее время, по данным Российских рекомендаций по дисплазии соединительной ткани, принятых в 2016г., деформации позвоночника с вторичными деформациями грудной клетки рассматриваются, с одной стороны, в качестве ведущих внешних фенотипических костно-суставных признаков дисплазии соединительной ткани (ДСТ), включающих сколиоз, кифоз, воронкообразную и килевидную деформации грудной клетки, долихостеномилию, гипермобильность суставов и др., с другой стороны – как ассоциированные с диспластическим статусом ортопедические заболевания [23].

Наибольшее негативное влияние сколиоза на жизненно важные органы проявляется в отношении сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Один из патогенетических механизмов нарушения дыхания и кровообращения - механическое (компремирующее) воздействие деформированной грудной клетки [37]. Известно, что наиболее тяжело протекает сколиоз грудного отдела позвоночника, который приводит к тяжелым вторичным деформациям грудной клетки. У этих больных формируется реберный горб на выпуклой и западение ребер на вогнутой стороне искривления [222]. Веерообразное расширение и уменьшение межреберных промежутков по выпуклой и вогнутой сторонам искривления, соответственно, приводят к ослаблению межреберных мышц и ограничению подвижности ребер а акте дыхания[159]. Высокое стояние куполов диафрагмы и её косое расположение приводят к

уменьшению объёмов грудной полости. Все это способствует повышению внутригрудного давления [16; 85]. Нарушения биомеханики дыхания и кислородная задолженность не компенсируются даже значительной гипервентиляцией легких, достигающей при 4 степени сколиоза 300%. В свою очередь, рестриктивные и обструктивные нарушения у больных сколиозом ведут к изменению функционального состояния сердечно-сосудистой системы в связи с развитием легочной гипертензии, гипертрофии и дилатации правых отделов сердца [121]. При клиническом исследовании больных с грудным сколиозом выявлено развитие гипертрофии миокарда и дилатации полости правого желудочка, существенно нарастающих при 3-4 степени сколиотической болезни, увеличение легочного сопротивления и среднего гемодинамического давления в легочной артерии, что свидетельствует о формировании легочной гипертензии в малом круге кровообращения у пациентов с выраженной сколиотической деформацией позвоночника. Наряду с нарушением гемодинамики в малом круге кровообращения у больных грудным сколиозом подросткового возраста выявлено нарушение системного кровотока, связанного с со срывом адаптационных механизмов, прогрессивное уменьшение ударного объёма, минутного объёма сердца на фоне увеличения частоты сердечных сокращений, снижения среднего гемодинамического давления и повышения сопротивления как в малом, так и большом круге кровообращения[126]. Выраженные нарушения кардиогемодинамики у подростков с тяжелым быстропрогрессирующим сколиозом могут служить дополнительным показанием для хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника. Со стороны сердца при ДГК, в зависимости от ведущего патогенетического механизма условно выделяют торакодиафрагмальный синдром – вариантами торакодиафрагмального лёгочного сердца являются: астенический, констриктивный и псевдостенотический [25]. Сдавление и дистопия сердца в результате деформации грудной клетки приводит к нарушению диастолического наполнения его полостей, прежде всего,

правого желудочка. Смещение и ротация сердца ведут к перекручиванию лёгочной артерии и сужению её просвета. Наряду с повышением давления в малом круге кровообращения, связанным с гиповентиляцией участков лёгких, симпатической гиперфункцией, сопутствующей бронхолегочной патологией и гипоксией, эти изменения повышают нагрузку на правые отделы сердца с последующим развитием торакодиафрагмального синдрома [25; 31; 215].

Неотъемлемой составляющей гемодинамических нарушений является сосудистый синдром, который характеризуется поражением артерий эластического типа: идиопатическое расширение стенки с формированием мешотчатой аневризмы; поражением артерий мышечного и смешанного типов: бифуркационно-гемодинамические аневризмы, долихоэктазии удлиненных и локальных расширений артерий, патологической извитостью вплоть до петлеобразования; поражением вен (патологическая извитость, варикозное расширение вен верхних и нижних конечностей, геморроидальных и др. вен); телеангиоэктазиями; эндотелиальной дисфункцией. Изменения сосудов сопровождаются повышением тонуса в системе крупных, мелких артерий и артериол, уменьшением объема и скорости наполнения артериального русла, снижением венозного тонуса и избыточным депонированием крови в периферических венах. Сосудистый синдром, как правило, манифестирует в подростковом и молодом возрасте, прогрессируя с увеличением возраста пациентов [26]. В тоже время, по данным Кадуриной Т.И. к диагностически значимым критериям ДСТ относятся такие сосудистые аномалии как нарушения архитектоники сосудов, аномальное расположение ветви / ветвей воротной вены, атипичное количество (в норме-3), пограничное расширение / расположение печеночных вен [15]. Механизм формирования расширения печеночных вен представляется следующим образом: вторичная деформация грудной клетки, сформированная на почве структуральной деформации позвоночника, приводит к уменьшению объема грудной полости, смещению органов

средостения и повышению внутригрудного давления, что, в свою очередь, способствует снижению эффекта присасывающего действия сердца [39; 40; 38]. Увеличение диаметра печеночных вен часто сочетается с замедленным кровотоком по ним и свидетельствует о застойных явлениях в печени кардиального происхождения [9; 51]. Это, в свою очередь, приводит к формированию скрытой сердечной недостаточности на доманифестном уровне (НК-1, ФК-0). В тоже время для детей с диспластическим статусом характерен сосудистый синдром, в основе которого лежит наследственно обусловленное нарушение метаболизма коллагена сосудистой стенки [23].

В совокупности данные изменения приводят к нарушению гемодинамики (застойным явлениям) в кавальной системе и сопровождаются расширением вен печени. В связи с вышеуказанными фактами, расширение печеночных вен мы рассматривает не только как маркер скрытой сердечной недостаточности, но и как один из наиболее ранних маркеров формирования сколиотической болезни организма в целом. Не стоит забывать о том, что сколиотическая болезнь - это заболевание, развивающееся в результате соединительно-тканной дисплазии и наследственно обусловленного дефекта синтеза коллагена, при котором сколиоз, т.е. сложное многоплоскостное искривление позвоночника, является основным, но не единственным симптомом. Частота поражения внутренних органов при сколиотической болезни достигает 40-50% [6]. Установлено поражение кардиореспираторной, пищеварительной, мочевыводящей, нервно-мышечной и других систем [14]. Наиболее тяжело протекает сколиотическая болезнь на фоне грудного сколиоза, который сопровождается дисфункцией органов грудной клетки, а именно сердца и легких [24]. Развитие легочной гипертензии и "кифосколиотического" сердца при тяжелых формах сколиоза приводит к декомпенсации кровообращения уже в молодом возрасте, значительно увеличивая летальность среди наиболее трудоспособной части населения. Средняя продолжительность жизни нелеченных больных тяжелыми формами сколиоза составляет 35-40 лет [200]. В связи с этим при

сколиотической болезни особое значение приобретает изучение нарушений в кардиореспираторной системе [20].

Анализ данных литературы за последнее десятилетие свидетельствует об ограниченном количестве исследовательских работ, посвященных нарушению баланса туловища при сколиотических деформациях грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава диспластической и нейрогенной этиологии, изучению дыхательных и гемодинамических нарушений у пациентов с тяжелыми сколиотическими деформациями позвоночника. Результаты исследований нередко противоречат друг другу, что позволяет говорить об актуальности продолжения научных исследований в данном направлении. Это и определило задачи нашего исследования.

# ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

## 2.1. Общая характеристика пациентов, дизайн исследования

Научная работа выполнена в нейроортопедическом отделении с ортопедией (заведующий отделением: д.м.н. Жердев К.В.) НИИ детской хирургии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. (директор: д.м.н., проф. Фисенко А.П.) Под наблюдением находилось 280 пациентов с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии (2009-2020гг.).

В основу работы положен анализ состояния фронтального и сагиттального баланса туловища до и после оперативного лечения. В исследуемые группы включено 98 пациентов с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (**исследуемая группа 1**) и 122 пациента с нестабильностью тазобедренных суставов (**исследуемая группа 2**), которым выполнена хирургическая коррекция имеющейся опорно-двигательной патологии. Пациенты исследуемых групп были репрезентативны по полу и возрасту. Распределение пациентов по полу представлено на рис. 2.1.1.

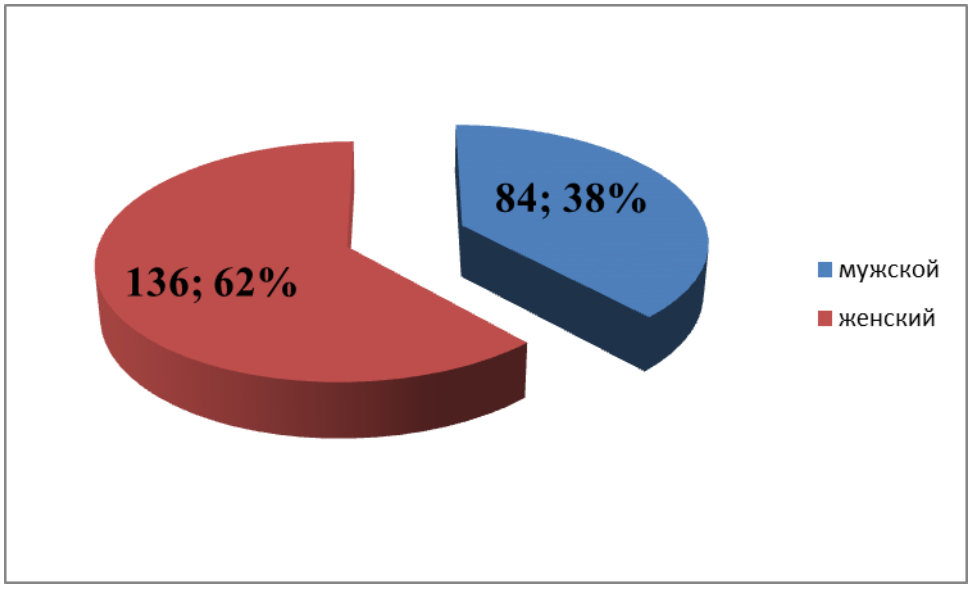



Рисунок 2.1.1. Распределение пациентов по гендерной принадлежности (n=220).

Средний возраст пациентов составил 12,6±5,63 лет. С целью структурирования исследуемых групп по возрасту все пациенты распределены по периодам детского возраста: III период - преддошкольный (1-3 года); IV - дошкольный (4-6 лет); V - младший школьный (7-11 лет); VI - старший школьный (12-17 лет). Характеристика групп исследования по возрасту представлена рис. 2.1.2.

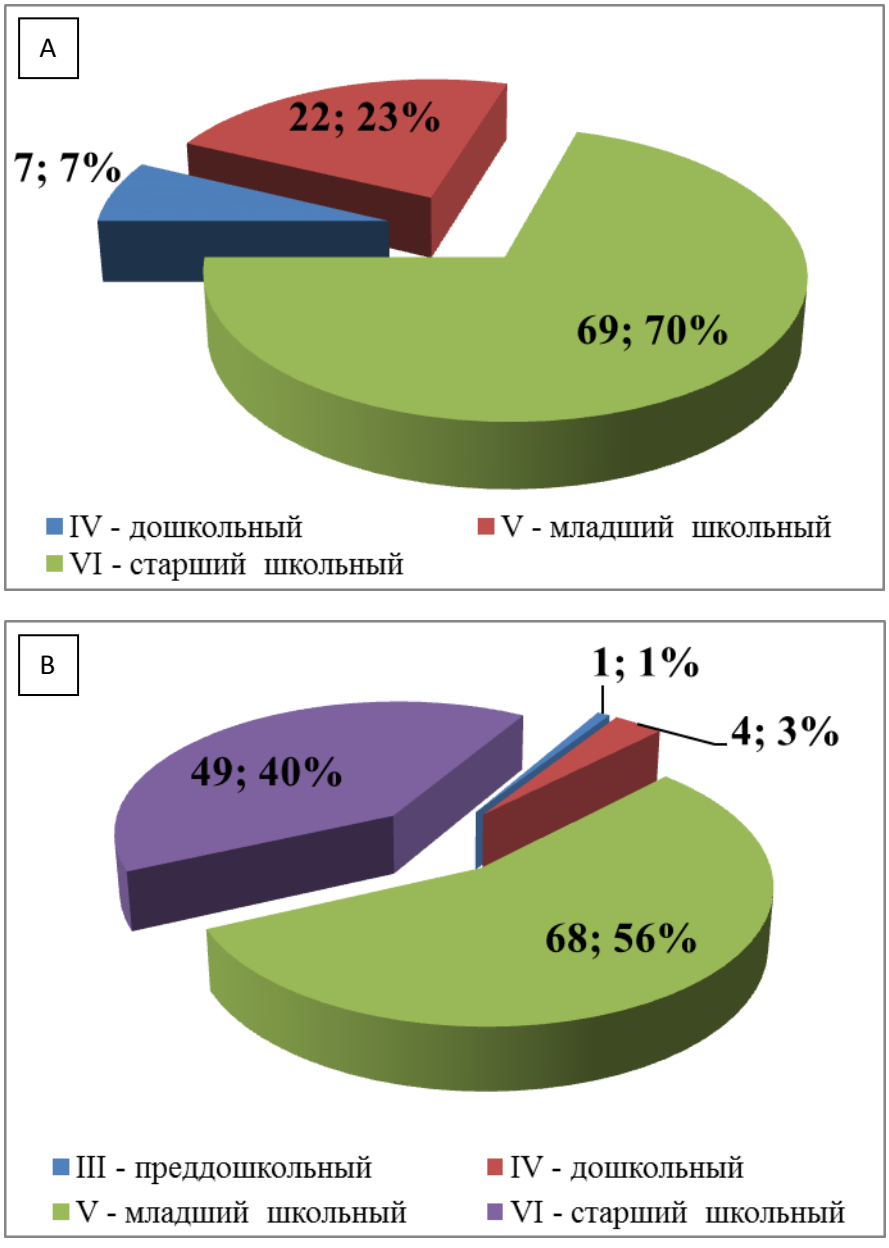



Рисунок 2.1.2. Распределение пациентов по возрастным периодам (n=220): А - исследуемая группа 1 (n=98) и В - исследуемая группа 2 (n=122; В).

Группы исследования были структурированы следующим образом: **исследуемая группа 1** состояла из 2-х подгрупп. В п**одгруппу А** вошли 73 пациента с диспластическими сколиозами и кифосколиозами. Из них: истинных диспластических сколиозов - 67 пациентов, и 6 пациентов с протяженными врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника. Пациенты с диспластическими сколиозами распределены по времени возникновения деформации, показано на рисунке 2.1.3. Классификация по времени формирования деформации крайне важна для определения тактики оперативного лечения.

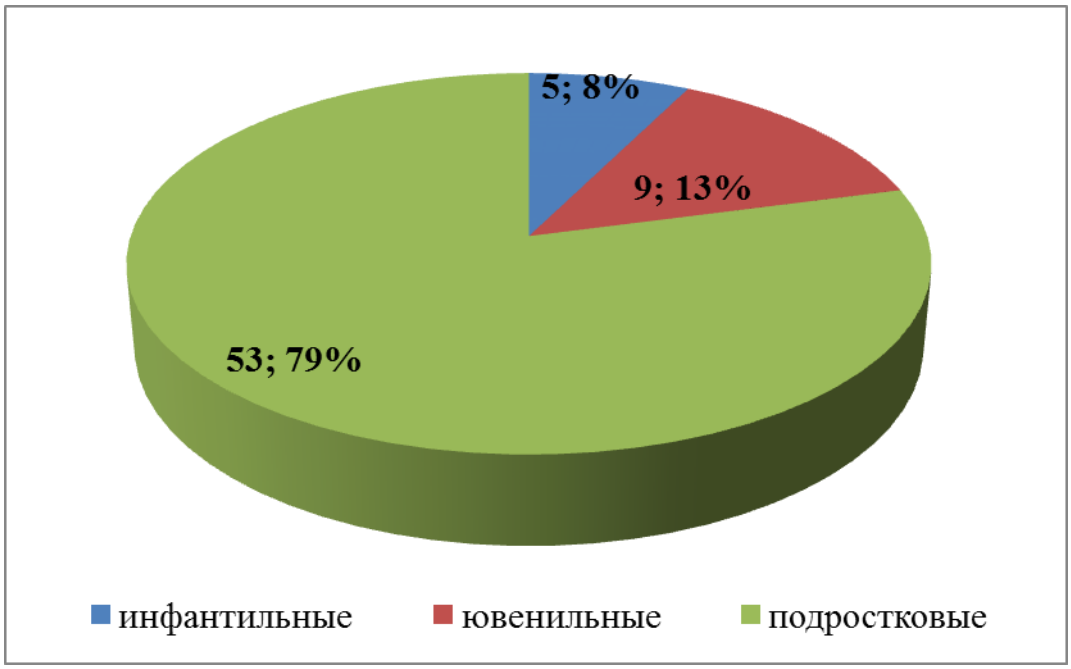



Рисунок 2.2.3. Распределение диспластических сколиозов по времени формирования деформации.

Пациенты с нейрогенными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (n=25) составили **подгруппу В**. Распределение пациентов подгруппы В по нервно-мышечным заболеваниям представлено на рисунке 2.1.4. В целом, полученное распределение пациентов соответствует данным отечественной и зарубежной литературы.

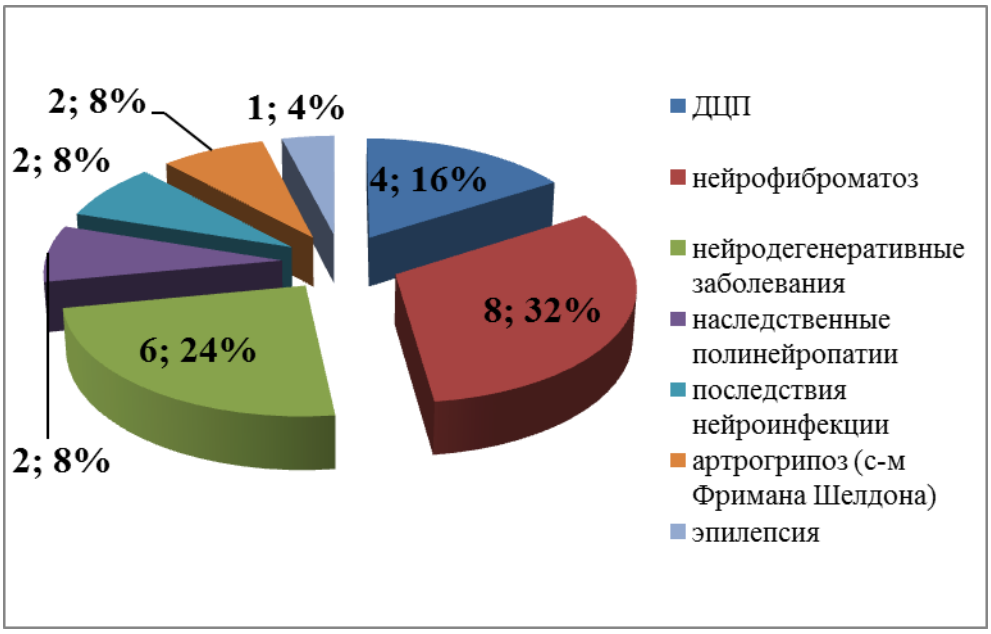



Рисунок 2.1.4. Нозологическая структура пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника (n=25).

Вторая **исследуемая группа** была представлена 2мя подгруппами. В **подгруппу С** включено 54 пациента с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов, из них: 13 пациентов с торсионными подвывихами бедер и 41 пациент – с врожденными подвывихами и вывихами бедер), а в **подгруппу D** вошло 68 пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов. Критериями включения в **первую группу исследования** послужили: наличие рентгенологически подтвержденной структуральной деформации грудного и/или поясничного отделов позвоночника III и IV степеней с соответствующим распределением по подгруппам в зависимости от этиологии; для пациентов с нейрогенными деформациями – возможность самостоятельного передвижения, что соответствует с I по III уровни – GMFCS (Gross Motor Function Classification System - для пациентов с детским церебральным параличом (ДЦП); отсутствие противопоказаний к проведению оперативного лечения со стороны сопутствующей соматической патологии.

Учитывая значительное количество сопутствующих соматических заболеваний у детей исследуемых групп, всем пациентам проводили

комплексное обследование с учетом современных принципов мультидисциплинарного подхода, при тесном взаимодействии с педиатрами, неврологами, пульмонологами, кардиологами и другими узкими специалистами. Пациентам с ДЦП определяли форму и уровень сформированности «больших» моторных функций с помощью GMFCS (Gross Motor Function Classification System) – описательной системы, учитывающей степень развития моторики и ограничения движений в повседневной жизни. В случаях деформаций позвоночника вследствие иной неврологической патологии, обследование каждого пациента производилось совместно с неврологами и другими узкими специалистами Центра: педиатрами, кардиологами, пульмонологами и т.д. Решение вопроса о хирургической коррекции принималось с помощью консилиумов. Такой подход, на наш взгляд, позволяет дифференцированно подходить к объему оперативного вмешательства.

Критериями включения во **вторую группу** были: наличие рентгенологически подтвержденной нестабильности тазобедренного сустава с дефицитом покрытия головки бедренной кости вертлужной впадиной 20% и более в сравнение с возрастной нормой (подгруппа C), и 50% и более - для пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов. Подгруппа D представлена пациентами со спастической нестабильностью тазобедренных суставов с I по III уровни GMFCS. По уровням двигательного развития пациенты распределились следующим образом: уровень I имел место у 2-х больных, II - у 19-ти, III – у 47 пациентов. К критериям исключения были отнесены: пациенты, не способные к самостоятельному вертикальному передвижению (например: вследствие тяжести имеющихся неврологических нарушений у пациентов с ДЦП - IV и V уровней GMFCS), ранее перенесенные оперативные вмешательства на грудном и поясничном отделе позвоночника и тазобедренных суставах.

В качестве **референсной группы** отобрано 60 условно-здоровых детей, обследованных амбулаторно в консультативно-диагностическом центре ФГАУ «НМИЦ Здоровья Детей» Минздрава России. Пациенты референсной группы представлены детьми и подростками, которым выполнялось ортостатическое рентгенологическое исследование в связи с подозрением на деформацию позвоночника или спондилолиз (в т.ч. - спондилолистез), которые выявлены не были. Референсная группа репрезентативна по полу и возрасту с группами исследования.

Исследование проводилось в 2 этапа. Первым этапом были проанализированы клинические и рентгенологические локальные параметры, связанные с имеющейся ортопедической патологией. Затем произведена оценка фронтального и сагиттального баланса туловища. Выполнен корреляционный анализ между некоторыми параметрами локальных изменений и рентгено-ангулометрическими параметрами баланса туловища. Полученные цифровые данные сопоставляли с референсными значениями. Вторым этапом произведен анализ тех же параметров после выполненного оперативного лечения. Послеоперационные показатели так же сравнивали с данными, полученными в референсной группе. Параметры баланса туловища определяли у пациентов во всех подгруппах до и после хирургической коррекции соответствующей ортопедической нозологии, проведен сравнительный анализ полученных показателей, на основании которого выявлены особенности состояния баланса туловища. Затем произведена сравнительная оценка качества жизни до и после оперативного лечения. Представленный дизайн исследования (рисунок 2.1.5.) позволил внести коррективы в тактику ортопедической коррекции баланса туловища у данной категории больных.

В ходе исследования применялись следующие методы обследования пациентов: клинические, лучевые (рентгенография, компьютерная томография, в том числе – контрастные методы исследования, магнитно-

резонансная томография), методы функциональной диагностики (исследование функции внешнего дыхания, ультразвуковые методы исследования), лабораторные и другие.




Рисунок 2.1.5. Дизайн исследования.

## 2.2. Методы исследования

### 2.2.1. Клиническое обследование пациентов с деформациями позвоночника

Клиническое обследование начиналось со сбора жалоб. Наиболее частыми жалобами были: наличие косметического дефекта, утомляемость после длительного нахождения в вертикальном положении (стоя или сидя), боли в спине, ограничение двигательного режима (как правило - для пациентов с нервно-мышечным заболеванием), нарушение походки (во всех случаях при клинически значимом дисбалансе туловища), ограничение наклонов туловища.

В анамнезе болезни выясняли сроки формирования деформации, темпы ее прогрессирования, эффективность предшествующих консервативных методов лечения, наличие сведений о ранее выполненных оперативных вмешательствах, особенно на опорно-двигательном апарате, наличие или отсутствие вторичных половых признаков, детали семейного анамнеза; в случаях нейрогенной деформации позвоночника обязательно выясняли возраст первичной постановки неврологического заболевания, его проявления в динамике. Изучали имеющиеся рентгенологические данные в динамике.

Осмотр пациента начинали спереди, с оценки отклонения туловища (по отвесу, который устанавливался на уровне яремной вырезки грудины), определяли асимметрию надплечий, грудных желез и высоту треугольников талии; измеряли отклонение пупка от линии отвеса, расстояние от линии отвеса до сосков справа и слева, расстояние от мечевидного отростка до верхних подвздошных остей. Осмотр со спины производили по линии отвеса, опущенного с остистого отростка С7 позвонка и оценивали следующие топографические ориентиры: соотношение межъягодичной складки по отношению к линии отвеса, отклонение вершины дуги деформации, симметрию и высоту стояния лопаток (по отношению к горизонтальной плоскости); отмечали наличие поперечных кожных складок на туловище, сформированных из-за деформации позвоночника, выполняли пальпацию паравертебральных мышц с целью оценки их тонуса и степени развитости. Важным элементом ортопедического осмотра было выполнение теста Адамса (в положении стоя, с наклоном пациента вперед с опущенными руками). Данный клинический тест позволяет оценить форму реберной деформации (пологая или остроконечная), измерить ее высоту, глубину западения ребер на вогнутой стороне деформации. Осмотр сбоку позволяет оценить степень сформированности физиологических изгибов позвоночника, наличие или отсутствие признаков сагиттального баланса туловища при приложении

отвеса к козелку (он должен проходить на уровне большого вертела бедренной кости). Клинический осмотр пациента с деформацией позвоночника обязательно включал оценку перекоса таза, амплитуды движений суставов нижних конечностей, оси нижних конечностей, неравенство их длины (путем измерения сантиметровой лентой абсолютной и относительной длин конечностей), наличия деформации стоп. Оценка неврологического статуса проводилась совместно с врачом - неврологом. У пациентов с нейрогенной деформацией позвоночника оценивали степень и паттерн поражения мышц. У пациентов со спастическими формами ДЦП оценивали уровень сформированности больших моторных функций по GMFCS, паттерн спастичности.

Вышеописанная схема клинического осмотра пациентов с деформацией позвоночника представлена на рис. 2.2.1.1. Красными линиями и стрелками указаны основные топографические ориентиры туловища, их асимметрии и смещения относительно друг друга, деформация грудной клетки, клинические признаки фронтального дисбаланса в виде перекоса таза и смещения линии отвеса во фронтальной плоскости.

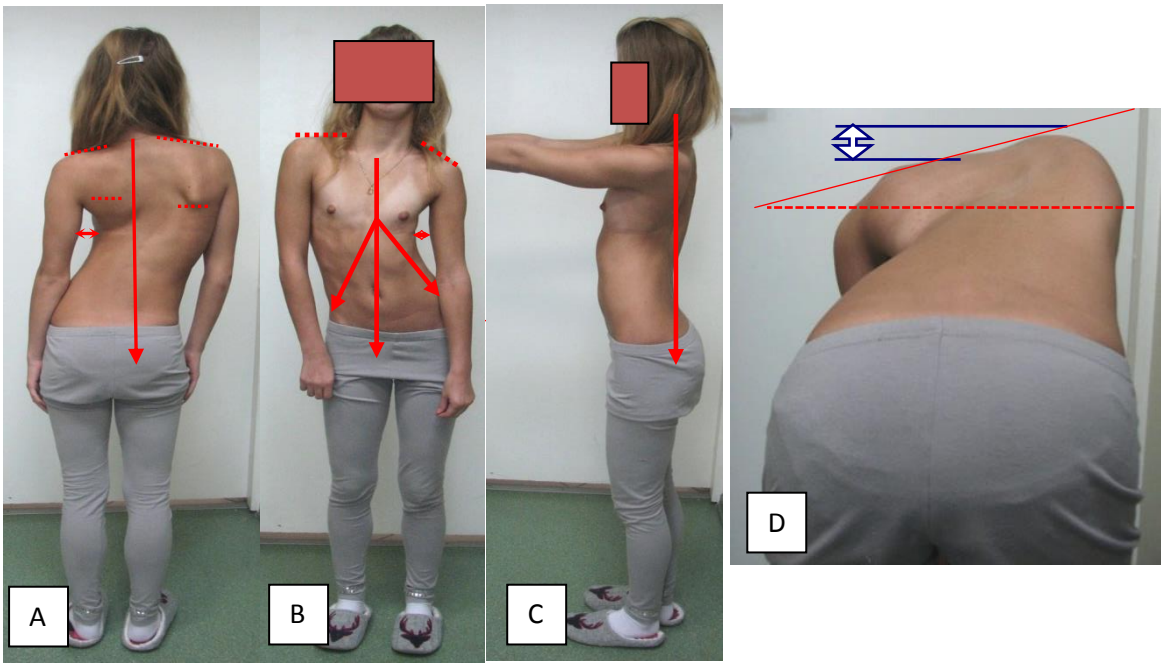



Рисунок 2.2.1.1. Клиническое обследование осмотра пациента: сзади (A), спереди (B), сбоку (C), тест Адамса(D).

### 2.2.2. Клиническое обследование пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов

Клиническое обследование пациентов с нестабильностью тазобедренного сустава имеет важное практическое значение для последующего определения плана диагностических мероприятий и выбора тактики хирургической коррекции.

Жалобы пациентов с нестабильностью тазобедренного сустава: дети в возрасте до 6-7 лет часто вообще не предъявляют каких-либо жалоб, т.к. болевой синдром отсутствует, при этом у больных с диспластической нестабильностью функция ходьбы не нарушена, выраженные нарушения походки чаще отмечаются при сопутствующей неврологической симптоматике или высоком врожденном вывихе бедра; движения в суставах, как правило, не ограничены (в случаях спастической нестабильности могут быть жалобы на нарушение подвижности в суставах вследствие спастического синдрома - аддукторный спазм, ректус-синдром и т.д.). Родителям ребенка в подобных ситуациях бывает непросто согласиться на проведение операции, когда в качестве аргумента для оперативного лечения представляются только данные стандартного рентгенологического исследования, понятные специалистам, особенно при двухсторонних поражениях (избыточная антеверсия шейки или соха valga), когда невозможно использовать метод сравнения. Хирург должен помнить, что не бывает болезни без клинических ее признаков. Задача врача с помощью конкретных вопросов показать пациенту и его родителям, что отклонения в здоровье со стороны тазобедренного сустава все же имеются. Необходимо обратить их внимание на то, как ребенок переносит физическую нагрузку, меняется ли походка и требуется ли отдых во время ходьбы, наличие каких-либо неудобств или чувства дискомфорта в области тазобедренных суставов в обыденной жизни при выполнении повседневных дел. Имеет значение отставание

ребенка от своих сверстников во время подвижных игр или попытки отказа от участия в них, наличие жалоб при выполнении физических упражнений (Майоров А.Н., 2009).

В анамнезе болезни выясняли характер начала заболевания и его дальнейшее течение на основании медицинской документации и личного архива рентгенограмм, ранее выполненных методов обследования и лечения; в случаях нейрогенной, в т.ч. – спастической нестабильности тазобедренных суставов, обязательно выясняли возраст первичной постановки неврологического заболевания (ДЦП), уточняли характер ограничений физической активности. Большое внимание уделяли возрасту начала ходьбы, выяснению потенциала прогрессирования деформаций скелета (выявление фазы «быстрого» роста скелета).

Основной особенностью клинического обследования пациентов со спастической нестабильностью тазобедренного сустава является наличие спастических синдромов, в том числе, аддукторный спазм. Осмотр таких больных лучше проводить в присутствии родителей, при этом необходимо продемонстрировать им все выявленные нарушения. В случаях с четко выраженной клинической картиной: нарушение походки, неравенство длин конечностей, ограничение движений, наличие клинических признаков дисбаланса туловища (путем приложения отвеса, как описано выше, при деформациях позвоночника). В ситуациях, когда клиника недостаточно выражена, необходимо обращать внимание родителей на выявленные особенности ортопедического обследования детей. Необходимо детально исследовать походку, нередко можно выявить признаки щадящей походки даже при отсутствии суставного болевого синдрома, когда ребенок избегает полностью нагружать пораженную конечность, что ведёт к укорочению длины шага на здоровой стороне. Данное нарушение, по мнению В.О.Маркса, легко распознается по «звуку ходьбы» (по изменению звукового ритма шагов). Объективизировать этот признак можно путём выполнения раздельного

взвешивания пациента так, чтобы нижние конечности находились на разных, поставленных рядом друг с другом, двух напольных весах. Так можно выявить нарушение опороспособности нижних конечностей. Разница полученных значений в 10% и более указывает на отчетливое нарушение опороспособности конечности.

При исследовании амплитуды движений в тазобедренных суставах необходимо обращать внимание на разницу амплитуды пассивных и активных движений, если она значительна. В норме объем пассивных движений больше активных в пределах 5-10°. Амплитуда отведения и внутренней ротации при нестабильности тазобедренного сустава снижается чаще всего. Для оценки амплитуды движений необходимо использовать угломер (гониометрия). Оценку внутренней ротации можно выполнять в положении на спине при выпрямленной ноге и в том же положении, но уже при сгибании нижней конечности в тазобедренном и коленном суставах под углом в 90°. Функцию внутренней ротации можно исследовать в положении на животе, при сгибании в коленных суставах под прямым углом. Оценка ротационных движений показана на рис.2.2.2.1.

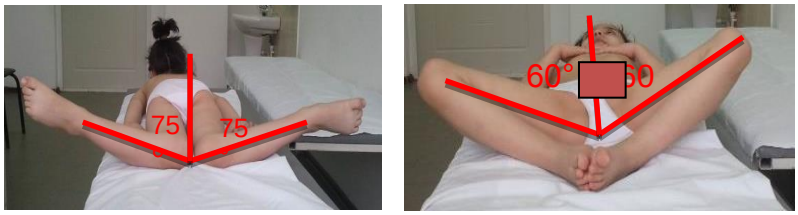



Рисунок 2.2.2.1.Оценка ротационных движений в ТБС.

Для выявления скрытой сгибательной контрактуры в тазобедренном суставе использовали прием Томаса, который заключается в устранении поясничного лордоза путем максимального сгибания здоровой ноги в тазобедренном суставе, при этом происходит сгибание бедра на стороне поражения под углом, равным сгибательной контрактуре. При гониометрической оценке движений в ТБС при односторонней нестабильности проводили сравнение полученных значений с

контралатеральным суставом (принцип индивидуальной нормы). При двухсторонней нестабильности мы ориентировались на референсные значения, которые представлены в таблице 2.2.2.1. Полученные гониометрические данные обязательно фиксировались, что позволяет в динамике судить о результатах лечения.

Таблица 2.2.2.1. Референсные значения гониометрической оценки амплитуды движений в тазобедренном суставе.

| **Амплитуда движений в тазобедренных суставах** | **Референтная группа, в градусах** |
|---|---|
| Отведение | 47,6±5,12 |
| Приведение | 21,8±4,56 |
| Сгибание | 118,3±6,43 |
| Разгибание | 15,2±3,22 |
| Наружная ротация | 46,1±7,54 |
| Внутренняя ротация | 47,2±7,41 |

Одним из значимых симптомов у пациентов с нестабильностью тазобедренного сустава является феномен Тренделенбурга. Больной стоит спиной к врачу на исследуемой ноге, а вторую сгибает в тазобедренном и коленном суставах до 90°. В норме таз приподнимается на стороне поднятой ноги, межягодичная складка наклоняется в сторону нагружаемой конечности. При слабости ягодичных мышц, вследствие критического сближения большого вертела с тазом (имеются и другие причины - парез указанных мышц), ягодичная складка отклоняется, а таз опускается в сторону поднятой ноги, в этом случае говорят о положительном симптоме Тренделенбурга). При исследовании данного феномена имеется следующая особенность у пациентов, которые имеют дефицит покрытия головки бедренной кости спереди, вследствие скошенной крыши или избыточной антеверсии шейки (К.В. Жердев, 2018). При исследовании симптома Тренделенбурга они сгибают опорную

ногу на 15 – 20 °, если их попросить увеличить сгибание поднятой ноги свыше 90° (уменьшается поясничный лордоз). Затем просим больного повторить прием, но при этом устанавливаем опорную ногу в положение внутренней ротации 30-50°, при таком исследовании сгибание в тазобедренном суставе опорной ноги не происходит. С нашей точки зрения, в данной ситуации можно говорить о приспособительной реакции тела, заключающейся в наклоне таза кпереди с целью увеличения покрытия головки бедра и является признаком включения механизмов компенсации сагиттального дисбаланса туловища вследствие нестабильности тазобедренных суставов.

В случае наличия признаков формирования вторичной деформации позвоночника необходимо оценить имеющиеся клинические признаки (см. в разделе «Клиническое обследование пациентов с деформациями позвоночника»). При оценке ортопедического статуса выявляли также контрактуры коленных и голеностопных суставов, перекос таза. Необходимо помнить, что на гониометрическую оценку амплитуды движений в тазобедренных суставах при спастической нестабильности у детей с ДЦП большое влияние оказывает наличие спастических синдромов, а именно: спастичность подвздошно-поясничной мышцы, аддукторный спазм, hamstring-синдром, rectus- синдром.

## 2.3. Рентгенологическое обследование пациентов с деформациями позвоночника и тазобедренных суставов

Результаты лучевых методов исследования, таких как: рентгенография, компьютерная томография и магнитно-резонансная томография в ортопедии являются ключевыми для определения тактики оперативного лечения пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов.

### 2.3.1. Особенности рентгенологического обследования пациентов с деформациями позвоночника.

На основании лучевых методов исследования при деформациях позвоночника мы оценивали локализацию, степень, форму деформации, ее мобильность, индивидуальные анатомические особенности, это позволяет проводить полноценное предоперационное планирование и прогнозирование степени хирургической коррекции.

На стандартных обзорных и прицельных рентгенограммах в прямой проекции выявляли: наличие, форму и локализацию стратегически важных позвонков, включенных в деформацию (апикальные, нейтральные), степень тяжести и протяженность деформации позвоночника во фронтальной плоскости, степень формирования или «зрелости» спондилодеза в случае ранее перенесенных оперативных вмешательств или наличия аномалий развития при врожденных деформациях позвоночника. Оценка угла сколиотической деформации производилась по Cobb после предварительной идентификации нейтральных и вершинных позвонков для каждой из имеющихся сколиотических дуг. Угол деформации оценивали при пересечении касательных или опущенных от них перпендикуляров по верхней замыкательной пластинке верхнего нейтрального позвонка и нижней замыкательной пластинке нижерасположенного нейтрального позвонка. Первой степени тяжести сколиотической деформации соответствовала деформация до 9°, второй – до 24°, третьей – от 25° до 74° и четвертой – свыше 75°. По прямым рентгенограммам также анализировали состояние баланса туловища. Основным признаком прогрессирования деформации позвоночника является нарастание угла деформации, которое фиксируется в динамике по данным спондилограмм. При отсуствии подобного личного архива рентгенограмм, прогнозирование прогрессирования деформации выполняется с учетом величины угла деформации в ортостатическом положении (по методу Cobb) с учетом теста Риссера, который оценивается по

степени зрелости апофиза гребня крыла подвздошной кости, как показано на рисунке 2.3.1.1. Окостенение гребня крыла подвздошной кости происходит в направлении спереди – назад. Крыло подвздошной кости делится на 4 равные части. Отсутствие признаков оссификации (Риссер – 0), соответствует самому высокому потенциалу роста скелета, а следовательно – самому высокому потенциалу прогрессирования деформации. Риссер - 5 свидетельствует об окончании роста скелета, а следовательно – о низком потенциале прогрессирования деформации. Однако, необходимо помнить, что завершённый рост скелета не исключает возможности прогрессирования имеющейся деформации, особенно это касается пациентов с нейрогенными деформациями.

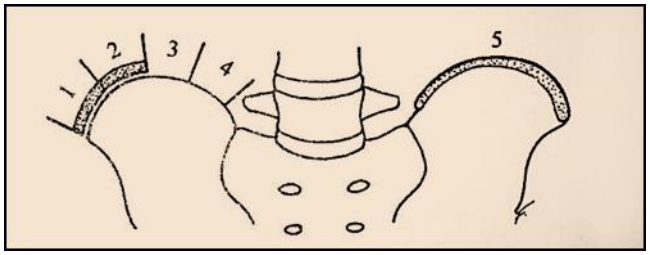



Рисунок 2.3.1.1. Тест Риссера.

По латеральным рентгенограммам оценивали сагиттальный профиль позвоночника: анализировали параметры сагиттальной деформации, выраженность физиологических изгибов позвоночника, состояние сагиттального баланса туловища. Обзорные рентгенограммы позволяют также выявить индивидуальные анатомические особенности, которые учитывались при планировании оперативного вмешательства. Методом измерения клиновидности межпозвонковых дисков по Cobb (их лордозирование, кифозирование и сколиозирование) производился анализ влияния сагиттальной деформации на смежные двигательные сегменты позвоночника.

С целью выявления динамических характеристик деформации позвоночника выполняли функциональные спондилограммы: оценивали угол деформации в положении лежа. В частности, выполняли bending- тест (с боковыми наклонами туловища или со сгибанием и разгибанием при

преобладании деформации в сагиттальной плоскости) с целью определения мобильности или ригидности деформации позвоночника, определения наличия и степени сращения элементов позвоночника, выявления признаков нестабильности не только в сегментах, включенных в деформацию, но и позвоночных двигательных сегментах (ПДС) в выше и ниже расположенных отделах позвоночника. Одним из важных показателей стабильности позвоночника являлся индекс стабильности по А.И. Казьмину (1961), который рассчитывается как отношение угла деформации в положении лежа к углу деформации в положении стоя. При ригидных деформациях индекс стабильности приближается к единице, а при мобильных он составляет 0,7 и менее. Данный показатель мы применяли у пациентов с диспластическими сколиозами для определения тактики лечения, в частности – для обоснования необходимости выполнения передней мобилизации позвоночника и как маркер потенциала прогрессирования деформации: чем выше индекс стабильности, тем ниже потенциал прогрессирования деформации, и наоборот. Клинический пример выполнения функциональной спондилографии продемонстрирован на рисунке 2.3.1.2. и 2.3.1.3.

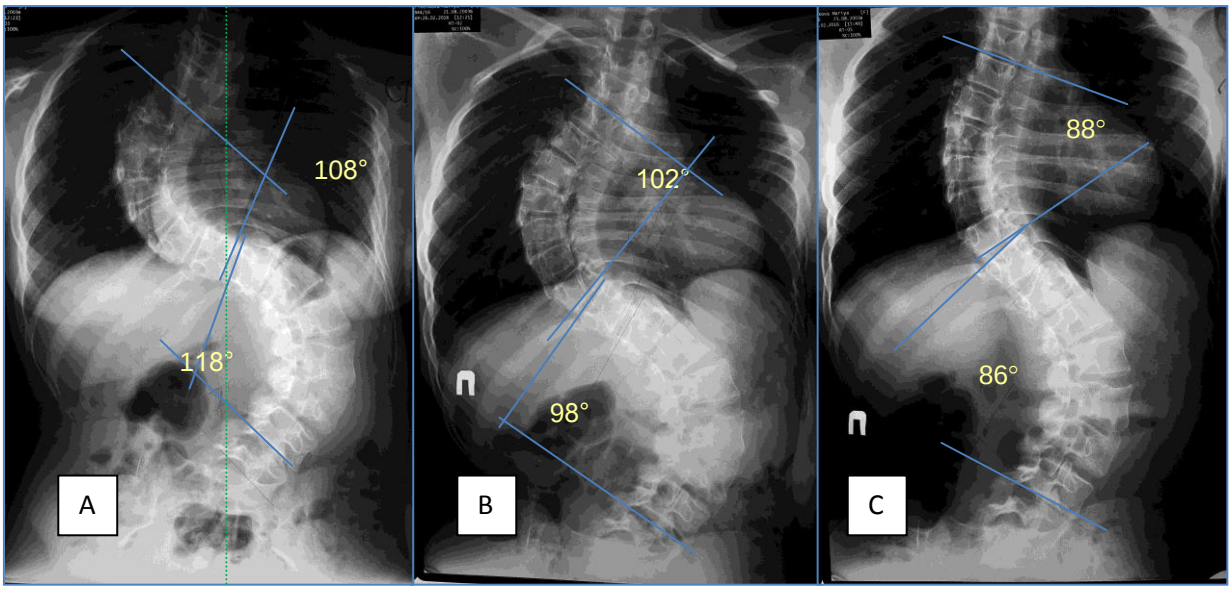



Рисунок 2.3.1.2. Функциональные прямые спондилограммы стоя (А), лежа (В) и с вытяжением, или тракционный тест (С). Индекс стабильности по Казьмину = 0,95, Тест Риссера – III.

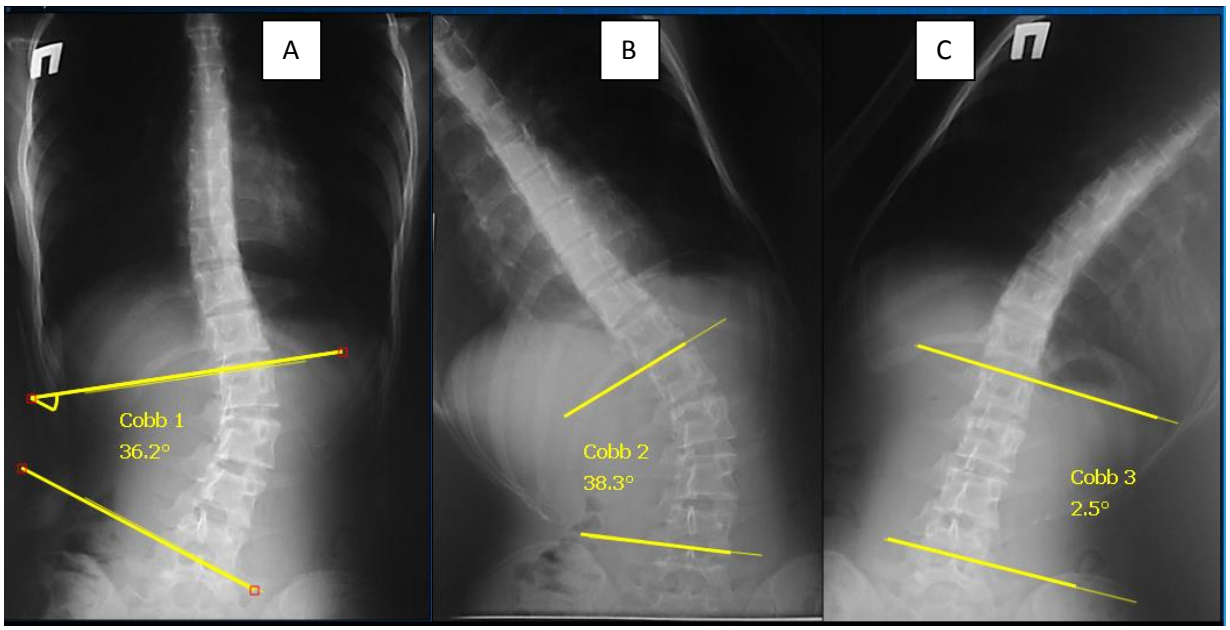



Рисунок 2.3.1.3. Функциональные спондилограммы с выполнением bending-теста: лежа (A), с наклоном туловища вправо (B) и с наклоном влево (C).

Компьютерная томография (КТ) с мультипланарной реконструкцией являлась обязательной составляющей предоперационного планирования хирургической коррекции деформации позвоночника. КТ выполнялась с целью выявления индивидуальных анатомических особенностей, планирования нюансов установки металлоимплантов и уточнения необходимых размеров, выявления стеноза позвоночного канала на вершине деформации и исключения наличия интраканальных новообразований или аномалии развития позвоночного канала. КТ позволяет оценить состояние дугоотростчатых суставов, наличие костных сращений между элементами позвоночника. При тяжелых деформациях позвоночника, в ряде случаев, КТ дополняли миелографией. Контрастирование дурального мешка выполняли для детальной визуализации патологических изменений в позвоночном канале, связанных с тяжелой деформацией позвоночника. Миелография проводилась с использованием водорастворимого контраста «Омнипак» или «Визипак», который вводился в асептических условиях путем выполнения люмбальной пункции в L3-L4, L4-L5 промежутках, с проведением ликвородинамических проб Стуккея и Квекенштедта для контроля состояния

ликвородинамики. Далее, в положении лежа с приподнятым тазовым концом, на лежачей каталке пациента транспортировали в рентгенологическое отделение, где выполнялись стандартные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях, а при необходимости - функциональные (в положении сгибания и разгибания, или боковыми наклонами туловища). Затем пациент транспортировался в кабинет КТ. Необходимо отметить, что КТ с миелографией для нашей клиники не является рутинным исследованием и выполняется по строгим показаниям, когда по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) выявляли признаки компрессии невральных структур, что продемонстрировано на рисунке 2.3.1.4. В данном случае КТ с миелографией выполнялось, поскольку на МРТ выявлено сужение передне-заднего размера спинного мозга на вершине деформации со смещением его кпереди.

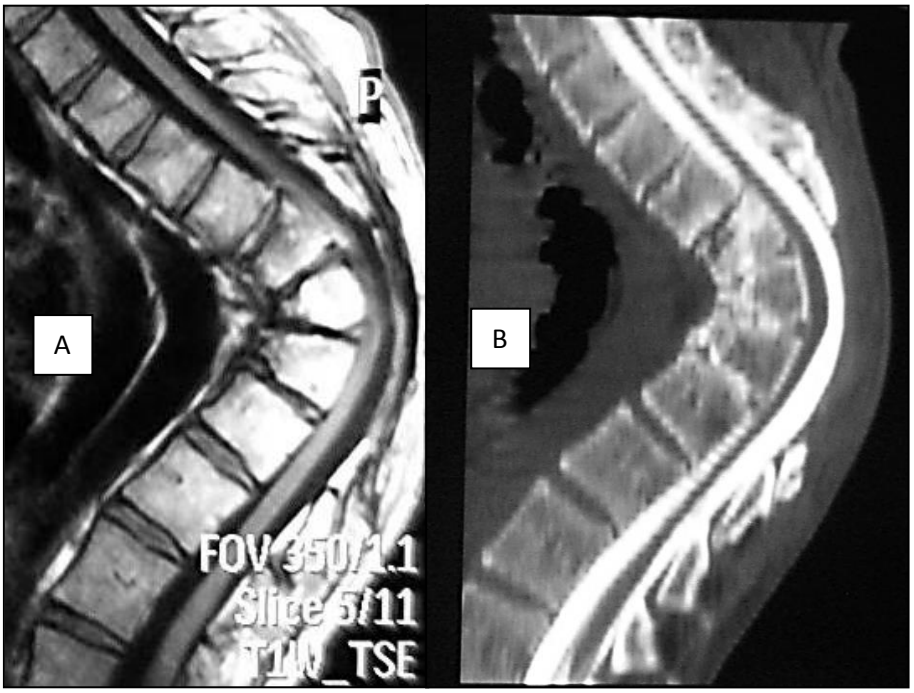



Рисунок 2.3.1.4. Магнитно-резонансная томограмма(А), миелография с компьютерной томографией (В).

МРТ выполнялась на аппарате с напряженностью магнитного поля 3Т. МРТ – единственный метод, позволяющий визуализировать спинной мозг на всем протяжении в ортогональных плоскостях, его компрессию костными

структурами, отек, кровоизлияние или дегенерацию. Благодаря МРТ, мы уточняли состояние мягких тканей: дисков, связок и их патологические изменения и/или повреждения. В ряде случаев, исследование выполнялось и в послеоперационном периоде. Использовать данные МРТ и КТ возможно с целью косвенной оценки ригидности деформации по состоянию межпозвонковых дисков, связочных структур и дугоотростчатых суставов.

Суперселективная спинальная ангиография. Ангиографическое исследование позволяет выявить особенности индивидуального спинального кровообращения у пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника. Ангиографическое исследование выполнялось по строгим показаниям: наличие грубой деформации позвоночника, локализация которой совпадает с наиболее вероятным расположением источников кровоснабжения спинного мозга, запланированное выполнение 3-хколонных остеотомий позвоночника (для выявления взаимоотношения вершины деформации и крупных сосудов, в том числе - участвующих в кровообращении спинного мозга), наличие аномалий развития позвоночника. Известно, что у больных с тяжелыми деформациями позвоночника имеется собственная индивидуальная организация спинального кровоснабжения, которая существенно влияет на принятие решения о тактике оперативного лечения, зависящей от типа спинального кровообращения, взаимоотношения анатомии спинальных артерий к вершине деформации позвоночника, наличия и степени выраженности вертебромедуллярного конфликта, проходимости системы передней спинальной артерии, наличия и степени выраженности коллатералий. На рис. 2.3.1.5. приведен пример выполнения аортографии и суперселективной ангиографии.

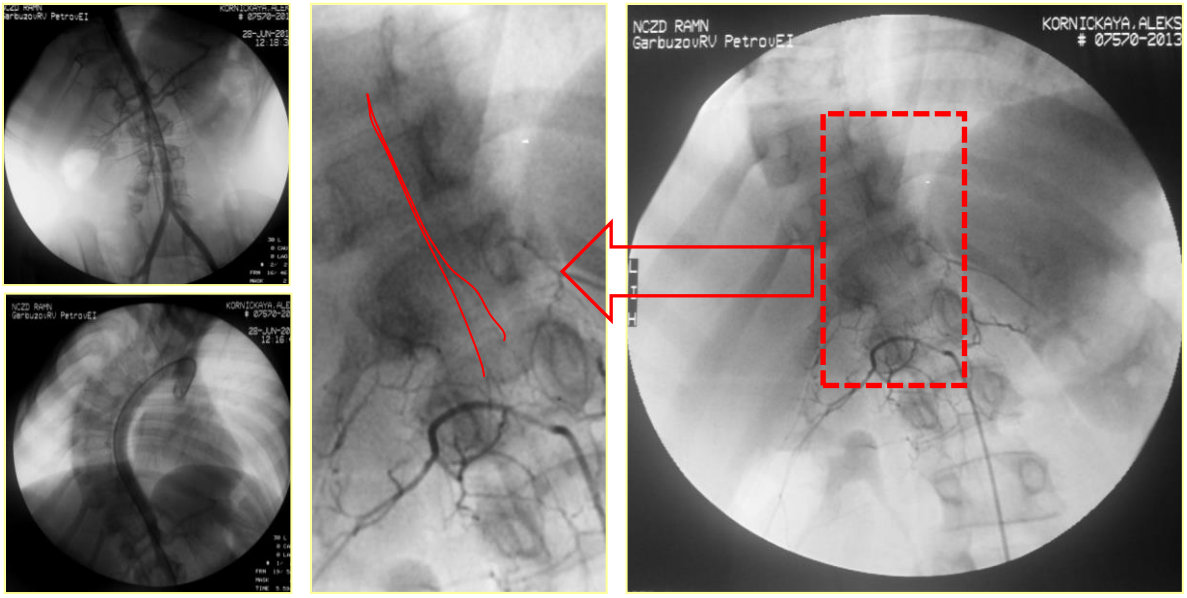



Рисунок 2.3.1.5. Пример выполнения аортографии (А) и суперселективной ангиографии (В) пациентки, 11 лет, с диагнозом: Нейрогенный правосторонний грудной кифосколиоз IV степени, декомпенсированный. Аномалия развития пояснично-крестцового отдела позвоночника. Менингорадикулоцеле. Spina bifida L4-S5. Состояние после оперативного лечения спино-мозговой грыжи, отсечения фиксированной терминальной нити спинного мозга. Нижний вялый парапарез с нарушением функций тазовых органов (по типу недержания). По данным аортографии отмечено типичное расположение аорты в соответствии с деформацией позвоночника. При суперселективном исследовании сегментарных артерий на уровне L1 удалось законтрастировать среднюю артерию Адамкевича, отходящую от правой поясничной артерии. От устья левой диафрагмальной артерии на уровне Th12 позвонка также контрастируется средняя артерия Адамкевича. Верхнюю и нижнюю артерии Адамкевича законтрастировать не удалось вследствие их выраженной гипоплазии. Это позволило сделать вывод о наличии у пациентки магистрального типа спинального кровообращения. В связи с выявленными особенностями индивидуального спинального кровообращения принято решение о двухэтапном оперативном лечении: первым этапом – наложение системы для гало-пельвик тракции с целью получения предварительной коррекции деформации во времени,

отслеживая изменения в неврологическом статусе, вторым этапом – дорсальная коррекция и фиксация деформации металлоконструкцией.

### 2.3.2. Особенности рентгенологического обследования пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов

Анализ рентгено-ангулометрических характеристик является определяющей составляющей в планировании хирургической коррекции нестабильности тазобедренных суставов. Стандартная рентгенография тазобедренных суставов включает выполнение рентгенограммы в прямой проекции (обзорный снимок): в нейтральном положении нижних конечностей, с отведением и максимальной внутренней ротацией. Основные рентгено-ангулометрические показатели тазобедренного сустава анализируются в нейтральном положении нижних конечностей. Анализ показателей рентгено-анатомических взаимоотношений в тазобедренном суставе проводили путём определения шеечно-диафизарного угла (ШДУ), степени костного покрытия головки бедренной кости (СКП), ацетабулярного индекса (АИ), угла патологической антеторсии (АТ), угла вертикального соответствия (УВС), угла Виберга (УВ), и т.д. по Садофьевой В.И. Для непосредственной рентгенологической оценки стабильности тазобедренного сустава использовали критерии, предложенные Садофьевой В.И. (1986), которые были сформулированы следующим образом:

- угол вертикального соответствия (норма 85-90°);
- степень костного покрытия (норма 0,75-1);
- коэффициент костного покрытия (норма 1-1,1);
- угол горизонтального соответствия (норма не менее 20°).

Отклонение от нормы хотя бы одного из указанных показателей является основанием для констатации нестабильности сустава.

Оценка рентгено-ангулометрических показателей тазобедренного сустава производилась с определением шеечно-диафизарного угла (ШДУ),

степени костного покрытия головки бедренной кости, ацетабулярного угла (АУ), патологической антеторсии (АТ), угла вертикального соответствия (УВС), угла Виберга, и т.д. Оценка патологической антеторсии выполнялась путем парной оценки прямой нейтральной и функциональной рентгенограмм.

Одним из ключевых рентгенометрических показателей тазобедренного сустава является ШДУ (угол инклинации шейки бедренной кости). Измеряется путем оценки угла между линиями, проведенными по оси шейки и диафиза бедра. Величина его изменяется в различных возрастных группах, однако в референтной группе пациентов, которые по полу и возрасту однородны с пациентами исследуемой группы, нами подсчитано среднее значение ШДУ равное 124°.

Угол антеторсии бедренной кости (АТ) образован осью коленного сустава, проведённой через мыщелки бедренной кости и линией, проведённой через середину шейки и головки бедренной кости. В среднем, составляет при рождении 15-57° (среднее — 32°), 20—50° (34°) у 1—3-х летних детей, 12—38° (25°) у 4—6-летних детей и 25—37° (12°) - у взрослых. Феномен уменьшения с возрастом угла антеторсии объясняется началом ходьбы и вертикализацией тела. Избыточная антеторсия сопровождается нарушением центрации головки бедра по отношению вертлужной впадины и проявляется особенностью походки ребёнка —с внутриротационной установкой нижних конечностей.

Угол вертикального соответствия (УВС) - угол, образованный при пересечении касательной ко входу в вертлужную впадину и продольной оси шейки бедренной кости, открыт книзу. Рентгеноанатомическими ориентирами для проведения касательной являются нижний полюс «фигуры слезы» и наружный край крыши вертлужной впадины. Величина этого угла отражает соответствие медиального наклона шейки бедренной кости и наклона плоскости входа в вертлужную впадину. После пятилетнего возраста средние значения данного параметра соответствуют 85-90°.

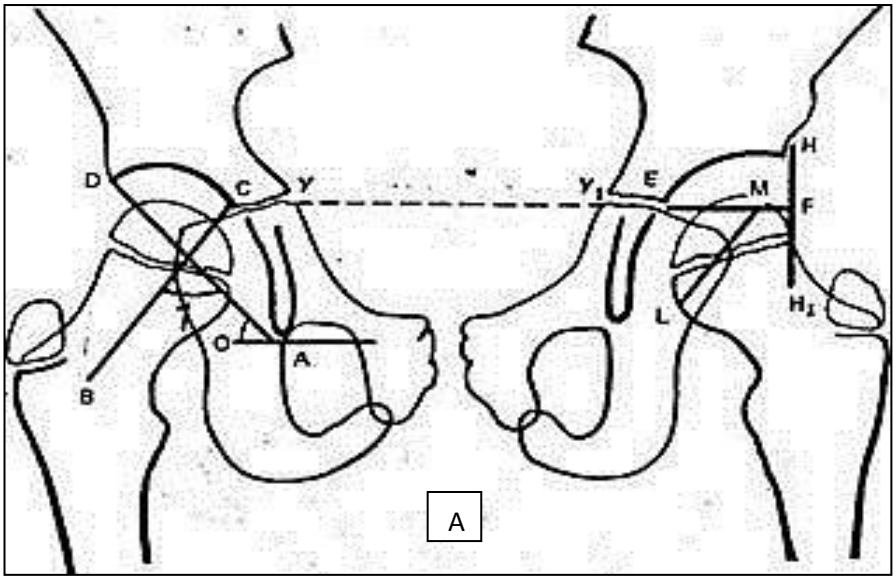
Угол Виберга (УВ) образуется в результате пересечения 2-х прямых, проведенных от геометрического центра головки бедренной кости: первая – касательная к наружному краю крыши вертлужной впадины, вторая – перпендикуляр от линии, соединяющей Y-образные хрящи. В процессе роста ребенка этот угол увеличивается: в 5-8 лет составляет, в среднем, 19°, после 13-ти лет достигает 26-30°. УВ является показателем, характеризующим ацетабулярную гипоплазию.

Степень костного покрытия (СКП) является одним из ключевых критериев стабильности тазобедренного сустава. Он оценивается по обзорной рентгенограмме, посредством проведения линии от наружного края крыши вертлужной впадины книзу, перпендикуляром линии, соединяющей Y-образные хрящи. Коэффициент костного покрытия (КП) представляет собой отношение величины вертикального диаметра головки бедренной кости к величине протяженности крыши вертлужной впадины, спроецированной на линию Y-образных хрящей. В норме степень КП должна соответствовать 0,95-1.

Средние значения рентгенометрических показателей у детей референсной группы приведены в таблице 2.3.2.1., а графическое отображение основных рентгено-ангулометрических параметров указано на рисунке 2.3.2.1.

Таблица 2.3.2.1.. Референсные рентгено-ангулометрические показатели тазобедренных суставов у детей.

| Средние рентгенометрические показатели | **Референсная группа (n=60)** |
|---|---|
| ШДУ, в градусах | 124,4±5,84 |
| Угол антеторсии, в градусах | 26,2±4,11 |
| Коэф костного покрытия, коэф. | 0,96±0,11 |
| Угол вертикального соответствия, в градусах | 88,4±3,61 |
| Ацетабулярный индекс, в градусах | 13,4±3,11 |
| Угол Виберга, в градусах | 26,18±2,13 |



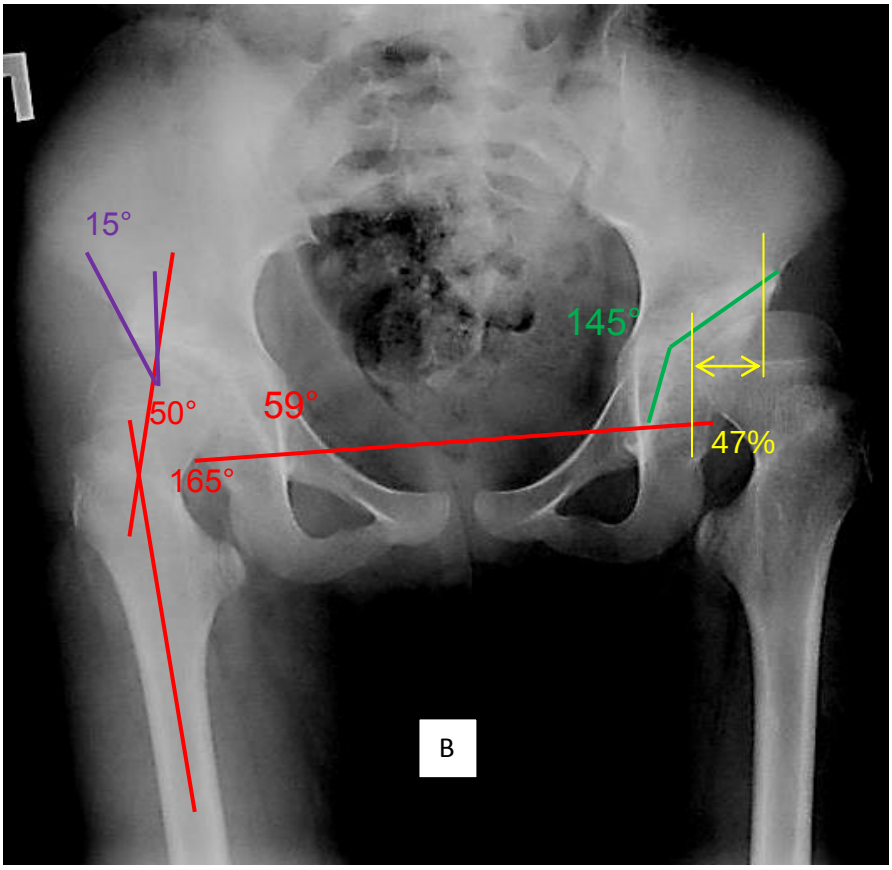




Рисунок 2.3.2.1. Схема оценки основных рентгено-ангулометрических параметров тазобедренного сустава (А) (объяснения в тексте). Клинический пример – рентгенограмма (В) девочки 12 лет с подвывихом бедер на фоне ДЦП.

Рентгенограмма с отведением и внутренней ротацией бедер является функциональной, дает ортопеду представление о разрешающей способности

деротационно-варизирующей остеотомии бедренной кости и позволяет определить необходимость выполнения хирургического пособия на тазовом компоненте нестабильности.

Выполнение рентгенограмм с отведением и внутренней ротацией часто сопровождается техническими трудностями из-за спастичности мышц и имеющихся патологических установок нижних конечностей. В связи с этим, мы включили в план предоперационного обследования пациента КТ с мультипланарной и 3D- реконструкцией с целью адекватной оценки анатомии проксимального отдела и детального предоперационного планирования.

### 2.3.3. Рентгенологический анализ показателей фронтального и сагиттального баланса туловища пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов

Решающую роль адекватной оценки баланса туловища мы отводим выполнению постуральных рентгенограмм (в положении стоя) на протяжении. В нашей работе в большинстве случаев границами рентгенологического исследования являлись: С7 позвонок – средняя треть бедренных костей. Такие рентгенограммы дают возможность оценить глобальный баланс туловища. Помимо характера и степени тяжести деформации позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава, постуральные рентгенограммы позволяют судить о компенсаторных механизмах, вовлеченных в процесс поддержания вертикального положения пациента. В настоящее время принято выделять 2 типа фронтального дисбаланса туловища: тип А - это нарушение фронтального дисбаланса, при котором происходит разнонаправленный наклон плечевого пояса и таза; тип В – это нарушение фронтального баланса, при котором наклон плечевого пояса и таза происходят в одну сторону. Варианты фронтального дисбаланса туловища изображены на рис. 2.3.3.1.

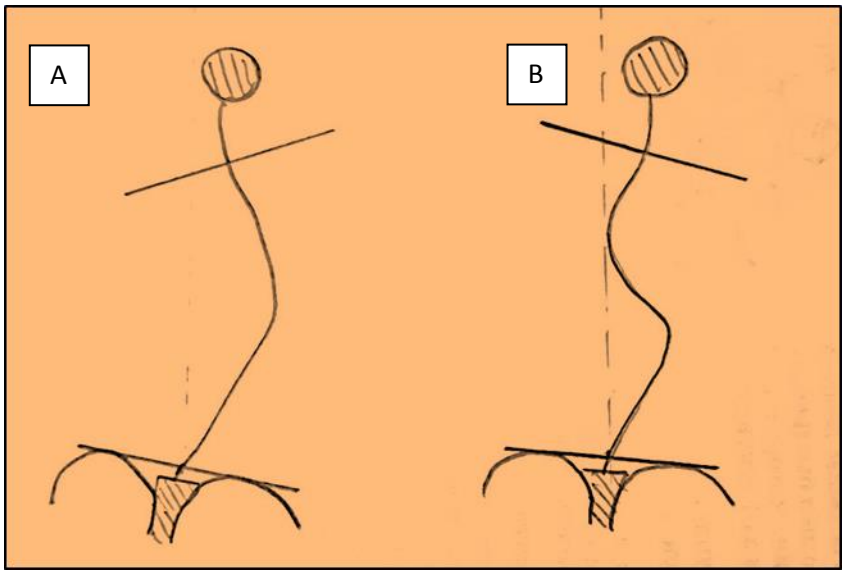



Рисунок 2.3.3.1. Варианты фронтального дисбаланса туловища (тип А и В - соответственно).

Фронтальные постуральные рентгенограммы позволяют оценить глобальный фронтальный баланс позвоночника, ротацию и наклон позвонков, латеральное смещение позвонков относительно фронтальной оси туловища, степень выраженности нестабильности тазобедренных суставов в положении стоя. Фронтальный баланс туловища анализировали путем индексации показателей, полученных при рентгенометрии ортостатических рентгенограмм в прямой проекции, путем оценки разобщения линии, опущенной от остистого отростка С7 позвонка и центральной сакральной линии (вертикальная срединная линия, проведенная через центр S1 позвонка). Фронтальный баланс (ФБ) считали компенсированным либо при полном совпадении вышеуказанных линий, или при их разобщении, не превышающем ±2 см. Смещение туловища вправо расценивается как положительный фронтальный дисбаланс, смещение влево – как отрицательный. Фронтальный наклон таза определяли относительно линии отвеса и оценивали с применением построения касательной линии, проведенной по верхним краям крыльев подвздошных костей (ТН). Наличие и выраженность фронтальной деформации грудного (ФДГОП) и поясничного (ФДПОП) отдела позвоночника оценивали по методу Cobb согласно вышеописанным общепринятым методикам.

В перечень основных рентгено-анатомических показателей, определяемых по боковым ортостатическим рентгенограммам, вошли: «тазовый индекс» или pelvic incidence (PI) — угол, образованный линией, проведенной через центр головок бедренных костей к середине замыкательной пластинки S1 и перпендикуляром, построенным от замыкательной пластины; «сагиттальный наклон таза» или pelvic tilt (PT) — угол между вертикальной линией, проведенной через центр бикоксофеморальной линии к середине замыкательной пластинки S1; наклон крестца или sacral slope (SS) — угол наклона верхней замыкательной пластинки первого крестцового позвонка (S1) по отношению к горизонтальной плоскости; «вертикальная сагиттальная ось» или sagittal vertical axis (SVA) — отклонение вертикальной линии отвеса, проведенной из центра C7, от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 (в качестве ключевого показателя сагиттального баланса туловища); величина угла грудного кифоза или thoracic kyphosis (TK) – угол, оцененный по Cobb, на уровнях Th4-Th12; величина общего поясничного лордоза или global lumbar lordosis (GLL). Ключевые параметры позвоночно-тазового баланса в сагиттальной плоскости указаны на рис. 2.3.3.2.

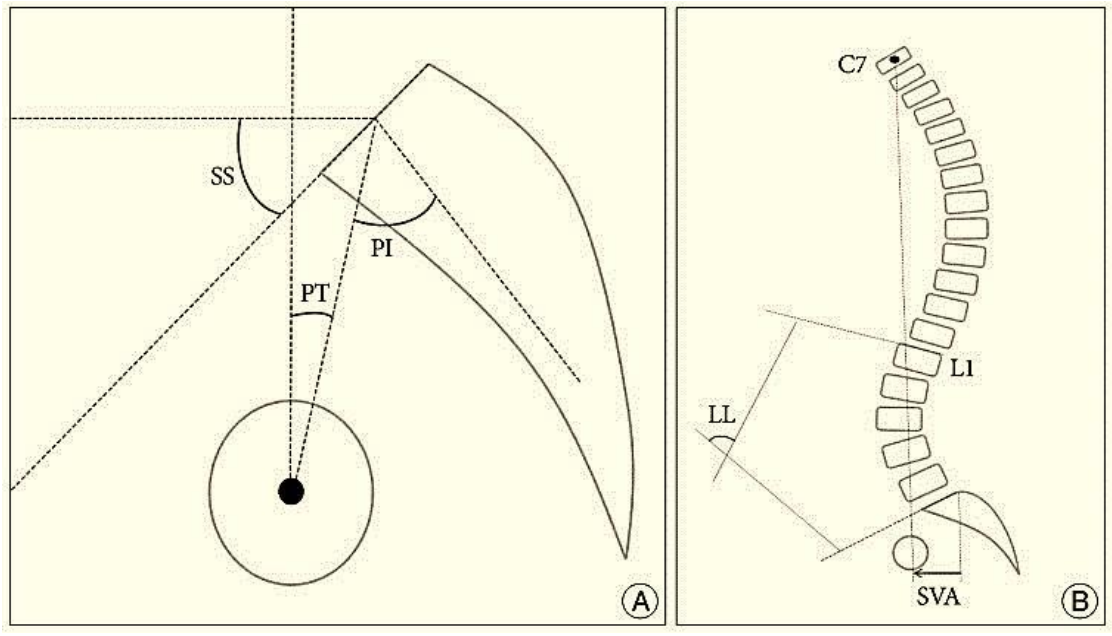



Рисунок 2.3.3.2. Основные сагиттальные параметры пояснично-тазового баланса туловища.

С целью оценки состояния ключевых сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений, мы оценивали справедливость следующих, известных в литературе равенств: PI=PT+SS; GLL=1/2PI+40°; SS=1/2PI+15° и GLL=SS+25°. Анализ показателей позвоночно-тазового баланса выполнялся с применением компьютерной программы Surgimap v. 2.3.1.5. Пример подобной оценки продемонстрирован на рисунке 2.3.3.3.

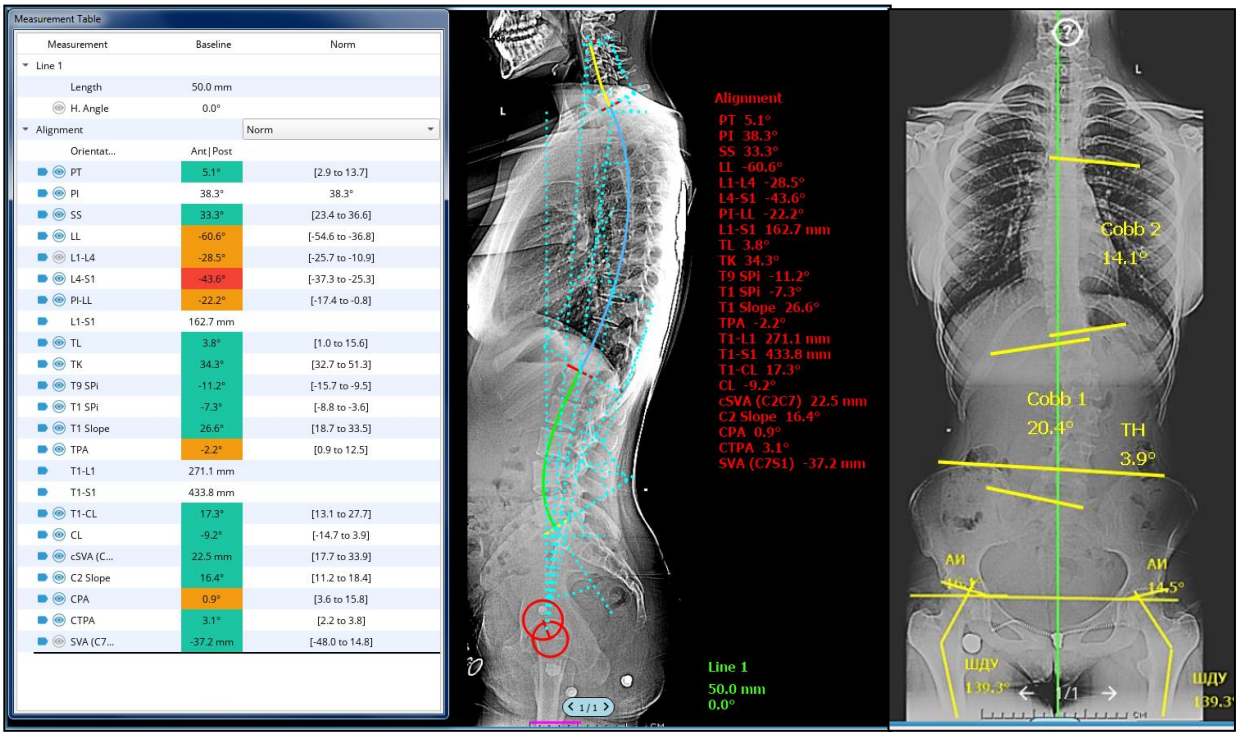



Рисунок 2.3.3.3. Анализ рентгено-ангулометрических параметров на постуральных рентгенограммах (описание в тексте выше)

На прямой ортостатической рентгенограмме выявлен перекос таза величиной 4°, однако он полностью скомпенсирован за счет разнонаправленных грудной и поясничной сколиотических дуг. Разобщение линии, опущенной от остистого отростка С7 позвонка и центральной сакральной линии – в пределах 5 мм. Анализ сагиттального профиля показал отклонение SVA – в пределах 22 мм, что соответствует референсным значениям.

По представленным на боковой рентгенограмме параметрам проанализирована справедливость равенств:

PI=PT+SS = 5°+33°=38° (PI=38°- измерение по рентгенограммам );

GLL=1/2PI+40° =19°+40°= 59° (GLL=60° - измерение по рентгенограммам);

SS=1/2PI+15° =19°+15°=34° (SS=33°- измерение по рентгенограммам);

GLL=SS+25°=33°+25° = 58° (GLL=60°- измерение по рентгенограммам). Таким образом, на основании анализа справедливости равенств, мы отметили расхождение в пределах 1-2°.

## 2.4. Оперативное лечение пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов.

### 2.4.1. Особенности хирургической коррекции баланса туловища у пациентов с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника

Все оперативные вмешательства по коррекции деформации грудного и поясничного отделов позвоночника выполнялись с применением современных дорсальных полисегментарных имплантов. Установка элементов дорсальной металлоконструкции выполнялась по общепринятым методикам. Имплантация транспедикулярных винтов выполнялась методом «free-hand» по L.Lenke. Контроль правильности установки имплантов проводили с применением электронно-оптического преобразователя (С-дуга или ЭОП), посредством нейрофизиологического мониторинга («screw»-мониторинг), а с начала 2020 года стали применять интраоперационный КТ-контроль в комбинации с навигационной системой.

Все операции можно разделить по степени хирургической мобилизации. Для этого мы использовали классификацию остеотомий позвоночника по F. Schwab (2013), согласно которой имеется 6 степеней мобилизации позвоночника с обозначением степеней с G1 по G6. Классификация по

объему резекции костных структур позвоночника представлена на рис. 2.4.1.1.

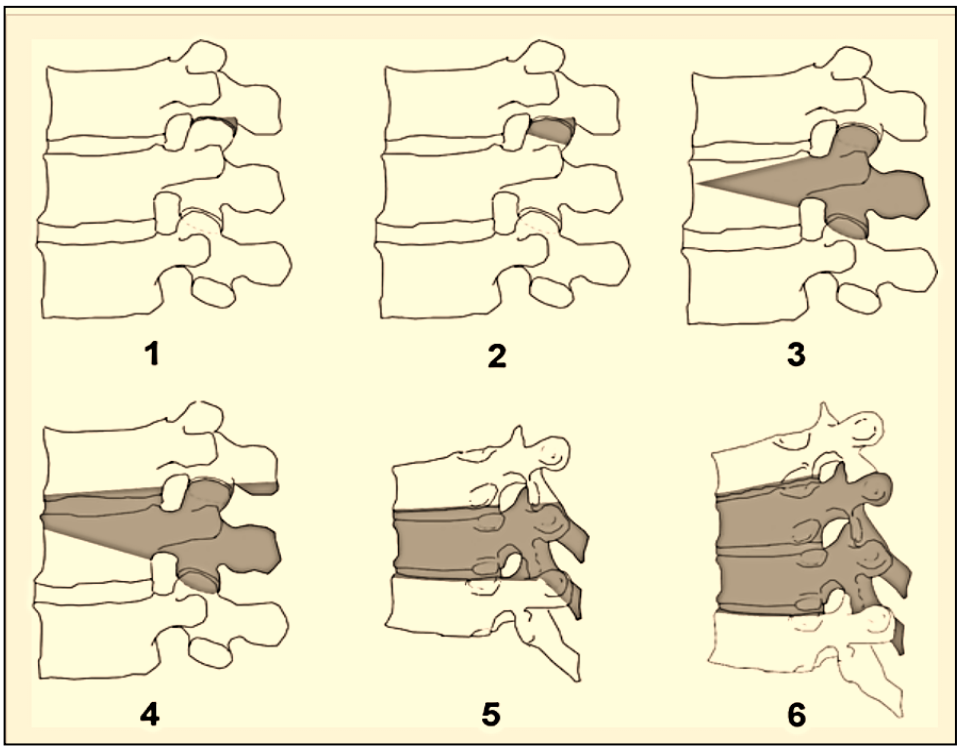



Рисунок 2.4.1.1. Классификация остеотомий позвоночника по F. Schwab

Остеотомии задней опорной колонны позвоночника Smith-Petersen (SPO, относится к G1) и операция A.Ponte (G2) позволяют достигнуть коррекции до 10-15° на один позвоночный двигательный сегмент. Эффективность мобилизации ограничивается мобильностью межпозвонкового диска на уровне остеотомии.

Остеотомия SPO была предложена американским ортопедом M.N. Smith-Petersen в 1945 для коррекции кифотических деформаций вследствие анкилозирующего спондилита, предназначенная для коррекции поясничного отдела позвоночника путем парциальной фасетэктомии (как показано на рис. 2.4.1.1. (1)), при этом желтая связка не удаляется, lamina vertebrae остается интактной. При выполнении этой остеотомии, укорачивающей заднюю опорную колонну позвоночника, происходит относительное удлинение передней опорной колонны. Убедительным доказательством служит тот

факт, что при этом вмешательстве происходит разрыв переднего отдела фиброзного кольца, а межпозвонковые диски на послеоперационных рентгенограммах приобретают обратную клиновидной (углом, открытым кпереди) форму.

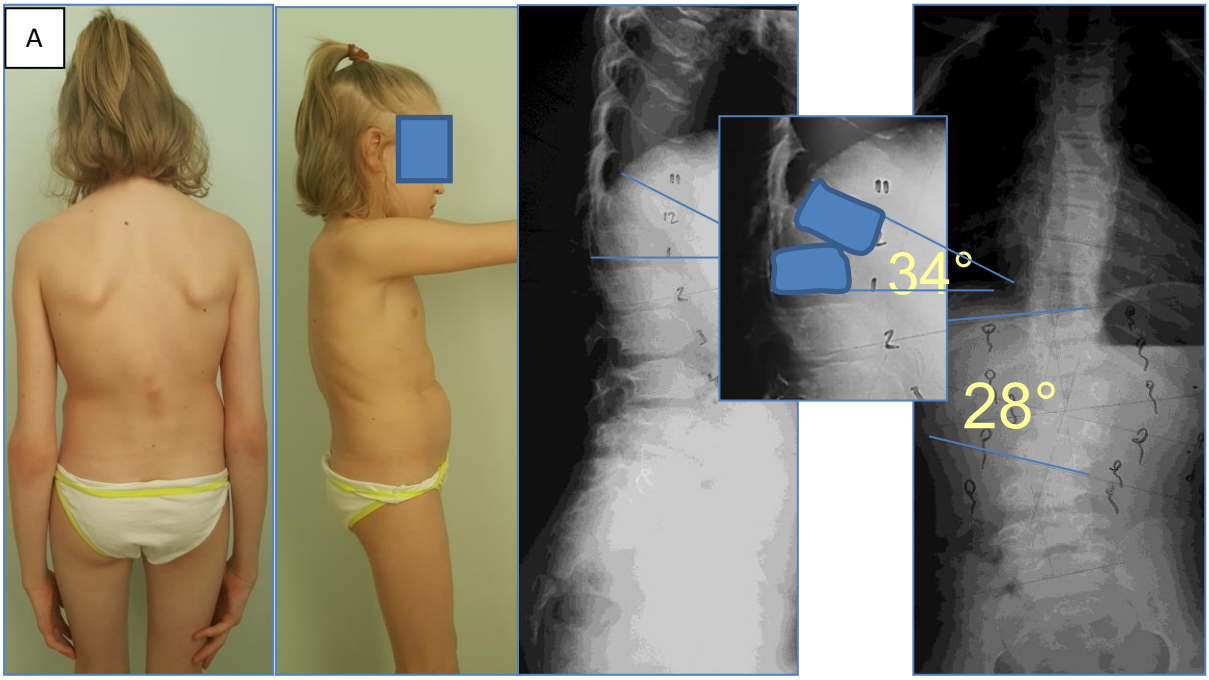
Операция, предложенная A.Ponte в 1984г., как многоуровневая Chevron-остеотомия в сочетании с задней инструментацией позвоночника, изначально применялась для коррекции грудного кифоза Шойермана. Данная операция отличается от G1-остеотомии полной резекцией суставных отростков (как показано на рис. 2.4.1.1. (2)), остистого отростка и удалением желтой связки. При этом вмешательстве происходит укорочение задней опорной колонны позвоночника. Может применяться ассиметрично для коррекции кифосколиозов. Разрешающая способность данного вида остеотомии достигает 10-20° на один позвоночный двигательный сегмент. Необходимым условием выполнения подобной остеотомии является мобильность передней опорной колонны, которая должна быть оценена на этапе предоперационного планирования по данным функциональных спондилограмм.

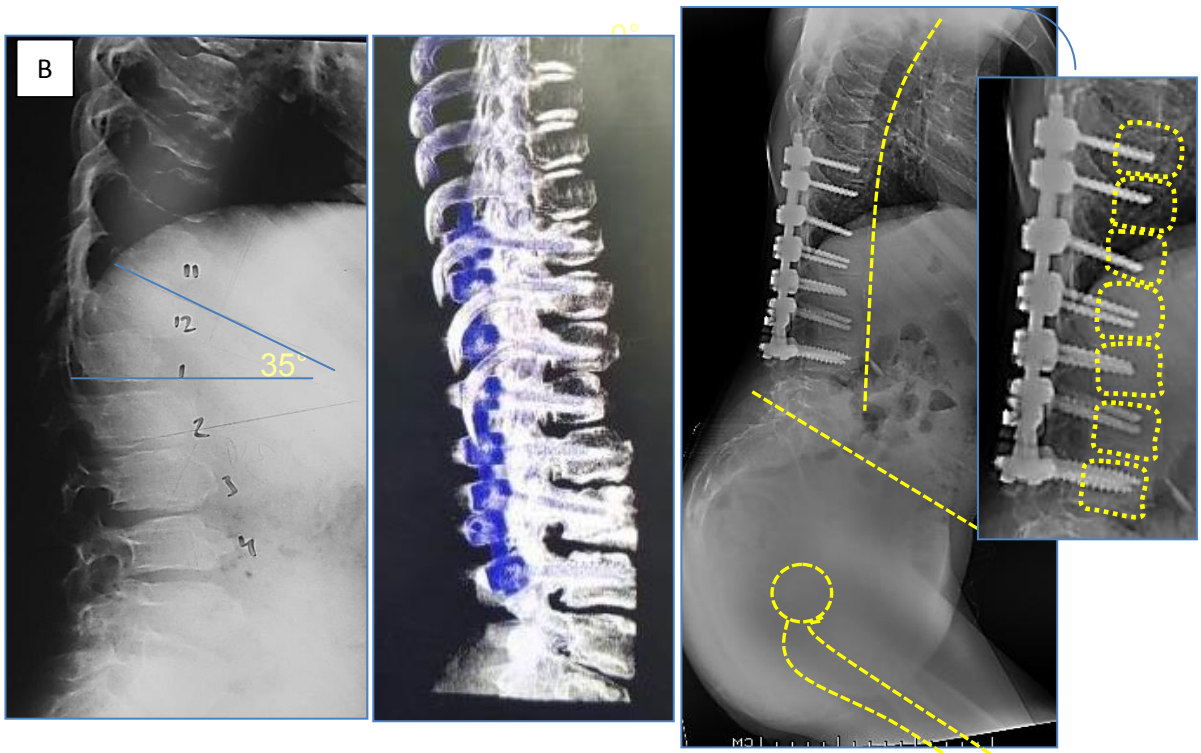
Pedicle subtraction osteotomy (PSO) или «педикулярная субтракционная остеотомия» позвоночника относится к трехколонной мобилизации позвоночника, выполняется в случае наличия ригидной деформации для получения степени коррекции деформации более 30° на 1 уровень при условии ригидности передней опорной колонны позвоночника. Данный вид остеотомии выполняется в следующем объеме: резекция поперечных отростков, экзартикуляция головок ребер с сегментарной резекцией ребра (при выполнении операции на уровне грудного отдела позвоночника), ламинэктомия, резекция смежных дугоотростчатых суставов, билатеральный радикулолиз (при выполнении данной операции на грудном отделе, с целью мобилизации дуального мешка часто требуется перевязка корешков на уровне корешковой манжеты и из последующего пересечения), коагуляция эпидуральных вен, резекция корней дуг, клиновидная резекция тела

позвонка, углом открытым кзади от верхнего до нижнего края корней дуг путем деканселляции тела позвонка в соответствии с запланированной зоной резекции тела позвонка, резекция задней стенки тела позвонка (рис. 2.4.1.1. - 3), компремирование тела позвонка со смыканием зоны остеотомии со сближением верхних и нижних фасеток. При выполнении PSO на поясничном уровне имеется ряд особенностей: необходимость бережного смещения корешков спинного мозга на уровне остеотомии, отсутствие резекции ребер, остеотомия тела позвонка выполняется по направлению от периферической части тела позвонка кнутри. Трехколонный характер мобилизации позвоночника при данном виде вмешательств требует необходимость обеспечения стабильной металлофиксации позвоночника, в том числе – с применением 3-х и 4-х стержневой компоновки металлоконструкции. Недостаточный объем резекции передней колонны позвоночника может уже интраоперационно привести к нестабильности металлофиксации на этапе закрытия сформированного клиновидного остеотомического дефекта. На этапе закрытия клина остеотомии необходимо постоянно контролировать состояние дурального мешка и компрессии корешков спинного мозга с целью предотвращения компрессии корешков и «гофрирования» дурального мешка. С целью снижения объема кровопотери необходима тщательная коагуляция эпидуральных вен перед резекцией верхней и медиальной стенок корней дуг.

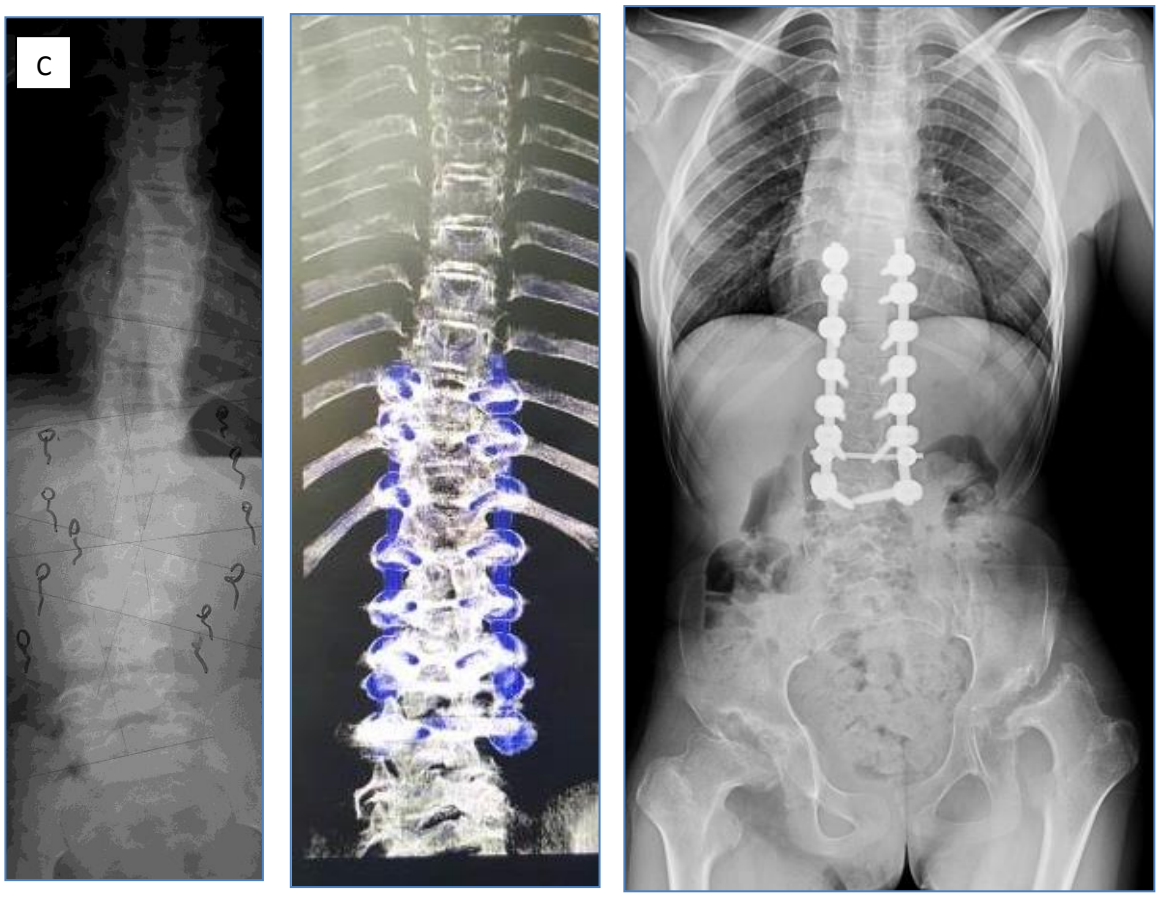
Вариант выполнения PSO, или степень мобилизации позвоночника G4, по Schwab, подразумевает расширение объема костной резекции в краниальном направлении, с резекцией тела позвонка с верхней замыкательной пластинки, радикальной дискэктомией до нижней замыкательной пластинки вышележащего позвонка. Подобный вид остеотомий позволяет осуществить коррекцию деформации до 40° на один сегмент.

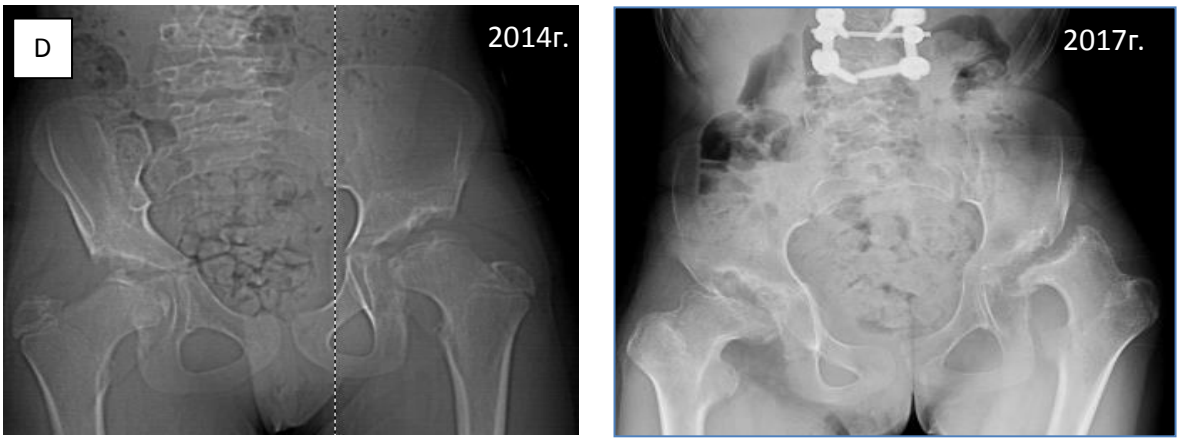
В нашей работе в одном случае мы прибегли к выполнению данного вида остеотомии с целью коррекции выраженного сагиттального дисбаланса туловища вследствие патологических вывихов бедер (болевые сгибательно-приводящие контрактуры) на фоне спондилоэпифизарной дисплазии пациентке 11-ти лет выполнена расширенная PSO (G4), клинический пример изображен на рис. 2.4.1.2






**до лечения** **через год** **через 3 года**





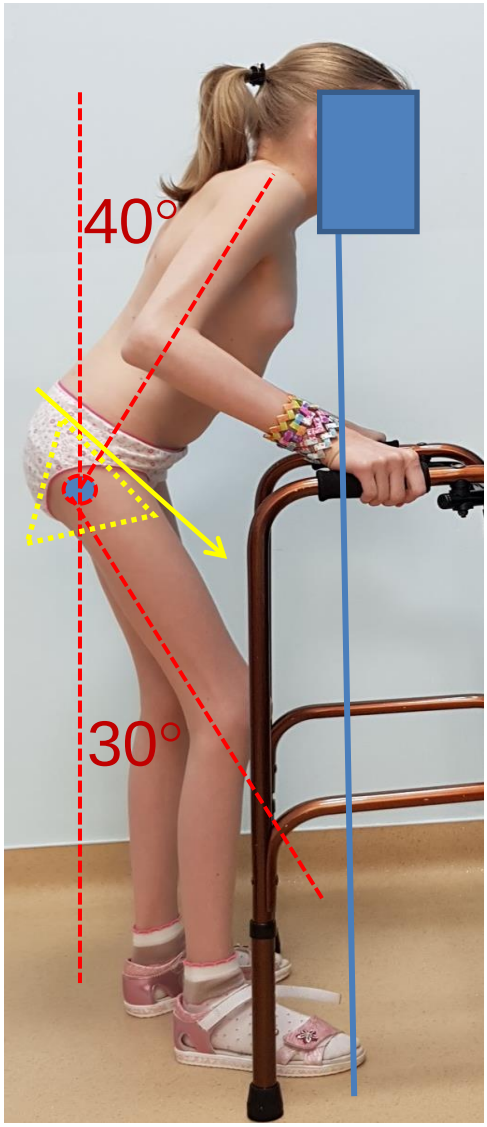

**Динамика рентгенологической картины тазобедренных суставов**

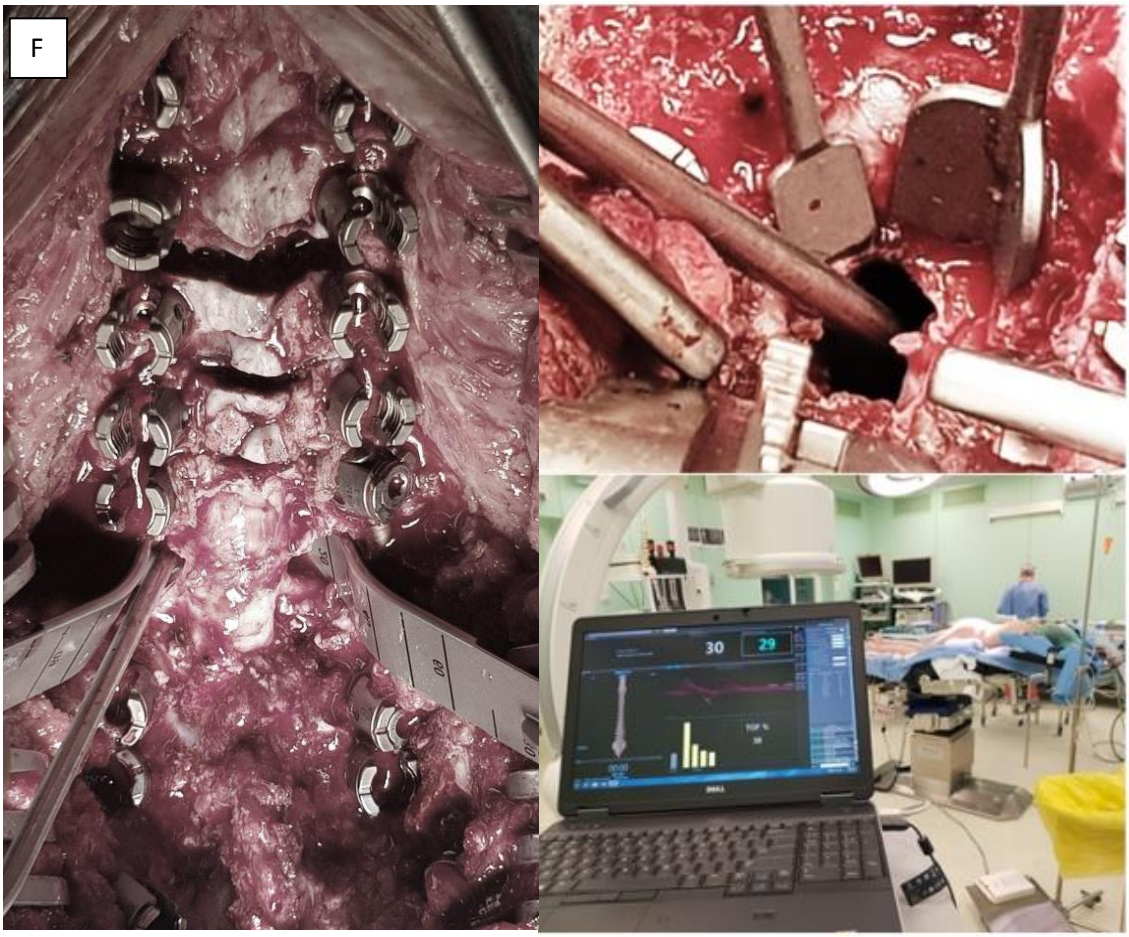


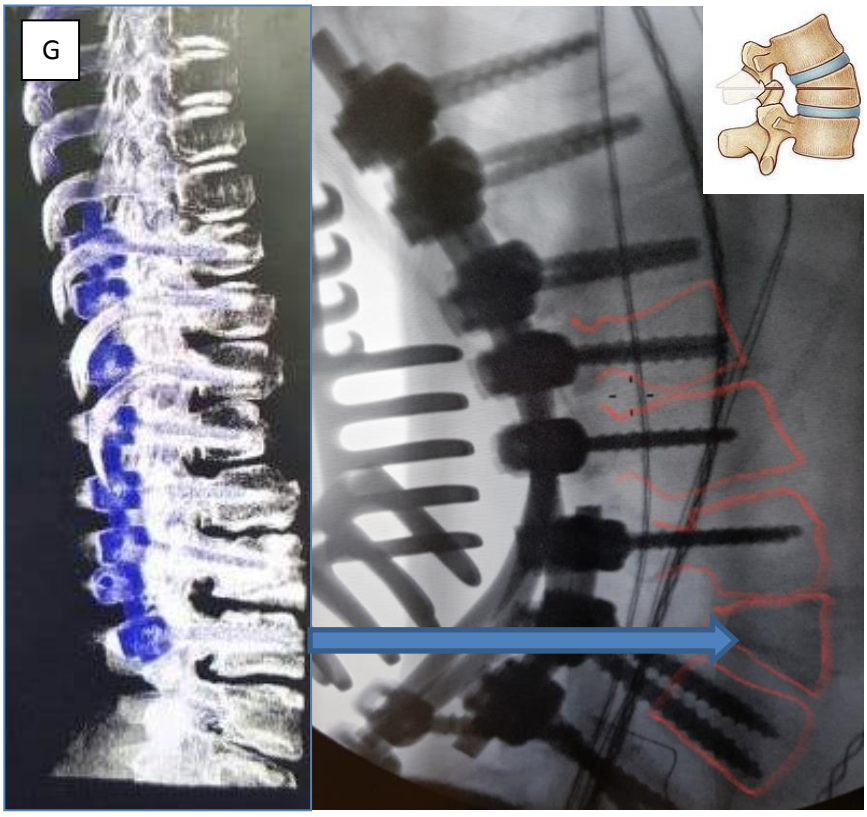

**до лечения** **через год** **через 2 года**

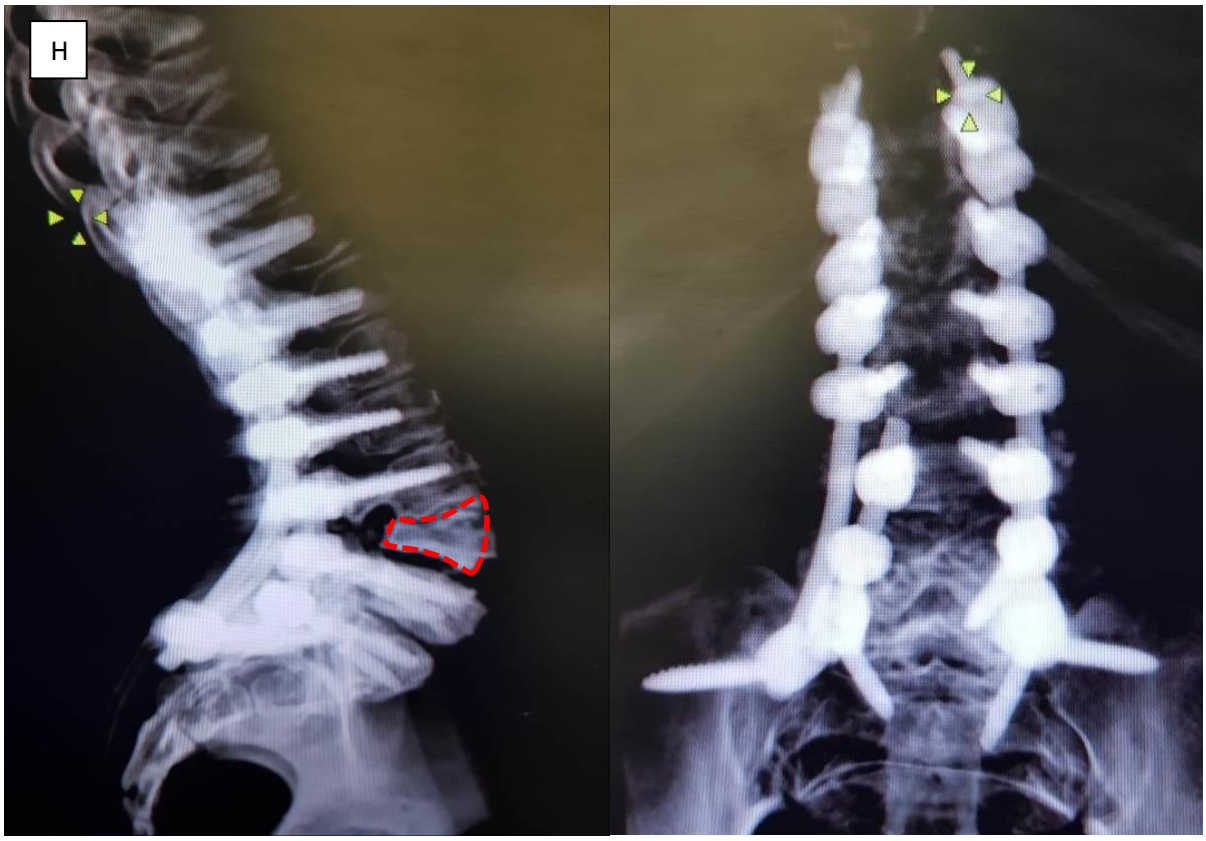



**через 2 года**




F
30
29


G



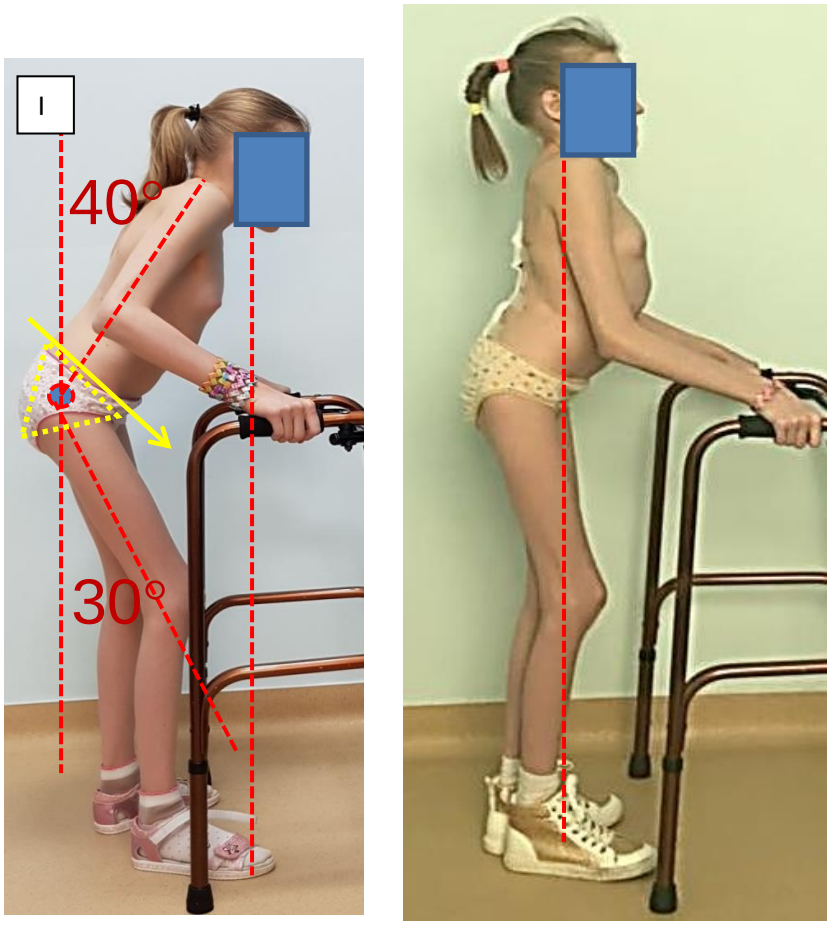




Рисунок 2.4.1.2 Клинический пример выполнения G4 остеотомии для коррекции сагиттального дисбаланса.

***Примечания к рисунку:***

*A - Внешний вид пациентки и рентгенограммы до лечения в 2014г;*

*B – данные лучевых методов исследования до, через год и через 3 года после первичного оперативного вмешательства;*

*C – рентгенограммы в динамике в прямой проекции до, через год и через 3 года после первичного оперативного вмешательства, отмечается прогрессирующее разрушение головок бедер с формированием подвывиха бедер;*

*D – отрицательная рентгенологическая динамика поражения тазобедренных суставов с 2014 по 2017г.;*

*E – динамика внешнего вида пациентки до, через год и через 3 года после первичного оперативного вмешательства;*

*F – вид операционной раны (на фото видно, что предварительно выполнена П2 – остеотомия на протяжении зоны металлофиксаци), интраоперационно применялся нейрофизиологический мониторинг;*

*G – эффект выполнения G4 – остеотомии на уровне L4 позвонка, после операции отмечается характерная клиновидная деформация тела L4 позвонка, как указано на схеме;*

*H – окончательный вид КТ (в режиме 2D -рентгенографии) после операции;*

*I – динамика внешнего вида пациентки до и после хирургической коррекции сагиттального дисбаланса туловища.*

Описание клинического примера: Пациентка С., 9 лет, впервые консультирована в нейроортопедическом отделении с ортопедией НМИЦ здоровья детей МЗ РФ, когда она находилась на стационарном обследовании в психоневрологическом отделении по поводу имеющейся наследственной полинейропатии, дизартрии. Консультирована ортопедом: на основании жалоб (болевой синдром в грудопоясничном отделе позовночника) анамнестических, клинических и рентгенологических данных поставлен диагноз: Врожденный левосторонний грудопоясничный кифосколиоз на фоне спондилоэпифизарной дисплазии. Учитывая наличие локальной кифотической деформации на уровне грудопоясничного перехода Th12-L1 позвонков, стеноза позвоночного канала до 35%, болевого синдрома пациентке в 2014г. выполнена транспедикулярная фиксация Th10-L4, G2-остеотомия на уровне Th12-L1 позвонков с коррекцией локальной кифотической деформации под контролем нейрофизиологического нейромониторинга. В результате выполненного вмешательства болевой

синдром купирован, достигнута полная коррекция деформации (до 0°) грудопоясничного перехода. Однако за последующие 4 года динамического наблюдения у пациентки отмечено нарастание деструкции головок бедер с двух сторон, формирование патологического вывиха бедер, и как следствие, - формирование сгибательно-приводящих контрактур тазобедренных суставов, что привело к развитию грубого сагиттального дисбаланса туловища. Пациентка стала передвигаться при помощи ходунков с наклоном туловища вперед (показано на рисунке). Особенность течения спондилоэпифизарной дисплазии диктует необходимость выполнения этапных ортопедических оперативных пособий с целью сохранения возможности самостоятельного вертикального передвижения. Известно, что в случае потери способности вертикального передвижения пациента, прогноз вертикального самостоятельного передвижения – неблагоприятный. Учитывая наличие противопоказаний к эндопротезированию тазобедренных суставов – сохранных функционирующих зон роста – Y-образных хрящей вертлужных впадин, наличие выраженного сагиттального дисбаланса туловища, выраженные ограничения двигательной активности, 10.05.2018 выполнена этапная дорсальная коррекция и фиксация пояснично-крестцового отдела позвоночника с декомпрессией позвоночного канала с задней клиновидной резекцией L4 позвонка с межпозвоночным диском L3-L4 с использованием костной пластики под контролем интраоперационного электрофизиологического нейромониторинга.

Техническим решением поставленной задачи являлось снижение рисков хирургической коррекции сагиттального дисбаланса туловища у детей путем задней клиновидной резекции поясничного позвонка за счет применения нового высокотехнологичного оборудования - ультразвукового костного скальпеля «Misonix» и осуществления интраоперационного нейрофизиологического мониторинга, что сопровождается снижением интраоперационной кровопотери и рисков возникновения неврологических

осложнений. Основной объем клиновидной резекции тела позвонка выполняли закрыто (путем транспедикулярной деканселляции), до выполнения ламинэктомии и обнажения задней стенки резецируемого тела позвонка, путем ультразвуковой деструкции губчатой кости билатерально через транспедикулярные доступы под контролем электронного оптического преобразователя. Объем резекции тела расширен за счет резекции верхней замыкательной пластинки резецируемого тела позвонка и тотальной дискэктомии. Далее выполнили ламинэктомию, резекцию корней дуг позвонков, а также обнажение и остеотомию задней и боковых стенок тела резецируемого позвонка с применением ультразвукового костного деструктора. Затем произведена парциальная резекция дуг выше- и нижерасположенных позвонков с целью профилактики «гофрирования» дурального мешка при смыкании зоны остеотомии позвоночника за счет контракции на транспедикулярные фиксирующие винты. Смыкание остеотомического дефекта выполнялось под контролем транскраниальных, вызванных электрических потенциалов (нейромониторинга). При придании постепенной экстензии на операционном столе края сформированного дефекта смыкали, таким образом, чтобы достичь коррекции деформации за счет уменьшения высоты задних структур и задней части тела позвонка при сохраненной высоте передних отделов позвонка. С целью создания условий формирования спондилодеза выполнена пояснично-тазовая фиксация с применением 4-х стержневой компоновки металлоконструкции с фиксацией в крыльях подвздошных костей.

Применение ультразвукового костного скальпеля позволило значительно уменьшить кровотечение из губчатой кости тела позвонка благодаря формированию эффекта «полировки» из-за высокой частоты колебаний рабочей части инструмента, а так же снизить неврологические риски, поскольку данный вид инструментария обладает избирательным деструктивным эффектом: разрушает костные структуры, не повреждая

мягкотканные, в том числе, невральные структуры, даже в случае прямого контакта с ними.

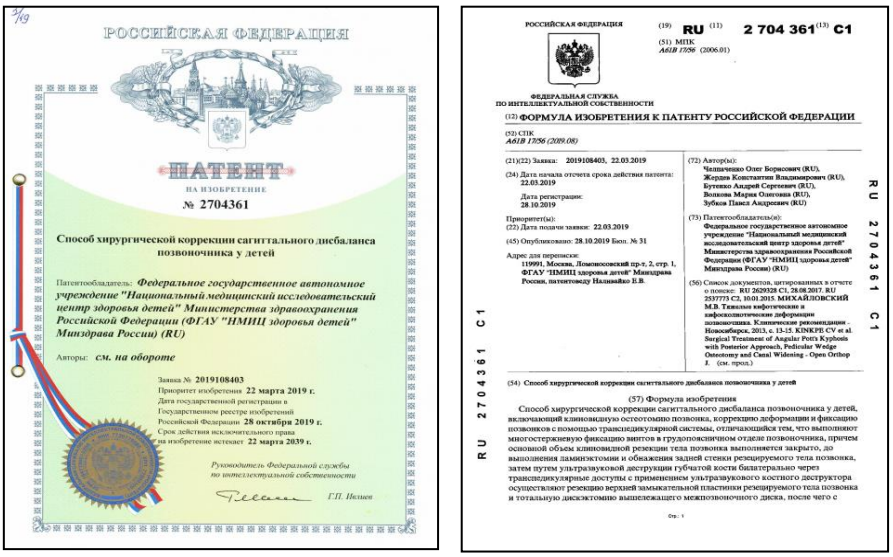
В отличие от классической техники выполнения PSO, ламинэктомия, резекция корней дуг позвонков, а также обнажение и остеотомия задней и боковых стенок тела резецируемого позвонка выполняются в последнюю очередь с применением ультразвукового костного деструктора - ультразвуковой хирургической системы для остеотомии Bone Scalpel, «Misonix». Объем резекции тела, в отличие от «классической» PSO, расширен за счет резекции верхней замыкательной пластинки резецируемого тела позвонка и тотальной дискэктомии. Далее после выполнения необходимого объема клиновидной резекции тела позвонка провели парциальную резекцию дуг выше- и нижерасположенных позвонков с целью профилактики «гофрирования» дурального мешка при смыкании зоны остеотомии позвоночника за счет контракции на транспедикулярные фиксирующие винты.

Смыкание остеотомического дефекта выполнялось под контролем транскраниальных, вызванных потенциалов (интраоперационный нейрофизиологический мониторинг) для обеспечения «неврологической безопасности» проводимой процедуры. Осуществляли визуальный контроль состояния твердой мозговой оболочки в зоне остеотомического дефекта с целью предотвращения ее «гофрирования». Операцию завершили после окончательного укрепления элементов металлоконструкции. Учитывая высокую степень мобилизации позвоночника в ходе выполненной вертебротомии, рекомендуем применять мультистержневую компоновку металлоконструкции.

Операцию проводили в положении больного на животе. После трехкратной обработки операционного поля, под наркозом, проводится линейный кожный разрез по линии остистых отростков позвонков грудопоясничного отдела. Электроножом рассекали подкожно-жировую

клетчатку до фасции. Устанавливали ранорасширители. Рассекали фасцию до надостистой связки. При помощи распатора справа и слева выполняли доступ к задним элементам позвоночника до суставных отростков. Устанавливали винты справа и слева транспедикулярно на уровнях предполагаемой остеотомии, дорсальной коррекции и фиксации металлоконструкцией слева и справа, проводили винты в крылья подвздошных костей. Далее, при помощи ламинэктомов и ультразвукового костного деструктора Misonix выполняли резекцию поперечных отростков в зоне остеотомии тела позвонка справа и слева. Устанавливали защитники системы Osteotomy Set. При помощи ультразвукового костного скальпеля Misonix на всех уровнях металлофиксации выполняли разделение костного блока по суставным отросткам остеотомией по типу Smith-Petersen. На уровне предполагаемой клиновидной остеотомии выполняли менингорадикулолиз, выделяли две пары корешков на уровнях выше и ниже предполагаемой клиновидной остеотомии. Корешки, дуральный мешок смещали медиально. Через корни дуг позвонков при помощи Misonix выполняли деконселляцию тела позвонка в пределах планируемой зоны остеотомии. Производили резекцию верхней замыкательной пластинки резецируемого тела позвонка и тотальную дискэктомию вышележащего межпозвоночного диска. При помощи ультразвукового костного деструктора Misonix выполняли ламинэктомию, резекцию корней дуг позвонков, а также обнажение и остеотомию задней и боковых стенок тела резецируемого позвонка. Далее, после выполнения необходимого объема клиновидной резекции тела позвонка проводили парциальную резекцию дуг выше- и нижерасположенных позвонков с целью профилактики «гофрирования» дурального мешка при смыкании зоны остеотомии позвоночника за счет контракции на транспедикулярные фиксирующие винты. Затем, под контролем интраоперационного нейромониторинга на установленных винтах на двух стержнях производили контракцию, неполное смыкание зоны остеотомии. По ЭОП контролировали наличие обратной клиновидности тела позвонка, коррекцию поясничного

лордоза. Двумя дополнительными стержнями выполняли фиксацию винтов грудопоясничного отдела позвоночника и винтов крыльев подвздошных костей с двух сторон. Проводили посегментарную контракцию. После проведения ЭОП-контроля, убедившись в стабильности фиксации и удовлетворительной коррекции сагиттального баланса, выполняли окончательную фиксацию металлоконструкции гайками. Затем выполняли декортикацию задних элементов позвоночника костной аутокрошкой вдоль элементов металлоконструкции. Осуществляли контроль за гемостазом. Выполняли контрольную транскраниальную электростимуляцию. Проводили ревизию и туалет операционной раны. Через контраппертуру рану дренировали с постановкой системы вакуумного дренирования раны. Послойно ушивали рану и накладывали асептическую повязку. После пробуждения пациента контролировали наличие движений в нижних конечностях. На выполненный способ хирургической коррекции сагиттального дисбаланса туловища у детей был получен патент РФ на изобретение № 2704361 от 22.03.2019г. (Авторы Челпаченко О.Б., Жердев К.В., Бутенко А.С., Волкова М.О., Зубков П.А.), изображен на рис. 2.5.1.3.


РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ
НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2704361

Способ хирургической коррекции сагиттального дисбаланса позвоночника у детей

Патентообладатель: Федеральное государственное автономное учреждение "Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей" Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГАУ "НМИЦ здоровья детей" Минздрава России) (RU)

Авторы: см. на обороте

Заявка № 2019108403
Приоритет изобретения 22 марта 2019 г.
Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 28 октября 2019 г.
Срок действия исключительного права на изобретение истекает 22 марта 2039 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности Г.П. Ивлиев


РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 2 704 361 (13) C1

(51) МПК
A61B 17/56 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(52) СПК
A61B 17/56 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019108403, 22.03.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.03.2019

Дата регистрации:
28.10.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 22.03.2019

(45) Опубликовано: 28.10.2019 Бюл. № 31

Адрес для переписки:
119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1, ФГАУ "НМИЦ здоровья детей" Минздрава России, патентоведу Наливайко В.В.

(72) Автор(ы):
Челпаченко Олег Борисович (RU),
Жердев Константин Владимирович (RU),
Бутенко Андрей Сергеевич (RU),
Волкова Мария Олеговна (RU),
Зубков Павел Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное автономное учреждение "Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей" Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГАУ "НМИЦ здоровья детей" Минздрава России) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2629328 C1, 28.08.2017. RU 2537773 C2, 10.01.2015. МИХАЙЛОВСКИЙ М.В. Тяжелые кифотические и кифосколиотические деформации позвоночника. Клинические рекомендации. - Новосибирск, 2013, с. 13-15. KINKPE CV et al. Surgical Treatment of Angular Form Kyphosis with Posterior Approach, Pedicular Wedge Osteotomy and Canal Widening - Open Orthop J. (см. прод.)

(54) Способ хирургической коррекции сагиттального дисбаланса позвоночника у детей

(57) Формула изобретения

Способ хирургической коррекции сагиттального дисбаланса позвоночника у детей, включающий клиновидную остеотомию позвонка, коррекцию деформации и фиксацию позвонков с помощью транспедикулярной системы, отличающийся тем, что выполняют многостороннюю фиксацию винтов в грудопоясничном отделе позвоночника, причем основной объем клиновидной резекции тела позвонка выполняется закрыто, до выполнения ламинэктомии и обнажения задней стенки резецируемого тела позвонка, затем путем ультразвуковой деструкции губчатой кости билатерально через транспедикулярные доступы с применением ультразвукового костного деструктора осуществляют резекцию верхней замыкательной пластинки резецируемого тела позвонка и тотальную дискэктомию вышележащего межпозвоночного диска, после чего с

RU 2704361 C1

Рисунок 2.5.1.3 Патент РФ на изобретение № 2704361 от 22.03.2019г.

Под остеотомией G5 – степени по Schwab подразумевается выполнение VCR (vertebral column Resection) на одном уровне – это полное удаление

позвонка. Частным случаем VCR является HVR (Hemivertebra Resection). В процессе выполнения нашей работы подобная остеотомия на уровне поясничного отдела позвоночника проведена в 2-х случаях.

Техника операции: от начала операции до этапа резекции корней дуг удаляемого позвонка - техника идентична G4- остеотомии. Резекция тела позвонка выполнялась с применением ультразвукового костного скальпеля «Misonix» и высокоскоростной нейрохирургической дрели (Core) под контролем интраоперационного нейрофизиологического мониторинга. После выполнения основного объема резекции тела позвонка выполняли закрыто путем деканселляции (от слова «cancellous bone» или - удаление губчатой кости из тела позвонка до кортикальных пластинок, как при 'EGG-shell'-остеотомии, по типу «яичной скорлупы»). Деканселляция выполнялась транспедикулярно до этапа выполнения ламинэктомии и обнажения задней стенки резецируемого тела позвонка, путем ультразвуковой деструкции губчатой кости под контролем электронного оптического преобразователя, а затем – под контролем визуализации интраоперационного компьютерного томографа и навигационной станции. Далее объем резекции тела расширялся до резекции верхней и нижней замыкательных пластин резецируемого тела позвонка и тотальной дискэктомии смежных межпозвонковых дисков. В обоих случаях выполнения данной операции мы удаляли заднебоковой полупозвонок, что после закрытия зоны образовавшегося клиновидного дефекта позволило полностью закрыть дефект без выполнения телозамещения. Смыкание остеотомического дефекта выполнялось под контролем транскраниальных вызванных электрических потенциалов (нейромониторинга). В одном случае применена 3-х стержневая компоновка металлоконструкции на одном позвоночном двигательном сегменте.

В одном случае нами выполнена G6 –остеотомия (или на 2-х и более уровнях VCR) для коррекции грубой кифосколиотической деформации на уровне грудопоясничного перехода с удалением Th12 и L1 позвонков, с

выполнением телозамещения раздвижным PEEK-кейджем. В остальном техника операции не отличалась от VCR (только на 2-х уровнях).

С целью предварительной коррекции деформации в случаях тяжелых деформаций грудного и поясничного отдела позвоночника в 37 случаях ( 49%) у пациентов первой исследуемой группы нами применялась галотракция (27 пациентов подгруппы А и 10 пациентов подгруппы В). Среди существующих на сегодняшний день методов галотракции (галофеморальная, галотибиальная и галогравитационная) мы остановили свой выбор на применении галопельвик-тракции. Методы галофеморального или галотибиального вытяжения обладают наибольшим тракционным усилием, направленным на коррекцию деформации позвоночника, однако значительные технические трудности, ограничение двигательной активности пациента, повышение трудоемкости работы медперсонала, трудности дозирования степени коррекции, а также осложнения этих видов гало-вытяжения послужили веским аргументом остановки нашего выбора на методе галопельвик-тракции. Основным преимуществом метода галопельвик-тракции является самое минимальное ограничение для двигательной активности пациента.

Техника наложения гало-кольца. Гало-кольцо мы применяли от гало-аппарата “Halo-cast” (ФГУП ЦИТО). Расстояние между кольцом и поверхностью кожи головы составляет 2-2,5 см. Кожные покровы головы обрабатываются растворами антисептика. Кольцо аппарата фиксируется с помощью 6 стержней с конусовидными задемпферированными концами. Стержни вводятся по диагонали, в лобной части на 1 см выше и кнаружи от верхнего края глазниц в теменные бугры и затылочную кость на 1,0 см. выше ушных раковин (стержни должны располагаться чуть ниже линии экватора головы). Стержни вкручивали без рассечения кожи в пределах наружной кортикальной пластинки черепа. После установки стержней контролировали стабильность фиксации кольца к голове, захватывая кольцо с двух сторон 2-м

и 5-м пальцами, а первыми пальцами упирались в свод черепа и осуществляли давление на кольцо краниально, а на голову вниз. При прочной фиксации кольцо остается неподвижным. На стержни накладывали асептические повязки. Монтаж системы гало-пельквик осуществляли на 3-4 сутки после выполнения переднего релиза, или на вторые сутки после наложения гало-кольца (без предварительной мобилизации позвоночника). На таз накладывали пластиковый типовой корсет или корсет из скотч-каста на плотную ватную подкладку. При этом корсет тщательно моделировали. Кольцо аппарата соединяли с корсетом с помощью 4-х телескопических штанг. Дистракция осуществлялась постепено по 1,0-3,0 см. в день за 3-4 приема в зависимости от переносимости тракции пациентом. Вытяжение поводили в течение 3-20 дней с ослаблением тракционных усилий на ночь. После завершения дистракции производили контрольную рентгенограмму в режиме максимальной тракции, далее готовили пациента ко второму этапу оперативного лечения. Из опасностей применения гало-пельвик тракции стоит отметить высокие риски появления пролежней в области крыльев подвздошных костей и крестца, именно с этой целью мы ослабляли тракционное воздействие на ночь, расслабляя корсет. Среди наших наблюдений ни в одном случае не отмечено формирование пролежней, которые потребовали бы хирургической обработки. Во-избежание подобных осложнений необходимо внимательно относиться к жалобам пациента. Предварительная коррекция деформации позвоночника системой гало-тракции позволяет снизить риски не только неврологических осложнений, связанных с формированием тракционной миело- или радикулопатии, но и дает возможность постепенной адаптации спинального кровообращения к корригирующему воздействию на позвоночник, сводит к минимуму такие соматические осложнения, как cast-синдром (или SMAS - синдром верхней брызжеечной артерии), который представляет собой механическую компрессию горизонтальной части 12-ти перстной кишки в артериальном углу, образованным a.mesenterica superior и брюшным отделом аорты.

Необходимо отметить, что в случаях лечения идиопатических сколиозов с фронтальным дисбалансом, на этапе гало-тракции, как правило, происходит полная компенсация нарушения фронтального баланса. Причем, установка металлоимплантов на предварительно корригированную деформацию позвоночника технически упрощается. При этом необходимо помнить о необходимости создания физиологического сагиттального профиля позвоночника, поэтому в процессе дорсальной коррекции деформации, на этапе, когда на металлоконструкции задано первичное напряжение, мы демонтируем гало-пельвик систему, снимая телескопические штанги. Тазовый корсет и гало-кольцо демонтируются после окончания операции по задней коррекции и фиксации деформации позвоночника и переворота пациента на спину. Таким образом, во время дорсальной коррекции и фиксации деформации позвоночника, деротационный маневр, прямая деротация (с применениям деротационного инструментария VBD), а также окончательное моделирование стержней металлоконструкции осуществляется уже без гало-тракции, это позволяет создать физиологический или близкий к физиологическому сагиттальный профиль позвоночника, а соответственно – восстановить фронтальный и сагиттальный баланс туловища. Клинический пример коррекции деформации позвоночника с применением системы для галопельвик-тракции приведен на рисунке 2.4.1.4: *Пациентка, 9 лет, с диагнозом: Нейрогенный правосторонний грудопоясничный сколиоз IV степени, декомпенсированный. Идиопатическая затылочная эпилепсия (синдром Панайотопулоса). Умственная отсталость. Выполнено 2-х этапное оперативное лечение: 1- предварительная гало-пельвик тракция, 2- коррекция и инструментация грудопоясничного отдела позвоночника с помощью транспедикулярной винтовой системы, задний спондилодез не выполнялся (будет выполнен в плановом порядке в будущем, после завершения роста скелета).*

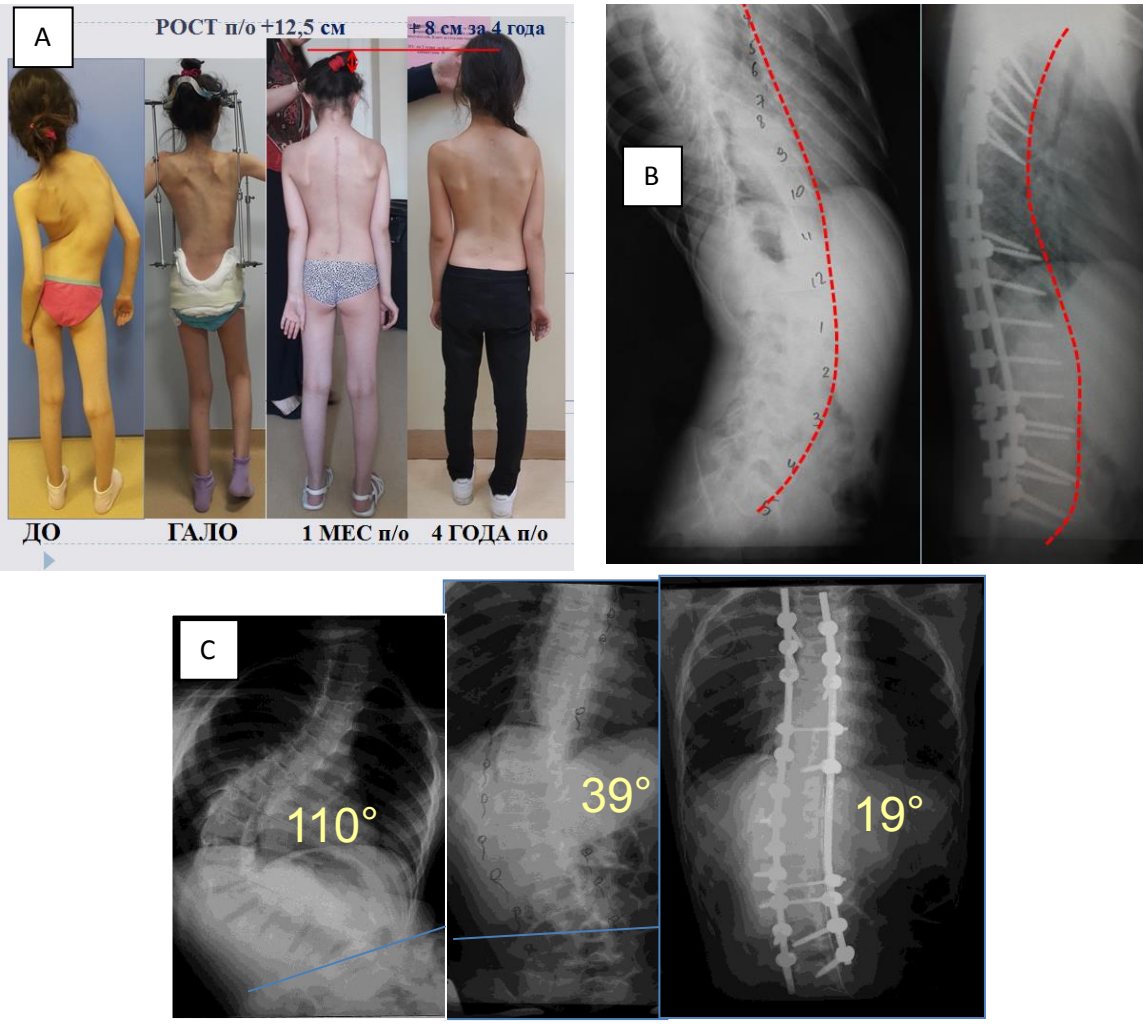



Рисунок 2.4.1.4. Клинический пример коррекции деформации позвоночника с применением системы для галопельвик-тракции:

А – внешний вид пациентки до, на этапе гало-тракции, через месяц после операции и через 4 года;

В – боковые рентгенограммы до и через 3 года после операции;

С – прямые рентгенограммы до, на этапе гало-тракции и через 3 года после операции.

Дорсальная коррекция и фиксация деформации полисегментарной металлоконструкцией выполнялась по общепринятой методике. В нашем исследовании она выполнялась в изолированном виде в 16 случаях из 73 пациентов (21,9%) у пациентов подгруппы А и в 8-ми случаях (32%) из 25 пациентов подгруппы В. Во всех остальных случаях данная операция в комбинации с другими хирургическими процедурами. Нами применялись

комбинированные (винты и крючки) и винтовые компоновки металлоконструкции. При коррекции тяжелых ригидных деформаций применялись дополнительные методы хирургической мобилизации позвоночника, а также компоновки металлоконструкций с применением 3-х и 4-х стержневых систем. С целью коррекции сколиотической деформации в аксиальной плоскости мы применяли все имеющиеся в современной вертебрологии маневры, включая: трансляцию, непрямую деротацию и прямую деротацию позвонков на вершине деформации при помощи специализированного инструментария VBD (Vertebral body derotation). В случаях инфантильных, ювенильных и врожденных деформаций позвоночника коррекцию выполняли при помощи «растущих» компоновок, в том числе – педиатрических металлоконструкций. Из них можно выделить «телескопические» аксиальные металлоконструкции (стержни металлоконструкции пересекаются и соединяются посредством аксиальных коннекторов, клинический пример на рис. 2.4.1.5.) и боковых коннекторов, которые процессе непрерывного динамического наблюдения этапно удлинялись (клинический пример на рис. 2.4.1.6.).




Рисунок 2.4.1.5. Клинический пример оперативного лечения пациентки 4-х летнего возраста с инфантильным поясничным сколиозом с применением «растущей» металлоконструкции.

Дорсальная коррекция деформации выполнялась с применением 2-х миниинвазивных доступов с последующей установкой металлоконструкции

через сформированных под паравертебральнымыми мышцами туннель. В настоящий момент выполнено 2 этапных удлинения металлоконструкции. Представлены рентгенограммы и фотографии внешнего вида до и после первичного оперативного вмешательства.



Рисунок 2.4.1.6. Клинический пример оперативного лечения пациента,12 лет, с вторичным сколиозом на фоне артрогрипоза, с сопутствующей болезнью Виллебранда. Пациенту выполнена хирургическая коррекция сколиотической деформации и фронтального баланса туловища путем дорсальной коррекции и фиксации с применением «растущей» металлоконструкции с применением боковых коннекторов с целью последующей этапной дистракции. Для мобилизации грудного отдела позвоночника выполнена многоуровневая остеотомия по A.Ponte (G2).

Особенность выполнения оперативного лечения представленного пациента состояла в применении визуального интраоперационного контроля с компьютерной томографией и навигационной системы.

Распределение пациентов исследуемой группы 1 по методам оперативного лечения приведено в таблице 2.5.1.1.

Таблица 2.4.1.1. Распределение пациентов исследуемой группы 1 по методам оперативного лечения.

| № | Вид оперативного вмешательства | Подгруппа А (n=73) | Подгруппа В (n=25) |
|---|---|---|---|
| 1 | одноэтапная коррекция и инструментация | 16 | 8 |
| 2 | двухэтапное лечение: 1- предварительная гало-пельвик тракция, 2- коррекция и инструментация | 8 | 6 |
| 3 | двухэтапное лечение: 1- передний релиз, гало-пельвик тракция; 2- коррекция и инструментация | 22 | 4 |
| 4 | двухэтапное лечение: 1- торакоскопический передний релиз; 2-коррекция и инструментация (гало-пельвик тракция применялась в 3-х случаях) | 11 | 0 |
| 5 | остетомия по A.Ponte (G2), коррекция и инструментация | 7 | 2 |
| 6 | PSO (G3 по F. Schwab), коррекция и инструментация | 1 | |
| 7 | PSO (G4 по F. Schwab), коррекция и инструментация | 0 | 1 |
| 8 | остетомия VCR (HVR) с экстирпацией позвонка G5 по F. Schwab, коррекция и инструментация | 1 | 1 |
| 9 | остетомия - двухуровневая VCR G6 по F. Schwab, коррекция и инструментация | 1 | 0 |
| 10 | коррекция и инструментация с применением "растущей" металлоконструкцией | 6 | 3 |
| | ВСЕГО | 73 | 25 |

## 2.4.2. Особенности хирургической коррекции баланса туловища у пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов

Всем пациентам исследуемой группы 2 проведена хирургическая стабилизация тазобедренного сустава. Больным с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов подгруппы С (54 ребенка) выполнена стабилизация 102 тазобедренных суставов. Пациентам (n=68) со

спастической нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D) выполнена стабилизация 89 суставов. Распределение по методам оперативного лечения приведено в таблице 2.4.2.1.

Таблица 2.4.2.1. Распределение пациентов исследуемой группы 2 по методам оперативного лечения.

| № п/п | **Вид выполненного оперативного вмешательства** | Подгруппа C (n=54) | Подгруппа D (n=68) |
|---|---|---|---|
| 1 | КОБ (корригирующая остеотомия бедренной кости) | 72 | - |
| 2 | КОБ с теномиотомией m.iliopsoas | - | 5 |
| 3 | КОБ + Остеотомия таза по Солтеру | 24 | - |
| 4 | Остеотомия таза по Солтеру | 6 | - |
| 5 | КОБ с теномиотомией iliopsoas+ Остеотомия таза по Солтеру | - | 57 |
| 6 | КОБ + ацетабулопластика по Pemberton | - | 5 |
| 7 | КОБ с теномиотомией iliopsoas + ацетабулопластика по Pemberton | - | 11 |
| 8 | КОБ с теномиотомией iliopsoas + Двойная остеотомия таза | - | 2 |
| 9 | КОБ с теномиотомией iliopsoas + Тройная остеотомия таза | - | 9 |
| | Итого: | 102 | 89 |

Как видно из данных, приведенных в таблице, тактика оперативного лечения нестабильности тазобедренного сустава у детей с диспластической и нейрогенной нестабильностью существенно отличалась. Основным отличием тактики оперативного лечения спастической нестабильности тазобедренного сустава, в отличие от диспластической, являлось выполнение мягкотканного компонента операции. Тенотомия m. iliopsoas выполнялась во всех случаях с целью декомпрессии головки бедренной кости и снижения риска ревальгизации проксимального отдела бедра после деторсионно-варизирующей остеотомии проксимального отдела бедренной кости.

Помимо оперативных вмешательств на мышечном компоненте, представленных в таблице, пациентам выполняли аддуктотомию при

наличии аддукторного спазма. Коррекцию hamstring-синдрома в виде Z-образного удлинения mm. Semitendinosus et gracillis, а удлинение m. semimembranosus выполнялось путем двойной апоневротомии на этапе удаления металлоимплантов. Rectus-синдром корригировали путем транспозиции прямой мышцы бедра на илиотибиальный тракт. Коррекции hamstring- и rectus-синдромов при их наличии в паттерне спастичности конкретного пациента уделяли особое внимание в связи с тем, что эти мышцы являются двусуставными. Медиальная группа сгибателей голени выполняет функцию внутренних ротаторов и аддукторов. А прямая мышца бедра выполняет функцию сгибателя бедра и разгибателя голени. Перечисленные мягкотканные операции не вошли в основную таблицу, т.к. в ней указаны только первичные оперативные вмешательства.

**Корригирующая медиализирующая деротационно-варизирующая остеотомия проксимального отдела бедренной кости (КОБ)** выполнялась по стандартной общепринятой методике. Основным показанием для проведения подобной операции является нарушение взаимоотношений в суставе, обусловленное преимущественно бедренным компонентом (патологические значения ШДУ, избыточная антеверсия шейки). В положении больного на противоположном боку выполняли боковой разрез от верхушки большого вертела и далее вниз в проекции диафиза бедра длиной 7-14 см (разрез Лангенбека). Широкую фасцию бедра рассекали крестообразно с обязательным рассечением Массиатового тракта. M. vastus lateralis рассекали по ходу мышечных волокон электроножом с целью профилактики кровотечения из мышечных сосудов. Бедренную кость выделяли поднадкостнично только в зоне предполагаемой остеотомии и на участке расположения металлоконструкции. Такое бережное отношение к отделению надкостницы значительно снижает кровопотерю и уменьшает травматичность вмешательства. После нанесения разметки на бедренную кость выполняли остеотомию при помощи осциллятороной пилы. Иссекание

участка бедренной кости проводили в проксимальном отделе, а на уровне дистального фрагмента сечение кости всегда находилось в поперечной плоскости. После сопоставления фрагментов бедренной кости (при этом устраняли имеющуюся coxa valgae путем уменьшения величины ШДУ и путем деротации устраняли избыточную антеторсию) производили их остеосинтез углообразной пластиной. После выполнения рентгенологического интраоперационного рентген-контроля с помощью электронно-оптического преобразователя, после восстановлении центрации оси шейки на Y-образный хрящ выполнялось ушивание раны. Степень коррекции патологической антеторсии стремились скорригировать до параметров возрастной нормы, указанной в таблице 2.4.2.2.

Таблица 2.4.2.2. Средние значения антеверсии (в градусах) по возрастам

| Возраст, лет | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Средние значения антеверсии, градусы | 31 ± 9 | 30 ± 9 | 27 ± 7 | 26 ± 8 | 27 ± 7 | 27 ± 7 | 23 ± 7 | 24 ± 7 | 21 ± 6 | 21 ± 7 | 21 ± 8 | 20 ± 6 | 20 ± 6 | 15 ± 9 | 15 ± 8 |

**Остеотомию таза по Salter** выполняли в следующих случаях: при дисплазии крыши вертлужной впадины (недостаточная ее протяженность, избыточная скошенность крыши – ацетабулярный индекс свыше 20°), а также при дефиците покрытия головки бедренной кости, который невозможно исправить путем выполнения КОБ, из-за ее низкого потенциала коррекции взаимоотношений в тазобедренном суставе. Операцию выполняли в положении пациента на спине с использованием переднего доступа, который выполнялся от передне-верхней подвздошной ости книзу, проходя в проекции передней межостной вырезки подвздошной кости. После рассечения кожи и подкожной клетчатки рассекали собственную фасцию, при этом последнюю разъединяли, не доходя 1 см до передне-верхней ости. Затем в промежутке между портняжной мышцей и

мышцей, напрягающей широкую фасцию бедра, тупым и острым путем обнажали переднюю межостную вырезку подвздошной кости. Тупо отслаивали подвздошно-поясничную мышцу и вместе с m.sartorius отводили их кнутри, в случае необходимости частично надсекали паховую связку с подлежащими мышцами в 1,5 см от передне-верхней ости. Надкостницу надсекали на уровне linea arcuata, после чего распатором поднадкостнично обнажали подвздошную кость до седалищной вырезки. Снаружи тупо отслаивали ягодичные мышцы, при этом предварительно частично рассекали мышцу, напрягающую широкую фасцию, в 1-1,5 см от передней верхней ости. В глубине раны надсекали надкостницу и далее распатором выделяли подвздошную кость до седалищной вырезки. Такое экономное отделение надкостницы значительно уменьшает операционную травму и кровопотерю. Рассечение собственной фасции и мышц в отдалении от передней верхней подвздошной ости значительно облегчает ушивание послеоперационной раны. С помощью широкого плоского остеотома выполняли остеотомию подвздошной кости. Прямую мышцу бедра, как правило, не отсекали. Обязательно производили теномиотомию подвздошно-поясничной мышцы. С помощью однозубого крючка дистальный фрагмент таза перемещали кпереди, кнаружи и книзу. При сочетании подвздошной остеотомии таза с КОБ сечение подвздошной кости в надвертлужной области выполняли в поперечной плоскости, что облегчает введение в диастаз между ее фрагментами трансплантата, взятого из бедренной кости во время КОБ. Фиксацию в положении достигнутой коррекции осуществляли спицами Киршнера. К области остеотомии подвздошной кости подводили активный дренаж и рану послойно ушивали. На 4 – 8 недель накладывали полуторную кокситную гипсовую повязку.

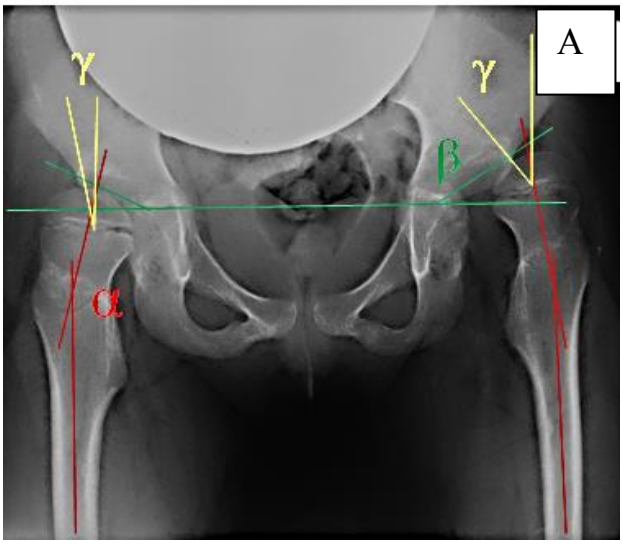
**Ацетабулопластика по Pemperton.** В отличие от остеотомии таза по Salter, при ацетабулопластике по Pemberton, остеотомию свода вертлужной впадины выполняют ближе к суставной впадине (на 0,5 см выше

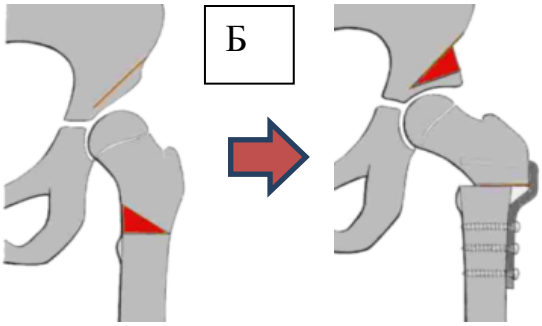
прикрепления капсулы сустава) и при помощи изогнутых остеотомов. В начале, под ЭОП-контролем выполняется монокортикальная остеотомия с помощью остеотома, далее осуществляется мобилизация дистального фрагмента и коррекция костного покрытия головки бедра выполняется под контролем ЭОПа, при этом происходит надлом свода впадины, а сама впадина уменьшается в объеме и принимает форму ближе к треугольной. Операцию можно производить при значительной степени дисплазии вертлужной впадины (35° и выше) при условии достаточной протяженности крыши вертлужной впадины. Пластику образовавшегося костного дефекта выполняли трансплантатом из проксимального отдела бедренной кости, полученного в результате КОБ.

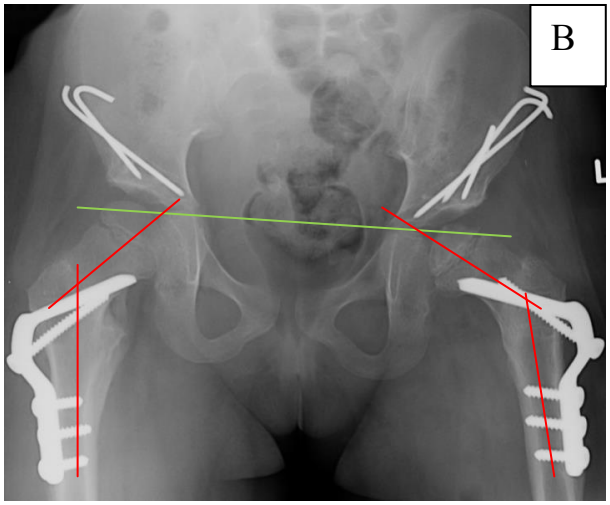
Ацетабулопластику по Pemberton выполняли при значительной скошенности "крыши" вертлужной впадины (ацетабулярный угол более 35°) и невозможности покрытия головки вертлужной впадиной после корригирующей остеотомии бедра с III уровнем по GMFCS. В этих случаях ацетабулопластика позволила обеспечить достаточное покрытие головки бедра вертлужной впадиной. В отличие от остеотомии таза по Salter, этот вид остеотомии является монокортикальным и не приводит к дестабилизации тазового кольца. Это обеспечивает сокращение сроков гипсовой иммобилизации, что является мерой профилактики потери имеющихся двигательных навыков. Вместе с тем, ацтабулопластика, по сути, - нарушение конфигурации за счет эпифизеолиза крыши вертлужной впадины по Y-образному хрящу, который может привести к нарушению роста крыши и повреждению хряща, что в итоге может быть причиной раннего коксартроза, что определяет целесообразность использования ацетабулопластики у детей с более низким абилитационным потенциалом.

На рисунке 2.4.2.1. приведен клинический пример вышеуказанного способа хирургической коррекции проксимального отдела бедренной кости: *Пациентка М., 6 лет, с диагнозом: Спастический вывих головки левой бедренной кости, подвывих головки правой бедренной кости на фоне ДЦП,*

*спастической диплегии, GMFCS III. Пациентке выполнена хирургическая коррекция нестабильности тазобедренных суставов в объеме: укорачивающая КОБ слева, с теномиотомией m. iliopsoas, остеосинтез пластиной, ацетабулопластика по Pemberton слева. Через 4 дня выполнено подобное вмешательство с контралатеральной стороны. Через год после первичного оперативного лечения, после достижения консолидации в зоне выполненных остеотомий, металлоконструкции были удалены. Как видно из клинического примера, спустя 4,5 года – достигнутая коррекция спастической нестабильности тазобедренных суставов сохраняется. В динамике оценка по шкале Gillette Functional Assessment Questionnaire увеличилась с 3 до 6 баллов. Фотографии внешнего вида пациентки наглядно демонстрируют положительную клиническую динамику.*





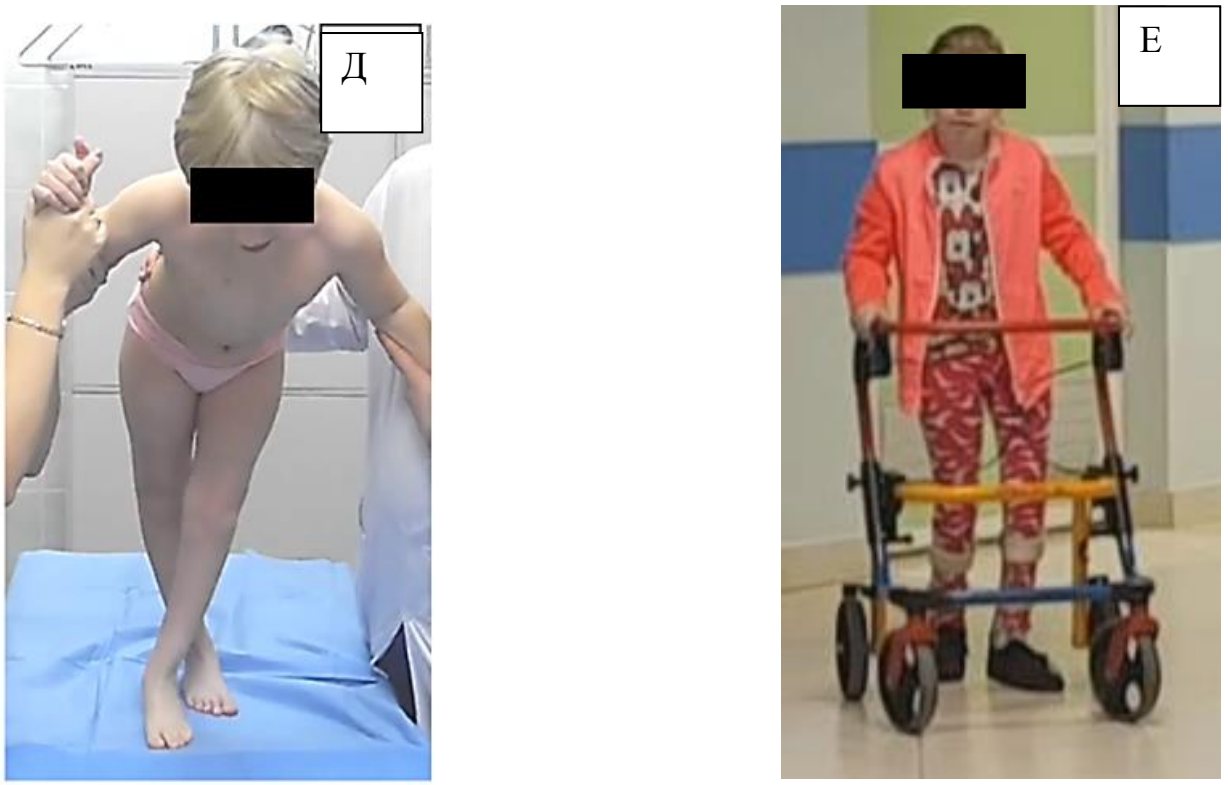




**Рисунок** 2.4.2.1. **Клинический пример:** А – рентгенограмма до оперативного лечения; Б – схема оперативного вмешательства; В - рентгенограмма после оперативного лечения; Г – отдаленный результат лечения через 2 года (после удаления металлоконструкций); Д – внешний вид пациентки до оперативного лечения; Е - внешний вид пациентки через 4,5 года после оперативного лечения.

**Особенности коррекции ацетабулярного компонента нестабильности тазобедренного сустава в условиях выраженной гипоплазии вертлужной впадины.**

Основными показаниями, при которых используется тройная остеотомия костей таза при спастической нестабильности тазобедренного сустава, является наличие подвывиха или вывиха, в условиях гипоплазии вертлужной впадины (соотношение длины крыши вертлужной впадины к длине головки бедра менее 0.75); школьный возраст, когда снижается естественная эластичность лонного сочленения; пациенты I-III уровней, способных к вертикализации.

Динамическая латерализация головки бедренной кости является основным звеном патогенеза развития деформаций в тазобедренном суставе,

это продиктовано наличием спастичности приводящих мышц и вторичной слабости ягодичных и отводящих мышц, которые препятствуют физиологическим процессам уменьшения показателей шеечно-диафизарного угла. Как следствие, происходит перераспределение нагрузки головки бедренной кости на наружный край вертлужной впадины, давление на который приводит к фронтальной деформации вертлужной впадины и развитию дефицита костного покрытия головки.

Сущность предложенного нами способа заключается в оригинальном малотравматичном доступе к седалищной кости, причем через этот доступ можно производить теномиотомию приводящих мышц и пояснично-подвздошной мышцы. Выбор в пользу транспозиции вертлужной впадины обусловлен выраженностью деформации вертлужной впадины и возрастом пациента. Способ можно сочетать с корригирующей остеотомией бедренной кости.

Способ осуществляется следующим образом: В положении больного на спине, с валиком под тазобедренным суставом на стороне операции, нога в положении сгибания и отведения в тазобедренном суставе. Производят разрез длиной 7-8 см в верхней трети бедра по внутренней поверхности в проекции приводящих мышц – продольный аддукторный доступ. После рассечения кожи и подкожной клетчатки выполняют теномиотомию приводящих мышц (по показаниям). В межмышечном промежутке тупым путем осуществляют доступ к малому вертелу бедренной кости, где выделяют сухожильную часть подвздошно-поясничной мышцы и производят тенотомию m. Iliopsoas. В месте отсечения приводящих мышц, сразу под вертлужной впадиной, определяют верхнюю ветвь седалищной кости, которая прикрыта наружной запирательной мышцей. Последнюю перфорируют зажимом и седалищную кость обходят изогнутыми распаторами снутри и снаружи. При этом нет необходимости строго поднадкостнично выделять место остеотомии. Долотом выполняют косую остеотомию в направлении спереди кзади. В верхнем углу раны пальпаторно

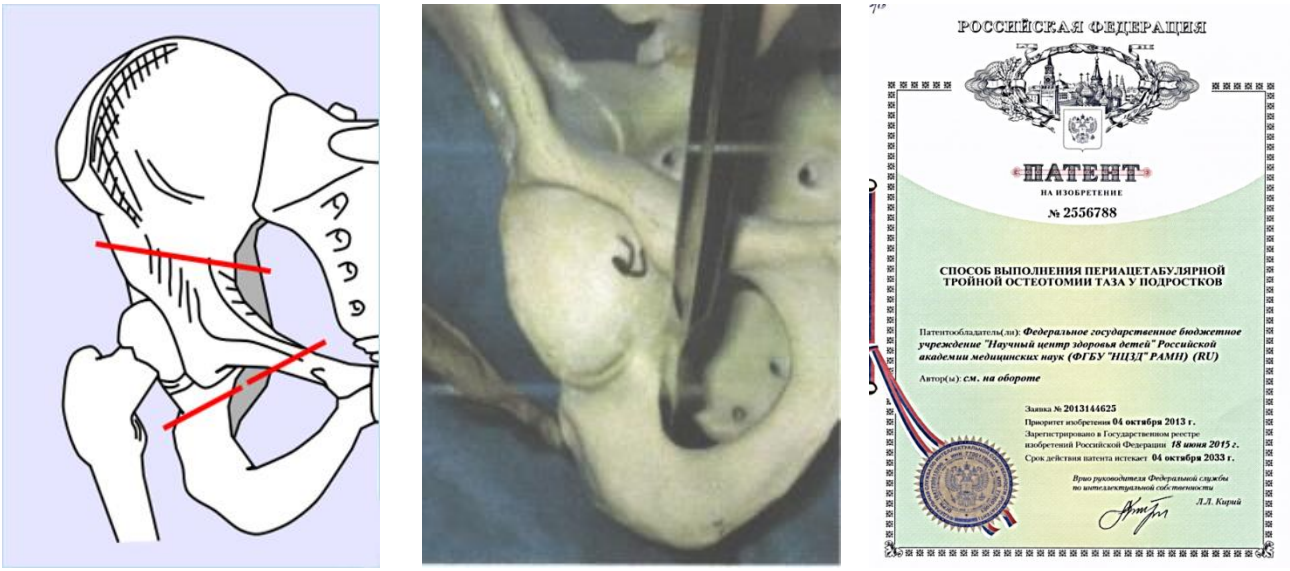
определяют верхнюю ветвь лонной кости как можно ближе к телу лонной кости (нога обязательно в положении сгибания и отведения в тазобедренном суставе во избежание контакта с бедренными сосудами и нервом), где на небольшом протяжении выделяют поднадкостнично место для остеотомии. Остеотомию выполняют долотом или пилой Джигли. Операционную рану ушивают с оставлением резинового выпускника.

Остеотомию подвздошной кости выполняют из переднего доступа длиной 6-8 см. Поднадкостничное выделение надвертлужной области производят только по внутренней поверхности на ограниченном участке в месте проведения пилы Джигли. По наружной поверхности подвздошной кости надкостницу не отделяют. Пилой Джигли производят дугообразную остеотомию выпуклостью, расположенной на суставном фрагменте таза.

Тройная остеотомия таза является эффективным высокотехнологичным радикальным вмешательством. Преимуществом оригинального способа является разработка нового доступа при выполнении остеотомий костей таза, при этом остеотомия седалищной кости производится в самом безопасном направлении спереди кзади. Такой доступ приводит к снижению травматичности вмешательства и реализует кровосбережение, что, в итоге, позволило отказаться от переливания эритроцитарной массы.Уменьшается глубина операционной раны при доступе к седалищной кости, нет необходимости в выделении седалищного нерва. Продольный аддукторный разрез минимизирует повреждение наружных срамных сосудов. Не меняется положение больного во время операции, что сокращает время оперативного вмешательства. Схема операции изображена на рис. 2.4.2.2.

Все хирургические вмешательства проводились согласно мировым трендам, с учетом собственных разработок, в зависимости от тяжести нарушения анатомических взаимоотношений в тазобедренном суставе. К выбору метода хирургического пособия в исследуемой группе 2 подходили дифференцированно, в зависимости от степени выраженности нестабильности, заинтересованности ацетабулярного и бедренного

сегментов, возраста, паттерна спастичности, и имеющегося у пациента абилитационного потенциала по GMFCS.




**A.** **B.** **C.**

Рисунок 2.4.2.2. Способ тройной периацетабулярной остеотомии таза (Авторы: К. В. Жердев, А. Н. Майоров, К. К. Унанян, О.Б. Челпаченко, С. Ю. Морев):

A – схема операции;

B – особенность выделения верхней ветви седалищной кости;

C - патент РФ 2556788 от 04.10.2013г.

На рисунке 2.5.2.3. показан клинический пример, демонстрирующий потенциал коррекции периацетабулярной тройной остеотомии таза в условиях гипоплазии вертлужной впадины с применением предложенного нами способа (патент РФ №2492828). Пациент Н., 12 лет, госпитализирован в отделение в плановом порядке по поводу нейрогенного (спастического) подвывиха головки правой бедренной кости на фоне ДЦП, спастической диплегии, GMFCS – III уровень. Пациенту выполнена коррекция нестабильности правого тазобедренного сустава: ДВО правой бедренной кости с теномиотомией m. iliopsoas, остеосинтез пластиной,

периацетабулярная тройная остеотомия таза с фиксацией спицами. По данным рентгенографии после операции отмечается центрация головки бедренной кости на Y-образный хрящ, достигнуто полное покрытие головки бедренной кости вертлужной впадиной. Послеоперационный период протекал без осложнений. В данном случае, через 10 месяцев после операции отмечено увеличение функционального класса на 2 балла по Gillette.



Рисунок 2.4.2.3. Клинический пример: (рентгенограммы до и после оперативного лечения; внешний вид пациента до и через 4,5 года после оперативного лечения).

Таким образом, нами отмечено, что все приведенные разнообразные методы хирургической коррекции деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника, а также нестабильности тазобедренного сустава диспластического и нейрогенного характера демонстрируют высокую эффективность в отношении коррекции фронтального и сагиттального баланса туловища, что предопределило выполнение детального анализа изменения параметров позвоночно-тазового баланса у данной категории пациентов.

## 2.5. Оценка качества жизни пациентов .

**Опросник SF-36** (от англ. «The Short Form-36») — это неспецифический опросник для оценки качества жизни пациента, широко используемый при проведении исследований качества жизни в странах Европы и в США. Он был установлен для оценки качества жизни в Италии, Франции, Австралии и общей популяции США. Этот опросник отражает общее благополучие и степень удовлетворенности теми сторонами жизнедеятельности человека, на которые влияют состояние здоровья. SF-36 состоит из 36 вопросов, сгруппированных в восемь шкал: физическое функционирование, ролевая деятельность, телесная боль, общее здоровье, жизнеспособность, социальное функционирование, эмоциональное состояние и психическое здоровье. Показатели каждой шкалы составлены таким образом, что чем выше значение показателя (от 0 до 100), тем лучше оценка по избранной шкале. Из них формируют два параметра: психологический и физический компоненты здоровья.

Показатели каждой шкалы составлены таким образом, что чем выше значение показателя (от 0 до 100), тем лучше оценка по избранной шкале. Из них формируют два параметра: психологический и физический компоненты здоровья. Результаты представляются в виде оценок в баллах по 8 шкалам, составленных таким образом, что более высокая оценка указывает на более высокий уровень качества жизни. Количественно оцениваются следующие показатели:

1. Физическое функционирование (Physical Functioning), отражающее степень, в которой физическое состояние ограничивает выполнение физических нагрузок (самообслуживание, ходьба, подъем по лестнице, переноска тяжестей и т.п.).

2. Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (RolePhysical Functioning) – влияние физического состояния на повседневную ролевую деятельность (работа, выполнение повседневных обязанностей).

3. Интенсивность боли (Bodily pain) и ее влияние на способность заниматься повседневной деятельностью, включая работу по дому и вне дома.

4. Общее состояние здоровья (General Health) – оценка больным своего состояния здоровья в настоящий момент и перспектив лечения.

5. Жизненная активность (Vitality) подразумевает ощущение себя полным сил и энергии или, напротив, обессиленным.

6. Социальное функционирование (Social Functioning), определяется степенью, в которой физическое или эмоциональное состояние ограничивает социальную активность (общение).

7. Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (Role Emotional) предполагает оценку степени, в которой эмоциональное состояние мешает выполнению работы или другой повседневной деятельности (включая большие затраты времени, уменьшение объема работы, снижение ее качества и т.п.).

8. Психическое здоровье (Mental Health), характеризует настроение наличие депрессии, тревоги, общий показатель положительных эмоций. Шкалы группируются в два показателя «физический компонент здоровья» и «психологический компонент здоровья».

Результаты вносили в компьютерную программу, которая автоматически рассчитывала результаты оценки качества жизни для каждого пациента. Опрос пациентов и их родителей производился спустя 3 и более лет после проведенного оперативного лечения

Сравнительную стандартизированную оценку функциональных возможностей пациентов с деформациями позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов нервно-мышечной этиологии до и после оперативного лечения мы выполняли по шкале-опроснику **Gillette FAQ (Gillette Functional Assessment Questionnaire**). Представленная шкала была впервые разработана в лаборатории Gillette Children's Specialty Healthcare (США) в 2000 году. Наиболее часто применяется для оценки функциональных возможностей пациентов до и после выполнения ортопедических и нейрохирургических вмешательств, широко используется для оценки результатов лечения детей с нейрогенными двигательными нарушениями в зарубежной литературе [175; 174; 113].

## 2.6. Статистические методы исследования

Статистическая обработка полученных результатов выполнена с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA 10.0», путем подсчёта показателя распространенности признака, вычисления средних величин (M) и ошибки (m) с определением критерия Стьюдента-Фишера, различия считались статистически достоверными при $p<0,05$, при этом обозначение * соответствует критерию достоверности различий показателей ($p<0,05$). Степень взаимосвязи между различными рентгенологическими параметрами оценивалась с применением коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r).

# ГЛАВА 3. КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ НАРУШЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕФОРМАЦИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА

## 3.1. Клинические аспекты гемодинамических нарушений у пациентов с деформациями позвоночника

### 3.1.1. Характеристика собственного клинического материала и методы исследования нарушений гемодинамики у детей и подростков с деформациями позвоночника

Целью данного этапа исследования явилось определить новый критерий, способствующий своевременному оказанию хирургической помощи детям с гемодинамическими проявлениями сколиотической болезни на основании выявления расширения печеночных вен у детей с деформациями позвоночника по данным ультразвукового исследования.

Проведено клинико-эхографическое исследование, которое включало 126 пациентов в возрасте 11-16 лет. Пациенты были разделены на 3 группы. В первую группу вошли 60 условно здоровых детей без выраженных деформаций позвоночника и грудной клетки. Критериями включения в первую группу были: отсутствие структуральной деформации грудного отдела позвоночника и грудной клетки (по данным рентгенографии грудной клетки, которая выполнялась в плановом порядке по месту жительства для исключения бронхолегочной патологии); отсутствие сердечно-сосудистых заболеваний, болезней дыхательной системы и печени. К критериям исключения были отнесены: наличие структуральной деформации позвоночника и грудной клетки, имеющиеся заболевания внутренних органов, которые могут сопровождаться расширением печеночных вен.

Вторую группу составили 42 пациента со сколиотическими деформациями позвоночника в пределах I-III степеней (величина угла сколиотической деформации до 50° по Cobb, оценивалась по данным рентгенографии грудопоясничного отделов позвоночника в ортостатическом положении), с умеренно выраженной пологой вторичной деформации грудной клетки. Дети данной группы находились на диспансерном наблюдении ортопеда по месту жительства, получали курсы консервативного лечения (лечебная физкультура, массаж, плавание, физиотерапевтическое лечение). Критериями исключения были: наличие показаний к хирургической коррекции деформации позвоночника на момент обследования, наличие заболеваний внутренних органов, которые могут сопровождаться расширением печеночных вен.

В исследуемую группу 3 включены 24 пациента со сколиотическими деформациями позвоночника IV степени с локализацией вершины основной дуги на уровне грудного отдела позвоночника, с углом искривления более 75° по Cobb и вторичной деформацией грудной клетки. По сути - это были дети, нуждающиеся в оперативном лечении по коррекции деформации позвоночника. Критериями включения в 3 группу исследования были: наличие рентгенологически подтвержденной структуральной деформации грудного отдела позвоночника с торсией и ротацией тел позвонков на ее вершине. К критериям исключения были отнесены: подпороговые величины угла сколиотической деформации (менее 75° по Cobb), наличие заболеваний внутренних органов, которые могут сопровождаться расширением печеночных вен.

Всем детям проводилось определение внешних фенотипических симптомов диспластического статуса. Клинические признаки ДСТ и соединительнотканной дисплазии сердца определялись в соответствии с Российскими рекомендациями по общепринятым критериям: О.Е. Блинниковой (1985), Г.А. Сухановой (1993), А.Н. Семячкиной (1994),

V.McKusik (1970), D. Lunch (1979), R. Byers, K. Holbrok (1979), P. Beithon (1998) и др. Патология ОДА: гипермобильность суставов кистей и стоп определялись по стандартным методикам, описанным C. Carter, S. Wilkinson (1964) в модификации Байтона (9-бальная система).

Всем детям проводилось эхокардиографическое (ЭхоКГ) обследование на аппарате «Vivid 7» (США) с допплерографией по общепринятой методике. Ультразвуковое исследование печени проводилось также на аппарате «Philips EPIQ 7» (Голландия), в положении на спине, из-под края рёберной дуги конвексным датчиком 5 МГц, при свободном дыхании. Размеры печёночных вен оценивали на расстоянии 1-2 сантиметра от впадения их в нижнюю полу вену. Печеночные вены размером 7,5-10 мм считали пограничнo расширенными.

Статистическую обработку проводили с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA 10.0», путем подсчёта показателя распространенности признака, вычисления средних величин (M) и ошибки (m) с определением критерия Стьюдента-Фишера (Г.Ф. Лакин, 1990), различия считались статистически достоверными при $p<0,05$, при этом обозначение * соответствует критерию достоверности различий показателей ($p<0,05$).

### 3.1.2. Анализ результатов исследования гемодинамических нарушений у пациентов с деформациями позвоночника.

Учитывая, что деформации позвоночника и грудной клетки, являются, с одной стороны, частым симптомом дисплазии соединительной ткани, с другой стороны, сколиотические деформации позвоночника представляют собой самостоятельную тяжелую ортопедическую патологию, представлялось целесообразным определение внешних фенотипических симптомов ДСТ у этой категории детей в сравнении с условно здоровыми детьми (табл. 3.1.2.1).

Таблица 3.1.2.1. Частота встречаемости внешних фенотипических симптомов соединительнотканной дисплазии у детей со сколиотической болезнью в сравнении со здоровыми детьми.

| Группы детей / Признаки | 1-я группа (n=60), в % | 2-я группа (n=42), в % | 3-я группа (n=24), в % |
|---|---|---|---|
| Гипермобильность суставов | 33,3±6,1 | 57,14±7,64*[1,3] | 83,3±7,67*[1,2] |
| Гиперрастяжимость кожи | 18,3±5,0 | 21,42±6,28*[3] | 79,16±8,31*[1,2] |
| Повышенная кровоточивость | 31,3±4,34 | 30,95±7,03*[1,3] | 66,7±9,59*[1,2] |
| Деформация грудной клетки | 4,2±2,6 | 95,23±2,38*[1] | у всех детей |
| Сколиозы различной степени выраженности | 11,7±4,1 | у всех детей | у всех детей |
| Расширение подкожной венозной сети туловища, верхних и нижних конечностей | 9,2±3,7 | 26,19±6,77*[1,3] | 62,5±9,85*[1,2] |
| «Крыловидные» лопатки | 11,7±4,1 | 16,66±5,79*[3] | 54,16±10,17*[1,2] |
| Плоскостопие | 18,3±5,0 | 21,43±6,28*[3] | 70,83±9,26*[1,2] |
| Глубокая «сандалевидная» щель между 1 и 2 пальцами стопы | 10,0±3,9 | 11,9±5,01*[3] | 66,7±9,59*[1,2] |
| Удлинение 4-го пальца кисти относительно 2-го | 10,0±3,87 | 23,8±6,59*[1,3] | 54,16±10,17*[1,2] |

*Примечание: 1-ая группа – здоровые дети без сколиотической деформации позвоночника; 2-ая группа – дети со сколиотическими деформациями позвоночника I-III ст; 3-я группа- дети со сколиотическими деформациями позвоночника IV ст;*

** - критерий достоверности различий при p<0,05;*

*** - критерий достоверности различий при p<0,01;*

**[1] – указание номера группы , с которой сравнивается данный показатель*

Из представленных в таблице данных следует, что у детей со сколиотической деформацией позвоночника достоверно выше частота встречаемости таких внешних фенотипических симптомов ДСТ как

гипермобильность суставов, гиперрастяжимость кожи, повышенная кровоточивость, деформация грудной клетки, сколиозы различной степени выраженности, расширение подкожной венозной сети туловища, верхних и нижних конечностей, «крыловидные» лопатки, плоскостопие, глубокая «сандалевидная» щель между 1 и 2 пальцами стопы, удлинение 4-го пальца кисти относительно 2-го, что свидетельствует о роли диспластического статуса в развитии сколиотических деформаций.

Наряду с внешними фенотипическими признаками ДСТ у пациентов со сколиотическими деформациями позвоночника проведено эхокардиографическое исследование для выявления симптомов соединительнотканной дисплазии сердца (табл. 3.1.2.2).

Таблица 3.1.2.2. Частота встречаемости симптомов соединительнотканной дисплазии сердца у детей со сколиотической деформацией позвоночника и грудной клетки в сравнении со здоровыми детьми.

| Группы детей / Симптомы ДСТ сердца | 1-я группа (n=60), в % | 2-я группа (n=42), в % | 3-я группа (n=24), в % |
|---|---|---|---|
| ПТК (пролапс трикуспидального клапана I-II ст с регургитацией на (+) и (++) | 9,2±3,7 | 45,23±7,67*[1] | 41,66±10,03*[1] |
| Удлинение Евстахиевой заслонки нижней полой вены | 18,3±5,0 | 26,19±6,77*[1] | 25,0±6,68*[1] |
| Расширение легочной артерии | 5,±3,0 | 14,2±5,35*[1,3] | 37,5±9,85*[1,2] |
| Пролапс митрального клапана I-II ст. с регургитацией | 8,3±3,7 | 26,19±6,77*[1] | 29,16±9,26*[1] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Расширение аорты на уровне синусов Вальсальвы | 4,6±2,81 | 16,66±5,79*[1] | 20,83±8,16*[1] |
| Эктопия крепления хорд митрального клапана | 28,3±5,8 | 47,62±7,70*[1] | 45,83±10,15*[12] |
| Дополнительные диагональные и поперечные трабекулы | 71,7±5,8 | 85,71±5,51*[1] | 83,33±7,67 |

*Примечание: 1-ая группа – здоровые дети без сколиотической деформации позвночника; 2-ая группа – дети со сколиотическими деформациями позвоночника I-III ст; 3-я группа- дети со сколиотическими деформациями позвоночника IV ст;*

** - критерий достоверности различий при p<0,05;*

*** - критерий достоверности различий при p<0,01;*

**[1] – указание номера группы , с которой сравнивается данный показатель*

Анализ представленных в таблице данных свидетельствует о достоверном преобладании частоты встречаемости симптомов соединительнотканной дисплазии сердца у детей с СДП в сравнении с группой условно здоровых детей. Причем не выявлены различия у детей с диспластической деформацией позвоночника и грудной клетки I-III ст и диспластической деформацией позвоночника и грудной клетки IV ст, что свидетельствует о преимущественно врожденном характере симптомов соединительнотканной дисплазии сердца.

Проведенные нами ранее популяционные исследования условно здоровых детей методом 10% репрезентативной выборки показали, что диаметр печёночных вен в среднем составил 5,5 ± 0,6 мм (стандартное отклонение 1,5). Таким образом, диаметр печёночных вен у здоровых детей находился в диапазоне от 4,6 до 6,95 мм, согласно показателям 95% доверительного интервала. Следовательно, диагностическим критерием расширения печеночных вен является увеличение их диаметра в диапазоне от 7,5 мм до 10 мм.

Анализ эхографического исследования печеночных вен показал, что у детей с СДП и грудной клетки отмечается достоверное увеличение частоты встречаемости РПВ, ассоциированное с тяжестью сколиотической деформации позвоночника и грудной клетки. В тоже время, обнаружено увеличение размеров диаметра печеночных вен у детей с СДП и грудной клетки в ряду: условно здоровые дети – дети со сколиотической деформацией позвоночника и грудной клетки I-III ст - дети со сколиотической деформацией позвоночника и грудной клетки IV ст. Полученные нами эхографические данные о состоянии печеночных вен у детей с СДП в сравнении с условно здоровыми детьми представлены в таблице табл. 3.1.2.3.

Таблица 3.1.2.3. Сравнительная характеристика показателей печеночных вен у детей со сколиотической деформацией позвоночника и грудной клетки в сравнении со здоровыми детьми.

| Исследуемые группы / Показатели | 1-я группа (n=60) | 2-я группа (n=42) | 3-я группа (n=24) |
|---|---|---|---|
| Частота встречаемости РПВ (в %), P±p | 5,0±2,81 | 21,4±6,28*[1,3] | 70,83±9,35*[1,2] |
| Диаметр ПВ (M±m), (в мм.) | 5,5±0,6 (нормальные физиологические показатели) | 7,97±1,02*[1] | 9,6±2,11*[1] |

*Примечание: 1-ая группа – здоровые дети без сколиотической деформации позвоночника; 2-ая группа – дети со сколиотическими деформациями позвоночника I-III ст; 3-я группа- дети со сколиотическими деформациями позвоночника IV ст;*

** - критерий достоверности различий при p<0,05;*

*** - критерий достоверности различий при p<0,01;*

**[1] – указание номера группы, с которой сравнивается данный показатель*

Установлено, что во второй исследуемой группе достоверно чаще отмечается РПВ по сравнению с 1-й, при этом, в 26,19% случаев (11

пациентов), пограничное расширение печеночных вен сопровождалось расширением нижней полой вены до 21±0,71 мм, значение соответствует 95 перцентилю, в указанных случаях клинически и рентгенологически диагностирована сколиотическая деформация грудного отдела позвоночника III степени (средний угол грудной сколиотической дуги составил 67±9,73° по Cobb).

У пациентов 3 исследуемой группы достоверно чаще выявлялось РПВ по сравнению с 1-й и 2-й группой, при этом сочетание с расширением нижней полой вены до 23±0,89 мм выявлено у 15 пациентов (62,5 % случаев). В указанных случаях клинически и рентгенологически диагностирована сколиотическая деформация грудного отдела позвоночника IV степени (средний угол грудной сколиотической дуги составил 88,3±12,44° по Cobb). В тоже время, в группе условно здоровых детей (1-я группа) данный симптом не выявлялся. Клинический пример пациентки, 3й группы – на рисунке 3.1.2.1.

*Пациентка П., 15 лет, с диагнозом: Ювенильный (диспластический) правосторонний грудной сколиоз IV степени. Пациентка госпитализирована в нейроортопедическое отделение ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России в 2016г. По данным рентгенографии величина угла грудной дуги составила 114° по Cobb. По данным УЗИ отмечено расширение печеночных вен до 9,8 мм, с расширением НПВ до 24мм, по ЭХО – КГ выявлена регургитация на клапанах легочной артерии (+), регургитация на трикуспидальном клапане, удлинение Евстахиевой заслонки НПВ, что позволяет судить о признаках развития сердечной недостаточности. Это послужило дополнительным показанием к выполнению ортопедо-хирургической коррекции деформации позвоночника.*

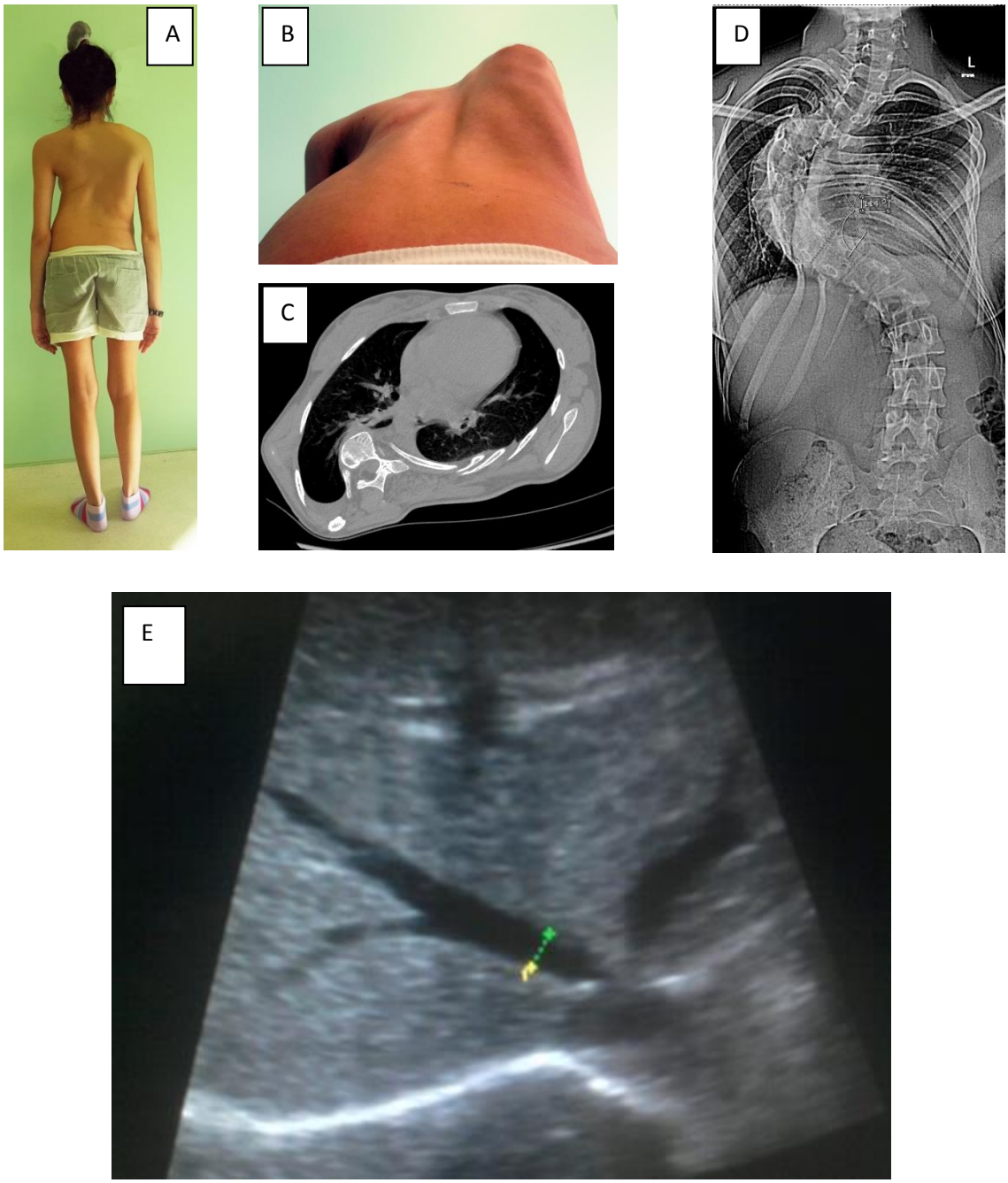



Рисунок 3.1.2.1. Клинический пример пациентки с тяжелой деформации позвоночника.

*Примечания:*

*А - внешний вид пациентки со спины;*

*В - внешний вид пациентки с наклоном туловища вперед (тест Адамса), позволяющий судить о тяжести вторичной деформации грудной клетки;*

*C - аксиальный срез компьютерной томографии (выраженная вторичная деформация грудной клетки с признаками дислокации органов средостения);*

*D - спондилограмма в прямой проекции;*

*E - УЗИ-картина – РПВ.*

Механизм формирования расширения печеночных вен представляется следующим образом: вторичная деформация грудной клетки, сформированная на почве структуральной деформации позвоночника, приводит к уменьшению объема грудной полости, смещению органов средостения и повышению внутригрудного давления, что, в свою очередь, способствует снижению эффекта присасывающего действия сердца. Увеличение диаметра печеночных вен часто сочетается с замедленным кровотоком по ним и свидетельствует о застойных явлениях в печени кардиального происхождения. Это, в свою очередь, приводит к формированию скрытой сердечной недостаточности на доманифестном этапе (НК-1, ФК-0). В тоже время для детей с диспластическим статусом характерен сосудистый синдром, в основе которого лежит наследственно обусловленное нарушение метаболизма коллагена сосудистой стенки. В совокупности данные изменения приводят к нарушению гемодинамики (застойным явлениям) в кавальной системе и сопровождаются расширением вен печени. В связи с вышеуказанными фактами, расширение печеночных вен мы рассматриваем не только как маркер скрытой сердечной недостаточности, но и как один из наиболее ранних маркеров формирования сколиотической болезни организма в целом. Не стоит забывать о том, что сколиотическая болезнь - это заболевание, развивающееся в результате соединительнотканной дисплазии, сопровождающейся наследственно обусловленным дефектом синтеза коллагена, при котором сколиоз, т.е. сложное многоплоскостное искривление позвоночника, является основным, но не единственным симптомом. Частота поражения внутренних органов при сколиотической болезни достигает 40-50%. Известно, что поражение

кардиореспираторной, пищеварительной, мочевыводящей, нервно-мышечной и других систем. Наиболее тяжело протекает сколиотическая болезнь на фоне грудного сколиоза, который сопровождается дисфункцией органов грудной клетки, а именно сердца и легких. Развитие легочной гипертензии и "кифосколиотического" сердца при тяжелых формах сколиоза приводит к декомпенсации кровообращения уже в молодом возрасте, значительно увеличивая летальность среди наиболее трудоспособной части населения. По данным литературы, средняя продолжительность жизни нелеченных больных тяжелыми формами сколиоза составляет 35-40 лет. В связи с этим при сколиотической болезни особое значение приобретает изучение нарушений в кардиореспираторной системе.

Таким образом, у пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника (более 75° по Cobb) частота встречаемости расширения печеночных вен составила 70,83%. У пациентов с деформациями позвоночника до 50° этот показатель составил 21,4%, у пациентов диспластического фенотипа без деформаций позвоночника - 5%. Выявление расширенных печеночных вен у детей с деформациями позвоночника, находящихся на диспансерном наблюдении ортопедов и детских хирургов позволит врачам первичного звена здравоохранения своевременно решать вопрос об изменении тактики ведения пациентов и своевременно направлять в специализированные лечебные учреждения для проведения ортопедо-хирургической коррекции деформаций позвоночника, что позволит предотвратить нарастание гемодинамических нарушений, обусловленных прогрессированием сколиотической болезни.

## 3.2. Клинические проявления нарушений вентилляционной функции легких у детей с тяжелыми нейрогенными и диспластическими деформациями позвоночника

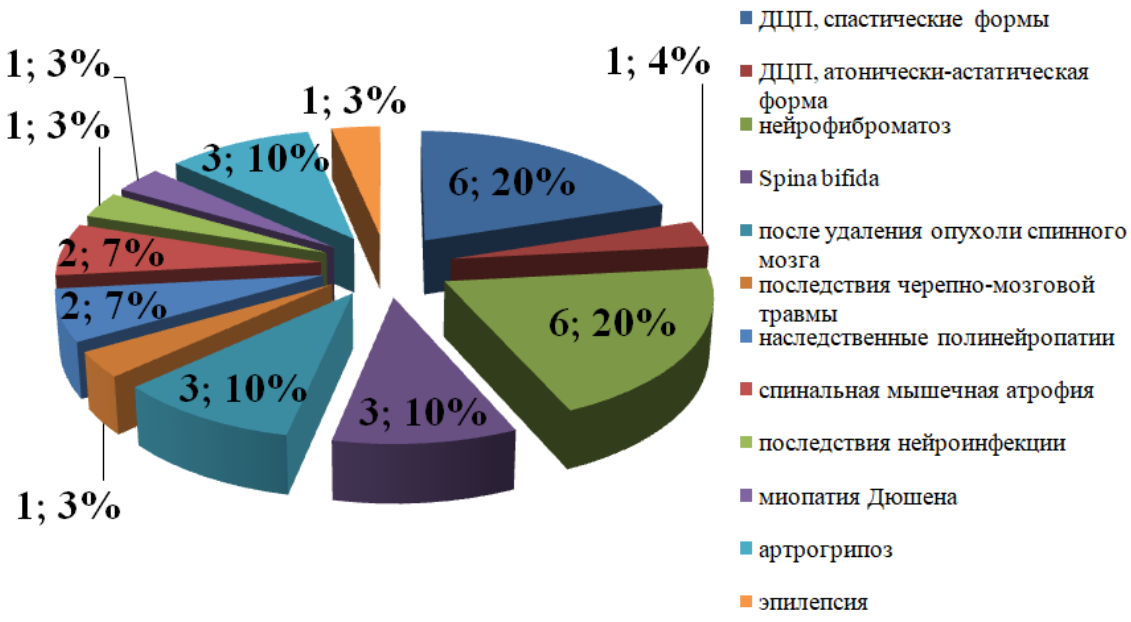
### 3.2.1. Характеристика собственного клинического материала и методы исследования нарушений гемодинамики у детей и подростков с деформациями позвоночника.

Целью этапа раздела исследования явился анализ функции внешнего дыхания (ФВД) у детей с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и определить их тесноту взаимосвязи с рентгенологическими параметрами тяжести и мобильности деформации.

Данный раздел работы основан на результатах комплексного клинического, рентгенологического и функциональных методов исследования 91 пациента со сколиотическими деформациями грудного отдела позвоночника, госпитализированных в нейроортопедическое отделение НИИ детской хирургии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России с 2010 по 2020 годы для дообследования и выполнения хирургической коррекции деформации позвоночника. Из них: 61 пациент - с идиопатическим (диспластическим) сколиозом (исследуемая группа 1) и 30 пациентов - с нервно-мышечными деформациями (исследуемая группа 2). Критериями включения являлись: наличие структуральной сколиотической деформации грудного отдела позвоночника диспластической (для 1 группы) или нервно-мышечной (для 2 группы) этиологии, соответствие III (25-75° по Cobb) и IV (более 75° по Cobb) степеням тяжести деформации, отсутствие предшествующих оперативных вмешательств в анамнезе по поводу деформации позвоночника. Критериями исключения были: иная этиология деформации позвоночника (кроме указанных в критериях включения), тяжесть деформации в пределах I и II степеней, невозможность выполнить исследование функции внешнего дыхания (например: из-за сопутствующей

бронхо-легочной патологии, ментальные нарушения и др.), отсутствие возможности выполнения рентген-функциональных проб. Функциональные спондилограммы выполнялись по стандартным методикам (определение угла основной дуги в положении стоя и лежа), исключение составили пациенты с нейрогенными деформациями позвоночника, неспособные к нахождению в положении стоя (например: пациенты с ДЦП IV и V уровней GMFCS), в таких случаях вместо ортостатических рентгенограмм выполняли рентгенографию в положении сидя. Для оценки мобильности/стабильности деформации позвоночника мы применяли индекс стабильности А.И. Казьмина (1961): отношение величины общего угла по данным рентгенографии лежа к величине общего угла в вертикальном положении. Ригидность деформации констатировалась в случае, если индекс приближался к 1, а при мобильных он определялся на уровне 0,7 и менее. Нозологическая структура исследуемой группы 2 представлена на диаграмме (Рисунок 3.2.1.1).

Рисунок 3.2.1.1. Нозологическая структура пациентов с нервно-мышечными деформациями позвоночника.




*Примечание: критерий достоверности ($p < 0,05$).*

Наши данные сопоставимы с данными литературы относительно распространенности деформации позвоночника у пациентов с нервно-мышечными заболеваниями, которая варьирует от 20% у пациентов с ДЦП до 60% у пациентов с миелодисплазией. Частота встречаемости возрастает до 90% у пациентов мужского пола с мышечной дистрофией Дюшенна, до 25% пациентов - с нейрофиброматозом, такая же частота встречаемости отмечена у пациентов с моторными и сенсорными полинейропатиями.

Референсную группу составили 30 практически здоровых лиц, у которых при обследовании были исключены наличие деформации позвоночника и грудной клетки, заболевания дыхательной системы. Возраст детей в исследуемых группах составлял от 6 до 17 лет, средний возраст - 13,8±3,49 лет.

Исследование функции внешнего дыхания (ФВД, спирометрия) выполняли для определения легочных объемов и скоростей воздушного потока в легких с целью оценки и последующей сравнительной характеристики нарушений вентиляционной функции легких у детей с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника. Исследование проводилось на аппарате для исследования функции внешнего дыхания (ФВД) «MasterScreen» производства Jaeger/CareFusion (Германия). В ходе исследования измеряли и сопоставляли с должными значениями следующие показатели флоуметрии: форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ, % от должной величины), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1, л) в процентах от должной величины, пиковую скорость выдоха (ПСВ) в процентах от должной величины, мгновенная объемная скорость после выдоха 25, 50 и 75 % ФЖЕЛ (МОС25, МОС50, МОС75, которая позволяет судить и проходимости крупных, средних и мелких бронхов.

Для определения степени взаимосвязи между тяжестью деформации позвоночника, мобильностью грудной дуги искривления и данными

исследования функции внешнего дыхания мы использовали статистический анализ с определением коэффициента корреляции Спирмена.

### 3.2.2. Анализ результатов исследования нарушения функции внешнего дыхания у пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника.

В результате анализа результатов рентгенологического исследования пациентов исследуемой группы 1 (диспластические сколиозы) установлено, что средний угол грудной сколиотической дуги в положении стоя составил 82,07±1,49°, в диапазоне от 62 до 117°, средний индекс стабильности составил 0,84±0,01 в диапазоне от 0,71 до 0,95. При оценке параметров функции внешнего дыхания, за основной параметр, по аналогии с зарубежными литературными источниками, взят объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1, л) в процентах от должной величины в данной группе, который, в среднем, составил 91,07±0,53%, что достоверно ниже показателя референсной группы. Исследование взаимосвязи между тяжестью деформации (угол основной дуги искривления по Cobb) позвоночника и ОФВ1(л) по коэффициенту корреляции Спирмена показало среднюю степень взаимосвязи данных параметров ($r=0,54$; $p<0,001$). Оценка взаимосвязи между индексом стабильности и ОФВ1 показало средний уровень корреляции ($r=0,67$; $p<0,01$) графически отображена на рис. 3.2.2.1).

Анализ результатов исследования пациентов исследуемой группы 2 (нервно-мышечные сколиозы) показал, что средний угол основной дуги искривления в положении стоя (или сидя - для пациентов, не имевших возможности нахождения в положении стоя) составил 94,31±3,55°, в диапазоне от 52 до 141° (что превышает значения данного параметра 1 группы), средний индекс стабильности составил 0,73±0,01, в диапазоне от

0,69 до 0,88 (что достоверно ниже, чем у пациентов референсной и 1 исследуемой группы, p<0,05).

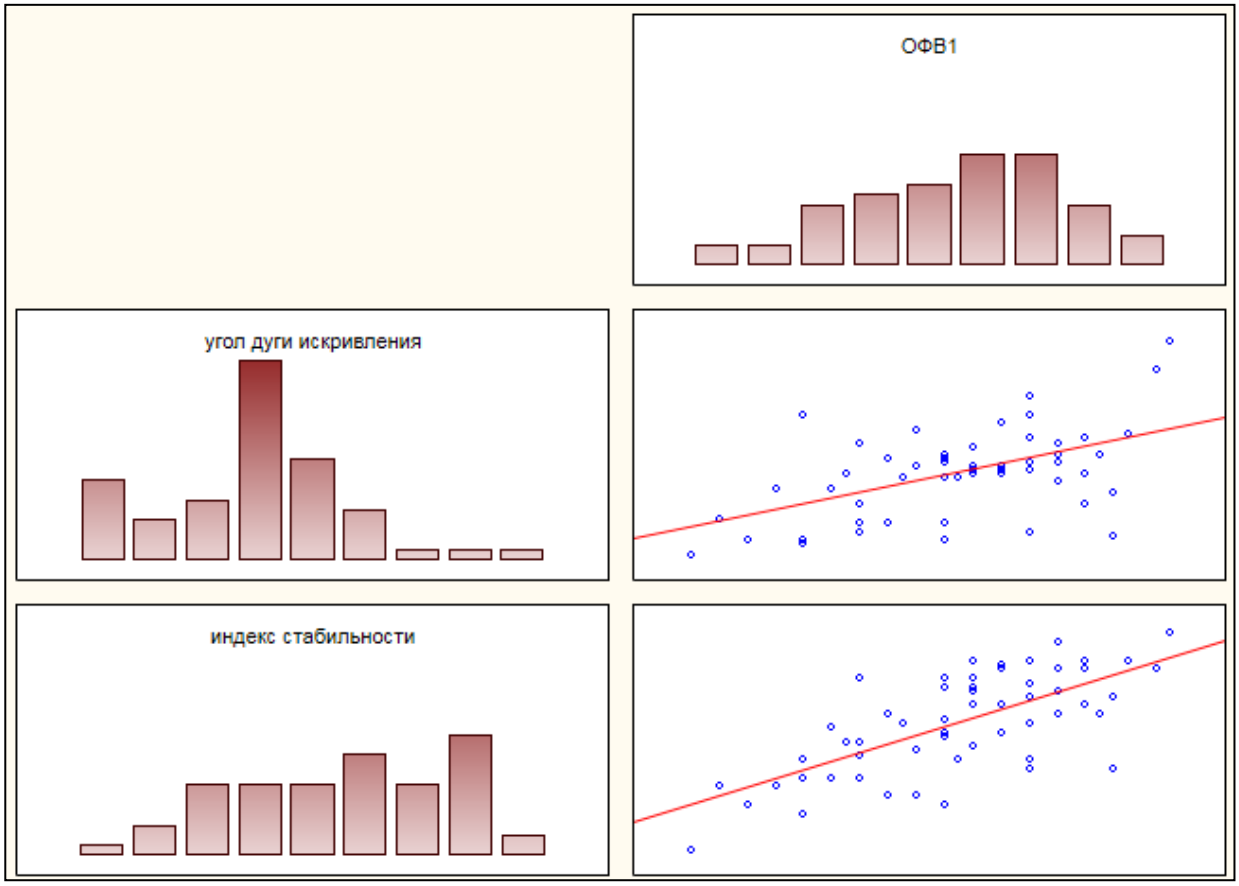



Рисунок 3.2.2.1. Зависимость между тяжестью деформации позвоночника, индексом стабильности и объём форсированного выдоха, по данным корреляционного анализа у пациентов 1-й группы.

Сравнение данных параметров между исследуемыми группами показало превосходство по тяжести деформации пациентов 2 группы, исследование стабильности грудной дуги сколиотической деформации демонстрирует более высокую мобильность деформации позвоночника (p<0,05), а соответственно, и - более высокий потенциал прогрессирования деформации. Объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1, л) в процентах от должной величины во второй группе, в среднем, составил 59,38±1,77%, что достоверно отличается от значений, полученных в референсной группе (p<0,05). Исследование взаимосвязи между тяжестью

деформации позвоночника и ОФВ1(л) показало более высокую корреляцию ($r=0,74$; $p<0,001$), чем у пациентов 1 группы. На наш взгляд, это связано с нервно-мышечной этиологией формирования сколиотической деформации. Оценка взаимосвязи между индексом стабильности и ОФВ1 показало высокий уровень корреляции ($r=0,88$; $p<0,001$) (Рис. 3.2.2.2). Полученные результаты исследования представлены в таблице 3.2.2.1. Помимо вторичной деформации грудной клетки и дистопии органов средостения, у данной категории пациентов имеется, в отличие от больных с диспластическими сколиозами, дисфункция дыхательной мускулатуры, наличие патологического мышечного тонуса мышц туловища, что существенно снижает компенсаторные механизмы поддержания функции легочной вентиляции, которые эффективно работают у пациентов исследуемой группы 1.

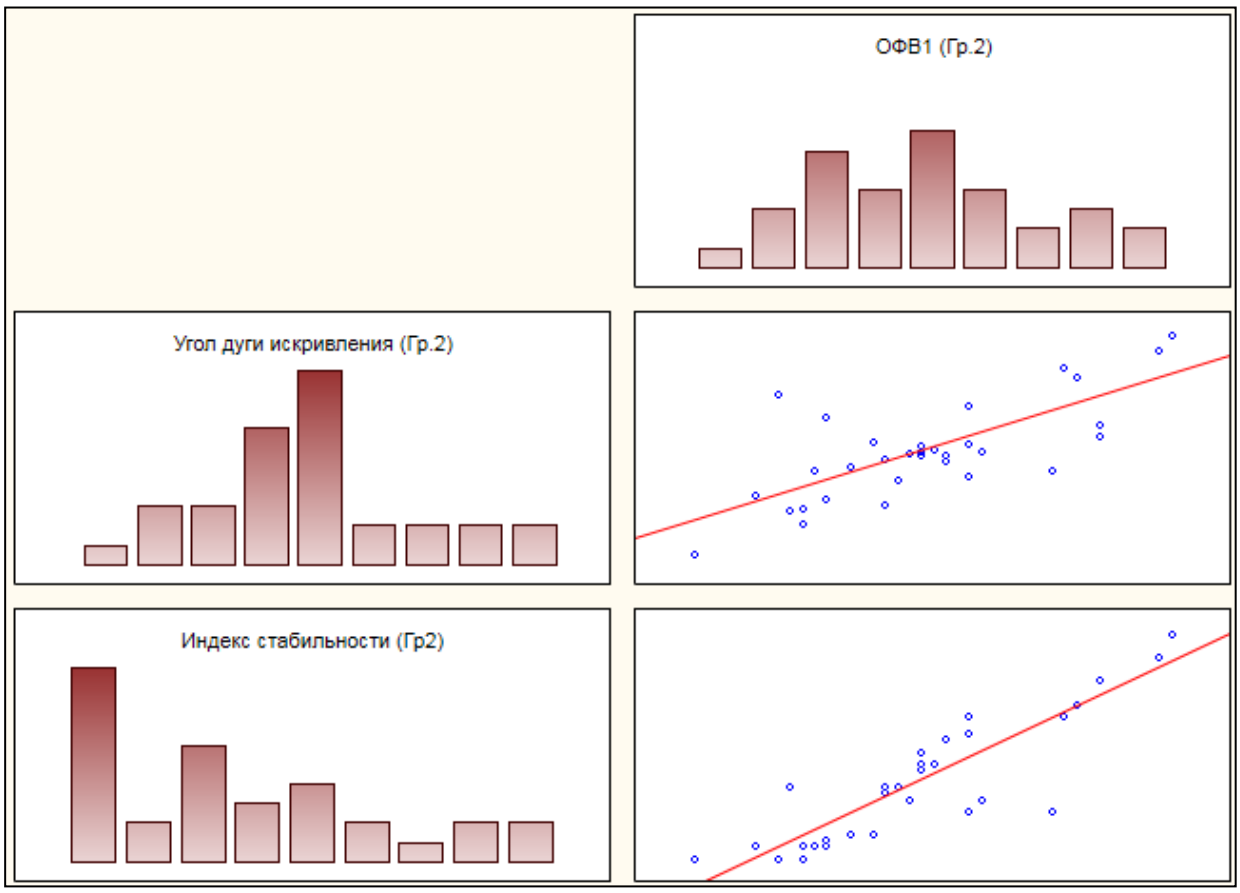



Рисунок 3.2.2.2. Зависимость между тяжестью деформации позвоночника, индексом стабильности и объём форсированного выдоха, по данным корреляционного анализа у пациентов 2 группы.

Учитывая полученные параметры функции легочной вентиляции, представленные в итоговой таблице 3.2.2.1, можно сделать вывод о том, что в связи с более совершенными механизмами компенсации вторичной деформации грудной клетки и дистопии органов средостения у пациентов с диспластическими сколиозами изменения ФВД обусловлены нарушением проходимости бронхов мелкого калибра - МОС75(%Д) составил 71,29±31,04%, что достоверно отличается от показателя референсной группы - 97,18±0,96% ($p<0,05$). А у пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника отмечается снижение проводимости по бронхам всех калибров: крупным, средним и мелким, соответственно, о чем свидетельствуют достоверно более низкие показатели МОС25(%Д); МОС50(%Д) и МОС75(%Д). Полученные нами результаты исследования не

противоречат данным мировой литературы относительно механизмов срыва компенсации дыхательной функции у пациентов с нейрогенными деформациями.

Таблица 3.2.2.1. Сравнительная характеристика определенных клинических, функциональных и рентгенологических параметров у детей со сколиотическими деформациями позвоночника (диспластическими и нейрогенными) в сравнении со здоровыми детьми.

| Группы детей / Параметр | Референсная группа (n=30) | Исследуемая группа 1 (n=61) | Исследуемая группа 2 (n=30) |
|---|---|---|---|
| Угол деформации стоя (сидя), в градусах | 3,07±0,14 | 82,07±17,83**р | 94,31±25,78**Р. |
| Индекс стабильности, в ед. | не определялся | 0,84±0,064*2 | 0,73±0,011*1 |
| Частота дыхания, в минуту | 19,31±1,97 | 24,70±1,31*р,2 | 27,45±1,12*р,1 |
| ФЖЕЛ(%Д) | 99,3±16,64*2 | 86,21±22,31 | 56,16±22,31*р |
| ОФВ1(%Д) | 99,78±11,82*2 | 91,07±11,71*2 | 59,38±16,69*р,1 |
| ПСВ(%Д) | 92,41±0,97*2 | 91,67±15,85*2 | 60,47±10,32*р,1 |
| МОС25(%Д) | 91,17±1,06*2 | 93,54±27,30*2 | 60,13±14,87*р,1 |
| МОС50(%Д) | 93,15±1,49*2 | 85,41±32,91*2 | 61,11±21,85*р,1 |
| МОС75(%Д) | 97,18±0,96*1,2 | 71,29±31,04*р | 66,16±30,93*р |

*Примечание: Референсная группа (р) – здоровые дети без сколиотической деформации позвоночника; Исследуемая группа 1(1) – дети с диспластическими сколиотическими деформациями позвоночника; Исследуемая группа 2 (2) - дети с нейрогенными сколиотическими деформациями.*

** - критерий достоверности различий при p<0,05;*

*** - критерий достоверности различий при p<0,01*

**1 – указание номера группы, с которой сравнивается данный показатель*

Из представленных результатов исследования следует, что индекс стабильности, определенный у пациентов с диспластическими деформациями является одним из критериев выбора тактики оперативного лечения. Помимо этого, данный показатель может отражать прогноз прогрессирования

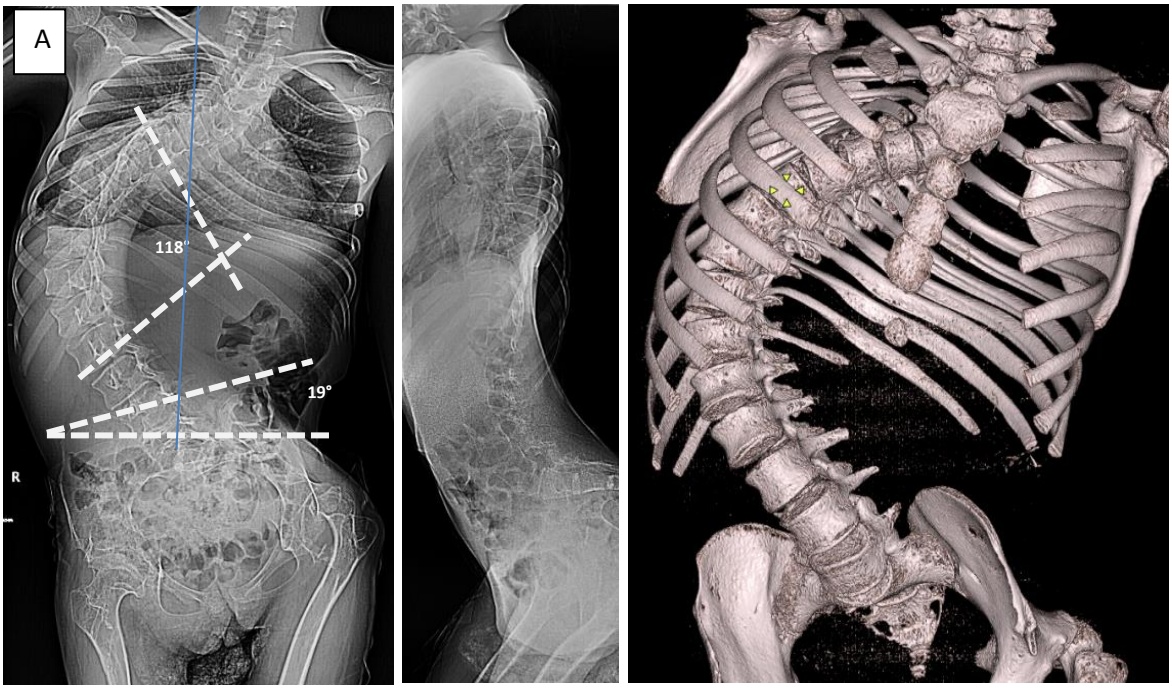
деформации позвоночника, чем деформация мобильней, тем больше потенциал ее прогрессирования. Учитывая выявленную высокую корреляцию между мобильностью деформации и степенью нарушения легочной вентиляции у пациентов с нервно-мышечными деформациями ($r=0,88$; $p<0,05$), мы предлагаем пользоваться данным показателем в качестве дополнительного критерия, определяющего показание к оперативному лечению.

С целью наглядной демонстрации влияния мобильной деформации представляем клинический пример оперативного лечения пациентки с тяжелой нейрогенной деформацией позвоночника (рис. 3.2.2.3.).

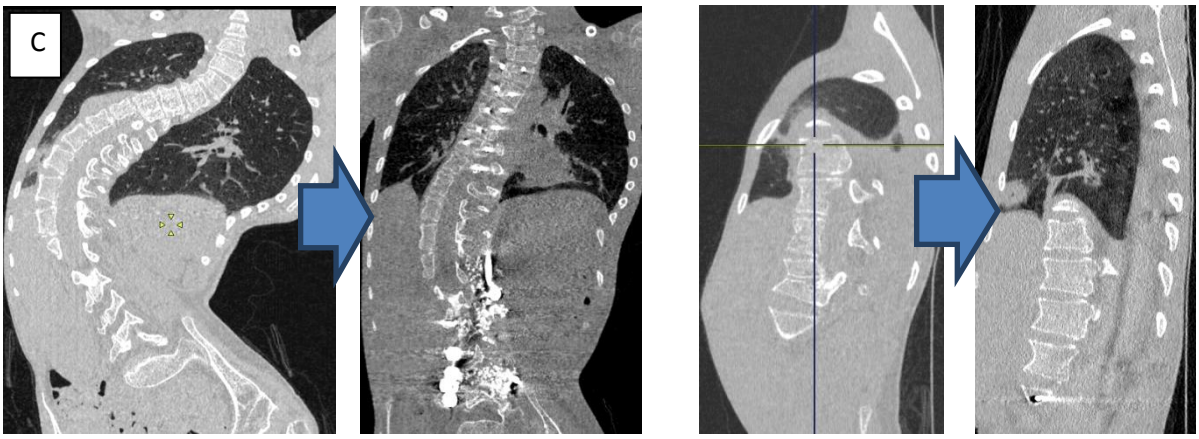
*Пациентка, 15 лет, с тяжелым нейрогенным сколиозом на фоне ДЦП, спастического тетрапареза, 5 уровень по GMFCS, бульбарный синдром.*

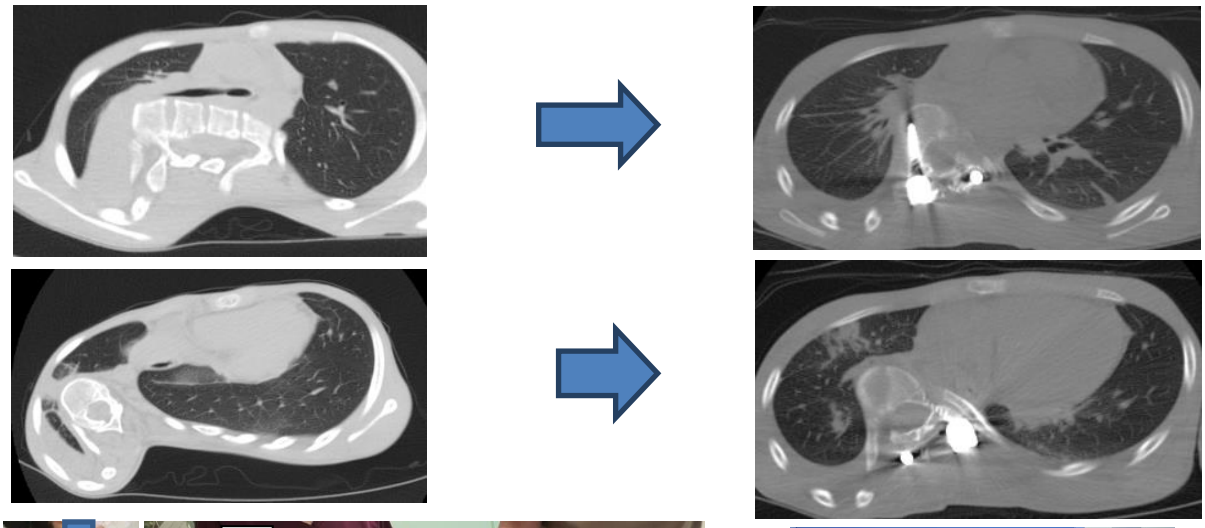
*Из анамнеза: За 2 года до госпитализации в наш Центр выявлена деформация грудного отдела позвоночника. За счет выраженной спастичности мышц туловища с июля 2019 года ребенок не может самостоятельно сидеть. При попытке вертикализации (с целью приема пищи) отмечается снижение сатурации до 70. Пациентка была госпитализирована в отделение в плановом порядке для дообследования и решения вопроса о хирургической коррекции деформации позвоночника. Спустя 4 часа при очередной попытке вертикализации, со стороны матери ребенка, отмечено развитие клиники острой дыхательной недостаточности, цианоз, снижение сатурации, которая не восстанавливалась в горизонтальном положении из-за спастичности мышц туловища. Дежурным хирургом пациентка переведена в отделение реанимации на ИВЛ. По данным лучевых методов исследования отмечена грубая компрессия правого легкого за счет деформации позвоночника, 118 градусов. Исключено наличие активного инфекционно-воспалительного процесса в легких. Данное состояние расценено как поздняя стадия сколиотической болезни с ателектазированием правого легкого и, как следствие - нарастающим нарушением вентиляционной функции легких. Проведен консилиум с участием ведущих профильных специалистов Центра. Решено выполнить оперативное вмешательство по жизненным показаниям. 06.02.2020 выполнена операция: задняя коррекция и позвоночно-тазовая фиксация позвоночника под контролем интраоперационной КТ-навигации. На вторые сутки после операции больная переведена на вспомогательный режим вентиляции лёгких. С 3х суток- самостоятельное дыхание. На 3 сутки переведена в отделение. На 5 сутки - вертикализирована в положении сидя. Сатурацию держит 97-98 без дополнительной дотации*

*кислорода. По данным КТ через неделю после операции отмечается значительное увеличение объёма правого легкого. На рисунке представлены рентгенограммы, данные компьютерной томографии (КТ) и внешний вид пациентки до и после операции. По данным КТ: металлоимпланты стабильные, достигнута удовлетворительная степень коррекции (со 118° до 41° по Cobb, что составило 65,3%). Фото пациентки представлены: лежа в реанимационном отделении (в день госпитализации) и в кресле-каталке (на 6е сутки после операции) и свидетельствуют о восстановленной возможности вертикализации пациентки.*







C




D

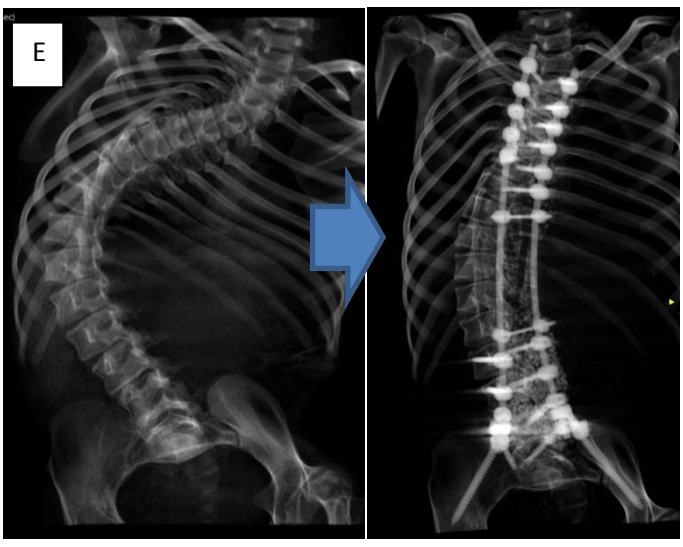

E

Рисунок 3.2.2.3. Клинический пример пациентки с тяжелой нейрогенной деформацией позвоночника.

*Примечания:*

*A - данные рентгенографии и объемной реконструкции КТ до операции;*

*B - вид операционной с интраоперационным компьютерным томографом и навигационной системой (позволяет осуществлять визуальный контроль имплантируемых элементов металлоконструкции);*

*C - данные мультипланарной реконструкции КТ до и после проведенного оперативного лечения (до операции -визуализируется ателектазированное правое легкое, после хирургической коррекции деформации позвоночника - отмечается отчетливое увеличение объема правого легкого);*

*D - внешний вид пациентки до операции (в реанимации на ИВЛ) и после оперативного лечения;*

*E - объемная реконструкция КТ до и после операции (демонстрирует степень достигнутой коррекции деформации, удовлетворительное стояние всех элементов металлоконструкции).*

В данном клиническом примере, ввиду прогрессирующего ухудшения состояния пациентки при госпитализации в отделение (в течение нескольких часов) и невозможности вертикализировать пациентку попытки рентген-функционального исследования позвоночника не предпринимались. Определение ФВД не предполагалось из-за исходного затрудненного контакта с пациенткой (GMFCS V уровня, бульбарный синдром). Рентгенологического исследования мобильности деформации не

выполнялось в виду прогрессирующего ухудшения соматического статуса. Учитывая нарастание клиники дыхательной недостаточности, оперативное лечение выполнено по жизненным показаниям. Операция выполнялась с применением контроля интраоперационного компьютерного томографа с навигационной станцией. Применение навигационных технологий, по мнению многих ортопедов – вертебрологов удлиняет время оперативного вмешательства. Однако, нужно отметить, что находящийся на операционном столе пациент имел тяжелые соматические нарушения. Оперативное вмешательство имело высокие, в том числе, летальные риски. Нам удалось быстро установить металлоимпланты под контролем прямой визуализации с полной уверенностью в точности и безопасности. Время операции составило 4,5 часа. Данный клинический случай наглядно демонстрирует восстановление легочной вентиляции в виде значительного увеличения объема правого легкого по данным компьютерной томографии.

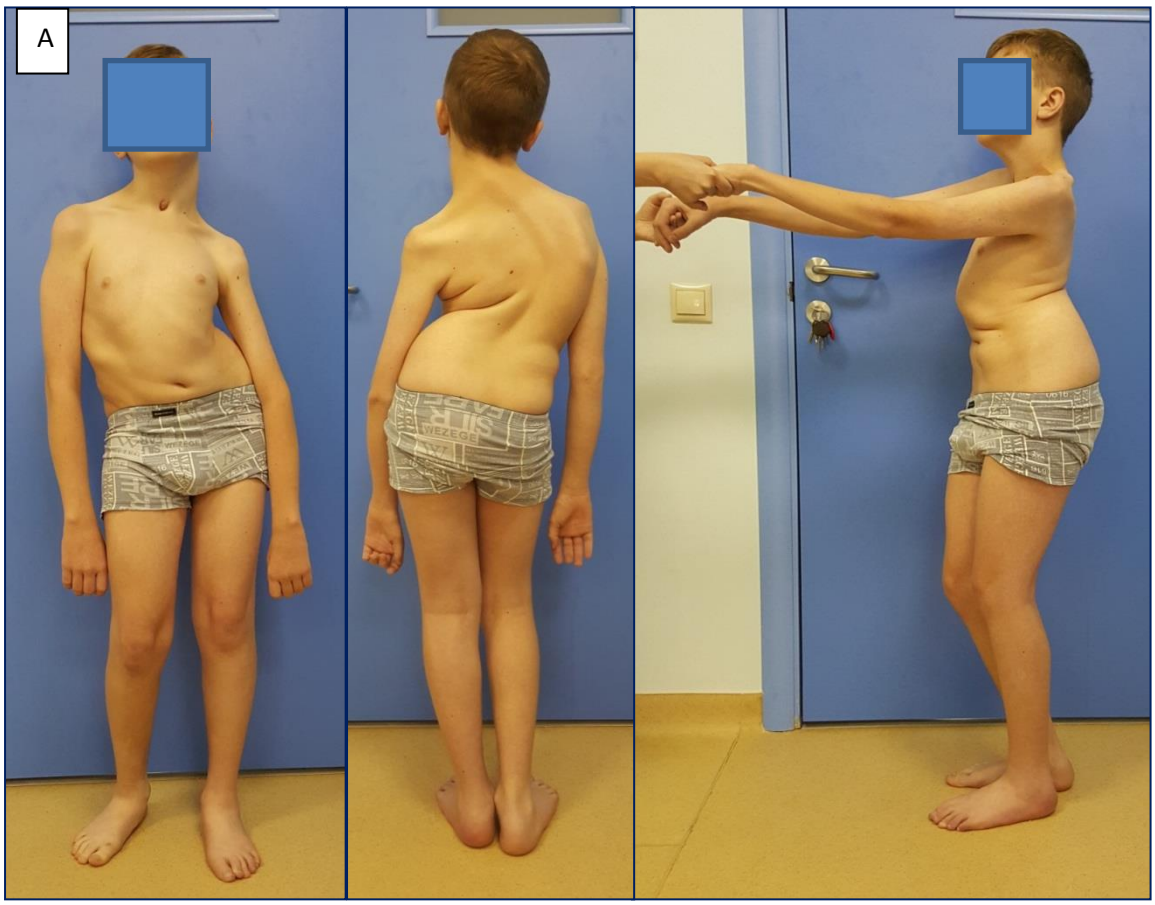
Следующий клинический пример также наглядно демонстрирует влияние деформации позвоночника и нарушения иннервации дыхательной мускулатуры вследствие имеющейся неврологической патологии на функцию внешнего дыхания (рис. 3.2.2.4).

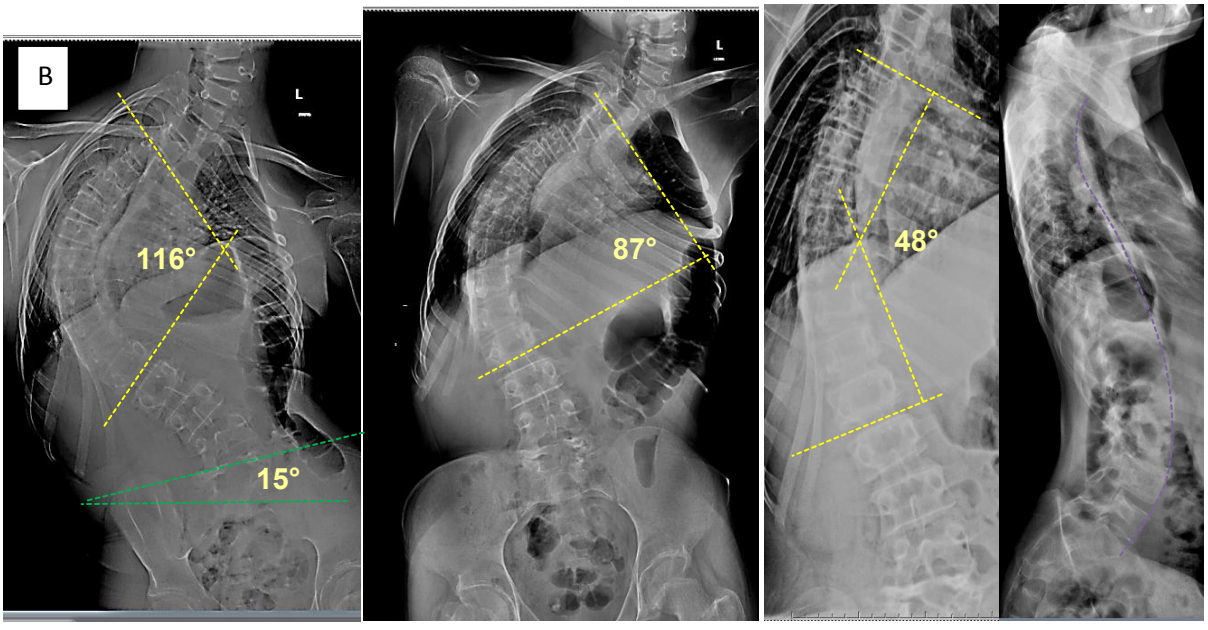
*Пациент, 15 лет, поступил с диагнозом: Нервно-мышечный (паралитический) правосторонний грудной сколиоз IV степени, прогрессирующий на фоне перенесенного клещевого энцефалита (энцефалополиомиелитическая форма). Вялый тетрапарез.*

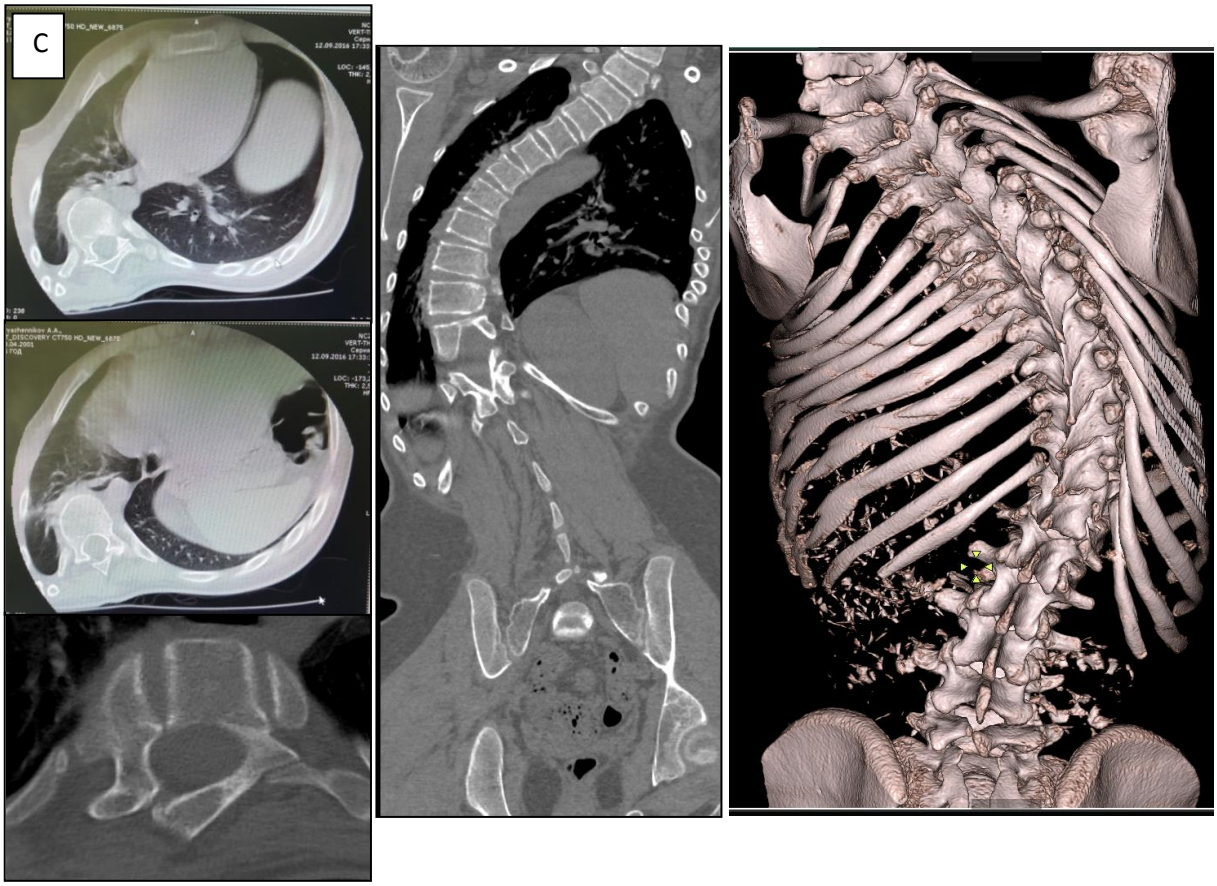
*Из анамнеза: Ранее развитие – без особенностей. В 2014 году перенес клещевой энцефалит, энцефалополиомиелитическую форму с тетрапарезом. Втечение17 дней находился в коме, 3 месяца - на трахеостоме, затем был деканнюлирован. Получал курсы восстановительного лечения по месту жительства: ЛФК, массаж, корсетотерапию. Несмотря на проводимые комплексные реабилитационные мероприятия, за 2 последующих года деформация позвоночника прогрессировала. Вместе с тем – нарастали явления дыхательной недостаточности, отмечалось снижение толерантности к повседневным физическим нагрузкам, боли в грудном отделе позвоночника. Пациент после госпитализации в*

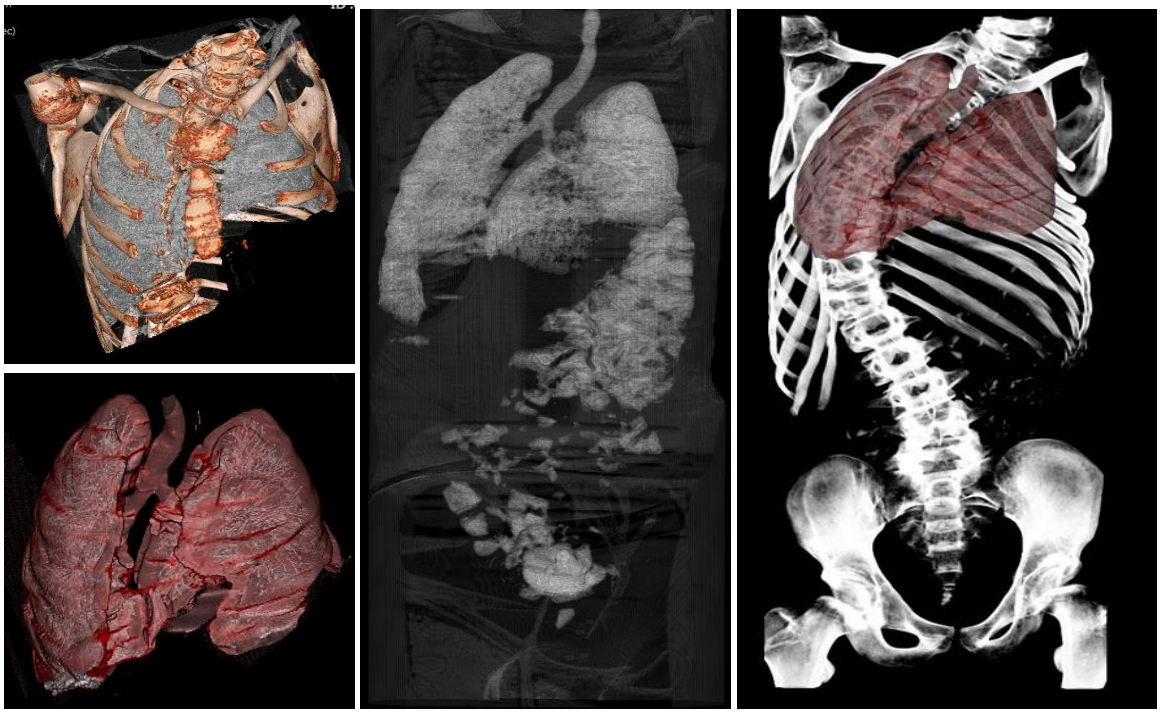
*нейроортопедическое отделение с ортопедией НИИ Детский хирургии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» был клинически и рентгенологически дообследован. Клинически определялась тяжелая деформация позвоночника и грудной клетки, перекос таза, нарушение походки. По данным рентгенографии стоя в прямой проекции, угол основной правосторонней дуги по Cobb составил 116°,перекос таза 15°, в положении лежа угол основной дуги 87°, индекс стабильность по А.И. Казьмину составил 0,75,что свидетельствует о мобильности деформации позвоночника. По данным тракционного теста угол грудной дуги составил 48°. По данным компьютерной томографии (КТ) отмечается компрессия правого легкого за счет правосторонней грудной сколиотической дуги, компрессия левого легкого за счет релаксации левого купола диафрагмы (на фоне центрального тетрапареза). Данные КТ полностью коррелируют с результатами исследования ФВД: ФЖЕЛ снижена до 29% от должных значений, ОФВ1 – до 31%, от должных значений, это подтверждает наличие у пациента выраженного генерализованного нарушения проходимости бронхов, при чем – по бронхам всех калибров, по рестриктивному типу. Пациенту выполнено двухэтапное оперативное лечение. Первым этапом выполнено наложение галоаппарата. Производилась гело-пельвик тракция во времени. После получения удовлетворительной степени предварительной коррекции деформации пациент взят на второй этап хирургической коррекции. Вторым этапом было запланировано выполнение дорсальной коррекции и фиксации деформации полисегментарной металлоконструкцией, задний спондилодез в условиях интраоперационной гало-пельвик тракции и нейрофизиологического мониторинга. Пациент был взят на операцию. После выполнения анестезиологического пособия пациент был перевернут на живот. Через 2 минуты констатирована остановка сердечной деятельности. Пациент был снова перевернут на спину, проводились реанимационные мероприятия, которые увенчались успехом. Пациент на ИВЛ переведен в реанимационное отделение. Наблюдался реаниматологами, кардиологами и кардиохирургами. Произведено дополнительное кардиологическое обследование, которое не выявило никаких новых данных, в том числе – данных, объясняющих произошедшую остановку сердечной деятельности. В течение недели пациент был подготовлен ко второму этапу оперативного лечения, которое запланировано произвести совместно с бригадой кардиоанестезиологов. Второй этап оперативного лечения выполнен без дополнительных технических трудностей. В результате оперативного лечения получена удовлетворительная степень коррекции*

*деформации грудопоясничного отдела позвоночника. Восстановлен баланс туловища во фронтальной и сагиттальной плоскостях.*

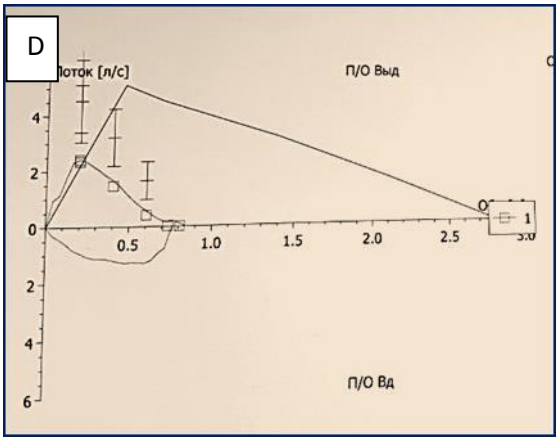


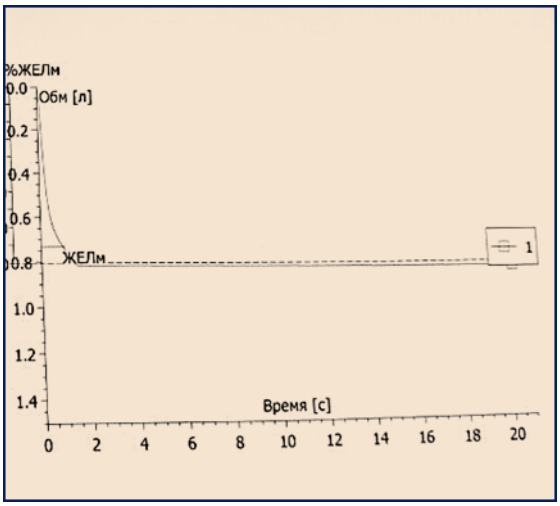




C



D




| № | Наименование | ДО |
|---|---|---|
| 1 | ФЖЕЛ(%Д) | 29 |
| 2 | ОФВ1(%Д) | 31 |
| 3 | ОФВ1/ФЖЕЛ(%Д) | 108 |
| 4 | ПСВ(%Д) | 47 |
| 5 | МОС25(%Д) | 51 |
| 6 | МОС50(%Д) | 45 |
| 7 | МОС75(%Д) | 24 |
| 8 | Динамика ОФВ1 | |

**Значительно выраженное генерализованное нарушение бронхиальной проходимости. ФЖЕЛ значительно снижена. Ребенок не может сделать усилия на выдохе из-за заболевания.**

E







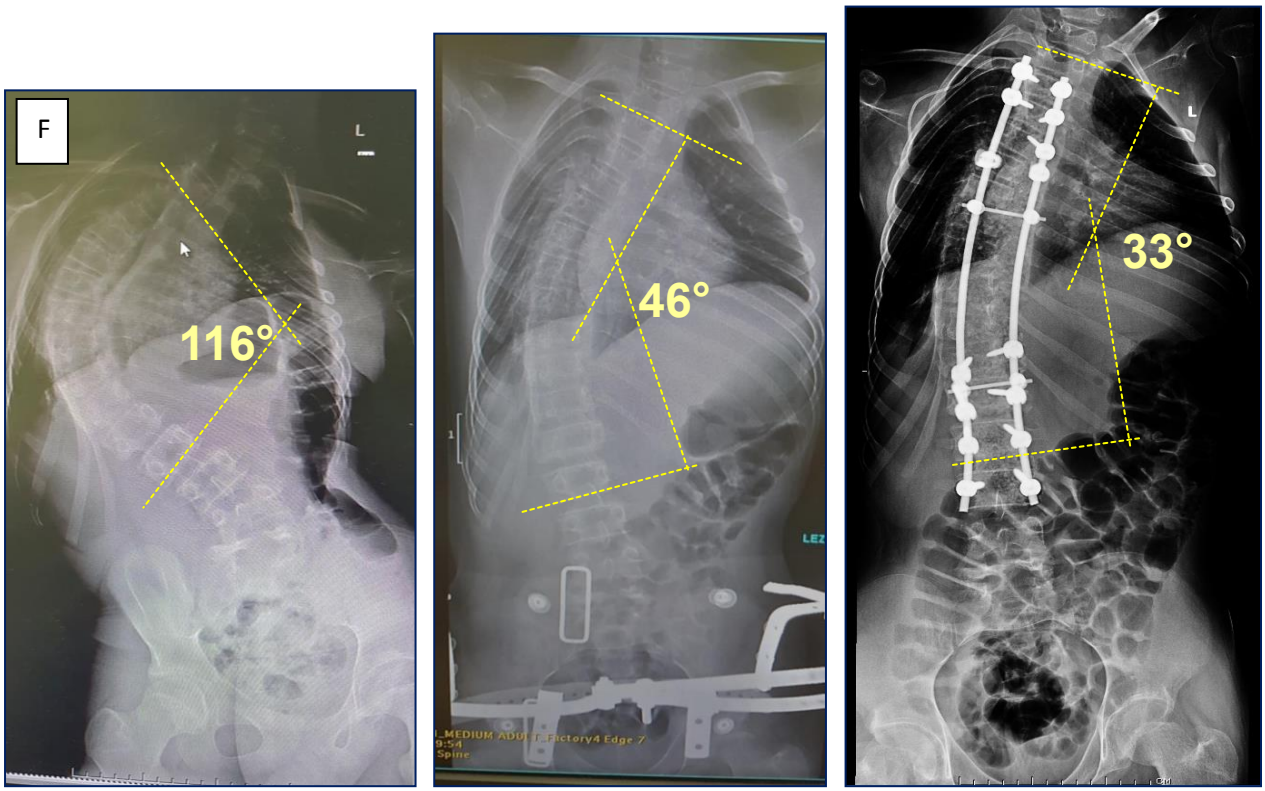



Рисунок 3.2.2.4. Клинический пример пациента с тяжелой нейрогенной деформацией позвоночника.

*Примечания:*

*A - внешний вид пациента до оперативного лечения;*

*B – исходные данные рентгенографии в положении стоя, лежа и с вытяжением в прямой проекции, и боковой проекции в положении стоя;*

*C - данные объемной реконструкции КТ до операции;*

*D – протокол исследования ФВД;*

*E – динамика внешнего вида пациента до, после первого и после второго этапа оперативного лечения;*

*F – рентгенограммы до, после первого и после второго этапа оперативного лечения.*

Приведенные клинические наблюдения наглядно иллюстрируют необходимость комплексного мультидисциплинарного подхода к лечению пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника, особенно это касается – деформаций нервно-мышечной этиологии.

Таким образом, представленные результаты исследования свидетельствуют о необходимости раннего выявления симптомов сколиотической болезни у пациентов с деформациями позвоночника различной этиологии. У пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника (более 75° по Cobb) частота встречаемости расширения печеночных вен составила 70,83%. У пациентов с деформациями позвоночника до 50° этот показатель составил 21,4%, у пациентов диспластического фенотипа без деформаций позвоночника - 5% ($p<0,05$). Выявление расширенных печеночных вен у детей с деформациями позвоночника, находящихся на диспансерном наблюдении ортопедов и детских хирургов позволит врачам первичного звена здравоохранения своевременно решать вопрос об изменении тактики ведения пациентов и своевременно направлять в специализированные лечебные учреждения для проведения ортопедо-хирургической коррекции деформаций позвоночника, что позволит предотвратить нарастание гемодинамических нарушений, обусловленных прогрессированием сколиотической болезни.

Выявлена средняя теснота корреляции между величиной угла сколиотической дуги и выраженностью нарушения функции внешнего дыхания у пациентов с диспластическими деформациями ($r=0,54$; $p<0,001$) и более высокая зависимость у больных с нейрогенными сколиозами ($r=0,67$; $p<0,01$). Такая разница связана с исходной дисфункцией дыхательной мускулатуры у детей с нейрогенными сколиозами, а у детей с диспластическими деформациями функция внешнего дыхания длительное время может оставаться компенсированной. Исследование взаимосвязи между мобильностью сколиотической дуги и нарушением функции внешнего

дыхания показало среднюю корреляцию у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника ($r=0,67$; $p<0,01$) и высокую – у больных с нейрогенными сколиозами ($r=0,88$; $p<0,001$), что позволяет использовать индекс стабильности в качестве дополнительного критерия, определяющего показание к хирургической коррекции нейрогенных деформаций позвоночника.

# ГЛАВА 4. КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БАЛАНСА ТУЛОВИЩА У ДЕТЕЙ С ДЕФОРМАЦИЯМИ ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА И НЕСТАБИЛЬНОСТИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

## 4.1. Клиническая характеристика пациентов исследуемых групп

### 4.1.1. Анализ структуры жалоб пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов

Наиболее частой жалобой у пациентов и их родителей с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (исследуемая группа 1) были: наличие косметического дефекта (у 95 из 98 пациентов или 96,9%), у 3-х пациентов был врожденный сколиоз с тяжелой деформацией позвоночника (с локализацией вершины дуги на уровне поясничного отдела). Эта жалоба выступала на первое место у пациентов подгруппы А (с диспластическими деформациями). У 89 (90,8%) из 98 пациентов исследуемой группы 1 зафиксированы жалобы на утомляемость (снижение толерантности) при статических нагрузках (стоя или сидя).

Жалобы на перекос таза отмечены у 54-х (74±5,13% от числа пациентов подгруппы А) из 73 пациентов с диспластическими деформациями и 23-х (92±5,43% от числа пациентов подгруппы В, $p<0,05$) из 25 больных с нейрогенными деформациями позвоночника. Данная жалоба чаще всего ставилась на первое место родителями пациентов с нейрогенными деформациями, что объясняется прогрессирующим снижением двигательной активности у пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника. Жалобы на снижение двигательной активности, которую пациенты и их родители предъявляли, связывая ее с деформацией позвоночника, зафиксированы у 12 (16,4±4,29%) из 73 пациентов подгруппы А и в 22-х (88,0 ±6,5%, $p<0,05$) из 25 случаев подгруппы В. Подобная разница частоты жалоб в подгруппах А и В связана, с нашей точки зрения, больше с имеющимися исходными неврологическими нарушениями. У всех пациентов с подобными жалобами выявлены клинические и рентгенологические признаки фронтального дисбаланса ($r=1$; $p<0,05$).

Жалобы на разновысокость плеч и надплечий предъявлял 92 из 98 пациентов исследуемой группы 1. Данная жалобы являлась одним из маркеров фронтального дисбаланса туловища, и отмечена у 67 (91,8%) из 73 пациентов подгруппы А (в 6-ти случаях подобной жалобы не отмечалось, что связано с наличием у пациентов комбинированного характера

сколиотической деформации). В подгруппе В данная жалоба отмечена у всех (100%) пациентов. Данная жалоба пациентов предъявлялась во всех случаях фронтального дисбаланса туловища, что говорит о высокой тесной взаимосвязи ($r=1$; $p<0,05$).

Несмотря на наличие литературных данных, которые говорят о низкой распространенности болевого синдрома у детей и подростков с деформациями позвоночника, наличие болевого синдрома в исследуемой группе 1 отмечено в 37 (37,75%) случаев из 98. Причем в подгруппах А и В частота выявляемости болевого синдрома существенно не отличалась. Интенсивность боли оценивалась по 10-ти балльной визуальной аналоговой шкале (ВАШ) от 0 до 10 баллов, т.е. от отсутствия болевого синдрома до нестерпимой боли. Болевой синдром с интенсивностью 9-10 баллов отмечен у одной пациентки подгруппы В с выраженным фронтальным и сагиттальным дисбалансом в результате сочетанной деформации поясничного отдела позвоночника и двустороннего патологического вывиха бедер на фоне спондилоэпифизарной дисплазии и наследственной полинейропатии (ссылка на клинический пример в Главе 2.). В остальных случаях интенсивность болевого синдрома, как правило, соответствовала 3 - 7 баллам по ВАШ. При сопоставлении степени тяжести деформации (угол деформации по Cobb) и выраженности болевого синдрома по ВАШ отмечена низкая, но достоверная корреляция ($r=0,43$; $p<0,05$), что не противоречит данным известных литературных источников.

Жалобы на снижение физической активности предъявили 29 (39,7±5,71%) из 73 пациентов с диспластическими деформациями позвоночника и у 24 (96,0±3,92%, $p<0,05$) из 25 пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника. У 19 (76,0±8,54%) из 25 пациентов отмечено наличие жалоб на одышку при физических нагрузках. Жалобы на одышку среди пациентов подгруппы А отмечены в 4-х (5,48±2,6%, $p<0,01$) из 73 случаев, однако только в 1-х случае у пациента не было выявлено

сопутствующей легочной патологии. Жалобы на нарушение походки выявлены 34-х (46,6±5,83%) из 73 больных подгруппы А и во всех случаях (100%) больных подгруппы В, $p<0,05$. Такая частота данной жалобы соответствует числу пациентов с жалобами на перекос таза.

Таким образом, анализ структуры жалоб пациентов первой исследуемой группы больных (с деформациями позвоночника) выявил корреляционную связь между жалобами пациентов и выраженностью показателей дисбаланса туловища ($r=0,98$; $p<0,05$).

Наиболее характерными жалобами у пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нервно-мышечной этиологии были: на чувство утомляемости в тазобедренных суставах, ограничение амплтуды движений в суставе, патологическую (чаще – внутриротационную) установку нижних конечностей, на «перекрест» нижних конечностей, нарушение походки, ограничение движений в тазобедренных суставах, снижение толерантности к ходьбе (или ограничение двигательной активности), боли в тазобедренном суставе, на перекос таза и укорочение нижней конечности.

Анализ структуры жалоб пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов продемонстрировал наибольшую частоту жалоб на чувство «утомляемости» в нижних конечностях и снижение толерантности к ходьбе, которые отмечены в 49 (90,7±4,08%) из 54 случаев. Ограничение движений в тазобедренных суставах отмечалось у 37 больных (68,5±6,35%) из 54 случаев, причем у всех этих пациентов имел место врожденный вывих бедер, сопровождающийся жалобами на перекос таза с относительным неравенством длины нижних конечностей.

Для пациентов с торсионными подвывихами бедер характерной жалобой было наличие внутриротационной установки нижних конечностей, чем и было обусловлено нарушение походки у данной категории пациентов

(n=13), из них у 8-ми больных этот симптом сочетался с жалобой на чувство «утомляемости» в нижних конечностях.

Пациенты со спастической нестабильностью тазобедренных суставов имели несопоставимо большее число и разнообразие жалоб, значительная часть которых связана с наличием и степенью выраженности исходного неврологического дефицита. Так, анализ жалоб, предъявляемых пациентами и их родителями показал, что у пациентов I и II уровня по GMFCS, в основном, отмечены те же жалобы, которые характерны для пациентов с торсионными подвывихами бедер (жалобы на внутриротационную установку нижних конечностей). А снижение толерантности к ходьбе чаще отмечалось у пациентов II и III уровня по GMFCS. Жалобы на наличие болевого синдрома в тазобедренных суставах чаще фиксировались у пациентов II уровня GMFCS с более выраженными нарушениями анатомии тазобедренных суставов (при снижении коэффициента костного покрытия головок бедер более чем на 60%), а как следствие, появление жалоб на снижение толерантности больного к ходьбе. У пациентов III уровня GMFCS отмечен более выраженный характер выше указанных жалоб, к которым присоединились жалобы на ограничение движений в тазобедренных суставах (в основном, за счет – отведения и наружной ротации), и наличие сгибательных установок в тазобедренных и коленных суставах. Наблюдение за пациентами III уровня сформированности «больших» моторных функций по GMFCS показало нарастание выраженного фронтального дисбаланса туловища из-за перекоса таза на фоне прогрессирующей нестабильности тазобедренного сустава. Данные по структуре жалоб пациентов со спастической нестабильностью тазобедренного сустава приведены в таблице 4.1.1.1.

Таблица 4.1.1.1. Анализ жалоб, предъявляемых пациентами (родителями) со спастической нестабильностью тазобедренных суставов в зависимости от уровня GMFCS (n=68)

| Жалобы | I уровень (n=2) | | II уровень (n=19) | | III уровень (n=47) | | Средняя частота жалоб | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | N | % | n | % | N общ | % |
| на патологическую (внутриротационную) установку нижних конечностей | 2 | 2,94±12,06 | 19 | 27,9±10,3*1,3 | 47 | 69,12±6,68*1,2 | 68 | 53,88±6,04 |
| на ограничение движений в тазобедренных суставах | - | - | 1 | 1,47±2,28*1,3 | 28 | 41,18±7,17*1,2 | 29 | 22,06±5,02 |
| На чувство «утомляемости» в нижних конечностях (снижение толерантности к ходьбе) | - | - | 2 | 2,94±3,91*1,3 | 40 | 58,82±7,17*1,2 | 42 | 32,35±5,66 |
| На боли в тазобедренном суставе | - | - | 4 | 5,88±5,45*1,3 | 12 | 17,65±5,6*1,2 | 14 | 14,70±4,33 |
| на перекос таза /укорочение конечности | - | - | 7 | 10,29±6,88*1,3 | 35 | 51,47±7,29*1,2 | 42 | 36,02±5,82 |

Примечание: группа1 – пациенты с уровнем I по GMFCS, группа 2 - пациенты с уровнем II по GMFCS, группа3 - пациенты с уровнем III по GMFCS; * - критерий достоверности различий между показателями исследуемых групп при $p<0,05$.

Представленные в таблице данные демонстрируют, что частота встречаемости предъявляемых пациентами и их родителями жалоб коррелирует со степенью выраженности неврологических расстройств ($r=0,96$; $p<0,05$). Учитывая большое количество общих для пациентов обеих исследуемых групп жалоб, нами проведен сравнительный анализ их структуры по всем исследуемым подгруппам пациентов (таблица 4.1.1.2.).

Таблица 4.1.1.2. Сравнительный анализ жалоб пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника (подгруппы A,B) и больных с нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нервно-мышечной этиологии (подгруппы C,D)

| Жалобы на: | Подгруппа A (n=73) | Подгруппа B (n=25) | Подгруппа C (n=54) | Подгруппа D (n=68) | Показатель средней частоты жалоб |
|---|---|---|---|---|---|

| | N | % | n | % | n | % | n | % | $N_{общ}$ | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| наличие косметического дефекта | **70** | 95,9± 2,29 *C,D | **25** | 100,0 *C,D | **16** | 29,6± 6,24 *A,B,D | **41** | 60,3± 5,94 *A,B,C | **152** | 71,5± 3,02 |
| утомляемость (снижение толерантности) при статических нагрузках (стоя или сидя) | **59** | 80,8± 4,59 * D | **22** | 88,0± 6,49 * D | **49** | 90,7± 3,89 * D | **42** | 61,8± 5,89 * A,B,C | **172** | 72,9± 2,99 |
| наличие болевого синдрома | **16** | 21,9± 4,85 * B | **21** | 84,0± 7,33 * A | **8** | 14,8± 4,86 * B | **14** | 14,7± 4,33 * B | **59** | 33,9± 3,19 |
| снижение двигательной (физической) активности | **29** | 39,7± 5,73 * B,C,D | **24** | 96,0± 3,92 * A,D | **49** | 90,7± 8,11 * A,D | **42** | 61,8± 5,89 * A,B,C | **144** | 72,1± 3,03 |
| нарушение походки | **34** | 46,6± 5,84 * B,C,D | **25** | 100,0 * A | **54** | 100,0 * A | **68** | 100,0 * A | **181** | 86,7± 2,27 |
| разновысокость плеч и надплечий | **67** | 91,8± 3,18 * B,C,D | **25** | 100,0 *A, C,D | **40** | 74,1± 5,96 * A,B | **56** | 82,4± 4,66 * A,B | **188** | 87,1± 2,27 |
| перекос таза / укорочение конечности | **54** | 74,0± 5,13 * B,D | **23** | 92,0± 5,43 * A, C,D | **41** | 75,9± 5,81 * B,D | **42** | 61,8± 5,89 * A,B,C | **160** | 69,5± 3,09 |
| наличие патологической установки нижних конечностей | **2** | 2,7± 2,0 * B,C,D | **13** | 52,0± 9,99* A,D,C | **13** | 24,07 ±5,81 * A,B,D | **68** | 100,0 * A,B,C | **96** | 33,1±3, 17 |

Примечание: группы сравнения обозначены как подгруппы A,B,C,D; * - критерий достоверности различий между показателями исследуемых групп при $p<0,05$; рядом со звездочкой указаны буквы соответствующих подгрупп, с которыми сравнивается данный показатель.

Таким образом, анализ структуры жалоб пациентов исследуемых групп показал достоверную тесную взаимосвязь между предъявляемыми пациентами жалобами и показателями выраженности фронтального

дисбаланса туловища (r=0,77; p<0,05). Выявлено, что наиболее частыми являются жалобы, отражающие наличие фронтального (в большей степени) и сагиттального дисбаланса туловища, а именно: наличие косметического дефекта, связанного с изучаемой исследуемой ортопедической патологией (средняя частота составила 71,5%), снижение толерантности к нагрузкам (72,9%), нарушение походки (86,7%), снижение двигательной активности (72,1%), разновысокость плеч и надплечий (87,1%), перекос таза / укорочение нижней конечности (69,5%). Выше перечисленные жалобы можно позиционировать в качестве маркеров дисбаланса туловища. Существуют научные работы, одним из тезисов которых является утверждение, что качество жизни пациента не коррелирует с показателями фронтального баланса туловища до тех пор, пока не нарушается сагиттальный дисбаланс [205]. Однако подобные исследования посвящены пациентам взрослого возраста. Проведенный анализ структуры жалоб детей и их родителей исследуемых групп позволяет сделать выводы о том, что фронтальный баланс туловища так же важен, и может оказывать существенное влияние на качество жизни детей и подростков. Тем более, в процессе продолженного роста скелета на фоне имеющегося фронтального дисбаланса может сформироваться сагиттальный дисбаланс, влияние которого на двигательную активность пациента значительно выше.

### 4.1.2. Анализ ортопедического статуса пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов

Клинические признаки, выявляемые при осмотре пациентов исследуемых групп можно условно разделить на локальные, которые отражают наличие конкретной ортопедической патологии и общие – это те признаки, которые являются клиническими маркерами фронтального или сагиттального дисбаланса туловища. Схема оценки ортопедического статуса

подробно изложена во главе 2. При клиническом осмотре мы также обращали внимание на наклон головы от линии отвеса, баланс надплечий, наклон таза во фронтальной и сагиттальной плоскостях. В качестве анализируемых клинических параметров выбраны: отклонение головы от линии отвеса во фронтальной плоскости: фронтальный наклон плечевого пояса, положительный тест Адамса в грудном и поясничном отделах позвоночника, перекос таза (разновысокость передних верхних подвздошных остей), относительное укорочение нижней конечности, наличие болевого синдрома в спине и тазобедренных суставах, нарушение походки, патологическая установка нижних конечностей, наличие контрактуры в тазобедренных суставах, наличие патологической установки нижних конечностей. Распределение указанных клинических симптомов по подгруппам пациентов продемонстрировано в таблице 4.1.2.1.

Анализ клинических признаков пациентов исследуемых подгрупп выявил, что наиболее патогномоничными симптомами нарушения баланса туловища были: отклонение головы от линии отвеса во фронтальной плоскости (76,8%), фронтальный наклон плечевого пояса (выявлено у 90,6% пациентов исследуемых групп), положительный тест Адамса в поясничном отделе (94,2%), перекос таза во фронтальной плоскости (84,2%), относительное укорочение нижней конечности (80,8%).

Таблица 4.1.2.1. Анализ клинических симптомов пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника (подгруппы A,B) и больных с нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нервно-мышечной этиологии (подгруппы C,D)

| **Жалобы на:** | **Подгруппа A (n=73)** | | **Подгруппа B (n=25)** | | **Подгруппа C (n=54)** | | **Подгруппа D (n=68)** | | **Показатель средней частоты жалоб** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **N** | % | **n** | % | **n** | % | **n** | % | **N общ** | % |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Отклонение головы от линии отвеса во фронтальной плоскости | **70** | 95,9± 2,29* B,C,D | **25** | 100,0 *A,C,D | **18** | 33,3± 6,4* A,B,D | **53** | 77,9± 5,02* A,B,C | **166** | 76,8± 2,88 |
| Фронтальный наклон плечевого пояса | **69** | 94,5± 2,55* B,D | **25** | 100,0 *A,C,D | **47** | 87,1± 4,58 * B | **55** | 80,9± 4,76 *A,B | **196** | 90,6± 1,93 |
| Положительный тест Адамса в грудном отделе | **73** | 100,0* C,D | **25** | 100,0 * C,D | **12** | 22,2± 5,64* A,B,D | **9** | 13,2± 4,08* A,B,C | **119** | 58,9± 3,32 |
| Положительный тест Адамса в поясничном отделе | **73** | 100,0* C,D | **25** | 100,0 * C,D | **47** | 87,1± 4,58* A,B | **61** | 89,7± 3,64* A,B | **206** | 94,2± 1,6 |
| Перекос таза (разновысокость передних верхних подвздошных остей) | **57** | 78,1± 4,85* B,D | **25** | 100,0 *A,C,D | **45** | 83,3± 5,11* B,D | **42** | 61,7± 5,89* A,C | **169** | 80,8± 2,64 |
| Относительное укорочение нижней конечности | **57** | 78,1± 4,85* B,D | **25** | 100,0 *A,C,D | **45** | 83,3± 5,11* B,D | **42** | 61,7± 5,89* A,C | **169** | 80,8± 2,64 |
| наличие болевого синдрома в спине при пальпации и при наклонах туловища | **19** | 26,0± 5,13* B,D | **14** | 56,0± 9,93 *A,C,D | **9** | 16,7± 5,11 * B | **11** | 16,2± 4,45* A,D | **53** | 28,7± 3,06 |
| наличие болевого синдрома в тазобедренных суставах | **2** | 2,7± 1,99* C,D | **1** | 4,0± 3,91* C,D | **12** | 22,2± 5,64* A,B | **15** | 22,1± 5,02* A,B | **30** | 12,8± 2,27 |
| нарушение походки | **37** | 46,6± 5,84* B,C,D | **25** | 100,0 *A | **54** | 100,0 *A | **68** | 100,0 *A | **184** | 86,7± 2,27 |
| Патологическая установка нижних конечностей | **2** | 2,7± 1,99* B,C,D | **13** | 52,0± 9,99* A,C,D | **13** | 24,07 ±5,81 * A,B,D | **68** | 100,0 * A,B,C | **96** | 44,7± 3,35 |
| наличие контрактуры в ТБС | **4** | 5,5± 2,78* B,C,D | **10** | 40,0± 9,8* A,D | **29** | 53,7± 6,78 *A | **43** | 63,2± 5,85* A,B | **86** | 40,6± 3,32 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| наличие патологической установки нижних конечностей | **2** | 2,7± 1,99* B,C,D | **13** | 52,0± 9,99* A,C,D | **13** | 24,07 ±5,81 * A,B,D | **68** | 100,0 * A,B,C | **96** | 44,7± 3,35 |

*Примечание: группы сравнения обозначены как подгруппы A,B,C,D; * - критерий достоверности различий между показателями исследуемых групп при p<0,05; рядом со звездочкой указаны буквы соответствующих подгрупп, с которыми сравнивается данный показатель.*

Все вышеуказанные клинические симптомы отражают частоту фронтального дисбаланса туловища у пациентов. Выявление признаков сагиттального дисбаланса представляется более сложной задачей в связи с тем, что при деформациях позвоночника пациент подсознательно стремится изменить положение туловища для коррекции глобального баланса. Это достигается за счет взаимосвязи между физиологическими изгибами позвоночника, морфологией таза и мышцами осевого скелета и конечностей. Известно, что подавляющее большинство пациентов с сагиттальным дисбалансом не способны сохранять прямую осанку в положении стоя в течение длительного времени, у 90% больных отмечаются боли в спине при статических нагрузках, а примерно треть этих пациентов имеют компенсаторную сгибательную установку коленных суставов с целью сохранения вертикального положения. Учитывая данные обстоятельства, при визуальной и рентгенологической оценке сагиттального баланса у данной категории пациентов необходимо при осмотре просить их максимально выпрямлять нижние конечности в тазобедренных и коленных суставах. Анализ амплитуды движений тазобедренных и коленных суставов позволяет выявить контрактуры, которые могут внести существенные коррективы в тактику лечения.

### 4.2. Рентгенологический анализ состояния баланса туловища у пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов

Комплексная оценка рентгенометрических показателей позвоночно-тазовых взаимоотношений является ключевой для определения тактики лечения пациентов. На данном этапе работы, основной задачей исследования являлось выявление наиболее значимых позвоночно-тазовых параметров, нарушающихся при деформациях грудопоясничного отдела позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов диспластической и нервно-мышечной этиологии. Анализ состояния баланса туловища выполняли с применением постуральных рентгенограмм, выполненным от С7 позвонка до средней трети бедер. Оценка рентгенометрических показателей позвоночно-тазового баланса производилась с применением компьютерной программы Surgimap v. 2.3.1.5. Ключевыми параметрами в сагиттальной плоскости были: pelvic incidence (PI) или «тазовый индекс»— угол, образованный линией, проведенной через центр головок бедренных костей к середине замыкательной пластинки S1, и линией, перпендикулярной этой замыкательной пластинке; pevic tilt (PT) или «тазовый наклон» — угол между вертикальной линией и линией, проведенной через центр бикоксофеморальной линии к середине замыкательной пластинки S1; sacral scope или наклон крестца (SS) — угол наклона верхней замыкательной пластинки первого крестцового позвонка (S1) по отношению к горизонтальной плоскости; sagittal vertical axis (SVA) — отклонение вертикальной линии отвеса, проведенной из центра С7, от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 (показатель общего сагиттального баланса); грудной кифоз или thoracic kyphosis (TK) – угол оцененный по Cobb на уровнях Th4-Th12; global lumbar lordosis (GLL) или общий поясничный лордоз.

Оценку фронтального баланса туловища мы производили по ортостатическим рентгенограммам в прямой проекции путем оценки разобщения линии, опущенной от остистого отростка С7 позвонка и центральной сакральной линии (вертикальная срединная линия, проведенная

через центр или остистистый отросток S1 позвонка). Фронтальный баланс (ФБ) считали компенсированным либо при полном совпадении вышеуказанных линий, или при их разобщении, не превышающем ±2 см. Наклон таза оценивался относительно линии отвеса. Тазовый наклон во фронтальной плоскости оценивали с применением касательной линии, проведенной по верхним краям крыльев подвздошных костей (ТН). Наличие и выраженность фронтальной деформации грудного (ФДГОП) и поясничного (ФДПОП) отдела позвоночника оценивали по методу Cobb.

Оценка рентгено-анатомических показателей тазобедренного сустава производилась с определением шеечно-диафизарного угла (ШДУ), степени костного покрытия головки бедренной кости (СКП), ацетабулярного индекса (АИ), угла патологической антеторсии (АТ), угла вертикального соответствия (УВС), угла Виберга (УВ), и т.д. Это позволило оценить стабильность тазобедренных суставов.

Результаты анализа рентгенометрических показателей по группам исследования приведены в таблице 4.2.1. Полученные величины рентгенологических показателей исследуемых групп и подгрупп пациентов сопоставлены с аналогичными показателями референсной группы. Анализ изменения тазового индекса (PI) по группам исследования не выявил никаких достоверных различий с референсными значениями ($p>0,01$), что подтверждает многочисленные данные мировой литературы о постоянстве данной анатомо-морфологической величины [96], которая может изменяться только при оперативных вмешательствах на костных структурах таза или в результате костных травм таза и крестца, и не изменяется при изменении положения тела в пространстве.

Таблица 4.2.1. Результаты анализа рентгенологических показателей

| Группа | Референсн | Исследуемая группа 1 (n=98) | Исследуемая группа 2 (n=122) |
|---|---|---|---|

| Параметры | ая группа (n=60) | Подгруппа А (n=73) | Подгруппа В (n=25) | Подгруппа С (n=54) | Подгруппа D (n=68) |
|---|---|---|---|---|---|
| PI, град. | 47,8±8,9 | 47,2±10,2 | 46,9±12,1 | 48,2±11,8 | 50,2±12,3 |
| PT, град. | 5,4±7,5 | 15,5±1,5$^{*p,C,D}$ | 7,3±8,1$^{*p}$ | 6,7±6,1$^{*p,A}$ | 6,6±3,1$^{*p,A}$ |
| SS, град. | 38,1±7,8 | 28,8±1,2$^{*p,C,D}$ | 27,2±1,3$^{*p,C,D}$ | 48,1±0,1$^{*p,A,B}$ | 49,3±0,3$^{*p,A,B}$ |
| ТК, град. | 42,1±10,7 | 25,8±5,9 | 21,1±11,2 | 28,3±10,6 | 32,3±10,6 |
| GLL , град. | 39,7±11,9 | 50,9±11,4$^{*D}$ | 28,34±12,8$^{*C,D}$ | 52,2±0,2$^{*B}$ | 60,2±0,4$^{*p,A,B}$ |
| SVA, в см | 1,1±1,1 | -6,3±1,1$^{*p}$ | -9,3±1,3$^{*p}$ | -9,8±2,1$^{*p,A}$ | -7,1±1,4$^{*p}$ |
| ШДУ, в град. | 124,3±5,8 | 126,2±6,03 | 132,2±12,7 | 147,1±4,6$^{*p}$ | 138,2±7,9$^{*p}$ |
| АТ, в град. | 26,0±4,1 | 26,1±3,8 | 32,4±3,7 | 36,5±0,4 | 43,2±0,2$^{*p,A,B}$ |
| СКП, коэф. | 0,97±0,1 | 0,91±0,3$^{*p, B,C}$ | 0,63±0,04$^{*p,A,D}$ | 0,68±0,04$^{*p,A}$ | 0,58±0,17$^{*p,A,C}$ |
| УВС, в град. | 88,3±3,6 | 89,7±3,6 | 82,6±6,1 | 74,5±5,7$^{*p,A}$ | 76,1±8,3$^{*p,A}$ |
| АИ, в град. | 13,3±3,1 | 12,9±2,8 | 15,7±3,3 | 20,8±6,6 | 19,1±5,1 |
| УВ, в град. | 26,1±2,1 | 26,1±2,1 | 22,1±3,9 | 15,6±4,2$^{*p,A}$ | 16,3±4,3$^{*p,A}$ |
| ТН, в град. | 2,3±1,1 | 11,3±0,1$^{*p}$ | 15,2±6,7$^{*p}$ | 17,1±1,9$^{*p}$ | 18,1±11,2$^{*p}$ |
| ФДГОП, в ° | 4,1±2,6 | 82,1±1,5$^{*p}$ | 94,3±3,6$^{*p}$ | 8,7±3,7$^{*A,B}$ | 12,7±5,3$^{*p,A,B}$ |
| ФДПОП, в° | 2,0±0,1 | 49,1±0,6$^{*p}$ | 54,2±1,5$^{*p}$ | 16,7±6,2$^{*p,A,B}$ | 19,4±7,2$^{*p,A,B}$ |
| ФБ, в см | 0,8±0,4 | 3,5±1,2$^{*p}$ | 3,7±1,5$^{*p}$ | 3,6±1,2$^{*p}$ | 3,8±1,3$^{*p}$ |

*Примечание:*

*Референсная группа (р) – здоровые дети без сколиотической деформации позвоночника со стабильными тазобедренными суставами;*

*1-ая исследуемая группа – дети со сколиотическими деформациями позвоночника:*

*Подгруппа А - диспластические сколиозы (А);*

*Подгруппа В - нейрогенные сколиозы(В);*

*2-ая исследуемая группа - дети с нестабильностью тазобедренного сустава:*

*Подгруппа С - диспластические сколиозы(С);*

*Подгруппа D - нейрогенные сколиозы(D).*

** - критерий достоверности различий при p<0,05;*

*** - критерий достоверности различий при p<0,01;*

**$^{A}$ – рядом со звездочкой буквенное обозначение подгруппы, с которой сравнивается данный показатель.*

Обращают на себя внимание данные, приведенные в таблице 4.2.1, свидетельствующие об отсутствии достоверных различий рентгенологических показателей у пациентов подгрупп С и D с референсными значениями. В отечественной и зарубежной литературе имеются сведения о том, что при подобном исследовании у пациентов с двусторонними надацетабулярными вывихами бедер PI может снижаться до 16,7±14,16° [48]. Однако, в нашем исследовании не было ни одного пациента с двусторонними надацетабулярными вывихами бедер ни в подгруппе пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа С), ни в подгруппе со спастической нестабильностью

тазобедренных суставов. В подгруппе С было 13 пациентов с двусторонними торсионными подвывихами бедер, что свидетельствует о преобладании передней нестабильности тазобедренных суставов, при которой за счет смещения осей вращения головок бедер кпереди, наоборот, происходит увеличение значений тазового индекса на 5-7% в сравнении с референсными значениями. А среди пациентов подгруппы С - с врожденными вывихами бедер (n=41), преобладали пациенты с односторонней нестабильностью тазобедренного сустава. Более того, провести подобное рентгенологическое исследование у пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренного сустава не представляется возможным, поскольку степень выраженности нестабильности тазобедренных суставов определяется тяжестью неврологических расстройств. Такие пациенты имеют IV и V уровни по GMFCS и не способны к самостоятельному вертикальному передвижению, а соответственно, выполнить постуральное рентгенологическое исследование не представляется возможным. Как указано в таблице 4.2.1, средние значения степени костного покрытия головок бедер вертлужной впадиной в исследуемой группе 2 составил 0,68 и 0,58 соответственно, при значениях антеторсии проксимального отдела бедренной кости 36,5 и 43,2, что достоверно ($p<0,05$) превышает референсные значения. Это подтверждает смещение центра вращения головок бедер кпереди, что и способствовало увеличению средних показателей PI до значений, указанных в таблице.

Согласно данным Duval-Beaupere (1992), наклон таза (PT) и наклон крестца (SS) зависят от общего баланса позвоночника, могут изменяться в зависимости от позы пациента и вследствие хирургического лечения деформаций позвоночника, а также при патологии тазобедренного сустава. Данные параметры имеют четкую взаимосвязь, которую можно представить при помощи математической формулы PI=PT+SS. По данным анатомического исследования на 880 кадаверных препаратах показатель PI является величиной постоянной и, по данным литературы, в низкой степени коррелирует с полом и возрастом ($r = 0,026$, $p = 0,288$), в среднем, его

величина составляет 46,0 ± 11,0°[64; 72; 77]. Так же известно, что с увеличение угла PI приводит к увеличению угла поясничного лордоза (GLL), а вертикальное положение тела характеризуется углами SS, PI и GLL.

Между параметрами позвоночно-тазового баланса и величиной физиологических изгибов позвоночника мы оценивали корреляцию. В подгруппе пациентов с диспластическими подвывихами мы также отметили тесную взаимосвязь между величиной наклона крестца (SS) и поясничного лордоза (GLL) ($r=0,72$; $p<0,05$), а также - высокую корреляцию его с углом антеторсии проксимального отдела бедренной кости ($r = 0,75$; $p<0,05$), что соответствует высокой степени тесноты взаимосвязи между изучаемыми параметрами по коэффициенту корреляции Спирмена (рис 4.2.1.).

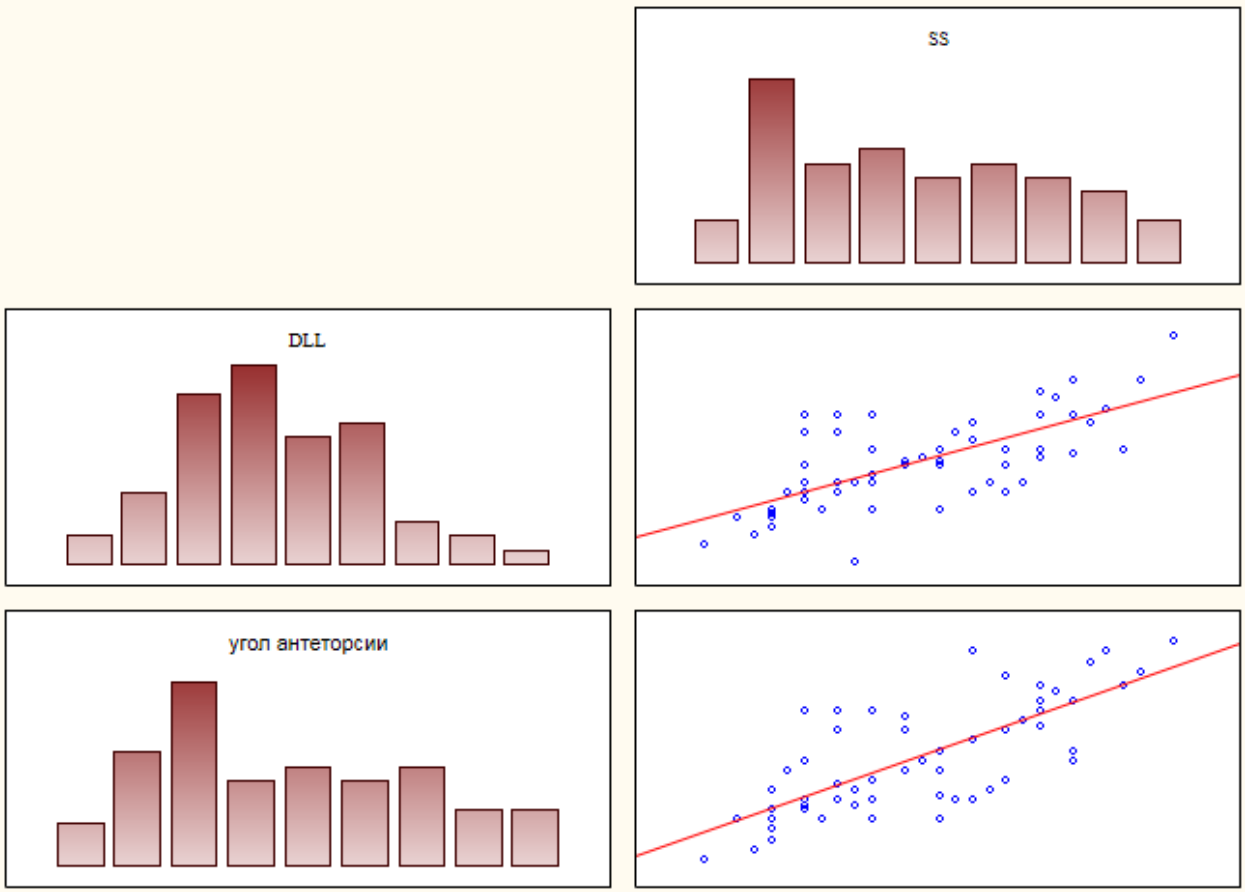



Рисунок 4.2.1. Взаимосвязь между величиной наклона крестца (SS), углом поясничного лордоза (GLL) и углом антеторсии проксимального отдела бедренной кости в подгруппе С.

Мы так же провели исследование корреляции между указанными параметрами у пациентов с нейрогенной (спастической) нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D). Корреляция между углами SS и GLL оказалась более тесной в сравнении с подгруппой С и соответствовала высокой степени зависимости (r = 0,84; p<0,05), а корреляция между углами SS и антеторсии бедра определена на уровне r=0,91; p<0,05 (рис.4.2.2.).

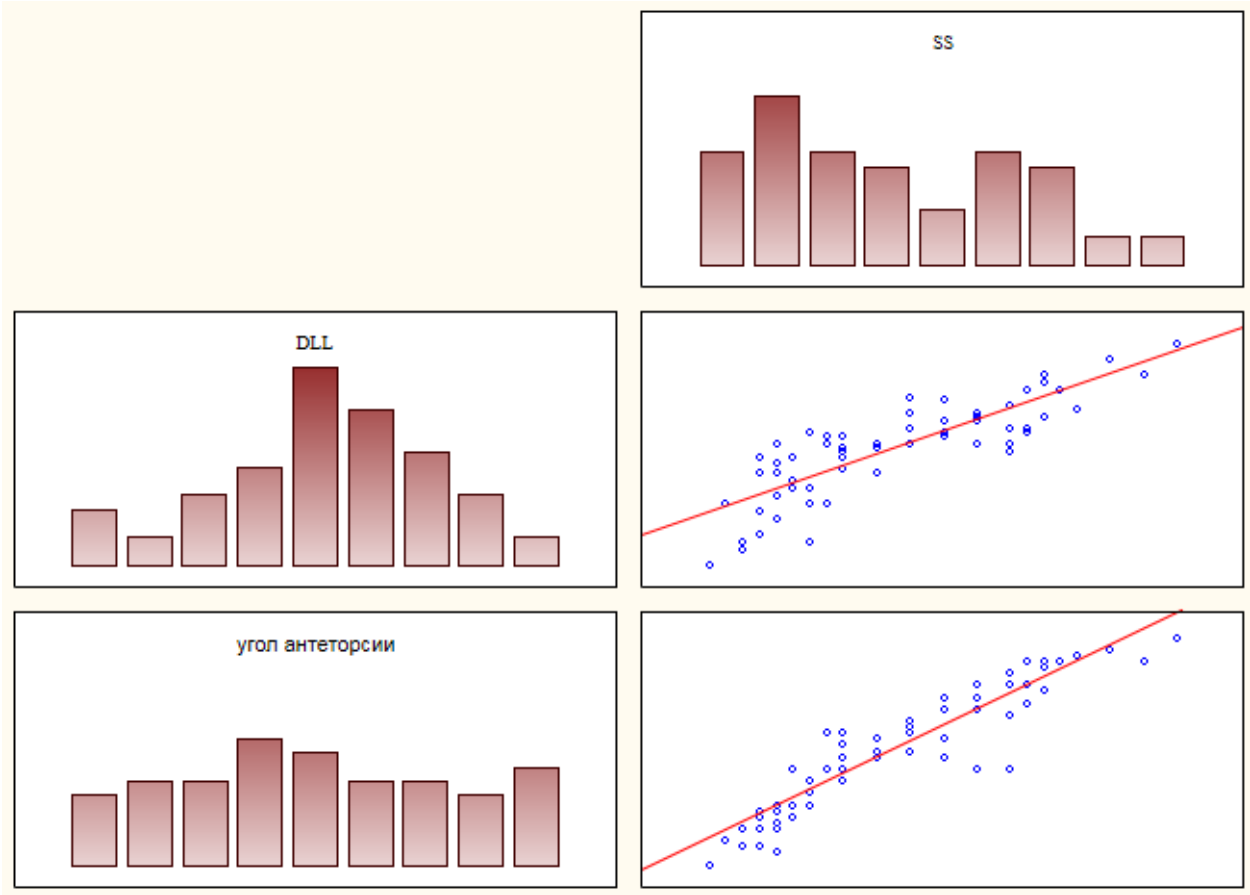



Рисунок 4.2.2. Взаимосвязь между величиной наклона крестца (SS), углом поясничного лордоза (GLL) и углом антеторсии проксимального отдела бедренной кости в подгруппе D.

На наш взгляд, это можно объяснить несовершенством механизмов компенсации нарушения взаимоотношений в тазобедренных суставах за счет параметров позвоночно-тазового баланса, а следовательно - и величиной поясничного лордоза. Этим и объясняются достоверно более высокие значения поясничного лордоза в подгруппе пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов - 60,2±8,4°, что достоверно (p<0,05) отличается от референсных значений (39,7±11,9°), а также

отличается от подгрупп А и В ($p<0,05$). Статистически значимой взаимосвязи в исследуемых группах пациентов между величиной поясничного лордоза и грудного кифоза не установлено.

Анализ SS по группам исследования показал его достоверное увеличение в исследуемой группе 2 ($p<0,05$) и уменьшение у пациентов исследуемой группы 1 в сравнение с референсными значениями ($p<0,05$). Проследив изменения показателя наклона таза (PT) в исследуемых группах, мы отметили, что он достоверно увеличен у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника по отношению к референсной группе ($p<0,05$) и к остальным подгруппам исследования, что свидетельствует о включении механизмов компенсации для поддержания вертикального положения тела в условиях наличия деформации позвоночника. Этот феномен подтверждается динамикой изменения показателя смещения сагиттальной вертикальной оси туловища (SVA) в пределах: -6,3±1,1см у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника ($p<0,05$), нарастание смещения SVA у пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника: -9,3±1,3 см (при референсных значениях, соответствующих 4,1±1,1 см). При этом, смещение SVA относительно референсных значений, отмеченное в подгруппе D у пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов составило: -7,1±1,4см ($p<0,05$), что позволяет достоверно судить об отрицательном сагиттальном дисбалансе вследствие нестабильности тазобедренного сустава и не развитых механизмах компенсации. В норме - отклонение вертикальной линии отвеса (SVA), проведенной из центра С7, от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 туловища, по данным литературы, в состоянии сагиттального баланса туловища на превышает 4 см. Смещение SVA кпереди более 4 см расценивается как положительный сагиттальный дисбаланс. Смещение кзади - как отрицательный сагиттальный дисбаланс.

В отечественной литературе имеются исследования, свидетельствующие об изменениях параметров позвоночно-тазового баланса

у пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов. Авторы сравнивали средние показатели PI, PT и SS в группах с односторонними и двусторонними вывихами бедер и не выявили существенных отличий между группами исследования. Этот факт нам позволил не разделять пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов на одно- и двусторонние [5]. В то же время, пациенты со спастической нестабильностью тазобедренных суставов в нашем исследовании - 129 (96,27%) пациентов из 134 имели одностороннюю нестабильность тазобедренного сустава.

Одним из ключевых критериев, позволяющих судить о стабильности тазобедренных суставов является степень костного покрытия головки (СКП) бедренной кости вертлужной впадиной. Анализ взаимосвязи между СКП и смещением сагиттальной вертикальной оси туловища показал тесную корреляцию ($r=0,70$; $p<0,001$).

Оценка зависимости между параметрами, характеризующими стабильность тазобедренного сустава, показала достоверную тесную корреляцию между дефицитом костного покрытия головки бедренной кости с фронтальным наклоном таза ($r=0,97$; $p<0,001$), ацетабулярным индексом ($r=0,98$; $p<0,05$), шеечно-диафизирным углом ($r=0,99$; $p<0,001$) (рис. 4.2.3.).

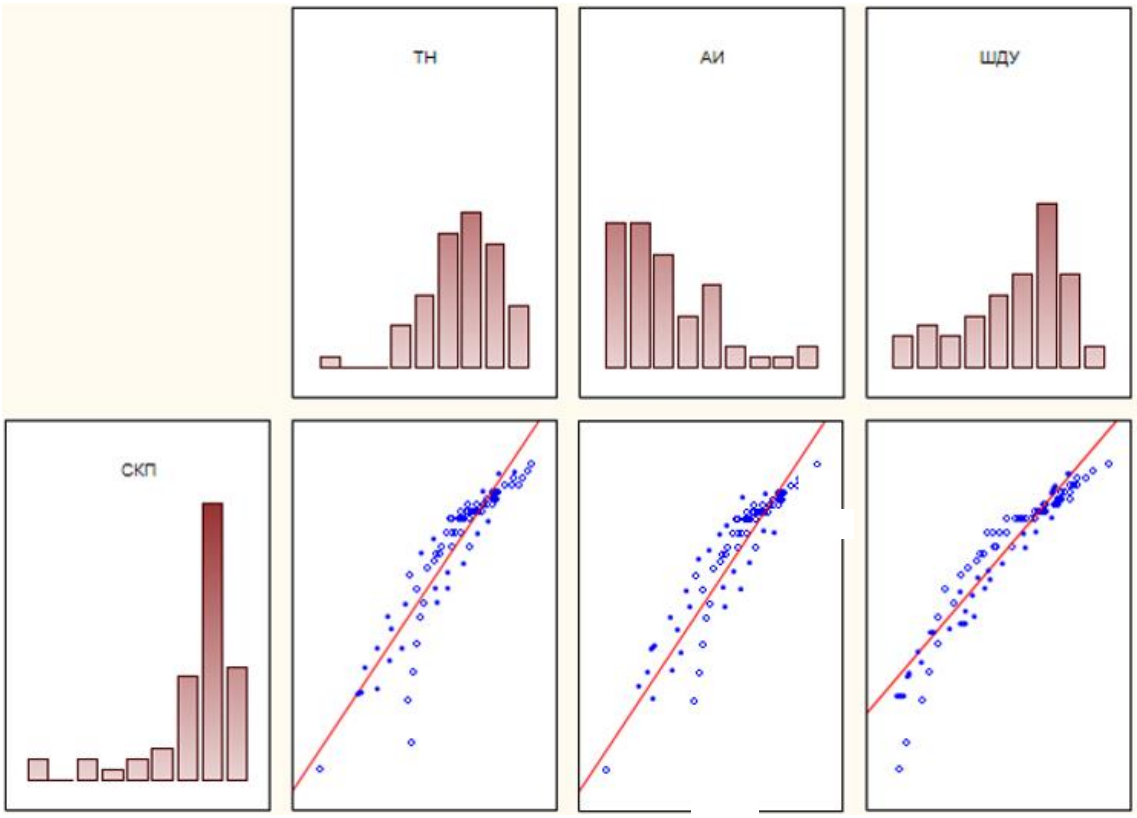



Рисунок 4.2.3. Оценка зависимости между параметрами, характеризующими стабильность тазобедренного сустава.

Затем мы провели сопоставление (рис. 4.2.4.) степени костного покрытия головки (СКП) бедренной кости вертлужной впадиной с углом поясничного лордоза и выявили высокую тесноту корреляции ($r=0,72$; $p<0,05$) в подгруппе С, и еще большую тесноту взаимосвязи данных параметров в подгруппе D ($r=0,89$; $p<0,05$).

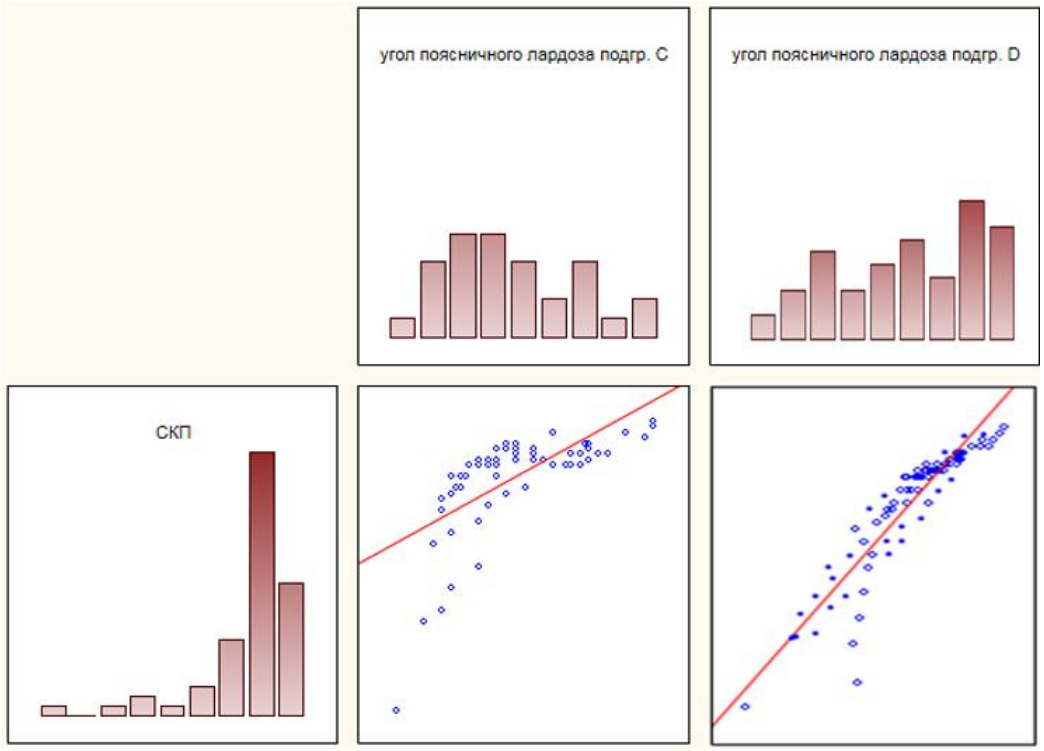



Рисунок 4.2.4. Взаимосвязь между степенью костного покрытия головки бедренной кости и величиной угла поясничного лордоза.

По данным литературы, подобные явления могут объясняться неизбежной перегрузкой заднего опорного комплекса пояснично-крестцового отдела позвоночника в ответ на грубые нарушения анатомо-биомеханических взаимоотношений в тазобедренных суставах. Однако, на наш взгляд, вышеуказанные явления являются следствием нарастания сгибательно-приводящей патологической установки нижних конечностей, а компенсаторное увеличение поясничного лордоза является механизмом компенсации, за счет которого центр тяжести тела смещается кзади, и, таким образом, тело человека может длительное время находится в пределах «конуса экономии» (J. Dubousset, 1994), даже при значительных сгибательных установках бедер и вторичной антеверсии таза. Таким образом, анализ данных позвоночно-тазового баланса, а также поясничного лордоза у пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии показал его высокую корреляцию с рентген-анатомическими показателями, характеризующими стабильность

тазобедренного сустава, при этом происходит нарушение сагиттального баланса в отрицательную сторону.

При оценке тесноты взаимосвязи между наклоном таза во фронтальной плоскости и углом фронтальной деформации поясничного отдела позвоночника у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника выявлена достоверная корреляция ($r=0,96$; $t=25,21$; $p<0,001$), однако при сравнении данного показателя с деформацией грудного отдела выявлена более низкая зависимость ($r=0,64$; $t=6,50$; $p<0,001$), что соответствует средней тесноте взаимосвязи (рис. 4.2.5.).

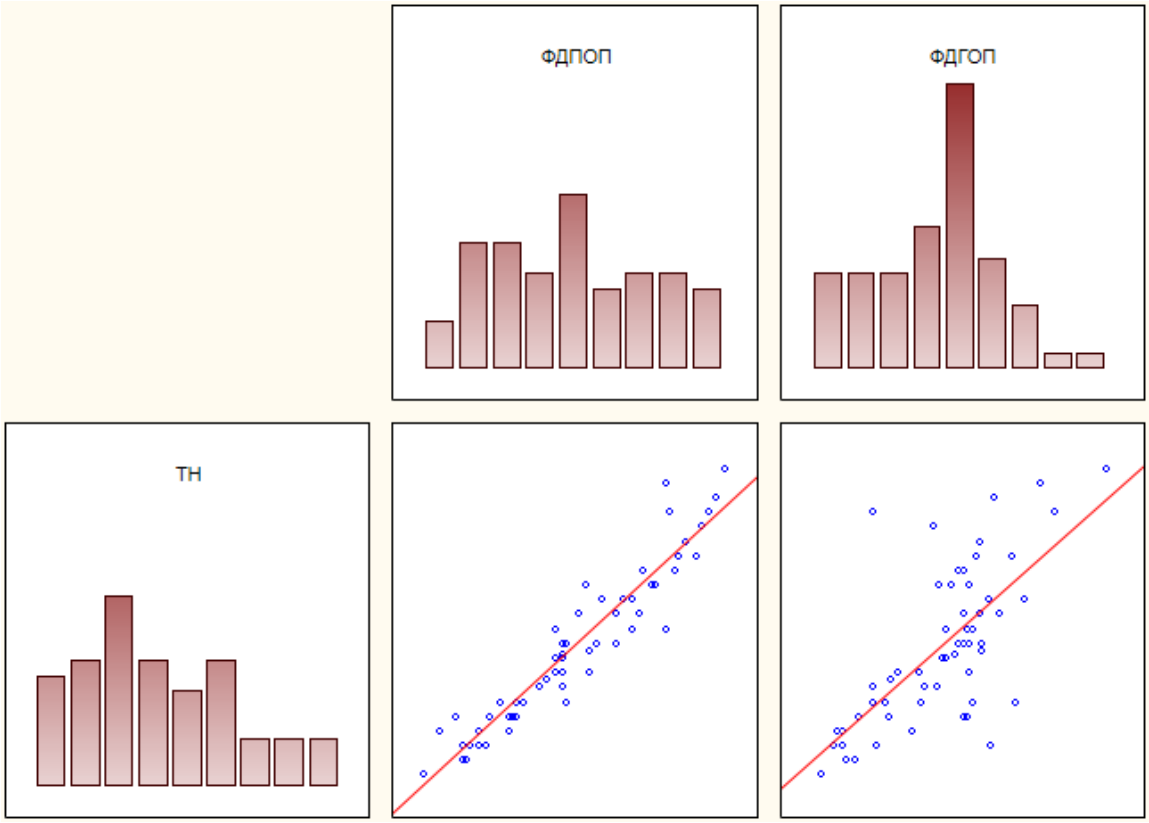



Рисунок 4.2.5. Зависимость между фронтальным наклоном таза и тяжесть сколиотической деформации.

Это объясняется компенсирующим влиянием поясничной дуги, которая может длительное время сохранять туловище в состоянии фронтальной компенсации. У пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника подобной зависимости мы не выявили ($r=0,27$; $p>0,05$) и ($r=0,17$; $p>0,05$), что свидетельствует о низкой выраженности механизмов компенсации в данной подгруппе.

О фронтальном дисбалансе туловища мы судили при разобщении линии отвеса от центра тела С7 позвонка и центральной фронтальной сакральной линии более 2 см. Анализ данного показателя по исследуемым группам показал достоверное нарушение фронтального баланса туловища по всем группам, в большей степени - у пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника и спастической нестабильностью тазобедренных суставов ($p<0,05$). Между ключевыми показателями сагиттального (SVA) и фронтального баланса по группам исследования выявлена взаимосвязь ($r=0,72$; $p<0,05$). Взаимосвязь фронтальных и сагиттальных параметров баланса обсуждается в мировой литературе и для каждой ортопедической патологии ее степень выраженности изменяется. В зарубежной литературе имеются публикации, свидетельствующие о том, что качество жизни пациентов не ухудшается при фронтальном дисбалансе до тех пор, пока не нарушается сагиттальный баланс туловища [205]. По результатам приведенного исследования, качество жизни пациентов коррелирует только с 3-мя рентгенометрическими параметрами: SVA, PT и соотношение PI-LL. Однако вышеуказанные данные нашего исследования свидетельствуют о неизбежности нарушений сагиттального баланса туловища вследствие дисбаланса во фронтальной плоскости. Например: у пациентов с фронтальным дисбалансом туловища на фоне нестабильности тазобедренных суставов отмечается снижение PI, что, в свою очередь, способствует изменению SVA, PT и соотношения PI-LL. Это отчетливо можно увидеть на клинических примерах, представленных на рисунках 4.3.1. и 4.3.2.

### 4.3. Клинические примеры нарушения баланса туловища.

**Клинические примеры нарушения баланса туловища** вследствие деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава продемонстрированы на рисунках 4.3.1 – 4.3.5.

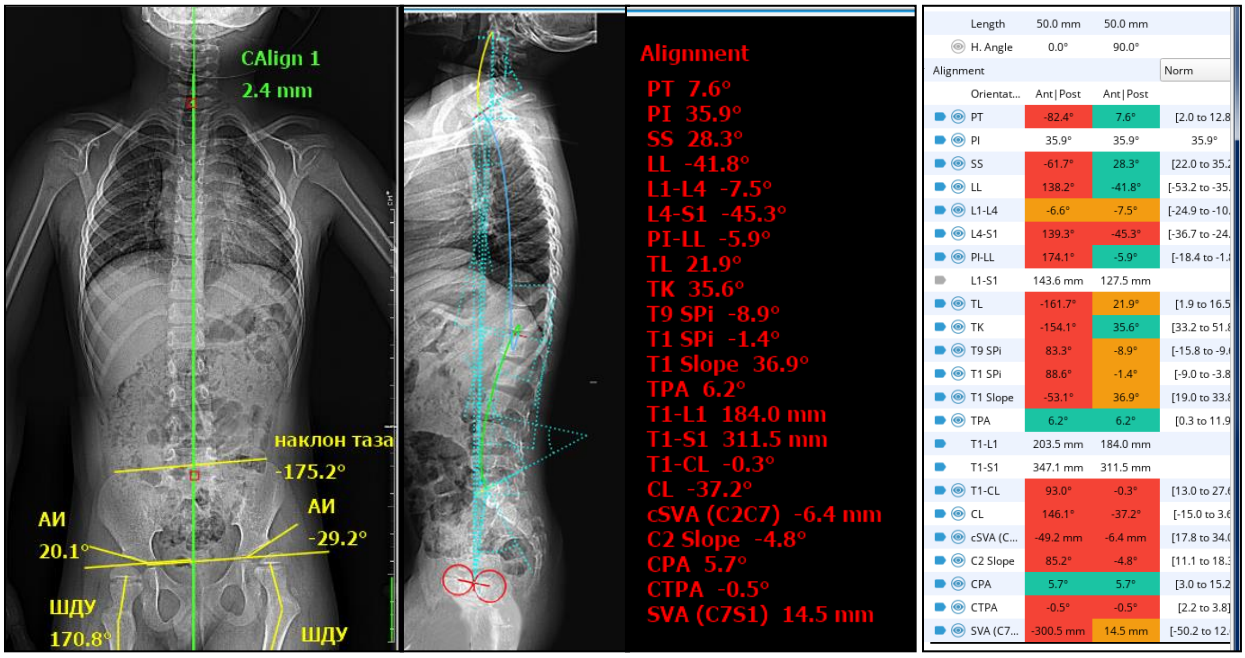



Рисунок 4.3.1. Клинический пример пациента Б. (подгруппа D), 11 лет, со спастической нестабильностью тазобедренных суставов на фоне ДЦП, спастической диплегии, III уровень по GMFCS. Пациент госпитализирован в отделение с жалобами, со слов матери, на прогрессирующее снижение двигательной активности, ограничение движений в тазобедренных суставах, патологическую установку нижних конечностей и перекос таза. Клинически отмечено наличие аддукторного спазма с 2-х сторон, спастичность подвздошно-поясничных мышц, перекос таза вправо, сгибательные установки коленных суставов за счет спастичности медиальной группы сгибателей голени. По данным постуральных рентгенограмм выявлены признаки нестабильности тазобедренных суставов: справа ШДУ(проекционный) -170°, слева 165°, Ацетабулярный индекс (АИ) справа – 29°, слева = 20°, фронтальный наклон таза во фронтальной плоскости – в пределах 5°. Степень костного покрытия головок бедер вертлужной впадиной справа – 0,65, слева – 0,55. PI=36°, PT=7°, SS=28°, GLL=41°, SVA смещена кпереди на 14,5 мм. Проверяя равенства, описывающие баланс туловища:

PI=PT+SS= 7+28=35° (по данным измерений – 36°);

GLL=1/2PI+40° = 17,5+40 = 57,5° (по данным измерений – 41°);

SS=1/2PI+15° = 17,5+15= 32,5°(по данным измерений – 28±5°);

GLL=SS+25°= 28+25=53°(по данным измерений – 41±5°) – несоответствие данного равенства, рассчитанного по формуле, относительно измерений по рентгенограмме, мы объясняем тем, что у пациента имелись сгибательные установки коленных суставов, которые при проведении рентгенографии были мануально устранены до нормокоррекции.

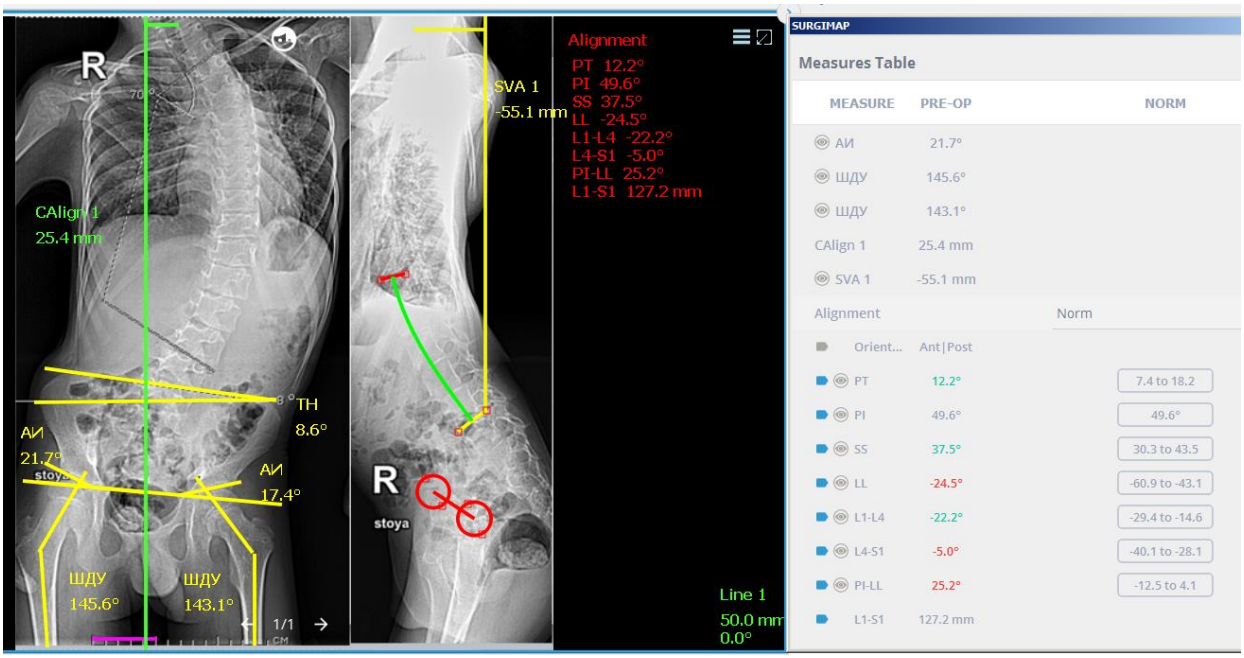



Рисунок 4.3.2. Клинический пример: пациент И., 8 лет, с диагнозом: Вторичный левосторонний грудопоясничный сколиоз 3 степени, декомпенсированный, на фоне артрогрипоза. Фронтальный дисбаланс туловища. Фронтальный и сагиттальный дисбаланс туловища. Сопутствующее заболевание: Болезнь Виллебранда (наследственное заболевание крови, ассоциированное с недостаточностью фактора свертывания Виллебранда). Госпитализирована в нейроортопедическое отделение с ортопедией НИИ детской хирургии НМИЦ «здоровья детей» Минздрава России с жалобами на: прогрессирующую деформацию позвоночника, косметический дефект, перекос таза, прогрессирующее снижение двигательной активности, нарушение походки, патологическую установку нижних конечностей. В ортопедическом статусе обращали на себя

внимание нарушение походки, положительный тест Адамса (как в грудном, так и в поясничном отделе позвоночника), дисбаланс надплечий, перекос таза, относительное укорочение правой нижней конечности на 3 см за счет деформации позвоночника. Сгибательные контрактуры тазобедренных, коленных и голеностопных суставов. По данным постуральных рентгенограмм отмечается умеренно выраженное разобщение C7PL (линия проведенная из центра тела С7 позвонка) и центральной сакральной линии 25,5мм. Смещение SVA составило 55мм. PI=49°, PT=12°, SS=37°, GLL=24°. Проверка равенств сагиттального баланса туловища:

PI=PT+SS= 12+25=37° (по данным измерений – 35±5°);

GLL=1/2PI+40° = 24+40 = 64° (по данным измерений – 24°, указывает на признаки декомпенсированного сагиттального дисбаланса туловища);

SS=1/2PI+15° = 24,5+15= 40°(по данным измерений – 37±5°);

GLL=SS+25°= 37+25=62°(по данным измерений – 24°, что указывает на признаки декомпенсации сагиттального дисбаланса туловища).

Протяженная левосторонняя сколиотическая деформация грудопоясничного отдела позвоночника величиной 70° по Cobb, перекос таза влево величиной 8,6°, сагиттальный дисбаланс туловища. Учитывая ригидность деформации позвоночника, по данным функциональных рентгенограмм с боковыми наклонами (bending-тест), отмечена ригидность сколиотической деформации. Данные клинической картины подтверждают показания к оперативному лечению, причем - с применением многоуровневой остеотомии по A.Ponte, дорсальной фиксации с применением «растущей» компоновки металлоконструкции (с учетом возраста).

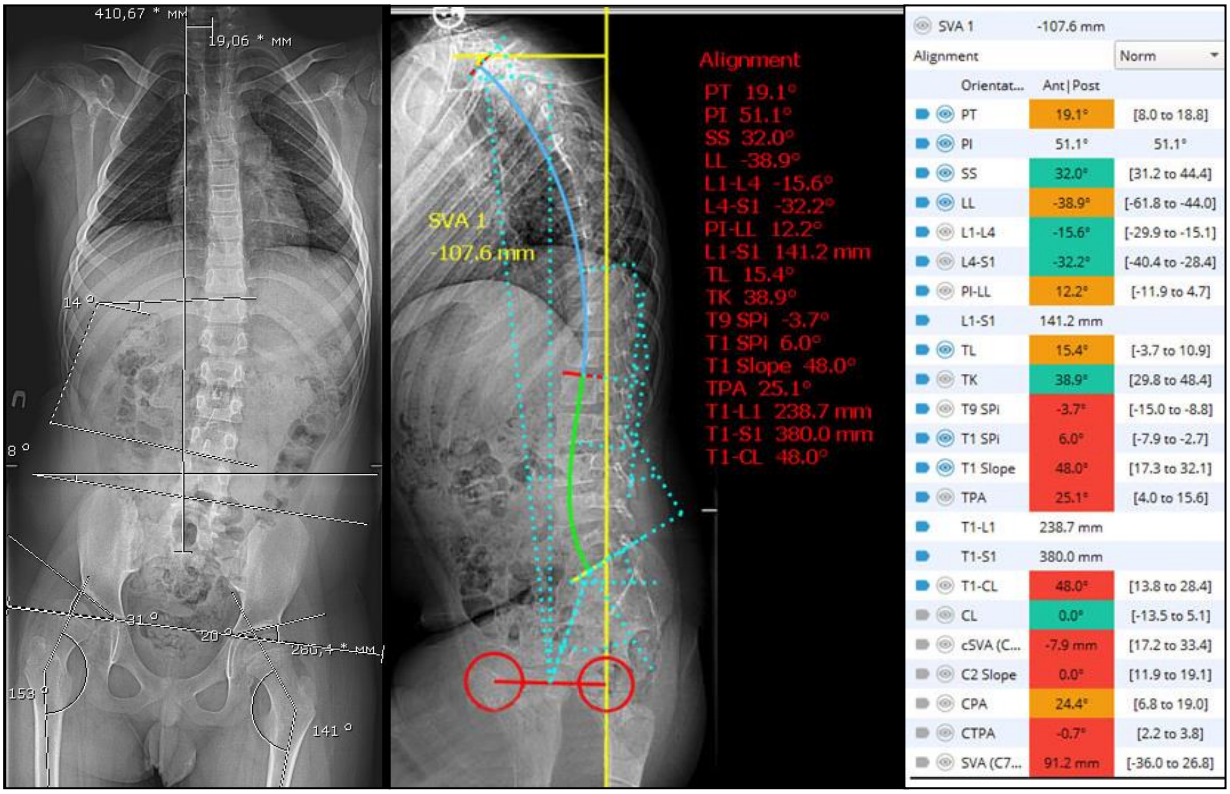



Рисунок 4.3.3. Клинический пример. Пациент К., 8 лет, госпитализирован в отделение с диагнозом: Спастическая нестабильность тазобедренных суставов, подвывих головки правой бедренной кости. ДЦП, спастическая диплегия, III уровень по GMFCS. Госпитализирован в отделение с жалобами на: прогрессирующее снижение (за последние 3 года) двигательной активности, перекос таза, нарушение походки, сколиотическую деформацию поясничного отдела позвоночника (косметический дефект), патологическую установку нижних конечностей, боли в поясничном отделе позвоночника до 7 баллов по ВАШ. В ортопедическом статусе обращали на себя внимание нарушение походки, положительный тест Адамса (в поясничном отделе позвоночника), дисбаланс надплечий, перекос таза влево, относительное укорочение правой нижней конечности на 1,5см за счет смещения центра вращения головки бедренной кости вверх и латерально, ограничение наружной ротации и отведения в правом тазобедренном суставе. По данным рентгенографии имеется: выраженная патологическая антеторсия проксимального отдела бедренной кости (ШДУ проекционный справа составил 153°), увеличенный ацетабулярный индекс (31°), дефицит

покрытия головки правой бедренной кости, с СКП = 0,5, что соответствует маргинальному вывиху, разобщение C7PL и центральной сакральной линии 41мм, смещение SVA составило 107мм. PI=51°, PT=19°, SS=32°, GLL=39°. Левосторонний поясничный сколиоз величиной 14° по Cobb. Проверка равенств сагиттального баланса туловища:

PI=PT+SS= 19+32=51° (по данным измерений – 39°);

GLL=1/2PI+40° = 25,5+40 = 65,5° (по данным измерений – 39°), указывает на признаки декомпенсированного сагиттального дисбаланса туловища, недостаточную фактическую величину поясничного лордоза);

SS=1/2PI+15° = 25,5+15= 40,5°(по данным измерений – 32±5°, фактически – умеренно снижен);

GLL=SS+25°= 32+25= 57°(по данным измерений – 39°, недостаточная фактическая величина поясничного лордоза).

Учитывая данные клинико-рентгенологической картины, наличие маргинального вывиха головки правой бедренной кости и признаков декомпенсации баланса туловища, как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях, показано оперативное лечение: костная реконструкция взаимоотношений правого тазобедренного сустава (мДВО правой бедренной кости, остеотомия таза по Salter).

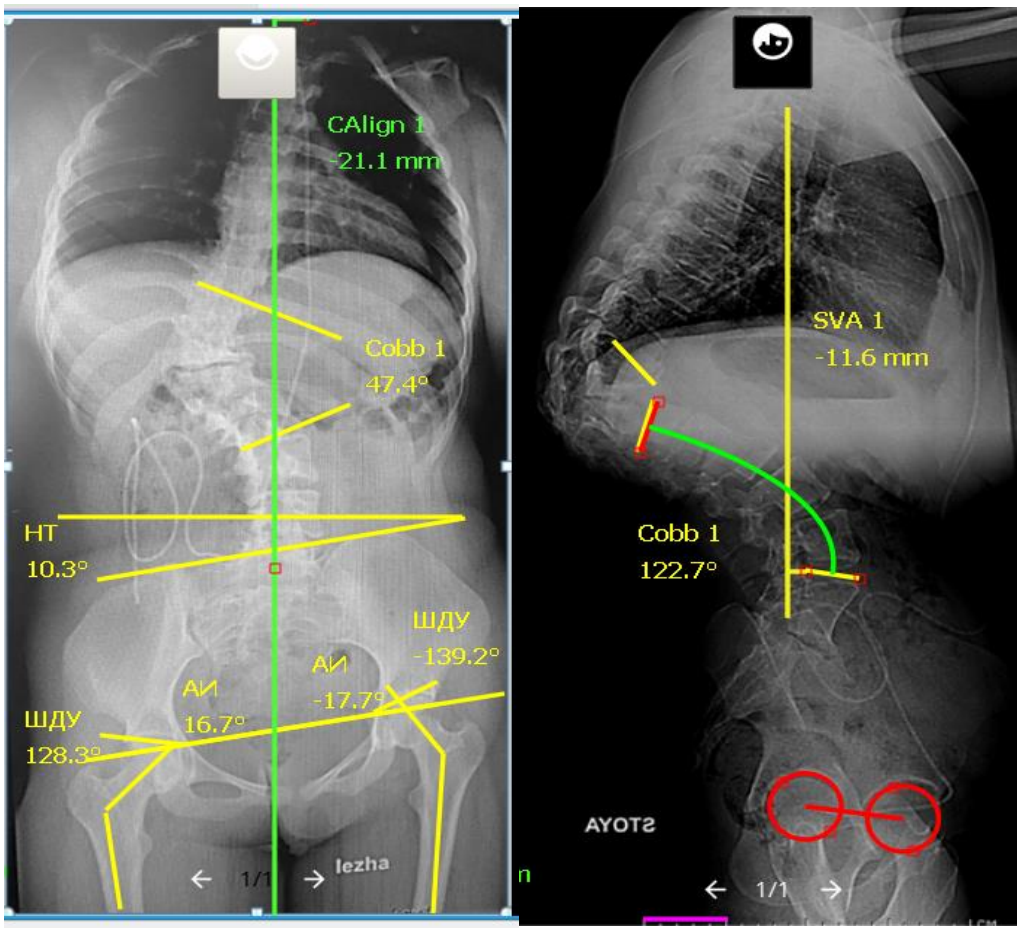



Рисунок 4.3.4. Клинический пример. Пациентка М., 17 лет, госпитализирована в отделение с диагнозом: аномалия развития позвоночника. Задние клиновидные комплектные Th12-L1 полупозвонки. Вторичный правосторонний грудопоясничный кифосколиоз IV степени IIIC по Winter со стенозом позвоночного канала. Врожденный порок развития ЦНС. Гидроцефалия, состояние после вентрикулоперитонеостомии справа от 02.07.2019, с жалобами на деформацию позвоночника (косметический дефект), боли в грудопоясничном отделе позвоночника до 8 баллов по ВАШ, слабость в нижних конечностях, нарушение походки, снижение толерантности к ходьбе.

В ортопедическом статусе отмечены: грубая кифосколиотическая деформация грудопоясничного отдела позвоночника, клиника миелопатии (с уровня конуса спинного мозга) без нарушения функции тазовых органов, нарушение походки, дисбаланс надплечий, перекос таза, трофические нарушения кожных покровов в проекции вершины деформации.

По данным постуральных рентгенограмм отмечается умеренно выраженное смещение SVA на (-11 мм) кзади, смещение центральной сакральной линии на 21 мм вправо. PI=24°, PT=5°, SS=19°, GLL=91°. Проверка равенств сагиттального баланса туловища:

PI=PT+SS= 5+19=24° (по данным измерений – 24°, значительное снижение);

GLL=1/2PI+40° = 12+40 = 52° (по данным измерений – 91°);

SS=1/2PI+15° = 12+15= 27° (по данным измерений – 19°);

GLL=SS+25°= 19+25=44° (по данным измерений – 91°).

По данным рентгенографии отмечается грубая кифотическая деформация грудопоясничного перехода до 122°, с правосторонним сколиотическим компонентом 47° по Cobb. Учитывая наличие ригидной остроконечной кифотической деформации позвоночника, данные клинической картины, наличие стеноза позвоночного канала на вершине деформации, признаков грудной миелопатии, подтверждают показания к оперативному лечению, причем - с применением двухуровневой VCR, дорсальной 4-х-стержневой металлофиксации). Результат оперативного лечения представлен в главе 5.

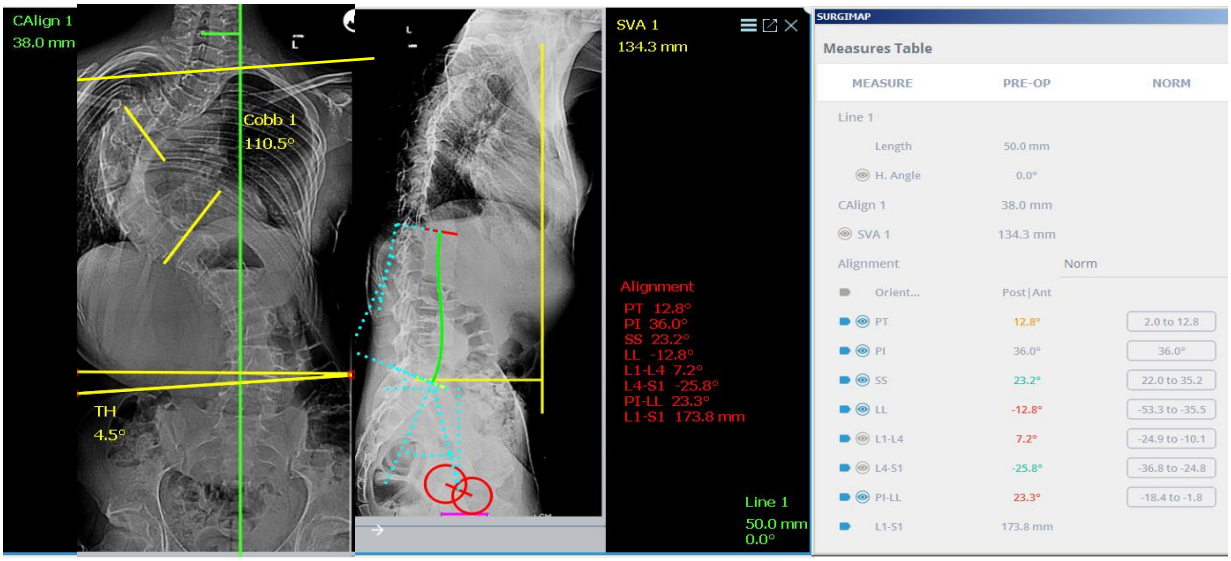



Рисунок 4.3.5. Клинический пример. Пациентка П., 16 лет, госпитализирована в отделение с диагнозом: Диспластический

правосторонний грудной сколиоз IV степени, декомпенсированный, фронтальный и сагиттальный дисбаланс, поступила с жалобами на деформацию позвоночника (косметический дефект), боли в грудопоясничном отделе позвоночника до 4 баллов по ВАШ при физических нагрузках. В ортопедическом статусе отмечены: выраженная кифосколиотическая деформация грудопоясничного отдела позвоночника, положительный тест Адамса справа в грудном отделе, дисбаланс плечевого пояса, перекос таза. По данным постуральных рентгенограмм отмечается правосторонняя сколиотическая деформация грудного отдела позвоночника величиной 110° по Cobb, фронтальный дисбаланс туловища, причем типа В (наклон плечевого пояса и таза - однонаправленные), умеренно выраженное разобщение C7PL и центральной сакральной линии 38 мм, смещение SVA составило 134 мм. PI=36°, PT=13°, SS=23°, GLL=13°. Проверка равенств сагиттального баланса туловища:

PI=PT+SS= 13+23=34° (по данным измерений – 36±5°);

GLL=1/2PI+40° = 18+40 = 58° (по данным измерений – 13), указывает на признаки декомпенсации сагиттального дисбаланса туловища, недостаточную фактическую величину поясничного лордоза);

SS=1/2PI+15° = 18+15= 28° (по данным измерений – 23±5°);

GLL=SS+25°= 23+25= 48°(по данным измерений – 13°), т.е. недостаточная фактическая величина поясничного лордоза.

Наличие ригидной сколиотической деформации грудного отдела позвоночника, признаки декомпенсации фронтального и сагиттального дисбаланса туловища подтверждают показания к оперативному лечению, причем - с применением многоуровневой мобилизации позвоночника (трансторакальная дискэктомия на вершине деформации, наложение гало-аппарата для галопельвик-тракции) задней многоуровневой G2 остеотомии на вершине деформации, дорсальной 3-хстержневой металлофиксации).

Таким образом, выявленные закономерности взаимоотношений между изученными параметрами в указанных подгруппах пациентов позволяют

рекомендовать практикующим врачам – детским хирургам и ортопедам обращать более пристальное внимание на параметры фронтального и сагиттального баланса туловища в целом с целью прогнозирования их послеоперационных изменений и повышения эффективности хирургической коррекции диспластических и нейрогенных деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов.

Из многочисленных источников литературы известно, что сохраняющийся фронтальный и сагиттальный дисбаланс туловища неизбежно приводит к перераспределению нагрузок на поясничный отдел позвоночника и тазобедренные суставы, что способствует выраженному прогрессированию дегенеративных изменений в поясничном отделе позвоночника и тазобедренных суставах. Это ведёт к снижению качества жизни пациентов за счет болевого синдрома и снижения толерантности к физическим нагрузкам. Такие дегенеративные изменения описаны в литературе под названием «hip-spine»- синдром. Проведенные оперативные вмешательства, в результате которых отмечалось сохранение фронтального и сагиттального дисбаланса туловища, часто имеют отсроченные последствия в виде рецидива основной деформации, нарушений металлофиксации, увеличения сроков костной консолидации, снижения качества жизни пациентов.

Полученные результаты исследования призывают нас обратить более пристальное внимание практикующих врачей на параметры фронтального и сагиттального баланса туловища в целом, так как оценка и предоперационное планирование только локальных рентгеноанатомических параметров, с целью прогнозирования их послеоперационных изменений, не учитывает нарушения фронтального и сагиттального баланса туловища в целом, которые, в свою очередь, предопределяют дальнейшее качество жизни пациентов. Выбор путей повышения эффективности хирургической коррекции диспластических и нейрогенных деформаций грудного и

поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов, на наш взгляд, должен учитывать нарушения как фронтального, так и сагиттального баланса туловища.

# ГЛАВА 5. ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ БАЛАНСА ТУЛОВИЩА У ДЕТЕЙ С ДЕФОРМАЦИЯМИ ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА И НЕСТАБИЛЬНОСТИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА.

## 5.1. Клиническая эффективность хирургической коррекции дисбаланса туловища у пациентов исследуемых групп.

Анализ результатов хирургической коррекции баланса туловища оценивался в интервале от 6 месяцев до 9,5 лет (или 114 месяцев). Анализ результатов оперативного лечения пациентов с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника, а также нестабильности тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии проводился поэтапно. Первым этапом выполнена оценка структуры жалоб пациентов и их родителей до и после проведенного оперативного лечения. Далее выполнена оценка клинических признаков, свидетельствующих о нарушениях баланса туловища на до и послеоперационном этапах обследования пациентов. После оценки клинической эффективности оперативного лечения данной категории пациентов, нами выполнен рентгенологический анализ состояния баланса туловища у пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов. Для стандартизированной оценки исходов оперативного лечения пациентов с нарушениями баланса туловища, обусловленными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника, а также нестабильности тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии нами изучены результаты анкетного опроса пациентов.

### 5.1.1. Анализ структуры жалоб пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов.

До оперативного лечения самой частой жалобой у пациентов с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (исследуемая группа 1) были на наличие косметического дефекта (у 95 из 98 пациентов или 96,9%). После оперативного лечения частота подобных жалоб снизилась до 25,5% (25 пациентов с жалобами на наличие остаточной деформации позвоночника). Причем в подгруппе А этот показатель снизился с 95,9% до 24,7%, а в подгруппе В со 100% до 28%. Данные по подгруппам С и D приведены в таблице. Частота жалоб на снижение толерантности к нагрузкам снизилась в подгруппе А с 80,8% до 37%, в подгруппе В - с 88% до 52%, в подгруппе С – с 90,7% до 44,4%, и в подгруппе D – с 61,7% до 48,5%. Подробный анализ динамики изменения структуры жалоб пациентов и их родителей представлен в таблице 5.1.1.1 и на рисунках 5.1.1.1 - 5.1.1.4

Таблица 5.1.1.1. Анализ динамики общих для пациентов обеих исследуемых групп жалоб пациентов и их родителей до и после проведенного оперативного лечения (указана абсолютная численность пациентов в каждой подгруппе).

| **Жалобы на:** | **Подгруппа A (n=73)** | | **Подгруппа B (n=25)** | | **Подгруппа C (n=54)** | | **Подгруппа D (n=68)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **до** | **после** | **до** | **после** | **до** | **после** | **до** | **после** |
| наличие косметического дефекта | **70** | **18** | **25** | **7** | **16** | **6** | **41** | **20** |
| утомляемость (снижение толерантности) при статических нагрузках (стоя или сидя) | **59** | **27** | **22** | **13** | **49** | **24** | **42** | **33** |
| наличие болевого синдрома | **16** | **5** | **21** | **7** | **8** | **3** | **14** | **6** |
| снижение двигательной (физической) активности | **29** | **8** | **24** | **15** | **49** | **32** | **42** | **35** |
| нарушение походки | **34** | **17** | **25** | **23** | **54** | **29** | **68** | **66** |
| разновысокость плеч и надплечий | **67** | **18** | **25** | **16** | **40** | **22** | **56** | **37** |
| перекос таза / укорочение конечности | **54** | **5** | **23** | **11** | **41** | **8** | **42** | **13** |
| наличие патологической установки нижних конечностей | **2** | **2** | **13** | **11** | **13** | **9** | **68** | **27** |

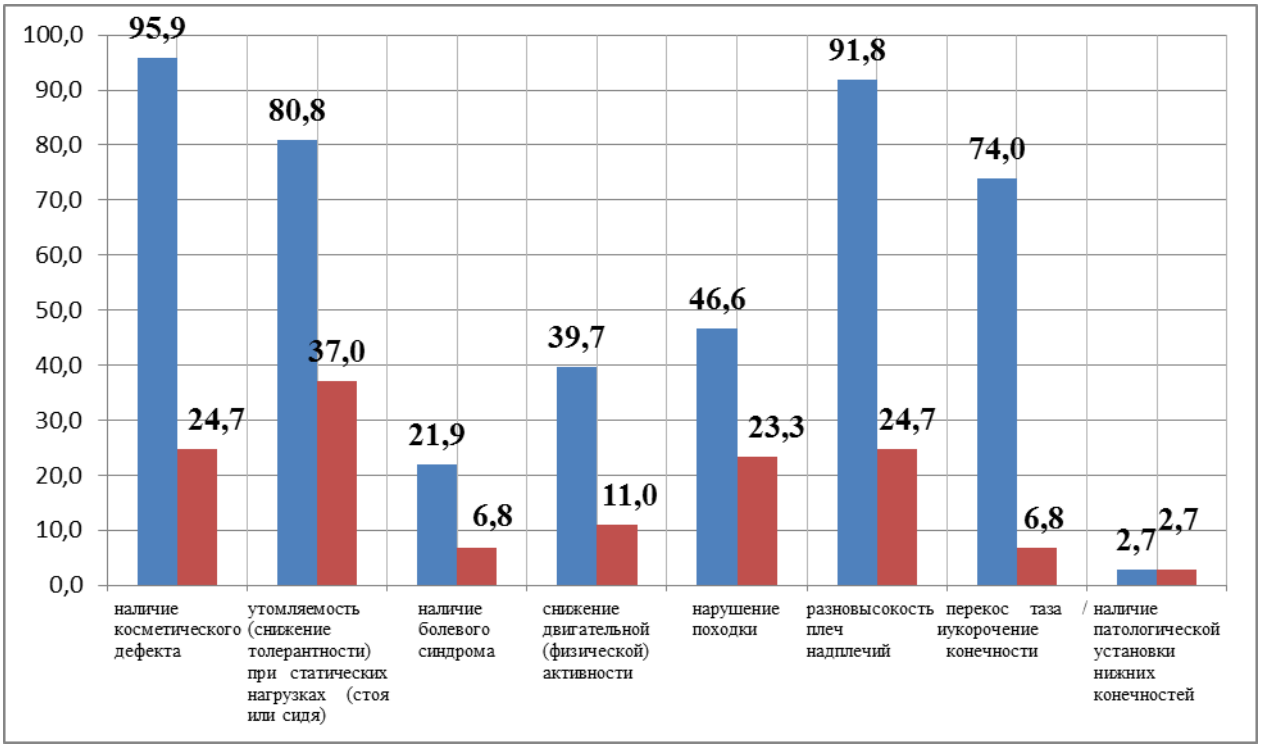



Рисунок 5.1.1.1. Динамика структуры жалоб пациентов до и после оперативного лечения в подгруппе А (в %)

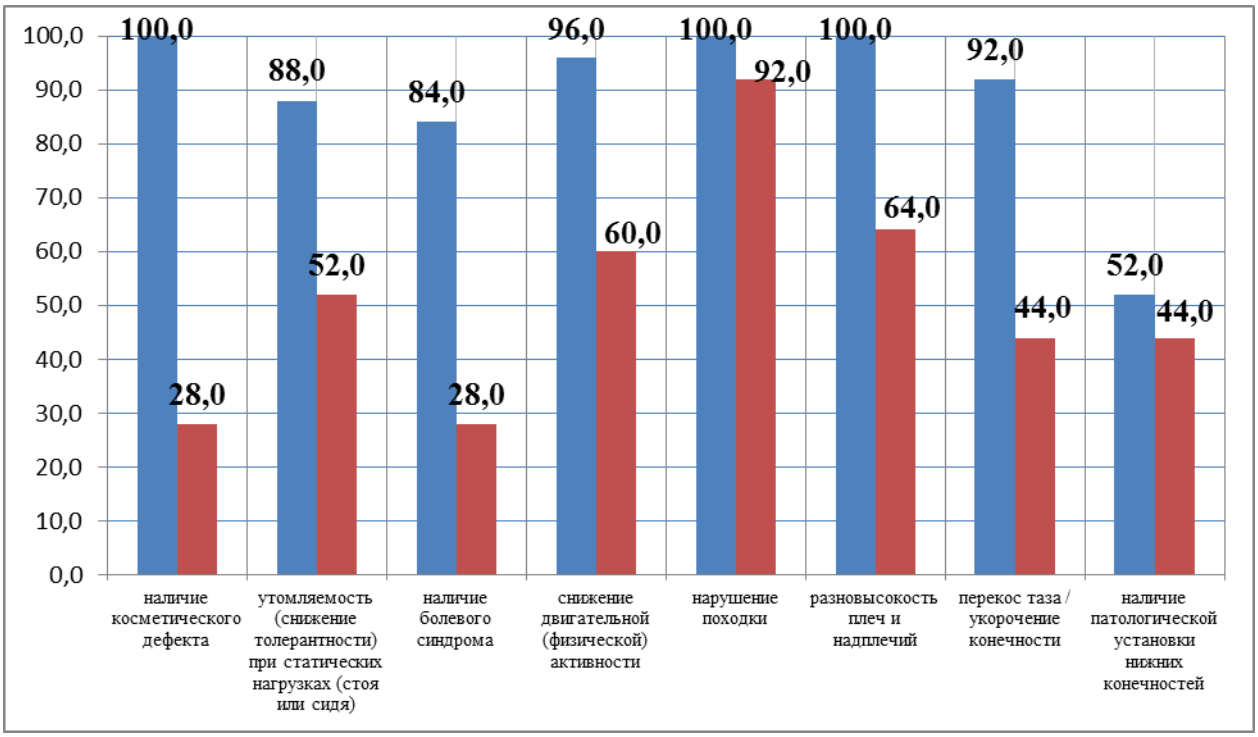



Рисунок 5.1.1.2. Динамика структуры жалоб пациентов до и после оперативного лечения в подгруппе В (в %)

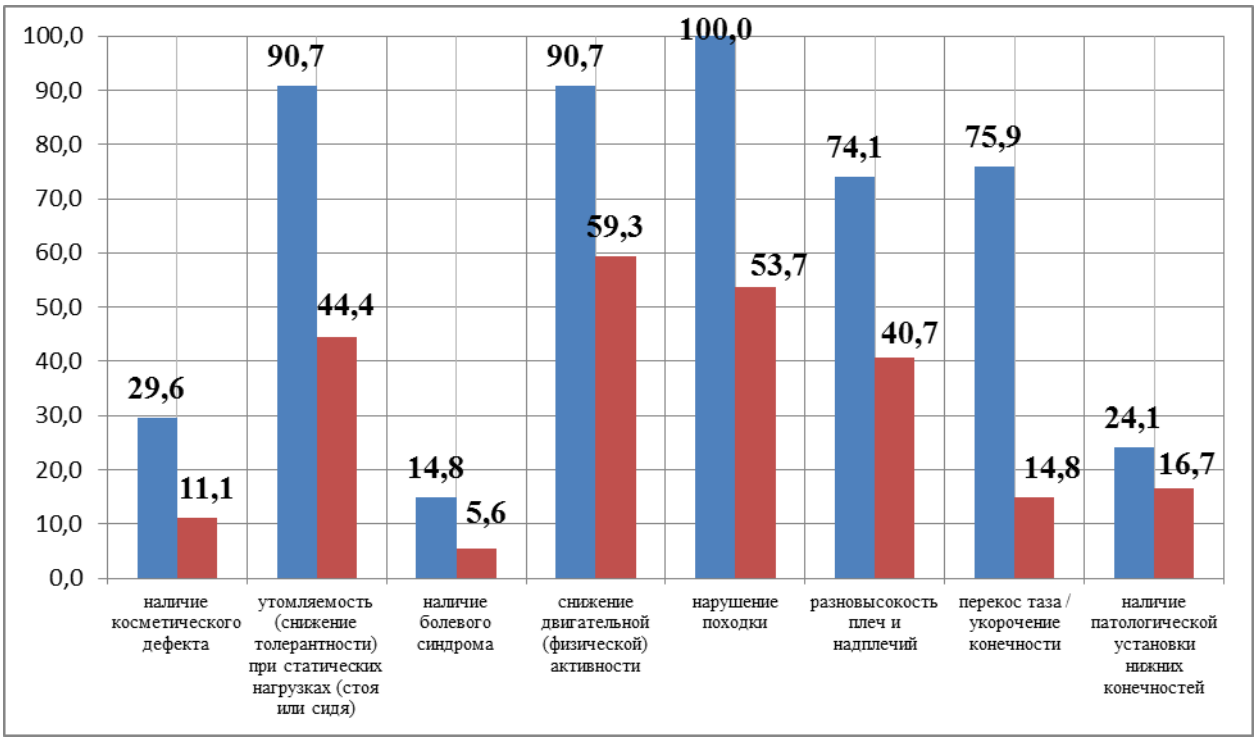



Рисунок 5.1.1.3. Динамика структуры жалоб пациентов до и после оперативного лечения в подгруппе C (в %)

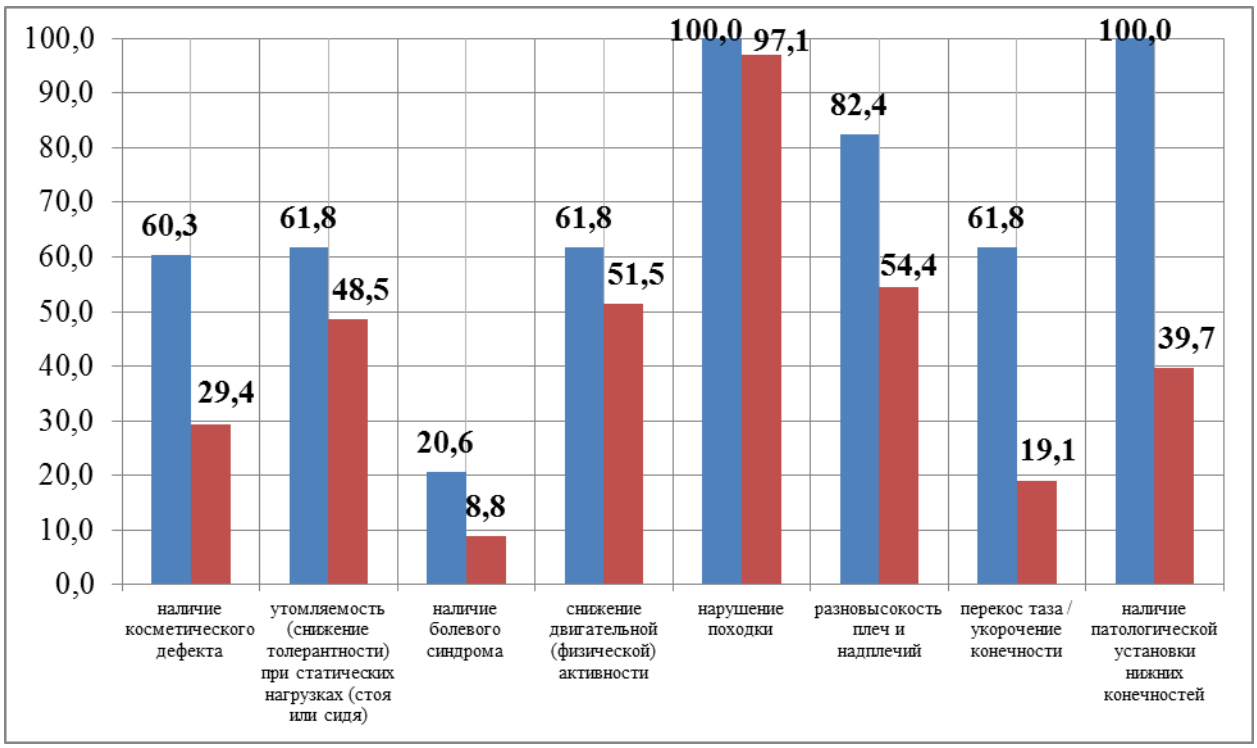



Рисунок 5.1.1.4. Динамика структуры жалоб пациентов до и после оперативного лечения в подгруппе D (в %)

Указанные рисунки (5.1.1.1 - 5.1.1.4) наглядно отображают положительную динамику в виде снижения частоты представленных жалоб пациентов и их родителей. До оперативного лечения жалобы на перекос таза отмечены у 54-х (74% пациентов подгруппы А), после выполнения оперативного лечения их частота снизилась до 24,5% (5 пациентов). У 23-х пациентов из 25 пациентов подгруппы В (92%) были зафиксированы подобные жалобы до хирургической коррекции деформации позвоночника, после оперативного лечения частота этих жалоб снизилась до 44% (11 пациентов). Во второй группе исследования подобные жалобы предъявляли 41 из 54 пациентов (75.9%) подгруппы С и 42 из 68 пациентов (61.8%) подгруппы D, частота которых снизилась до 14,8% (8 пациентов) и 19,1%(13 пациентов) соответственно. Жалобы на перекос таза и их купирование после хирургической коррекции тесно коррелировали коррекцией ключевых показателей фронтального баланса туловища ($r=1$; $p<0,05$).

Жалобы на разновысокость плеч и надплечий предъявлял 92 из 98 пациентов исследуемой группы 1. Данную жалобу мы рассматривали в качестве одного из косвенных признаков фронтального дисбаланса туловища, и отмечена у 67 (91,8%) из 73 пациентов подгруппы А до оперативного лечения, после хирургической коррекции их частота снизилась до 24,7% (18 пациентов). В подгруппе В, редукция таких жалоб составила со 100% до 64% (16 из 25 пациентов). Достаточно высокая частота сохранённого перекоса плечевого пояса в подгруппе В не отражает степень коррекции фронтального дисбаланса достигнутой в результате хирургического лечения, учитывая наличие исходной неврологической симптоматики, при которой, даже у пациентов без деформации позвоночника и перекоса таза часто имеют дисбаланс плечевого пояса. Причем у пациентов подгруппы А с диспластическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника, как видно из рисунка 5.1.1.1 подобные жалобы сохранялись после оперативного лечения. В подавляющем числе случаев,

несмотря на полную коррекцию фронтального баланса туловища по данным ортостатических рентгенограмм, разновысокость надплечий носила постуральный характер и в дальнейшем, в течение 6-10 месяцев, полностью регрессировала на фоне проведения послеоперационных реабилитационных мероприятий (ЛФК, массаж, плавание).

Частота встречаемости жалоб на наличие болевого синдрома до оперативного лечения пациентов исследуемых групп колебалась от 14,8% до 84%, при этом максимальная частота отмечена в подгруппе В. Именно в подгруппе пациентов с нейрогенными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника позже выявлены самые выраженные нарушения фронтального и сагиттального баланса туловища по данным постуральных рентгенограмм. Купирование болевого синдрома оценивали, в среднем, через 8-12 месяцев. Согласно опросу пациентов, после оперативного лечения в подгруппе А частота болевого синдрома снизилась с 21,9% до 6,8%, в подгруппе В – с 84% до 28%, в подгруппе С – с 14,8% до 5,6%, и в подгруппе D – с 20,6% до 8,8%. У всех пациентов с жалобами на болевой синдром имелись клинические и рентгенологические признаки фронтального дисбаланса ($r=1$; $p<0,05$). Сопоставление степени тяжести деформации (угол деформации по Cobb) и выраженности болевого синдрома по ВАШ отмечена низкая, но достоверная корреляция ($r=0,43$; $p<0,05$), что соответствует средним данным по литературе.

Таким образом, анализ структуры жалоб пациентов исследуемых групп до и после оперативного лечения показал высокую тесную взаимосвязь между предъявляемыми жалобами и рентгенологической выраженностью дисбаланса туловища ($r=0,77$; $p<0,05$). Причем хирургическая коррекция дисбаланса туловища на фоне имеющейся ортопедического патологии приводила к достоверному снижению частоты вышеуказанных жалоб.

Таки образом в данной части работы нам удалось доказать, что фронтальный дисбаланс туловища у детей и подростков, сформированный на

почве диспластических и нейрогенных деформаций позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов способствует снижению качества жизни пациентов, это подтверждается результатами опроса пациентов и их родитетелей.

### 5.1.2. Анализ динамики ортопедического статуса пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов.

В результате проведенного оперативного лечения во обеих группах исследования отмечено значительное улучшение контуров спины. Дальнейшее динамическое наблюдение за оперированными пациентами, на фоне проведения реабилитационных мероприятий показало значительное клиническое улучшение в виде уменьшения степени выраженности множественных асимметрий туловища и нижних конечностей, уменьшение деформации грудной клетки у пациентов исследуемой группы 1, регресс наклона таза во фронтальной и сагиттальной плоскостях, клиническое улучшение походки, повышение толерантности к физическим нагрузкам уже в течение первого года после хирургической коррекции имеющейся ортопедической патологии, сопровождающейся нарушением баланса туловища.

Нами произведен анализ динамики наиболее часто встречающихся клинических симптомов, которые в четвертой главе были отнесены к клиническим маркерам дисбаланса туловища, до и после оперативного лечения. Клинические признаки, выявленные при осмотре пациентов мы условно разделили на локальные и общие. Схема оценки ортопедического статуса подробно изложена во главе 2. При клиническом осмотре мы обращали внимание на наклон головы от линии отвеса, баланс надплечий, наклон таза во фронтальной и сагиттальной плоскостях. В качестве анализируемых клинических параметров выбраны: отклонение головы от линии отвеса во фронтальной плоскости: фронтальный наклон плечевого

пояса, положительный тест Адамса в грудном и поясничном отделах позвоночника, перекос таза (разновысокость передних верхних подвздошных остей), относительное укорочение нижней конечности, наличие болевого синдрома в спине и тазобедренных суставах, нарушение походки, патологическая установка нижних конечностей, наличие контрактуры в тазобедренных суставах, наличие патологической установки нижних конечностей. Анализ частоты встречаемости клинических признаков дисбаланса туловища до и после проведенного оперативного лечения представлен в таблице 5.1.2.1.

Таблица 5.1.2.1. Анализ общих для пациентов обеих исследуемых групп клинических симптомов.

| **Клинический признак** | **Подгруппа A (n=73)** | | **Подгруппа B (n=25)** | | **Подгруппа C (n=54)** | | **Подгруппа D (n=68)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **до** | **после** | **до** | **после** | **до** | **после** | **до** | **после** |
| Отклонение головы от линии отвеса во фронтальной плоскости | **70** | **6** | **25** | **4** | **18** | **3** | **53** | **37** |
| Фронтальный наклон плечевого пояса | **69** | **19** | **25** | **16** | **47** | **22** | **55** | **37** |
| Положительный тест Адамса в грудном отделе | **73** | **36** | **25** | **11** | **12** | **8** | **9** | **5** |
| Положительный тест Адамса в поясничном отделе | **73** | **12** | **25** | **9** | **47** | **16** | **61** | **23** |
| Перекос таза | **57** | **7** | **25** | **5** | **45** | **6** | **42** | **11** |
| Относительное укорочение нижней конечности | **57** | **7** | **25** | **5** | **45** | **6** | **42** | **11** |
| наличие болевого синдрома в спине при пальпации и при наклонах туловища | **19** | **3** | **14** | **2** | **9** | **5** | **11** | **4** |
| наличие болевого синдрома в тазобедренных суставах | **2** | **1** | **1** | **1** | **12** | **3** | **15** | **6** |
| нарушение походки | **37** | **9** | **25** | **24** | **54** | **7** | **68** | **68** |
| Патологическая установка нижних конечностей | **2** | **2** | **13** | **13** | **13** | **4** | **68** | **19** |
| наличие контрактуры в ТБС | **4** | **4** | **10** | **10** | **29** | **17** | **43** | **20** |
| наличие патологической установки нижних конечностей | **2** | **2** | **13** | **12** | **13** | **8** | **68** | **27** |

Подробный анализ динамики клинических признаков дибаланса туловища по подгруппам (в %) представлен на рисунках 5.1.2.1 - 5.1.2.4.

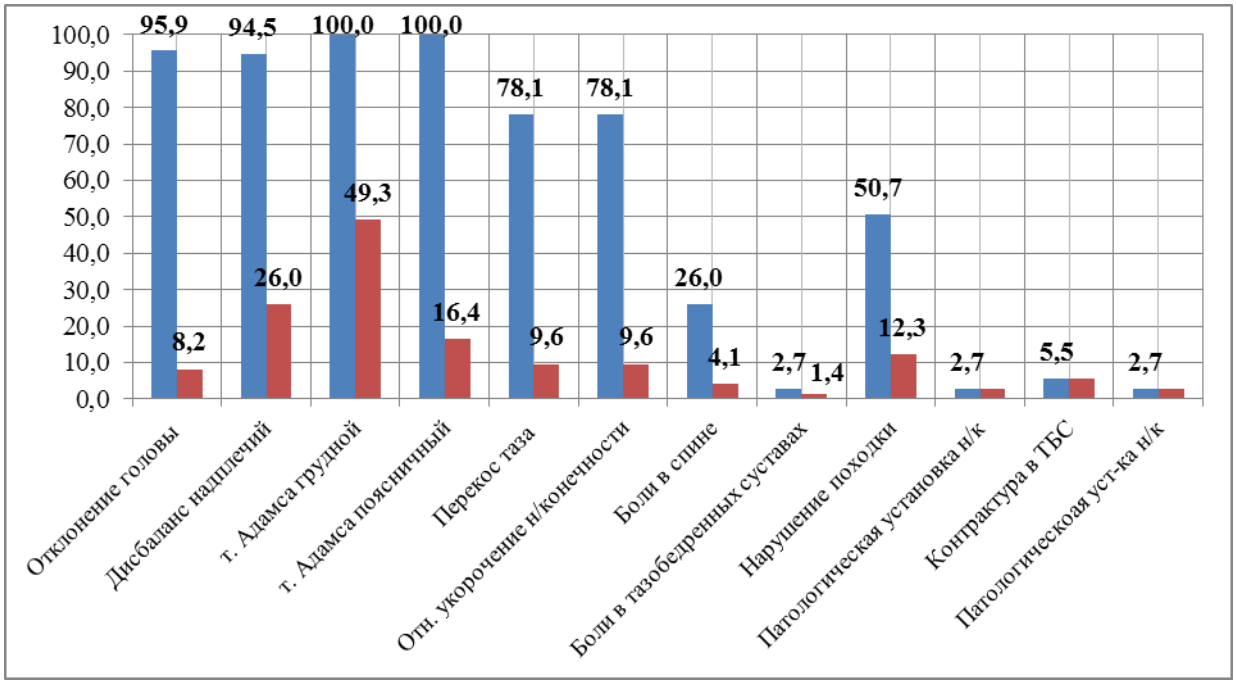



Рисунок 5.1.2.1. Динамика клинических признаков до и после оперативного лечения в подгруппе А (в %).

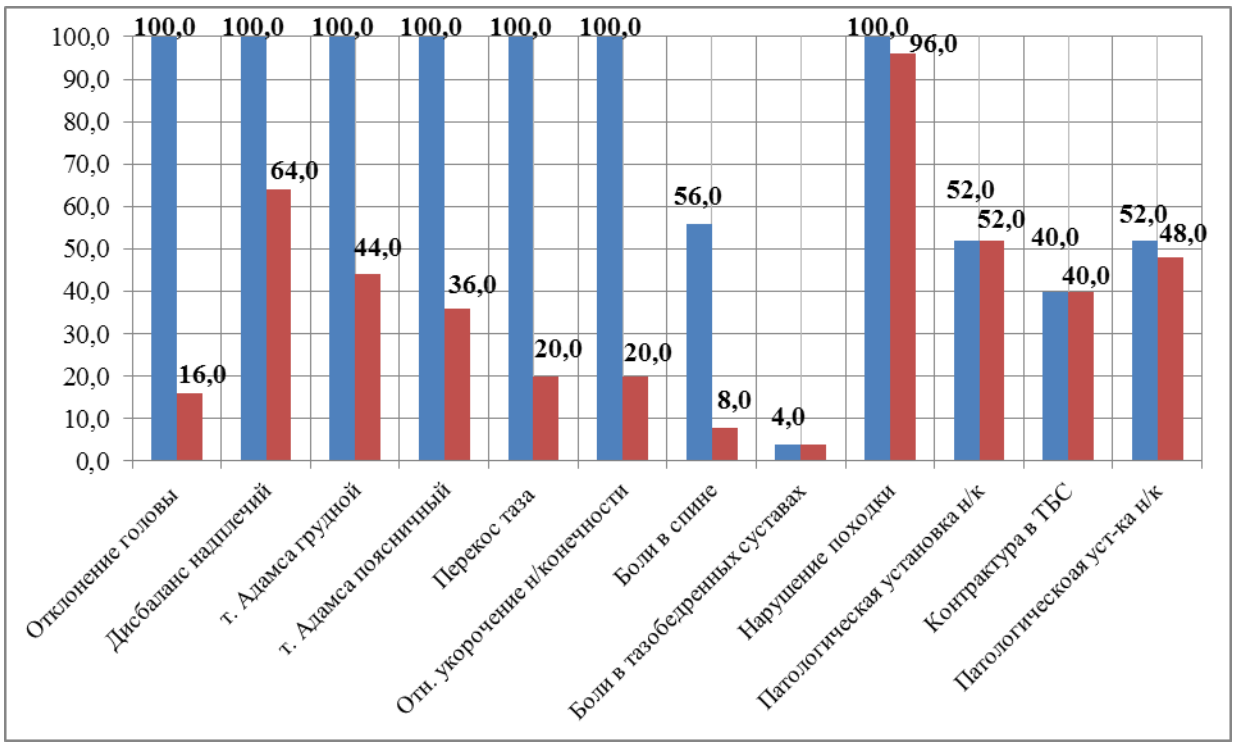



Рисунок 5.1.2.2. Динамика клинических признаков до и после оперативного лечения в подгруппе В (в %).

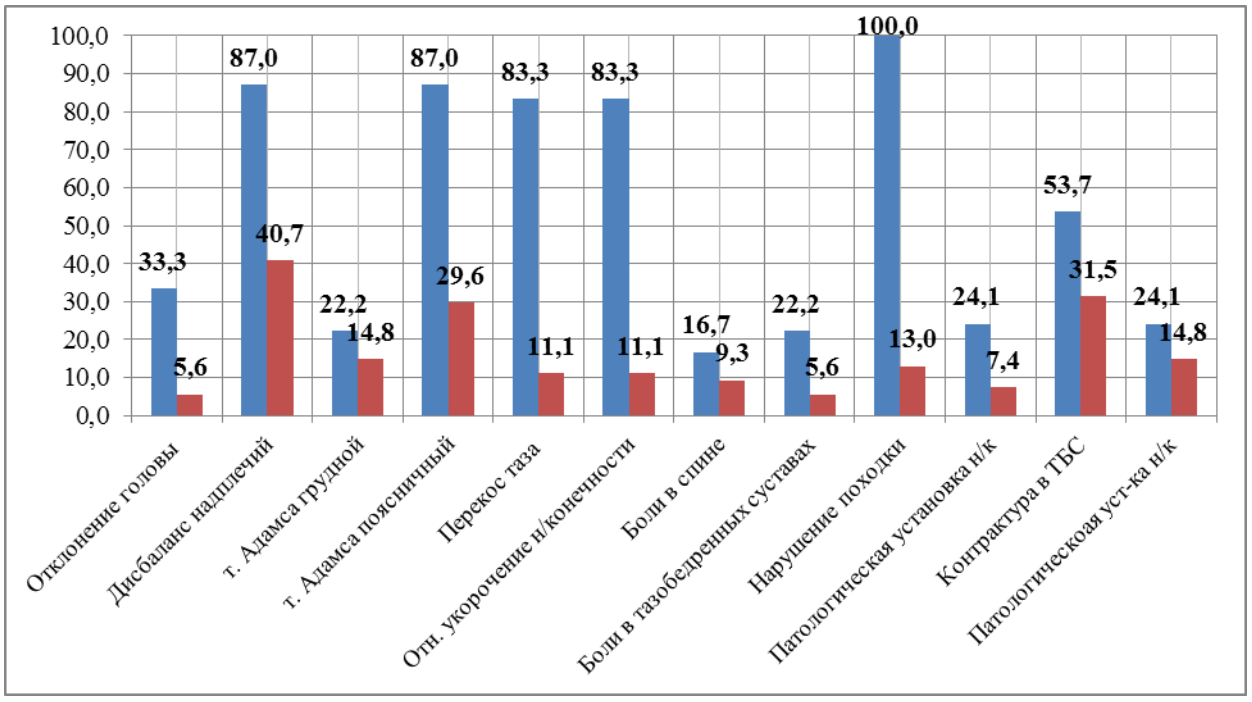



Рисунок 5.1.2.3. Динамика клинических признаков до и после оперативного лечения в подгруппе С (в %).

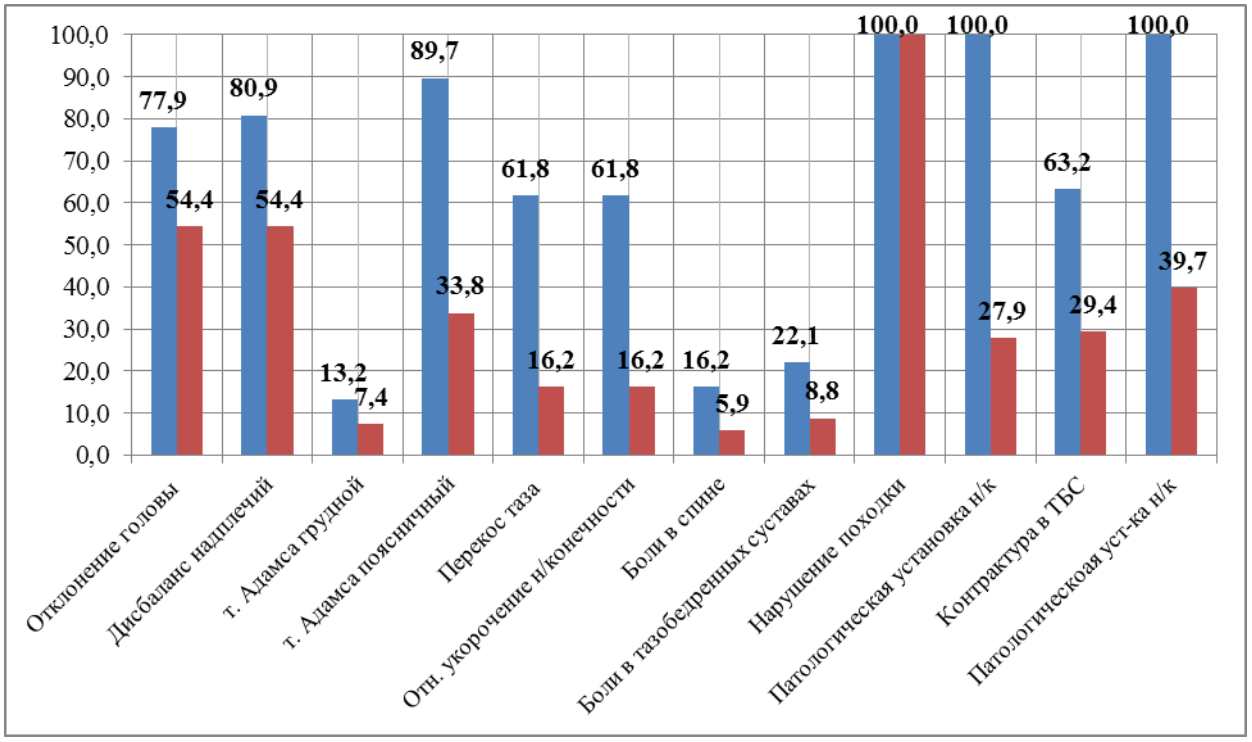



Рисунок 5.1.2.4. Динамика клинических признаков до и после оперативного лечения в подгруппе D (в %).

Анализ частоты встречаемости клинических симптомов дисбаланса туловища показал значительное их снижение после выполненного оперативного лечения. Такой клинический симптом, как отклонение головы от срединной линии выявлен у пациентов всех подгрупп. В подгруппе А этот клинический признак выявлен в 95,9% случаев до оперативного лечения, а после хирургической коррекции деформации позвоночника, его частота снизилась до 8,2% ($p<0,05$). В подгруппе В, в результате оперативного лечения снизился со 100% до 16% ($p<0,05$). В подгруппе С, снижение частоты встречаемости отклонения головы от срединной линии отмечено с 33,3% до 5,6%, а в подгруппе D – с 77,9% до 54,4% ($p<0,05$). В отдельности мы не рассматриваем данный клинический признак в качестве маркера фронтального дисбаланса туловища. Этот признак может носить установочный характер (например: привычный наклон головы). Однако высокая частота встречаемости и ее динамика после выполнения оперативного лечения может свидетельствовать о фронтальном дисбалансе туловища. Отмечена статистически достоверная взаимосвязь между наличием этого клинического симптома и рентгенологическими параметрами у пациентов в подгруппах А и С, отражающими фронтальный дисбаланс туловища ($r=0,57$; $p<0,05$), а по подгруппам В и D, отмечен значительно более низкая взаимосвязь ($r=0,41$: $p<0,01$). Этот факт мы объясняем имеющейся в этих подгруппах пациентов неврологической симптоматикой, данная категория пациентов часто имеют данный симптом при отсутствии деформации позвоночника или нестабильности тазобедренного сустава.

Дисбаланс надплечий в результате проведенного оперативного лечения достоверно регрессировал по всем подгруппам пациентов: в подгруппе А снижение частоты встречаемости данного клинического симптома составило с 94,5% до 26%; в подгруппе В – со 100% до 64%, в подгруппе С – с 87% до 40,7%; и в подгруппе D - с 80,9% до 54,4% ($p<0,05$). При этом корреляция этого клинического признака с рентгенологическими параметрами,

характеризующими состояние фронтального баланса туловища отмечено на уровне средней тесноты взаимосвязи ($r=0,65$; $p<0,05$) в подгруппах A и C, и слабой тесноты взаимосвязи у пациентов в подгруппах B и D ($r=0,47$; $p<0,05$). Необходимо отметить, что данный клинический симптом является достаточной стойким. У большинства пациентов после проведенного оперативного вмешательства он сохранялся в течение первых 3-5 месяцев, а затем на фоне проводимых реабилитационных мероприятий отмечалось снижение его выраженности. В связи с этим, оценка данного клинического симптома после оперативного лечения выполнялась через 6-9 месяцев.

Отмечена положительная динамика частоты выявления положительного симптома Адамса (также представлена на диаграммах) по всем подгруппам пациентов. Достоверной тесной взаимосвязи частоты встречаемости данного симптома с рентгенологическими параметрами фронтального баланса не выявлено ($r=0,31$; $p>0,05$). Это обстоятельство мы связываем с тем, что положительный тест Адамса характеризует деформацию позвоночника в горизонтальной плоскости (торсию и ротацию), и соответственно, является локальным, хоть и самым важным признаком сколиотической деформации позвоночника.

Анализ динамики частоты выявления перекоса таза, а соответственно и относительного неравенства длин нижних конечностей до и после оперативного лечения представлен на рисунках 5.1.2.1 - 5.1.2.4. Необходимо отметить, что данные клинические симптомы полностью коррелируют между собой ($r=1$; $p<0,05$), поскольку перекос таза приводит к формированию разновысокости нижних конечностей. Оценка корреляции между этими клиническими симптомами и рентгенологическими параметрами, характеризующими состояние фронтального баланса туловища отмечено на уровне высокой достоверной тесноты взаимосвязи ($r=1$; $p<0,05$). Эти клинические признаки напрямую указывают на нарушение фронтального

баланса туловища, которые могут быть как компенсированными, так и декомпенсированными.

Наличие болевого синдрома, в большинстве случаев - в поясничном отделе позвоночника, у пациентов исследуемых групп являлось для нас косвенным признаком нестабильности и перегрузки задней опорной колонны позвоночника. У большинства пациентов, у которых рентгенологически выявлены признаки нарушения фронтального баланса туловища отмечался гиперлордоз. У более 70% пациентов с деформациями позвоночника имелся лордосколиоз. У всех пациентов исследуемой группы 2 было констатировано наличие гиперлордоза, вследствие наклона таза кпереди. Это способствует возникновению перегрузки дугоотростчатых суставов и формированию, а как следствие - появлению болевого синдрома. В тоже время, у пациентов с рентгенологически подтвержденным положительным сагиттальным дисбалансом туловища происходит перерастяжение капсулы фасеточных суставов поясничного отдела позвоночника, которая в свою очередь, имеет обильную иннервацию. Это также приводит к формированию боевого синдрома. И все это подтверждается достаточно высокой достоверной корреляцией между наличием болевого синдрома и рентгенологическими признаками, отражающими состояние баланса туловища ($r=0,73$; $p<0,05$). Это достаточно высокий показатель корреляции данных параметров с учетом возраста пациентов, известно, что с увеличением возраста пациентов, показатель тесноты взаимосвязи возрастает. Представленные данные о снижении интенсивности болевого синдрома представлены на рисунках 5.1.2.1 - 5.1.2.4. Данный клинический симптом, хоть и не является самым частым, среди других клинических проявлений, оказывает значительное влияние на качество жизни пациентов.

К такому клиническому симптому имеющейся ортопедической патологии, как нарушению походки мы относились с осторожностью, потому что у пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью

тазобедренных суставов диспластической этиологии она отмечалась у пациентов с клинически значимым перекосом таза и относительным неравенством нижних конечностей. В подгруппах А и С отмечено достоверное снижение частоты нарушения походки, на 38,4% и 87% соответственно ($p<0,05$). У пациентов с нейроортопедической патологией (подгруппы В и D) нарушение походки было связано, как правило с нарушением мышечного тонуса или селективного мышечного контроля на почве имеющейся неврологической патологии, в этих подгруппах достоверного снижения частоты данного клинического признака после оперативного лечения не отмечалось.

Состояние амплитуды движений в тазобедренных суставах у пациентов исследуемой группы 1 никак не изменилось после выполненного оперативного лечения. А у пациентов исследуемой группы 2 отмечено достоверное снижение частоты выявления контрактур тазобедренных суставов. В подгруппе С этот показатель снизился с 53,7% до 31,5%, а в подгруппе D – с 63,2% до 29,4%. Необходимо уточнить, что оценка наличия контрактур тазобедренных суставов после оперативного лечения производилась, в среднем, через год после оперативного лечения, во избежание получения завышенных значений данного показателя из-за формирования «временных» постиммобилизационных контрактур. Оценка амплитуды движений в тазобедренных суставах у пациентов с деформациями позвоночника крайне важна, потому что, сама по себе контрактура тазобедренного сустава может явиться причиной дисбаланса туловища.

Наличие патологических установок нижних конечностей, которые в подгруппе А были выявлены в 2,7% случаев (2 пациента) было обусловлено имеющимся системным наследственным заболеванием скелета, и поскольку на этапах наблюдения за пациентами не проводилась хирургическая коррекция патологии нижних конечностей. В подгруппе В снижение частоты патологических установок нижних конечностей с 52% до 48% связано с

выполненной, в ходе одной госпитализации хирургической коррекцией деформации позвоночника и патологической установки нижних конечностей у 1 пациента. В подгруппе С наличие патологических установок нижних конечностей было связано с имеющейся сгибательно-приводящей контрактурой тазобедренного сустава, после выполнения хирургической стабилизации тазобедренного сустава, отмечено снижение частоты выявляемости данного симптома с 24,1% до 14,8% за счет восстановления амплитуды движений в суставе. В подгруппе D отмечено снижение частоты выявления данного клинического симптома со 100% до 39,7%, это связано с применением тактики симультанных оперативных вмешательств (одномоментная коррекция имеющихся мышечных синдромов, таких как – аддукторный спазм, спастичность подвздошно-поясничных мышц, hamstring –синдрома и др.).

Таким образом, тщательный анализ вышеуказанных клинических симптомов позволяет заподозрить наличие признаков дисбаланса туловища, большинство из их являются общими, как для пациентов с деформациями позвоночника, так и - пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии. А снижение частоты выявления представленных клинических симптомов после хирургической коррекции дисбаланса туловища подтверждает необходимость рассматривать пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов не только с точки зрения имеющейся локальной ортопедической патологии, но и с точки зрения дисбаланса туловища.

### 5.2. Рентгенологический анализ состояния баланса туловища у пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов.

Проведен анализ эффективности оперативного лечения пациентов с деформациями грудопоясничного отдела позвоночника и нестабильностью

тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии до и после оперативного лечения. В исследуемые группы включено 98 пациентов с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (**исследуемая группа 1**) и 122 пациента с нестабильностью тазобедренных суставов (**исследуемая группа 2**), которым выполнена хирургическая коррекция имеющейся опорно-двигательной патологии. В качестве **референсной группы** отобрано 60 условно-здоровых детей, обследованных амбулаторно в консультативно-диагностическом центре ФГАУ «НМИЦ Здоровья Детей» Минздрава России. Средний возраст пациентов составил 12,6±5,63 лет. Группы исследования были структурированы следующим образом: **исследуемая группа 1** состояла из 2-х подгрупп. В п**одгруппу А** вошли 73 пациента с идиопатическими сколиозами и кифосколиозами. Пациенты с нейрогенными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (n=98) составили **подгруппу В**. Вторая **исследуемая группа** была представлена 2мя подгруппами. В **подгруппу С** включено 54 пациента с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов, из них: 13 пациентов с торсионными подвывихами бедер и 41 пациент – с врожденными подвывихами и вывихами бедер), а в **подгруппу D** вошло 134 пациента с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов. Критериями включения в **первую группу исследования** послужили: наличие рентгенологически подтвержденной структуральной деформации грудного и/или поясничного отделов позвоночника III и IV степеней с соответствующим распределением по подгруппам по этиологии, для пациентов с нейрогенными деформациями – возможность самостоятельного передвижения, что соответствует с I по III уровни – GMFCS (Gross Motor Function Classification System (для пациентов с детским церебральным параличом (ДЦП), отсутствие противопоказаний к проведению оперативного лечения со стороны сопутствующей соматической патологии. По уровням двигательного развития пациенты распределились следующим образом: уровень I имел место у 2-х больных, II - у 19-ти, III – у 47 пациентов.

Критериями включения во **вторую группу** были: наличие рентгенологически подтвержденной нестабильности тазобедренного сустава с дефицитом покрытия головки бедренной кости вертлужной впадиной 20% и более в сравнение с возрастной нормой (подгруппа C), и 50% и более - для пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов. Подгруппа D представлена пациентами со спастической нестабильностью тазобедренных суставов GMFCS I по III уровни. К критериям исключения были отнесены: пациенты, не способные к самостоятельному вертикальному передвижению (например: вследствие тяжести имеющихся неврологических нарушений у пациентов с ДЦП - IV и V уровней GMFCS), ранее перенесенные оперативные вмешательства на грудном и поясничном отделе позвоночника и тазобедренных суставах.

Анализ динамики рентгенологических параметров, оцененных на основании постуральных рентгенонограмм до и после оперативного лечения выполнен по следующим показателям. В перечень основных рентгено-анатомических показателей, определенных по боковым ортостатическим рентгенограммам вошли: «тазовый индекс» или pelvic incidence (PI) — угол, образованный линией, проведенной через центр головок бедренных костей к середине замыкательной пластинки S1 и перпендикуляром, построенным от замыкательной пластины; «сагиттальный наклон таза» или pelvic tilt (PT) — угол между вертикальной линией, проведенной через центр бикоксофеморальной линии к середине замыкательной пластинки S1; наклон крестца или sacral slope (SS) — угол наклона верхней замыкательной пластинки первого крестцового позвонка (S1) по отношению к горизонтальной плоскости; «вертикальная сагиттальная ось» или sagittal vertical axis (SVA) — отклонение вертикальной линии отвеса, проведенной из центра C7, от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 (в качестве ключевого показателя сагиттального баланса туловища); величина угла грудного кифоза или thoracic kyphosis (TK) – угол, оцененный по Cobb на

уровнях Th4-Th12; величина общего поясничного лордоза или global lumbar lordosis (GLL). С целью оценки состояния ключевых сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений, мы оценивали справедливость следующих, известных в литературе равенств: PI=PT+SS; GLL=1/2PI+40°; SS=1/2PI+15° и GLL=SS+25°. Фронтальный баланс туловища анализировали путем индексации показателей, полученных при рентгенометрии ортостатических рентгенограмм в прямой проекции, путем оценки разобщения линии, опущенной от остистого отростка С7 позвонка и центральной сакральной линии (вертикальная срединная линия, проведенная через центр S1 позвонка). Фронтальный баланс (ФБ) считали компенсированным либо при полном совпадении вышеуказанных линий, или при их разобщении, не превышающем ±2 см. Фронтальный наклон таза определяли относительно линии отвеса и оценивали с применением построения касательной линии, проведенной по верхним краям крыльев подвздошных костей (ТН). Наличие и выраженность фронтальной деформации грудного (ФДГОП) и поясничного (ФДПОП) отдела позвоночника оценивали по методу Cobb согласно общепринятым методикам. Анализ показателей рентгено-анатомических взаимоотношений в тазобедренном суставе проводили путём определения шеечно-диафизарного угла (ШДУ), степени костного покрытия головки бедренной кости (СКП), ацетабулярного индекса (АИ), угла патологической антеторсии (АТ), угла вертикального соответствия (УВС), угла Виберга (УВ), и т.д. по Садофьевой В.И. Отклонение от нормы хотя бы одного из критериев стабильности тазобедренного сустава явилось основанием для констатации нестабильности сустава.

Оперативное лечение пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями производилось согласно современной концепции коррекции и фиксации деформации позвоночника с применением транспедикулярных и комбинированных дорсальных металлоконструкций. В ряде случаев, с целью

получения предварительной коррекции деформации позвоночника применяли гало-аппарат для гало-пельвик тракции. По показаниям выполняли корригирующие вертебротомии с G1 по G6 по Schwab.

Хирургическая коррекция нестабильности тазобедренного сустава в обеих подгруппах пациентов выполнялась с применением общепринятых методов. Коррекция бедренного компонента нестабильности производилась путем межвертельной медиализирующей деротационно-варизирующей остеотомии бедренной кости и остеосинтеза Г-образной пластиной с целью центрирования оси шейки бедренной кости на Y-образный хрящ. У пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов одномоментно выполняли теномиотомию подвздошно-поясничной мышцы, а также миотомию аддукторов при наличии аддукторного спазма. Тазовый компонент нестабильности корригировали по показаниям путем выполнения остеотомии таза по Salter, Pemberton, двойной или тройной остеотомии таза.

Таблица 5.2.1. Анализ рентгенологических показателей до оперативного лечения.

| Группа<br><br><br>Параметры | Референсная группа (n=60) | Исследуемая группа 1 (n=98) | | Исследуемая группа 2 (n=122) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Подгруппа A (n=73) | Подгруппа B (n=25) | Подгруппа C (n=54) | Подгруппа D (n=68) |
| PI, град. | 47,8±8,9 | 47,2±10,2 | 46,9±12,1 | 48,2±11,8 | 50,2±12,3 |
| PT, град. | 5,4±7,5 | 15,5±1,5$^{*p,C,D}$ | 7,3±8,1$^{*p}$ | 6,7±6,1$^{*p,A}$ | 6,6±3,1$^{*p,A}$ |
| SS, град. | 38,1±7,8 | 28,8±1,2$^{*p,C,D}$ | 27,2±1,3$^{*p,C,D}$ | 48,1±0,1$^{*p,A,B}$ | 49,3±0,3$^{*p,A,B}$ |
| TK, град. | 42,1±10,7 | 25,8±5,9 | 21,1±11,2 | 28,3±10,6 | 32,3±10,6 |
| GLL , град. | 39,7±11,9 | 50,9±11,4$^{*D}$ | 28,34±12,8$^{*C,D}$ | 52,2±0,2$^{*B}$ | 60,2±0,4$^{*p,A,B}$ |
| SVA, в см | 1,1±1,1 | -6,3±1,1$^{*p}$ | -9,3±1,3$^{*p}$ | -9,8±2,1$^{*p,A}$ | -7,1±1,4$^{*p}$ |
| ШДУ, в град. | 124,3±5,8 | 126,2±6,03 | 132,2±12,7 | 147,1±4,6$^{*p}$ | 138,2±7,9$^{*p}$ |
| AT, в град. | 26,0±4,1 | 26,1±3,8 | 32,4±3,7 | 36,5±0,4 | 43,2±0,2$^{*p,A,B}$ |
| СКП, коэф. | 0,97±0,1 | 0,91±0,3$^{*p, B,C}$ | 0,63±0,04$^{*p,A,D}$ | 0,68±0,04$^{*p,A}$ | 0,58±0,17$^{*p,A,C}$ |
| УВС, в град. | 88,3±3,6 | 89,7±3,6 | 82,6±6,1 | 74,5±5,7$^{*p,A}$ | 76,1±8,3$^{*p,A}$ |
| АИ, в град. | 13,3±3,1 | 12,9±2,8 | 15,7±3,3 | 20,8±6,6 | 19,1±5,1 |
| УВ, в град. | 26,1±2,1 | 26,1±2,1 | 22,1±3,9 | 15,6±4,2$^{*p,A}$ | 16,3±4,3$^{*p,A}$ |
| ТН, в град. | 2,3±1,1 | 11,3±0,1$^{*p}$ | 15,2±6,7$^{*p}$ | 17,1±1,9$^{*p}$ | 18,1±11,2$^{*p}$ |
| ФДГОП, в ° | 4,1±2,6 | 82,1±1,5$^{*p}$ | 94,3±3,6$^{*p}$ | 8,7±3,7$^{*A,B}$ | 12,7±5,3$^{*p,A,B}$ |
| ФДПОП, в° | 2,0±0,1 | 49,1±0,6$^{*p}$ | 54,2±1,5$^{*p}$ | 16,7±6,2$^{*p,A,B}$ | 19,4±7,2$^{*p,A,B}$ |
| ФБ, в см | 0,8±0,4 | 3,5±1,2$^{*p}$ | 3,7±1,5$^{*p}$ | 3,6±1,2$^{*p}$ | 3,8±1,3$^{*p}$ |

*Примечания: * - критерий достоверности различий при p<0,05*

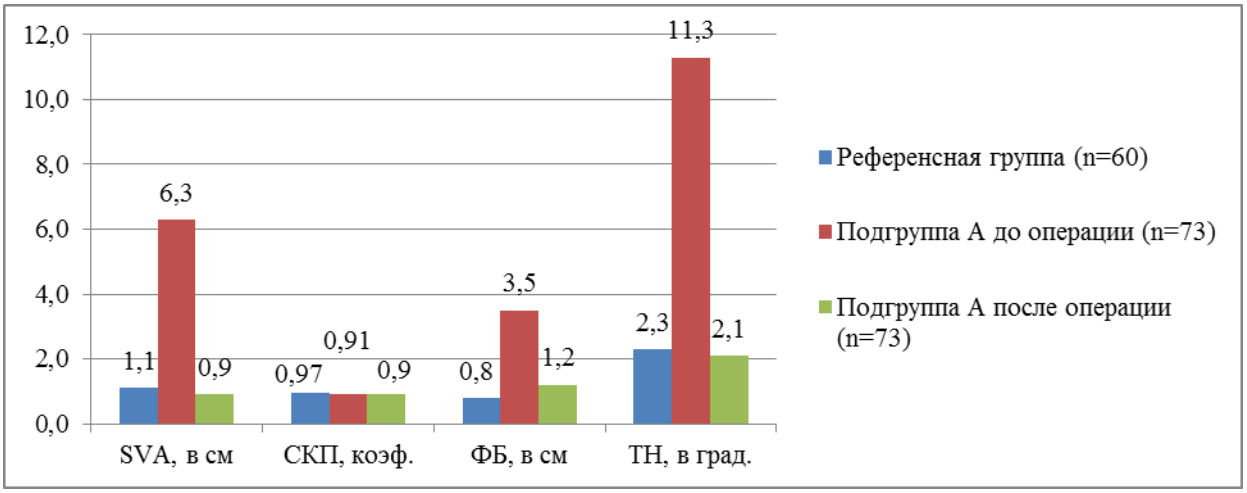
Таблица 5.2.2. Сравнительный анализ рентгенологических показателей после оперативного лечения.

| Группа<br><br>Параметры | Референсная группа (n=60) | Исследуемая группа 1 (n=98) | | Исследуемая группа 2 (n=122) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Подгруппа А (n=73) | Подгруппа В (n=25) | Подгруппа С (n=54) | Подгруппа D (n=68) |
| PI, град. | 47,8±8,9 | 47,2±6,8 | 46,9±5,9 | 42,6±7,3 | 42,2±6,1 |
| PT, град. | 5,4±7,5 | 8,6±3,2 | 8,4±2,4 | 6,3±1,4 | 6,1±1,1 |
| SS, град. | 38,1±7,8 | 38,6±6,7 | 38,45±4,5 | 36,3±3,9 | 36,1±2,8 |
| TK, град. | 42,1±10,7 | $41,2\pm3,2^{*C}$ | $40,9\pm4,5^{*C}$ | $32,5\pm1,7^{*A,B,D}$ | $46,2\pm1,4^{*C}$ |
| GLL , град. | 39,7±11,9 | $56,2\pm3,1^{*p}$ | $55,9\pm4,2^{*p}$ | 48,9±7,4 | 51,2±9,2 |
| SVA, в см | 1,1±1,1 | $0,9\pm0,5^{*B}$ | $0,85\pm0,7^{*p, A, C,D}$ | $0,9\pm0,3^{*B}$ | $0,7\pm0,1^{*B}$ |
| ШДУ, град. | 124,3±5,8 | 126,2±4,1 | 132,2±1,9 | 124,2±2,1 | 125,1±6,04 |
| AT, в град. | 26,0±4,1 | 26,1±2,2 | 32,4±3,1 | 24,6±1,8 | 25,34±5,43 |
| СКП, коэф. | 0,97±0,1 | 0,9±0,1 | $0,67\pm0,2^{*p}$ | 0,97±0,3 | 0,92±0,08 |
| УВС, в град. | 88,3±3,6 | $89,7\pm1,2^{*B}$ | $82,6\pm1,4^{*p, A, C, D}$ | $87,3\pm2,09^{*B}$ | $87,01\pm2,16^{*B}$ |
| АИ, в град. | 13,3±3,1 | $12,9\pm2,01^{*B}$ | $15,7\pm1,2^{*A}$ | 13,1±1,3 | 13,12±3,71 |
| УВ, в град. | 26,1±2,1 | 26,1±1,8 | $22,1\pm1,1^{*p}$ | $22,3\pm1,09^{*p}$ | 25,35±5,19 |
| ТН, в град. | 2,3±1,1 | $2,1\pm0,75^{*B}$ | $5,9\pm1,0^{*p, A}$ | 2,4±3,1 | $5,1\pm2,1^{*p, A}$ |
| ФДГОП, в ° | 4,1±2,6 | $26,2\pm5,8^{*p, C, D}$ | $30,7\pm16,2^{*p,C}$ | $6,9\pm3,6^{*B}$ | $10,6\pm6,7^{*A}$ |
| ФДПОП, в ° | 2,0±0,1 | $16,4\pm3,2^{*p,B, C}$ | $26,2\pm12,6^{*p, A}$ | $8,5\pm4,2^{*p, A, B}$ | $9,4\pm4,8^{*p}$ |
| ФБ, в см | 0,8±0,4 | $1,2\pm0,09^{*B}$ | $2,2\pm0,3^{*p, A}$ | 0,9±0,35 | 1,3±0,1 |

*Примечания: * - критерий достоверности различий при p<0,05*

Результаты анализа рентгенометрических показателей по группам исследования приведены в таблице 5.2.1. до оперативного лечения. Изменения динамика вышеуказанных параметров после оперативного лечения указаны в таблице 5.2.2. Анализ результатов оперативного лечения проводили суммарно, без учёта проводимых методов лечения, что позволило выделить особенности изменения параметров позвоночно-тазового баланса в исследуемых подгруппах пациентов. Полученные величины рентгенологических показателей исследуемых групп и подгрупп пациентов сопоставлены с аналогичными показателями референсной группы.

Графическое отображение данных сравнительного анализа динамики основных рентгенологических критериев, представленных в таблице 5.2.1., представлено по подгруппам пациентов на рисунках 5.2.1 – 5.2.4.



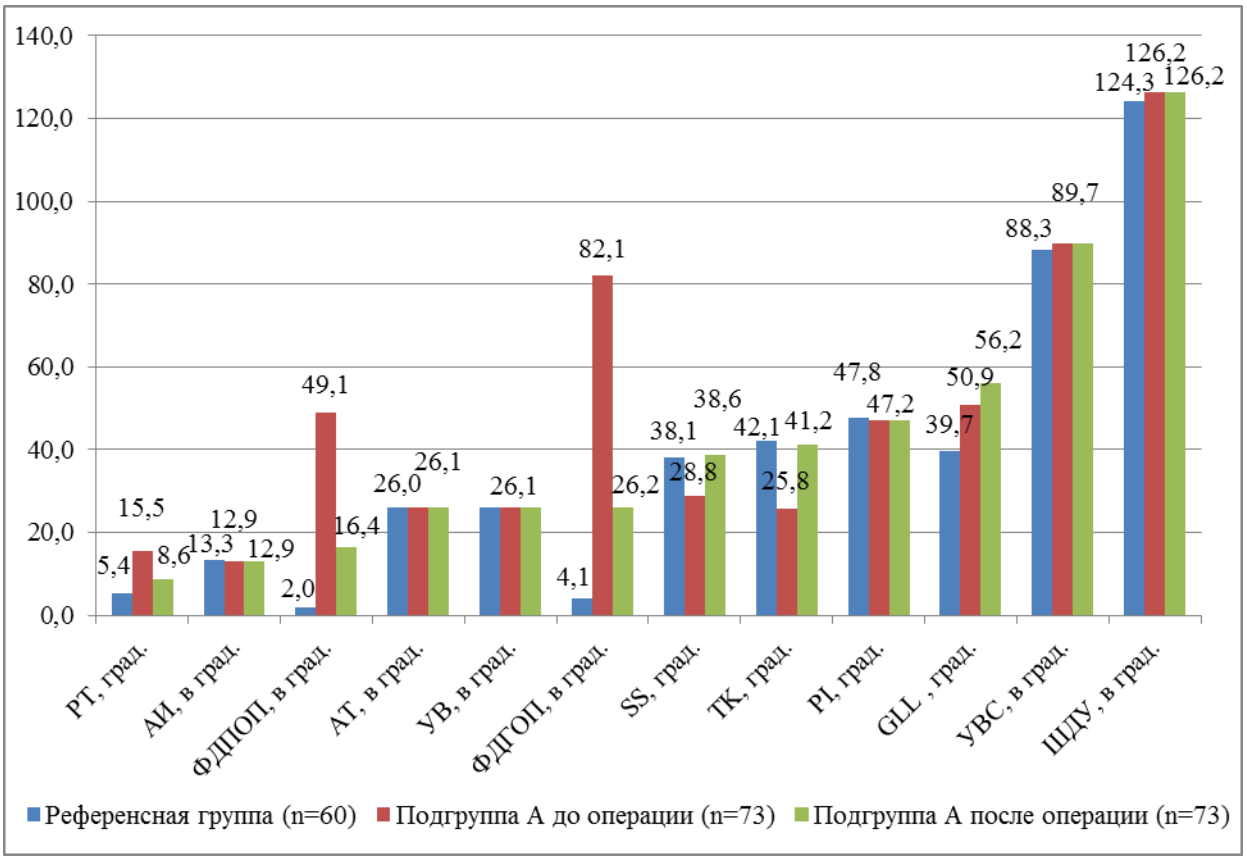
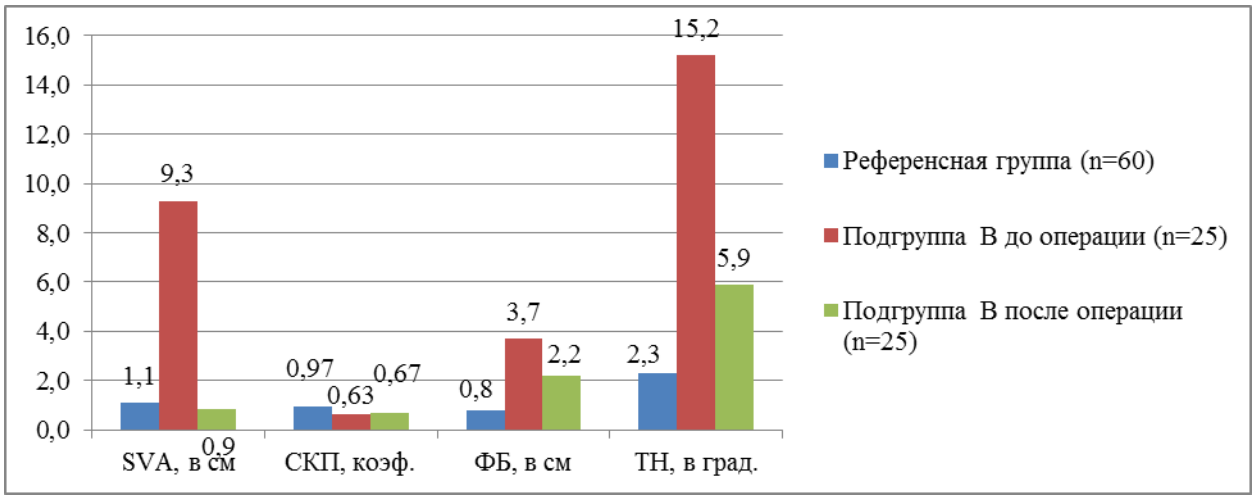




Рисунок 5.2.1. Динамика рентгеноангулометрических показателей пациентов подгруппы А до и после проведенного оперативного лечения.



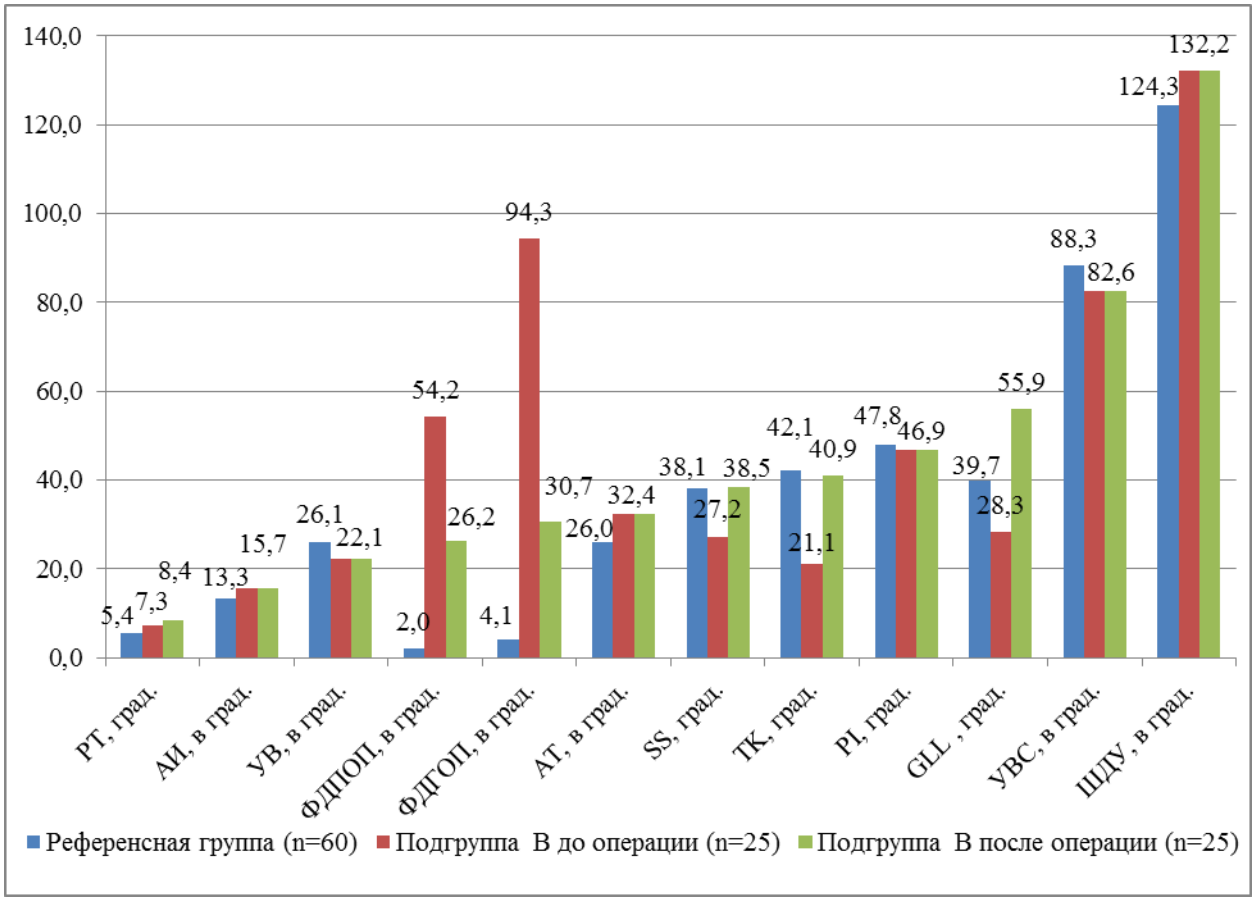
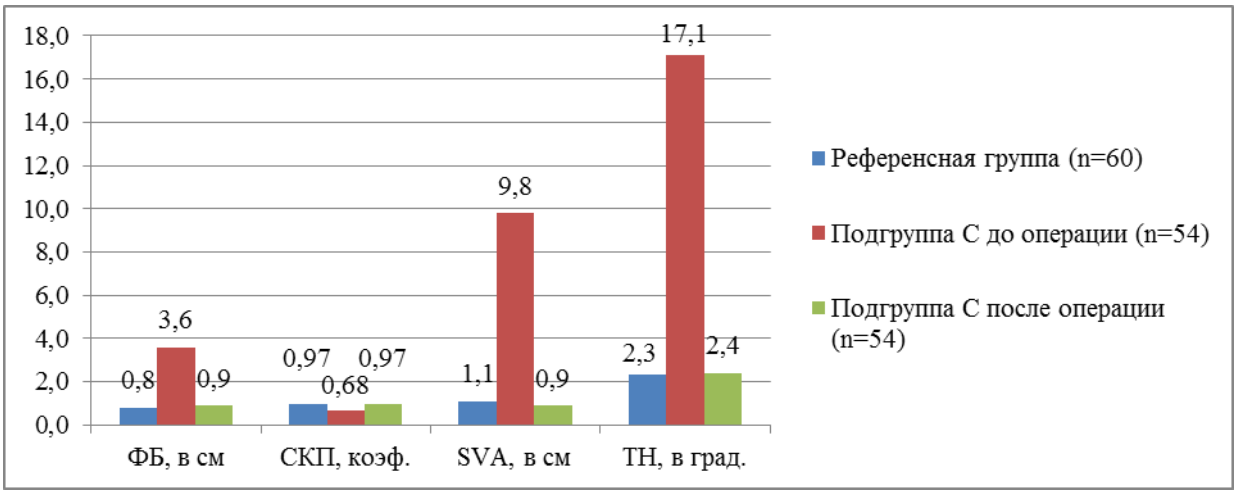




Рисунок 5.2.2. Динамика рентгеноангулометрических показателей пациентов подгруппы В до и после проведенного оперативного лечения.



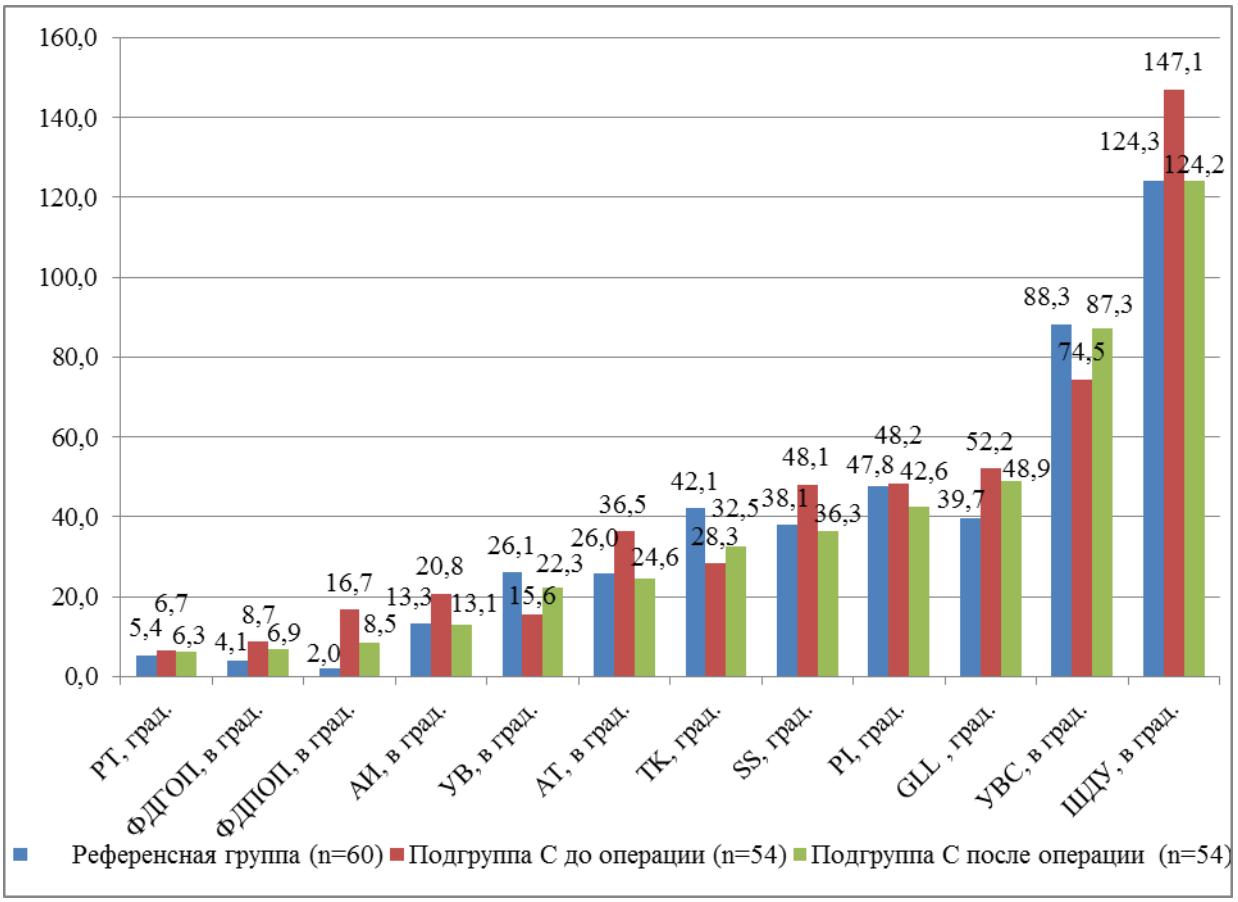
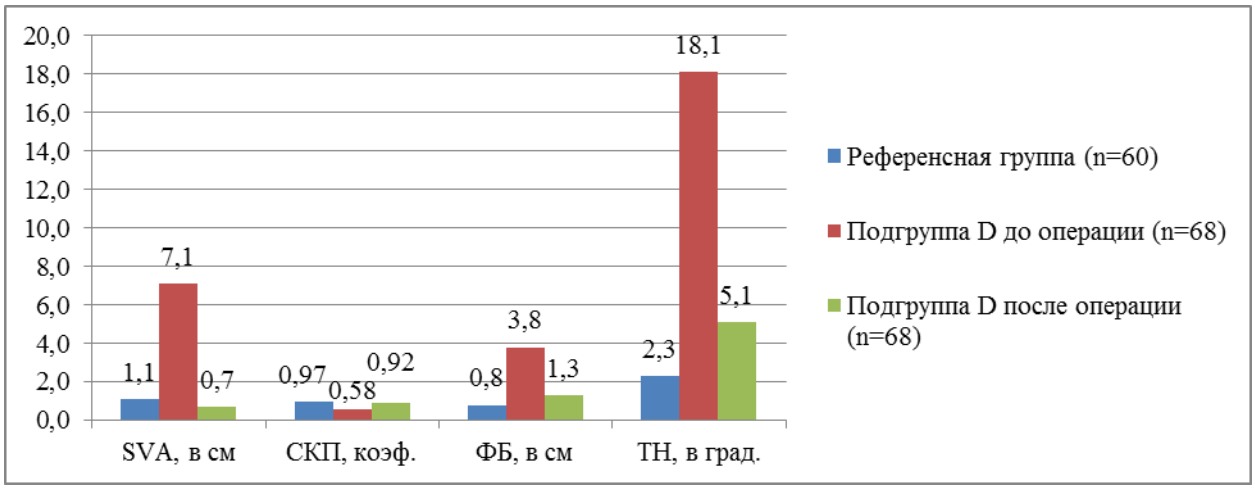




Рисунок 5.2.3. Динамика рентгеноангулометрических показателей пациентов подгруппы С до и после проведенного оперативного лечения.



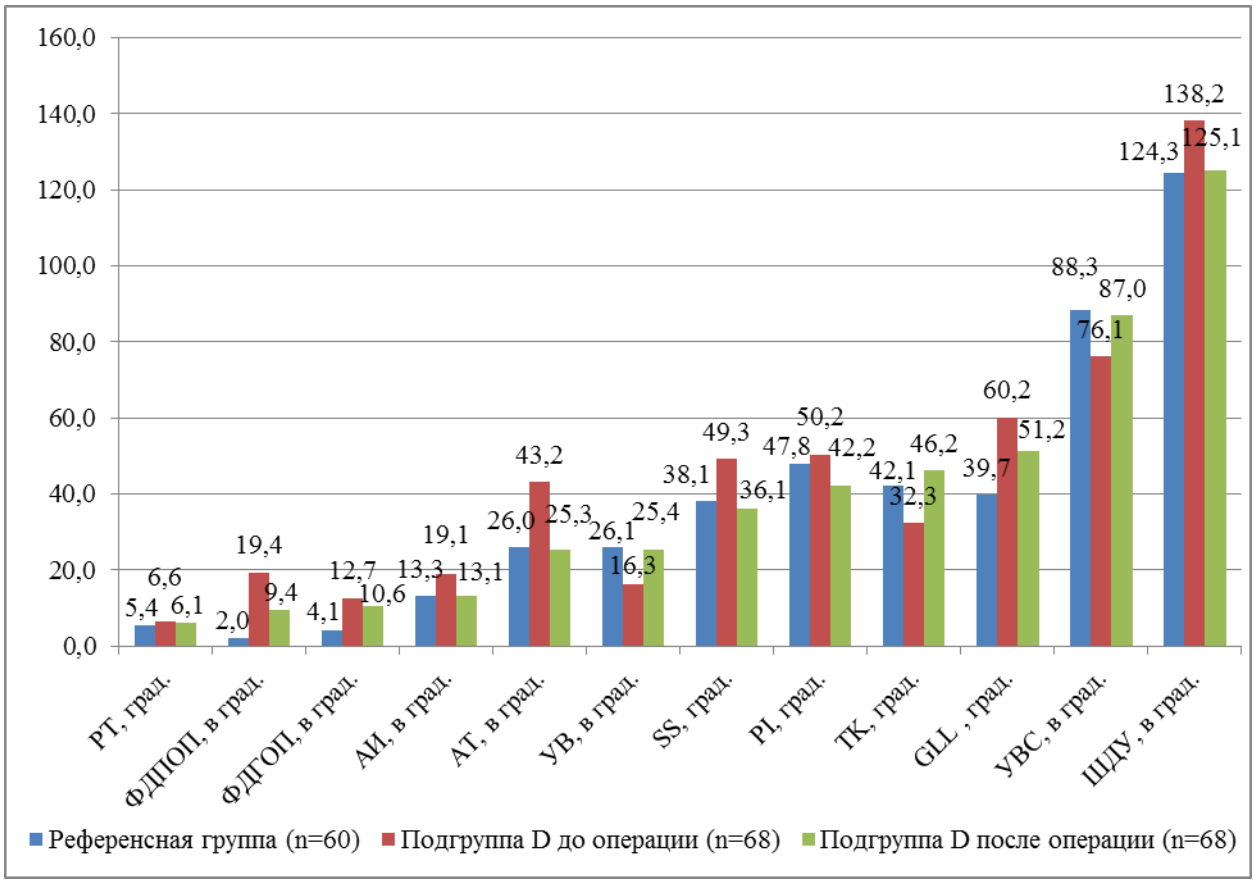




Рисунок 5.2.4. Динамика рентгеноангулометрических показателей пациентов подгруппы D до и после проведенного оперативного лечения.

Известно, что PI является постоянным, ключевым параметром позвоночно-тазовых взаимоотношений, который служит ориентиром для ортопедов и нейрохирургов при выполнении спондилодеза формирования оптимальных значений поясничного лордоза. В нашем исследовании, у пациентов первой группы (в обеих подгруппах) после выполнения хирургической коррекции деформации позвоночника достоверной динамики по данному параметру выявлено не было. В исследуемой группе 2 отмечено снижение данного показателя в подгруппе «C» после проведения оперативного лечения с 48,2±11,8° до 42,6 ±7,3° (в среднем, на 5,6°, в диапазоне от 3 до 12°). У пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D) значение PI снизилось с 50,2±12,3° до 42,2±6,1° (в среднем, на 8°, в диапазоне от 4 до 13°). Такая динамика PI объясняется тем, что у подавляющего большинства пациентов исследуемой группы 2, исходно преобладала передняя нестабильность тазобедренных суставов, при которой происходит смещение центров вращения головок бедер кпереди, следовательно - приводит к увеличению данного параметра. Разница в динамике данного показателя после проведенного оперативного лечения в подгруппах «C» и «D» связана с тем, что пациентам с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов в 71% случаев выполнялась хирургическая коррекция только бедренного компонента. А в подгруппе «D», в подавляющем большинстве случаев (83%) выполняли коррекцию как бедренного, так и тазового компонентов нестабильности, что приводит к более выраженному снижению PI. Дополнительный анализ PI у пациентов с одно- и двусторонней нестабильностью тазобедренных суставов показал вполне ожидаемую разницу: при односторонней нестабильности средние значения его составили 49,6±11,2°, а при двусторонней – 37,8±12,7°. В литературе имеется множество противоречивых сведений о влиянии позвоночно-тазовых параметров на стабильность тазобедренных суставов. В частности, ряд авторов отмечают, что увеличенный тазовый индекс (PI) приводит к коксартрозу в молодом возрасте. Низкие значения PI

ассоциируются с проявлениями фемороацетабулярного импинджмент-синдрома и прогрессирующей нестабильности тазобедренного сустава. Однако систематический и количественный анализ имеющихся литературных данных свидетельствует о неубедительности подобных заключений [72; 77]. Более того, как демонстрируют результаты нашего исследования, именно стабильность тазобедренных суставов определяет PI. После выполнения хирургической стабилизации тазобедренных суставов в подгруппах C и D значения PI уменьшились с 48,2±11,8° и 50,2±12,3° до 42,6±7,3° и 42,2±8,2° соответственно. Необходимо также отметить, что в исследуемой группе 2 не было пациентов с полным надацетабулярным вывихом головки бедренной кости, данный контингент пациентов был исключен из исследования. Это связано с тем что PI у таких пациентов, по данным литературы, в результате значительной дислокации головок бедер (особенно у пациентов с двусторонними надацетабулярным вывихами бедер), значительно снижается (средние значения - до 16 градусов) или приобретает отрицательное значение, перестает быть постоянной величиной (может изменяться в течение суток на фоне выраженной нестабильности головок бедер) и утрачивает свое значение – ключевого параметра, участвующего в поддержании сагиттального баланса туловища [47; 48]. У таких пациентов ключевым параметром сагиттального баланса становится поясничный лордоз, благодаря увеличению которого грубых изменений сагиттального баланса удается избежать.

В подгруппе A отмечена высокая корреляция PI и SS ($r=0,85$; $t=13,6$ $p<0,001$) до и после оперативного лечения, в 96% случаев отмечена справедливость равенств PI=PT+SS; GLL=1/2PI+40°; SS=1/2PI+15° и GLL=SS+25° (рис. 5.2.5). Зависимость между данными параметрами до и после проведенного оперативного лечения не изменилась. В подавляющем большинстве случаев, удалось сформировать физиологический или близкий к физиологическому сагиттальный профиль позвоночника.

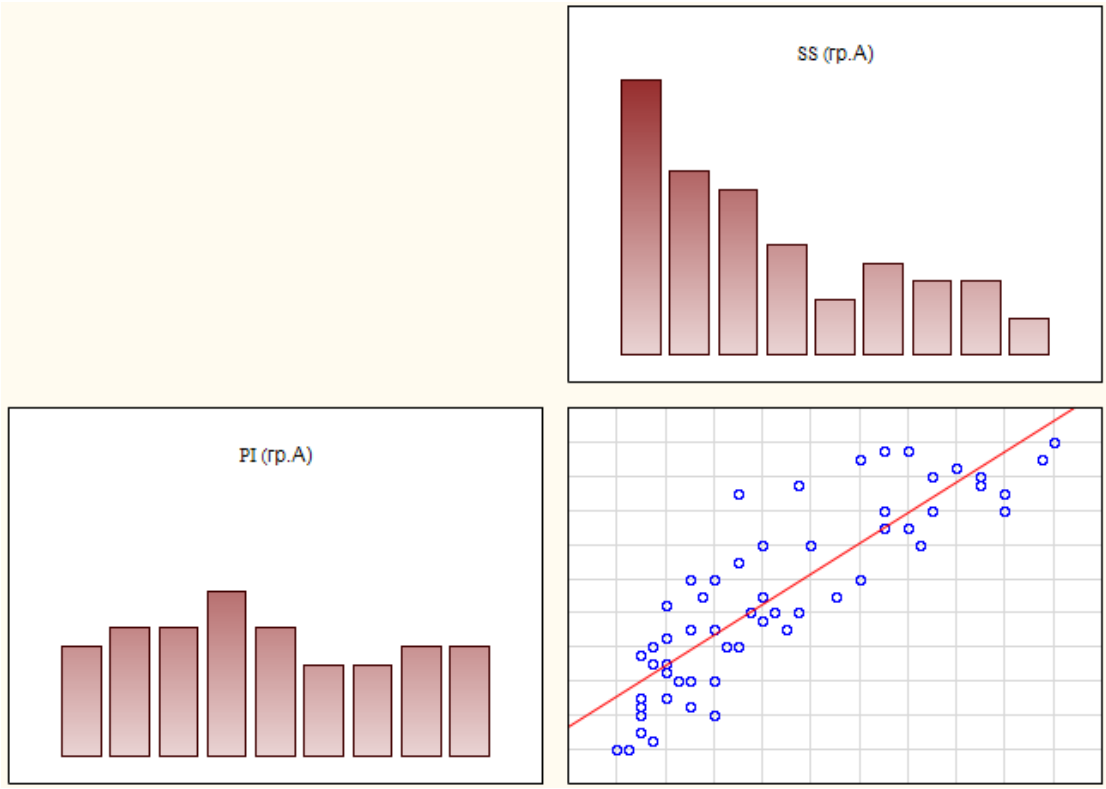



Рисунок 5.2.5. Взаимосвязь между PI и SS у пациентов подгруппы A. (r=0,85; t=13,6 p<0,001).

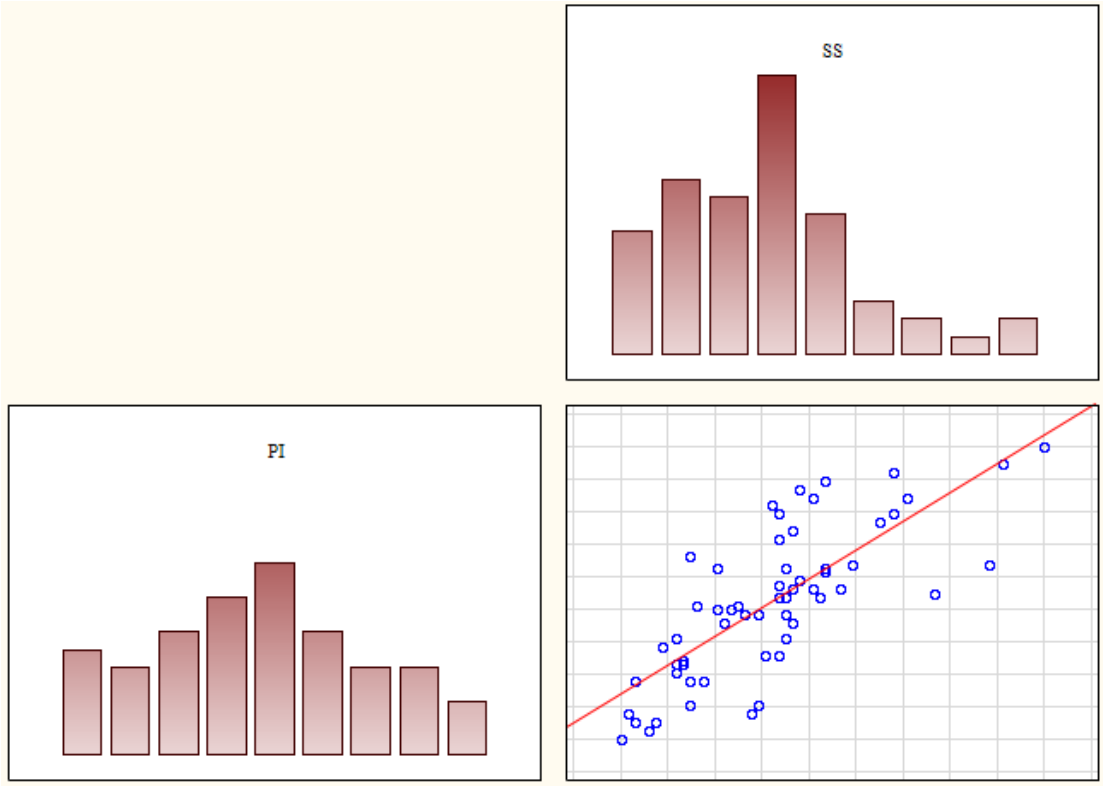



Рисунок 5.2.6. Взаимосвязь между PI и SS у пациентов подгруппы B. (r=0,78; t=9,72; p<0,001).

У пациентов подгруппы В корреляция между PI и SS была ниже, чем у пациентов подгруппы А (r=0,78; t=9,72; p<0,001) (рис. 5.2.6.), причиной тому является несовершенство нервно-мышечного аппарата на почве имеющейся неврологической патологии. После выполнения хирургической коррекции нейрогенной деформации позвоночника достоверного изменения взаимосвязи между PI и SS не отмечено. В подавляющем большинстве случаев выявлено восстановление соответствия математических равенств. Это подтверждает эффективность восстановления параметров сагиттального баланса туловища после выполнения оперативного лечения пациентам с деформациями позвоночника.

В подгруппе С до оперативного лечения корреляция между PI и SS составляла (r=0,41; t=2,8; p<0,05) (рис. 5.2.7).

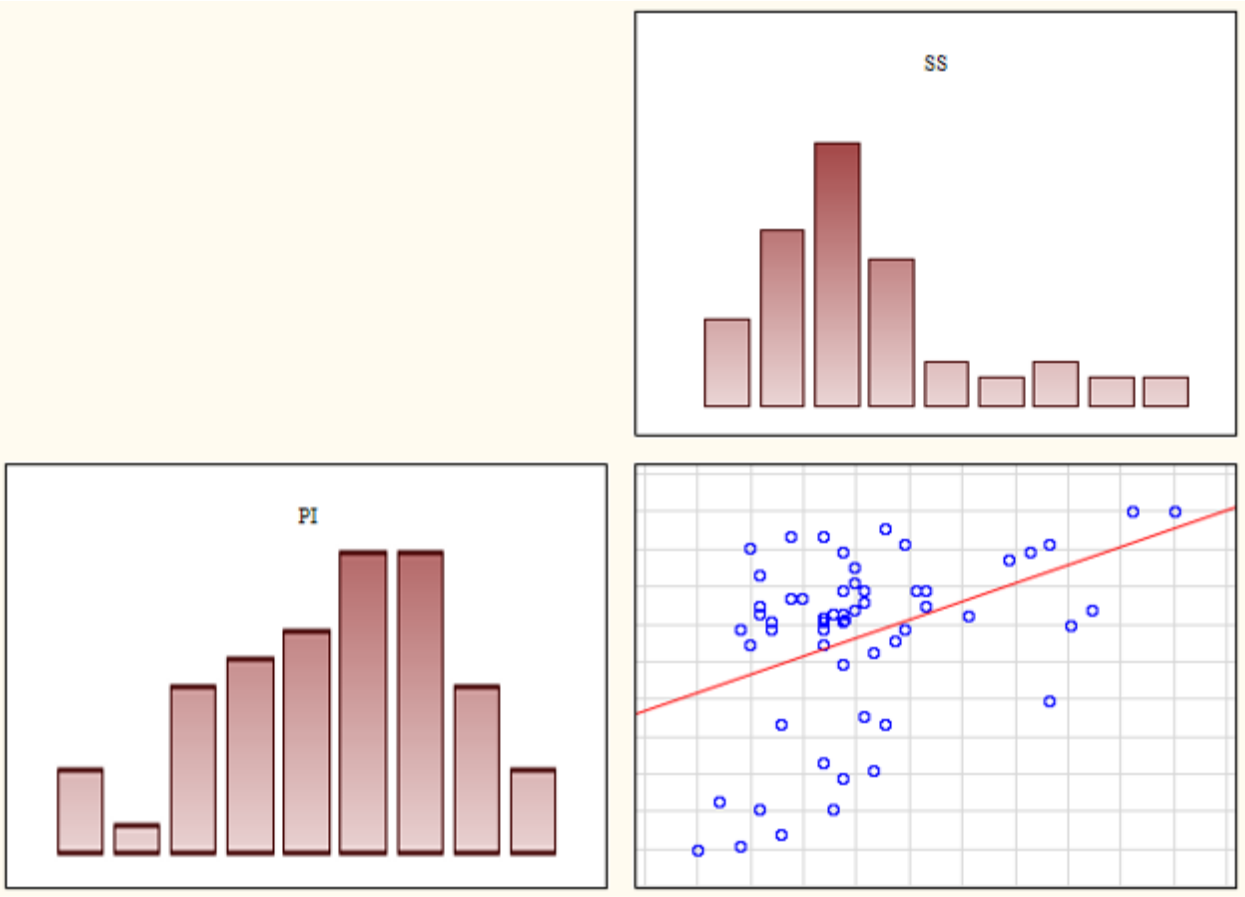



Рисунок 5.2.7. Взаимосвязь между PI и SS у пациентов подгруппы С (r=0,41; t=2,8; p<0,05) до оперативного лечения.

После оперативного лечения, в подгруппе пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов отмечен рост взаимосвязи между PI **и SS** (r=0,66; t=0,63 p<0,001) (рис. 5.2.8).

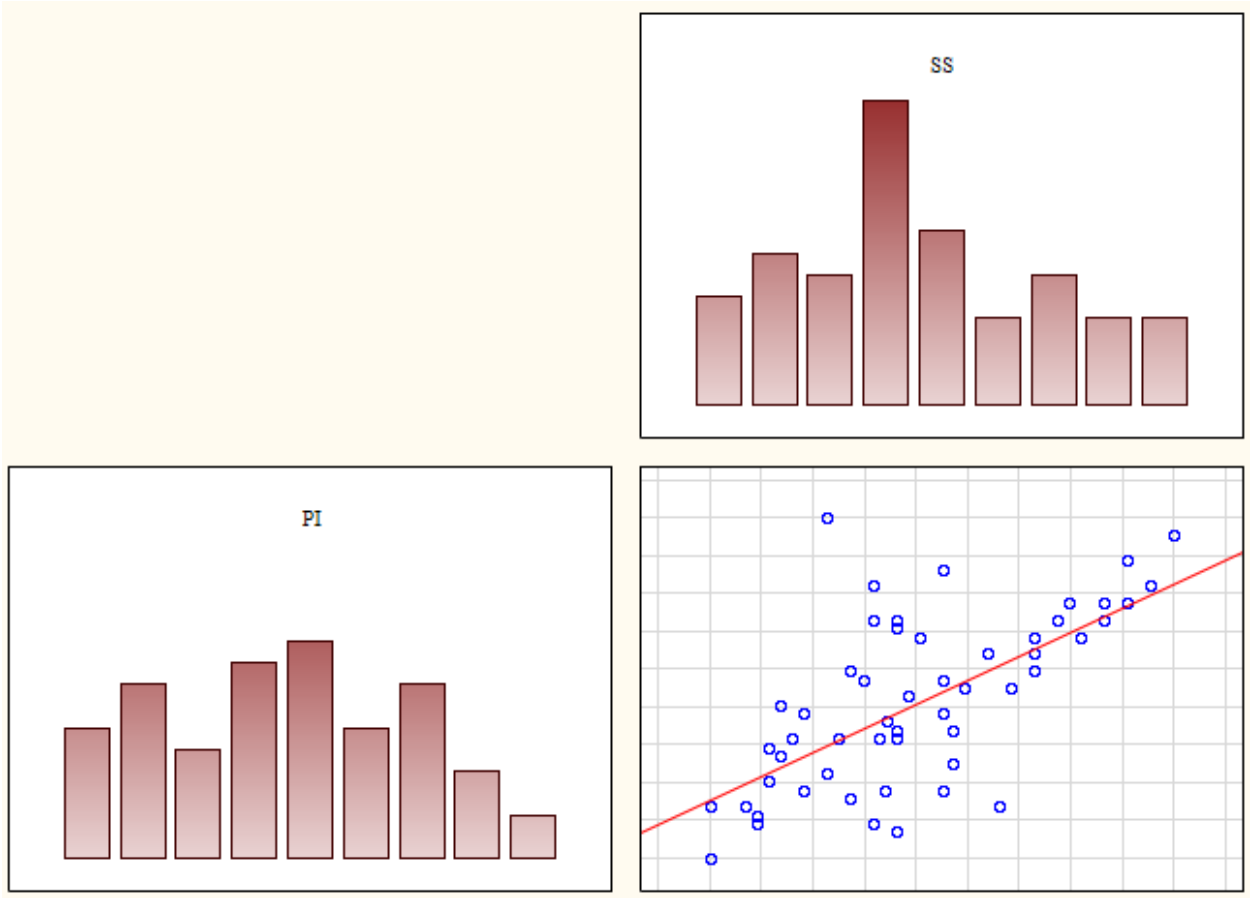



Рисунок 5.2.8. Взаимосвязь между PI и SS у пациентов подгруппы С (r=0,66; t=0,63 p<0,001) после оперативного лечения.

В подгруппе «D» до оперативного лечения отмечалась слабая недостоверная корреляция между PI и SS (r=0,37; t=2,84; p<0,05) (рис. 5.2.9), после выполнения хирургической стабилизации тазобедренного сустава взаимосвязь между PI и SS увеличилась до (r=0,58; p<0,05) (рис. 5.2.10). При этом, у пациентов второй группы PT незначительно снизился (p>0,05), а SS достоверно уменьшился, в среднем на 11,4±2,31°(p<0,05). В ортостатическом положении тела позвоночник и таз находятся в состоянии баланса относительно бедра таким образом, чтобы ось гравитации проходила через головки бедренных костей.

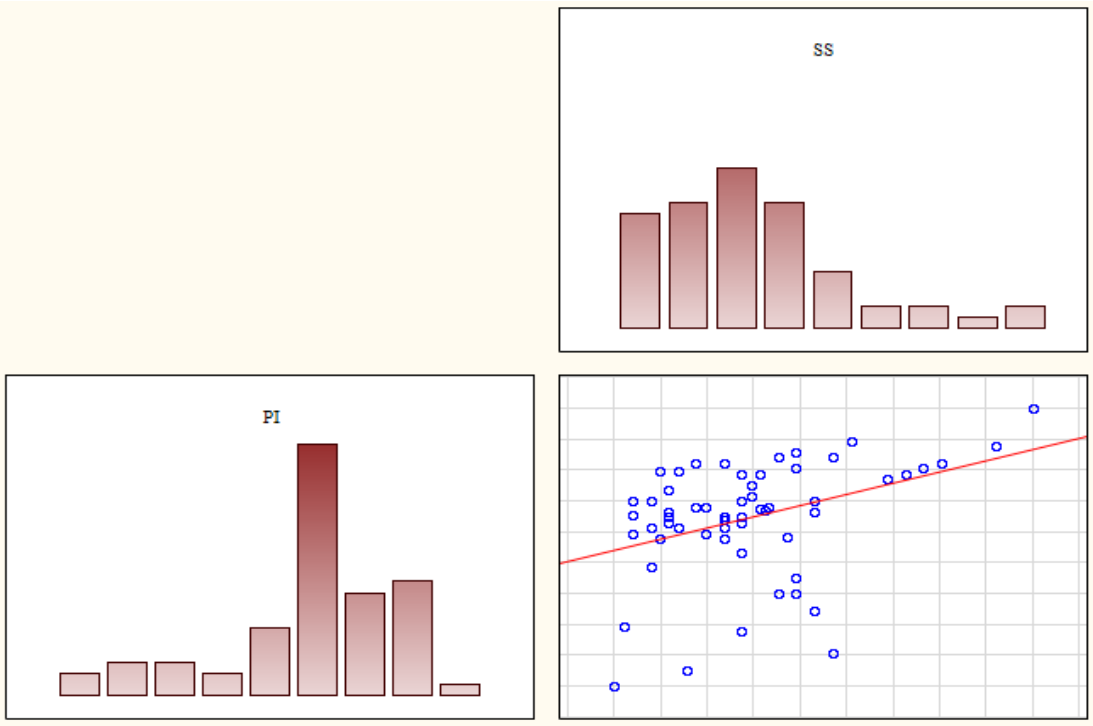



Рисунок 5.2.9. Взаимосвязь между PI и SS у пациентов подгруппы D (r=0,37; t=2,84; p<0,05) до оперативного лечения.

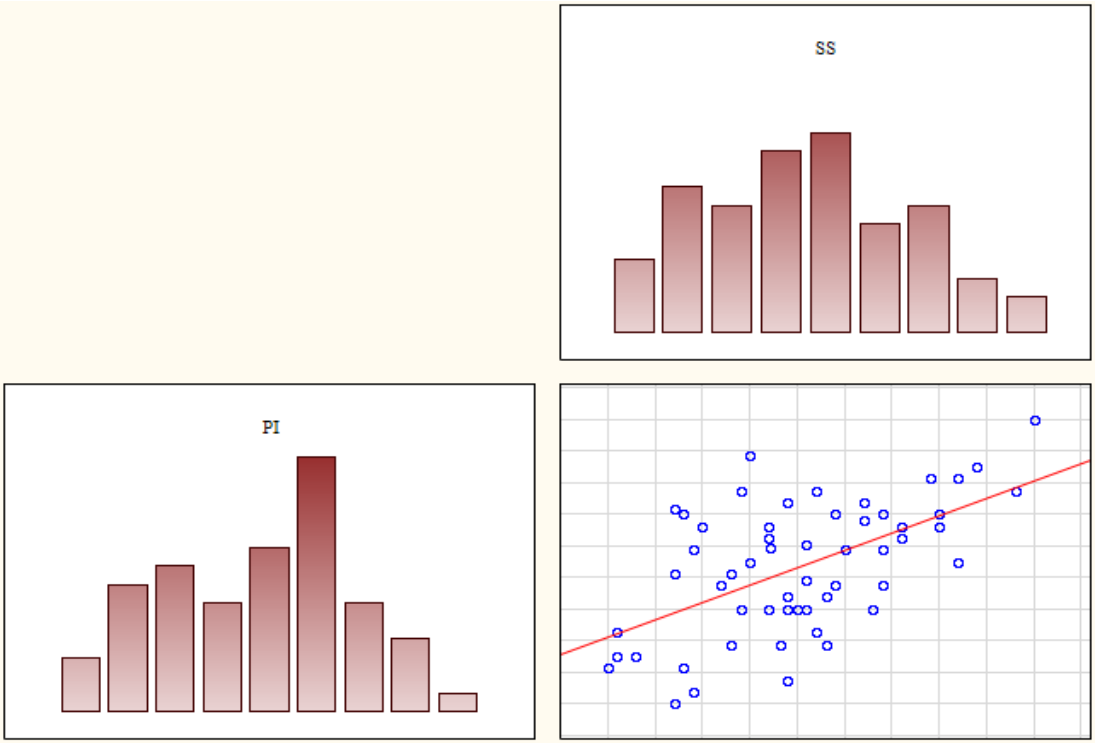



Рисунок 5.2.10. Взаимосвязь между PI и SS у пациентов подгруппы D (r=0,58; p<0,05) после оперативного лечения.

Указанные на рисунке 2.3.4 (глава 2) параметры у здорового человека находятся в определенной математической зависимости, которая выражается следующими основными формулами: PI=PT+SS; GLL=1/2PI+40°; SS=1/2PI+15° и GLL=SS+25° [3]. У пациентов второй группы исследования до оперативного лечения представленные равенства не имели соответствия, кроме: GLL=SS+25° в подгруппе «C». После оперативного лечения у пациентов подгруппы «C» отмечено восстановление справедливости указанных равенств в 98% случаев, а у пациентов подгруппы «D» после хирургической коррекции справедливость указанных равенств была отмечена в 63% случаев. Это свидетельствует о достоверном улучшении состояния сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов второй группы.

У пациентов подгруппы «A» исследуемой группы 1 исходная величина грудного кифоза (ТК) составила 25,8±5,9°, а поясничного лордоза (GLL) - 50,9±11,4°, это связано с тем, что более 65% пациентов с диспластическими сколиозами имели лордосколиоз. После хирургической коррекции эти показатели достоверно отличались от исходного уровня: 41,2±3,2° и 56,2±3,1° соответственно ($p<0,05$). Такая динамика показателей свидетельствует о том, что в подавляющем большинстве случаев сформирован физиологический или близкий к физиологическому сагиттальный профиль позвоночника. Анализ тесноты взаимосвязи данных параметров показал среднюю корреляцию ($r=0,46$; $t=4,4$; $p<0,001$) между ТК и GLL (рис. 5.2.11.). Анализ динамики показателей ТК и GLL у пациентов подгруппы «B» показал их увеличение с 21,1±11,2° и 28,34±12,8° до 40,9±4,5° и 55,9±4,2° соответственно. У пациентов с нейрогенными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника это способствует повышению эффективности механизмов компенсации, которые у данной категории больных развиты в меньшей степени в сравнении с подгруппой «A» из-за неврологических нарушений.

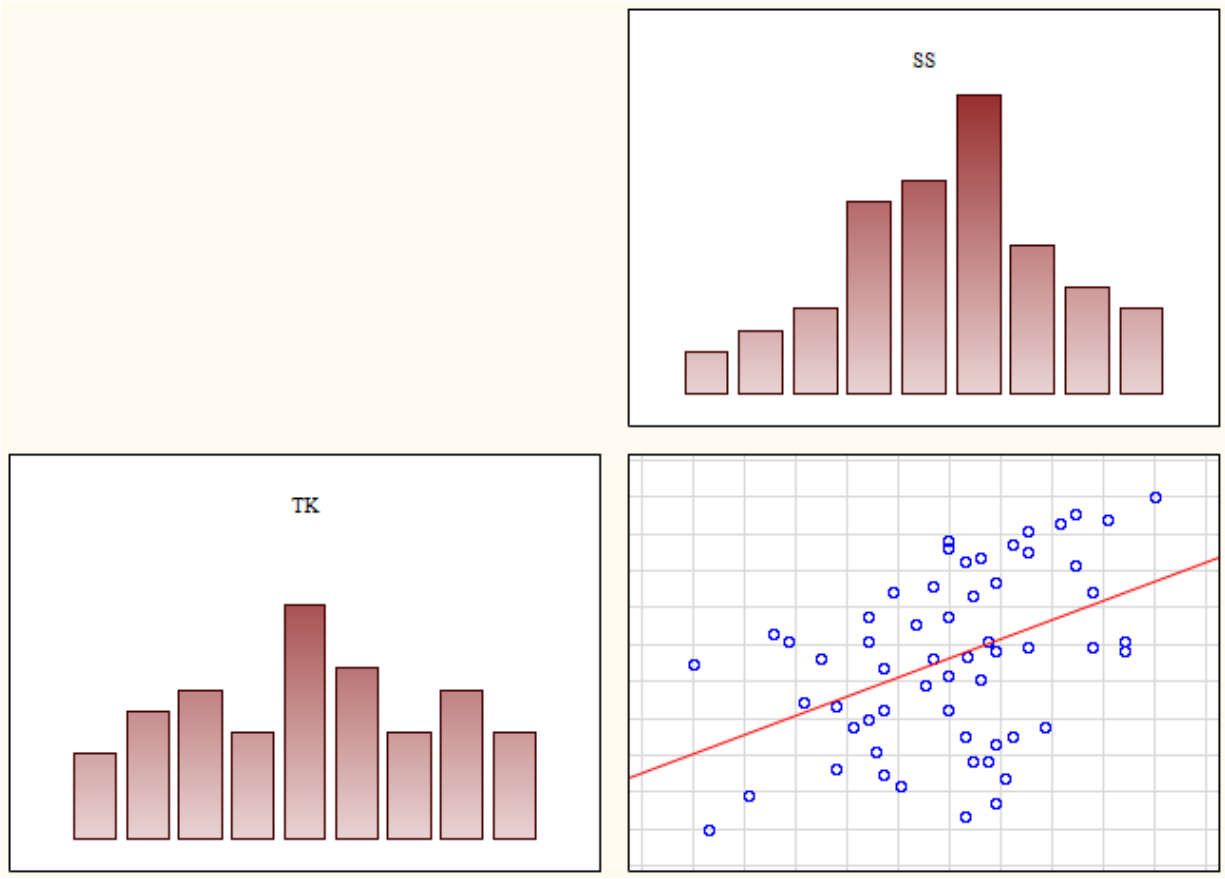



Рисунок 5.2.11. Корреляция между ТК и GLL (r=0,46; t=4,4; p<0,001) у пациентов подгруппы А.

Этот факт также подтверждают многочисленные литературные данные, свидетельствующие о повышении двигательной активности и толерантности к ходьбе у подобных пациентов.

Оценка величины угла физиологических изгибов грудного и поясничного отдела позвоночника у пациентов второй группы исследования демонстрирует достоверное уменьшение величины поясничного лордоза. У пациентов подгруппы «С» отмечено достоверное уменьшение GLL с 52,2±8,2° до 48,9±7,4° (p<0,05). Величина ТК, при этом имела статистически незначимую тенденцию к увеличению с 28,3±10,6° до 32,5±1,7° (p>0,01). Такая динамика изменения ТК, на наш взгляд, свидетельствует о неоднородности пациентов данной подгруппы, в которую вошли пациенты, как с торсионными подвывихами, так и с врожденными вывихами бедра, причем, как односторонние, так и двусторонние. Подобная картина

динамики представленных показателей отмечалась у пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов. После выполнения хирургической коррекции нестабильности тазобедренных суставов, в отличие от пациентов подгрупп «А», «В» и «С», между ТК и GLL выявлена слабая недостоверная теснота взаимосвязи ($r=0,29$; $p>0,01$).

Анализ динамики SVA после выполнения оперативного лечения имеющейся ортопедической патологии продемонстрировал приближение этого показателя к референсным значениям в сравнении с исходной величиной в обеих группах исследования. Не смотря на то, что данный показатель и является динамическим, он позволяет судить о восстановлении общего сагиттального баланса в качестве маркёра положительного результата выполненного оперативного лечения.

Далее произведен анализ основных локальных рентгено-ангулометрических показателей, отражающих стабильность тазобедренных суставов. В первой группе исследования, достоверной динамики ШДУ, АТ, СКП, УВС, АИ, УВ выявлено не было. Отмечена тенденция к приближению СКП, УВС, и УВ к референсным значениям ($p>0,01$). Во второй исследуемой группе, как следует из таблицы 2, в результате оперативного лечения отмечено соответствие ШДУ, АТ, СКП, УВС, АИ и УВ референсным значениям.

Наклон таза (ТН) в результате оперативного лечения приведен в соответствие с референсными значениями в подгруппах пациентов с диспластическими деформациями позвоночника и диспластической нестабильностью тазобедренных суставов. В подгруппе «В» отмечена достоверная положительная динамика данного показателя - уменьшение с $15,2\pm6,7°$ до $5,9\pm1,0°$, ближе к референсным значениям. Остаточный средний тазовый наклон во фронтальной плоскости является следствием наличия сочетания нервно-мышечной деформации позвоночника с нейрогенной нестабильностью тазобедренного сустава, не нуждавшейся в

хирургической коррекции, а также остаточной фронтальной деформацией позвоночника. Фронтальный тазовый наклон тесно коррелировал с величиной ФБ (r=0,95; t=28.49; p<0,001) (рис. 5.2.12.).

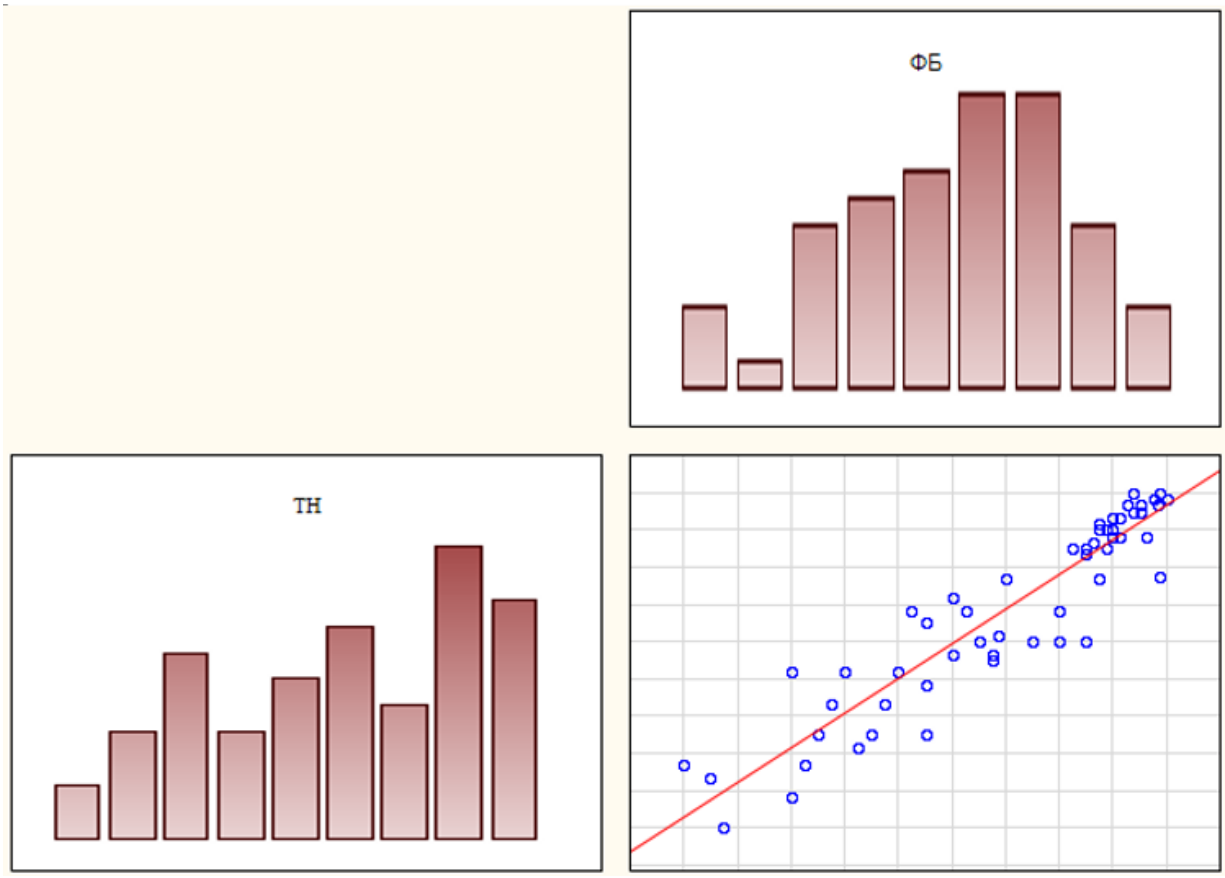



Рисунок 5.2.12. Взаимосвязь между фронтальным наклоном таза и величиной разобщения C7PL и тесно коррелировал с величиной ФБ (r=0,95; t=28.49; p<0,001)

Анализ рентгено-ангулометрических параметров прямых постуральных рентгенограмм показал, что в результате оперативного лечения в подгруппе «А» отмечена достоверная коррекция фронтальной деформации грудного и поясничного отдела позвоночника. Угол деформации грудной дуги во фронтальной плоскости достоверно уменьшился с 82,1±18,5° до 26,2±5,8° (p<0,05), что составило 55,9° или 68,09%. Угол поясничной дуги после оперативного лечения уменьшился с 49,1±14,6° до 16,4±3,2°, таким образом, коррекция поясничной дуги составила 32,7° или 66,6%. При оценке корреляции между величиной грудной и поясничной дуг искривления

обнаружена достоверная тесная взаимосвязь (r=0,92; p<0,05). У пациентов в подгруппе «B» коррекция угла грудной кривизны средняя составила 63,6° или 67,44% (с 94,3±23,16° до 30,7±16,2°). Угол деформации поясничного отдела позвоночника до оперативного лечения составил 54,2±17,1°, после хирургической коррекции 26,2±12,6°, то есть, средняя коррекция поясничной дуги составила 28° или 51,66%. Среди пациентов подгруппы «B» корреляция между величиной грудной и поясничной дуг деформации так же выявлена достоверная взаимосвязь (r=0,64; p<0,05), однако она значительно меньше, чем у пациентов в подгруппе «A». В подгруппе «C» (у пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов) коррекция грудной дуги составила с 8,7±3,7° до 6,9±3,6° (в среднем, на 1,8° или 20,69%), а коррекция поясничной дуги – с 16,7±6,2° до 8,5±4,2°, что составило 8,2° или 50,9%. Корреляция между величиной угла грудной и поясничной деформации составила r=0,84; p<0,05. В подгруппе «D» (с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов) коррекция грудной дуги составила только 2,1° или 16,5% (с 12,7±5,3° до 10,6±6,7°), а поясничной дуги – 10° или 51,55% (с 19,4±7,2° до 9,4±4,8°). В этой подгруппе пациентов выявлена слабая теснота взаимосвязи между величиной углов грудной и поясничной дуг (r=0,39; p>0,01). Изменения тесноты взаимосвязи между величинами дуг сколиотической деформации по подгруппам пациентов очередной раз доказывает, что образование противодуги искривления носит компенсаторный характер, и направлено на сохранение баланса туловища в условиях деформации позвоночника. Причем, теснота взаимосвязи этих параметров изменяется в зависимости от этиологии деформации. Самая низкая корреляция между величинами сколиотических дуг выявлена у пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов. После хирургической коррекции нейрогенной нестабильности тазобедренного сустава, в большинстве случаев, мы отмечали значимую коррекцию поясничной сколиотической дуги, а величина грудной дуги изменялась незначительно или оставалась неизменной.

Полученные результаты позволяют констатировать, что при деформации позвоночника происходит нарушение фронтального баланса туловища, которое компенсируется за счет формирования противодуги. Данные литературы также свидетельствуют о том, что при выраженных деформациях позвоночника и недостаточности компенсаторного противоискривления может сформироваться дополнительное противоискривление [3].

Таким образом, проведенные исследования показали, что врожденные и приобретенные деформации позвоночника, а также нестабильность тазобедренного сустава могут приводить к значительным нарушениям фронтального и сагиттального баланса туловища, доказана высокая эффективность его восстановления путём хирургической коррекции имеющейся ортопедической патологии. В практике ортопедов-вертебрологов, занимающихся оперативным лечением патологии позвоночника, на сегодняшний день рентгено-ангулометрическая оценка фронтального и сагиттального баланса туловища является уже рутинной составляющей предоперационного планирования [4]. Причем восстановление сагиттальных параметров позвоночно-тазового баланса является ключом к успешному формированию сагиттального профиля позвоночника, который, согласно данным литературы, является определяющим фактором получения благоприятного исхода, как в ближайшем, так и в отдаленном послеоперационном периоде.

Оперирующие вертебрологи учитывают сагиттальные и фронтальные позвоночно-тазовые параметры с целью выбора адекватного объема и метода хирургической коррекции имеющейся деформации позвоночника с целью восстановить баланс туловища путем максимально возможной коррекции фронтальной деформации и формирования физиологического сагиттального профиля позвоночника посредством создания адекватной величины поясничного лордоза, и ключевым ориентиром служит тазовый индекс (PI).

Тазовый индекс удобен благодаря своему постоянству вне зависимости от положения тела, ограниченной изменчивости в течении жизни человека и сохранения его величины после выполнения реконструктивных вмешательств на позвоночнике. Многочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что именно такой подход к планированию оперативных вмешательств на позвоночнике позволяет существенно и долгосрочно повысить качество жизни пациентов. Ортопедам, занимающимся хирургией тазобедренных суставов, следует помнить, что у пациентов с нестабильностью тазобедренного сустава увеличивается риск сагиттального дисбаланса. В свою очередь, сагиттальный дисбаланс - всегда прогрессирующее состояние, которое, с течением времени, при истощении компенсаторных механизмов, приводит к значительным двигательным нарушениям, напрямую коррелирующим с качеством жизни пациентов [30]. Принципиально важно уделять большее внимание на рентгено-ангулометрические параметры сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений, так как после реконструктивных вмешательств по поводу нестабильности тазобедренных суставов PI подвергается достоверным значимым ($p<0,05$) изменениям, что свидетельствует о более глобальном влиянии этих оперативных вмешательств на параметры фронтального и сагиттального баланса туловища, оказывая существенное влияние на качество жизни пациентов. Именно поэтому, при наличии конкурирующей патологии тазобедренного сустава и позвоночника, требующих ортопедо-хирургической коррекции, первостепенным является коррекция патологии на уровне тазобедренных суставов.

Таким образом, полученные результаты исследования призывают нас обратить более пристальное внимание практикующих врачей на фронтальные и сагиттальные параметры баланса туловища в целом, целесообразность и необходимость использования данных показателей в качестве маркеров, определяющих объём и виды оперативного

вмешательства у пациентов со сколиотическими деформациями позвоночника. Этот подход позволит оптимизировать тактику лечения данной категории пациентов и повысить эффективность хирургической коррекции дисбаланса туловища, обусловленного деформациями грудного и поясничного отдела позвоночника различной этиологии. Обоснована первоочередность оперативного лечения нестабильности тазобедренного сустава ввиду более значимых изменений баланса туловища при наличии сочетанной патологии позвоночника и тазобедренных суставов. Это связано с тем, что реконструктивные вмешательства на тазобедренных суставах приводят к изменению тазового индекса (PI), который является величиной постоянной и не изменяется при вмешательствах на позвоночнике, однако он подвергается значительным изменениям после реконструктивных вмешательств на тазовом сегменте. Регресс патологического гиперлордоза после стабилизирующих вмешательств на тазобедренном суставе, является следствием уменьшения тазового индекса (PI).

Таким образом, планирование хирургической коррекции баланса туловища при деформациях позвоночника должно базироваться на параметрах позвоночно-тазовых взаимоотношений, таких как – PI, SS, PT, отклонение SVA и срединной крестцовой линии, а при нестабильности тазобедренных суставов – на основе локальных рентгено-ангулометрических параметров бедренного и ацетабулярного компонентов нестабильности. Это связано с тем, что чем ниже располагается уровень реконструктивной хирургической манипуляции, тем большее влияние она оказывает на фронтальный и сагиттальный баланс туловища.

### 5.3. Оценка клинической эффективности коррекции баланса туловища пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии с применением анкетирования.

Сроки наблюдения после операции составили от 6 до 114 месяцев (9,5 лет). С целью стандартизированной оценки исходов оперативного лечения пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии нами применялись неспецифический опросник качества жизни The Short Form-36 и шкала – опросник Gillette Functional Assessment Questionnaire.

Анкетирование по опроснику SF-36 прошли дети с 14 до 18 лет. Результаты анализа качества жизни до и после оперативного лечения представлены на рисунках 5.3.1. – 5.3.8.

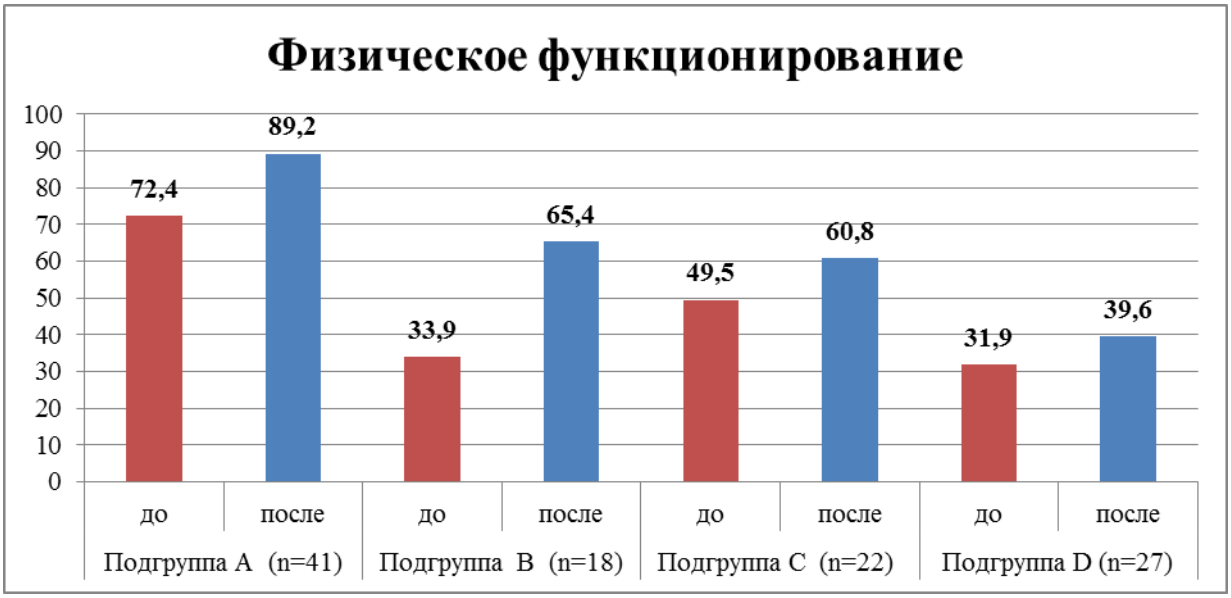



Рисунок 5.3.1. Анализ динамики физического функционирования пациентов до и после оперативного лечения, согласно данным опросника SF-36 (данные по количеству анкетированных пациентов представлены по подгруппам).

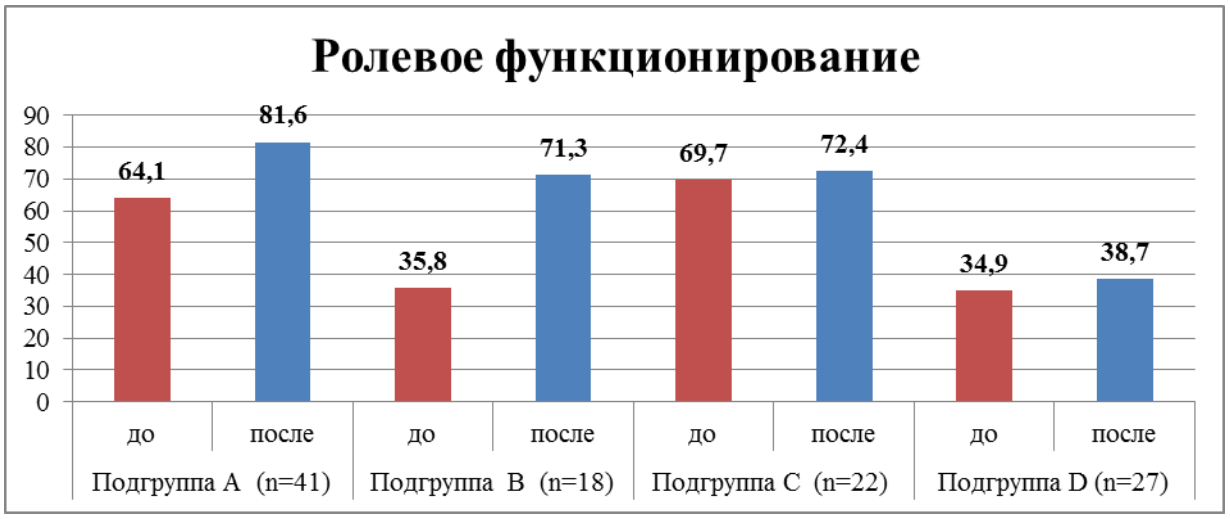



Рисунок 5.3.2. Анализ динамики ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием пациентов до и после оперативного лечения, согласно данным опросника SF-36 (данные по количеству анкетированных пациентов представлены по подгруппам).

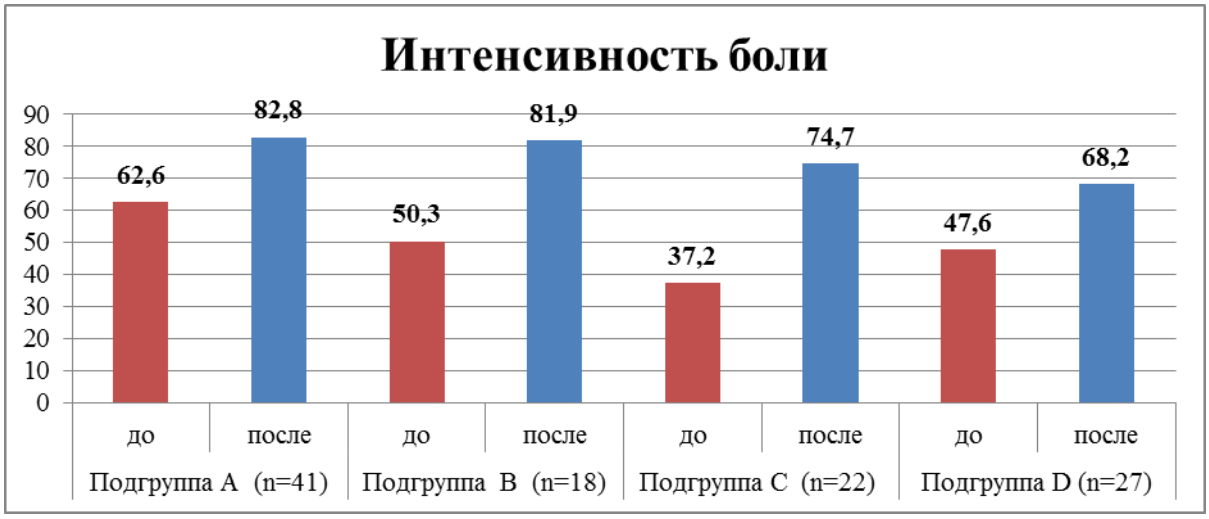



Рисунок 5.3.3. Анализ динамики интенсивности болевого синдрома у пациентов до и после оперативного лечения, согласно данным опросника SF-36 (данные по количеству анкетированных пациентов представлены по подгруппам).

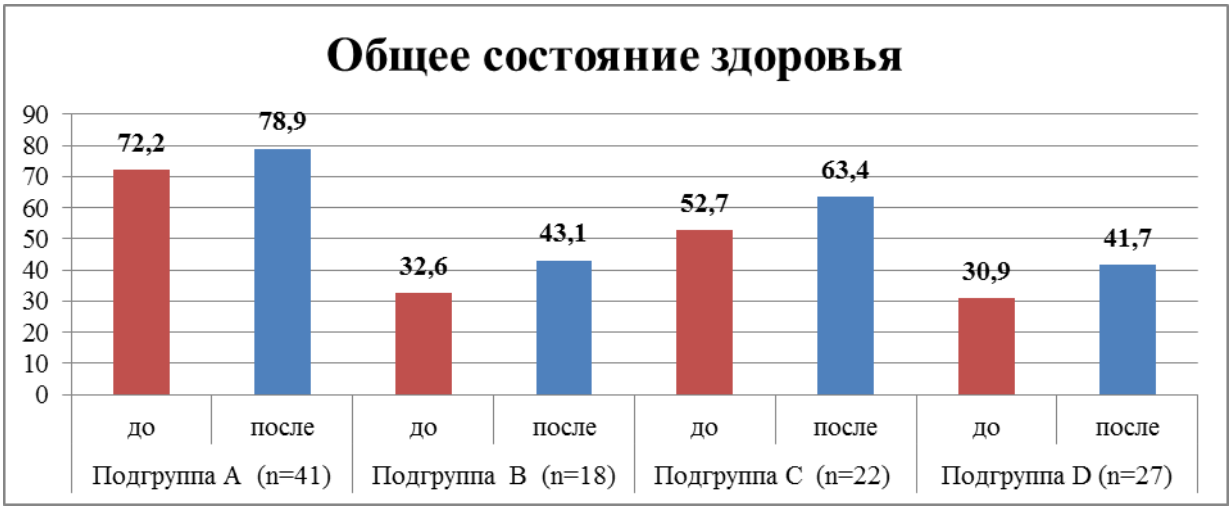



Рисунок 5.3.4. Анализ динамики самооценки общего состояния здоровья у пациентов до и после оперативного лечения, согласно данным опросника SF-36 (данные по количеству анкетированных пациентов представлены по подгруппам).

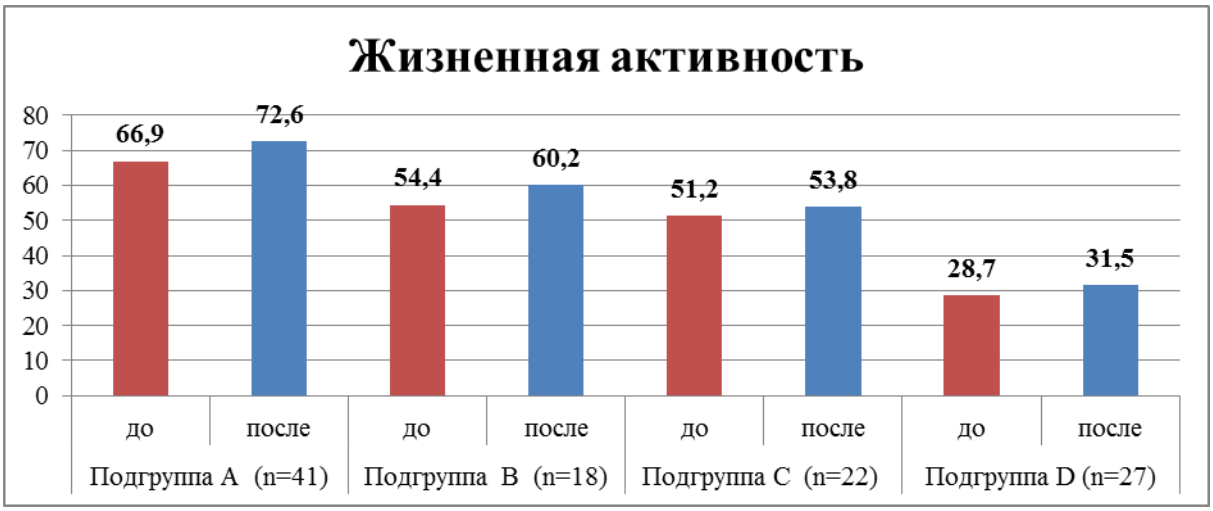



Рисунок 5.3.5. Анализ динамики жизненной активности у пациентов до и после оперативного лечения, согласно данным опросника SF-36 (данные по количеству анкетированных пациентов представлены по подгруппам).

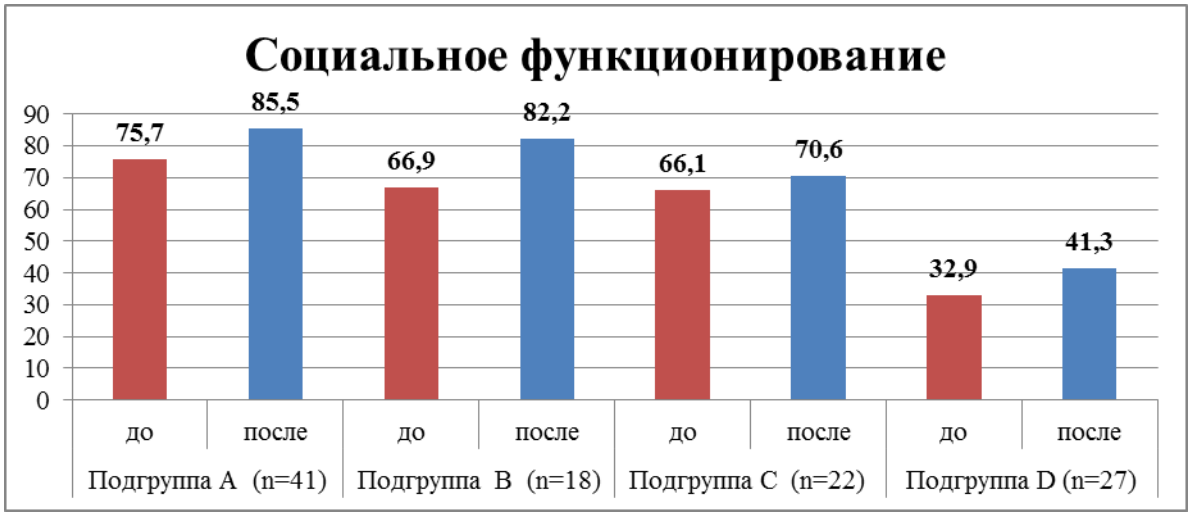



Рисунок 5.3.6. Анализ динамики социального функционирования у пациентов до и после оперативного лечения, согласно данным опросника SF-36 (данные по количеству анкетированных пациентов представлены по подгруппам).

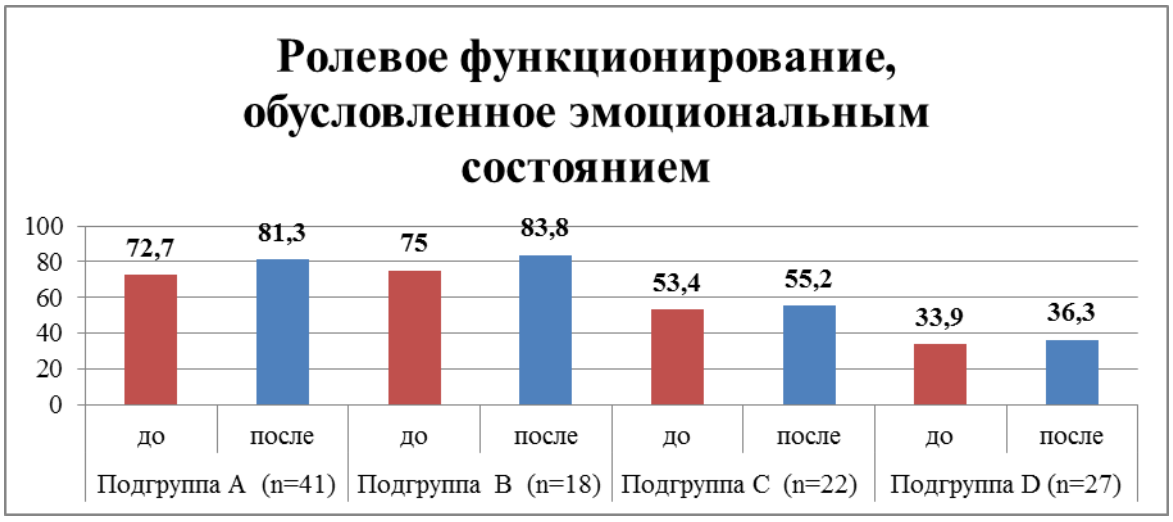



Рисунок 5.3.7. Анализ динамики ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием, у пациентов до и после оперативного лечения, согласно данным опросника SF-36 (данные по количеству анкетированных пациентов представлены по подгруппам).

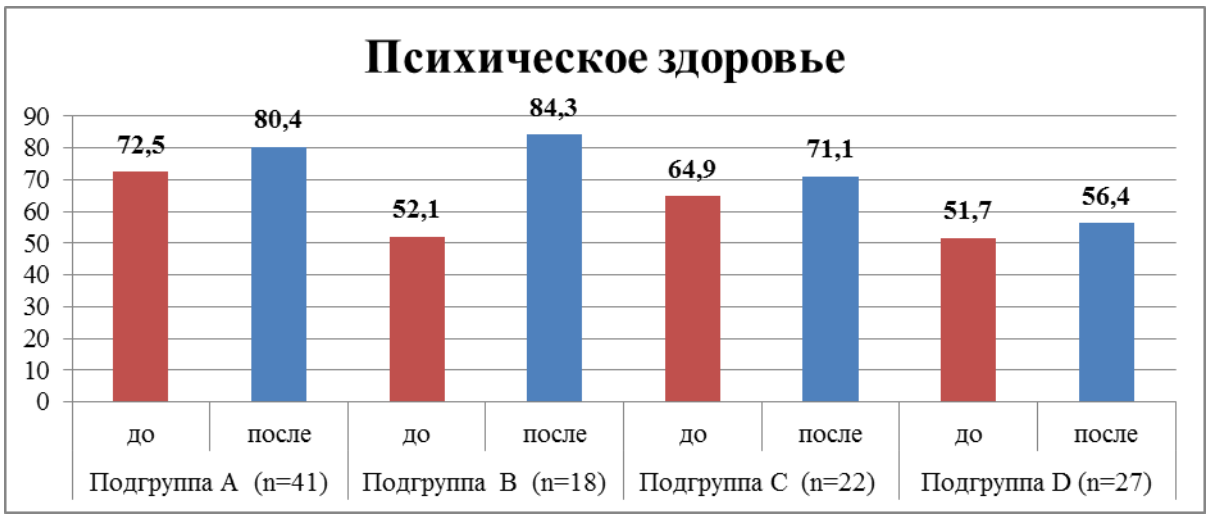



Рисунок 5.3.8. Анализ динамики по шкале самооценки психического здоровья у пациентов до и после оперативного лечения, согласно данным опросника SF-36 (данные по количеству анкетированных пациентов представлены по подгруппам).

Таким образом, анкетирование по опроснику SF-36 было проведено среди 41 из 73 пациентов в подгруппе A (56,16% пациентов); 18 из 25 - в подгруппе B (72%); 22 из 54 - в подгруппе C (40,74%); 27 из 68 – в подгруппе D (39,71%). Представленные результаты анализа динамики качества жизни пациентов до и после перенесённого оперативного лечения по SF-36 позволили судить о высокой степени удовлетворенности пациентов и их родителей результатами проведенного оперативного лечения. Отмечено статистически значимое улучшение показателей по всем шкалам опросника SF-36 ($p<0,05$). Необходимо отметить, что высокие показатели удовлетворенности результатами проведенных оперативных вмешательств по всем подгруппам пациентов. Это выражается в повышении показателей физической активности, толерантности к физическими нагрузкам, снижения закомплексованности относительно своего внешнего вида, снижения интенсивности болевого синдрома, увеличение социальных контактов и уровня общения со сверстниками. Пациенты и их родители отмечают появление «сил и энергии» для ведения более активного образа жизни.

Сравнительную стандартизированную оценку функциональных возможностей пациентов с деформациями позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов нервно-мышечной этиологии до и после оперативного лечения мы выполняли по шкале-опроснику **Gillette FAQ (Gillette Functional Assessment Questionnaire**) [175; 174; 113], представлена в таблице 5.3.1 (для пациентов подгруппы B) и в таблице 5.3.2 (для пациентов подгруппы D).

Таблица 5.3.1. Распределение пациентов по баллам двигательной активности по шкале-опроснику Gillette FAQ (2000) пациентов с нервно-мышечными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (подгруппа B)**.**

| **Баллы** | **Уровень двигательной активности по шкале Gillette FAQ** | **До оперативного лечения (n=25)** | **После оперативного лечения (n=25)** |
|---|---|---|---|
| 1 | Не может сделать шага ни при каких условиях | 0 | 0 |
| 2 | Может сделать несколько шагов с посторонней помощью. Не может удерживать собственный вес при опоре на конечности | 0 | 0 |
| 3 | Ходит во время сеансов реабилитации, но не при перемещении в помещении. Для перемещения требуется посторонняя помощь | 1 | 0 |
| 4 | Способен ходить в домашних условиях, но медленно. Не использует ходьбу как предпочтительный способ перемещения в домашних условиях | 2 | 2 |
| 5 | Способен пройти более 4,5-15 метров дома или в школе. Ходьба – основной способ передвижения в домашних условиях | 4 | 2 |
| 6 | Способен пройти более 4,5-15 метров вне дома, но использует обычно инвалидное кресло для перемещений на улице и общественных местах | 3 | 2 |
| 7 | Перемещается вне домашних условий самостоятельно, но только по ровной поверхности (для преодоления ступенек и других неровностей необходима помощь посторонних лиц) | 2 | 2 |
| 8 | Перемещается вне дома самостоятельно по ровной поверхности и преодолевает ступеньки и неровности, но требуется минимальная помощь или лишь наблюдение третьих лиц | 3 | 3 |
| 9 | Свободно перемещается вне дома по ровной поверхности и преодолевает ступеньки и неровности, помощь третьих лиц нужна при беге и преодолении высоких лестничных пролетов | 2 | 6 |
| 10 | Свободно перемещается вне дома, бегает, поднимается по лестницам без посторонней помощи | 8 | 8 |

Таблица 5.3.2. Распределение пациентов по баллам двигательной активности по шкале-опроснику Gillette FAQ (2000) пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D).

| **Баллы** | **Уровень двигательной активности по шкале Gillette FAQ** | **До оперативного лечения (n=25)** | **После оперативного лечения (n=25)** |
|---|---|---|---|
| 1 | Не может сделать шага ни при каких условиях | 0 | 0 |
| 2 | Может сделать несколько шагов с посторонней помощью. Не может удерживать собственный вес при опоре на конечности | 0 | 0 |
| 3 | Ходит во время сеансов реабилитации, но не при перемещении в помещении. Для перемещения требуется посторонняя помощь | 8 | 8 |
| 4 | Способен ходить в домашних условиях, но медленно. Не использует ходьбу как предпочтительный способ перемещения в домашних условиях | 12 | 11 |
| 5 | Способен пройти более 4,5-15 метров дома или в школе. Ходьба – основной способ передвижения в домашних условиях | 13 | 4 |
| 6 | Способен пройти более 4,5-15 метров вне дома, но использует обычно инвалидное кресло для перемещений на улице и общественных местах | 15 | 11 |
| 7 | Перемещается вне домашних условий самостоятельно, но только по ровной поверхности (для преодоления ступенек и других неровностей необходима помощь посторонних лиц) | 12 | 11 |
| 8 | Перемещается вне дома самостоятельно по ровной поверхности и преодолевает ступеньки и неровности, но требуется минимальная помощь или лишь наблюдение третьих лиц | 5 | 10 |
| 9 | Свободно перемещается вне дома по ровной поверхности и преодолевает ступеньки и неровности, помощь третьих лиц нужна при беге и преодолении высоких лестничных пролетов | 2 | 9 |
| 10 | Свободно перемещается вне дома, бегает, поднимается по лестницам без посторонней помощи | 1 | 4 |

Динамическая оценка степени двигательной активности пациентов подгрупп B и D показана на рисунках 5.3.9. и 5.3.10. соответственно.

На основании анализа динамики балльной оценки двигательного статуса пациентов с нервно-мышечными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (подгруппа B) до и после оперативного лечения по Gillette FAQ, мы получили следующее распределение пациентов по изменению количества баллов после хирургического лечения: в 3-х

случаях (12%) отмечено повышение оценки двигательного статуса на 2 балла, в 8-ми случаях (32%) и в 14-ти случаях (56%) изменений в балльной оценке двигательного статуса не отмечено.

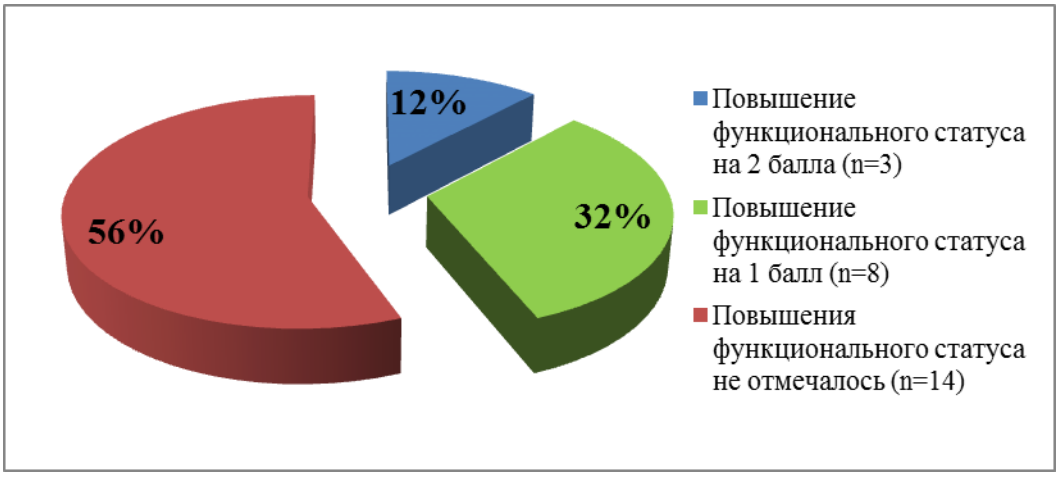



Рисунок 5.3.9. Динамика степени двигательной активности пациентов с нервно-мышечными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (подгруппа B) по шкале-опроснику Gillette FAQ.

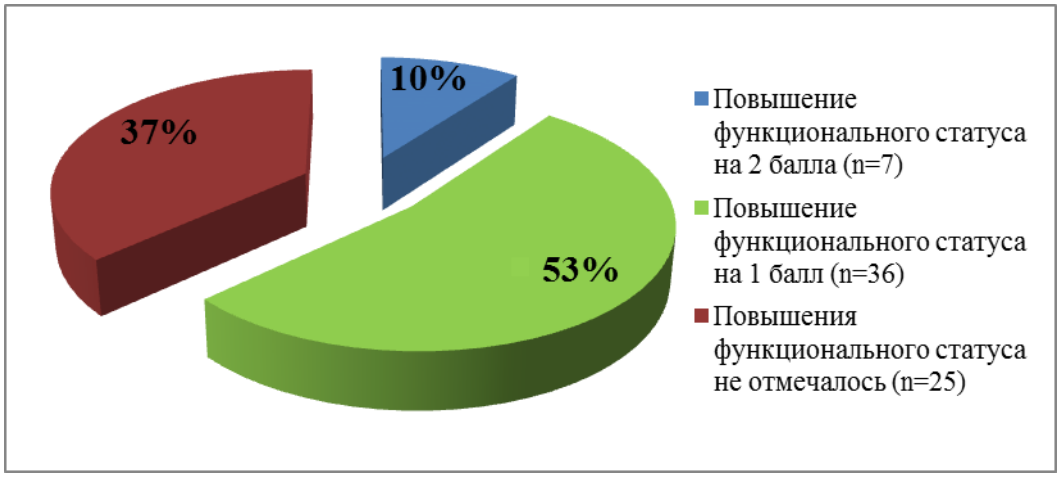



Рисунок 5.3.10. Динамика степени двигательной активности пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D) по шкале-опроснику Gillette FAQ.

При этом необходимо отметить, что в числе пациентов без послеоперационной динамики двигательного статуса было 8 пациентов (32% от общего числа больных подгруппы B), исходная двигательная активность которых соответствовала 10 баллам по Gillette FAQ. Таким образом, повышение двигательной активности достоверно ($p<0,05$) отмечено в 44%

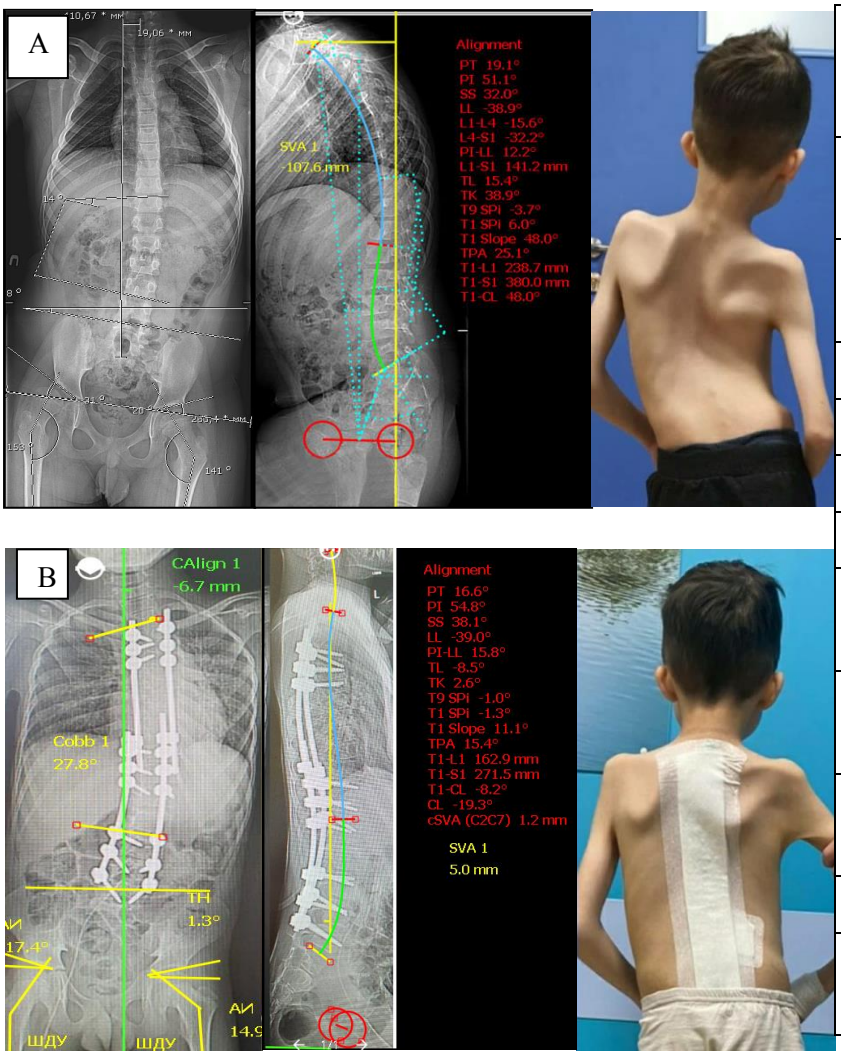
случаев (у 11 из 25 пациентов). В данной подгруппе пациентов, ни в одном случае снижения степени двигательной активности после проведенного оперативного лечения зарегистрировано не было. Таким образом, полученные данные динамики двигательной активности пациентов подгруппы B по Gillette FAQ продемонстрировал высокую эффективность коррекции баланса туловища, значительно повлиявшую на двигательную активность, и соотвественно, - на качество жизни данной категории пациентов ($r=0,74$; $p,<0,05$).

Динамика балльной оценки двигательного статуса пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D) выглядела следующим образом: в 63% случаев (43 пациента) отмечено повышение количества баллов, отражающих физическую активность пациентов. В 37% случаев (59 пациентов) функциональная активность не изменилась, несмотря на нормализацию рентгеноангулометрических параметров, характеризующих стабильность тазобедренного сустава, что связано с течением основного заболевания - ДЦП.

Таким образом, на основании анализа жалоб пациентов и их родителей, динамики клинической картины, анализа результатов сравнительного анализа рентгеноангулометрического исследования, анализа результатов балльной оценки физической активности пациентов со спастической нестабильностью тазобедренного сустава Gillette FAQ, анализа качества жизни пациентов исследуемых групп по SF-36, сделан вывод о значительной клинической эффективности использованной тактики хирургической коррекции баланса туловища у детей.

### 5.4. Демонстрация собственных клинических наблюдений.

Клинические примеры ортопедохирургической коррекции нарушения баланса туловища вследствие деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава продемонстрированы на рисунках 5.4.1 – 5.4.5.

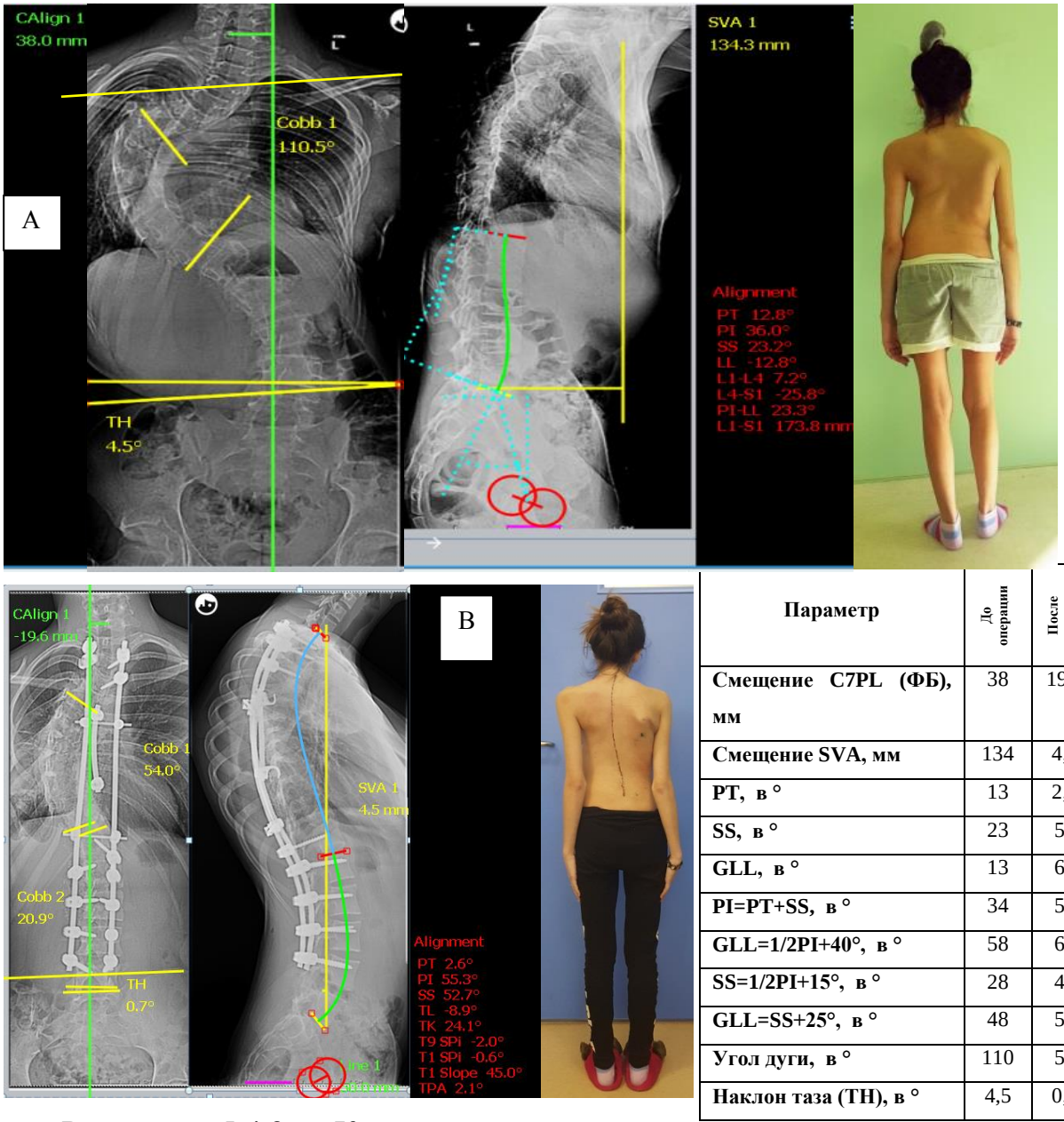



| Параметр | До операции | После операции |
|---|---|---|
| **Смещение C7PL (ФБ), мм** | 26 | 6,7 |
| **Смещение SVA, мм** | 55 | 5 |
| **PT, в град.** | 12 | 17 |
| **SS, в град.** | 37 | 38 |
| **GLL, в град.** | 24 | 40 |
| **PI=PT+SS, в град.** | 37 | 55 |
| **GLL=1/2PI+40°, в град.** | 64 | 65 |
| **SS=1/2PI+15°, в град.** | 40 | 40 |
| **GLL=SS+25°, в град.** | 62 | 63 |
| **Угол дуги, в град.** | 70 | 27 |
| **Наклон таза (TH), в град** | 8 | 1,3 |

Рисунок 5.4.1. Рентгенограммы и внешний вид пациента до (А) и после (В) оперативного лечения пациента И., 8 лет, с диагнозом: Вторичный левосторонний грудопоясничный сколиоз 3 степени, декомпенсированный на фоне артрогрипоза. Фронтальный и сагиттальный дисбаланс туловища. Сопутствующее заболевание: Болезнь Виллебранда (наследственное заболевание крови, ассоциированное с недостаточностью фактора свертывания Виллебранда). Пациенту выполнена дорсальная коррекция и фиксация на протяжении Th3-L4 с применением «растущей» компоновки металлоконструкции, мобилизация деформации путем многоуровневой остеотомии по A.Ponte (G2 по Schwab) на вершине деформации, (с учетом возраста). По данным постуральных рентгенограмм отмечается отчетливая динамика – коррекция баланса туловища от выраженного разобщения C7PL

центральной сакральной линии 25,5мм до 6,7 мм. Смещение SVA уменьшилось с 55мм до 5мм.

Коррекция деформации составила 43° или 61,4%. Фронтальный перекос таза (ТН) уменьшился с 8,6° до 1,3°. В результате оперативного лечения получена удовлетворительная коррекция баланса туловища как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскости. Далее планируются этапные дистракции в ходе продолженного роста скелета.

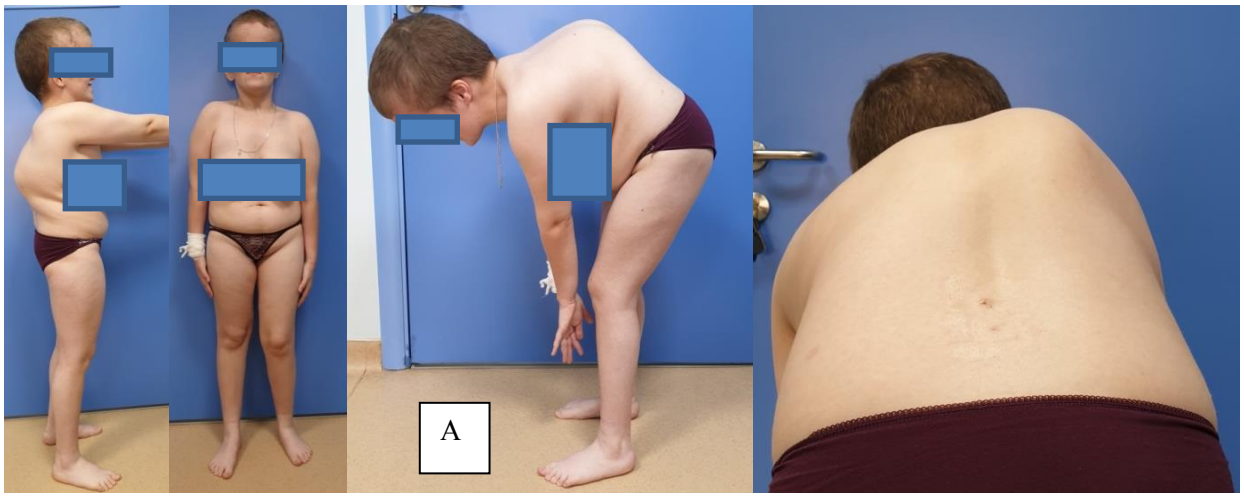


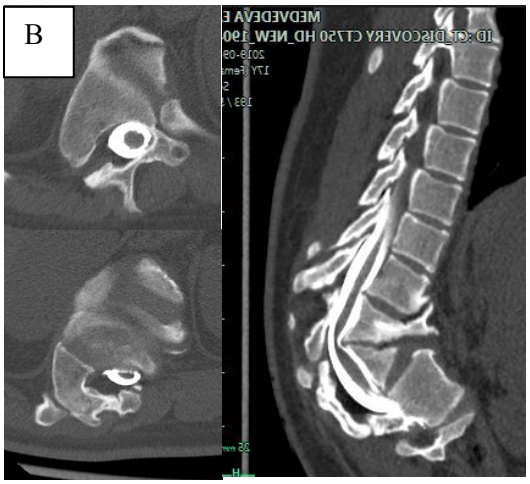

| Параметр | До операции | После операции |
|---|---|---|
| **Смещение C7PL (ФБ), мм** | 38 | 19,7 |
| **Смещение SVA, мм** | 134 | 4,5 |
| **PT, в °** | 13 | 2,6 |
| **SS, в °** | 23 | 52 |
| **GLL, в °** | 13 | 64 |
| **PI=PT+SS, в °** | 34 | 55 |
| **GLL=1/2PI+40°, в °** | 58 | 65 |
| **SS=1/2PI+15°, в °** | 28 | 42 |
| **GLL=SS+25°, в °** | 48 | 50 |
| **Угол дуги, в °** | 110 | 54 |
| **Наклон таза (ТН), в °** | 4,5 | 0,7 |

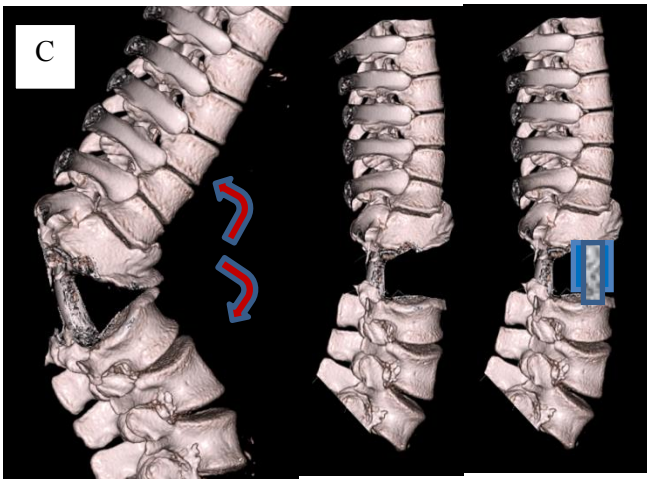
Рисунок 5.4.2. Клинический пример.

Пациентка П., 16 лет, госпитализирована в отделение с диагнозом: Диспластический правосторонний грудной сколиоз IV степени,

декомпенсированный, Жалобы и ортопедический статус изложены в комментариях к рис. 4.2.5. Пациентке выполнено 2-х этапное оперативное лечение: первым этапом произведена трансторакальная дискэктомия на вершине деформации (на 6-ти уровнях), наложение гало-аппарата, галопельвик-тракция в течение 8 дней, вторым этапом выполнена задняя многоуровневая G2 остеотомия на вершине деформации, дорсальная коррекция и фиксация позвоночника с применением 3-хстержневой металлофиксации. По данным постуральных рентгенограмм отмечается удовлетворительная степень коррекции деформации – 58° или 52,8%, восстановлен баланс туловища.



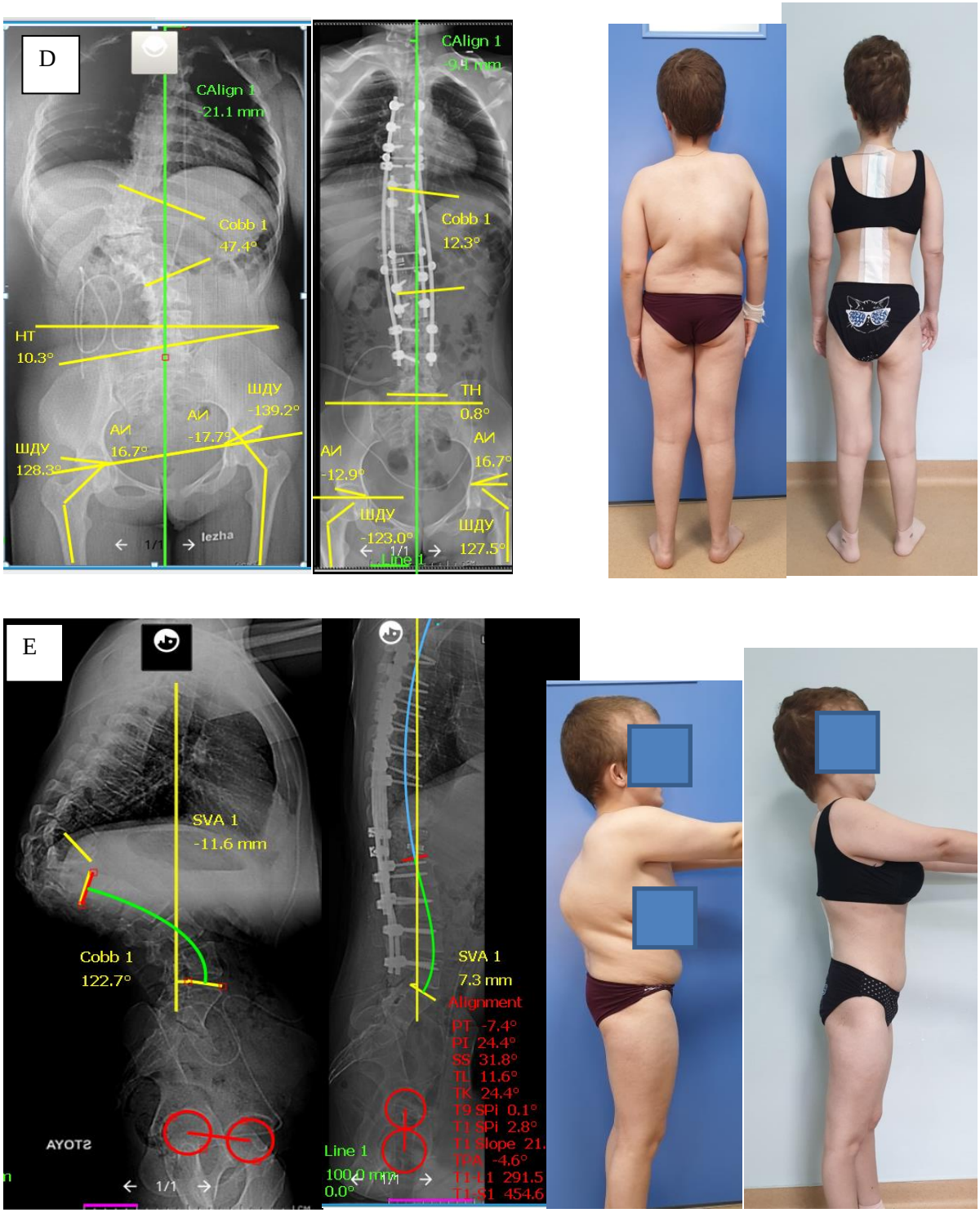



Рисунок 5.4.3. Клинический пример:

А - Внешний вид пациентки до оперативного лечения;

В – данные миелографии с КТ (отмечается компрессия дурального мешка на вершине деформации с передне-задним размером до 2,5 мм);

C – схема операции (моделирование с применением КТ-реконструкции);

D – рентгенограммы в прямой проекции и внешний вид со спины до и после оперативного лечения;

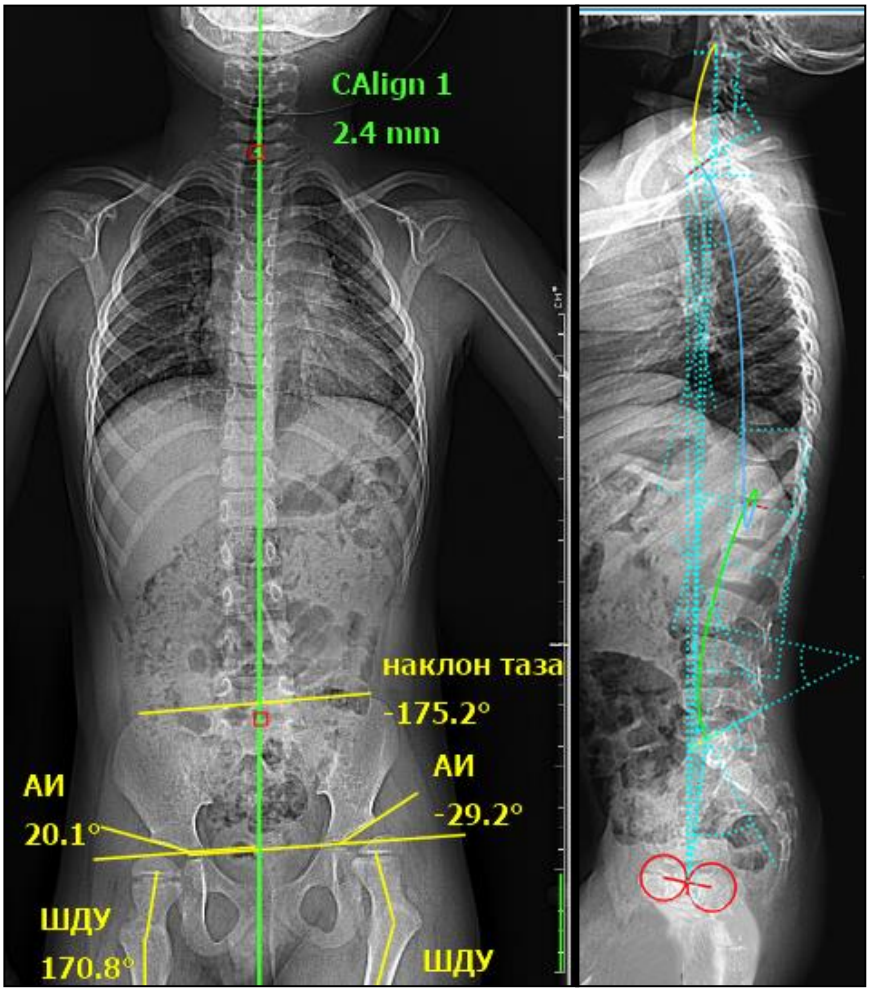
E - рентгенограммы в боковой проекции и внешний вид сбоку до и после оперативного лечения.

| Параметр | До операции | После операции |
|---|---|---|
| **Смещение C7PL (ФБ), мм** | 21 | 9 |
| **Смещение SVA, мм** | -11 | -7 |
| **PT, в градусах** | 5 | 7 |
| **SS, в градусах** | 10 | 32 |
| **GLL, в градусах** | 81 | 44 |
| **PI, (PT+SS, расчетный), в градусах** | 25 (15) | 25 (39) |
| **GLL=1/2PI+40°, в градусах** | 52,5 | 52,5 |
| **SS=1/2PI+15°, в градусах** | 28,5 | 44,5 |
| **GLL=SS+25°, в градусах** | 44 | 47 |
| **Угол сколиотической дуги, в градусах** | 47 | 12 |
| **Угол кифоза, в градусах** | 122 | 3 |
| **Наклон таза (TH),в градусах** | 10,3 | 1 |

Пациентка М., 17 лет, госпитализирована в отделение с диагнозом: Врожденный правосторонний грудопоясничный кифосколиоз 4 степени IIIC тип по Winter. Задне-боковые клиновидные комплектные Th12-L1 полупозвонки. со стенозом позвоночного канала. Врожденный порок развития ЦНС. Гидроцефалия, состояние после вентрикулоперитонеостомии справа от 02.07.2019, с жалобами на деформацию позвоночника (косметический дефект), боли в грудопоясничном отделе позвоночника до 8 баллов по ВАШ, слабость в нижних конечностях, нарушение походки, снижение толерантности к ходьбе. В ортопедическом статусе отмечены: грубая кифосколиотическая деформация грудопоясничного отдела позвоночника, клиника миелопатии (с уровня конуса спинного мозга до 4 баллов) без нарушения функции тазовых органов, нарушение походки, дисбаланс надплечий, перекос таза, трофические нарушения кожных покровов в проекции вершины деформации. По данным лучевых методов исследования отмечается грубая кифосколиотическая деформация грудопоясничного перехода до 122°, с правосторонним сколиотическим компонентом 47° по Cobb. Учитывая наличие ригидной остроконечной кифотической деформации позвоночника, данные клинической картины, наличие стеноза позвоночного канала на вершине деформации, признаков

грудной миелопатии, подтверждают показания к оперативному лечению - двухуровневой VCR, дорсальной 4-х стержневой коррекции и металлофиксации).

По данным постуральных рентгенограмм отмечается отчетливая положительная динамика восстановления параметров баланса туловища (динамика показателей представлена в таблице), отмечена полная коррекция кифотического компонента деформации со 120 до 1°, коррекция сколиотического компонента составила с 47 до 12°. В результате хирургической коррекции сформирован физиологический сагиттальный профиль позвоночника.




| Параметр | До операции | После операции |
|---|---|---|
| Смещение C7PL (ФБ), мм | 2,5 | 2 |
| Смещение SVA, мм | 15 | 10 |
| PI, в ° | 36 | 23 |
| SS, в ° | 28 | 45 |
| GLL, в ° | 42 | 52 |
| PI, (PT+SS, расчетный), в ° | 64 | 68 |
| GLL=1/2PI+40°, в ° | 58 | 52 |
| SS=1/2PI+15°, в ° | 29 | 27 |
| GLL=SS+25°, в ° | 53 | 70 |
| Угол кифоза, в ° | 36 | 21 |
| Наклон таза (TH), в ° | 5 | 2 |

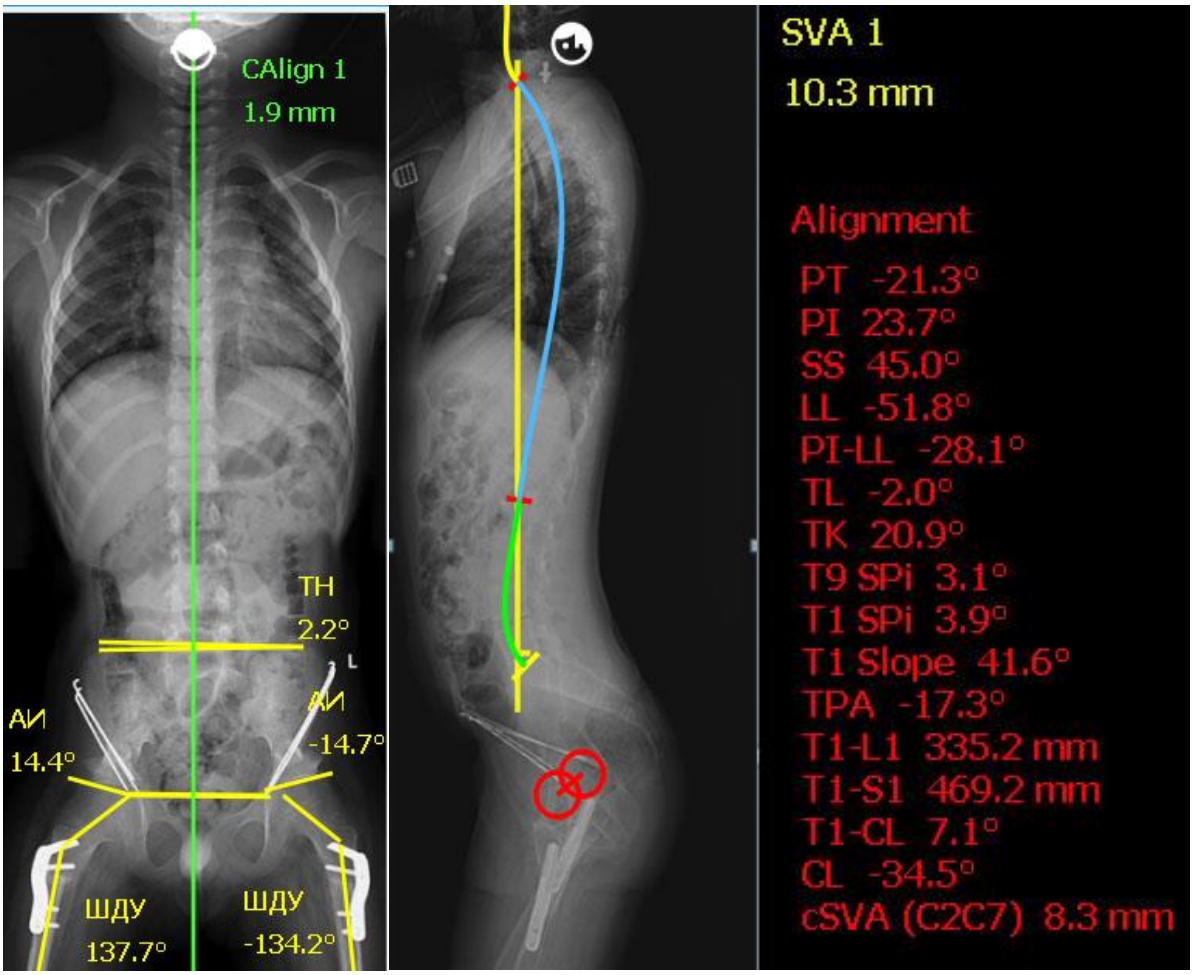



Рисунок 5.4.4. Клинический пример пациента Б. (подгруппа D), 11 лет, со спастической нестабильностью тазобедренных суставов на фоне ДЦП, спастической диплегии, III уровень по GMFCS. Пациент госпитализирован в отделение с жалобами, со слов матери, на прогрессирующее снижение двигательной активности, ограничение движений в тазобедренных суставах, патологическую установку нижних конечностей и перекос таза. Клинически отмечено наличие аддукторного спазма с 2-х сторон, спастичность подвздошно-поясничных мышц, перекос таза вправо, сгибательные установки коленных суставов за счет спастичности медиальной группы сгибателей голени. По данным постуральных рентгенограмм выявлены признаки нестабильности тазобедренных суставов: справа ШДУ(проекционный) -170°, слева 165°, Ацетабулярный индекс (АИ) справа – 20°, слева = 29°, фронтальный наклон таза во фронтальной плоскости – в пределах 5°. Степень костного покрытия головок бедер вертлужной

впадиной справа – 0,65, слева – 0,55. PI=36°, PT=7°, SS=28°, GLL=41°, SVA смещена кпереди на 15 мм. Помимо сгибательно-приводящей установки бедер, у пациента имелись сгибательные установки коленных суставов, которые при проведении рентгенографии были мануально устранены до нормокоррекции. Учитывая клинико-рентгенологическую картину, пациенту выполнена укорачивающая деротационно-варизирующая остеотомия проксимальных отделов бедер, остеотомия таза по Salter, теномиотомия приводящих мышц с 2-х сторон. Оба тазобедренных сустава оперированы в одну госпитализацию. По данным рентгенографии отмечается положительная динамика как рентгеноанатомических показателей тазобедренных суставов, так и параметров позвоночно-тазового баланса. Необходимо отметить, что при двусторонней нестабильности тазобедренных суставов отчетливых признаков фронтального дисбаланса не отмечается. Отмечено нарастание значений поясничного лордоза после оперативного вмешательства (постуральные рентгенограммы выполнены через 2 месяца после снятия гипсовой иммобилизации), однако через год после оперативного лечения он подвергается редукции в процессе проведения дальнейших реабилитационных мероприятий.

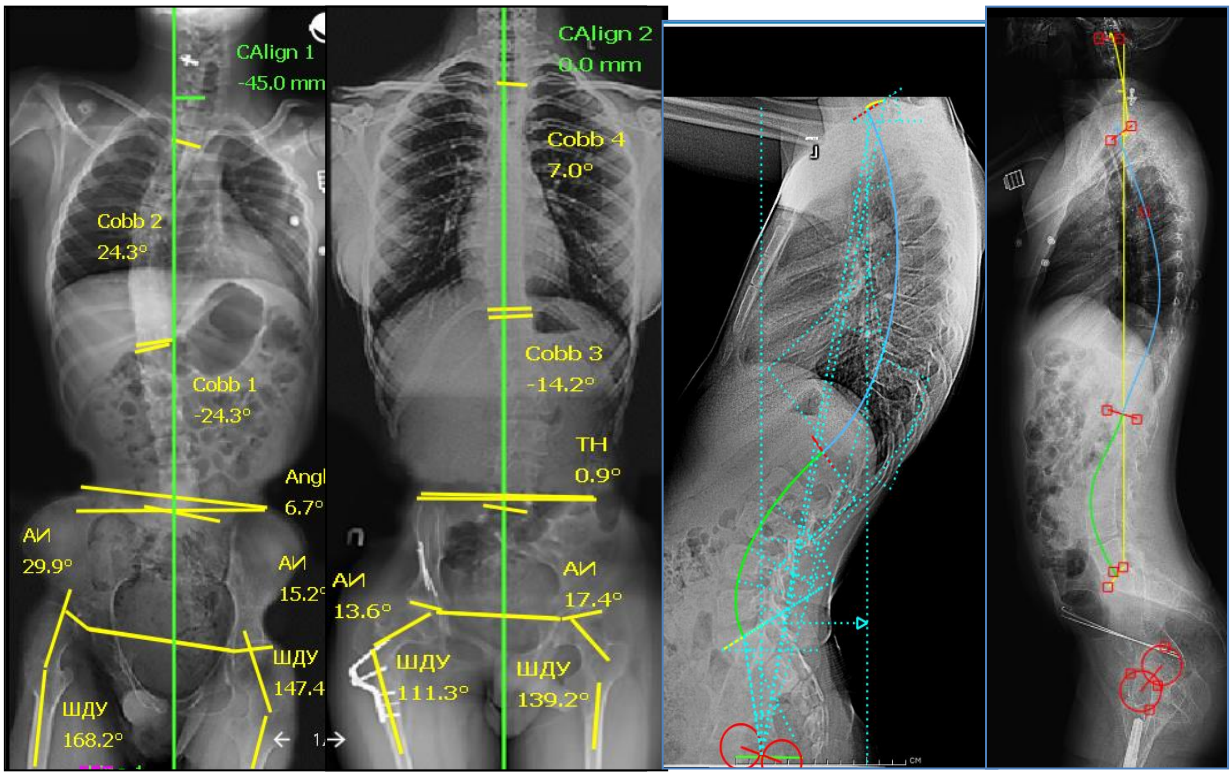



Рисунок 5.4.5. Клинический пример пациента М. (подгруппа D), 13 лет, со спастической нестабильностью тазобедренных суставов на фоне ДЦП, спастической диплегии, III уровень по GMFCS. Госпитализирован в отделение с жалобами, со слов матери, на прогрессирующее снижение двигательной активности, ограничение движений в тазобедренных суставах, патологическую установку нижних конечностей и перекос таза. В ортопедическом статусе обратило внимание наличие перекоса таза влево, сгибательно - приводящей установки бедер, сгибательной установки коленных суставов (hamstring-синдром).

По данным постуральных рентгенограмм выявлены признаки нестабильности тазобедренных суставов: справа ШДУ(проекционный) -168°, слева 147°, Ацетабулярный индекс (АИ) справа – 30°, слева = 15°, фронтальный наклон таза во фронтальной плоскости – в пределах 7°. Степень костного покрытия головок бедер вертлужной впадиной справа – 0,5, слева – 0,85. SVA смещена кзади на 75 мм. Учитывая клинико-рентгенологическую картину наличия маргинального вывиха головки правой

бедерной кости, пациенту выполнена укорачивающая межвертельная деротационно-варизирующая остеотомия проксимального отдела правой бедренной кости с теномиотомией подвздошно-поясничной мышцы, остеотомия таза по Salter справа.

По данным рентгенографии отмечена положительная динамика как рентгеноанатомических показателей тазобедренных суставов, так и параметров позвоночно-тазового баланса (указаны в таблице). В результате оперативного лечения отмечена редукция поясничного гиперлордоза.

| Параметр | До операции | После операции |
|---|---|---|
| **Смещение C7PL (ФБ), мм** | 45 | 0 |
| **Смещение SVA, мм** | -75 | 10 |
| **PT, в град.** | 10 | 21 |
| **SS, в град.** | 29 | 45 |
| **GLL, в град.** | 81 | 51 |
| **PI=PT+SS, в град.** | 39 | 66 |
| **GLL=1/2PI+40°, в град.** | 50 | 52 |
| **SS=1/2PI+15°, в град.** | 25 | 27 |
| **GLL=SS+25°, в град.** | 54 | 70 |
| **Угол дуги, в град.** | 24 | 7 |
| **Наклон таза (TH), в град** | 7 | 1 |

Таким образом, на основании жалоб пациентов и их родителей, динамики клинической картины, анализа результатов рентгеноангулометрического исследования, анализа качества жизни пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов по SF-36, анализа результатов балльной оценки физической активности пациентов с нервно-мышечными сколиозами и нестабильностью тазобедренного сустава согласно Gillette FAQ, сделан вывод о высокой эффективности использованной тактики хирургической коррекции баланса туловища у детей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Анализ мировой литературы демонстрирует тесную корреляцию между нарушениями рентгено-анатомических параметров баланса туловища и качеством жизни пациентов, толерантностью к физическим нагрузкам, интенсивностью болевого синдрома (Le Huec J.C., Hasegawa K., 2016). Известно, что сагиттальный и фронтальный баланс туловища тесно связан с качеством жизни пациентов с патологией позвоночника и тазобедренных суставов (Okamoto, M., Jabour, F., Sakai, K. et al., 2018). Чтобы оценить тяжесть деформации позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов необходимы нормативные значения рентгеноанатомических показателей баланса туловища у здоровых детей (Le Huec J.C., Hasegawa K, 2016).

Исследование позвоночно-тазовых взаимоотношений, важно для понимания физиологических и патофизиологических аспектов различной ортопедической патологии, предоперационного планирования и прогнозирования состояния позвоночника и тазобедренных суставов после ортопедо-хирургических вмешательств (Ленке Л., Боши-Аджей О., Ванг Я., 2016; Mac-Thiong J.M., Berthonnaud E., Dimar J.R. 2nd, et al., 2004; Borkhuu B., Nagaraju D.K., Chan G., et al. 2009).

На современном этапе развития ортопедии и детской хирургии, исследование деформаций позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава у детей и подростков должно основываться на ясном понимании биомеханической концепции позвоночника и таза в соответствии с трехмерным анализом во фронтальной и сагиттальной плоскостях (Дюбуссе Ж., 2010; Михайловский М.В., 2019). В соответствии с концепцией баланса туловища, в положении пациента стоя линия отвеса, проведенная в сагиттальной плоскости от козелка, в норме проходит дорсальнее центра головок бедер (Продан А.И., Радченко В.А., Хвисюк А.Н., Куценко В.А., 2006). Первое базовое положение основано на концепции краниального и

тазового позвонков, согласно которой голова с ее весом и формой и таз рассматриваются как первый (краниальный) и последний (каудальный) позвонки позвоночного столба. В этой концепции «тазовый» позвонок (подвздошные кости и крестец, крестцово - подвздошные сочленения) является вставочной костью между туловищем и нижними конечностями (Дюбуссе Ж., 2010). Он играет важную роль для сохранения положений стоя и сидя, непосредственно связанных с характерным для человека прямохождением (Михайловский М. В., 2012). Это соответствует экономичному положению тела, при котором мышцы, удерживающие его прямое положение, работаю с минимальными энергозатратами. В этом случае говорят, что тело человека в положении стоя находится в границах «конуса экономии». И наоборот, мышцы постоянно активизированы, когда у пациента нарушается баланс и тело находится вне «конуса экономии». У пациентов, в условиях дисбаланса туловища нарушается формирование спондилодеза после выполненных оперативных вмешательств, происходит и прогрессирование контрактур суставов нижних конечностей, это способствует формированию стойких болевых синдромов из-за постоянного напряжения мышц, быстро прогрессирующих дегенеративных изменений суставного хряща, а также, со временем неизбежен усталостный перелом или дестабилизация использованных для металлофиксации позвоночника и тазобедренных суставов имплантов любой прочности (Marty C., Boisaubert B., Descamps H., et al. 2002). Вышеуказанные факты диктуют необходимость выполнять реконструктивные операции при деформациях позвоночника таким образом, чтобы зона спондилодеза располагалась внутри конуса экономии (Liu S., Schwab F., Smith J.S., Klineberg E., Ames C.P., Mundis G. et al., 2014).

Необходимо помнить, что сколиотическая деформация позвоночника - это не только проблема опорно-двигательного аппарата. В ответ на наличие тяжелой деформации позвоночника, вторичной реберной деформации грудной клетки, формируется целый симптомокомплекс с

заинтересованностью внутренних органов. Это заставляет нас рассматривать сколиоз не только в качестве деформации позвоночника, а как сколиотическую болезнь организма в целом (Еналдиева Р.В., Автандилов А.Г., Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., 2006; Сошникова Е.В., Ильясевич И.А., Тесаков Д.К., 2016). Социальная значимость СБ определяется ростом числа больных, ограничением их жизнедеятельности (около 50% больных нетрудоспособны), отмечается ранняя инвалидизация, до 12% к 28 годам (Ipp L., Fly P., Blanco J., Green D., Boachie-Adjei O., Kozich J., Chan G., Denneen J., Widmann R., 2011). Этим продиктована высокая медицинская и социальная значимость проблемы для педиатрии, детской хирургии и ортопедии. Вышеуказанные факты подтверждают актуальность продолжения научных исследований в направлении ранней диагностики сколиотической болезни и выбора оптимальных сроков оперативного лечения данной категории пациентов.

Согласно литературным данным, у детей с нестабильностью тазобедренных суставов, помимо характерных анатомо-рентгенологических изменений, изменяется положение таза в пространстве - чрезмерная антеверсия таза. Патологические изменения в тазобедренных суставах и нарушения позвоночно-тазовых соотношений приводят к изменению сагиттального профиля позвоночного столба в виде гиперлордоза, физиологических показателей грудного кифоза и нарушению глобального сагиттального баланса в отрицательную сторону. Это приводит к перегрузке позвоночно-двигательных сегментов с развитием дегенеративно-дистрофических изменений в позвоночнике в раннем возрасте (Бортулёв П.И., Виссарионов С.В., Басков В.Е., Овечкина А.В., Барсуков Д.Б., Поздникин И.Ю.,2018).

Множество научных исследований относительного позвоночно-тазовых взаимоотношений, выводы которых часто противоречат друг другу, не дают четкого руководства для практических врачей – детских хирургов и ортопедов. Разные подходы к данной проблеме среди детских хирургов и

ортопедов вносят дополнительные сложности. Данное научное исследование призвано оценить полученные результаты лечения с целью оптимизации тактики хирургической коррекции баланса туловища у детей с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов.

Научная работа выполнена в условиях нейроортопедического отделения с ортопедией НИИ детской хирургии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. Под наблюдением находилось 280 пациентов с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии (2009-2020гг.).

В основу работы положен анализ состояния фронтального и сагиттального баланса туловища до и после оперативного лечения. В исследуемые группы включено 98 пациентов с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (исследуемая группа 1) и 122 пациента с нестабильностью тазобедренных суставов (исследуемая группа 2), которым выполнена хирургическая коррекция имеющейся опорно-двигательной патологии. Пациенты исследуемых групп были репрезентативны по полу и возрасту.

Группы исследования были структурированы следующим образом: исследуемая группа 1 состояла из 2-х подгрупп. В подгруппу А вошли 73 пациента с диспластическими сколиозами и кифосколиозами. Из них: истинных диспластических сколиозов - 67 пациентов, и 6 пациентов с протяженными врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника. Пациенты с нейрогенными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (n=25) составили подгруппу В. Вторая исследуемая группа была представлена 2мя подгруппами. В подгруппу С включено 54 пациента с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов, из них: 13 пациентов с торсионными подвывихами бедер и 41 пациент – с врожденными подвывихами и вывихами бедер), а в подгруппу D

вошло 68 пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов.

В качестве референсной группы отобрано 60 условно-здоровых детей, обследованных амбулаторно в консультативно-диагностическом центре ФГАУ «НМИЦ Здоровья Детей» Минздрава России. Пациенты референсной группы представлены детьми и подростками, которым выполнялось ортостатическое рентгенологическое исследование в связи с подозрением на деформацию позвоночника или спондилолиз (в т.ч. - спондилолистез), которые выявлены не были. Референсная группа репрезентативна по полу и возрасту с группами исследования. Исследование проводилось в 2 этапа. Первым этапом были проанализированы клинические и рентгенологические локальные параметры, связанные с имеющейся ортопедической патологией. Затем произведена оценка фронтального и сагиттального баланса туловища. Выполнен корреляционный анализ между некоторыми параметрами локальных изменений и рентгено-ангулометрическими параметрами баланса туловища. Полученные цифровые данные сопоставляли с референсными значениями. Вторым этапом произведен анализ тех же параметров после выполненного оперативного лечения. Послеоперационные показатели так же сравнивали с данными, полученными в референсной группе. Параметры баланса туловища определяли у пациентов во всех подгруппах до и после хирургической коррекции соответствующей ортопедической нозологии, проведен сравнительный анализ полученных показателей, на основании которого выявлены особенности состояния баланса туловища. Затем произведена сравнительная оценка качества жизни до и после оперативного лечения.

В ходе исследования применялись следующие методы обследования пациентов: клинические, лучевые (рентгенография, компьютерная томография, в том числе – контрастные методы исследования, магнитно-резонансная томография), методы функциональной диагностики

(исследование функции внешнего дыхания, ультразвуковые методы исследования), лабораторные и другие.

Все оперативные вмешательства по коррекции деформации грудного и поясничного отделов позвоночника выполнялись с применением современных дорсальных полисегментарных имплантов. Установка элементов дорсальной металлоконструкции выполнялась по общепринятым методикам. Имплантация транспедикулярных винтов выполнялась методом «free-hand» по L.Lenke. Контроль правильности установки имплантов проводили с применением электронно-оптического преобразователя (С-дуга или ЭОП), посредством нейрофизиологического мониторинга («screw»-мониторинг), а с начала 2020 года стали применять интраоперационный КТ-контроль в комбинации с навигационной системой. На выполненный способ хирургической коррекции сагиттального дисбаланса туловища у детей был получен патент РФ на изобретение № 2704361 от 22.03.2019г. (Авторы Челпаченко О.Б., Жердев К.В., Бутенко А.С., Волкова М.О., Зубков П.А.)

Всем пациентам исследуемой группы 2 проведена хирургическая стабилизация тазобедренного сустава. Больным с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов подгруппы С (54 ребенка) выполнена стабилизация 102 тазобедренных суставов. Пациентам (n=68) со спастической нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D) выполнена стабилизация 89 суставов. Основным отличием тактики оперативного лечения спастической нестабильности тазобедренного сустава, в отличие от диспластической, являлось выполнение мягкотканного компонента операции. Тенотомия m. iliopsoas выполнялась во всех случаях с целью декомпрессии головки бедренной кости и снижения риска ревальгизации проксимального отдела бедра после деторсионно-варизирующей остеотомии проксимального отдела бедренной кости. Все хирургические вмешательства проводились согласно мировым трендам, с учетом собственных разработок, в зависимости от тяжести нарушения

анатомических взаимоотношений в тазобедренном суставе. К выбору метода хирургического пособия в исследуемой группе 2 подходили дифференцированно, в зависимости от степени выраженности нестабильности, заинтересованности ацетабулярного и бедренного сегментов, возраста, паттерна спастичности, и имеющегося у пациента абилитационного потенциала по GMFCS. Из особенностей оперативного лечения пациентов с нестабильностью тазобедренного сустава, необходимо отметить разработанный и внедренный в клиническую практику способ коррекции ацетабулярного компонента нестабильности - периацетабулярной тройной остеотомии таза в условиях гипоплазии вертлужной впадины (патент РФ №2492828; Авторы: К. В. Жердев, А. Н. Майоров, К. К. Унанян, О.Б. Челпаченко, С. Ю. Морев).

Помимо анализа клинических и рентгенологических проявлений нарушения баланса туловища, мы изучили некоторые клинические аспекты гемодинамических и вентиляционных нарушений у пациентов с деформациями позвоночника, связанных с формированием сколиотической болезни.

Для выявления гемодинамических нарушений, проведено клинико-эхографическое исследование, которое включало 126 пациентов в возрасте 11-16 лет. Пациенты были разделены на 3 группы. В первую группу вошли 60 условно здоровых детей без выраженных деформаций позвоночника и грудной клетки. Вторую группу составили 42 пациента со сколиотическими деформациями позвоночника в пределах I-III степеней (величина угла сколиотической деформации до 50° по Cobb, оценивалась по данным рентгенографии грудопоясничного отделов позвоночника в ортостатическом положении), с умеренно выраженной пологой вторичной деформации грудной клетки. Дети данной группы находились на диспансерном наблюдении ортопеда по месту жительства, получали курсы консервативного лечения (лечебная физкультура, массаж, плавание, физиотерапевтическое лечение). В исследуемую группу 3 включены 24 пациента со

сколиотическими деформациями позвоночника IV степени с локализацией вершины основной дуги на уровне грудного отдела позвоночника, с углом искривления более 75° по Cobb и вторичной деформацией грудной клетки. По сути - это были дети, нуждающиеся в оперативном лечении по коррекции деформации позвоночника.

У пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника (более 75° по Cobb) частота встречаемости расширения печеночных вен составила 70,83%. У пациентов с деформациями позвоночника до 50° этот показатель составил 21,4%, у пациентов диспластического фенотипа без деформаций позвоночника - 5%. Таким образом, мы сделали заключение, что выявление расширенных печеночных вен у детей с деформациями позвоночника, находящихся на диспансерном наблюдении ортопедов и детских хирургов позволит врачам первичного звена здравоохранения своевременно решать вопрос об изменении тактики ведения пациентов и своевременно направлять в специализированные лечебные учреждения для проведения ортопедо-хирургической коррекции деформаций позвоночника, что позволит предотвратить нарастание гемодинамических нарушений, обусловленных прогрессированием сколиотической болезни.

С целью анализа функции внешнего дыхания (ФВД) у детей с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и определения их корреляции с рентгенологическими параметрами тяжести и мобильности деформации, мы обследовали 91 пациента со сколиотическими деформациями грудного отдела позвоночника, госпитализированных в нейроортопедическое отделение НИИ детской хирургии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России с 2010 по 2020 годы для дообследования и выполнения хирургической коррекции деформации позвоночника. Из них: 61 пациент - с идиопатическим (диспластическим) сколиозом (исследуемая группа 1) и 30 пациентов - с нервно-мышечными деформациями (исследуемая группа 2). Референсную группу составили 30 практически

здоровых лиц, у которых при обследовании были исключены наличие деформации позвоночника и грудной клетки, заболевания дыхательной системы.

Выявлена средняя теснота корреляции между величиной угла сколиотической дуги и выраженностью нарушения функции внешнего дыхания у пациентов с диспластическими деформациями ($r=0,54$; $p<0,001$) и более высокая зависимость у больных с нейрогенными сколиозами ($r=0,67$; $p<0,01$). Такая разница связана с исходной дисфункцией дыхательной мускулатуры у детей с нейрогенными сколиозами, а у детей с диспластическими деформациями функция внешнего дыхания длительное время может оставаться компенсированной. Исследование взаимосвязи между мобильностью сколиотической дуги и нарушением функции внешнего дыхания показало среднюю корреляцию у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника ($r=0,67$; $p<0,01$) и высокую – у больных с нейрогенными сколиозами ($r=0,88$; $p<0,001$), что позволяет использовать индекс стабильности в качестве дополнительного критерия, определяющего показание к хирургической коррекции нейрогенных деформаций позвоночника.

В ходе выполнения исследовательской работы дана детальная клинико-рентгенологическая оценка баланса туловища у детей с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава. Наиболее характерными жалобами у пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нервно-мышечной этиологии были: на чувство утомляемости в тазобедренных суставах, ограничение амплтуды движений в суставе, патологическую (чаще – внутриротационную) установку нижних конечностей, на «перекрест» нижних конечностей, нарушение походки, ограничение движений в тазобедренных суставах, снижение толерантности к ходьбе (или ограничение двигательной активности), боли в тазобедренном

суставе, на перекос таза и укорочение нижней конечности. Анализ структуры жалоб пациентов исследуемых групп показал достоверную тесную взаимосвязь между предъявляемыми пациентами жалобами и показателями выраженности фронтального дисбаланса туловища ($r=0,77$; $p<0,05$). Выявлено, что наиболее частыми являются жалобы, отражающие наличие фронтального (в большей степени) и сагиттального дисбаланса туловища, а именно: наличие косметического дефекта, связанного с изучаемой исследуемой ортопедической патологией (средняя частота составила 71,5%), снижение толерантности к нагрузкам (72,9%), нарушение походки (86,7%), снижение двигательной активности (72,1%), разновысокость плеч и надплечий (87,1%), перекос таза / укорочение нижней конечности (69,5%). Выше перечисленные жалобы можно позиционировать в качестве маркеров дисбаланса туловища. Существуют научные работы, одним из тезисов которых является утверждение, что качество жизни пациента не коррелирует с показателями фронтального баланса туловища до тех пор, пока не нарушается сагиттальный дисбаланс [205]. Однако подобные исследования посвящены пациентам взрослого возраста. Проведенный анализ структуры жалоб детей и их родителей исследуемых групп позволяет сделать выводы о том, что фронтальный баланс туловища так же важен, и может оказывать существенное влияние на качество жизни детей и подростков. Тем более, в процессе продолженного роста скелета на фоне имеющегося фронтального дисбаланса может сформироваться сагиттальный дисбаланс, влияние которого на двигательную активность пациента значительно выше.

Анализ клинических признаков пациентов исследуемых подгрупп выявил, что наиболее патогномоничными симптомами нарушения баланса туловища были: отклонение головы от линии отвеса во фронтальной плоскости (76,8%), фронтальный наклон плечевого пояса (выявлено у 90,6% пациентов исследуемых групп), положительный тест Адамса в поясничном отделе (94,2%), перекос таза во фронтальной плоскости (84,2%),

относительное укорочение нижней конечности (80,8%). Все вышеуказанные клинические симптомы отражают частоту фронтального дисбаланса туловища у пациентов. Выявление признаков сагиттального дисбаланса представляется более сложной задачей в связи с тем, что при деформациях позвоночника пациент подсознательно стремится изменить положение туловища для коррекции глобального баланса. Это достигается за счет взаимосвязи между физиологическими изгибами позвоночника, морфологией таза и мышцами осевого скелета и конечностей. Известно, что подавляющее большинство пациентов с сагиттальным дисбалансом не способны сохранять прямую осанку в положении стоя в течение длительного времени, у 90% больных отмечаются боли в спине при статических нагрузках, а примерно треть этих пациентов имеют компенсаторную сгибательную установку коленных суставов с целью сохранения вертикального положения. Учитывая данные обстоятельства, при визуальной и рентгенологической оценке сагиттального баланса у данной категории пациентов необходимо при осмотре просить их максимально выпрямлять нижние конечности в тазобедренных и коленных суставах. Анализ амплитуды движений тазобедренных и коленных суставов позволяет выявить контрактуры, которые могут внести существенные коррективы в тактику лечения.

Произведен подробный рентгенологический анализ состояния баланса туловища у пациентов с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов. Анализ параметров баланса туловища выполняли с применением постуральных рентгенограмм, выполненным от С7 позвонка до средней трети бедер. Оценка рентгенометрических показателей позвоночно-тазового баланса производилась с применением компьютерной программы Surgimap v. 2.3.1.5. Полученные величины рентгенологических показателей исследуемых групп и подгрупп пациентов сопоставлены с аналогичными показателями референсной группы. Анализ изменения тазового индекса (PI) по группам

исследования не выявил никаких достоверных различий с референсными значениями (p>0,01), что подтверждает многочисленные данные мировой литературы о постоянстве данной анатомо-морфологической величины [96], которая может изменяться только при оперативных вмешательствах на костных структурах таза или в результате костных травм таза и крестца, и не изменяется при изменении положения тела в пространстве. Обращают на себя внимание данные, свидетельствующие об отсутствии достоверных различий рентгенологических показателей у пациентов подгрупп C и D с референсными значениями. В отечественной и зарубежной литературе имеются сведения о том, что при подобном исследовании у пациентов с двусторонними надацетабулярными вывихами бедер PI может снижаться до 16,7±14,16° [48]. Однако, в нашем исследовании не было ни одного пациента с двусторонними надацетабулярными вывихами бедер ни в подгруппе пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа C), ни в подгруппе со спастической нестабильностью тазобедренных суставов. В подгруппе C было 13 пациентов с двусторонними торсионными подвывихами бедер, что свидетельствует о преобладании передней нестабильности тазобедренных суставов, при которой за счет смещения осей вращения головок бедер кпереди, наоборот, происходит увеличение значений тазового индекса на 5-7% в сравнении с референсными значениями. А среди пациентов подгруппы C - с врожденными вывихами бедер (n=41), преобладали пациенты с односторонней нестабильностью тазобедренного сустава. Более того, провести подобное рентгенологическое исследование у пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренного сустава не представляется возможным, поскольку степень выраженности нестабильности тазобедренных суставов определяется тяжестью неврологических расстройств. Такие пациенты имеют IV и V уровни по GMFCS и не способны к самостоятельному вертикальному передвижению, а соответственно, выполнить постуральное рентгенологическое исследование не представляется возможным. Средние значения степени костного покрытия

головок бедер вертлужной впадиной в исследуемой группе 2 составил 0,68 и 0,58 соответственно, при значениях антеторсии проксимального отдела бедренной кости 36,5 и 43,2°, что достоверно ($p<0,05$) превышает референсные значения. Это подтверждает смещение центра вращения головок бедер кпереди, что и способствовало увеличению средних показателей PI.

Согласно данным Duval-Beaupere (1992), наклон таза (PT) и наклон крестца (SS) зависят от общего баланса позвоночника, могут изменяться в зависимости от позы пациента и вследствие хирургического лечения деформаций позвоночника, а также при патологии тазобедренного сустава. Данные параметры имеют четкую взаимосвязь, которую можно представить при помощи математической формулы PI=PT+SS. По данным анатомического исследования на 880 кадаверных препаратах показатель PI является величиной постоянной и, по данным литературы, в низкой степени коррелирует с полом и возрастом ($r = 0,026$, $p = 0,288$), в среднем, его величина составляет 46,0 ± 11,0°[64; 72; 77]. Так же известно, что с увеличение угла PI приводит к увеличению угла поясничного лордоза (GLL), а вертикальное положение тела характеризуется углами SS, PI и GLL. Между параметрами позвоночно-тазового баланса и величиной физиологических изгибов позвоночника мы оценивали корреляцию. В подгруппе пациентов с диспластическими подвывихами мы также отметили тесную взаимосвязь между величиной наклона крестца (SS) и поясничного лордоза (GLL) ($r=0,72$; $p<0,05$), а также - высокую корреляцию его с углом антеторсии проксимального отдела бедренной кости ($r = 0,75$; $p<0,05$), что соответствует высокой степени тесноты взаимосвязи между изучаемыми параметрами по коэффициенту корреляции Спирмена. Мы так же провели исследование корреляции между указанными параметрами у пациентов с нейрогенной (спастической) нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D). Корреляция между углами SS и GLL оказалась более тесной в сравнении с

подгруппой С и соответствовала высокой степени зависимости (r = 0,84; p<0,05), а корреляция между углами SS и антеторсии бедра определена на уровне r=0,91; p<0,05. На наш взгляд, это можно объяснить несовершенством механизмов компенсации нарушения взаимоотношений в тазобедренных суставах за счет параметров позвоночно-тазового баланса, а следовательно - и величиной поясничного лордоза. Этим и объясняются достоверно более высокие значения поясничного лордоза в подгруппе пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов - 60,2±8,4°, что достоверно (p<0,05) отличается от референсных значений (39,7±11,9°), а также отличается от подгрупп А и В (p<0,05). Статистически значимой взаимосвязи в исследуемых группах пациентов между величиной поясничного лордоза и грудного кифоза не установлено.

Анализ SS по группам исследования показал его достоверное увеличение в исследуемой группе 2 (p<0,05) и уменьшение у пациентов исследуемой группы 1 в сравнение с референсными значениями (p<0,05). Проследив изменения показателя наклона таза (PT) в исследуемых группах, мы отметили, что он достоверно увеличен у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника по отношению к референсной группе (p<0,05) и к остальным подгруппам исследования, что свидетельствует о включении механизмов компенсации для поддержания вертикального положения тела в условиях наличия деформации позвоночника. Этот феномен подтверждается динамикой изменения показателя смещения сагиттальной вертикальной оси туловища (SVA) в пределах: -6,3±1,1см у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника (p<0,05), нарастание смещения SVA у пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника: -9,3±1,3 см (при референсных значениях, соответствующих 4,1±1,1 см). При этом, смещение SVA относительно референсных значений, отмеченное в подгруппе D у пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов составило: -7,1±1,4см (p<0,05), что позволяет достоверно судить об отрицательном сагиттальном дисбалансе вследствие нестабильности

тазобедренного сустава и не развитых механизмах компенсации. В норме - отклонение вертикальной линии отвеса (SVA), проведенной из центра С7, от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 туловища, по данным литературы, в состоянии сагиттального баланса туловища на превышает 4 см. Смещение SVA кпереди более 4 см расценивается как положительный сагиттальный дисбаланс. Смещение кзади - как отрицательный сагиттальный дисбаланс. Оценка зависимости между параметрами, характеризующими стабильность тазобедренного сустава, показала достоверную тесную корреляцию между дефицитом костного покрытия головки бедренной кости с фронтальным наклоном таза ($r=0,97$; $p<0,001$), ацетабулярным индексом ($r=0,98$; $p<0,05$), шеечно-диафизирным углом ($r=0,99$; $p<0,001$). Затем мы провели сопоставление (рис. 4.2.4.) степени костного покрытия головки (СКП) бедренной кости вертлужной впадиной с углом поясничного лордоза и выявили высокую тесноту корреляции ($r=0,72$; $p<0,05$) в подгруппе С, и еще большую тесноту взаимосвязи данных параметров в подгруппе D ($r=0,89$; $p<0,05$). Таким образом, анализ данных позвоночно-тазового баланса, а также поясничного лордоза у пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии показал его высокую корреляцию с рентген-анатомическими показателями, характеризующими стабильность тазобедренного сустава, при этом происходит нарушение сагиттального баланса в отрицательную сторону.

При оценке тесноты взаимосвязи между наклоном таза во фронтальной плоскости и углом фронтальной деформации поясничного отдела позвоночника у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника выявлена достоверная корреляция ($r=0,96$; $t=25,21$; $p<0,001$), однако при сравнении данного показателя с деформацией грудного отдела выявлена более низкая зависимость ($r=0,64$; $t=6,50$; $p<0,001$), что соответствует средней тесноте взаимосвязи. Это объясняется компенсирующим влиянием поясничной дуги, которая может длительное время сохранять туловище в состоянии фронтальной компенсации. У пациентов с нейрогенными

деформациями позвоночника подобной зависимости мы не выявили (r=0,27; p>0,05) и (r=0,17; p>0,05), что свидетельствует о низкой выраженности механизмов компенсации в данной подгруппе.

О фронтальном дисбалансе туловища мы судили при разобщении линии отвеса от центра тела С7 позвонка и центральной фронтальной сакральной линии более 2 см. Анализ данного показателя по исследуемым группам показал достоверное нарушение фронтального баланса туловища по всем группам, в большей степени - у пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника и спастической нестабильностью тазобедренных суставов (p<0,05). Между ключевыми показателями сагиттального (SVA) и фронтального баланса по группам исследования выявлена взаимосвязь (r=0,72; p<0,05). Данные нашего исследования свидетельствуют о неизбежности нарушений баланса туловища в сагиттальной плоскости, вследствие дисбаланса во фронтальной. Например: у пациентов с фронтальным дисбалансом туловища на фоне нестабильности тазобедренных суставов отмечается снижение PI, что, в свою очередь, способствует изменению SVA, PT и соотношения PI-LL.

Таким образом, выявленные закономерности взаимоотношений между изученными параметрами в указанных подгруппах пациентов позволяют рекомендовать практикующим врачам – детским хирургам и ортопедам обращать более пристальное внимание на параметры фронтального и сагиттального баланса туловища в целом с целью прогнозирования их послеоперационных изменений и повышения эффективности хирургической коррекции диспластических и нейрогенных деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов.

На основании анализа результатов оперативного лечения детей со сколиотическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии с продолжительностью наблюдения от 6 до 114

месяцев (9,5 лет) нами отмечена высокая тесная взаимосвязь между предъявляемыми жалобами и рентгенологическими параметра баланса туловища ($r=0,77$; $p<0,05$) до и после оперативного лечения. Причем хирургическая коррекция дисбаланса туловища на фоне имеющейся ортопедического патологии приводила к достоверному снижению частоты вышеуказанных жалоб. Анализ жалоб также показал, что фронтальный дисбаланс туловища у детей и подростков, сформированный на почве диспластических и нейрогенных деформаций позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов способствует снижению качества жизни пациентов. Анализ выявленных клинических симптомов позволяет заподозрить наличие признаков дисбаланса туловища, большинство из них являются общими, как для пациентов с деформациями позвоночника, так и - пациентов с нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии. А снижение частоты выявления представленных клинических симптомов после хирургической коррекции дисбаланса туловища подтверждает необходимость рассматривать пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов не только с точки зрения имеющейся локальной ортопедической патологии, но и с точки зрения дисбаланса туловища. Известно, что PI является постоянным, ключевым параметром позвоночно-тазовых взаимоотношений, который служит ориентиром для ортопедов и нейрохирургов при выполнении спондилодеза формирования оптимальных значений поясничного лордоза. В нашем исследовании, у пациентов первой группы (в обеих подгруппах) после выполнения хирургической коррекции деформации позвоночника достоверной динамики по данному параметру выявлено не было. В исследуемой группе 2 отмечено снижение данного показателя в подгруппе «С» после проведения оперативного лечения с 48,2±11,8° до 42,6 ±7,3° (в среднем, на 5,6°, в диапазоне от 3 до 12°). У пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D) значение PI снизилось с 50,2±12,3° до 42,2±6,1° (в среднем, на 8°, в

диапазоне от 4 до 13°). Такая динамика PI объясняется тем, что у подавляющего большинства пациентов исследуемой группы 2, исходно преобладала передняя нестабильность тазобедренных суставов, при которой происходит смещение центров вращения головок бедер кпереди, следовательно - приводит к увеличению данного параметра. Разница в динамике данного показателя после проведенного оперативного лечения в подгруппах «C» и «D» связана с тем, что пациентам с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов в 71% случаев выполнялась хирургическая коррекция только бедренного компонента. А в подгруппе «D», в подавляющем большинстве случаев (83%) выполняли коррекцию как бедренного, так и тазового компонентов нестабильности, что приводит к более выраженному снижению PI. Дополнительный анализ PI у пациентов с одно- и двусторонней нестабильностью тазобедренных суставов показал вполне ожидаемую разницу: при односторонней нестабильности средние значения его составили 49,6±11,2°, а при двусторонней – 37,8±12,7°. В литературе имеется множество противоречивых сведений о влиянии позвоночно-тазовых параметров на стабильность тазобедренных суставов. В частности, ряд авторов отмечают, что увеличенный тазовый индекс (PI) приводит к коксартрозу в молодом возрасте. Низкие значения PI ассоциируются с проявлениями фемороацетабулярного импинджмент-синдрома и прогрессирующей нестабильности тазобедренного сустава. Однако систематический и количественный анализ имеющихся литературных данных свидетельствует о неубедительности подобных заключений (Saltychev M. et al., 2018). Более того, именно стабильность тазобедренных суставов определяет значение PI. После выполнения хирургической стабилизации тазобедренных суставов в подгруппах C и D значения PI уменьшились с 48,2±11,8° и 50,2±12,3° до 42,6±7,3° и 42,2±8,2° соответственно. Необходимо также отметить, что в исследуемой группе 2 не было пациентов с полным надацетабулярным вывихом головки бедренной кости, данный контингент пациентов был исключен из исследования. Это

связано с тем что PI у таких пациентов, по данным литературы, в результате значительной дислокации головок бедер (особенно у пациентов с двусторонними надацетабулярным вывихами бедер), значительно снижается (средние значения - до 16 градусов) или приобретает отрицательное значение, перестает быть постоянной величиной (может изменяться в течение суток на фоне выраженной нестабильности головок бедер) и утрачивает свое значение – ключевого параметра, участвующего в поддержании сагиттального баланса туловища [47; 48]. У таких пациентов ключевым параметром сагиттального баланса становится поясничный лордоз, благодаря увеличению которого грубых изменений сагиттального баланса удается избежать.

В подгруппе А отмечена была отмечена высокая корреляция PI и SS ($r=0,85$; $t=13,6$ $p<0,001$) до и после оперативного лечения, в 96% случаев отмечена справедливость равенств PI=PT+SS; GLL=1/2PI+40°; SS=1/2PI+15° и GLL=SS+25°. Зависимость между данными параметрами до и после проведенного оперативного лечения не изменилась. В подавляющем большинстве случаев, удалось сформировать физиологический или близкий к физиологическому сагиттальный профиль позвоночника.

У пациентов подгруппы В корреляция между PI и SS была ниже, чем у пациентов подгруппы А ($r=0,78$; $t=9,72$; $p<0,001$) (рис. 5.2.6.), причиной тому является несовершенство нервно-мышечного аппарата на почве имеющейся неврологической патологии. После выполнения хирургической коррекции нейрогенной деформации позвоночника достоверного изменения взаимосвязи между PI и SS не отмечено. В подавляющем большинстве случаев выявлено восстановление соответствия математических равенств. Это подтверждает эффективность восстановления параметров сагиттального баланса туловища после выполнения оперативного лечения пациентам с деформациями позвоночника.

В подгруппе С до оперативного лечения корреляция между PI и SS составляла (r=0,41; t=2,8; p<0,05). После оперативного лечения, в подгруппе пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов отмечен рост взаимосвязи между PI и SS (r=0,66; t=0,63 p<0,001).

В подгруппе «D» до оперативного лечения отмечалась слабая недостоверная корреляция между PI и SS (r=0,37; t=2,84; p<0,05), после выполнения хирургической стабилизации тазобедренного сустава взаимосвязь между PI и SS увеличилась до (r=0,58; p<0,05). При этом, у пациентов второй группы PT незначительно снизился (p>0,05), а SS достоверно уменьшился, в среднем на 11,4±2,31°(p<0,05). В ортостатическом положении тела позвоночник и таз находятся в состоянии баланса относительно бедра таким образом, чтобы ось гравитации проходила через головки бедренных костей.

Таким образом, у пациентов второй группы исследования до оперативного лечения представленные равенства не имели соответствия, кроме: GLL=SS+25° в подгруппе «С». После оперативного лечения у пациентов подгруппы «С» отмечено восстановление справедливости указанных равенств в 98% случаев, а у пациентов подгруппы «D» после хирургической коррекции справедливость указанных равенств была отмечена в 63% случаев. Это свидетельствует о достоверном улучшении состояния сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов второй группы.

У пациентов подгруппы «А» в подавляющем большинстве случаев сформирован физиологический или близкий к физиологическому сагиттальный профиль позвоночника. Анализ тесноты взаимосвязи данных параметров показал среднюю корреляцию (r=0,46; t=4,4; p<0,001) между ТК и GLL. Анализ динамики показателей ТК и GLL у пациентов подгруппы «В» показал их достоверное увеличение после проведенного оперативного лечения. У пациентов с нейрогенными деформациями грудного и

поясничного отделов позвоночника это способствует повышению эффективности механизмов компенсации, которые у данной категории больных развиты в меньшей степени в сравнении с подгруппой «А», из-за сниженного селективного контроля за работой скелетной мускулатуры. Оценка величины угла физиологических изгибов грудного и поясничного отдела позвоночника у пациентов второй группы исследования демонстрирует достоверное уменьшение величины поясничного лордоза. У пациентов подгруппы «С» отмечено достоверное уменьшение GLL с 52,2±8,2° до 48,9±7,4° ($p<0,05$). Величина ТК, при этом имела статистически незначимую тенденцию к увеличению с 28,3±10,6° до 32,5±1,7° ($p>0,01$). Такая динамика изменения ТК, на наш взгляд, свидетельствует о неоднородности пациентов данной подгруппы, в которую вошли пациенты, как с торсионными подвывихами, так и с врожденными вывихами бедра, причем, как односторонние, так и двусторонние. Подобная картина динамики представленных показателей отмечалась у пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов. После выполнения хирургической коррекции нестабильности тазобедренных суставов, в отличие от пациентов подгрупп «А», «В» и «С», между ТК и GLL выявлена слабая недостоверная теснота взаимосвязи ($r=0,29$; $p>0,01$).

Анализ динамики SVA после выполнения оперативного лечения имеющейся ортопедической патологии продемонстрировал приближение этого показателя к референсным значениям по всем подгруппам пациентов, в сравнении с исходной величиной. Данный показатель является динамическим, он позволяет судить о восстановлении общего сагиттального баланса в качестве маркёра положительного результата выполненного оперативного лечения. А

Произведен анализ локальных рентгено-ангулометрических показателей, отражающих стабильность тазобедренных суставов: первой группе исследования, достоверной динамики ШДУ, АТ, СКП, УВС, АИ, УВ

выявлено не было. Отмечена тенденция к приближению СКП, УВС, и УВ к референсным значениям ($p>0,01$). Во второй исследуемой группе, как следует, в результате оперативного лечения отмечено соответствие ШДУ, АТ, СКП, УВС, АИ и УВ референсным значениям.

Наклон таза (ТН) в результате оперативного лечения приведен в соответствие с референсными значениями в подгруппах пациентов с диспластическими деформациями позвоночника и диспластической нестабильностью тазобедренных суставов. В подгруппе «В» отмечена достоверная положительная динамика данного показателя - уменьшение с 15,2±6,7° до 5,9±1,0°, ближе к референсным значениям. Остаточный средний тазовый наклон во фронтальной плоскости является следствием наличия сочетания нервно-мышечной деформации позвоночника с нейрогенной нестабильностью тазобедренного сустава, не нуждавшейся в хирургической коррекции, а также остаточной фронтальной деформацией позвоночника. Фронтальный тазовый наклон тесно коррелировал с величиной ФБ ($r=0,95$; $t=28.49$; $p<0,001$).

Анализ динамики рентгеноангулометрических параметров баланса туловища показал, что врожденные и приобретенные деформации позвоночника, а также нестабильность тазобедренного сустава могут приводить к значительным нарушениям фронтального и сагиттального баланса туловища, доказана высокая эффективность его восстановления путём хирургической коррекции имеющейся ортопедической патологии. Ортопедам, занимающимся хирургией тазобедренных суставов, следует помнить, что у пациентов с нестабильностью тазобедренного сустава увеличивается риск сагиттального дисбаланса. В свою очередь, сагиттальный дисбаланс - прогрессирующее состояние, которое, с течением времени, при истощении компенсаторных механизмов, приводит к значительным двигательным нарушениям, напрямую коррелирует с качеством жизни пациентов. Принципиально важно уделять большее внимание на рентгено-

ангулометрическим позвоночно-тазовым параметрам, так как после реконструктивных вмешательств по поводу нестабильности тазобедренных суставов PI подвергается достоверно значимым ($p<0,05$) изменениям, что свидетельствует о более глобальном влиянии этих оперативных вмешательств на параметры фронтального и сагиттального баланса туловища, оказывая существенное влияние на качество жизни пациентов. Именно поэтому, при наличии конкурирующей патологии тазобедренного сустава и позвоночника, требующих ортопедо-хирургической коррекции, первостепенной является коррекция патологии на уровне тазобедренных суставов.

Таким образом, планирование хирургической коррекции баланса туловища при деформациях позвоночника должно базироваться на параметрах позвоночно-тазовых взаимоотношений, таких как – PI, SS, PT, отклонение SVA и срединной крестцовой линии, а при нестабильности тазобедренных суставов – на основе локальных рентгено-ангулометрических параметров бедренного и ацетабулярного компонентов нестабильности. Это связано с тем, что чем ниже располагается уровень реконструктивной хирургической манипуляции, тем большее влияние она оказывает на фронтальный и сагиттальный баланс туловища.

Анкетирование по опроснику SF-36 было проведено среди 41 из 73 пациентов в подгруппе A (56,16% пациентов); 18 из 25 - в подгруппе B (72%); 22 из 54 - в подгруппе C (40,74%); 27 из 68 – в подгруппе D (39,71%). Представленные результаты анализа динамики качества жизни пациентов до и после перенесённого оперативного лечения по SF-36 позволили судить о высокой степени удовлетворенности пациентов и их родителей результатами проведенного оперативного лечения. Отмечено достоверное улучшение показателей по всем шкалам опросника SF-36 ($p<0,05$). Необходимо отметить, что высокие показатели удовлетворенности результатами проведенных оперативных вмешательств по всем подгруппам пациентов. Это

выражается в повышении показателей физической активности, толерантности к физическими нагрузкам, снижения закомплексованности относительно своего внешнего вида, снижения интенсивности болевого синдрома, увеличение социальных контактов и уровня общения со сверстниками. Пациенты и их родители отмечают появление «сил и энергии» для ведения более активного образа жизни. Сравнительную стандартизированную оценку функциональных возможностей пациентов с деформациями позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов нервно-мышечной этиологии до и после оперативного лечения мы выполняли по шкале-опроснику Gillette FAQ (Gillette Functional Assessment Questionnaire), для пациентов подгрупп B и D.

На основании анализа динамики балльной оценки двигательного статуса пациентов с нервно-мышечными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (подгруппа B) до и после оперативного лечения по Gillette FAQ, мы получили следующее распределение пациентов по изменению количества баллов после хирургического лечения: в 3-х случаях (12%) отмечено повышение оценки двигательного статуса на 2 балла, в 8-ми случаях (32%) и в 14-ти случаях (56%) изменений в балльной оценке двигательного статуса не отмечено. При этом необходимо отметить, что в числе пациентов без послеоперационной динамики двигательного статуса было 8 пациентов (32% от общего числа больных подгруппы B), исходная двигательная активность которых соответствовала 10 баллам по Gillette FAQ. Таким образом, повышение двигательной активности достоверно ($p<0,05$) отмечено в 44% случаев (у 11 из 25 пациентов). В данной подгруппе пациентов, ни в одном случае снижения степени двигательной активности после проведенного оперативного лечения зарегистрировано не было. Таким образом, полученные данные динамики двигательной активности пациентов подгруппы B по Gillette FAQ продемонстрировал высокую эффективность коррекции баланса туловища,

значительно повлиявшую на двигательную активность, и соотвественно, - на качество жизни данной категории пациентов (r=0,74; p,<0,05).

Динамика балльной оценки двигательного статуса пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D) выглядела следующим образом: в 63% случаев (43 пациента) отмечено повышение количества баллов, отражающих физическую активность пациентов. В 37% случаев (59 пациентов) функциональная активность не изменилась, несмотря на нормализацию рентгеноангулометрических параметров, характеризующих стабильность тазобедренного сустава, что связано с течением основного заболевания - ДЦП.

# ВЫВОДЫ

1. Фронтальный баланс здорового ребенка характеризуется совпадением линии отвеса, проведенной от остистого отростка С7 позвонка и вертикальной сакральной линии или разобщением в пределах 0,8±0,4см и горизонтальным положением таза с возможным отклонением в пределах 2,3±1,1°. Сагиттальный баланс характеризуется отклонением сагиттальной вертикальной оси от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 позвонка в пределах 1,1±1,1 см.

2. Основополагающим рентгеноангулометрическим параметром сагиттального баланса является тазовый индекс (PI), который остается неизменным (статичным) при изменении положения тела или позы у пациентов с деформациями грудного и поясничного отдела позвоночника, а у пациентов с нестабильностью тазобедренного сустава приобретает динамический характер. Это сопровождается утратой ценности данного показателя как основы формирования сагиттального позвоночно-тазового баланса.

3. Расширение печеночных вен является дополнительным критерием выбора тактики лечения детей с деформациями позвоночника, что позволяет своевременно направлять подобных пациентов в специализированные лечебные учреждения для проведения оперативного лечения для профилактики нарастания гемодинамических нарушений, обусловленных прогрессированием сколиотической болезни. У пациентов с тяжелыми деформациями позвоночника (более 75° по Cobb) частота встречаемости расширения печеночных вен составила 70,8%. У пациентов с деформациями позвоночника до 50° этот показатель составил 21,4%, у пациентов диспластического фенотипа без деформаций позвоночника - 5%.

4. Выявлена корреляции средней силы между величиной угла сколиотической дуги и выраженностью нарушения функции внешнего дыхания у пациентов с диспластическими деформациями ($r=0,54$; $p<0,001$) и

более высокая зависимость у больных с нейрогенными сколиозами ($r=0,67$; $p<0,01$). Такая разница связана с исходной дисфункцией дыхательной мускулатуры у детей с нейрогенными сколиозами, в то время как у детей с диспластическими деформациями функция внешнего дыхания длительное время может оставаться компенсированной.

5. Исследование взаимосвязи между мобильностью сколиотической дуги и нарушением функции внешнего дыхания показало среднюю корреляцию у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника ($r=0,67$; $p<0,01$) и высокую – у больных с нейрогенными сколиозами ($r=0,88$; $p<0,001$) Это позволяет использовать индекс стабильности в качестве дополнительного критерия, определяющего показание к хирургической коррекции нейрогенных деформаций позвоночника.

6. Разработанный и внедренный в клиническую практику способ хирургической коррекции сагиттального дисбаланса туловища у детей со сгибательными контрактурами тазобедренных суставов устраняет сагиттальный дисбаланс туловища в инкурабельных случаях сгибательных контрактур тазобедренных суставов, что способствует сохранению способности пациента к вертикальному передвижению и существенно повышает качество жизни.

7. Разработанный и внедрённый в клиническую практику способ коррекции нестабильности тазобедренного сустава посредством периацетабулярной тройной остеотомии таза при выраженной гипоплазии вертлужной впадины позволяет восстановить не только костное покрытие головки бедренной кости, но и способствует восстановлению фронтального и сагиттального баланса туловища.

8. Выбор тактики оперативного лечения диспластических и нейрогенных деформаций позвоночника диктуется изменениями фронтального и сагиттального баланса туловища. Выбор тактики хирургической коррекции нестабильности тазобедренного сустава должен быть основан на критериях стабильности тазобедренного сустава, состоянии

вертлужного и бедренного компонента нестабильности. Глобальные параметры баланса туловища у пациентов с нестабильностью тазобедренного сустава восстанавливаются после его хирургической стабилизации самопроизвольно.

9. Результаты оценки качества жизни пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии до и после хирургической коррекции баланса туловища по SF-36 и Gillette FAQ продемонстрировали высокую степень удовлетворенности пациентов и их родителей результатами проведенного оперативного лечения ($p<0,05$). При этом отмечено повышение показателей физической (двигательной) активности, толерантности к физическими нагрузкам, снижение закомплексованности относительно своего внешнего вида, снижение интенсивности болевого синдрома, увеличение социальных контактов и уровня общения со сверстниками.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При коррекции угла поясничного лордоза необходимо необходимо ориентироваться на величину тазового индекса (PI+10°) для достижения сагиттального баланса туловища.

2. Планирование хирургической коррекции сколиотической деформации грудного и поясничного отдела позвоночника должно базироваться на комплексной оценке, как локальных рентгеноангулометрических параметров (угол основной и компенсаторной дуги, ее мобильность, торсия и ротация вершинных позвонков, локализация вершины, протяженность деформации, состояние межпозвонковых дисков, возраст, потенциал роста, наличие стеноза позвоночного канала, и др.), так и глобальных параметров баланса, оцененных по постуральным рентгенограммам на протяжении.

3. Предоперационное планирование целесообразно производить с применением специализированного программного обеспечения (в частности SurgiMap), это позволяет не только облегчить оценку исходных данных, но и симулировать различные варианты мобилизации позвоночника на различных уровнях с целью подбора оптимального метода интраоперационной мобилизации (корригирующей вертебротомии) для полноценного восстановления баланса туловища во фронтальной и в сагиттальной плоскостях.

4. При выполнении клиновидных корригирующих вертебротомий, с целью обеспечения правильной установки имплантов, четкого контроля угла клина остеотомии, снижения рисков неврологических осложнений целесообразно использовать современные методы интраоперационной мобилизации (операционный компьютерный томограф с комбинации с навигационной системой) и аппаратуру для нейрофизиологического мониторинга

5. Для устранения дисбаланса туловища при хирургической коррекции нестабильности тазобедренного сустава достаточно ориентироваться на локальные критерии стабильности сустава, при сохранении абсолютного равенства длины нижних конечностей. После восстановления рентген-анатомических взаимоотношений в суставе параметры фронтального и сагиттального баланса туловища восстанавливаются самопроизвольно.

6. При выполнении корригирующих вертебротомий, с целью снижения интраоперационной кровопотери целесообразно применять современные гемостатические препараты и современное оборудование, в частности ультразвуковой костный скальпель, который значительно сокращает время хирургического пособия, объем кровопотери и безопасен при работе в непосредственной близости к невральным структурам.

7. При амбулаторном наблюдении за пациентом с прогрессирующей деформацией позвоночника необходимо контролировать состояние печеночных вен по данным ультразвукового исследования. Наличие расширенных печеночных вен служит поводом произвести комплексное обследование на предмет определения иных признаков сколиотической болезни, ее своевременное выявление позволит вовремя принять решение о необходимости оперативного лечения.

8. Динамическое наблюдение за пациентом с мобильной нейрогенной деформацией позвоночника рекомендуется осуществлять с применением позиционной пульсоксиметрии (измерение сатурации в вертикальном и горизонтальном положениях), снижение сатурации в вертикальном положении (при клинически выраженном увеличении деформации при вертикализации пациента) может послужить одним из показаний к коррекции и стабилизации позвоночника.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


1. Аверкиев, В.А. Особенности сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с коксовертебральным синдромом / В.А. Аверкиев, А.Л. Кудяшев, В.А. Артюх [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2012. - №4. – С. 49-54.

2. Автандилов, А.Г. Неинвазивная предоперационная оценка состояния кардиореспираторной системы у подростков с тяжелой степенью грудного сколиоза / А.Г. Автандилов, С.Т.Ветрилэ, Р.В. Еналдиева [и др.] // Хирургия позвоночника. - 2012. - № 2. – С. 45-48.

3. Батршин, И.Т. Разновысокость нижних конечностей с перекосом таза и фронтальная деформация позвоночника / И.Т.Батршин, Т.Н.Садовая // Хирургия позвоночника. - 2007. - №3. – С.39-44.

4. Бортулёв, П. И. Влияние тройной остеотомии таза на позвоночно-тазовые соотношения у детей с диспластическим подвывихом бедра / П.И.Бортулёв, С.В.Виссарионов, В.Е. Басков [и др.] // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. - 2019. – Т.7. - №2. – С. 5-16. doi: 10.17816/PTORS725-16

5. Бортулёв, П.И. Клинико-рентгенологические показатели позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра / П.И. Бортулёв, С.В.Виссарионов, В.Е.Басков [и др.] // Травматология и ортопедия России. - 2018. – Т.24. - №3. – С.74-82. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-74-82

6. Васильева, Е.В. Соматическая патология при сколиозе у детей. Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения / Е.В.Васильева, Е.И.Пухлова, К.Г. Голубева // Тез. докл. междунар. симпозиума. М. - 2003. - С.11–12.

7. Власенко, С.В. Современные подходы к консервативной коррекции позы и ходьбы у больных детским церебральным параличом с

формой спастическая диплегия / С.В.Власенко, А.М. Ненько // Вестник физиотерапии и курортологии. - 2015. – Т.21 (2). – С. 109-110.

8. Грязева, Е.Д. Кинематическая модель движения человека и идентификация ее параметров. / Е.Д. Грязева, В.И. Желтков, И.А. Портненко // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. - 2013. – Т.2. - №2. – С.107-111.

9. Дворяковский, И.В. Ультразвуковая диагностика в детской хирургии [текст]. / Под ред. Дворяковского И.В., Беляевой О.А. - М.:Профит, 1997. - 248 с.

10. Дюбуссе, Ж. Достижение гармонии в 3D-коррекции деформаций позвоночника / Ж. Дюбуссе // Хирургия позвоночника. - 2018. - Т.15. - №1, С.101–109. DOI: http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.1.101-109

11. Дюбуссе, Ж. Биомеханические и клинические аспекты переднего доступа при хирургическом лечении кифозов и кифоскоаиозов у детей и подростков / Ж. Дюбуссе // Хирургия позвоночника. - 2010. - №1. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/biomehanicheskie-i-klinicheskie-aspekty-perednego-dostupa-pri-hirurgicheskom-lechenii-kifozov-i-kifoskoaiozob-u-detey-i-podrostkov

12. Дюбуссе, Ж. Позвоночник трехмерен, но не следует путать 3D-выстраивание и 3D-баланс / Ж. Дюбуссе // Хирургия позвоночника. - 2016. - Т.13. - №2. - С.77–85. DOI: http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.77-85.

13. Еналдиева, Р.В. Изменения гемодинамики малого и большого кругов кровообращения при сколиотической болезни / Р.В.Еналдиева, А.Г.Автандилов, С.Т. Ветрилэ [и др.] // Хирургия позвоночника. - 2006. - №1. – С.44-49.

14. Зайдман, А.М. Сколиотическая болезнь: 50-летний опыт исследований / А.М. Зайдман [и др.] // Сибирский научный медицинский журнал. – 2017. - Т.37 (6). - С.76–85.

15. Кадурина, Т.И. Дисплазия соеденительной ткани: путь к диагнозу / Т.И. Кадурина, Л.Н. Аббакумова // Вестник Ивановской медицинской академии. - 2014. - Т.19. - № 3. - С. 5-11.

16. Кифосколиотическая деформация у взрослых. Клинические рекомендации МЗ РФ, 2016.

17. Колесов С.В. Хирургия деформаций позвоночника / С.В. Колесов // Под ред. акад. РАН и РАМН С.П.Миронова. - М: Авторская Академия, 2014. - 272 с.

18. Колесов, С.В. Хирургическая коррекция грудного сколиоза из вентрального и дорсального доступов / С.В. Колесов, С.А. Кудряков, И.А. Шавырин // Журнал «ХИРУРГИЯ ПОЗВОНОЧНИКА». - 2013. - №2. - С. 14–22.

19. Котельников, А.О. «Hip-spine» синдром – взгляд на проблему с точки зрения биомеханики / А.О. Котельников, С.О.Рябых, А.В.Бурцев // Гений ортопедии. - 2019. - Т.25. - №4. - С.541-549. DOI 10.18019/1028-4427-2019-25-4-541-549

20. Лебедева, М.Н. Характеристика тяжелых форм сколиотических деформаций позвоночника / М.Н. Лебедева // Хирургия позвоночника. - 2008. - №4. - С. 65-71.

21. Ленке, Л. Остеотомии позвоночника / Л.Ленке, О.Боши-Аджей, Я.Ванг // – М.: БИНОМ, 2016.

22. Михайловский, М.В. Текущие размышления о хирургии сколиоза / М. В. Михайловский // Хирургия позвоночника. - 2012. - №1. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tekuschie-razmyshleniya-o-hirurgii-skolioza

23. Наследственные и многофакторные нарушения соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики. Тактика ведения / Проект Российских рекомендаций. // Медицинский вестник Северного Кавказа. - 2015. - Т.10. - № 1. - С. 5-35.

24. Неманова, Д.И. Состояние кардиореспираторной системы у подростков с различной степенью сколиоза: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / Д.И. Неманова. - М., 2000.

25. Нечаева, Г.И. Воронкообразная деформация грудной клетки: современное состояние проблемы / Г.И. Нечаева, С.Л.Морозов, Д.В.Черкащенко // Казанский медицинский журнал. - 2007. - Т. 88. - № 5. - приложение. С. 17-21.

26. Нечаева, Г.И. Дисплазия соединительной ткани: основные клинические синдромы, формулировка диагноза, лечение / Г.И.Нечаева, В.М. Яковлев, В.П. Конев [и др.] // Лечащий врач. - 2008. - №2.

27. Никитюк, И.Е. Восстановление опорной функции нижних конечностей у детей с коксартрозом после двустороннего тотального эндопротезирования тазобедренных суставов (биомеханическое исследование) / И.Е. Никитюк, Е.Л. Кононова, В.Е.Басков, Х.Д. Имомов // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2019. – Т.7. - №1. – С.43-50. doi: 10.17816/PTORS7143-50

28. Пантелеев, А.А. Эффективность первичного применения педикулярной субтракционной остеотомии в целях коррекции сагиттального баланса у пациентов с ригидными деформациями позвоночника./ А.А. Пантелеев // Автореф. дисс. …канд. мед. наук. – Москва, 2019.- 29 с.

29. Полиорганные нарушения при дисплазиях соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики. Тактика ведения. / Проект российских рекомендаций. Часть 2. // Медицинский вестник Северного Кавказа. - 2016. - Т.11. - № 2. Вып. 2. - С. 239-263.

30. Попов, И.В. Анализ сагиттального баланса у пациентов травматолого-ортопедического профиля/ И.В.Попов, В.Р.Захарин, В.А.Шаров, А.Д.Кузьминова // Смоленский медицинский альманах. - 2018. - №2. – С.75-78.

31. Прийма, Н.Ф. Определение показаний к хирургическому лечению воронкообразной деформации грудной клетки у детей на основании

данных эхокардиографического исследования / Н.Ф. Прийма, И.А. Комолкин, И.А. Комиссаров [и др.] // Гений ортопедии. - 2012. - №4. - С.53-57.

32. Продан, А.И. Закономерности формирования вертикальной осанки и параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов с хронической люмбалгией и люмбоишиалгией. / А.И.Продан, В.А.Радченко, А.Н.Хвисюк, В.А. Куценко // Хирургия позвоночника. – 2006. - №4. – С.61-69. https://doi.org/10.14531/ss2006.4.61-69

33. Прудникова, О.Г. Биомеханические аспекты сагиттального баланса позвоночника у пациентов с ахондроплазией при удлинении конечностей методом Илизарова / О.Г. Прудникова, А.М. Аранович, Ю.А. Муштаева, А.В. Губин // Хирургия позвоночника. – 2018. – Т.15. - №4. – С.7-14.

34. Прудникова, О.Г. Биомеханические аспекты сагиттального баланса позвоночника у больных с коксартрозом при эндопротезировании (предварительное исследование) / О.Г.Прудникова, О.К. Чегуров, А.С.Тряпичников, Б.В. Камшилов // Гений ортопедии. – 2019. – Т.25 (3). – С.378-387. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-378-387

35. Прудникова, О.Г. Клинико-рентгенологические аспекты сагиттального баланса позвоночника у детей с ахондроплазией / О.Г Прудникова, А.М. Аранович // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2018. – Т.6. - № 4. – С. 6-12.

36. Сертакова, А.В. Перспективы молекулярной диагностики дисплазии тазобедренных суставов у детей / А.В. Сертакова, О.Л.Морозова, С.А.Рубашкин [и др.] // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2017. – Т. 72. – № 3. – С. 195–202.

37. Сошникова, Е.В. Особенности патологического изменения функции внешнего дыхания у пациентов с хирургическими деформациями позвоночника при сколиозе / Е.В. Сошникова, И.А. Ильясевич, Д.К.Тесаков // Ульяновский медикобиологический журнал. - 2016. - №4. – С. 65-66.

38. Суменко В.В. Синдром недифференцированной соединительнотканной дисплазии в популяции детей и подростков: Автореф. дисс.... канд. мед. наук / В.В. Суменко. -Оренбург, 2000. - 40 с.

39. Суменко, В.В. Инновационный подход для разработки региональных показателей ультразвукового исследования органов брюшной полости и почек у детей, проживающих на территориях с различной антропогенной нагрузкой: монография / В.В.Суменко, В.М.Боев, М.И.Пыков, С.Е.Лебедькова. – Оренбург-Москва. / ООО ИПК «Университет», 2015. – 108 с.

40. Суменко, В.В. Клинико-эхографические особенности состояния сердечно-сосудистой системы у детей с пограничным расширением печеночных вен / В.В. Суменко, С.Е.Лебедькова, О.Е.Челпаченко, Н.Н. Каган // Вестник ОГУ. – 2013. - №9 (158).

41. Умнов, В.В. Взаимосвязь сгибательных контрактур в суставах нижних конечностей и сагиттального профиля позвоночника у больных детским церебральным параличом: предварительное сообщение / В.В.Умнов, А.В.Звозиль, Д.В.Умнов, В.А. Новиков // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2016. - Т. 4 (4). – С.71-76.

42. Умнов, В.В. Влияние коррекции кифоза грудо-поясничного отдела позвоночника на двигательную активность у детей с детским церебральным параличом / В.В.Умнов, И.Е. Никитюк, С.В.Виссарионов, О.А.Верещакина // Травматология и ортопедия России. - 2014. - Т.1 (71). – С. 65-71.

43. Умнов, В.В. Кифоз у больных ДЦП - причины его развития и возможности коррекции (обзор литературных источников) / В.В. Умнов // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2015. – Т. 3 (3). – С. 48-51.

44. Хоминец, В.В. Современные подходы к диагностике сочетанной дегенеративно-дистрофической патологии тазобедренного сустава и позвоночника / В.В. Хоминец, А.Л. Кудяшев, В.М. Шаповалов, В.Ф.

Мироевский. // Травматология и ортопедия России. - 2014. - Т.4. - №74. - С.16-26.

45. Шаповалов, В.М. Восстановление сагиттального позвоночно-тазового баланса у больного с сочетанным поражением тазобедренных суставов и позвоночника (клиническое наблюдение) / В.М. Шаповалов, В.А. Аверкиев, А. Л. Кудяшев [и др.] // Гений ортопедии. - 2011. - №3. - С.152-155.

46. Шаповалов, В.М. Фронтальная статическая деформация позвоночно-тазового комплекса у больных с одно и двусторонним коксартрозом / В.М. Шаповалов, В.А. Аверкиев, А. Л. Кудяшев [и др.] // Гений ортопедии. – 2011. - №4. – С. 85-89.

47. Шнайдер, Л.С. Изменения позвоночно-тазового баланса после эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с врожденным вывихом бедра / Л.С. Шнайдер, В.В. Павлов, А.В. Крутько [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2018. - Т.15. - № 4. - С.80-86.

48. Шнайдер, Л.С. Сагиттальные позвоночно-тазовые взаимоотношения у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава Crowe IV ст. По данным сагиттальных рентгенограмм / Л.С. Шнайдер, В.В. Павлов, А.В. Крутько, О.И. Голенков // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25508

49. Шнайдер. Л.С. Лучевой и оптический методы оценки позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с врожденным вывихом бедра / Л.С.Шнайдер, В.Н.Сарнадский, В.В.Павлов // Хирургия позвоночника. - 2019. – Т.16 (1). – С. 63-69.

50. Юсупов, К.С. Рентгеноанатомические и биомеханические особенности пациентов с диспластическим вывихом в тазобедренном суставе / К.С.Юсупов, Е.А.Анисимова, Н.Н.Павленко [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2014. – Т. 10. - №1. – С. 114-119.

51. Яковлев, В.М. Соединительно-тканная дисплазия митрального клапана [текст] / В.М.Яковлев, Р.С. Карпов, Е.В. Шевцова // Томск: Сибирский издательский дом, 2004. -144 с.

52. Ailon, T. Adult spinal deformity surgeons are unable to accurately predict postoperative spinal alignment using clinical judgment alone / T. Ailon, J.K. Scheer, V. Lafage [et al.] //Spine Deform. – 2016. – Vol. 4. - P. 323-329.

53. Akbarnia, B.A. Magnetically controlled growing rods in early onset scoliosis : Indications, timing and treatment / B.A.Akbarnia, G.M.Mundis // Orthopade. – 2019. - Vol.48 (6). – P.477-485. Doi: 10.1007/s00132-019-03755-0

54. Alexandre, AS. Photogrammetry: a proposal of objective assessment of chest wall in adolescent idiopathic scoliosis / AS Alexandre, EF Sperandio, LC Yi [et al.] // Rev Paul Pediatr. - 2019. – Vol.37 (2). – P.225-233. Doi: 10.1590/1984-0462/;2019;37;2;00001

55. Alkhalife, Y.I. New technologies in pediatric spine surgery / Y.I. Alkhalife, K.P.Padhye, R.El-Hawary //Orthop Clin North Am. - 2019. - Vol.50 (1). – P.57-76. Doi: 10.1016/j.ocl.2018.08.014

56. Amăricăi, E. Respiratory function, functional capacity, and physical activity behaviours in children and adolescents with scoliosis / E. Amăricăi, O.Suciu, RR Onofrei [et al.] // J Int Med Res. - 2019. - Doi: 10.1177/0300060519895093

57. Anwar, HA. Segmental pelvic correlation (SPeC): a novel approach to understanding sagittal plane spinal alignment / HA Anwar, JS Butler, T.Yarashi [et al.] // Spine J. – 2015. – Vol.15 (12). – P.2518-2523. Doi: 10.1016/j.spine.2015.09.021

58. Araújo, FA. Associations of anthropometry since birth with sagittal posture at age 7 in a prospective birth cohort: the Generation XXI Study / FA Araújo, R. Lucas, AJ Simpkin [et al.] // BMJ Open. - 2017. – Vol.7(7). - e013412. Doi:10.1136/bmjopen-2016-013412

59. Assi, A. Validation of hip joint center localization methods during gait analysis using 3D EOS imaging in typically developing and cerebral palsy

children. / A. Assi, C. Sauret, A. Massaad [et al.]// Gait Posture. – 2016. - Vol.48. – P.30-35. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.04.028

60. Bai, J. Selecting the LSTV as the lower instrumented vertebra in the treatment of Lenke types 1A and 2A adolescent idiopathic scoliosis: a minimal 3-year follow-up / J. Bai, K.Chen, Q.Wei et [al.] // Spine. - 2018. - Vol.43 (7). - P390-398. Doi: 10.1097/BRS.0000000000002375

61. Barrey, C. Compensatory mechanisms contributing to keep the sagittal balance of the spine / C. Barrey, P. Roussouly, JC Le Huec [et al.] // Eur Spine J. – 2013. – Vol. 22(6). – P.834–841.

62. Bassani, T. Physiological variations in the sagittal spine alignment in an asymptomatic elderly population / T. Bassani, F. Galbusera, A. Luca [et al.] // Spine J. – 2019. – Vol.19 (11). – P.1840-1849. Doi:10.1016/j.spinee.2019.07.016

63. Bauer, J.M. Early onset scoliosis: Is there an improvement in quality of life with conversion from traditional growing rods to magnetically controlled growing rods? / J.M. Bauer, P.Yorgova, G. Neiss [et al.] // J Pediatr Orthop. – 2019. - Vol.39 (4). – P.284-288. Doi: 10.1097/BPO.0000000000001299

64. Bekmez, S. Spinal instrumentation in growing children retards the natural development of pelvic incidence / S.Bekmez, H.G.Demirkiran, O.Dede [et al.] // J Pediatr Orthop. - 2019. - Vol. 39(3). – P.141-145. Doi: 10.1097/BPO.0000000000000882

65. Benditz, A. Comparison of lumbar lordosis in lateral radiographs in standing position with supine MR imaging in consideration of the sacral slope. Vergleich der lumbalen lordose im seitlichen röntgenbild im stehen und der MRT unter besonderer berücksichtigung des „sacral slope“/A.Benditz, D.Boluki, M.Weber [et al.] // Rofo. - 2017. – Vol.189 (3). – P.233-239. Doi:10.1055/s-0042-120112

66. Blondel, B. Posterior global malalignment after osteotomy for sagittal plane deformity: it happens and here is why / B. Blondel, F. Schwab, S. Bess [et al.] // Spine. - 2013. –Vol.38(7).–P.394-401. Doi:10.1097/BRS.0b013e3182872415

67. Borges, P.A. A comparative study of sagittal balance in patients with neuromuscular scoliosis. / P.A.Borges, F.G.B. Zelada, T.F. Dos Santos Barros [et al.] // Clinics (Sao Paulo). – 2017. - Vol.72(8). – P.481-484. Doi: 10.6061/clinics/2017(08)05

68. Borkhuu, B. Factors related to progression of thoracolumbar kyphosis in children with achondroplasia: a retrospective cohort study of forty-eight children treated in a comprehensive orthopaedic center / B. Borkhuu, DK Nagaraju, G. Chan [et al.] // Spine. - 2009. – V0l.34 (16). – P.1699-1705. Doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ac8f9d

69. Bouthors, C. Minimizing spine autofusion with the use of semiconstrained growing rods for early onset scoliosis in children / C. Bouthors, M.T.Izatt, C.J. Adam [et al.] // J Pediatr Orthop. - 2018. - Vol.38(10). – P.562-571. Doi: 10.1097/BPO.0000000000001242

70. Braun, J.T. The challenge of accurate spinal growth assessment inthetreatment of early onset scoliosis with growth-friendly systems / J.T. Braun // Spine J. - 2019. - Vol.19 (5). – P.800-802. Doi: 10.1016/j.spinee.2019.02.009

71. Bredow, J. Lumbar lordosis and sacral slope in lumbar spinal stenosis: standard values and measurement accuracy/ J.Bredow, J. Oppermann, MJ Scheyerer [et al.] //Arch Orthop Trauma Surg. 2015. – Vol.135(5). – P.607-612. Doi:10.1007/s00402-015-2184-z

72. Brink, RC. Three-dimensional pelvic incidence is much higher in (thoraco)lumbar scoliosis than in controls / RC Brink, L. Vavruch, TPC Schlösser [et al.] // Eur Spine J. - 2019. – Vol.28 (3). – P.544-550. Doi:10.1007/s00586-018-5718-6

73. Buckland, AJ. Spinopelvic compensatory mechanisms for reduced hip motion (ROM) in the setting of hip osteoarthritis / AJ Buckland, L. Steinmetz, P.Zhou [et al.] // Spine Deform. - 2019. – Vol.7 (6). – P.923-928. Doi:10.1016/j.jspd.2019.03.007

74. Buell, TJ. Radiographic outcome and complications after single-level lumbar extended pedicle subtraction osteotomy for fixed sagittal malalignment: a

retrospective analysis of 55 adult spinal deformity patients with a minimum 2-year follow-up / TJ Buell, JH Nguyen, MD Mazur [et al.] // J Neurosurg Spine. - 2018. – Vol.30 (2). – P.242-252. Doi:10.3171/2018.7.SPINE171367

75. Burns, S.A. Sign of the buttock following total hip arthroplasty / S.A.Burns, M.Burshteyn, P.E.Mintken // J Orthop Sports Phys Ther. - 2010. – Vol.40 (6). – P.377. DOI: 10.2519/jospt.2010.0410

76. Carbone, M. Treatment of early-onset scoliosis with growing rods in patients with neurofibromatosis-1 / M.Carbone, F.Vittoria, A.Del Sal // J Pediatr Orthop B. - 2019. - Vol.28 (3). – P.278-287. Doi: 10.1097/BPB.0000000000000627

77. Celestre, PC. Spinopelvic parameters: lumbar lordosis, pelvic incidence, pelvic tilt, and sacral slope: what does a spine surgeon need to know to plan a lumbar deformity correction? / PC Celestre, JR Dimar, SD.Glassman // Neurosurg Clin N Am. - 2018. – Vol.29(3). – P.323-329. Doi:10.1016/j.nec.2018.03.003

78. Chaléat-Valayer, E. Pelvic-spinal analysis and the impact of onabotulinum toxin A injections on spinal balance in one child with cerebral palsy / E. Chaléat-Valayer, JC Bernard, J. Deceuninck, P.Roussouly // Child Neurol Open. – 2016. – Vol.3. - 2329048X16679075. Doi:10.1177/2329048X16679075

79. Champagne, PO. Sagittal balance correction following lumbar interbody fusion: a comparison of the three approaches / PO Champagne, C. Walsh, J. Diabira [et al.] // Asian Spine J. - 2019. - Doi: 10.31616/asj.2018.0128

80. Chang, D.G. Importance of distal fusion level in major thoracolumbar and lumbar adolescent idiopathic scoliosis treated by rod derotation and direct vertebral rotation following pedicle screw instrumentation / D.G. Chang, J.H.Yang, S.I. Suk [et al.] // Spine.-2017.–Vol.42(15).–P.890-898. Doi:10.1097/BRS.0000000000001998

81. Chang, D.G. Long-term outcome of selective thoracic fusion using rod derotation and direct vertebral rotation in the treatment of thoracic adolescent

idiopathic scoliosis: more than 10-year follow-up data / D.G. Chang, S.I.Suk, J.H. Kim [et al.] // Clin Spine Surg.-2019. - Doi: 10.1097/BSD.0000000000000833

82. Chen, Z.X. In vitro biomechanical validation of a self-adaptive ratchet growing rod construct for fusionless scoliosis correction / Z.X. Chen, A.K.Kaliya-Perumal, C.C. Niu [et al.] //Spine. - 2019. - Doi: 10.1097/BRS.0000000000003119

83. Cheung, JPY. The importance of sagittal balance in adult scoliosis surgery/ JPY Cheung // Ann Transl Med. – 2020. – Vol.8 (2). – P.35. Doi:10.21037/atm.2019.10.19

84. Cottrill, E. Comparison of sacral-alar-iliac and iliac-only methods of pelvic fixation in early-onset scoliosis at 5.8 years' mean follow-up / E.Cottrill, A.Margalit, C. Brucker, P.D. Sponseller // Spine Deform. - 2019. - Vol.7 (2). – P.364-370. Doi: 10.1016/j.jspd.2018.08.007

85. Czaprowski D., Kotwicki T., Biernat R., Urniaż J., Ronikier A. Physical capacity of girls with mild and moderate idiopathic scoliosis: influence of the size, length and number of curvatures / D. Czaprowski, T.Kotwicki, R.Biernat [et al.] // Eur Spine J. - 2012. - Vol. 21(6). – P. 1099–1105. Doi: 10.1007/s00586-011-2068-z

86. Damet, J. Occupational and patient exposure as well as image quality for full spine examinations with the EOS imaging system / J. Damet, P. Fournier, P. Monnin [et al.] // Med Phys. - 2014. – Doi: 10.1118/1.4873333

87. Decker, S. Sagittal balance of the spine-clinical importance and radiographic assessment / S. Decker, CW Müller, M. Omar [et al.] // Orthop Unfall. - 2016. - Vol. 154 (2). – P.128-133.

88. Dede, O. The development of thoracic vertebral sagittal morphology during childhood / O. Dede, K. Büyükdogan, HG Demirkıran [et al.] // Spine Deform. – 2016. – Vol.4 (6). – P.391-394. Doi:10.1016/j.jspd.2016.08.001

89. Dede, O. Utilizing the "stable-to-be vertebra" saves motion segments in growing rods treatment for early-onset scoliosis / O. Dede, G.Demirkiran,

S.Bekmez [et al.] // J Pediatr Orthop. - 2016. - Vol.36(4). – P.336-42. Doi: 10.1097/BPO.0000000000000467

90. Delikaris, A. Implant density at the apex is more important than overall implant density for 3D correction in thoracic adolescent idiopathic scoliosis using rod derotation and en bloc vertebral derotation technique / A. Delikaris, X. Wang, L. Boyer [et al.] // Spine. – 2018. – Vol.43(11). – P.639-647. Doi:10.1097/BRS.0000000000002465

91. Diebo, B.G. Pelvic incidence: the great biomechanical effort / B.G. Diebo, V.Lafage, F. Schwab // Spine. - 2016. - Vol. 41. - P.21–22. Doi: 10.1097/BRS.0000000000001430

92. Diebo, B.G. The Dubousset functional test is a novel assessment of physical function and balance. / B.G. Diebo, V. Challier, N.V. Shah [et al.] // Clin Orthop Relat Res. – 2019. - Doi: 10.1097/CORR.0000000000000820

93. Dobbs M. B., Goldstein J. A. Neuromuscular Scoliosis / M.B. Dobbs, J.A. Goldstein // Medscape, Feb 14, 2019.

94. Dubousset, J. Use of EOS imaging for the assessment of scoliosis deformities: application to postoperative 3D quantitative analysis of the trunk / J. Dubousset, B. Ilharreborde, J.-C. Le Huec //Eur Spine J. – 2014. - Vol.23 (4). - P. 468.

95. Dumpa, SR. Reciprocal changes in sagittal alignment in adolescent idiopathic scoliosis patients following strategic pedicle screw fixation / SR Dumpa, AP Shetty, SN Aiyer [et al.] // Asian Spine J. - 2018. – Vol.12 (2). – P.300-308. Doi:10.4184/asj.2018.12.2.300

96. Duval-Beaupère, G. Visualization on full spine radiographs of the anatomical connections of the centres of the segmental body mass supported by each vertebra and measured in vivo / G. Duval-Beaupère, G.Robain // Int Orthop. - 1987. – Vol.11 (3). – P.261-269.

97. Eardley-Harris, N. The effectiveness of selective thoracic fusion for treating adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review protocol / N. Eardley-

Harris, Z.Munn, P.J. Cundy, T.J. Gieroba // JBI Database System Rev Implement Rep. - 2015. -Vol.13(11). – P.4-16. Doi: 10.11124/jbisrir-2015-2338

98. Eyvazov, K. The association of lumbar curve magnitude and spinal range of motion in adolescent idiopathic scoliosis: a cross-sectional study / K. Eyvazov, D. Samartzis, J.P. Cheung // BMC Musculoskelet Disord. - 2017. - Vol.18 (1). – P.51. Doi: 10.1186/s12891-017-1423-6

99. Faldini, C. Direct vertebral rotation and differently shaped dual rod translation technique in adolescent idiopathic scoliosis / C. Faldini, F. Perna, R. Borghi [et al.] // J Biol Regul Homeost Agents. - 2017. - Vol.31 (4 suppl 1). – P.91-96.

100. Fang, MQ. Long-term effects of the Chêneau brace on coronal and sagittal alignment in adolescent idiopathic scoliosis / MQ Fang, C. Wang, GH Xiang [et al.] // J Neurosurg Spine. – 2015. – Vol.23 (4). – P.505-509. Doi:10.3171/2015.2.SPINE14970

101. Fedorak, G.T. Optimization of casting in early-onset scoliosis / G.T.Fedorak, P.J.Stasikelis, A.M.Carpenter [et al.] //J Pediatr Orthop. – 2019. – Vol.39 (4). – P.303-307. Doi: 10.1097/BPO.0000000000001288

102. Ferrero, E. Analysis of an unexplored group of sagittal deformity patients: low pelvic tilt despite positive sagittal malalignment / E. Ferrero, S. Vira, CP Ames [et al.] // Eur Spine J. - 2016. – Vol.25 (11). – P.3568-3576. Doi:10.1007/s00586-015-4048-1

103. Ferrero, E. Role of thoracoscopy for the sagittal correction of hypokyphotic adolescent idiopathic scoliosis patients. / E. Ferrero, S.Pesenti, B.Blondel [et al.] // Eur Spine J. - 2014. – Vol. 23 (12). – P.2635-2642. Doi: 10.1007/s00586-014-3566-6

104. Ferrero, E. Tridimensional analysis of rotatory subluxation and sagittal spinopelvic alignment in the setting of adult spinal deformity. / E. Ferrero, R.Lafage, B.G Diebo [et al.] // Spine Deform. – 2017. - Vol.5(4). – P.255-264. Doi: 10.1016/j.jspd.2017.01.003

105. Fischer, C.R. Optimal lowest instrumented vertebra for thoracic adolescent idiopathic scoliosis / C.R. Fischer, L.G.Lenke, K.H. Bridwell [et al.] //Spine Deform. - 2018. - Vol.6 (3). – P.250-256. Doi: 10.1016/j.jspd.2017.10.002

106. Fitzgerald, R. Three-dimensional radiographic analysis of two distinct Lenke 1A curve patterns / R. Fitzgerald, V.V.Upasani, T.P Bastrom [et al] // Spine Deform. – 2019. – Vol. 7(1). – P.66-70. Doi: 10.1016/j.jspd.2018.06.005

107. Floccari, LV. Delayed dural leak following posterior spinal fusion for idiopathic scoliosis using all posterior pedicle screw technique / LV Floccari, AN Larson, AA Stans [et al.] // J Pediatr Orthop. - 2017. – Vol.37(7). – P.415-420. Doi:10.1097/BPO.0000000000001008

108. Gallagher, KM. A radiographic assessment of lumbar spine posture in four different upright standing positions / KM Gallagher, M. Sehl, JP Callaghan // Clin Biomech (Bristol, Avon). - 2016. - Vol.37. – P.131-136. Doi: 10.1016/j.clinbiomech.2016.07.004

109. Ghasemi, A. Distal junctional kyphosis in patients with Scheuermann's disease: a retrospective radiographic analysis / A. Ghasemi, T. Stubig, L.A Nasto [et al.] // Eur Spine J. - 2017. – Vol.26 (3). – P.913-920. Doi:10.1007/s00586-016-4924-3

110. Girod, P.P. Asymmetric pedicle subtractionosteotomy (aPSO) guided by a 3D-printed model to correct a combined fixed sagittal and coronal imbalance. / P.P.Girod, S. Hartmann, P.Kavakebi [et al.] // Neurosurg Rev. - 2017. - Vol.40 (4). – P.689-693. Doi: 10.1007/s10143-017-0882-4

111. Glard, Y. Hip flexion contracture and lumbar spine lordosis in myelomeningocele / Y.Glard, F. Launay, E. Viehweger [et al.] // J Pediatr Orthop. – 2005. – Vol.25 (4). – P.476-478. Doi:10.1097/01.bpo.0000161099.46339.eb

112. Glassman, S.D. Sagittal balance is more than just alignment: why PJK remains an unresolved problem / S.D. Glassman, M.P.Coseo, L.Carreon // Scoliosis Spinal Disord. - 2016. - Vol.11. – P.1. Doi: 10.1186/s13013-016-0064-0

113. Gorton, GE. Gillette Functional Assessment Questionnaire 22-item skill set: factor and Rasch analyses. / GE Gorton, JL Stout, AM Bagley[et al] // Dev Med Child Neurol. - 2011. – Vol.53 (3). – P.250-255.

114. Guzman, JZ. New paradigms in the continuum of spine care: from newborns to elderly patients / JZ Guzman, AN Larson, JO Sanders [et al.] // Instr Course Lect. - 2019. – Vol.68. – P.289-304.

115. Han, X. Clavicle chest cage angle difference: is it a radiographic and clinical predictor of postoperative shoulder imbalance in Lenke I adolescent idiopathic scoliosis? / X. Han, Z. Liu, Y. Qiu [et al.] // Spine. - 2016. - Vol. 41 (17). - P1346-1354.

116. Hayden, AM. The effect of pelvic motion on spinopelvic parameters / AM Hayden, AM Hayes, JL Brechbuhler [et al.] // Spine J. - 2018. – Vol.18 (1). – P.173-178. Doi:10.1016/j.spinee.2017.08.234

117. Hey, H.W. How the spine differs in standing and in sitting—important considerations for correction of spinal deformity / H.W. Hey, A.Q.Teo, K.A.Tan [et al.] // Spine J. – 2016. - 10.1016/j.spinee.2016.03.056; pii: S1529-9430(16)30028-6

118. Hong, JY. Evaluation of the three-dimensional deformities in scoliosis surgery with computed tomography: efficacy and relationship with clinical outcomes / Jae-Young Hong, Seung-Woo Suh, T.R. Easwar // Spine. – 2011. - Vol.36 (19). – P.1259-1265.

119. Horton, W.C. Is there an optimal patient stance for obtaining a lateral 36” radiograph?: A critical comparison of three techniques / W.C.Horton, C.W. Brown, K.H. Bridwell [et al.] // Spine. - 2005. - Vol.30(4). - P.427-433.

120. Huang, JC. Can fusion to S1 maintain favorable surgical outcomes following one-level pedicle subtraction osteotomy in patients with thoracolumbar kyphosis secondary to ankylosing spondylitis? / JC Huang, WY Diao, BP Qian [et al.] // Eur Spine J. – 2020. - 10.1007/s00586-020-06538-w. Doi:10.1007/s00586-020-06538-w

121. Huh, S. Cardiopulmonary function and scoliosis severity in idiopathic scoliosis children / S.Huh, L.Y.Eun, N.K. Kim [et al.] // Korean J Pediatr. – 2015. - Vol.58 (6). – P.218–223. Doi: 10.3345/kjp.2015.58.6.218

122. Ilharreborde, B. EOS microdose protocol for the radiological follow-up of adolescent idiopathic scoliosis / B. Ilharreborde, E. Ferrero, M. Alison, K. Mazda // Eur Spine J. - 2016. - Vol.25 (2). – P.526-531.

123. Illés, S.T. Reckoning: assessment of 21 years' work in spinal surgery. / S.T. Illés //Orv Hetil. – 2015. – Vol.156 (15). – P.598-607. Doi: 10.1556/OH.2015.30108

124. Illés, T.S. The third dimension of scoliosis: the forgotten axial plane. / T.S. Illés, F.Lavaste, J.F. Dubousset // Orthop Traumatol Surg Res. - 2019. – Vol.105 (2). – P.351-359. Doi: 10.1016/j.otsr.2018.10.021

125. Imai, N. Evaluation of pelvic morphology in female patients with developmental dysplasia of the hip using three-dimensional computed tomography: A cross-sectional study / N.Imai, D.Miyasaka, K.Tsuchiya [et al.] // J Orthop Sci. - 2018. - Vol23(5). – P.788-792. Doi:10.1016/j.jos.2018.05.004

126. Ipp, L. The findings of preoperative cardiac screening studies in adolescent idiopathic scoliosis / L. Ipp, P.Fly, J.Blanco [et al.] // Journal of Pediatric Orthopaedics. - 2011 – Vol.31 (7). - P.764–766.

127. Jeszenszky, D. Surgical growth guidance with non-fused anchoring segments in early-onset scoliosis / D.Jeszenszky, B. Kaiser, M. Meuli [et al.] // Eur Spine J. – 2019. - Vol.28 (6). – P.1301-1313. Doi: 10.1007/s00586-019-05934-1

128. Jiang, H. Coronal imbalance after selective posterior thoracic fusion in patients with Lenke 1 and 2 adolescent idiopathic scoliosis / H.Jiang, W. Shao, E.Xu [et al.] // Biomed Res Int. – 2018. - Doi: 10.1155/2018/3476425

129. Joukhadar, N. Superior extension of upper instrumented vertebrae in distraction-based surgery: a surrogate for clinically significant proximal junctional kyphosis / N.Joukhadar, O.Kubat, J.Heflin [et al.] // Spine Deform. – 2019. - Vol.7 (2). – P.371-375. Doi: 10.1016/j.jspd.2018.08.011

130. Kanto, M. Influence of spinopelvic alignment on pelvic tilt after total hip arthroplasty / M. Kanto, K. Maruo, T.Tachibana [et al.] // Orthop Surg. - 2019. – Vol.11 (3). – P.438-442. Doi:10.1111/os.12469c

131. Kim, do Y. The thoracic lordosis correction improves sacral slope and walking ability in neuromuscular scoliosis / Y. Kim, ES Moon, JO Park [et al.] // Clin Spine Surg. – 2016. – Vol.29 (8). – P.413-420. Doi:10.1097/BSD.0b013e318294368e

132. Kim, JY. Usefulness of simple rod rotation to correct curve of adolescent idiopathic scoliosis / JY Kim, K.Song, KH Kim [et al.] // J Korean Neurosurg Soc. – 2015. – Vol.58 (6). – P.534-538. Doi:10.3340/jkns.2015.58.6.534

133. Kuroya, S. Hooks at the upper instrumented vertebra can adjust postoperative shoulder balance in patients with adolescent idiopathic scoliosis: 5 years or more of follow-up / S.Kuroya, T.Akazawa, T. Kotani [et al.] //Asian Spine J. - 2019. - Doi: 10.31616/asj.2018.0206

134. Lafage, R. Age-adjusted alignment goals have the potential to reduce PJK / R. Lafage, F.Schwab, S.Glassman [et al.] // Spine. - 2017.-Vol.42(17).– P.1275-1282. Doi: 10.1097/BRS.0000000000002146

135. Lafage, V. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity / V. Lafage, F. Schwab, A. Patel [et al.] // Spine. – 2009. – Vol.34(17). – P.599-606. Doi:10.1097/BRS.0b013e3181aad219

136. Lafage, V. Preoperative planning for pedicle subtraction osteotomy: does pelvic tilt matter? / V. Lafage, B. Blondel, JS Smith [et al.] // Spine Deform. - 2014. – Vol.2 (5). – P.358-366. Doi:10.1016/j.jspd.2014.05.006

137. Lamerain, M. All-pedicle screw fixation with 6-mm-diameter cobalt-chromium rods provides optimized sagittal correction of adolescent idiopathic scoliosis / M. Lamerain, M. Bachy, A.Dubory [et al] // *Clin Spine Surg*. – 2017. – Vol.30(7). – P.857-863. Doi:10.1097/BSD.0000000000000413

138. Lampe, L.P. Magnetically controlled growing rods in treatment of early-onset scoliosis: a single center study with a minimum of 2-year-follow up and preliminary results after converting surgery / L.P.Lampe, A.S.Bövingloh, G.Gosheger [et al.] // Spine. - 2019. - Doi: 10.1097/BRS.0000000000003048

139. Laouissat, F. Classification of normal sagittal spine alignment: refounding the Roussouly classification / F. Laouissat, A. Sebaaly, M. Gehrchen, P. Roussouly // Eur Spine J. - 2018. – Vol.27 (8). – P.2002-2011. Doi:10.1007/s00586-017-5111-xc

140. Larson, A.N. Spine deformity with fused ribs treated with proximal rib- versus spine-based growing constructs / A.N.Larson, F.J.Baky, T.St Hilaire [et al.] //Spine Deform. - 2019. - Vol.7(1). – P.152-157. Doi: 10.1016/j.jspd.2018.05.011

141. Law, J. Safe parameters for utilizing magnetic growth rods in patient with a vagal nerve stimulator and case report / J.Law, J.H. Shahbazian, M.J. Elliott // J Pediatr Orthop. – 2019. - Vol.39 (4). – P.289-292. Doi: 10.1097/BPO.0000000000001294

142. Lazennec, J. Total hip prostheses in standing, sitting and squatting positions: an overview of our 8 years practice using the EOS imaging technology / J. Lazennec, M. Rousseau, A. Brusson [et al.] // Open Orthop J. - 2015. – Vol.9. – P.26–44. Doi: 10.2174/1874325001509010026

143. Le Huec, JC. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects./ JC Le Huec, K Hasegawa // Eur Spine J. - (2016). - https://doi.org/10.1007/s00586-016-4485-5

144. Le Navéaux, F. Are there 3D changes in spine and rod shape in the 2 years after adolescent idiopathic scoliosis instrumentation? / F.Le Navéaux, H.Labelle, S. Parent // Spine. – 2017. - Vol. 42 (15). – P.1158-1164.

145. Lee, C.S. A retrospective study to reveal factors associated with postoperative shoulder imbalance in patients with adolescent idiopathic scoliosis

with double thoracic curve / C.S. Lee, C.J. Hwang, E.J. Lim [et al.] // J Neurosurg Pediatr. - 2016. - Vol.25 (6). – P.744-752.

146. Lee, SM. Effect of correction of the contractured flexed osteoarthritic knee on the sagittal alignment by total replacement / SM Lee, MG Yoon, MS Moon [et al.] // Asian Spine J. - 2013. - Vol.7(3). – P.204-211. Doi: 10.4184/asj.2013.7.3.204.

147. Li, RT. Use of the false-profile radiographic view to measure pelvic incidence / RT Li, RW Liu, M. Neral [et al.] // Am J Sports Med. – 2018. – Vol.46(9). – P.2089-2095. Doi:10.1177/0363546518780938

148. Liu, S. Likelihood of reaching minimal clinically important difference in adult spinal deformity: a comparison of operative and nonoperative treatment / S. Liu, F.Schwab, J.S. Smith [et al.] // Ochsner J. – 2014. – Vol.14(1). – P.67-77.

149. Liu, S.R. Discrepancies in preoperative planning and operative execution in the correction of sagittal spinal deformities / S.R. Liu, B. Moal, V.Lafage [et al.] // The Spine Journal. - 2014. – Vol. 14 (11). - P.3-4.

150. Liu, Z. Role of clavicle chest cage angle difference in predicting postoperative shoulder balance in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis patients after selective posterior fusion / Z. Liu, ZS Hu, Y. Qiu [et al.] // Orthop Surg. - 2017. - Vol.9 (1). – P.86-90. Doi: 10.1111/os.12305

151. Liu, Z. Analysis of radiographic parameters relevant to the lowest instrumented vertebrae and postoperative coronal balance in Lenke 5C patients / Z.Liu, J.Guo, Z.Zhu [et al.] // Eur Spine J. - 2013. – Vol. 22. – P. 2392. https://doi.org/10.1007/s00586-013-2808-3

152. Liu, Z. Role of the upper and lowest instrumented vertebrae in predicting the postoperative coronal balance in Lenke 5C patients after selective posterior fusion / Z. Liu, J. Guo, Z. Zhu [et al.] // Eur Spine J. - 2013. – Vol. 22(11). – P. 2392–2398.

153. Louer, C Jr. Ten-year outcomes of selective fusions for adolescent idiopathic scoliosis / C. Jr. Louer, B.Yaszay, M.Cross [et al.] // J Bone Joint Surg Am. – 2019. – Vol.101(9). – P.761-770. Doi:10.2106/JBJS.18.01013

154. Luo, M. Does three-dimensional printing plus pedicle guider technology in severe congenital scoliosis facilitate accurate and efficient pedicle screw placement? / M. Luo, W. Wang, N. Yang, L. Xia // Clin Orthop Relat Res. – 2019. – Vol.477 (8). – P.1904-1912. Doi:10.1097/CORR.0000000000000739

155. Ma, Q. Coronal balance vs. sagittal profile in adolescent idiopathic scoliosis, are they correlated? / Q. Ma, L. Wang, L. Zhao [et al.] // Front Pediatr. - 2020. – Vol.7. – P.523. Doi:10.3389/fped.2019.00523

156. Mac-Thiong, JM. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth / JM Mac-Thiong, E. Berthonnaud, JR Dimar [et al.] // Spine. - 2004. – Vol. 29(15). – P.1642-1647. Doi: 10.1097/01.BRS.0000132312.78469.7B

157. Maekawa, A. Impact of pelvic incidence on change in lumbo-pelvic sagittal alignment between sitting and standing positions / A. Maekawa, K. Endo, H Suzuki [et al.] // Eur Spine J. - 2019. – Vol.28 (9). – P.1914-1919. Doi:10.1007/s00586-019-05891-9

158. Margalit, A. Growth-friendly spine surgery in Escobar syndrome / A. Margalit, P.D.Sponseller, R.E. McCarthy [et al.] //J Pediatr Orthop. – 2019. - Vol.39(7). – P.506-513. Doi: 10.1097/BPO.0000000000001315

159. Martínez-Llorens, J. Muscle dysfunction and exercise limitation in adolescent idiopathic scoliosis / J. Martínez-Llorens, M.Ramírez, M.J.Colomina [et al.] // Eur Respir J. - 2010. - Vol. 36 (2). – P.393-400.

160. Marty, C. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients / C. Marty, B. Boisaubert, H. Descamps [et al.] // Eur Spine J. - 2002. – Vol.11(2). – P.119-125. Doi: 10.1007/s00586-001-0349-7

161. Mathews, C.S. Expansion thoracoplasty as a life-saving procedure in an adolescent with severe spinal deformity and sacral agenesis / C.S.Mathews,

D.B.Bumpass, F.L.McCullough, R.E.McCarthy //Spine Deform. - 2019. – Vol.7(1). – P.171-175. Doi: 10.1016/j.jspd.2018.06.002

162. Matsumoto, H. Unintended change of physiological lumbar lordosis and pelvic tilt after posterior spinal instrumentation and fusion for adolescent idiopathic scoliosis: how much is too much? / H. Matsumoto, ND Colacchio, FJ Schwab [et al.] // Spine Deform. – 2015. – Vol.3 (2). – P.180-187. Doi:10.1016/j.jspd.2014.08.010

163. Matsuyama, Y. Hip-spine syndrome: total sagittal alignment of the spine and clinical symptoms in patients with bilateral congenital hip dislocation / Y. Matsuyama, Y.Hasegawa, H.Yoshihara [et al.] // Spine. - 2004. – Vol.29. – P.2432–2437.

164. McCarthy J.J., Betz R.R. The relationship between tight hamstrings and lumbar hypolordosis in children with cerebral palsy. / J.J.McCarthy, R.R. Betz // Spine. - 2000. – Vol.25. – P.211-213.

165. Melhem, E. EOS(®) biplanar X-ray imaging: concept, developments, benefits, and limitations. / E. Melhem, A. Assi, R. El Rachkidi, I. Ghanem // J Child Orthop. - 2016. - Vol.10(1). – P.1-14. Doi: 10.1007/s11832-016-0713-0

166. Miękisiak, G. The titanium-made growth-guidance technique for early-onset scoliosis at minimum 2-year follow-up: a prospective multicenter study/ G. Miękisiak, K.Kołtowski, P.Menartowicz [et al.] // Adv Clin Exp Med. - 2019. - Doi: 10.17219/acem/102269

167. Moal, B. International Spine Study Group. Radiographic Outcomes of Adult Spinal Deformity Correction : A Critical Analysis of Variability and Failures Across Deformity Patterns. / B. Moal, F. Schwab, C. Ames [et al.] // Spine Deformity. – 2014. – Vol.2 (3). - P. 219-225.

168. Morel, B. Dose, image quality and spine modeling assessment of biplanar EOS micro-dose radiographs for the follow-up of in-brace adolescent idiopathic scoliosis patients / B. Morel, S. Moueddeb, E. Blondiaux [et al.] // Eur Spine J. - 2018. - Vol.27 (5). – P.1082-1088.

169. Musapoor, A. A finite element study on intra-operative corrective forces and evaluation of screw density in scoliosis surgeries / A.Musapoor, M.Nikkhoo, M.Haghpanahi // Proc Inst Mech Eng H. - 2018. – Vol.232(12). – P.1245-1254. Doi:10.1177/0954411918810707

170. Ng, KCG. Anatomic predictors of sagittal hip and pelvic motions in patients with a cam deformity / KCG Ng, M. Lamontagne, JRT Jeffers [et al.] // Am J Sports Med. - 2018. – Vol.46 (6). – P.1331-1342. Doi:10.1177/0363546518755150

171. Ng, SY. Imaging in the diagnosis and monitoring of children with idiopathic scoliosis / SY Ng, J. Bettany-Saltikov // Open Orthop J. - 2017. – Vol.11. – P.1500-1520.

172. Nikouei, F. Complications of fusionless correction of early onset scoliosis using dual growing rods / F. Nikouei, H.Ghandhari, E.Ameri [et al.] //Arch Iran Med. – 2018. - Vol.21 (12). – P.595-599.

173. Noshchenko, A. Spinopelvic parameters in asymptomatic subjects without spine disease and deformity: a systematic review with meta-analysis. / A.Noshchenko, L. Hoffecker, C.M.J. Cain [et al.] // Clin Spine Surg. – 2017. – Vol.30(9). – P.392-403. Doi: 10.1097/BSD.0000000000000533

174. Novacheck, T.F. Examination of the child with cerebral palsy / T.F. Novacheck, J.P. Trost, S. Sohrweide // Orthop. Clin. North Am. - 2010. - Vol. 41 (4). - P. 469-88.

175. Novacheck,T.F. Reliability and validity of the Gillette Functional Assessment Questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities / TF Novacheck, JL Stout, R.Tervo // J Pediatr Orthop. - 2000. – Vol.20 (1). – P.75-81.

176. Oetgen, M.E. Cost-Effectiveness of magnetically controlled growing rods: who really benefits? / M.E.Oetgen, E.M.McNulty, A.L.Matthews //Spine Deform. - 2019. - Vol.7 (3). – P.501-504. Doi: 10.1016/j.jspd.2018.09.066

177. Okamoto, M. Sagittal balance measures are more reproducible when measured in 3D vs in 2D using full-body EOS® images. / M. Okamoto, F.Jabour,

K.Sakai [et al.] // European Radiology. - 2018, Vol. 28 (11). - P. 4570–4577. https://doi.org/10.1007/s00330-018-5485-0

178. Oksanen, H. Posterior spinal fusion extended to stable vertebra provides similar outcome in juvenile idiopathic scoliosis patients compared with adolescents with fusion to the touched vertebra / H. Oksanen, M.Lastikka, L. Helenius [et al.] //Scand J Surg. - 2019. - Vol.108(1). – P.83-89. Doi: 10.1177/1457496918798193

179. Oore, J. Children's spine study group; growing spine study group / J.Oore, B.Connell, B.Yaszay [et al.] // J Pediatr Orthop. - 2019. – Vol.39(8). – P.597-601. Doi: 10.1097/BPO.0000000000001123

180. Oore, J. Growth friendly surgery and serial cast correction in the treatment of early-onset scoliosis for patients with Prader-Willi syndrome / J. Oore, B.Connell, B.Yaszay [et al.] // J Pediatr Orthop. – 2019. - Vol.39(8). – P.597-601. Doi: 10.1097/BPO.0000000000001123

181. Ouyang, Z. Biomechanical analysis of a growing rod with sliding pedicle screw system for early-onset scoliosis / Z.Ouyang, W.Wang, N.Vaudreuil [et al.] // J Healthc Eng. – 2019. - Doi: 10.1155/2019/9535070

182. Ozer, A.F. Sagittal balance in the spine / A.F. Ozer, T.Kaner, Ç. Bozdoğan // Turkish Neurosurgery. - 2014. - Vol. 24 (1). - P.13-19.

183. Pasha, S. Outcomes of selective thoracic fusion for Lenke 1 adolescent idiopathic scoliosis: predictors of success from the sagittal plane / S. Pasha, JM Flynn, WN Sankar //Eur Spine J. - 2018. - Vol.27 (9). – P.2223-2232. Doi: 10.1007/s00586-018-5553-9

184. Pasha, S. Preoperative sagittal spinal profile of adolescent idiopathic scoliosis Lenke types and non-scoliotic adolescents: a systematic review and meta-analysis / S. Pasha, K.Baldwin // Spine. - 2019. – Vol.15. - 44(2). – P.134-142. Doi: 10.1097/BRS.0000000000002748

185. Passias, PG. Full-body radiographic analysis of postoperative deviations from age-adjusted alignment goals in adult spinal deformity correction

and related compensatory recruitment / PG Passias, CM Jalai, BG Diebo [et al.] // Int J Spine Surg. – 2019. – Vol.13(2). – P.205-214. Doi:10.14444/6028

186. Pedersen, PH. A reduced micro-dose protocol for 3D reconstruction of the spine in children with scoliosis: results of a phantom-based and clinically validated study using stereo-radiography/ PH Pedersen, C. Vergari, A. Alzakri [et al.] // Eur Radiol. - 2019. - Vol. 29 (4). – P.1874-1881.

187. Pesenti, S. The amount of proximal lumbar lordosis is related to pelvic incidence / S. Pesenti, R.Lafage, D.Stein [et al.] // Clin Orthop Relat Res. - 2018. – Vol.476 (8). – P.1603-1611. Doi:10.1097/CORR.0000000000000380

188. Pizones, J. Impact of adult scoliosis on roussouly sagittal shape classification. / J.Pizones, M.B.Martin, F.J.S. Perez-Grueso [et al.] // Spine. – 2019. – Vol.15. - 44(4). – P.270-279. Doi: 10.1097/BRS.0000000000002800

189. Pumberger, M. Spinal deformity surgery: a critical review of alignment and balance. / M. Pumberger, H.Schmidt, M.Putzier //Asian Spine J. - 2018. - Vol.12 (4). – P.775-783. Doi: 10.31616/asj.2018.12.4.775

190. Qin, X. Natural history of postoperative adding-on in adolescent idiopathic scoliosis: what are the risk factors for progressive adding-on? / X.Qin, C.Xia, L.Xu [et al.] // Biomed Res Int. - 2018. - Doi: 10.1155/2018/3247010

191. Qin, X. Selecting the last "substantially" touching vertebra as lowest instrumented vertebra in Lenke type 1A curve: radiographic outcomes with a minimum of 2-year follow-up / X.Qin, W.Sun, L. Xu [et al.] // Spine. - 2016. - Vol.41(12). – P.742-750. Doi: 10.1097/BRS.0000000000001374

192. Raux, S. Estimation of sagittal pelvic orientation from frontal standard radiograph using the sacral-femoral-pubic angle: feasibility study in the pediatric population / S. Raux, K. Abelin-Genevois, B.Blondel [et al.] // Eur Spine J. – 2015. – Vol.24 (6). – P.1143-1147. Doi:10.1007/s00586-014-3404-x

193. Reinker K.A. CORR Insights®: preventing fusion mass shift avoids postoperative distal curve adding-on in adolescent idiopathic scoliosis / K.A. Reinker // Clin Orthop Relat Res. - 2017. - Vol.475 (5). – P.1461-1462. Doi: 10.1007/s11999-017-5256-2

194. Ries, Z. Selective thoracic fusion of Lenke I and II curves affects sagittal profiles but not sagittal or spinopelvic alignment: a case-control study/ Z. Ries, B.Harpole, C.Graves [et al.] // Spine. - 2015. - Vol.40 (12). – P.926-34. Doi: 10.1097/BRS.0000000000000861

195. Rong, T. Vertebral growth around distal instrumented vertebra in patients with early-onset scoliosis who underwent traditional dual growing rod treatment / T. Rong, J.Shen, K.Kwan [et al.] // Spine. - 2019. - Vol.44 (12). – P.855-865. Doi: 10.1097/BRS.0000000000002957

196. Roussouly, P. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology / P. Roussouly, J.L. Pinheiro-Franco // Eur Spine J. – 2011. – Vol.20 (5). – P.609-618. DOI: 10.1007/s00586-011-1928-x

197. Russo, C. The association between the classification of early-onset scoliosis and smith complications after initiation of growth-friendly spine surgery: a preliminary study / C.Russo, E.Trupia, M.Campbell [et al.] // J Pediatr Orthop. - 2019. - Doi: 10.1097/BPO.0000000000001337

198. Saetang, L. The adaptive patterns of pelvic alignment in individuals with adolescent idiopathic scoliosis / L.Saetang, P.Sakulsriprasert, M.Vongsirinavarat // J Med Assoc Thai. - 2015. – Vol.98 (5). – P.119-124.

199. Şahin, F. Evaluation of balance in young adults with idiopathic scoliosis / F.Şahin, Ö. Urak, N. Akkaya // Turk J Phys Med Rehabil. – 2019. – Vol.65 (3). – P.236-243. Doi:10.5606/tftrd.2019.2825

200. Satoh, F. Sudden death in a patient with idiopathic scoliosis / F.Satoh, M.Q.Fujita, A.Tsuboi, S.Takeichi // Hi, Clin. Forensic, Med. - 2006. - Vol.13 (6-8). - P. 335-338.

201. Scheer, J.K. Under correction of sagittal deformities based on age-adjusted alignment thresholds leads to worse health-related quality of life whereas over correction provides no additional benefit. / J.K. Scheer, R. Lafage, F.J. Schwab [et al.] // Spine. – 2018. – Vol.15. - 43(6). – P.388-393. Doi: 10.1097/BRS.0000000000002435

202. Schlösser, TP. Differences in early sagittal plane alignment between thoracic and lumbar adolescent idiopathic scoliosis / TP Schlösser, SA Shah, SJ Reichard [et al.] // Spine J.. – 2014. – Vol.14 (2). – P.282-290. Doi:10.1016/j.spinee.2013.08.059

203. Schlösser, TP. Evolution of the ischio-iliac lordosis during natural growth and its relation with the pelvic incidence / TP Schlösser, MM Janssen, T.Vrtovec [et al.] // Eur Spine J. - 2014. – Vol.23(7). – P.1433-1441. Doi:10.1007/s00586-014-3358-z

204. Schreiber, S. The effect of Schroth exercises added to the standard of care on the quality of life and muscle endurance in adolescents with idiopathic scoliosis—an assessor and statistician blinded randomized controlled trial: "SOSORT 2015 Award Winner". / S.Schreiber, E.C.Parent, D.M. Hedden [et al.] // Scoliosis. - 2015. – Vol.10. – P.24.

205. Schwab, F. Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery / F. Schwab, A.Patel, B.Ungar [et al.] // Spine. - 2010. – Vol.35 (25). – P.2224-2231. Doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ee6bd4

206. Schwab, F. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient / F. Schwab, V. Lafage, A Patel, JP Farcy. // Spine. – 2009. – Vol.34 (17). – P.1828-1833. Doi:10.1097/BRS.0b013e3181a13c08

207. Segreto, F.A. Impact of presenting patient characteristics on surgical complications and morbidity in early onset scoliosis / F.A.Segreto, D.Vasquez-Montes, C.A.Bortz [et al.] // J Clin Neurosci. - 2019. – Vol. 62. – P.105-111. Doi: 10.1016/j.jocn.2018.12.007

208. Shah, AA. Spinal balance/alignment - clinical relevance and biomechanics / AA Shah, JV Lemans, J. Zavatsky [et al.] // J Biomech Eng. – 2019. - 10.1115/1.4043650. Doi:10.1115/1.4043650

209. Shen, T.S. In patients with early-onset scoliosis, can growing rods be removed without further instrumentation? An evidenced-based review / T.S. Shen,

W.Schairer, R.Widmann // HSS J. – 2019. – Vol.15 (2). – P.201-204. Doi: 10.1007/s11420-019-09671-5

210. Shi, J. Related factors analysis of distal adding-on phenomenon in major thoracic curve after posterior selective fusion / J.Shi, F.Ye, Y.Zhou [et al.] //Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. - 2016. - Vol.30(10). – P.1258-1263. Doi: 10.7507/1002-1892.20160257

211. Shigematsu, H. Preventing fusion mass shift avoids postoperative distal curve adding-on in adolescent idiopathic scoliosis / H.Shigematsu, J.P. Cheung, M.Bruzzone [et al.] // Clin Orthop Relat Res. - 2017. – Vol.475 (5). – P.1448-1460. Doi: 10.1007/s11999-016-5216-2

212. Shon, W.Y. Can pelvic tilting be ignored in total hip arthroplasty? / W.Y. Shon, V. Sharma, O.J. Keon // Int. J. Surg. Case Rep. - 2014. - Vol.5 (9). - P.633-636. DOI10.1016/j.ijscr.2014.07.015

213. Simony, A. Radiological outcomes in adolescent idiopathic scoliosis patients more than 22 years after treatment / A. Simony, SB Christensen, LY Carreon, LY Andersen // Spine Deform. -2015. – Vol. 3(5). - P436-439. Doi: 10.1016/j.jspd.2015.03.003

214. Singh, V. Extended L5 pedicle subtraction osteotomy for neglected sacropelvic dissociation injury: case report / V.Singh, T. Rustagi, R. Hart // J Neurosurg Spine. – 2019. – Vol.29. – P.1-5. Doi: 10.3171/2019.1.SPINE181271

215. Soto, M.E. Pectus excavatum y carinatum en el syndrome de Marfan y sindromes similares: prevalencia e impacto clinico pulmonar y cardiovascular / M.E.Soto, R.Cano, C.S.Criales [et al.] // Gaseta Med Mex. - 2018. – Vol. 154 (2). – P. 67-78.

216. Sternheim, A. Segmental proximal femoral bone loss and revision total hip replacement in patients with developmental dysplasia of the hip: the role of allograft prosthesis composite / A.Sternheim, B.A.Rogers, P.R. Kuzyk [et al.] // J Bone Joint Surg Br. - 2012. – Vol.94 (6). – P.762-767. DOI: 10.1302/0301-620X.94B6.27963

217. Studer, D. Etiology and significance of growth disturbances of the spine / D.Studer, C.Hasler //Orthopade. - 2019. - vol.48(6). – P.469-476. Doi: 10.1007/s00132-019-03739-0

218. Studer, D. Treatment of early onset spinal deformities with magnetically controlled growing rods: a single centre experience of 30 cases / D.Studer, C.Heidt, P.Büchler, C.C.Hasler // J Child Orthop. – 2019. - Vol.13 (2). – P.196-205. Doi: 10.1302/1863-2548.13.180203

219. Tardieu, C. How is sagittal balance acquired during bipedal gait acquisition? Comparison of neonatal and adult pelves in three dimensions. Evolutionary implications /C. Tardieu, N. Bonneau, J.Hecquet [et al.] // J Hum Evol. – 2013. – Vol.65(2). – P.209-222. Doi:10.1016/j.jhevol.2013.06.002

220. Tono, O. Lumbar lordosis does not correlate with pelvic incidence in the cases with the lordosis apex located at L3 or above / O Tono, K Hasegawa, M Okamoto [et al.] // Eur Spine J. - 2019. – Vol.28(9). – P.1948-1954. Doi:10.1007/s00586-018-5695-9

221. Tournemine, S. Are postoperative standing radiographs relevant before hospital discharge in adolescent idiopathic scoliosis? / S. Tournemine, A. Angelliaume, A.L.Simon, B. Ilharreborde //Eur Spine J. - 2019. – Vol. 28(6). – P.1363-1370. Doi: 10.1007/s00586-019-05971-w

222. Tsiligiannis, T. Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis / T.Tsiligiannis, T.Grivas // Scoliosis. - 2012. - Vol.7. – P.7. Doi: 10.1186/1748-7161-7-7

223. Tyrakowski, M. Radiographic spinopelvic parameters in skeletally mature patients with scheuermann disease. / M.Tyrakowski, S.Mardjetko, K. Siemionow // Spine. - 2014. - Vol.39 (18). - P.1080-1085.

224. Vekerdy Z. Management of seating posture of children with cerebral palsy by using thoracic-lumbar-sacral orthosis with non-rigid SIDO frame / Z. Vekerdy // Disability and Rehabilitation. - 2007. – Vol. 29. – P.1434 – 1441.

225. Vergari, C. Head to pelvis alignment of adolescent idiopathic scoliosis patients both in and out of brace. / C.Vergari, I.Courtois, E.Ebermeyer [et

al.] // Eur Spine J. – 2019. – Vol. - 28(6). – P.1286-1295. Doi:10.1007/s00586-019-05981-8

226. Vialle R, Thévenin-Lemoine C, Mary P. Neuromuscular scoliosis / R. Vialle, C.Thévenin-Lemoine, P.Mary // Orthop Traumatol Surg Res. - 2013. - Vol.99 (1). – P.124-139. Doi: 10.1016/j.otsr.2012.11.002

227. Vrtovec, T. Evaluation of pelvic morphology in the sagittal plane / T. Vrtovec, MM Janssen, B. Likar [et al.] // Spine J. - 2013.– Vol.13(11). – P.1500-1509. Doi:10.1016/j.spinee.2013.06.034

228. Weng, W.J. Characteristics of sagittal spine-pelvis-leg alignment in patients with severe hip osteoarthritis / W.J. Weng, W.J. Wang, M.D. Wu [et al] // Eur. Spine J. - 2015. - Vol. 24 (6). - P. 1228-1236. DOI: 10.1007/s00586-014-3700-5

229. Wijdicks, S.P.J. A comparison of growth among growth-friendly systems for scoliosis: a systematic review / S.P.J. Wijdicks, I.N.Tromp, M.Yazici [et al.] // Spine J. - 2019. – Vol.19 (5). – P.789-799. Doi: 10.1016/j.spinee.2018.08.017

230. Wilczynski, J. Canonical correlations between postural variables in the sagittal plane and scoliotic variables in school-children / J.Wilczynski, K. Bieniek, N. Habik [et al.] // Modern Applied Science. - 2018. - Vol. 12 (2). - P. 109-115.

231. Wilkinson, J.T. Curve modulation and apex migration using shilla growth guidance rods for early-onset scoliosis at 5-year follow-up / J.T.Wilkinson, C.E.Songy, D.B.Bumpass [et al.] // J Pediatr Orthop. – 2019. – Vol.39 (8). – P.400-405. Doi: 10.1097/BPO.0000000000000983

232. Wu, A.M. Minimum 2-year experience with magnetically controlled growing rods for the treatment of early-onset scoliosis: a systematic review / A.M. Wu, J.P.Y.Cheung, K.M.C.Cheung [et al.] // Asian Spine J. - 2019. - Vol. 26. – P.682-693. Doi: 10.31616/asj.2018.0272

233. Xi, Yang. Coronal and sagittal balance in Lenke 5 AIS patients following posterior fusion: important role of the lowest instrument vertebrae

selection /Y. Xi, H. Bowen, S.Yueming [et al.] //BMC Musculoskelet Disord. – 2018. – Vol.19. – P.212. Doi: 10.1186/s12891-018-2135-2

234. Xu, W. Distal adding-on phenomenon in adolescent idiopathic scoliosis patients with thoracolumbar vertebra fusion: A case-control study/ W. Xu, C.Chen, Y.Li [et al.] // Medicine (Baltimore). - 2017. - Vol.96 (38). – P.8099. Doi: 10.1097/MD.0000000000008099

235. Yagi, M. Does corrective spine surgery improve the standing balance in patients with adult spinal deformity? / M. Yagi, H. Ohne, S. Kaneko [et al.] // Spine J. – 2018. – Vol.18(1). – P.36-43. Doi:10.1016/j.spinee.2017.05.023

236. Yamato, Y. Differences in the geometrical spinal shape in the sagittal plane according to age and magnitude of pelvic incidence in healthy elderly individuals. / Y. Yamato, Y.Sato, D.Togawa [et al.] // J Orthop Sci. - 2019. Doi: 10.1016/j.jos.2019.07.005

237. Yang, C. Adding-on phenomenon after surgery in Lenke type 1, 2 adolescent idiopathic scoliosis: is it predictable? / C.Yang, Y.Li, M.Yang [et al.] // Spine. – 2016. - Vol.41 (8). – P.698-704. Doi: 10.1097/BRS.0000000000001303

238. Yang, C. Coronal balance in idiopathic scoliosis: a radiological study after posterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves (Lenke 5 or 6)/ C.Yang, Y.Zhao, X. Zhai [et al.] // Eur Spine J. – 2017. - Vol.26(6). – P.1775-1781. Doi: 10.1007/s00586-016-4844-2

239. Yang, H. Shoulder balance in Lenke type 2 adolescent idiopathic scoliosis: should we fuse to the second thoracic vertebra? / H. Yang, GH Im, B. Hu [et al.] // Clin Neurol Neurosurg. - 2017. – Vol.163. – P.156-162. Doi: 10.1016/j.clineuro.2017.10.036

240. Yang, J. Double-curve synchronous derotation with convex correction: a new corrective technique for adolescent idiopathic scoliosis with double curves / J. Yang, Z.Huang, MP Grevitt [et al.] // J Spinal Disord Tech. - 2014. – Vol.27 (1). – P.32-36. Doi:10.1097/BSD.0b013e31828af893

241. Yang, M. Prevalence, risk factors, and characteristics of the "Adding-On" phenomenon in idiopathic scoliosis after correction surgery: a systematic

review and meta-analysis / M. Yang, Y.Zhao, X.Yin [et al.] // Spine. - 2018. – Vol.43(11). – P.780-790. Doi: 10.1097/BRS.0000000000002423

242. Yang, S. Early-onset scoliosis: a review of history, current treatment, and future directions / S.Yang, L.M.Andras, G.J.Redding, D.L.Skaggs // Pediatrics. - 2016. - Vol.137 (1). Doi: 10.1542/peds.2015-0709

243. Yang, X. Coronal and sagittal balance in Lenke 5 AIS patients following posterior fusion: important role of the lowest instrument vertebrae selection / X.Yang, B.Hu, Y.Song, L.Liu // BMC Musculoskeletal Disorders.- 2018. – Vol.19. – P.212, https://doi.org/10.1186/s12891-018-2135-2

244. Yang, Y. Postoperative shoulder imbalance in adolescent idiopathic scoliosis: risk factors and predictive index / Y. Yang, M. Yang, J. Zhao [et al.] // Eur Spine J. - 2019. - Vol.28 (6). – P.1331-1341. Doi: 10.1007/s00586-019-05933-2

245. Yoshimoto, H. Spinopelvic alignment in patients with osteoarthrosis of the hip / H. Yoshimoto [et al. ] // Spine. - 2005. - Vol. 30(14). - P.1650−1657.

246. Yukawa, Y. Local sagittal alignment of the lumbar spine and range of motion in 627 asymptomatic subjects: age-related changes and sex-based differences / Y. Yukawa, T. Matsumoto, H. Kollor [et al.] // Asian Spine J. – 2019. - Doi: 10.31616/asj.2018.0187

247. Zang, L. Distal adding-on and risk factors in severe and rigid scoliosis / L. Zang, Y.Hai, S.Yuan [et al.] // Spine. – 2017. - Vol.42 (3). – P.160-168. Doi: 10.1097/BRS.0000000000001684

248. Zhao, Z. Does symmetric thoracic fusion make a difference in Lenke 1 A/B AIS patients? / Z. Zhao, Z.Liu, Z.Hu [et al.] // Spine. - 2019.-Vol.44(3). – P.168-174. Doi: 10.1097/BRS.0000000000002940

249. Zheng, X. Repeatability test of c7 plumb line and gravity line on asymptomatic volunteers using an optical measurement technique./ X.Zheng, R. Chaudhari, C. Wu [et al.] // Spine. - 2010. – Vol.35 (18). – P.889-894. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181db7432

250. Zifang, H. Convex-rod derotation maneuver on Lenke type I adolescent idiopathic scoliosis / H. Zifang, F.Hengwei, D.Yaolong [et al.] // Neurosurgery. – 2017. – Vol.81(5). – P.844-851. Doi:10.1093/neuros/nyx102