

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Москва – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном автономном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные консультанты:

доктор медицинских наук

Константин Владимирович Жердев

доктор медицинских наук, профессор

Андрей Петрович Фисенко

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, заведующий отделением патологии позвоночника ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Сергей Васильевич Колесов

доктор медицинских наук, профессор,
профессор кафедры детской хирургии ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России

Дмитрий Юрьевич Выборнов

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой педиатрии ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Зайцева Ольга Витальевна

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Защита диссертации состоится « __ » декабря 2020 года в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 001.023.01 при ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России по адресу: 119991, г. Москва, Ломоносовский проспект, 2, стр.1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России по адресу: 119991, г. Москва, Ломоносовский проспект, 2, стр.1 и на сайте <http://www.nczd.ru>.

Автореферат разослан « __ » _____ 2020 года.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук,
профессор РАН

Винярская Ирина Валериевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 (Le Huec J.C., Hasegawa K., 2016). Известно, что сагиттальный и фронтальный баланс туловища тесно связан с качеством жизни как оперированных, так и неоперированных 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 V., 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 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., Хвисяк А.Н., с соавт., 2006). В соответствии с концепцией краниального и тазового позвонков, голова с ее весом и формой, и таз рассматриваются как первый (краниальный) и последний (каудальный) позвонки позвоночного столба. «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 положения стоя и сидя, непосредственно связан с характерным для человека прямохождением (Михайловский М. В., 2012). Это соответствует экономичному положению тела, при котором мышцы, удерживающие его прямое положение, работают 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 при дисбалансе туловища нарушается формирование спондилодеза после выполненных оперативных вмешательств, происходит прогрессирование контрактур суставов нижних конечностей, что 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., Voisabert B., Descamps H., et al. 2002). Вышеуказанные факты диктуют необходимость выполнять реконструктивные операции при деформациях позвоночника

так, чтобы зона спондилодеза располагалась внутри «конуса экономии» (Liu S., Schwab F., Smith J.S., et al., 2014).

Необходимо помнить, что сколиотическая деформация позвоночника - это не только проблема опорно-двигательного аппарата. В ответ на наличие тяжелой деформации позвоночника и 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., с соавт., 2006; Сошникова Е.В., Ильясевич И.А., Тесаков Д.К., 2016). Социальная значимость сколиотической болезни 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., et al., 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 – перекося таза во фронтальной плоскости, его чрезмерная антеверсия. Таким образом, формируется вторичная сколиотическая деформация во фронтальной плоскости и относительное неравенство длины нижних конечностей. В свою очередь, патологические изменения в тазобедренных суставах и нарушения позвоночно-тазовых соотношений приводят к изменению сагиттального профиля позвоночного столба в виде поясничного 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., с соавт., 2018).

Множество научных исследований, относительно 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.

Степень разработанности темы

Существующие консервативные методы коррекции баланса туловища при деформациях позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов эффективны только на начальных стадиях. Дальнейшее нарастание фронтального и сагиттального дисбаланса туловища приводит к патологическому наклону таза, и как следствие, снижению физической активности и хроническому болевому синдрому (Дюбуссе Ж., 2010). 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, которое обуславливает инвалидность во всех возрастных группах пациентов (Okamoto, M., Jabour, F., Sakai, K. et al., 2018). Данные мировой литературы свидетельствуют о значительном количестве неудовлетворительных результатов

хирургической коррекции 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. Выше изложенное 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

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 с учетом выявленных нарушений со стороны параметров баланса туловища.

Впервые проанализировано качество жизни пациентов с деформациями позвоночника 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 РФ № 2704361 от 28.10.2019г.) позволяет эффективно корректировать сагиттальный дисбаланс туловища в инкурабельных случаях сгибательных контрактур тазобедренных суставов за счет задней клиновидной вертебротомии поясничного отдела позвоночника, что способствует сохранению способности пациента к вертикальному передвижению.

Способ выполнения периацетабулярной тройной остеотомии таза, разработанный и внедренный в клиническую практику (патент на изобретение РФ № 2556788 от 04.10.2013г.) позволил не только восстановить взаимоотношения в тазобедренном суставе при выраженной гипоплазии вертлужной впадины у детей, но и скорректировать 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

Диссертационная 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 частоты 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 сколиозами и 30 пациентов - с нервно-

мышечными деформациями. Референсную группу составили 30 здоровых лиц. Выполнен корреляционный анализ влияния тяжести и мобильности деформации на ФВД.

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 работы

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 International Neurology Congress of Turkishspeaking countries, Baku, 2013; X юбилейном съезде травматологов-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, при

обработке анализа и обобщении полученных результатов для написания оформления рукописи.

Публикации по теме работы

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.

Объем 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.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы

Исследование проводилось 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. Средний возраст пациентов составил $12,6 \pm 5,63$ лет. На рис. 1 продемонстрировано распределение пациентов по возрастным периодам.

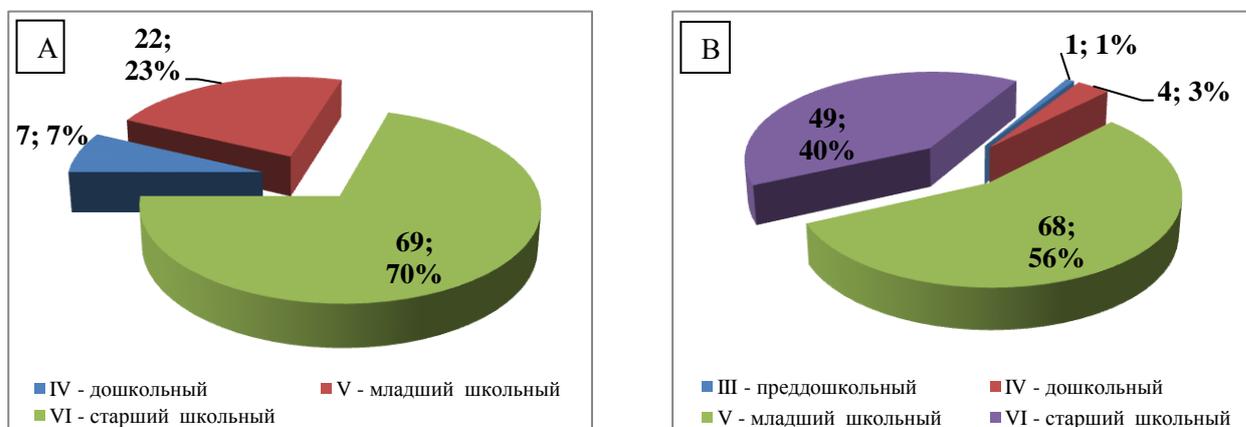


Рисунок 1. Распределение пациентов по возрастным периодам (n=220): А - исследуемая группа 1 (n=98) и В - исследуемая группа 2 (n=122).

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.

Критериями включения в исследуемую группу 1 были: 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. Критериями включения в исследуемую группу 2 были: наличие рентгенологически подтвержденной нестабильности тазобедренного сустава с дефицитом покрытия головки бедренной кости вертлужной впадиной 20% и более в сравнение с возрастной нормой (подгруппа С – диспластического генеза), и 50% и более - для пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов, отсутствие соматических противопоказаний к оперативному лечению. В подгруппу D включены пациенты 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 (все исследуемые группы) 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 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.

В ходе выполнения работы 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 данные сопоставляли с референсными значениями. Далее произведен анализ тех же параметров после выполненного оперативного лечения. Послеоперационные показатели сравнивали с

с референсной группой. Параметры баланса туловища определяли у пациентов во всех подгруппах до и после хирургической коррекции соответствующей ортопедической патологии, проведен сравнительный анализ полученных показателей, на основании которого выявлены особенности состояния баланса туловища. Затем произведена сравнительная оценка качества жизни до и после оперативного лечения. На рис. 2 представлен дизайн исследования.



Рисунок 2. Дизайн исследования.

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.

Клиническое обследование пациентов включало сбор жалоб, анамнеза, анализ ортопедического статуса с выявлением клинических симптомов дисбаланса туловища.

Рентгенологическая оценка параметров баланса туловища проводилась на основании анализа постуральных рентгенограмм (в положении стоя) на протяжении от С7 позвонка до средней трети 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.

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

ортоstaticеских рентгенограмм в прямой проекции, путем оценки разобшения 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.

В перечень основных рентгено-анатомических показателей, определяемых по боковым ортоstaticеским 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 бикоксофemorальной 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 С7, 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: $PI=PT+SS$; $GLL=1/2PI+40^\circ$; $SS=1/2PI+15^\circ$ и $GLL=SS+25^\circ$. Анализ показателей позвоночно-тазового баланса выполнялся с применением компьютерной программы Surgimap v. 2.3.1.5. Ключевые параметры позвоночно-тазового баланса в сагиттальной плоскости указаны на рис. 3.

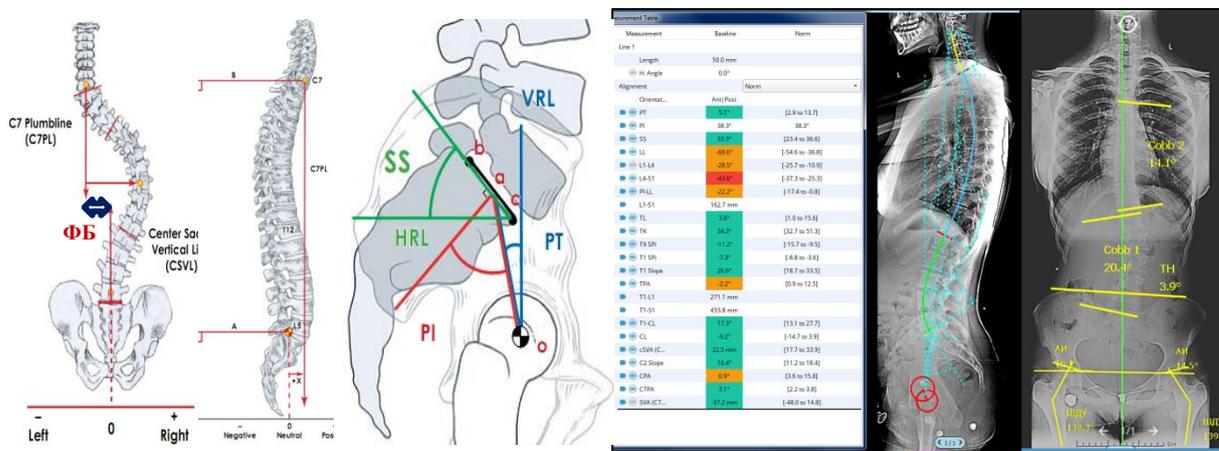


Рисунок 3. Основные фронтальные и сагиттальные параметры пояснично-тазового баланса туловища и анализ поструральных рентгенограмм с применением компьютерной программы Surgimap v. 2.3.1.5.

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.

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). 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 металлоконструкций. 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» металлоконструкции, которые в процессе непрерывного динамического наблюдения этапно удлинялись. Корректирующие остеотомии позвоночника классифицированы по степени хирургической мобилизации по F. Schwab (2013), согласно которой имеется 6 степеней мобилизации позвоночника с обозначением степеней с G1 по G6. Распределение пациентов исследуемой группы 1 по методам оперативного лечения приведено в табл. 1.

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.), представлен на рис. 4.

Пациентам 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. 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.

Таблица 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	остеотомия по A.Ponte (G2), коррекция и инструментация	7	2
6	PSO (G3 по F. Schwab), коррекция и инструментация	1	0
7	PSO (G4 по F. Schwab), коррекция и инструментация	0	1
8	остеотомия VCR (HVR) с экстирпацией позвонка G5 по F. Schwab, коррекция и инструментация	1	1
9	остеотомия - двухуровневая VCR G6 по F. Schwab, коррекция и инструментация	1	0
10	коррекция и инструментация с применением "растущей" металлоконструкции	6	3
	ВСЕГО	73	25



Рисунок 4. Клинический случай коррекции сагиттального дисбаланса туловища, обусловленного патологией тазобедренных суставов, за счёт корригирующей остеотомии поясничного отдела позвоночника (внешний вид пациентки до и после оперативного лечения, данные КТ до и после операции и патент № 2704361 от 22.03.2019г.).

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. На этапе удаления металлоимплантов производили коррекцию hamstring-синдрома в виде Z-

образного удлинения mm. Semitendinosus et gracillis, а удлинение m. semimembranosus выполнялось путем двойной апоневротомии. Перечисленные мягкотканые операции не вошли в основную таблицу, т.к. в ней указаны только первичные оперативные вмешательства. Распределение по методам оперативного лечения приведено в табл. 2. Необходимо отметить, что одним из ключевых критериев выбора тактики оперативного лечения спастической нестабильности тазобедренных суставов являлся абилитационный потенциал ребенка, определённый по GMFCS.

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

№	Вид выполненного оперативного вмешательства	Подгруппа С (n=54)	Подгруппа D (n=68)
1	КОБ (корректирующая 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
	ВСЕГО	102	89

Корректирующая медиализирующая деротационно-варизирующая остеотомия проксимального отдела бедренной кости (КОБ) выполнялась по стандартной общепринятой методике. Хирургическая коррекция тазового компонента нестабильности выполнялась, в большинстве случаев, с применением остеотомии таза по Salter или ацетабулопластики по Pemberton. При выраженной гипоплазии вертлужной впадины коррекцию ацетабулярного компонента нестабильности тазобедренного сустава выполняли согласно разработанной и внедренной в клиническую практику методике, по которой получен патент на изобретение РФ 2556788 от 04.10.2013г. (Авторы: К. В. Жердев, А. Н. Майоров, К. К. Унанян, О.Б. Челпаченко, С. Ю. Морев), см. рис. 5.

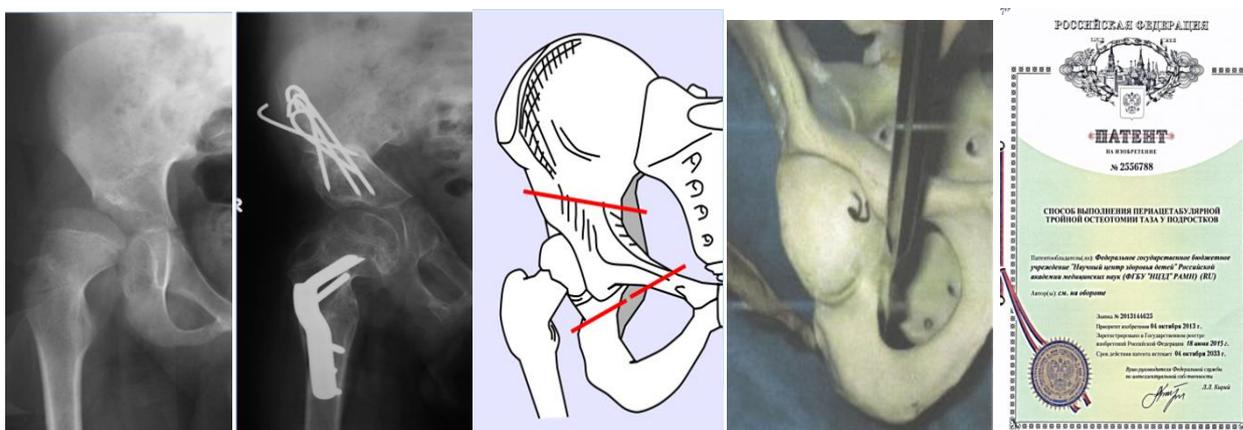


Рисунок 5. Способ тройной периацетабулярной остеотомии таза (рентгенограммы до и после операции, схема операции (линии остеотомии), изображение доступа к седалищной кости, патент РФ 2556788 от 04.10.2013г.)

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.

Методы исследования качества жизни и функциональных возможностей

Оценка качества жизни пациентов до и после оперативного лечения выполнялась по опроснику 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 США. 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. 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 стандартизованную оценку функциональных возможностей пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью 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.

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).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Клинические аспекты гемодинамических и вентиляционных нарушений у пациентов с деформациями позвоночника

Для выявления гемодинамических нарушений, выполнено клинико-эхографическое исследование 126 пациентов в возрасте 11-16 лет: 60 здоровых детей (критерии

включения в первую группу: 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); 42 - со сколиозами в пределах I-III степеней ((величина угла сколиотической деформации до 50° по Cobb, оценивалась по данным рентгенографии грудного отдела позвоночника в ортостатическом положении), с умеренно выраженной пологой вторичной деформацией грудной клетки. Дети данной группы находились на диспансерном наблюдении ортопеда по месту жительства, получали курсы консервативного лечения (лечебная физкультура, массаж, плавание, физиотерапевтическое лечение)., 24 пациента со сколиозами IV степени (критерии включения в 3 группу исследования: локализация 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. рентгенологически подтвержденной структуральной деформации грудного отдела позвоночника с торсией и ротацией тел позвонков на ее вершине.). Произведен анализ частоты встречаемости изученных гемодинамических нарушений.

Проведенные нами ранее популяционные исследования условно здоровых детей методом 10% репрезентативной выборки показали, что диаметр печёночных вен, в среднем, составил $5,5 \pm 0,6$ 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 3.

Таблица 3. Сравнительная характеристика показателей печеночных вен у детей в исследуемых группах

Исследуемые группы	1-я группа (n=60)	2-я группа (n=42)	3-я группа (n=24)
Показатели			
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 (норма)	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 $21 \pm 0,71$ 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 $67 \pm 9,73^\circ$ 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 $23 \pm 0,89$ мм выявлено у 15 пациентов (62,5 % случаев).

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 прогрессирующим сколиотической болезнью.

Нарушения вентилляционной функции легких у детей с тяжелыми нейрогенными и диспластическими деформациями позвоночника.

С целью анализа функции внешнего дыхания (ФВД) у детей с диспластическими и нейрогенными деформациями позвоночника, обследовали 91 пациента с грудными сколиозами: 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 ($25-75^\circ$ по Cobb) и IV (более 75° по Cobb) степеням тяжести деформации, отсутствие предшествующих оперативных вмешательств в анамнезе по поводу деформации позвоночника. Референсную группу составили 30 здоровых лиц. 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 - $13,8 \pm 3,49$ лет.

В результате анализа рентгенографических данных исследуемой группы 1 (диспластические сколиозы) установлено, что средний угол грудной сколиотической дуги в положении стоя составил $82,07 \pm 1,49^\circ$, в диапазоне от 62 до 117° , средний индекс стабильности составил $0,84 \pm 0,01$ 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 $91,07 \pm 0,53\%$, что достоверно ниже показателя референсной группы. Установлена корреляция между ФВД и рентгенологическими параметрами. 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. 6 (А). 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 $94,31\pm 3,55^\circ$, в диапазоне от 52 до 141° (что превышает значения данного параметра 1 группы), средний индекс стабильности составил $0,73\pm 0,01$, в диапазоне от $0,69$ до $0,88$ (что достоверно ниже, чем у пациентов референсной и 1 исследуемой группы, $p<0,05$), см. табл.4 .

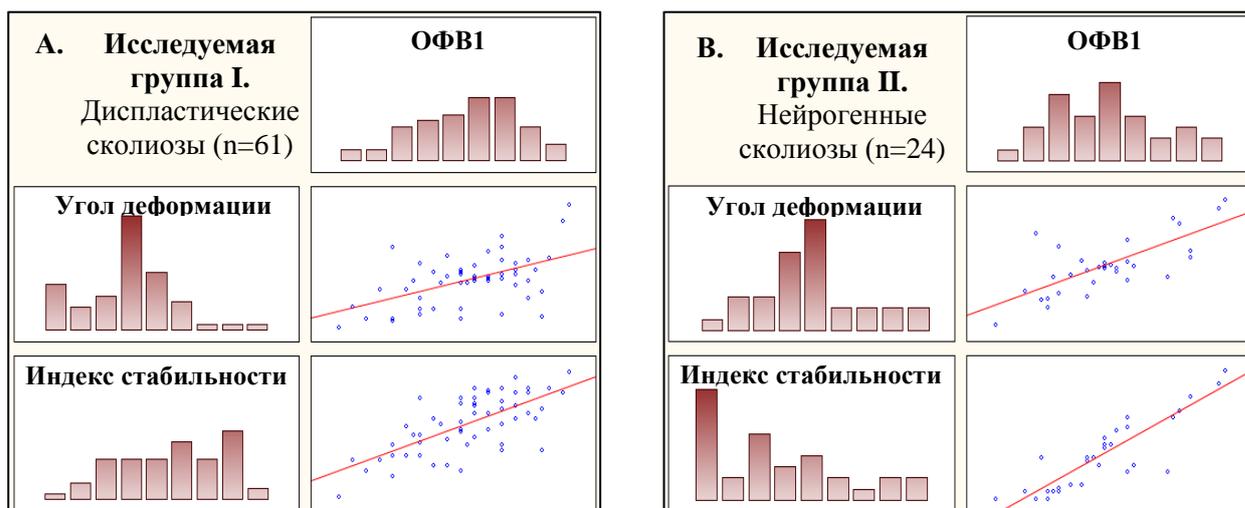


Рисунок 6. Зависимость между тяжестью деформации позвоночника, индексом стабильности и объём форсированного выдоха, по данным корреляционного анализа у пациентов диспластическими (А) и нейрогенными (В) деформациями позвоночника.

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 $59,38\pm 1,77\%$, 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 ($r=0,88$; $p<0,001$), см. рис. 6(В). 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.

Таблица 4. 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**p	94,31±25,78**p.
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* ^{p,2}	27,45±1,12* ^{p,1}
ФЖЕЛ(%Д)	99,3±16,64* ²	86,21±22,31	56,16±22,31* ^p
ОФВ1(%Д)	99,78±11,82* ²	91,07±11,71* ²	59,38±16,69* ^{p,1}
ПСВ(%Д)	92,41±0,97* ²	91,67±15,85* ²	60,47±10,32* ^{p,1}
МОС25(%Д)	91,17±1,06* ²	93,54±27,30* ²	60,13±14,87* ^{p,1}
МОС50(%Д)	93,15±1,49* ²	85,41±32,91* ²	61,11±21,85* ^{p,1}
МОС75(%Д)	97,18±0,96* ^{1,2}	71,29±31,04* ^p	66,16±30,93* ^p

Примечание: Референсная группа (p) – 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

Учитывая полученные параметры функции легочной вентиляции, представленные в итоговой таблице 4, 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.

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.

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, может служить ранним диагностическим маркером гемодинамических нарушений, обусловленных прогрессированием сколиотической болезни. Его использование 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.

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.

Клинико-рентгенологическая оценка баланса туловища у детей с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильностью тазобедренного сустава

Анализ клинических признаков пациентов исследуемых подгрупп выявил, что наиболее патогномичными 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.

Результаты анализа рентгенометрических показателей по группам исследования приведены в таблице 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 свидетельствует о постоянстве данной анатомо-морфологической величины, которая может изменяться только в результате травм и оперативных вмешательств на костных структурах таза и крестца, и не изменяется при изменении положения тела в пространстве.

Таблица 5. Результаты анализа рентгенологических показателей

Группа Параметры	Референс ная 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±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}

Примечание:

* - 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.

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, происходит увеличение 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 5, средние значения степени костного покрытия головок бедер вертлужной впадиной в исследуемой группе 2 составили 0,68 и 0,58 соответственно, при значениях антеторсии проксимального отдела бедренной кости $36,5^\circ$ и $43,2^\circ$, 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 $PI = PT + SS$. Также известно, что с увеличением 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 $r = 0,91$; $p < 0,05$ (рис.7.). Установленные взаимосвязи между указанными параметрами позволили обосновать патогенез формирования поясничного гиперлордоза у пациентов с передней нестабильностью тазобедренных суставов. При смещении головок бедер кпереди и кверху происходит увеличение PI, который, согласно математическому равенству $GLL = PI + 9^\circ$. А поскольку, по данным литературы $TK = 0,75 * GLL$, вслед за увеличением поясничного лордоза, грудной кифоз, имея меньшую взаимосвязь с тазовыми параметрами, не может полностью компенсировать поясничный гиперлордоз, в результате чего SVA смещается кзади от заднего края замыкательной пластинки S1 позвонка, т.е. формируется отрицательный сагиттальный дисбаланс.

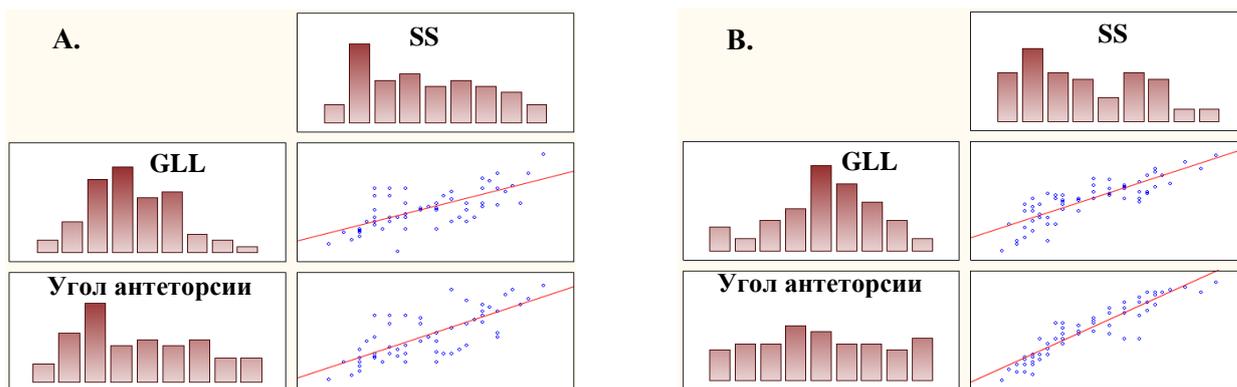


Рисунок 7. Взаимосвязь между величиной наклона крестца (SS), углом поясничного лордоза (GLL) и углом антеторсии проксимального отдела бедренной кости в подгруппах C(A) и D(B).

На наш взгляд, это объясняется несовершенством механизмов компенсации нарушения взаимоотношений в тазобедренных суставах за счет параметров позвоночно-тазового баланса у пациентов с неврологическими нарушениями, а следовательно - и величиной поясничного лордоза. Этим и объясняются достоверно более высокие значения поясничного лордоза в подгруппе пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов - $60,2 \pm 8,4^\circ$, что достоверно ($p < 0,05$) отличается от референсных значений ($39,7 \pm 11,9^\circ$), 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: $-6,3 \pm 1,1$ см у пациентов с диспластическими деформациями позвоночника ($p < 0,05$), нарастанием смещения SVA у пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника: $-9,3 \pm 1,3$ см (при референсных значениях, соответствующих $4,1 \pm 1,1$ см). При этом, смещение SVA относительно референсных значений, отмеченное в подгруппе D у пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов составило: $-7,1 \pm 1,4$ см ($p < 0,05$), 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 C7, от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 туловища, по данным литературы, в состоянии сагиттального баланса туловища не 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 (П.И. Бортулёв, С.В. Виссарионов, В.Е. Басков и др., 2018). В нашем исследовании, из 134 пациентов со спастической нестабильностью тазобедренных суставов - 129 (96,27%) носили односторонний характер.

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 ($r=0,99$; $p<0,001$).

При сопоставлении степени костного покрытия головки (СКП) бедренной кости вертлужной впадиной с углом поясничного лордоза мы выявили высокую тесноту корреляции ($r=0,72$; $p<0,05$) в подгруппе С, и еще большую тесноту взаимосвязи (рис. 8.) данных параметров в подгруппе D ($r=0,89$; $p<0,05$).

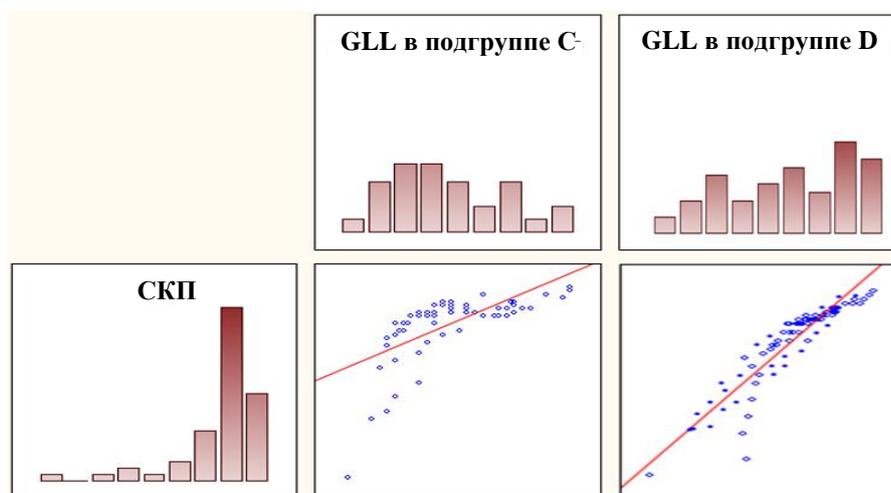


Рисунок 8. Взаимосвязь между степенью костного покрытия головки бедренной кости и величиной угла поясничного лордоза.

Подобные явления могут объясняться неизбежной перегрузкой заднего опорного комплекса пояснично-крестцового отдела позвоночника в ответ на грубые нарушения анатомо-биомеханических взаимоотношений в тазобедренных суставах. По нашим данным, 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 находиться в пределах «конуса экономии», 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.

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. 9.).

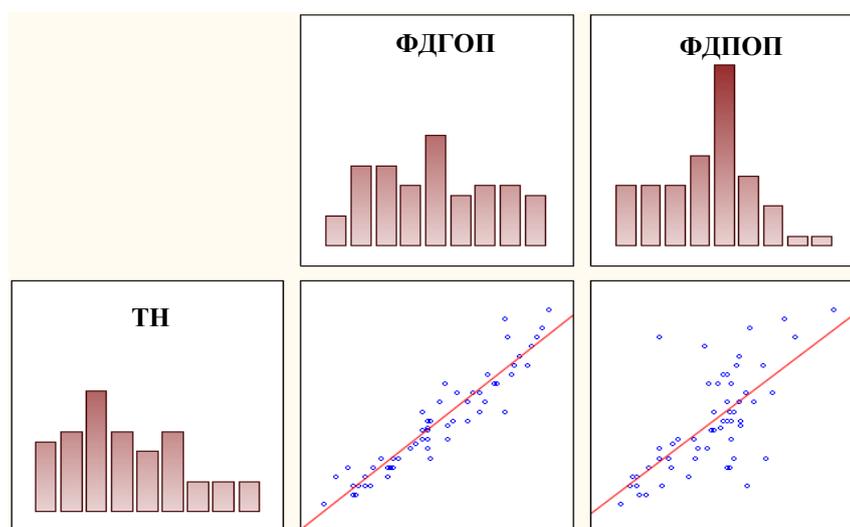


Рисунок 9. Зависимость между фронтальным наклоном таза и углом сколиотической дуги.

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 (F. Schwab, A.Patel, B.Ungar, et al., 2010). По

данным авторов, 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. У пациентов с фронтальным дисбалансом туловища на фоне нестабильности тазобедренных суставов отмечается снижение PI, что, в свою очередь, способствует изменению SVA, PT и соотношению 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.

Хирургическая коррекция баланса туловища у детей с деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника и нестабильности тазобедренного сустава

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 была 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.

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 параметрами баланса туловища ($r=0,77$; $p<0,05$) до и после оперативного лечения. Причем, хирургическая коррекция дисбаланса туловища на фоне имеющейся ортопедической патологии приводила к достоверному снижению частоты выше указанных жалоб. Анализ жалоб 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. Амплитуда движений в тазобедренных суставах у пациентов исследуемой группы 1 никак не изменилась 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 формирования вторичной деформации позвоночника.

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 установкой 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%, что 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, анализ указанных клинических симптомов позволяет заподозрить наличие признаков дисбаланса туловища, большинство которых 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 в целом.

Результаты анализа рентгенометрических показателей по группам исследования после оперативного лечения указаны в таблице 6.

Таблица 6. Сравнительный анализ рентгенологических показателей после оперативного лечения.

Группа	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±3,2 ^{*C}	40,9±4,5 ^{*C}	32,5±1,7 ^{*A,B,D}	46,2±1,4 ^{*C}
GLL, град.	39,7±11,9	56,2±3,1 ^{*P}	55,9±4,2 ^{*P}	48,9±7,4	51,2±9,2
SVA, в см	1,1±1,1	0,9±0,5 ^{*B}	0,85±0,7 ^{*P, A, C, D}	0,9±0,3 ^{*B}	0,7±0,1 ^{*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±0,2 ^{*P}	0,97±0,3	0,92±0,08
УВС, в град.	88,3±3,6	89,7±1,2 ^{*B}	82,6±1,4 ^{*P, A, C, D}	87,3±2,09 ^{*B}	87,01±2,16 ^{*B}
АИ, в град.	13,3±3,1	12,9±2,01 ^{*B}	15,7±1,2 ^{*A}	13,1±1,3	13,12±3,71
УВ, в град.	26,1±2,1	26,1±1,8	22,1±1,1 ^{*P}	22,3±1,09 ^{*P}	25,35±5,19
ТН, в град.	2,3±1,1	2,1±0,75 ^{*B}	5,9±1,0 ^{*P, A}	2,4±3,1	5,1±2,1 ^{*P, A}
ФДГОП, в °	4,1±2,6	26,2±5,8 ^{*P, C, D}	30,7±16,2 ^{*P, C}	6,9±3,6 ^{*B}	10,6±6,7 ^{*A}
ФДПОП, в °	2,0±0,1	16,4±3,2 ^{*P, B, C}	26,2±12,6 ^{*P, A}	8,5±4,2 ^{*P, A, B}	9,4±4,8 ^{*P}
ФБ, в см	0,8±0,4	1,2±0,09 ^{*B}	2,2±0,3 ^{*P, A}	0,9±0,35	1,3±0,1

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

Анализ результатов оперативного лечения проводили суммарно, не дифференцируя по методам лечения, что позволило выделить характерные 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. Данные таблицы 6 сравнивали с показателями, приведенными в таблице 5.

Тазовый индекс (PI) является постоянным, ключевым параметром позвоночно-тазовых взаимоотношений, который служит ориентиром для ортопедов и нейрохирургов при выполнении спондилодеза для достижения 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 $48,2 \pm 11,8^\circ$ до $42,6 \pm 7,3^\circ$ (в среднем, на $5,6^\circ$, в диапазоне от 3 до 12°). У пациентов с нейрогенной нестабильностью тазобедренных суставов (подгруппа D) значение PI снизилось с $50,2 \pm 12,3^\circ$ до $42,2 \pm 6,1^\circ$ (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 «С» 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 $49,6 \pm 11,2^\circ$, а при двусторонней – $37,8 \pm 12,7^\circ$. 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 (*Brink R.C., et al. 2019; Celestre P.C., Dimar J.R., Glassman S.D., 2018*). По нашим данным, стабильность тазобедренных суставов определяет постоянство PI. После выполнения хирургической стабилизации тазобедренных суставов в подгруппах С и D значения PI уменьшились с $48,2 \pm 11,8^\circ$ и $50,2 \pm 12,3^\circ$ до $42,6 \pm 7,3^\circ$ и $42,2 \pm 8,2^\circ$, 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 надацетабулярными 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 (*Шнайдер Л.С., Павлов В.В., Крутько А.В., и др., 2018; Шнайдер Л.С., Павлов В.В., Крутько А.В., и др., 2016*). У таких пациентов ключевым параметром сагиттального баланса становится поясничный лордоз, благодаря увеличению которого грубых изменений сагиттального баланса удается избежать.

В подгруппе А 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 $PI=PT+SS$; $GLL=1/2PI+40^\circ$; $SS=1/2PI+15^\circ$ и $GLL=SS+25^\circ$. Зависимость между данными параметрами до и после проведенного оперативного лечения не изменилась. При этом, 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 ($r=0,78$; $t=9,72$; $p<0,001$), 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. 10 - А).

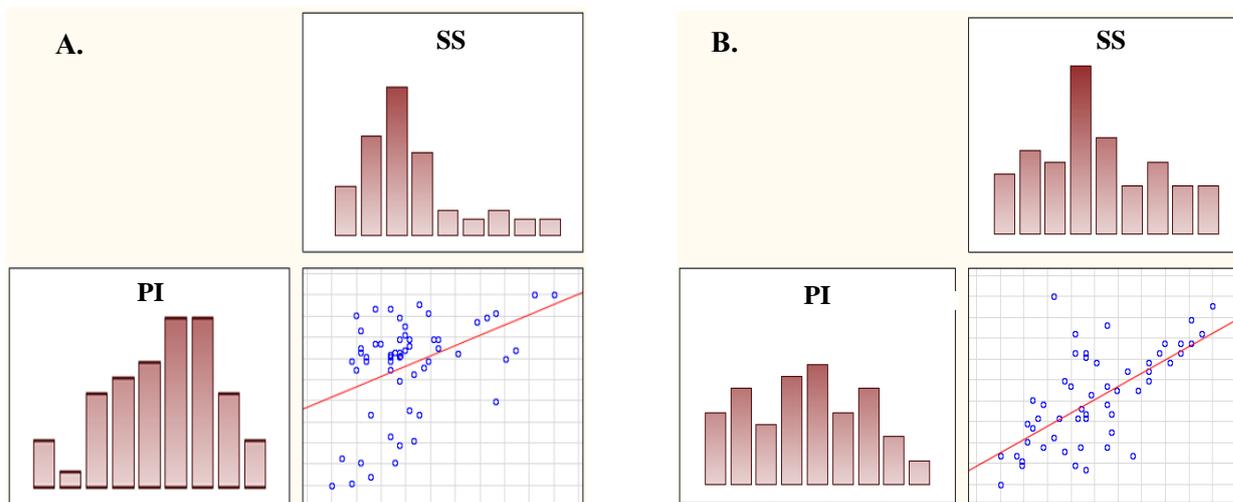


Рисунок 10. Взаимосвязь между PI и SS у пациентов подгруппы С до (А) и после оперативного лечения (В).

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. 10 - В).

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

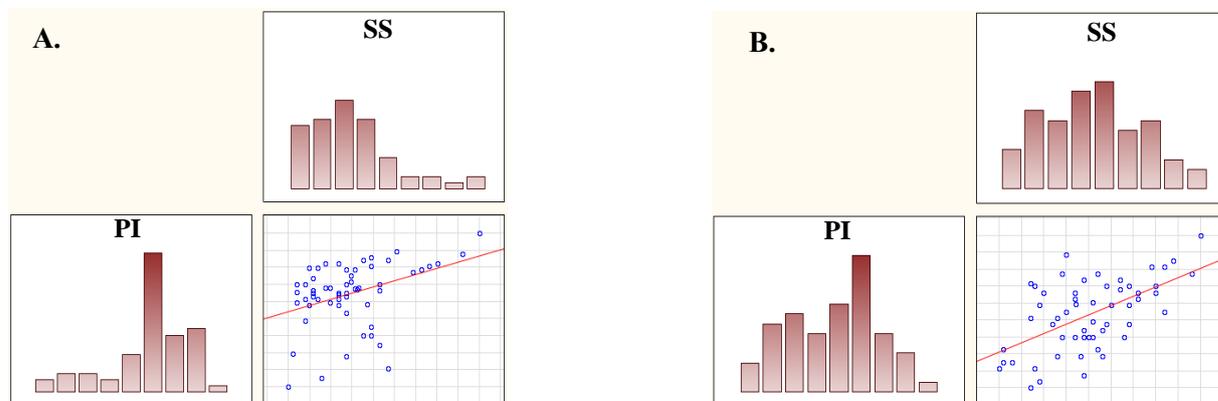


Рисунок 11. Взаимосвязь между PI и SS у пациентов подгруппы D до (А) и после (В) оперативного лечения.

У пациентов второй группы исследования до оперативного лечения представленные равенства ($PI=PT+SS$; $GLL=1/2PI+40^\circ$; $SS=1/2PI+15^\circ$) не имели соответствия, кроме: $GLL=SS+25^\circ$ 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» исследуемой группы 1 исходная величина грудного кифоза (ТК) составила $25,8\pm 5,9^\circ$, а поясничного лордоза (GLL) - $50,9\pm 11,4^\circ$, это связано с тем, что более 65% пациентов с диспластическими сколиозами имели лордосколиоз. После хирургической коррекции эти показатели достоверно отличались от исходного уровня: $41,2\pm 3,2^\circ$ и $56,2\pm 3,1^\circ$ 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. Анализ динамики показателей ТК и GLL у пациентов подгруппы В показал их увеличение с $21,1\pm 11,2^\circ$ и $28,34\pm 12,8^\circ$ до $40,9\pm 4,5^\circ$ и $55,9\pm 4,2^\circ$ 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 А из-за неврологических нарушений.

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 $52,2\pm 8,2^\circ$ до $48,9\pm 7,4^\circ$ ($p<0,05$). Величина ТК, при этом имела статистически незначимую тенденцию к увеличению с $28,3\pm 10,6^\circ$ до $32,5\pm 1,7^\circ$ ($p>0,01$). 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. Несмотря на то, что данный показатель и является динамическим, он позволяет судить о восстановлении общего сагиттального баланса в качестве маркера 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 $15,2\pm 6,7^\circ$ до $5,9\pm 1,0^\circ$, 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 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 $82,1\pm 18,5^\circ$ до $26,2\pm 5,8^\circ$ ($p<0,05$), что составило $55,9^\circ$ или $68,09\%$. Угол поясничной дуги после оперативного лечения уменьшился с $49,1\pm 14,6^\circ$ до $16,4\pm 3,2^\circ$, таким образом, коррекция поясничной дуги составила $32,7^\circ$ 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 В коррекция угла грудной кривизны средняя составила $63,6^\circ$ или $67,44\%$ (с $94,3\pm 23,16^\circ$ до $30,7\pm 16,2^\circ$). Угол деформации поясничного отдела позвоночника до оперативного лечения составил $54,2\pm 17,1^\circ$, после хирургической коррекции $26,2\pm 12,6^\circ$, то есть, средняя коррекция поясничной дуги составила 28° или $51,66\%$. Среди пациентов подгруппы «В» 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 А. В подгруппе С (у пациентов с диспластической нестабильностью тазобедренных суставов) коррекция грудной дуги составила с $8,7\pm 3,7^\circ$ до $6,9\pm 3,6^\circ$ (в среднем, на $1,8^\circ$ или $20,69\%$), а коррекция поясничной дуги – с $16,7\pm 6,2^\circ$ до $8,5\pm 4,2^\circ$, что составило $8,2^\circ$ 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 $2,1^\circ$ или $16,5\%$ (с $12,7\pm 5,3^\circ$ до $10,6\pm 6,7^\circ$), а поясничной дуги – 10° или $51,55\%$ (с $19,4\pm 7,2^\circ$ до $9,4\pm 4,8^\circ$). 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. Необходимо также отметить, что при выраженных деформациях позвоночника и недостаточности компенсаторного противоискривления может сформироваться дополнительная сколиотическая дуга.

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. Причем восстановление сагиттальных параметров позвоночно-тазового баланса является ключом к успешному формированию сагиттального профиля позвоночника является определяющим фактором получения благоприятного исхода, как в ближайшем, так и в отдаленном послеоперационном периоде. Оперирующие вертебрологи должны учитывать сагиттальные и фронтальные позвоночно-тазовые параметры с целью выбора адекватного объема и метода хирургической коррекции имеющейся деформации позвоночника с целью восстановления баланса 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. 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. Важно уделять больше внимания рентгено-ангулометрическим параметрам сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений, т. к. после реконструктивных вмешательств по поводу нестабильности тазобедренных суставов PI подвергается достоверным ($p < 0,05$) изменениям, что свидетельствует о более глобальном влиянии этих оперативных вмешательств на параметры баланса туловища, и оказывает 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. В результате исследования 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 рентгеноангулометрических 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.

Оценка влияния коррекции баланса туловища пациентов с деформациями позвоночника и нестабильностью тазобедренных суставов диспластической и нейрогенной этиологии на качество жизни 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. Таким образом, анкетирование по опроснику SF-36 было проведено среди 41 из 73 пациентов в подгруппе А (56,16% пациентов); 18 из 25 - в подгруппе В (72%); 22 из 54 - в подгруппе С (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. Результаты сравнительной оценки качества жизни до и после оперативного лечения представлены на рис.12. 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.

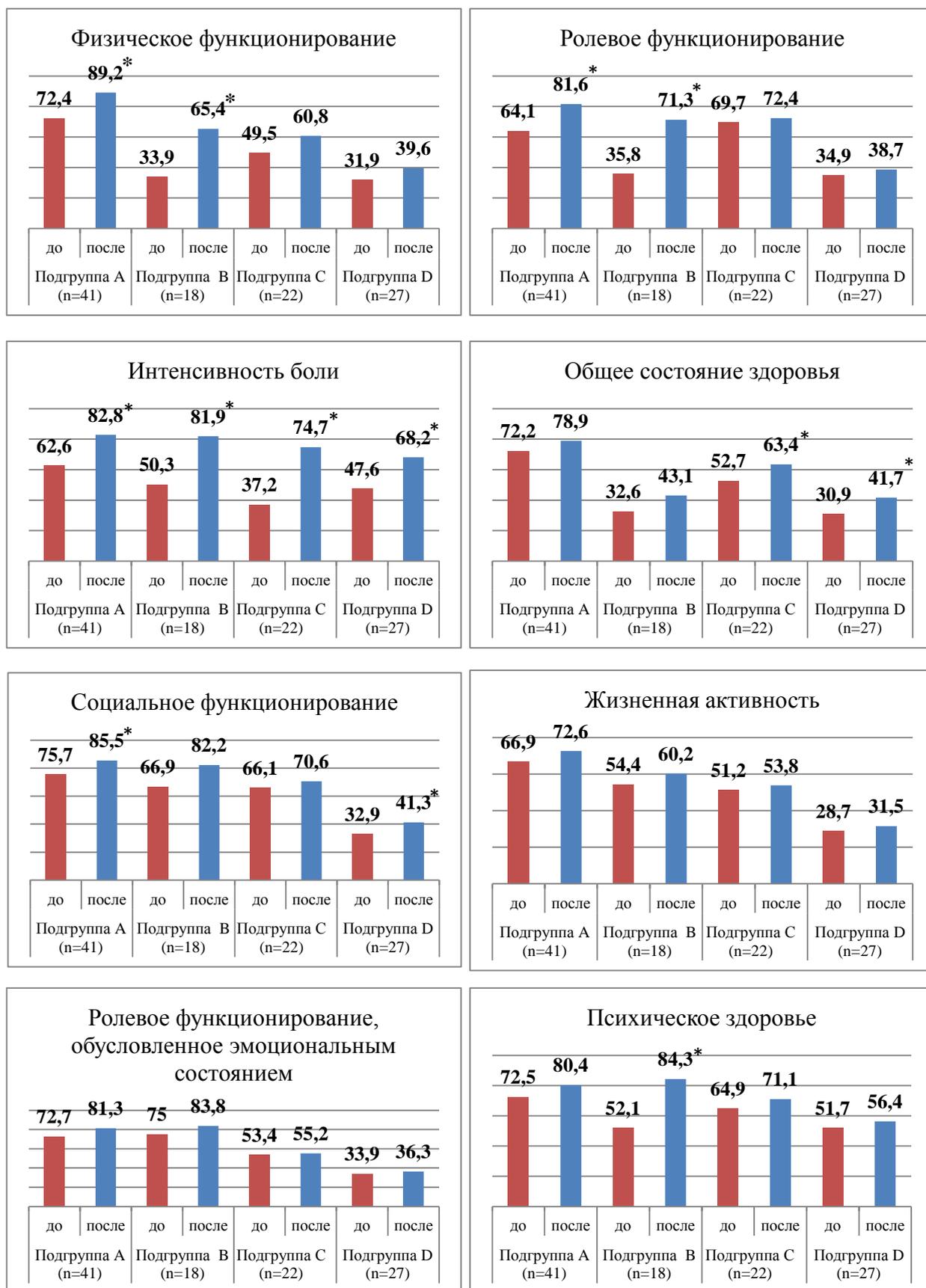


Рисунок 12. Анализ динамики показателей по шкалам опросника SF-36 (данные по количеству анкетированных пациентов представлены по подгруппам).

Примечание: * - критерий достоверности различий между исследуемыми группами (p<0,05)

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 подгруппы В) и в (для пациентов подгруппы D). Динамическая оценка степени двигательной активности пациентов подгрупп В и D показана на рисунке 13 (А и В), соответственно. На основании анализа динамики балльной оценки двигательного статуса пациентов с нервно-мышечными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника (подгруппа В) 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%) отмечено повышение двигательной активности на 1 балл и в 14-ти случаях (56%) - изменений в балльной оценке двигательного статуса не отмечено.

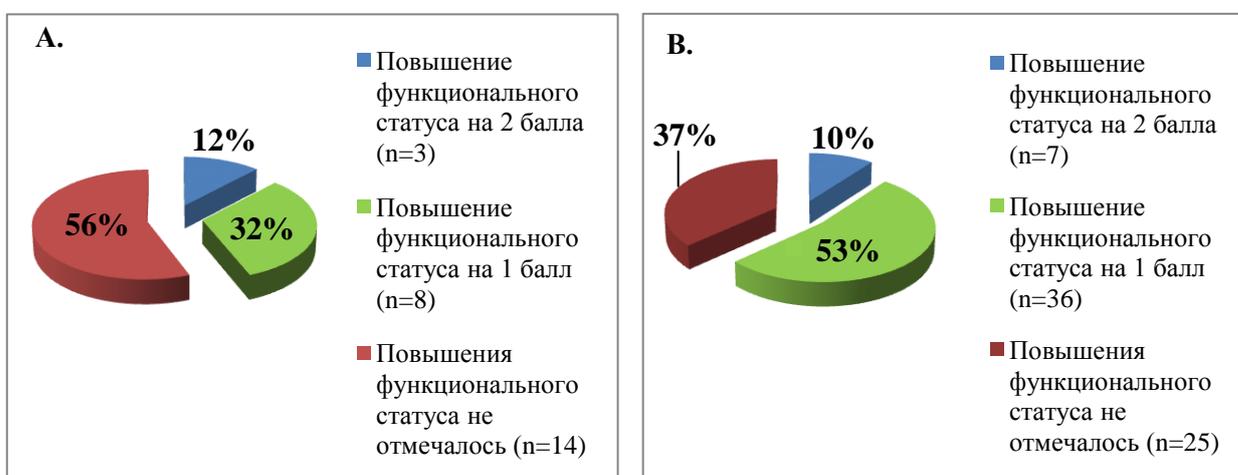


Рисунок 13. Динамика степени двигательной активности пациентов подгруппы В (А) и D (В) по шкале-опроснику Gillette FAQ.

При этом необходимо отметить, что в числе пациентов без послеоперационной динамики двигательной активности было 14 пациентов (56% от общего числа больных подгруппы В), исходная двигательная активность которых соответствовала 10 баллам по Gillette FAQ. 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 В по Gillette FAQ продемонстрировал высокую эффективность коррекции баланса туловища, значительно повлиявшую на двигательную активность, а соответственно, и 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.

ВЫВОДЫ

1. Фронтальный баланс здорового ребенка характеризуется совпадением линии отвеса, проведенной от остистого отростка С7 позвонка и вертикальной сакральной линии или разобщением в пределах $0,8 \pm 0,4$ см и горизонтальным положением таза с возможным отклонением в пределах $2,3 \pm 1,1^\circ$. Сагиттальный баланс характеризуется отклонением сагиттальной вертикальной оси от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 позвонка в пределах $1,1 \pm 1,1$ см.

2. Основопологающим 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 внедренный 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 ориентироваться на величину тазового индекса ($PI+10^\circ$) 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 визуализации (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 печатных работ:

1. Малахов О.А., Жердев К.В., Челпаченко О.Б. Комплексное лечение деформаций позвоночника у детей. Тезисы докладов всероссийской конференции с международным участием «Реабилитация в детской травматологии и ортопедии», Екатеринбург, 2011. с. 153-155.

2. **Намазова-Баранова Л.С., Малахов О.А., Тайбулатов Н.И., Поляков С.Д., Конова О.М., Малахов О.О., Челпаченко О.Б., Жердев К.В., Табе Е.Э., Лазуренко С.Б. Возможности восстановительного лечения пациентов ортопедического профиля в условиях современного реабилитационного центра. Педиатрическая фармакология. 2012;9(2): 32-39.**

3. **Малахов О.А., Унанян К.К., Бекджанян Г.А., Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Морев С.Ю. Предоперационное планирование и хирургическая коррекция при избыточной антеверсии проксимального отдела бедренной кости у детей с дисплазией тазобедренных суставов. Детская хирургия. 2013; 6: 38-43.**

4. **Транковский С.Е., Жердев К.В., Челпаченко О.Б. Нейроортопедические аспекты применения ботулинотерапии. XVII Съезд педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии», Школа детского невролога, генетика и специалиста по редким болезням (II Евразийский форум по редким болезням) 14–17 февраля, Пре-конгресс мастер-класс по детской неврологии и редким болезням 13 февраля 2013 г., с. 478.**

5. **Транковский С.Е., Малахов О.А., Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Бурсагова Б.И. Прогноз двигательного развития больного с детским церебральным параличом с позиций нейроортопедии. Клинический пример. XVII Съезд педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии», 14-17 февраля 2013 г., с. 492.**

6. **Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Мамедъяров А.М. Комплексное нейроортопедическое лечение пациентов со спастическими формами детского церебрального паралича в условиях многопрофильного центра. National Journal of Neurology (Scientific-practical journal) Baki, 2013; Special issue (1st International Neurology Congress of Turkish Speaking Countries). с. 45-47.**

7. **Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Мамедъяров А.М. Новые подходы к лечению детского церебрального паралича. National Journal of Neurology (Scientific-practical journal) Baki, 2013; Special issue (1st International Neurology Congress of Turkish Speaking Countries). с. 35-37.**

8. **Жердев К.В., Унанян К.К., Челпаченко О.Б., Малахов О.А. Дифференцированный подход к хирургической коррекции диспластической и спастической нестабильности тазобедренного сустава у детей. Российский педиатрический журнал. 2014;17(2): 27-32.**

9. **Унанян К.К., Бекджанян Г.А., Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Малахов О.А. Оценка формирования вертлужной впадины у детей с торсионным подвывихом бедра. Детская хирургия. 2014; 3: 9-13.**

10. **Челпаченко О.Б., Жердев К.В., Овечкина А.А. Определение показаний к декомпрессии позвоночного канала у пациентов с кифотическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника. Педиатрическая фармакология. 2014; 11(4): 75-80.**

11. **Vetrile S.T., Kuleshov A.A., Vetrile M.S., Chelpachenko O.B. Surgical treatment of extended kyphotic deformities of the thoracic and lumbar spine. Digest of spine surgery journal. 2014; S2: 47-54.**

12. **Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Унанян К.К., Овечкина А.А., Анисимов М.В. Оперативное лечение нарушений функции нижних конечностей у детей со спастической диплегией. Материалы «X юбилейного съезда травматологов-ортопедов России» 16-19 сентября 2014, Москва, с 382.**

13. Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Унанян К.К., Овечкина А.А., Анисимов М.В. Оперативное лечение нарушений функции нижних конечностей у детей со спастической диплегией. Материалы «X юбилейного съезда травматологов-ортопедов России» 16-19 сентября 2014, Москва, с. 382.

14. Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Унанян К.К., Овечкина А.А., Анисимов М.В., Малахов О.А. Нейроортопедические аспекты оперативного лечения опорно-двигательных нарушений нижних конечностей на фоне спастической диплегии у детей с детским церебральным параличом. *Детская хирургия*. 2015; 19(4): 8-13.

15. Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Унанян К.К., Эткин П.А. Нейроортопедические аспекты коррекции спастической нестабильности тазобедренного сустава у детей с детским церебральным параличом. *Детская хирургия*. 2015; 19(6):7-12.

16. Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Унанян К.К., Петельгузов А.А. Нейроортопедическая коррекция спастической нестабильности тазобедренного сустава.//Материалы и доклад: «Всероссийской научно-практической конференции с международным участием инновационные технологии в травматологии и ортопедии детского возраста», Орёл, 6 — 8 октября 2015 г., с. 206.

17. Челпаченко О.Б., Жердев К.В., Бутенко А.С., Петельгузов А.А., Никитенко И.Е. Особенности хирургии позвоночника в условиях многопрофильного центра. *Московская медицина*. 2017; S2: 107.

18. Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Никитенко И.Е., Петельгузов А.А., Бутенко А.С. Коррекция нестабильности тазобедренного сустава у детей с ДЦП. *Московская медицина*. 2017; S2: 55-56.

19. Яцык С.П., Жердев К.В., Зубков П.А., Пак Л.А., Волкова М.О., Челпаченко О.Б., Петельгузов А.А. Роль нейрогенных деформаций стоп в структуре нарушений функций нижних конечностей у пациентов с детским церебральным параличом. Стратегии хирургического лечения. Обзор литературных данных. *Медицинский совет*. 2018; 11: 168-173.

20. Fisenko A.P., Zubkov P.A., Zherdev K.V., Ashrafova U.Sh., Kirgizov I.V. Personalized approach to the treatment of supporting motor disturbances of the lower extremities in children with spastic forms of cerebral palsy. *Medical news of North Caucasus*. 2018; 13 (3): 503-507.

21. Жердев К.В., Пак Л.А., Волкова М.О., Зубков П.А., Челпаченко О.Б. Актуальные направления оптимизации хирургического лечения опорно-двигательных нарушений при спастических формах детского церебрального паралича. *Российский педиатрический журнал*. 2018; 21(3): 175-181.

22. Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Никитенко И.Е., Петельгузов А.А., Бутенко А.А. Усовершенствование подхода к коррекции спастической нестабильности тазобедренного сустава у детей с детским церебральным параличом. В сборнике: Достижения российской травматологии и ортопедии Материалы XI Всероссийского съезда травматологов-ортопедов. В 3-х томах. 2018. с.108-111.

23. Челпаченко О.Б., Фисенко А.П., Суменко В.В., Жердев К.В., Яцык С.П., Челпаченко О.Е., Данилова Е.И. Маркеры гемодинамических нарушений у детей с тяжелыми диспластическими деформациями позвоночника и грудной клетки. *Российский педиатрический журнал*. 2020; 23(1): 4-12.

24. Челпаченко О.Б., Фисенко А.П., Жердев К.В., Яцык С.П., Симонова О.И. Нарушения вентиляционной функции легких у детей с тяжелыми нейрогенными и диспластическими деформациями позвоночника. Педиатрия. Consilium Medicum. 2020; 1: 72-76.

25. Челпаченко О.Б., Жердев К.В., Фисенко А.П., Яцык С.П., Дьяконова Е.Ю., Бутенко А.С., Челпаченко О.Е. Нарушения баланса туловища при деформациях позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов. Журнал детская хирургия. 2020; 24(2): 89-95.

26. Челпаченко О.Б., Жердев К.В., Фисенко А.П., Бутенко А.С., Яцык С.П., Дьяконова Е.Ю., Челпаченко О.Е. Хирургическая коррекция баланса туловища при деформациях позвоночника и нестабильности тазобедренных суставов. Журнал детская хирургия. 2020; 20(4):256-265.

27. Челпаченко О.Б., Жердев К.В., Фисенко А.П., Дьяконова Е.Ю. Коррекция нейроортопедических нарушений у детей с детским церебральным параличом. Неврологический журнал им. Л.О. Бадаляна. 2020; 1(2): 92-98.

Список сокращений:

АИ - ацетабулярный индекс
АТ -антеторсия
АУ – ацетабулярный угол
ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли
ДЦП – детский церебральный паралич
КОБ - корригирующая остеотомия бедренной кости
КТ – компьютерная томография
МОС - мгновенная объемная скорость после выдоха
МРТ - магнитно-резонансной томографии
НК – недостаточность кровообращения
НМИЦ - Национальный медицинский исследовательский центр
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
УВ - угол Виберга
УВС – угол вертикального соответствия
ФБ – фронтальный баланс
ФВД - функция внешнего дыхания
ФДГОП - фронтальная деформация грудного отдела позвоночника
ФДПОП - фронтальная деформация поясничного отдела позвоночника
ФЖЕЛ - форсированная жизненная емкость легких
ШДУ – шейно-диафизарный угол
ЭОП – электронно-оптический преобразователь
C7PL - C7- plumb line
CSVL – central sacral vertical line
Gillette FAQ - Gillette Functional Assessment Questionnaire
GLL - global lumbar lordosis
GMFCS – Gross Motor Function Classification system
PI - pelvic incidence
PSO - Pedicle subtraction osteotomy
PT - Pelvic tilt
SF-36 - «The Short Form-36»
SS - sacral slope
ТК - thoracic kyphosis
SVA - sagittal vertical axis или вертикальная сагиттальная ось
VBD - vertebral body derotation
VCR – vertebral column resection