

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

На правах рукописи

БОРТУЛЁВ
Павел Игоревич

ОПТИМИЗАЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С
ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ ПОДВЫВИХОМ БЕДРА

14.01.15 - травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
член-корреспондент РАН, д.м.н.
проф. Виссарионов Сергей Валентинович

Санкт-Петербург - 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБОСНОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ ПОДВЫВИХОМ БЕДРА (СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА)	15
1.1 Эпидемиология и патогенез диспластического подвывиха бедра	15
1.2 Классификации дисплазии тазобедренного сустава	17
1.3 Сагиттальные позвоночно-тазовые соотношения и их изменение при диспластической нестабильности тазобедренных суставов	20
1.4 Принципы консервативного лечения детей с дисплазией тазобедренных суставов	24
1.5 Хирургическое лечение детей с диспластическим подвывихом бедра	26
1.6 Аддитивные технологии в хирургическом лечении детей с патологией тазобедренного сустава	30
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	36
2.1 Дизайн диссертационного исследования	36
2.2 Общая характеристика пациентов	39
2.3 Методы исследования	41
2.3.1 Клиническое исследование	41
2.3.2 Лучевые методы исследования	46
2.3.3 Метод 3D-моделирования и прототипирования	53
2.3.4 Биомеханическое исследование	56
2.3.5 Статистический метод исследования	58
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ ОСНОВНОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ ГРУПП С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ ПОДВЫВИХОМ БЕДРА	60
3.1 Результаты клинического метода обследования	60

3.1.1 Жалобы пациентов с диспластическим подвывихом бедра	61
3.2 Особенности клинической картины у детей с диспластическим подвывихом бедра	62
3.3 Особенности лучевой картины у детей с диспластическим подвывихом бедра	64
3.4 Результаты биомеханического исследования	70
ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ ПОДВЫВИХОМ БЕДРА	77
4.1 Основные принципы хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра	77
4.2 Особенности хирургического лечения пациентов контрольной группы исследования	78
4.3 Особенности хирургического лечения пациентов основной группы исследования	87
4.4 Особенности ведения пациентов в послеоперационном периоде	96
4.5 Осложнения хирургического лечения пациентов с диспластическим подвывихом бедра	97
ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ ПОДВЫВИХОМ БЕДРА	102
5.1 Результаты клинического метода обследования	103
5.1.1 Анализ жалоб пациентов основной и контрольной групп после проведенного хирургического лечения	104
5.1.2 Результаты клинического осмотра пациентов основной и контрольной групп после проведенного хирургического лечения	106
5.2 Результаты лучевого обследования пациентов основной и контрольной групп с диспластическим подвывихом бедра	109
5.3 Результаты биомеханического исследования	118

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	128
ВЫВОДЫ	139
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	141
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	142
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	143

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Хирургическое лечение детей с диспластическим подвывихом бедра остается важной и актуальной медицинской и социальной проблемой на современном этапе. Значимость этой темы обусловлена не только ежегодно увеличивающимся количеством пациентов детского возраста с данной патологией, но и тяжестью анатомических изменений и функциональных нарушений в суставе, к которым приводит это заболевание, а также высоким уровнем инвалидности пациентов уже в раннем возрастном периоде.

Частота встречаемости дисплазии тазобедренных суставов остается на достаточно высоком уровне и варьирует в разных странах от 2 до 50 и более случаев на 1000 новорожденных (Сертакова А.В. с соавт., 2017; Roof A.C. et al., 2013; Kotlarsky P. et al., 2015; Ćustović S. et al., 2018). Необходимо подчеркнуть, что это заболевание является причиной каждого третьего случая коксартроза у лиц старше 18 лет (Sternheim A. et al., 2012). По данным литературы, в мире ежегодно выполняется более миллиона операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу терминальной стадии коксартроза диспластического генеза, а на территории Российской Федерации – 25 на 100 000 населения (Кавалерский Г.М. с соавт., 2015; Pivec R. et al., 2012).

Ранняя диагностика и комплексное консервативное лечение детей с дисплазией тазобедренных суставов с использованием функциональных ортопедических приспособлений доказали свою эффективность, подтвержденную положительными результатами лечения (Баиндурашвили А.Г., Волошин С.Ю., Краснов А.И., 2016; Salas F. et al., 2009; Flores A. et al., 2010). Несмотря на это, количество детей с несвоевременно выявленной патологией и неадекватно проводимой терапией на сегодняшний день достигает 54% от количества пациентов, нуждающихся в хирургическом лечении (Поздникин И.Ю. с соавт., 2017). Несоблюдение базовых принципов лечения дисплазии тазобедренного сустава, направленных на достижение концентрического вправления головки

бедренной кости в вертлужную впадину, неизбежно приводит к сохранению условий для дальнейшего формирования остаточного недоразвития последней.

Большинство авторов утверждают, что консервативное лечение детей с остаточными дефектами развития тазобедренного сустава, особенно вертлужной впадины, абсолютно неэффективно, что обусловлено отсутствием патогенетического воздействия (Туренков С.В. с соавт., 2003; Ахтямов И.Ф. с соавт., 2008; Тихилов Р.М. с соавт., 2008; Кожевников О.В. с соавт., 2013).

Единственным методом восстановления правильных анатомических соотношений в диспластичном тазобедренном суставе является хирургическое лечение. По данным отечественных и зарубежных авторов, выполнение модификаций тройной остеотомии таза при лечении различных степеней тяжести дисплазии у детей старше 12 лет позволяет получить хорошие результаты, сохраняющиеся в отдаленном периоде наблюдения (Соколовский О.А., 2012; Камоско М.М. с соавт., 2014; Басков В.Е. с соавт., 2017; Минаковский И.З. с соавт., 2018; Кожевников В.В. с соавт., 2018; Кожевников О.В. с соавт., 2019; Schwarz O. et al., 2014; Baki M.E. et al., 2016; Zahedi A.R. et al., 2016; Li Y. et al., 2018).

Понимание биомеханики различных типов феморо-ацетабулярного импинджмента и его значения в прогрессировании коксартроза привело к необходимости углубленного изучения вопроса гиперкоррекции положения вертлужной впадины после тройной остеотомии таза. В настоящее время не существует единого мнения относительно гиперкоррекции положения вертлужной впадины в результате проведенного хирургического вмешательства. Одни авторы считают, что достигнутое в трех плоскостях положение гиперкоррекции тазового компонента не приводит к каким-либо анатомо-функциональным изменениям в тазобедренном суставе (Klein C. et al., 2018). Однако другие исследователи заявляют о наличии у пациентов хронического болевого синдрома и выраженных статико-динамических нарушений в результате ограничения функции тазобедренного сустава после полученной гиперкоррекции впадины, особенно в горизонтальной плоскости (Biedermann R. et al., 2008;

Ziebarth K., 2010; Castaneda P. et al., 2016). Кроме того, от величины коррекции вертлужной впадины зависит риск возникновения ложных суставов костей таза в местах их остеотомий (Tschauner C. et al., 2003; Dungl P. et al., 2007; Yilmaz E. et al., 2019). Учитывая вышеуказанные факты, возникает необходимость в разработке новых технологий с целью выполнения максимально точной индивидуальной многоплоскостной коррекции положения вертлужной впадины в ходе выполнения реориентирующей остеотомии таза.

На сегодняшний день изучены и подробно представлены анатомические параметры костных структур, формирующих тазобедренный сустав, до и после хирургического лечения. Одновременно с этим необходимо подчеркнуть, что патологические изменения, возникающие в тазобедренном суставе, приводят к вторичным изменениям как со стороны пояснично-крестцового отдела позвоночника, так и со стороны позвоночного столба в целом. В структуре опорно-двигательного аппарата именно соотношения в пояснично-крестцовом сегменте и тазобедренных суставах непосредственно связаны друг с другом с точки зрения анатомо-рентгенологических показателей и биомеханических взаимодействий (Васкуленко В.М., 2008; Ben-Galim P. et al., 2007; Burns S.A. et al., 2010).

Имеющиеся исследования посвящены описанию изменений со стороны сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений при различных врожденных и приобретенных заболеваниях позвоночника, сопровождающихся деформацией позвоночного столба и нарушением осанки (Продан А.И., Хвисюк А.Н., 2007; Виссарионов С.В., 2012, 2014; Esola M. et al., 1996; Nakamura Y. et al., 1996; Jackson R., 2000; Matsuyama Y. et al., 2004; Yoshimoto H. et al., 2005). Некоторыми авторами изучены сагиттальные позвоночно-тазовые соотношения у здоровых взрослых и детей (Vaz G. et al., 2002; Roussouly P. et al., 2005; Mac-Thiong J.-M. et al., 2007, 2011; Shefi S. et al., 2013; Hesarikia H. et al., 2018). Имеются единичные исследования, касающиеся изменений данных показателей у взрослых пациентов с различной степенью тяжести дисплазии тазобедренных суставов, коксартрозом 3 стадии, а также коксо-вертебральным синдромом (Аверкиев В.А. с соавт., 2012;

Мироевский Ф.В., 2015; Шнейдер Л.С., 2019; Matsuyama Y. et al., 2004; Yoshimoto H. et al., 2005; Fukushima K. et al., 2018). Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что научные публикации о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у пациентов детского возраста с патологией тазобедренных суставов на сегодняшний день отсутствуют.

Таким образом, в настоящее время отсутствует единое мнение о выборе методики выполнения тройной остеотомии таза, величине необходимой коррекции положения вертлужной впадины для обеспечения адекватной стабильности тазобедренного сустава и снижения риска развития феморо-ацетабулярного импинджмента в отделенном периоде, а также данные о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у пациентов с диспластическим подвывихом бедра с целью выявления предрасполагающих факторов развития остеохондроза пояснично-крестцового отдела позвоночника в раннем возрасте. В имеющихся научных работах отсутствует оценка возможности изменения показателей, характеризующих состояние сагиттального баланса позвоночника, в ходе проведения хирургического вмешательства на тазобедренном суставе.

Вышеуказанные факты обуславливают важность и актуальность темы данного диссертационного исследования.

Цель исследования – улучшить результаты хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра путём разработки методики хирургического лечения с учетом показателей сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений и применением персонифицированных шаблонов.

Задачи исследования

1. Изучить показатели грудного кифоза, поясничного лордоза и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра.
2. Провести сравнительную оценку параметров сагиттального профиля позвоночника и позвоночно-тазовых соотношений у детей с одно- и

двусторонним диспластическим подвывихом бедра с показателями физиологической нормы.

3. Разработать методику тройной остеотомии таза у пациентов с диспластическим подвывихом бедра с учётом величины показателей сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений и использованием персонифицированных шаблонов.

4. Провести сравнительный анализ результатов хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра основной и контрольной групп по различным методикам выполнения тройной остеотомии таза.

5. Разработать алгоритм диагностики и хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра.

Научная новизна исследования

1. Впервые изучены особенности показателей сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра, которые выражаются в избыточной антеверсии таза, гиперлордозе поясничного отдела позвоночника и негативном дисбалансе.

2. На большом клиническом материале научно обосновано, что изменения со стороны сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений являются идентичными для детей как с односторонним диспластическим подвывихом бедра, так и с двусторонним.

3. Разработана технология выполнения тройной остеотомии таза, направленная на восстановление правильных соотношений в тазобедренном суставе, сагиттального позвоночно-тазового баланса и профилактику феморо-ацетабулярного импинджмента у детей с диспластическим подвывихом бедра (патент РФ на изобретение № 2702471 от 08.10.2019 г.).

4. Разработана методика применения прототипированных персонифицированных шаблонов и научно обоснована эффективность их использования для проведения оптимальной коррекции положения вертлужной впадины в ходе выполнения тройной остеотомии таза с учетом индивидуальных особенностей деформации вертлужной впадины (решение о выдаче патента РФ на изобретение №2018146908/14(078385) от 27.01.2020г.)

Практическая значимость исследования

1. Выполнение боковой панорамной рентгенограммы скелета у детей с диспластическим подвывихом бедра в возрасте от 13 до 18 лет позволит оценить состояние сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений с целью обоснованного проведения хирургического вмешательства.

2. Включение в алгоритм обследования пациентов с диспластическим подвывихом бедра определения типа вертикальной осанки по классификации P. Roussouly способствует оптимизации выполнения остеотомии таза и повышению стабильности тазобедренного сустава, а также позволяет прогнозировать изменения в кинематической системе «тазобедренные суставы – пояснично-крестцовый отдел позвоночника».

3. Использование прототипированных индивидуальных шаблонов для тазового компонента сустава у детей с диспластическим подвывихом бедра позволяет добиться проведения точного уровня остеотомии для осуществления оптимальной коррекции пространственного положения вертлужной впадины с нивелированием возможных погрешностей, что обеспечит профилактику возникновения анатомического субстрата для формирования “pincer” типа феморо-ацетабулярного импинджмента и раннего развития коксартроза.

Методология и методы исследования

Основой проведения настоящего исследования являлись результаты комплексного обследования и хирургического лечения 70 пациентов (90 тазобедренных суставов) с диспластическим подвывихом бедра. Все дети

получали лечение в отделении патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России в период с 2016 по 2019 г. Пациенты были разделены на основную и контрольную группы, идентичные по возрасту, характеру патологических изменений в суставе ретроспективно в зависимости от варианта методики хирургического лечения.

Основную группу составили 40 пациентов (51 тазобедренный сустав), которым в 2017 году была выполнена тройная остеотомия таза по разработанной методике, которая заключалась в выполнении трансляции ацетабулярного фрагмента кзади после проведения его многоплоскостной коррекции в зависимости от показателей сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений. В контрольную группу вошли 30 пациентов (39 тазобедренных суставов), которым тройная остеотомия таза была проведена в 2016 году по общепринятой методике без учета состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений. Данные клинического и рентгенологического обследования, включающие показатели, характеризующие положение вертлужной впадины, стабильность тазобедренных суставов в целом, показатели состояния сагиттального баланса, а также биомеханического метода исследования, сравнивали до и после хирургического вмешательства, а также с аналогичными показателями у здоровых детей, приведенными в научной литературе. На основании полученных результатов проводили сравнительный анализ различных вариантов оперативного вмешательства для выявления преимуществ разработанной методики хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра. В ходе проведенного исследования был разработан алгоритм диагностики и хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Для детей как с односторонним, так и с двусторонним диспластическим подвывихом бедра характерен гиперлордотический тип вертикальный осанки,

проявляющийся увеличением значений угла отклонения таза (PI), угла наклона крестца (SS) и негативным дисбалансом.

2. Разработанная технология тройной остеотомии таза с использованием прототипированных индивидуальных шаблонов позволяет добиться оптимальной и адекватной коррекции пространственного положения тазового компонента сустава, что создает условия для уменьшения антеверзии таза с формированием гармоничного типа вертикальной осанки.

3. Применение разработанной технологии тройной остеотомии таза для лечения детей с диспластическим подвывихом бедра обеспечивает уменьшение угла отклонения таза (PI), что приводит к уменьшению угла наклона крестца (SS) и поясничного лордоза (GLL).

Степень достоверности, апробация и реализация работы

Достоверность проведенного исследования основана на аналитическом обзоре современной отечественной и зарубежной литературы по данному вопросу, статистическом анализе результатов обследования и хирургического лечения 70 пациентов (90 тазобедренных суставов) с диспластическим подвывихом бедра, составивших основную и контрольную группы исследования, сравнимые по возрасту, тяжести анатомо-рентгенологических и функциональных показателей.

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены на:

- V научно-практической конференции молодых ученых «Будущее детской ортопедии и реконструктивной хирургии» (6 апреля 2018 г., Санкт-Петербург);
- 13th Congress of the European hip society (20-22 сентября 2018 г., Амстердам, Нидерланды);
- научно-практической конференции молодых ученых Северо-Западного федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии» (11 апреля 2019 г., Санкт-Петербург);

- ежегодной научно-практической конференции «Современные концепции лечения и реабилитации детей с заболеваниями и травмами опорно-двигательного аппарата. Детская артроскопия» (23 мая 2019 г., Нижний Новгород);
- II Евразийском ортопедическом форуме (28-29 июня 2019 г., Москва);
- V съезде травматологов-ортопедов Сибирского федерального округа (22-23 августа 2019 г., Барнаул);
- ежегодной научно-практической конференции по актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста «Турнеровские чтения» (3-4 октября 2019 г., Санкт-Петербург);
- VII Всероссийской научно-практической конференции «Приоровские чтения и конференция молодых ученых» (12-13 декабря 2019 г., Москва).

По теме диссертационного исследования опубликовано 7 печатных работ из них 3 – в научных журналах, входящих Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований.

Получен патент РФ на изобретение № 2702471 от 08.10.2019 г. Получено решение о выдаче патента РФ на изобретение №2018146908/14(078385) от 27.01.2020г.)

Полученные в ходе проведения исследования результаты внедрены в клиническую практику отделения патологии тазобедренного сустава и двигательной реабилитации ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, отделения травматологии и ортопедии (детское) ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» (г. Барнаул) и учебный процесс кафедры детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО "Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова" Минздрава России.

Личное участие автора в получении результатов

Автор разработал идею диссертационного исследования, определил его дизайн, на основании которого были сформированы группы исследования. Автор провел аналитический обзор научной зарубежной и отечественной литературы, на основании которого подтвердил актуальность проводимого исследования, а также доказал необходимость включения в предоперационное планирование лучевого обследования позвоночного столба и тазобедренных суставов в сагиттальной плоскости на основании разработанного алгоритма обследования и хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра. Автор провел обследование 70 детей (90 тазобедренных суставов) с диспластическим подвывихом бедра, разработал технологию выполнения тройной остеотомии с использованием персонифицированных 3D шаблонов, участвовал в выполнении хирургических вмешательств у всех пациентов (70% выполнил самостоятельно), провел оценку результатов хирургического лечения в ближайшем периоде. Диссертант провел статистическую обработку полученных в ходе выполнения исследования данных, сформулировал выводы и практические рекомендации.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 164 страницах машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка литературы, включающего 183 источников (из них 53 – на русском, 130 – на иностранных языках). Работа иллюстрирована 60 рисунками и 10 таблицами.

ГЛАВА 1

ОБОСНОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ ПОДВЫВИХОМ БЕДРА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Эпидемиология и патогенез диспластического подвывиха бедра

Дисплазия тазобедренных суставов остается одним из наиболее часто встречающихся заболеваний костно-мышечной системы у детей. Согласно данным, представленным различными авторами, частота данной патологии в разных странах варьирует от 2 до 50 и более случаев на 1000 новорожденных (Сертакова А.В. с соавт., 2017; Roof A.C. et al., 2013; Kotlarsky P. et al., 2015; Ćustović S. et al., 2018). О.Н. Гудушаури с соавторами (1990) считает, что диспластический коксартроз встречается у 86,3% больных старше 15 лет с патологией тазобедренного сустава. Несмотря на постоянно совершенствующиеся методы диагностики ортопедических заболеваний, процент несвоевременного выявления дисплазии тазобедренных суставов остается довольно высоким (Поздникин И.Ю. с соавт., 2017). Одновременно с этим необходимо подчеркнуть, что данная патология является причиной каждого третьего случая коксартроза у взрослых (Sternheim A. et al., 2012). Мировая ежегодная потребность тотального эндопротезирования тазобедренного сустава составляет более одного миллиона операций. Отсутствие единого регистра в Российской Федерации значительно затрудняет статистику необходимости данной операции, однако средняя ежегодная потребность составляет 25 на 100 000 населения (Кавалерский Г.М. с соавт., 2015).

Существуют исследования, результаты которых доказывают, что дисплазия тазобедренных суставов может развиваться как в пре-, так и в постнатальном периодах (Чухраева И.Ю., Баиндурашвили А.Г., 2010). Всё многообразие клинико-рентгенологических проявлений данного заболевания отражается в общепринятом на сегодняшний день термине “developmental dysplasia of the hip”, то есть, развитие патологических процессов параллельно с ростом ребенка

(Yamamoto T., 2005; Storer S.K. et al., 2006). Однако другие исследователи считают этот термин некорректным, поскольку он не раскрывает самой сути главного этиологического фактора – врожденного характера патологии (Hartofilakidis G. et al., 2008, 2009).

S. Jacobsen, S. Sonn-Holm (2004) выполнили перекрестное обследование 2232 женщин и 1336 мужчин в возрасте от 20 до 91 года с целью выявления индивидуальных факторов риска развития коксартроза и выяснили, что только возраст и наличие в анамнезе дисплазии сустава имеют четкую прямую корреляцию с возникновением этого заболевания.

В одной из теорий развития коксартроза диспластического генеза авторы отмечают патологические морфологические изменения гиалинового хряща, которые заключаются в нарушении ориентации микрофибрилл и деструкции протеогликановых комплексов. Разрушенные частицы гиалинового хряща попадают в сустав, и в ответ на это запускается противовоспалительный каскад, состоящий из синовиальных макрофагов и тканевых антител, что приводит к остеолиту и замещению структур измененного гиалинового хряща на волокнистую ткань (Болевич С.Б., Войнов В.А. 2012). Другие авторы выявили в суставном хряще повышенное количество оксипролина, нарушение обмена гликозаминогликанов и сдвиги гликопротеинов, что является признаками дегенеративных изменений в структуре гиалинового хряща (Кожевников О.В. с соавт., 2016). Дегенеративные изменения гиалинового хряща вертлужной впадины не только непрерывно прогрессируют в зависимости от стадии заболевания, но и приводят к возникновению аналогичных изменений в хрящевой модели головки бедренной кости (Zhang X. et al., 2015). По данным M. Fujii и соавторов (2009), при врожденном подвывихе бедра диспластического генеза в 72,2% случаев возникает дегенерация гиалинового хряща в области недоразвитого передне-верхнего края ацетабулярного фрагмента.

И.А. Норкин с соавторами (2006) для оценки значения дисплазии вертлужной впадины в генезе коксартроза создали экспериментальную модель данной патологии животных (собак). Результаты проведенного исследования

показали, что имитация характерного для дисплазии тазобедренного сустава недоразвития передне-верхнего края крыши вертлужной впадины уже через 6 месяцев приводит к развитию дегенеративно-дистрофического процесса, по своим проявлениям сходного с диспластическим коксартрозом II–III стадий.

Одновременно с этим в ряде работ существует и другая точка зрения, согласно которой дисплазия тазобедренного сустава не оказывает значимого влияния на развитие коксартроза, особенно у людей старше 50–60 лет. К такому выводу пришли в основном авторы, изучавшие распространенность этой патологии в различных этнических группах (Yoshimura N. et al., 1998; 2000; Lievensse A.M. et al., 2004; Johnsen K. et al., 2009).

В противоположность вышесказанному М.М. Камоско (2010) доказал в своих исследованиях, что развитие диспластического коксартроза при подвывихе бедра является ответной реакцией структур, образующих сустав, на дисбаланс между нагрузкой и устойчивостью к ней суставного хряща в результате анатомо-функциональных несоответствий головки бедренной кости и вертлужной впадины. В свою очередь, выраженность данных изменений напрямую зависит от локализации участков чрезмерной нагрузки на суставные поверхности головки бедренной кости и вертлужной впадины, а также времени существования этих патологических процессов (Камоско М.М., 2010).

Таким образом, патофизиологические механизмы, запущенные еще внутриутробно, продолжают действовать на протяжении всей жизни человека, и при отсутствии адекватного лечения приводят к клинико-рентгенологическим нарушениям уже в раннем возрасте.

1.2 Классификации дисплазии тазобедренных суставов

Используемые в современной практике классификации дисплазии основаны на степени анатомических нарушений в тазобедренном суставе. Наиболее широкое распространение получили классификации Severin (1941), Crowe (1979), Tonnis (1987), Hartofilakidis (1998) и IHDI (2014).

Классификация E. Severin (1941) основывается на единственном показателе – угле Wiberg (1939), в зависимости от значения которого дисплазия тазобедренных суставов разделена на шесть классов:

- класс I – нормальный тазобедренный сустав, угол Wiberg – более 20° у взрослых и более 15° у детей;
- класс II – имеется умеренная деформация, головка находится в вертлужной впадине, угол Wiberg более 20° ;
- класс III – дисплазия с отсутствием подвывиха, угол Wiberg – менее 20° у взрослых и менее 15° у детей;
- класс IV – наличие подвывиха головки бедренной кости, угол Wiberg равен 0° и менее;
- класс V – головка бедренной кости находится в неовпадине;
- класс VI – вывих головки бедренной кости.

Существенным минусом этой классификации является оценка состояния тазобедренного сустава по единственному признаку. Одновременно с этим до недавнего времени она широко использовалась в мире при планировании предстоящих органосохраняющих операций на тазобедренном суставе у пациентов детского возраста (Salter R.B. et al., 1974; Bursali A. et al., 2009; Rimmel E. et al., 2009).

В основе классификации J.F. Crowe (1979) лежит величина краниального смещения головки бедренной кости:

- I степень – величина подвывиха менее 50% высоты головки бедра;
- II степень – величина подвывиха 50–75% высоты головки бедра;
- III степень – величина подвывиха 75–100% высоты головки бедра;
- IV степень – полный вывих головки бедра

Похожей является классификация G. Hartofilakidis с соавторами (1988, 1996, 2000, 2008). Она также основана на величине миграции головки из вертлужной впадины в краниальном направлении с добавлением лишь описания соотношений между головкой бедра и вертлужной впадиной. Авторы выделяют 3 типа дисплазии:

I – головка бедренной кости находится в пределах истинной вертлужной впадины;

II – головка находится в положении маргинального вывиха; присутствует как истинная, так и неовпадина, соединенные между собой; головка бедренной кости контактирует с ложной впадиной;

III – высокий вывих – головка бедра контактирует с ложной впадиной, истинная и неовпадины отграничены друг от друга.

По данным А. Brunner с соавторами (2008), эти две классификации имеют хорошую воспроизводимость в клинической практике. На основании полученных аналогичных данных ряд других ученых сделал вывод, что именно она является лучшей на сегодняшний день (Decking R. et al., 2006; Yiannakopoulos C.K. et al., 2008; Jawad M.U., 2010).

Классификация D. Tonnis (1987) основана на оценке положения головки бедренной кости относительно линий Hilgenreiner и Perkin и включает в себя 4 степени:

I – тазобедренный сустав без патологии;

II – головка бедренной кости смещена краниально, но находится ниже верхне-латерального края истинной вертлужной впадины;

III – головка бедренной кости смещена краниально и находится на уровне верхне-латерального края истинной вертлужной впадины, то есть в положении маргинального вывиха;

IV – головка бедренной кости располагается выше верхне-латерального края истинной вертлужной впадины, то есть находится в положении наацетабулярного вывиха.

Современная классификация дисплазии тазобедренных суставов, разработанная в International Hip Dysplasia Institute (IHDI) в 2014 году, основана на классификации D. Tonnis и имеет аналогичную градацию степени тяжести дисплазии тазобедренного сустава. Отличие данных классификаций заключается в определении проекции оссифицированной головки бедра у Tonnis и проекции

точки в середине проксимальной части шейки бедренной кости при отсутствии оксификации головка бедренной кости в IHDI.

Обе классификации в подавляющем большинстве случаев используются для диагностики и определения тактики лечения детей младшего возраста.

1.3 Сагиттальные позвоночно-тазовые соотношения и их изменения при диспластической нестабильности тазобедренного сустава

Изменения анатомо-физиологического состояния и рентгенологического соотношения элементов, возникающих в тазобедренном суставе, неразрывно связаны с аналогичными процессами, происходящими в позвоночном столбе в целом и в пояснично-крестцовом сегменте позвоночника в частности (Денисов А.О. с соавт., 2012; Шаповалов В.М. с соавт., 2012; Хоминец В.В. с соавт., 2014; Yoshimoto H. et al., 2005; Ben-Galim P. et al., 2007; Burns S., Mintken P., 2010).

В структуре опорно-двигательного аппарата именно соотношения в системе «пояснично-крестцовый отдел позвоночника – тазобедренные суставы» непосредственно связаны друг с другом как с анатомо-рентгенологической, так и с биомеханической точек зрения и способны приводить к взаимному отягощению. Согласно данным различных авторов, заболевания тазобедренного сустава в 22–95% случаев сопровождаются люмбалгией и ишиалгией (Герцен Г.И. с соавт., 2003; Шаповалов В.М. с соавт., 2008). Одновременно с этим дегенеративно-дистрофические поражения со стороны пояснично-крестцового отдела позвоночника в 10–15% наблюдений протекают с болевым синдромом в области тазобедренного сустава и сопровождаются нарушением функции последнего (Герцен Г.И. с соавт., 2003).

Таким образом, единая система «пояснично-крестцовый отдел позвоночника – тазобедренные суставы» реагирует на любые изменения в анатомических и/или пространственных соотношениях как со стороны позвоночно-двигательных сегментов, так и со стороны тазобедренных суставов (Грязева Е.Д. с соавт., 2013; Шнейдер Л.С. с соавт., 2016).

Впервые связь между показателями поясничного лордоза и рентгенологическими параметрами таза обнаружил J. Daring (цит. по Продан А.И. с соавт., 2006). Однако наиболее полное описание позвоночно-тазовых соотношений отразила G. Duval-Beaupere с соавторами, которая оценивала нормальную физиологию и патофизиологические изменения позвоночника на основании бароцентриметрических исследований. Она доказала, что в вертикальном положении тела центр тяжести располагается таким образом, что ось гравитации, то есть проекция общего центра тяжести, постоянно располагается несколько кзади (35 мм) от бикоксофemorальной оси (Duval-Beaupere G., Robain G., 1987). Позже исследователями было доказано, что указанная позиция достигается за счет соответствующего пространственного расположения таза и позвоночника, именуемого в норме позвоночно-тазовым балансом (Duval-Beaupere G. et al., 2003; Legaye J., Duval-Beaupere G., 2005). В связи с этим нарушение каких-либо позвоночных или тазовых параметров закономерно приводит к изменению пространственной конфигурации таза и позвоночника с целью восстановления утраченного баланса.

Исследования последних лет доказали, что конфигурация позвоночника определяется взаимной компенсацией его физиологических искривлений. Таким образом, сагиттальный позвоночный баланс зависит от корреляции между показателями грудного кифоза и поясничного лордоза (Celb D. et al., 1995; Jackson R. et al., 1998; Vedantam R. et al., 1998; Kumar M. et al., 2001; Vaz G. et al., 2002).

С целью получения детального описания сагиттального профиля позвоночника некоторые авторы использовали вертикальный отвес – линию, проведенную из центра седьмого шейного позвонка. Однако для оценки варианта сагиттального позвоночно-тазового профиля необходима «нейтральная точка». Ряд авторов за «нейтральную точку» принимают передний край верхней замыкательной пластинки первого крестцового позвонка, поскольку она четко визуализируется на спондилограммах (Celb D. et al., 1995; VanRoyen B. et al., 1998; Vedantam R. et al., 1998; Vedantam R. et al., 2000). В противоположность им, другие авторы на основании исследований, проведенных R. Jackson, локализуют

нейтральную точку на заднем крае верхней замыкательной пластинки первого крестцового позвонка. Таким образом, на основании оценки смещения линии отвеса относительно нейтральной точки баланс тела человека может быть определен как положительный, нейтральный или отрицательный. (Продан А.И. с соавт., 2006; Jackson R., McManus A., 1994; Kumar M. et al., 2001; Marks M. et al., 2003; Cil A. et al., 2005).

Сагиттальные морфологические характеристики таза напрямую определяют индивидуальные для каждого человека параметры поясничного лордоза. Взаимная компенсация сагиттальных изгибов позвоночника обеспечивает устойчивое равновесие тела в вертикальном положении, которое является наиболее экономичным с точки зрения биомеханики и мышечных усилий (Крутько А.В., 2015; La Grone M. et al., 1988; Duval-Beaupere G. et al., 1992; Legaye J., Santin J. et al., 1993; Duval-Beaupere G., Legaye J., 2004).

Многочисленными исследованиями доказана значимость единственного анатомического тазового индекса *pelvic incidence* (PI) в формировании определенного типа вертикальной осанки. На этом основании P. Roussouly в 2005 г. выделил четыре типа вертикальной осанки и произвел оценку вероятности развития дегенеративно-дистрофических изменений в передней или задней опорной колонне позвоночника. Так, например, при типе 1 (гиполордотическом), вероятнее всего, возможно развитие поражения передней колонны позвоночного столба. Тип 2 является гармоничным, или сбалансированным, и наиболее часто встречающимся, поражения любой из опорных колонн при таком варианте примерно равновероятны. Типы 3 и 4 являются гиперлордотическими, при них чаще всего поражается задний опорный комплекс. При этом наиболее высокая вероятность его поражения характерна для 4-го типа (Roussouly P., Pincheiro-Fronko J., 2011; Le Huec J.C., Roussouly P., 2011; Murray K. et al., 2017). Показатель PI не может быть изменен посредством хирургического вмешательства на позвоночнике (Крутько А.В., 2015; Mangione P. et al., 1997; Marty C. et al., 2002). Параметр PI позволяет объединить ряд переменных тазовых характеристик (La Grone M., 1988; Legaye J., Hecquet J. et al., 1993; Legaye J. et al., 1998;

Descamps H. et al., 1999; Marty C. et al., 2002; Duval-Beaupere G., Legaye J., 2004). В ряде исследований была выявлена четкая зависимость между анатомическим показателем PI и позиционными показателями – наклоном таза (pelvic tilt – PT) и наклоном крестца (sacral slope – SS), а также установлена корреляция этих показателей с величиной поясничного лордоза (GLL) как у взрослых, так и у детей (Vaz G. et al., 2002; Marty C. et al., 2002; Mac-Thiong J.-M. et al., 2007; Hasegawa K. et al., 2016; Pytiak A. et al., 2016; Zeng Z. et al., 2018; Hesarikia H. et al., 2018).

Изучение состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у подростков в возрасте от 13 до 18 лет показало практически идентичные данные со взрослыми здоровыми людьми (Vaz G. et al., 2002; Mac-Thiong J.-M. et al., 2007, 2011; Shefi S. et al., 2013; Hesarikia H. et al., 2018; Singh R. et al., 2018; Zeng Z. et al., 2018).

На сегодняшний день достаточно подробно изучены и определены показатели сагиттального баланса у взрослых с различной степенью тяжести дисплазии тазобедренных суставов. Okuda T. с соавторами, проведя сравнительный анализ сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у 53 пациентов с различными клинико-рентгенологическими стадиями диспластического коксартроза и у здоровых людей, пришли к выводу, что у этой категории пациентов имеется увеличение показателей SS и GLL (Okuda T. et al., 2007). Аналогичные данные представил K. Fukushima с соавторами у 30 женщин в среднем возрасте 40 лет с дисплазией тазобедренных суставов Crowe I. Для всех пациентов были характерны избыточная антеверсия таза и увеличение поясничного лордоза позвоночника (Fukushima K. et al., 2018). Ф.В. Мироевский в своем диссертационном исследовании доказал, что для пациентов с диспластическим коксартрозом наиболее характерен гиперлордотический тип формирования вертикальной осанки (Мироевский Ф.В., 2015). По данным ряда авторов, помимо типичной локализации боли, характерной для диспластического характера патологии, 17% пациентов предъявляли жалобы на достаточно интенсивный болевой синдром в поясничном отделе позвоночника (Nunley R. et al., 2011;

Nakamura J. et al., 2013). Отличительной особенностью сагиттального баланса у пациентов с дисплазией тазобедренных суставов IV степени по классификации J.F. Crowe, т.е. с полным вывихом бедра, также характерно выраженное увеличение показателей SS и GLL, а также изменение показателя PI в течение суток в результате отсутствия опоры головок бедренных костей (Шнейдер Л.С., 2019; Matsuyama Y., 2004).

В настоящее время в доступной литературе достаточно подробно описаны изменения сагиттальных позвоночно-тазовых соотношениях у детей с различной патологией позвоночника (Виссарионов С.В. с соавт., 2012, 2014). Существуют единичные публикации, посвященные сагиттальному балансу у детей с ахондроплазией и несовершенным остеогенезом (Прудникова О.Г., Аранович А.М., 2018; Abelin K. et al., 2008). Одновременно с этим необходимо отметить, что публикации о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с патологией тазобедренных суставов на сегодняшний день отсутствуют.

Таким образом, анализ научной литературы, посвященной рентгенологической диагностике различной патологии в системе «тазобедренные суставы – позвоночник» свидетельствует о большом значении анатомических и позиционных параметров таза, их влиянии на формирование сагиттального профиля позвоночного столба и индивидуальной вертикальной осанки человека, на основании которой возможно прогнозирование дальнейшего течения дегенеративно-дистрофических процессов в поясничном отделе позвоночника.

1.4 Принципы консервативного лечения детей с дисплазией тазобедренных суставов

Родоначальником консервативного лечения детей с дисплазией тазобедренных суставов можно считать А. Lorenz, который в 1895 году предложил методику закрытого вправления вывиха бедра, которая получила широкое применение во всем мире. Помимо этого, он акцентировал внимание не только на самом вправлении головки бедренной кости, но и необходимости ее удержания в вертлужной впадине, чего не могли добиться авторы других

методик. Однако использование в клинической практике данного метода лечения дисплазии тазобедренных суставов у детей до 1 года показало, что частота осложнений в виде остаточных дефектов развития тазобедренного сустава, таких как децентрация и подвывих, а также различной степени тяжести пострепозиционного некроза головки бедренной кости достигала 30–76,4% (Мирзоева И.И., 1972; Краснов А.И. с соавт., 1999; Tonnis D., 1976; Urso M., 1992). В 1957 году А. Pavlik провозгласил функциональный метод лечения врожденной нестабильности тазобедренного сустава у детей до года, который по мнению ряда авторов считается «золотым стандартом» (Salas F. et al., 2009; Flores A. et al., 2010).

Возможность оценки развития тазобедренного сустава в результате такого рода лечения привела к тому, что многие ортопеды стали изучать процессы изменения состояния тазового и бедренного компонентов сустава с ростом ребенка. Так I. Ponseti (1978) в своих работах доказал корректное формирование вертлужной впадины по принципу матричного моделирования после раннего концентрического вправления головки бедренной кости. S. Weinstein (1997) считал, что корректное развитие тазобедренного сустава происходит в результате генетически запрограммированного баланса роста вертлужной впадины и физиологически центрированной головки бедренной кости.

Разработанный и внедренный в практику дифференцированный подход к лечению различной степени тяжести дисплазии тазобедренных суставов у младенцев в трех возрастных группах различными отводящими ортопедическими конструкциями доказал свою эффективность в лечении дисплазии тазобедренных суставов до 1 года (Баиндурашвили А.Г., Волошин С.Ю., Краснов А.И., 2016).

Тем не менее, количество пациентов с несвоевременно выявленной патологией тазобедренного сустава и лечением методом одномоментного закрытого вправления с фиксацией нижних конечностей в положении избыточного отведения без предварительной предрепозиционной подготовки остается достаточно высоким (Поздникин И.Ю. с соавт., 2017).

По данным отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, каждому третьему пациенту, госпитализирующемуся для реконструкции тазобедренного сустава по поводу его нестабильности диспластического генеза, проводилось лечение по методике A. Lorenz.

Отсутствие концентрического вправления головки бедренной кости и возникновение вторичных деформаций проксимального отдела бедра вследствие перенесенного пострепозиционного ишемического некроза головки бедра различной степени тяжести приводит к формированию остаточных подвывихов, которые уже в подростковом возрасте приводят к возникновению и прогрессированию коксартроза, консервативное лечение которого патогенетически не обосновано в виду полного отсутствия терапевтического эффекта (Туренков С.В. с соавт., 2003; Ахтямов И.Ф. с соавт., 2008; Тихилов Р.М. с соавт., 2008; Кожевников О.В. с соавт., 2013).

1.5 Хирургическое лечение детей с диспластическим подвывихом бедра

Хирургические технологии, направленные на стабилизацию диспластичного тазобедренного сустава, прошли долгий путь от выполнения различных вариантов корригирующих остеотомий бедренной кости, создания костных навесов (ацетабулопластик) до различных вариантов остеотомий тазового компонента сустава (Андрианов В.Л., Тихоненков Е.С., 1983; Поздникин Ю.И., 1983; Konig F., 1891; Spitzzy H., 1923; Pemberton P., 1958; Hopf A., 1967; Dega W., 1969; Pawels F., 1976; Bombelli R., Santore R., Poss R., 1984; Ganz R., MacDonald S., 1997).

В 1957 R.B. Salter разработал и научно обосновал новую методику оперативного лечения, направленную на изменение пространственного положения неполноценной вертлужной впадины. Данная технология и ее многочисленные варианты нашли широкое применение в повседневной практике врачей-ортопедов в специализированных клиниках по всему миру, доказала свою эффективность в отдаленном периоде и заслуженно считается “золотым

стандартом” лечения детей до 7 лет с дисплазией тазобедренного сустава различной степени тяжести (Соколовский А.М., 1981; Кадыров М., 1987; Поздникин И.Ю., 2002; Barret W. et al., 1986; Blamotier A., Carlioz H., 1990; Windhager R. et al., 1990; Haidar R. et al., 1996; Schuhr T., 1996; Hosny G., Fattah H., 1998; Mellerowicz H. et al., 1998; Morin C. et al., 1998; Bohm P., Brzuske A., 2002).

Однако в старшем возрасте, в результате ригидности связок лонного симфиза, возможности ротации ацетабулярного фрагмента резко ограничены. Это послужило предпосылкой к разработке других вариантов транспозиции вертлужной впадины при диспластическом подвывихе бедра у данной возрастной категории пациентов. В 1977 году D. Sutherland и R. Greenfield разработали и описали методику двойной остеотомии таза, а в 1991 году D. Sutherland и M. Moore опубликовали клинические и рентгенологические исходы, оставив обязательным базовый элемент операции Salter и предложив выполнять остеотомию несколько медиальнее слияния ветвей лонной кости в сочетании с резекцией части последней для облегчения ротации вертлужной впадины.

Разработанная Ю.И. Поздникиным (1983) техника двойной остеотомии таза, включающая в себя помимо остеотомии подвздошной кости периацетабулярное сечение лонной кости с последующим «закрытым» переломом лонно-седалищного синхондроза в ходе ротации, увеличивает возможность коррекции вертлужной впадины. Необходимо отметить, что клиническое применение данной методики ограничено в возрастном аспекте, а латерализация ацетабулярного фрагмента оказывает негативное влияние на распределение биомеханических и мышечных воздействий. М.М. Камоско с соавторами (2008) разработали новый способ транспозиции вертлужной впадины после подвздошно-седалищной остеотомии таза. Особенность проведения данной операции заключалась в сечении седалищной кости выше двух мощных связок таза – *lig. sacrospinale* и *lig. sarcotuberale*, что значительно повышает величину коррекции ацетабулярного фрагмента. Отсутствие необходимости доступа к лонной кости и высокий корригирующий потенциал являлись главными преимуществами данной операции, однако невозможность медиализации вертлужной впадины в ходе ее

транспозиции ограничивала показания к ее выполнению (Басков В.Е. с соавт. 2017).

В настоящее время в зарубежных странах наибольшее распространение получили различные варианты тройной остеотомии таза в модификации Н. Steel и D. Tönnis при функционирующем Y-образном хряще и периацетабулярная остеотомия таза по R. Ganz после закрытия ростковых зон костей таза (Konya M.N. et al. 2013; Schwarz O. et al., 2014; Baki M.E. et al., 2016; Zahedi A.R. et al., 2016; Farsetti P. et al., 2018; Li Y. et al. 2018; Thanacharoenpanich S. et al. 2018). Значимым недостатком вышеуказанных оперативных методик является необходимость выполнения нескольких хирургических доступов с целью выполнения остеотомии костей таза, изменения положения пациента на операционном столе в ходе проведения вмешательства, а также выраженная деформация тазового полукольца после операции. Несмотря на существенное преимущество в виде интактности задней колонны таза, отсутствия изменения в его конфигурации и возможности начала ранней осевой нагрузки, периацетабулярная остеотомия по R. Ganz (1980) считается не только крайне сложной методикой в своем техническом исполнении, но и лишена возможности медиализации вертлужной впадины в ходе ее осуществления.

Учитывая вышеуказанные недостатки, отечественными учеными разработаны технологии тройной остеотомии таза, которые нашли широкое применение в практике хирургов-ортопедов специализированных отделений.

По данным А.М. Соколовского (1984), положительный результат выполнения тройной остеотомии таза отмечался в 90% случаев у пациентов с диспластическим коксартрозом. О.А. Соколовский (2012) изучил отдаленные результаты выполнения тройной остеотомии таза и доказал эффективность данного реконструктивного вмешательства у детей с дисплазией тазобедренных суставов.

М.М. Камоско (2014), усовершенствовав технику выполнения тройной остеотомии таза, доказал ее высокие корригирующие возможности даже при наличии у детей клиничко-рентгенологических признаков диспластического

коксартроза (Камоско М.М. с соавт., 2014). Аналогичные данные продемонстрировал В.Е. Басков с соавторами (2017), проведя исследование отдаленных результатов выполнения 550 тройных остеотомий таза у 500 детей в возрасте от 9 до 17 лет.

Таким образом, анализ отдаленных результатов выполнения тройной остеотомии таза у детей с диспластической нестабильностью тазобедренного сустава показал, что это наиболее адекватный способ хирургической коррекции пространственного положения вертлужной впадины.

Одновременно с этим необходимо отметить, что в связи с активно развивающимися представлениями о феморо-ацетабулярном импинджменте и его роли в этиологии и патогенезе коксартроза в современной литературе появились исследования, касающиеся вопроса гиперкоррекции положения вертлужной впадины после выполнения тройной остеотомии таза. Например, С. Klein с соавторами (2018), проведя ретроспективное исследование результатов обследования и лечения 31 ребенка в возрасте от 6 до 15 лет (41 тазобедренный сустав) методом тройной остеотомии таза, заявили, что полученная в ходе хирургического лечения гиперкоррекция положения вертлужной впадины даже в трех плоскостях, не привела к ограничению амплитуды движений в тазобедренном суставе. Исследователи отметили, что после выполнения операции ни у одного из пациентов не наблюдалось изменений в привычном образе жизни. Однако одним из выводов данной публикации является необходимость тщательного предоперационного планирования с целью обеспечения минимального процента гиперкоррекции при подобных операциях.

Ряд других исследователей утверждает, что избыточная коррекция положения вертлужной впадины, особенно кпереди, приводит к значительному снижению амплитуды движений в тазобедренном суставе, сохраняющемуся болевому синдрому и, как следствие этого, неудовлетворенности пациента результатом проведенного травматичного хирургического вмешательства (Biedermann R. et al., 2008; Ziebarth K., 2010; Castaneda P. et al., 2016).

Все это подчеркивает необходимость поиска новых решений для осуществления максимально точной индивидуальной многоплоскостной коррекции пространственного положения вертлужной впадины в ходе выполнения реориентирующей остеотомии таза для исключения возникновения как ранних, так и поздних послеоперационных осложнений.

1.6 Аддитивные технологии в хирургическом лечении детей с патологией тазобедренного сустава

Трехмерная печать – быстро развивающаяся индустрия, способная значительно улучшить качество мирового здравоохранения за счет создания индивидуальных изделий из широкого спектра материалов (Martelli N. et al., 2016; Task P. et al., 2016; Provaggi E. et al., 2017). Современная медицина все чаще использует аддитивные технологии с целью планирования и выполнения хирургических вмешательств (Баиндурашвили А.Г., 2019). На сегодняшний день печатаются как индивидуальные анатомические модели, так и индивидуальное медицинское оборудование: хирургические устройства, имплантаты, аппараты внешней фиксации, протезы, шины, шаблоны (Hoang D. et al., 2016).

Технология быстрого прототипирования была основана на системе автоматизированного проектирования. Она позволяла в сжатые сроки изготовить деталь, точно воспроизводящую инженерный чертеж, с возможностью корректировки цифрового чертежа и, при необходимости, последующей модификации детали (Adams J.W. et al., 2016).

D. Hoang с соавторами (2016), проведя обзор существующих технологий 3D-печати, применяемых в последние годы, выделили наиболее распространенные (Hoang D. et al., 2016).

Технология послойного наложения расплавленной нити (свободной формовки или экструзии) подразумевает послойное наложение расплавленного термопластичного материала. В качестве материалов используется акрилонитрил-бутадиен-стирол, воск, поликарбонат, полипропилен, полиэфиры (Toyoda K. et al., 2013). Технология селективного лазерного спекания (SLS) для

спекания/сплавления мелкодисперсного термопластичного порошка (поликарбоната, нейлона) в слои – при формировании модели применяется CO₂ лазер. В качестве материалов используется термопластики, керамика, металлы (Yang J.C. et al., 2014; Li C. et al., 2015).

При стереолитографии (SLA) применяются ультрафиолетовый лазер и подвижная платформа, находящаяся в баке со смолой: лазер полимеризует смолу слой за слоем по мере того, как платформа погружается глубже в бак. В качестве материалов используются эпоксидная смола и акриловый фотополимер (Kim M.P. et al., 2015; Gou F. et al., 2017).

Технология послойного наложения расплавленной нити (FDM) или свободная экструзия подразумевает создание трехмерных объектов за счет нанесения последовательных слоев материала, повторяющих контуры цифровой модели. Как правило, в качестве материалов для печати выступают термопластики, поставляемые в виде катушек нитей или прутков.

В ходе многоструйного моделирования при помощи сопел, подобных аналогичным у струйного принтера, на керамический или металлический порошок распыляют жидкий связывающий компонент и получают тонкий слой твердого материала. Технология многоструйной печати сходна с многоструйным моделированием, однако допускается применение разнообразных материалов. Этот способ обеспечивает более простую финишную обработку. В качестве материалов также используются различные фотополимеры (Sugawara T. et al. 2017).

Активно развивающиеся на сегодняшний день технологии 3D-моделирования и прототипирования позволяют расширить использование персонализированных навигационных шаблонов. Так, подавляющее большинство авторов декларируют значительное повышение точности выполнения хирургических вмешательств, что приводит к улучшению результатов лечения детей с различной ортопедической патологией.

Н. Chen с соавторами (2015), проводя исследование интраоперационного применения шаблонов-направителей в ходе репозиции и фиксации фрагментов

задней колонны таза после ее перелома, пришли к выводу, что их использование позволяет более быстро и точно выполнить остеосинтез.

Л. Ма с соавторами (2016), проведя резекцию остеосаркомы бедренной кости с использованием шаблона для определения зоны радикального удаления опухоли и замещения полученного пострепозиционного дефекта аллотрансплантатом, индивидуально подобранным по форме и размеру, отметили, что использование персонифицированного шаблона позволило снизить кровопотерю, продолжительность операции и радиационное облучение.

Д.Н. Кокушин с соавторами (2018), проведя сравнительный анализ установки транспедикулярных винтов у детей с врожденным кифосколиозом на фоне нарушения формирования позвонков методом «свободной руки» и при помощи шаблонов-направителей, отметил, что процент корректно установленных опорных элементов спинальной системы в последнем случае оказался значительно выше по сравнению с группой контроля.

Использование шаблонов в хирургии тазобедренного сустава у детей на сегодняшний день в основном ограничено их применением при выполнении различных видов корригирующей остеотомии бедренной кости.

А.Г. Баиндурашвили с соавторами (2016), анализируя результаты предоперационного планирования корригирующей (вальгизирующей) остеотомии бедренной кости у ребенка 5 лет пришли к выводу, что использование расчетов, получаемых путем стандартного планирования с использованием лишь рентгенограмм не являлось точным и надежным способом в отличие от выполнения предоперационного планирования методом 3D-моделирования. Данный способ позволяет выбрать оптимальную степень коррекции пространственного положения проксимального отдела бедра, точный уровень выполнения остеотомии, а также форму иссекаемого костного клина для обеспечения максимального анатомического контакта фрагментов бедренной кости после их остеосинтеза металлоконструкциями.

Группа китайских хирургов разработала и применила 12 навигационных шаблонов в ходе выполнения корригирующей (деторсионно-варизирующей)

укорачивающей остеотомии бедра у 12 пациентов с дисплазией тазобедренных суставов различной степени тяжести. В качестве группы сравнения были выбраны 13 пациентов, которым аналогичная операция была выполнена традиционным способом. По результатам проведенного сравнительного анализа авторы сделали выводы о том, что в группе пациентов, которым корригирующая остеотомия бедра была выполнена с использованием навигационных шаблонов, время операции сократилось более чем в два раза, количество интраоперационных рентгеновских снимков уменьшилось практически в два раза, а также минимизировался риск повреждения эпифизарной ростковой пластинки головки бедренной кости. Одновременно с этим необходимо отметить, что достоверных различий в оценке результатов лечения по критерию McKay и Severin между группами не было получено (Zheng P. et al., 2017).

Аналогичные данные приводит В.Е. Басков с соавторами (2017). Проведя анализ результатов различного вида корригирующих остеотомий бедренной кости у 27 пациентов (32 тазобедренных сустава) в возрасте от 5 до 18 лет с врожденной и приобретенной деформацией бедренной кости с применением 3D-моделирования и прототипирования, авторы декларируют, что интраоперационное использование шаблонов позволяет снизить частоту ошибок, связанных с расчетом необходимой коррекции, особенно в случаях необходимости ее выполнения в трех плоскостях, сокращает время операции и кровопотерю, а также уменьшает лучевую нагрузку на пациента.

На сегодняшний день в доступной нам литературе мы нашли только две публикации, касающиеся 3D-моделирования и прототипирования шаблонов для проведения реконструктивных вмешательств на тазовом компоненте при дисплазии тазобедренных суставов у пациентов детского возраста.

Первая публикация принадлежит К. Tong с соавторами (2013), которые посредством 3D-моделирования планировали выполнение тройной остеотомии таза по методике Н. Steel у детей с дисплазией тазобедренных суставов. После виртуального получения необходимой, по мнению авторов, коррекции диспластичной вертлужной впадины производилось прототипирование шаблонов

для интраоперационного выполнения остеотомий трех костей таза в запланированных местах. Однако сама коррекция выполнялась традиционным методом – “ad oculus” (Tong K. et al., 2013).

Второе исследование выполнено группой китайских хирургов, которые в ходе анатомо-топографического исследования доказали эффективность и целесообразность использования навигационных шаблонов при выполнении бернской периацетабулярной остеотомии (Zhou Y. et al., 2016). Однако данных об интраоперационном использовании данной технологии у людей с дисплазией тазобедренных суставов пока нет.

Таким образом, дисплазия тазобедренных суставов до сих пор остается одним из наиболее распространенных заболеваний костно-мышечной системы у детей. Отсутствие стандартов консервативного лечения детей в возрасте до 1 года приводит к бессистемности, а зачастую и к неадекватности применяемых методик, что способствует формированию остаточных дефектов развития и его нестабильности, которые уже в подростковом возрасте приводят к триггеру коксартроза. Единственным способом восстановить корректные соотношения в тазобедренных суставах в этом возрасте является хирургическое лечение, а наиболее адекватной технологией – тройная остеотомия таза. Однако значительное количество методик выполнения данной операции неизбежно влечет за собой различные негативные последствия как со стороны анатомии тазового кольца, так и со стороны биомеханики тазобедренных суставов. Более того, дискутабельными остаются вопросы о величине коррекции положения вертлужной впадины в ходе ее реориентации, а также влияния полученной гиперкоррекции на качество жизни пациентов в отдаленном периоде наблюдения. На сегодняшний день достаточно подробно описаны возможные варианты вертикальной осанки и сагиттального профиля позвоночника у здоровых детей и взрослых, а также взрослых пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника и тазобедренных суставов. Однако отсутствуют исследования о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра, хотя данная кинетическая система

существует как единое целое и способна к взаимному отягощению патологических процессов, что хорошо описано у взрослых пациентов как “hip-spine” синдром. Отсутствуют данные о влиянии на показатели сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений реконструктивных вмешательств на тазобедренном суставе. До настоящего времени остаются неопределенными роль и необходимость использования индивидуальных шаблонов при проведении тройной остеотомии таза у детей с диспластическим подвывихом бедра, что обуславливает важность и актуальность настоящего исследования.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Дизайн диссертационного исследования

Исследование проведено в отделении № 3 (патологии тазобедренного сустава) ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России в период с 2016 по 2019 год и основано на анализе результатов обследования и хирургического лечения 70 пациентов в возрасте от 13 до 18 лет ($15,5 \pm 1,38$) (90 тазобедренных суставов) с диспластическим подвывихом бедра. Все пациенты были разделены на две группы. Основную группу составили 40 пациентов (51 тазобедренный сустав), которые получали обследование и хирургическое лечение с учетом состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений и использованием индивидуальных шаблонов для остеотомии таза. В контрольную группу были включены 30 пациентов (39 тазобедренных суставов), получивших обследование и хирургическое лечение по общепринятой классической методике.

Настоящее исследование состояло из трёх этапов:

Первый этап заключался в изучении особенностей клинорентгенологической картины при нестабильности тазобедренного сустава диспластического генеза у пациентов детского возраста. В ходе этого этапа уточнены клиническая картина и показатели результатов лучевых обследований тазобедренного сустава у детей в возрасте от 13 до 18 лет с диспластическим подвывихом бедра. Определены значения сагиттальных показателей грудного и поясничного отделов позвоночника у этой категории больных. Проведен сравнительный анализ состояния физиологических профилей (фронтального и сагиттального) позвоночного столба, сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у пациентов с односторонним и двусторонним подвывихом бедра, а также сопоставление полученных данных с имеющимися в доступной литературе идентичными показателями у здоровых детей в популяции. Выявлены закономерности формирования типа сагиттального профиля позвоночника (Roussoly P., 2003). В ходе этой части исследования выявлены определенные

закономерности, взаимосвязи позвоночно-тазовых показателей и установлены корреляционные связи между этими показателями у детей с диспластическим подвывихом бедра.

Второй этап работы включал проведение хирургического лечения и оценку ближайших результатов лечения по вышеуказанным показателям у пациентов контрольной группы, которым выполняли тройную остеотомию таза по классической методике в 2016 году, которая заключается в определении величины коррекции пространственного положения тазового компонента перед операцией на основании данных лучевого обследования тазобедренного сустава (рентгенографии и МСКТ). После оценки ближайших результатов хирургического лечения была разработана новая хирургическая методика выполнения тройной остеотомии таза с учетом величины трансляции вертлужной впадины кзади («Способ выполнения тройной остеотомии таза для восстановления сагиттального позвоночно-тазового баланса и профилактики феморо-ацетабулярного импинджмента у детей с диспластическим подвывихом бедра» – патент РФ на изобретение № 2702471 от 08.10.2019), которая была использована в лечении пациентов основной группы в 2017 году. Необходимую индивидуальную коррекцию тазового компонента сустава и фиксацию костных фрагментов в ходе проведения хирургического вмешательства осуществляли с учетом сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений. С этой целью выполняли 3D-моделирование и прототипирование персонифицированных устройств (шаблонов) для выполнения остеотомии таза и стабилизации костных фрагментов после осуществления индивидуальной коррекции в необходимом пространственном положении (решение о выдаче патента РФ на изобретение №2018146908/14(078385) от 27.01.2020г. «Устройство, фиксирующее взаимно пространственную ориентацию костных фрагментов в оптимальном анатомо-функциональном положении в ходе выполнения остеотомии таза при дисплазии тазобедренных суставов»).

Третий этап исследования заключался в проведении сравнительного анализа результатов лечения пациентов основной и контрольной групп с диспластическим

подвывихом бедра, на основании которого был разработан алгоритм комплексного обследования и лечения данной категории пациентов.

Таким образом, полученные данные лучевого обследования позволили выявить особенности патологических изменений и закономерности их взаимосвязей в системе «пояснично-крестцовый отдел позвоночника – тазобедренные суставы», на основании которых была разработана хирургическая технология выполнения реориентирующей тройной остеотомии таза. Определены особенности пояснично-тазовых соотношений у пациентов с диспластическим подвывихом бедра. Установлены корреляционные связи между клинорентгенологическими показателями патологических изменений позвоночника, тазового и бедренного компонентов тазобедренного сустава у детей с диспластическим подвывихом бедра. Кроме того, с целью достижения оптимальной коррекции и пространственной ориентации тазового компонента у каждого пациента основной группы в ходе хирургического вмешательства использовали индивидуальные шаблоны.

Критерии включения пациентов в исследование:

1. Наличие клинорентгенологических признаков подвывиха бедра диспластического генеза I степени по J.F. Crowe.
2. Истинный ШДУ не более 145° и угол антеторсии не более 45° .
3. Отсутствие признаков пострепозиционного ишемического некроза головки бедренной кости II-IV степени по Kalamchi и McEwan.
4. Отсутствие переломов позвоночника и таза.
5. Отсутствие ранее проведенных хирургических вмешательств на тазобедренных суставах и позвоночнике.
6. Отсутствие неврологических, генетических и системных заболеваний.
7. Возраст от 13 до 18 лет.
8. Проведение хирургического лечения одной хирургической бригадой в условиях отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России.

9. Комплексное лучевое обследование тазобедренных суставов и позвоночника с возможностью оценки позвоночно-тазовых соотношений.
10. Добровольное информированное согласие пациентов и их представителей на принятие участия в данном исследовании.

Критерии исключения пациентов:

1. Наличие клинико-рентгенологических признаков нестабильности тазобедренного сустава II-IV степени по J.F. Crowe.
2. Истинный ШДУ более 145° , угол антеторсии более 45° .
3. Наличие признаков пострепозиционного ишемического некроза головки бедренной кости II-IV степени по Kalamchi и McEwan
4. Проведенные ранее хирургические вмешательства на тазобедренном суставе и позвоночнике.
5. Перенесенные повреждения и переломы области тазобедренного сустава и позвоночника.
6. Наличие неврологических, генетических и системных заболеваний.
7. Возраст пациентов до 13 лет и старше 18 лет.
8. Отсутствие комплексного лучевого исследование тазобедренных суставов и позвоночника.
9. Отсутствие добровольного информированного согласия пациентов и их представителей на принятие участия в данном исследовании.

2.2 Общая характеристика пациентов

Данное диссертационное исследование основано на изучении результатов обследования и хирургического лечения 70 детей в возрасте от 13 до 18 лет с диспластическим подвывихом бедра. Все пациенты были разделены на две группы. Основную группу исследования составили 40 детей (51 тазобедренный сустав) с диспластическим подвывихом бедра, из них пациентов женского пола – 37 человек, пациентов мужского пола – 3 человека. В контрольную группу включены 30 пациентов (39 тазобедренных суставов) с нестабильностью

тазобедренных суставов диспластического генеза в виде подвывиха бедра, из них пациентов женского пола – 28 человек, пациентов мужского пола - 2 человека.

Преобладание пациентов женского пола в обеих группах исследования над мужским подтверждает имеющиеся литературные данные о том, что данная патология намного чаще встречается у лиц женского пола (Storer S.K., Skaggs D.L., 2006; Rhodes A.-M.L. et al., 2014).

Количественное соотношение пораженных суставов в зависимости от стороны поражения представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение пациентов по количеству и стороне поражения тазобедренного сустава в группах исследования

Сторона поражения	Основная группа	Контрольная группа
Правая	5	3
Левая	24	18
Двустороннее	11	9
Всего (N/n)	40/51	30/39

N – количество пациентов; n – количество пораженных суставов

Из таблицы 1 видно, что подвывих бедра слева встречается в 3–4 раза чаще, чем справа. Из анамнеза известно, что в обеих группах пациентов диагноз “дисплазия тазобедренных суставов” был установлен на первом году жизни. Все дети получали консервативное лечение, заключающееся в проведении курсов массажа и физиотерапии, использовании специальных корригирующих укладок, а также ношении отводящих ортопедических конструкций, таких как подушка Фрейка или шина Виленского.

Пациенты основной и контрольной групп согласно классификации Н.П. Гундобина были старшего школьного (пубертатного) периода, в подавляющем

большинстве случаев в возрасте 15–16 лет – 32 пациента в основной группе и 24 – в контрольной.

Таким образом, по возрасту, полу и данным анамнеза основная и контрольная группы были сопоставимы, что позволило провести дальше запланированное исследование.

2.3 Методы исследования

С целью анализа состояния тазобедренных суставов при диспластическом подвывихе бедра, физиологических изгибов позвоночного столба и состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений, а также планирования хирургического вмешательства использовали клинический, лучевой (рентгенологический и компьютерно-томографический), 3D моделирования и прототипирования, биомеханический (стабилометрия) и статистические методы исследования.

2.3.1 Клиническое исследование

Клиническое исследование включало сбор данных анамнеза заболевания, а также выявление времени появления первых жалоб. С целью объективизации информации, относящейся к жалобам пациентов, учитывая их возраст, были использованы модифицированная шкала-опросник Harris Hip Score (1969) (Бортулёва О.В., 2019) и шкала оценки степени нарушения жизнедеятельности, обусловленной болевым синдромом в поясничном отделе позвоночника Oswestry (1980). Модификации шкалы Harris hip score заключались в исключении из опросника раздела, касающегося гониометрии пораженного сустава как наиболее трудно воспринимаемого пациентами детского возраста (табл. 2). В опроснике Oswestry пациенты не заполняли раздел «Сексуальная жизнь» ввиду несовершеннолетнего возраста. Особое внимание уделялось оценке интенсивности болевого синдрома и его зависимости от физических нагрузок, а также наличию или отсутствию болей в поясничном отделе позвоночника.

Таблица 2 – Модифицированная Harris hip score

Боль	Количество баллов
Нет (не обращаю на нее внимания)	60
Незначительная (время от времени, привычный образ жизни не нарушен)	40
Умеренная (не оказывает влияния на обычную активность, боли после физических нагрузок, возможен прием обезболивающих препаратов)	30
Средней силы (терпимая, физическая активность резко снижена, постоянный прием обезболивающих препаратов)	20
Выраженная (значимые ограничения физической активности)	10
Резко выраженная боль (полное отсутствие физической активности)	0
Функция	
Хромота	
Нет	11
Незначительная (практически незаметная)	8
Умеренная	5
Выраженная	0
Самостоятельное передвижение невозможно	0
Дополнительные средства опоры	
Нет	10
Трость на длительные прогулки	7
Трость на полный день	5
Костыли на полный день	4
2 трости на длительные прогулки	2
2 костыля на длительные прогулки	1

Самостоятельное передвижение невозможно	0
Расстояние	
Не ограничено	10
6 кварталов	8
2-3 квартала	5
Только в пределах помещения	2
Прикован к кровати	0
Функциональные возможности:	
Лестница	
Обычный подъем/спуск	4
Обычный подъем/спуск с использованием перил	2
Использование других способов для подъема/спуска	1
Самостоятельный подъем/спуск невозможен	0
Возможность самостоятельно надеть носки /обувь	
Легко	4
С трудностями	2
Самостоятельно невозможно	0
Возможность использования общественного транспорта	
Обычное	1
Невозможно	0

С целью дифференцировки патологических ощущений, от неприятных до различной степени выраженности болей, в ходе исследования использовали международную визуальную аналоговую шкалу боли (VAS), в которой, кроме цифровой интерпретации выраженности болевого синдрома, имеются картинки его мимической характеристики (рис. 1).



Рисунок 1. Визуальная аналоговая шкала боли (VAS)

Осмотр пациентов

Клинические методы исследования основывались на общепринятой для ортопедического больного схеме обследования (Маркс В.О., 1978) и состояли из визуального осмотра пациента и количественной оценки (в сантиметрах и градусах) объективных признаков, характерных для патологии позвоночника и тазобедренных суставов – визуальная оценка походки, состояние физиологических изгибов позвоночника, изменение длины нижних конечностей, проведение гониометрии и специфических тестов для определения патомеханического конфликта головки бедренной кости и вертлужной впадины.

Выраженность нарушения походки в виде хромоты была разделена на 3 степени (Курбанов С.Х., 2008):

- легкая – нарушение походки возникает после продолжительных физических нагрузок и не сопровождается раскачиванием туловища;
- средняя – нарушение походки возникает отсроченно и не прогрессирует со временем, может сочетаться с умеренным раскачиванием туловища;
- тяжелая – походка асимметрична и появляется сразу после начала ходьбы, выраженное раскачивание туловища.

Количественно оценивали следующие признаки:

- относительная длина симметричных сегментов нижних конечностей (в сантиметрах);

- амплитуда движений в тазобедренных суставах во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях (в градусах);
- симптом Тренделенбурга – Дюшена – оценка функционального состояния средней ягодичной мышцы в положении стоя на одной ноге.

В норме сокращение средней ягодичной мышцы происходит на стороне опорной конечности, на которую приходится вес тела, тем самым предотвращается наклон таза в контралатеральную сторону, которая находится без опоры. Таким образом, происходит поддержание равновесия. При слабости средней ягодичной мышцы наблюдается обратная картина – половина таза со стороны неопорной конечности наклоняется, и ягодица опускается. Результат исследования оценивался как положительный, отрицательный или нейтральный.

Для выявления наличия конфликта между суставными поверхностями тазового и бедренного компонентов сустава проводили test FADIR, который заключался в выполнении форсированной внутренней ротации согнутой под 90° в тазобедренном и коленном суставах и приведенной не менее чем на 15° нижней конечностей (рис. 2). При возникновении болевых ощущений в области тазобедренного сустава результат интерпретировали как положительный, что свидетельствовало о вовлечении в патологический процесс суставной губы. Выраженность болевых ощущений также оценивали по полученным цифровым данным международной визуальной аналоговой шкалы боли (VAS).

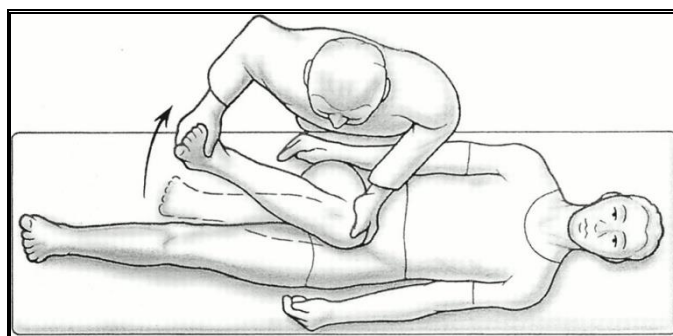


Рисунок 2. Методика выполнения теста, направленного на выявление дегенеративно-дистрофического поражения суставной губы тазобедренного сустава

2.3.2 Лучевые методы исследования

Рентгенографическое исследование пациентов основной и контрольной групп с диспластическим подвывихом бедра осуществляли на цифровом аппарате "PHILIPS medio 50 CP". Обследование включало рентгенографию тазобедренных суставов в прямой проекции, в позиции по Лауэнштейну, функциональный снимок в положении отведения и внутренней ротации для определения истинного шеечно-диафизарного угла и оценки центрации головки бедренной кости в вертлужной впадине, а также боковую панорамную рентгенограмму позвоночника на уровне C1-S1 с захватом бедренных костей в положении пациента стоя (рис. 3).

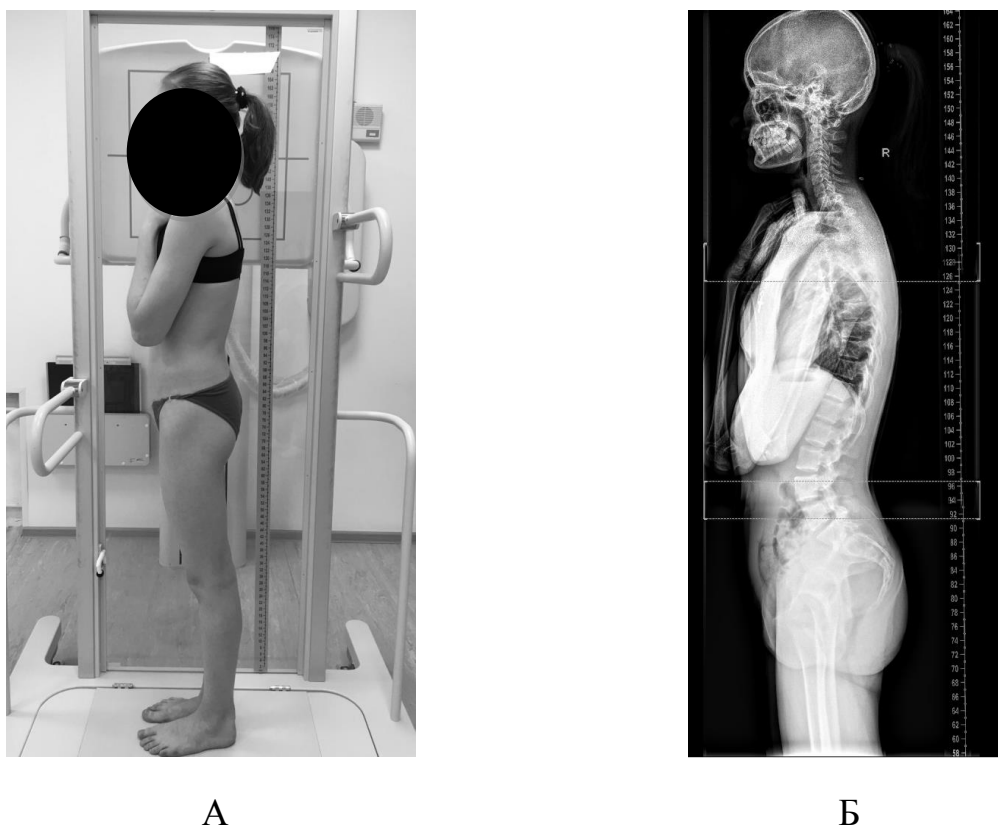


Рисунок 3. Внешний вид пациента во время выполнения боковой панорамной рентгенографии скелета (А); боковая панорамная рентгенограмма скелета (Б)

На основании полученных данных осуществляли рентгенометрию основных показателей, характеризующих пространственное положение вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости: угол вертикального наклона

вертлужной впадины (угол Sharp), угол Wiberg, угол Tonnis (аналог ацетабулярного индекса) (рис. 4), шеечно-диафизарный угол (проекционный и истинный), проекционный угол антеверсии шейки бедренной кости (рис. 5), степень костного покрытия (рис. 6), величину грудного кифоза и поясничного лордоза (рис. 7), показателей позвоночно-тазовых соотношений – угол отклонения таза (PI) (рис. 8), угол наклона крестца (SS), угол наклона таза (PT), а также величину глобального сагиттального баланса (SVA).

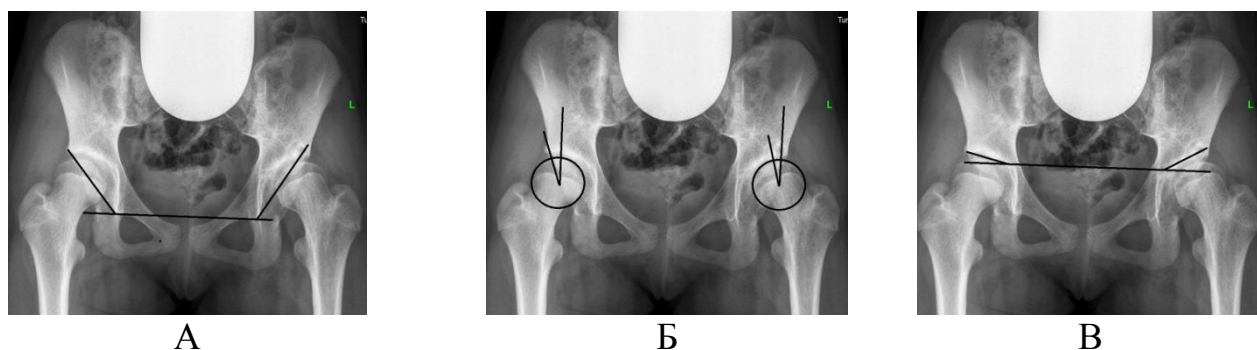


Рисунок 4. А – угол вертикального наклона вертлужной впадины (угол Sharp), отражающий положение вертлужной впадины во фронтальной плоскости; Б – угол Wiberg, отражающий латеральное покрытие головки бедра вертлужной впадиной во фронтальной плоскости; В – угол Tonnis, отражающий состояние свода передне-верхнего края вертлужной впадины

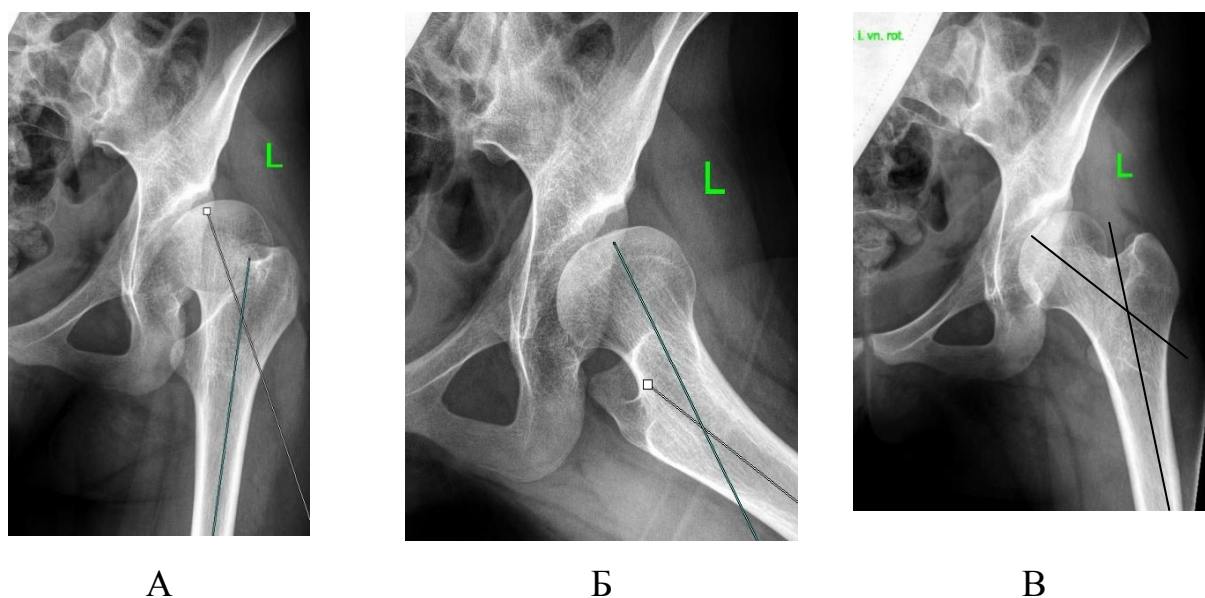


Рисунок 5. А – проекционный шеечно-диафизарный угол; Б – проекционный угол антеверсии проксимального отдела бедренной кости (рентгенограмма выполнена в позиции по Лауэнштейну); В – истинный шеечно-диафизарный угол

Стабильность тазобедренного сустава во фронтальной плоскости оценивали по степени костного покрытия, расчет которой проводили по формуле:

$A/B * 100 = X\%$. Схема представлена на рисунке 6.

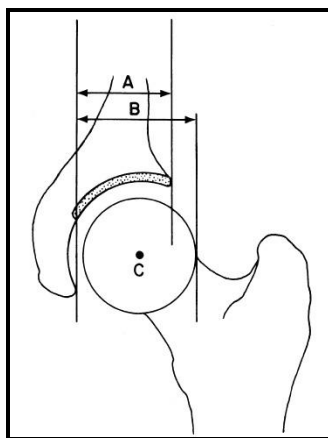


Рисунок 6. Определение степени костного покрытия во фронтальной плоскости.

Вариации нормальных значений вышеуказанных показателей пространственной ориентации вертлужной впадины, проксимального отдела бедренной кости и интегральных показателей соотношения тазового и бедренного компонентов сустава представлены в таблице 3 (Камоско М.М. с соавт., 2010).

Таблица 3 – Показатели нормальных значений пространственной ориентации вертлужной впадины, проксимального отдела бедренной кости и интегральных показателей соотношения тазового и бедренного компонентов сустава

Показатель	Величина, (°)
Угол Sharp	35–45
Угол Tonnis	0–10
Истинный шейечно-диафизарный угол (ШДУ)	125–145
Истинный угол антеверсии (УВ)	10–30
угол Wiberg	25–40
Степень костного покрытия (СКП) во фронтальной плоскости	85–100

Нарушением соотношений в тазобедренных суставах являлось превышение верхней границы нормы в показателях, характеризующих пространственную ориентацию тазового и бедренного компонентов сустава (угол Sharp, Tonnis, ШДУ, УА) и уменьшение значений показателей стабильности тазобедренного сустава (угол Wiberg, СКП).

В настоящем исследовании мы использовали классификацию J.F.Crowe как наиболее часто применяемую в повседневной хирургической практике травматологов-ортопедов, а также максимально точно определяющую выраженность патологических процессов в тазобедренном суставе при подвывихе.

Оценку физиологических изгибов грудного и поясничного отделов позвоночника (рис. 7) и позвоночно-тазовых соотношений (рис. 8) осуществляли при помощи программы “Surgimap” v. 2.2.12.1.

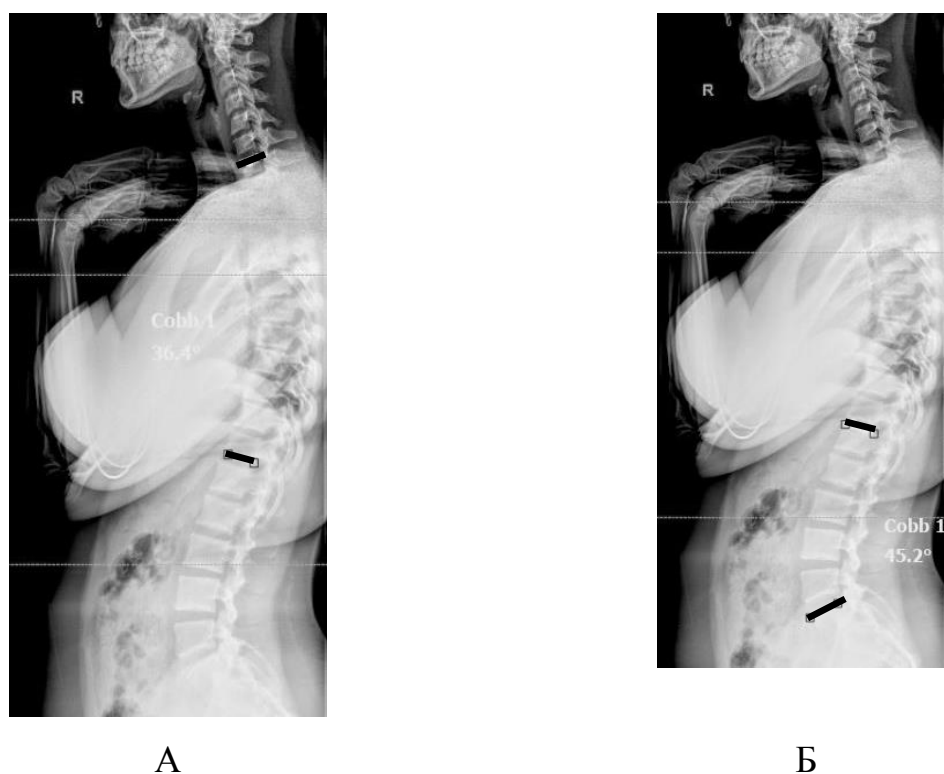
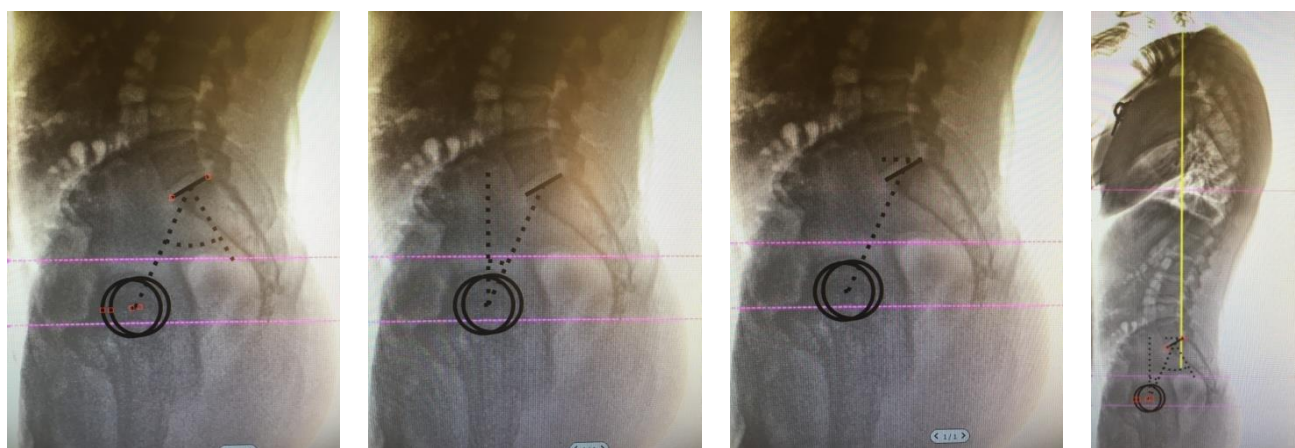


Рисунок 7. Показатели сагиттального профиля позвоночника (по Cobb):

А – грудной кифоз; Б – поясничный лордоз



А

Б

В

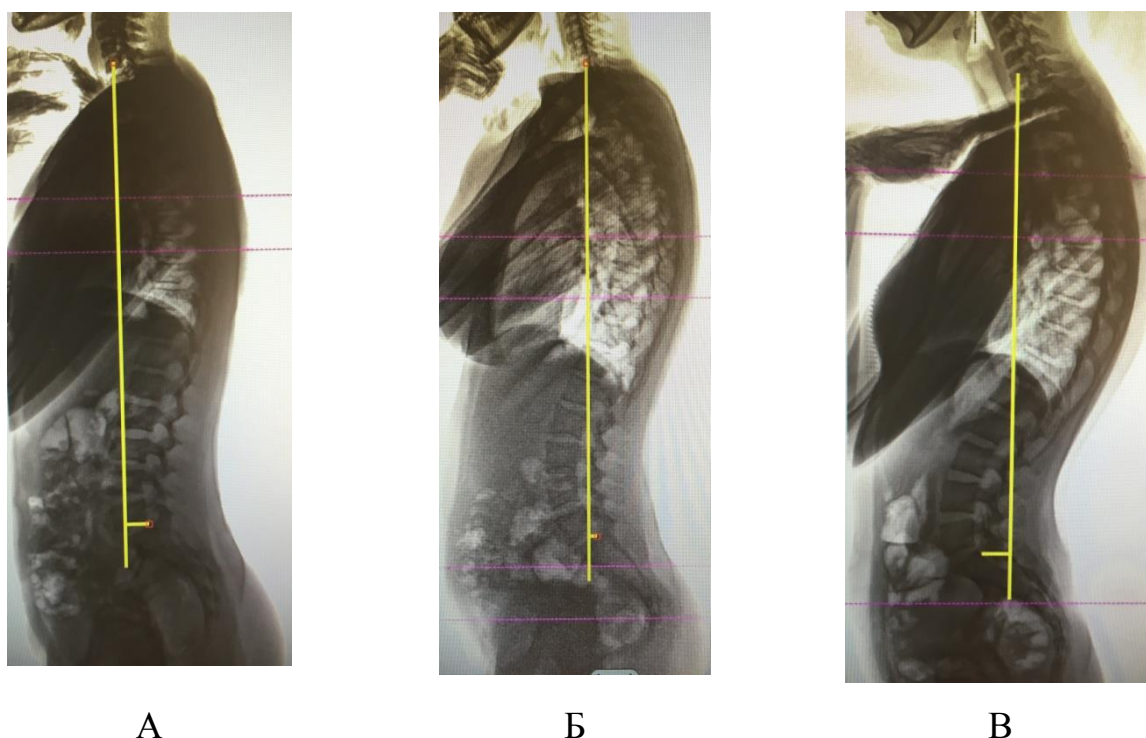
Г

Рисунок 8. А – pelvic incidence (PI), угол, образованный линией, проведенной через центр головок бедренных костей к середине замыкательной пластинки S1 и линией, перпендикулярной этой замыкательной пластинке; Б – pelvic tilt (PT), угол между вертикальной линией и линией, проведенной через центр бикоксофemorальной линии к середине замыкательной пластинки S1; В – sacral score (SS), угол наклона верхней замыкательной пластинки первого крестцового позвонка (S1) к горизонтальной плоскости; Г – sagittal vertical axis (SVA) – отклонение вертикальной линии отвеса, проведенной из центра C7, от заднего края верхней замыкательной пластинки S1 (показатель общего сагиттального баланса)

Показатель SVA является единственной количественной характеристикой глобального сагиттального баланса.

Существует три градации глобального сагиттального баланса – положительный, нейтральный, отрицательный (рис. 9).

Положение сагиттального профиля позвоночника пациента считается сбалансированным, если отклонение SVA составляет менее 4 мм от линии гравитации (Glassman S.D. et al., 2005; Zheng X. et al., 2010; Shefi S. et al., 2013; Ozer A.F. et al., 2014; Liu S. et al., 2014).



А

Б

В

Рисунок 9. Характеристика глобального сагиттального баланса по положению линии SVA относительно S_1 : А – положительный; Б – нейтральный; В – отрицательный

На основании полученных данных проводилось определение типа вертикальной осанки по классификации P. Roussouly (рис. 10), в зависимости от которой можно прогнозировать время формирования и темпы прогрессирования дегенеративных процессов позвоночника (Roussouly P. et al., 2003, 2011). Согласно данным последних исследований (Мироевский Ф.В., 2015; Laouissat F. et al., 2018; Hesarikia H. et al. 2018), оптимальным является II тип вертикальной осанки. При таком соотношении тазовых индексов и физиологических изгибов позвоночника происходит естественное течение дегенеративных процессов в поясничном отделе позвоночника.

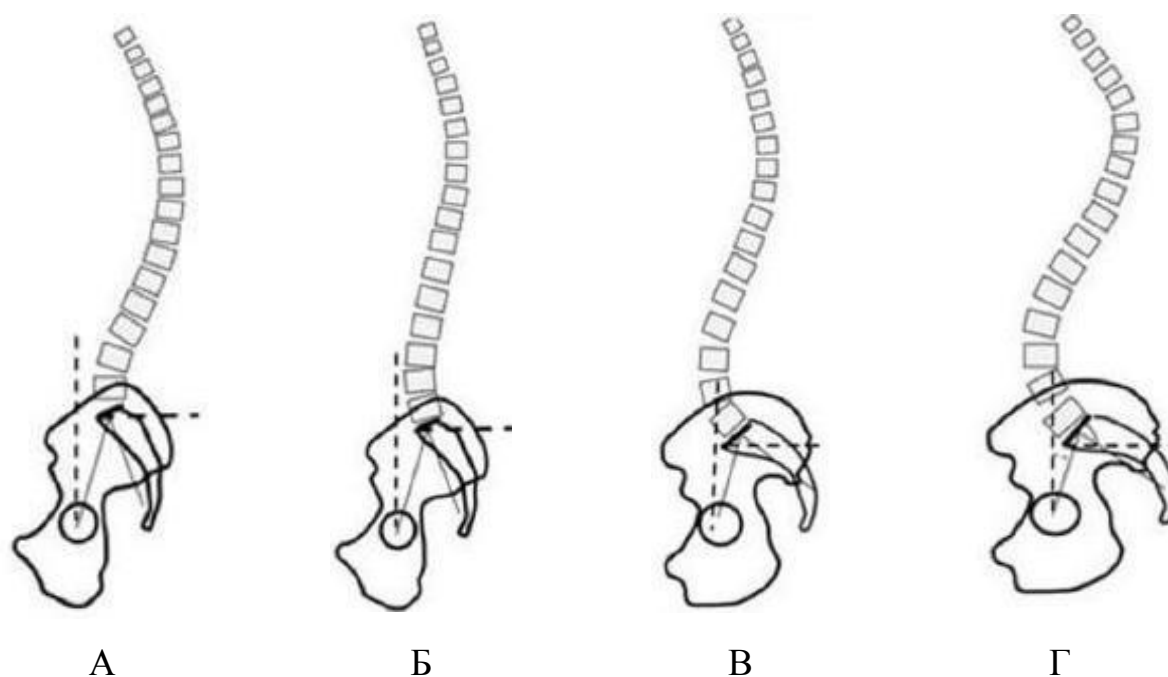


Рисунок 10. Типы вертикальной осанки в популяции здоровых людей по P. Roussouly: А – I тип (гиполордотический) – $SS < 35^\circ$, $PI < 50^\circ$;

Б – II тип (гармоничный) – $SS \leq 35^\circ$, $PI \leq 45^\circ$;

В – III тип (гиперлордотический) – $35^\circ < SS < 45^\circ$, $45^\circ < PI < 55^\circ$;

Г – гиперлордотический – $SS \geq 45^\circ$, $PI \geq 55^\circ$.

С целью оценки истинного соотношения тазового и бедренного компонентов сустава у пациентов обеих групп проводили обследование на спиральном компьютерном томографе. Мультиспиральную компьютерную томографию с последующим моделированием объёмного изображения тазобедренного сустава в трёхмерном режиме (3D) выполняли всем пациентам основной и контрольной групп. Исследование проводили на спиральном компьютерном томографе "Brilliance 8000 DX-Dual" производства Philips (США) с обязательным захватом мыщелков бедренной кости, что позволяло максимально точно произвести оценку угла антеверсии проксимального отдела бедренной кости (рис. 11).

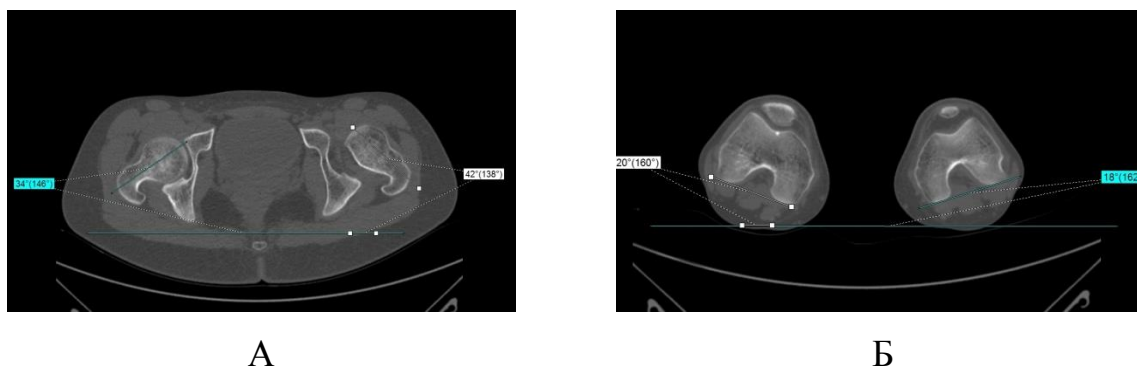


Рисунок 11. Методика определение истинного угла антеторсии проксимального отдела бедренной кости: А – горизонтальный срез на уровне центра головок бедренных костей, Б – горизонтальный срез на уровне мыщелков бедренных костей

2.3.3 Метод 3D-моделирования и прототипирования

В результате проведенного комплексного обследования пациента с диспластическим подвывихом бедра получали данные снимков МСКТ с толщиной среза 1 мм в формате DICOM. После этого осуществляли загрузку серий DICOM файлов, полученных при выполнении мультиспиральной компьютерной томографии в специализированную программу “PME Planner” (Polygon Medical Engineering). С целью получения трехмерного изображения, необходимого для дальнейшего виртуального планирования операции, данные из формата DICOM при помощи компьютерной обработки переводили в формат STL. Процесс преобразования снимков в 3D модель производили в программе Mimics Medical v.19.0. Программа “PME Planner” (Polygon Medical Engineering) позволяет моделировать последовательное выполнение необходимых остеотомий и корригирующих манипуляций, которое запланировано врачом для выполнения предстоящей операции (рис. 12).

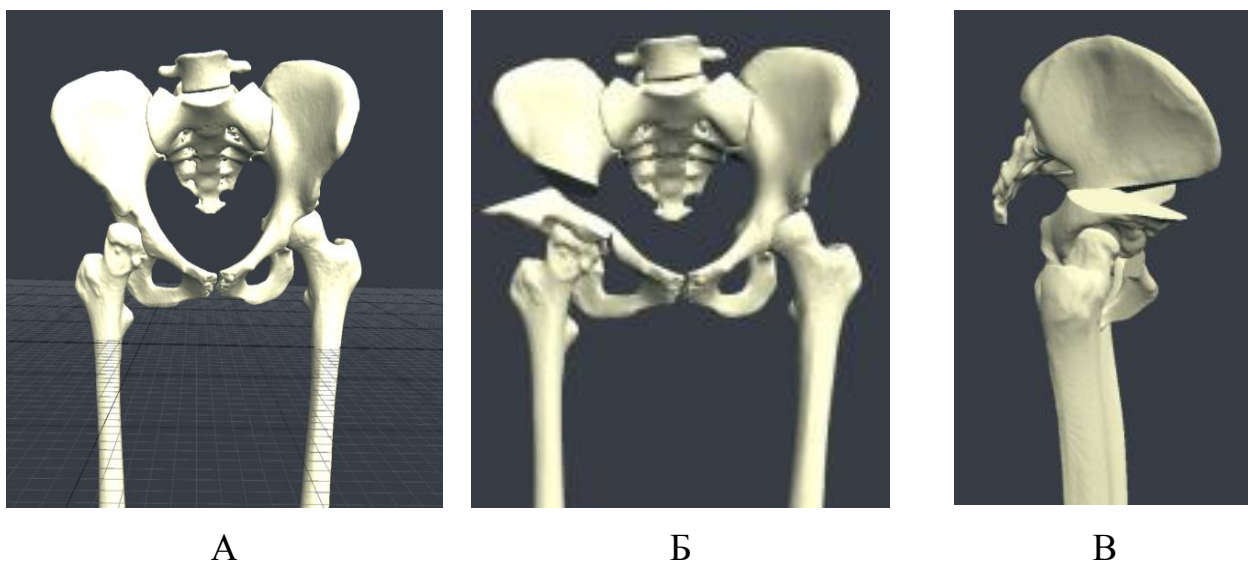
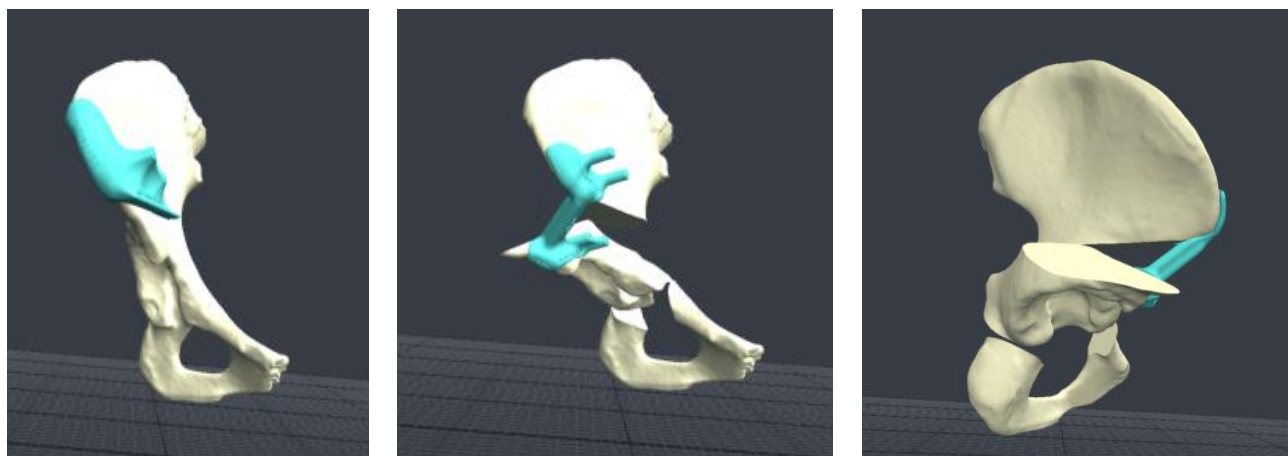


Рисунок 12. Планирование предстоящего хирургического вмешательства с помощью программы PME Planner (Polygon Medical Engineering):
 А – проведение сегментации полученного после МСКТ изображения;
 Б, В – планирование остеотомий костей таза и многоплоскостной коррекции положения вертлужной впадины

В компьютерной программе на основании запланированного объема хирургического вмешательства, включающего проведение зон и уровней остеотомии костей таза, проведенных с индивидуальным расчетом, а также осуществления многоплоскостной коррекции пространственного положения вертлужной впадины с учетом позвоночно-тазовых соотношений проводили проектирование персонифицированных шаблонов, которые в дальнейшем использовали в ходе операции (рис.13).



А

Б

В

Рисунок 13. Виртуальное создание персонифицированных навигационных шаблонов в программе PME Planner (Polygon Medical Engineering):

А – шаблон для выполнения остеотомии тела подвздошной кости;

Б, В – шаблон для интраоперационной фиксации ацетабулярного фрагмента в положении рассчитанной коррекции во всех плоскостях

В компьютерной программе создавали модели навигационных шаблонов, которые в ходе операции помогали выбрать зону и осуществить уровень остеотомии костей таза (тела подвздошной, лонной и седалищной костей). Далее проводили построение первого навигационного шаблона с целью выполнения остеотомии тела подвздошной кости, в котором предусмотрены отверстия в проекции передне-верхней ости, что позволяло стабильно зафиксировать шаблон спицей или винтом на кости для точного уровня выполнения предстоящей остеотомии. После этого выполняли построение второго персонифицированного шаблона, предназначенного для фиксации либерализованного ацетабулярного фрагмента в положении необходимой индивидуальной многоплоскостной коррекции. Второй шаблон также имел отверстия для стабильной фиксации на кости: в области передне-верхней ости выше места остеотомии тела подвздошной кости и в надвертлужной области, ближе к переднему краю. После виртуального

создания персонафицированные шаблоны печатали на 3D-принтере из фотополимера. Использовали технологию лазерной стереолитографии (SLA), что обеспечивало высокую точность в процессе изготовления шаблонов (рис. 14).



А



Б



В



Г

Рисунок 14. Варианты персонафицированных шаблонов из фотополимера:
 А, Б – для выполнения остеотомии тела подвздошной кости;
 В, Г – для интраоперационной фиксации ацетабулярного фрагмента после проведения запланированной многоплоскостной коррекции

Оба шаблона были использованы интраоперационно в ходе выполнения реориентирующей тройной остеотомии таза у пациентов основной группы.

2.3.4 Биомеханическое исследование

Биомеханическое исследование проводилось с целью оценки опороспособности нижних конечностей и особенностей распределения статической нагрузки на них. Осуществляли не только количественную оценку изменения опороспособности нижних конечностей у детей с диспластическим

подвывихом бедра до и после хирургических вмешательств на тазобедренном суставе, но и изучали адаптивные возможности опорно-двигательной системы в зависимости от вида операции. Метод стабилотрии позволяет выявить отклонения в состоянии опорной функции нижних конечностей и ее изменения после хирургического лечения.

Стабилотрическое исследование проводилось с помощью программно-аппаратного комплекса МБН «Биомеханика» (ООО НМФ «МБН») при «европейской» установке стоп ребенка: стопы располагали на платформе при сведении пяток и разведении передних отделов с углом между внутренними краями стоп 30° . Пациенту предлагали занять удобное для него вертикальное положение стоя с опущенными вдоль тела руками, с опорой на обе нижние конечности. Исследования проводили по стандартной функциональной пробе с открытыми (ОГ) и закрытыми глазами (ЗГ) с регистрацией параметров смещения центра давления (ЦД) тела. Автоматизированная математическая обработка колебаний ЦД тела детей с последующим графическим построением пределов его колебаний – статокинезиограммы (СКГ), давало фигуру эллипса (рис. 15).

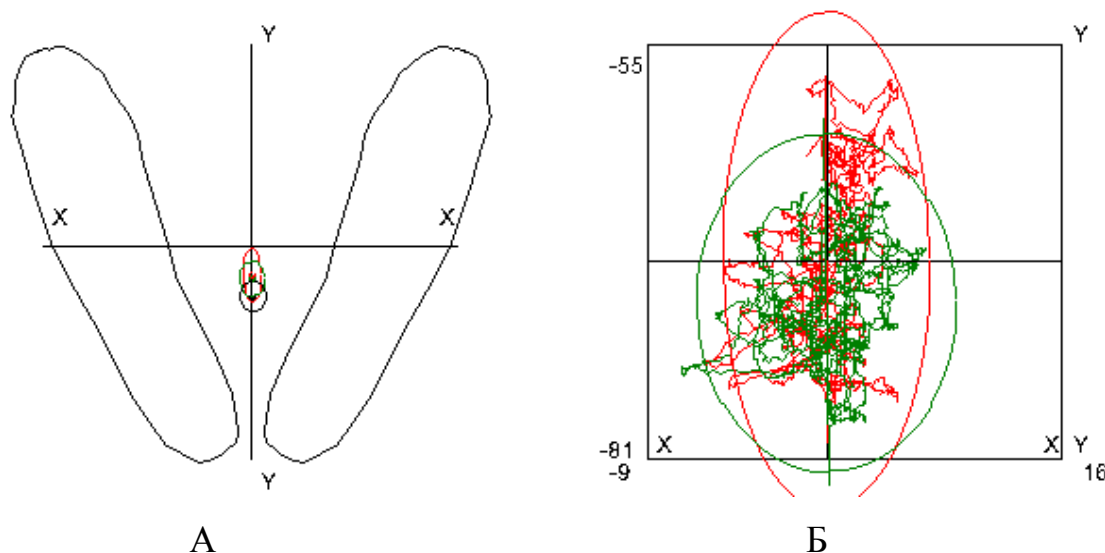


Рисунок 15. Статокинезиограмма здорового ребенка К., 16 лет. Девиация колебаний центра давления в форме эллипса при пробе с открытыми глазами имеет более вытянутую форму по сравнению с пробой, проведенной с закрытыми глазами: А – ПЦМ ребенка проецируется практически в одной сагиттальной плоскости вместе с абсолютным ПЦМ; Б – графическое изображение реальной статокинезиограммы. Красная линия – проба с открытыми глазами; зеленая линия – проба с закрытыми глазами

На основании статокинезиограмм вычисляли следующие параметры: координаты X (мм) и Y (мм) ПЦМ и их девиацию относительно среднего положения, средняя длина траектории, пройденная ПЦМ L (мм), площадь S (мм²) статокинезиограммы. Также рассчитывали среднюю величину угла преимущественного направления колебаний относительно сагиттальной плоскости Al (°). Исследование с закрытыми и открытыми глазами выполнено у всех пациентов основной и контрольной групп для оценки состояния проприорецепции и вестибулярной системы, а также для выявления степени участия органов зрения в поддержании статического равновесия. На СКГ здоровых детей углы направления колебаний незначительно отклоняются от сагиттальной плоскости вне зависимости от влияния зрительного контроля.

2.3.5 Статистические методы исследования

Количественные данные были подвергнуты статистической обработке в программах SPSS Statistics v.23 и Excel 2019.

Используемые методы статистической обработки:

- описательная статистика параметрических параметров: вычисление средних значений величин (m) и их средних квадратичных отклонений (σ);
- определение соответствия эмпирического закона распределения количественных данных закону нормального распределения;
- сравнение двух независимых групп по одному признаку (непараметрический метод): критерий U (Манна-Уитни);
- Сравнение двух зависимых групп по одному признаку (непараметрический метод): критерий Уилкоксона;
- Вычисление корреляционной зависимости по Пирсону.

Статистически значимым считали уровень вероятности ошибки первого рода менее 5% ($p < 0,05$).

Представленный клинический материал по дизайну, объему исследования и примененным методикам контроля и статистической обработки позволил решать задачи диссертационного исследования.

ГЛАВА 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ ПОДВЫВИХОМ БЕДРА

Проведено обследование 40 пациентов (51 тазобедренный сустав) основной группы и 30 пациентов (39 тазобедренных суставов) контрольной группы с диспластическим подвывихом бедра в возрасте от 13 до 18 лет, получавших лечение в отделении патологии тазобедренного сустава ФГБУ «НИДООИ им. Г.И. Турнера» с 2016 по 2018 годы.

3.1 Результаты клинического метода исследования

Данные, полученные в ходе сбора анамнеза, позволили верифицировать срок установки диагноза и возраст манифестации клинических проявлений заболевания.

В основной группе исследования у 33 пациентов (41 тазобедренный сустав) диагноз “дисплазия тазобедренных суставов” установлен в возрасте $10,9 \pm 1,2$ месяцев. Все пациенты получали консервативное лечение, заключающееся в назначении отводящих ортопедических конструкций, таких как перинка Фрейка или шина Виленского, проведении курсов массажа нижних конечностей и поясничного отдела позвоночника, а также физиотерапевтических процедур. Средний срок фиксации нижних конечностей отводящими ортопедическими конструкциями составил $2,9 \pm 0,6$ месяцев. Такой подход к лечению дисплазии тазобедренного сустава во всех случаях не привел к созданию условий для правильного формирования тазобедренного сустава. Несмотря на это, пациенты не получили рекомендаций по поводу дальнейшей тактики лечения. У 7 пациентов этой группы (10 тазобедренных суставов) правильный диагноз был установлен только в возрасте 10–11 лет, когда появились признаки нарушения походки в виде хромоты. Этим больным также проводили консервативное лечение в виде массажа и лечебной гимнастики, которые не имели должного терапевтического эффекта.

В контрольной группе исследования у 26 пациентов (32 тазобедренных сустава) диагноз «дисплазия тазобедренных суставов» установлен в возрасте $10\pm 1,9$ месяцев. Всем пациентам проводили консервативное лечение с фиксацией нижних конечностей в положении отведения либо перинкой Фрейка, либо шиной Виленского, а также курсы массажа и физиотерапевтического лечения. Средний срок фиксации нижних конечностей отводящими ортопедическими конструкциями составил $3\pm 0,8$ месяцев. В ходе проведенного консервативного лечения у пациентов этой группы также не было достигнуто правильных соотношений в тазобедренном суставе. Аналогично пациентам основной группы у этой категории больных также отсутствовали рекомендации по тактике дальнейшего лечения. У 4 пациентов этой группы (7 тазобедренных суставов) правильный диагноз был поставлен в возрасте 10–11 лет, когда появилось нарушение походки в виде хромоты. Пациенты получали курсы массажа мышц нижних конечностей и физиотерапию.

На основании проведенного анализа анамнестических данных и курсов проведенной терапии можно сделать вывод, что у пациентов обеих групп имела место поздняя диагностика врожденного заболевания тазобедренного сустава (Волошин С.Ю., 2016), а бессистемное применение неадекватно подобранных отводящих ортопедических конструкций даже в комплексе с физиотерапевтическим лечением не создало необходимых условий для правильного формирования тазобедренного сустава.

3.1.1 Жалобы пациентов с диспластическим подвывихом бедра

Из 40 пациентов основной группы 31 (77,5%) ребенок предъявлял жалобы на нарушение походки, а также различной интенсивности боли в проекции пораженного тазобедренного сустава, возникающие к концу дня или после непродолжительных физических и статических нагрузок. У 29 пациентов (72,5%), кроме вышеуказанных жалоб, имели место боли в области поясничного отдела позвоночника, возникающие при длительном отсутствии изменения положения

тела, поднятии тяжелых предметов, а также после незначительных физических нагрузок.

Аналогичные данные после идентичных нагрузок получены у пациентов контрольной группы: жалобы на нарушения локомоции и боли в тазобедренном суставе имели место у 24 детей (80%), а боли в поясничном отделе позвоночника – у 21 (70%).

С целью объективизации полученной информации, касающейся жалоб пациентов обеих групп, нами были использованы специализированные модифицированные шкалы-опросники (Harris hip score и Oswestry). Так, средний балл по шкале Harris hip score, отражающей функциональное состояние тазобедренного сустава у пациентов основной группы, составил $65,5 \pm 8$ баллов, а у пациентов контрольной группы – $64 \pm 5,4$ баллов. Полученные результаты свидетельствуют о неудовлетворительной функции пораженного тазобедренного сустава у пациентов обеих групп исследования. Изучение нарушений привычной жизнедеятельности, связанной с наличием болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника, согласно шкале-опроснику Oswestry показало, что результат у пациентов основной группы составил $18,7 \pm 8,6\%$, а у пациентов контрольной – $19,4 \pm 9,7\%$. Полученные результаты в ортопедической и неврологической практике имеют интерпретацию как минимальные нарушения, не нуждающиеся в каком-либо лечении, однако требующие рекомендаций для ребенка с точки зрения двигательного режима и физических нагрузок.

3.2 Особенности клинической картины у детей с диспластическим подвывихом бедра

Визуальная оценка фронтального профиля позвоночника у пациентов основной группы не показала наличия патологических изменений. Тест Адамса был отрицательным у всех пациентов. Проведенное аналогичное исследование у пациентов контрольной группы имело схожие результаты.

Визуальная оценка сагиттального профиля позвоночника показала, что гиперлордоз поясничного отдела позвоночника был отмечен у 26 пациентов (65%)

основной группы, из них в 42,3% наблюдений имел место двусторонний подвывих бедра диспластического генеза. У остальных 14 пациентов (35%) визуальных изменений со стороны сагиттального профиля позвоночника не было выявлено. Аналогичное исследование в контрольной группе показало наличие гиперлордоза поясничного отдела позвоночника у 19 пациентов (63,3%), из них в 47,4% отмечался двусторонний диспластический подвывих бедра. У остальных 11 детей (36,7%) визуальных изменений со стороны сагиттального профиля позвоночника не было выявлено.

Исследование длины конечностей показало, что в основной группе пациентов относительное укорочение до 1 см при одностороннем поражении отмечено у 15 пациентов (51,7%), до 2 см – у 14 (48,3%). У пациентов с двусторонним подвывихом разница до 1 см диагностирована у 9 пациентов (81,8%), до 2 см – у 2 (18,8%).

Разновеликость нижних конечностей у пациентов контрольной группы с односторонним подвывихом до 1 см диагностирована у 11 пациентов (52,4%), до 2 см – у 10 больных (47,6%). При двустороннем подвывихе бедра разница в длине нижних конечностей до 1 см отмечалась у 7 пациентов (77,8%), до 2 см – у 2 (22,2%)

Оценка походки у пациентов обеих групп выявила наличие хромоты различной степени тяжести. Так у 18 пациентов (45%) основной группы диагностирована легкая степень хромоты, а у 22 пациентов (55%) – средняя. Практически идентичные данные получены у пациентов контрольной группы: легкая степень нарушения походки отмечена у 12 пациентов (40%), средняя – у 18 (60%).

Средние значения амплитуды активных движений в тазобедренном суставе у пациентов основной группы составили: сгибание – $110 \pm 5^\circ$, отведение – $34 \pm 6^\circ$, разгибание – $10 \pm 5^\circ$, внутренняя ротация – $60 \pm 10^\circ$, наружная ротация – $50 \pm 10^\circ$. В контрольной группе получены аналогичные данные: сгибание – $105 \pm 9^\circ$, отведение – $38 \pm 4^\circ$, разгибание – $15 \pm 7^\circ$, внутренняя ротация – $55 \pm 12^\circ$, наружная ротация – $50 \pm 8^\circ$.

Проведение теста FADIR дало положительный результат у 31 пациента (77,5%) основной группы. Средний балл оценки степени выраженности болевых ощущений согласно международной визуальной аналоговой шкале составил $3,1 \pm 1,7$. В контрольной группе положительный тест FADIR диагностировался у 22 детей (73,3%), а средний балл по VAS составил $3,3 \pm 1,5$. Интенсивность болевых ощущений у пациентов обеих групп исследования соответствовала средней степени.

Представленные данные свидетельствуют о наличии типичных идентичных изменений в клинической картине пациентов обеих групп с диспластическим подвывихом бедра в виде хромоты легкой и средней степеней тяжести, укорочения нижней конечности на стороне поражения до 2 см, а также гиперлордоза поясничного отдела позвоночника в подавляющем большинстве случаев, особенно выраженного при двустороннем поражении. Характерными нарушениями со стороны пораженного сустава являются ограничение сгибания и отведения, избыточная ротация, а также наличие средней степени интенсивности болевых ощущений при проведении специфического теста (FADIR-test), направленного на выявление конфликта головки бедренной кости с labrum acetabulae.

3.3 Особенности лучевой картины детей с диспластическим подвывихом бедра

Углубленное рентгенологическое исследование проведено 70 пациентам (90 тазобедренных суставов). Все пациенты были разделены на подгруппы в зависимости от количества вовлеченных в патологический процесс тазобедренных суставов. Проводили оценку анатомического строения, пространственного положения вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости, стабильности тазобедренного сустава, а также показателей, характеризующих сагиттальный профиль позвоночника, соотношений в системе «тазобедренные суставы – поясничный отдел позвоночника» и величину глобального сагиттального баланса.

Данные лучевых методов обследования пациентов с односторонним и двусторонним подвывихом бедра в обеих группах исследования, а также их сравнение с аналогичными показателями у здоровых детей представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели пространственной ориентации вертлужной впадины, проксимального отдела бедренной кости, сагиттального профиля позвоночника и позвоночно-тазовых соотношений у пациентов с односторонним и двусторонним подвывихом бедра

Наименование показателей	Средняя величина у пациентов с односторонним подвывихом бедра (N=50/n=50) M±SD	Средняя величина у пациентов с двусторонним подвывихом бедра (N=20/n=40) M±SD	Здоровые дети (по Камоско М.М. 2010 и Hesarikia H. et al. 2018) M±SD
Угол Sharp (°)	54,7±4,8	54,5±4,7	35-45
Угол Tonnis (°)	21,5±3,6	22,5±3,4	0-10
Угол Wiberg(°)	4,4±3,3	3,8±3,9	25-40
СКП (%)	53,7±6,5	56±8,6	85-100
Краниальное смещение (см)	0,9±0,4	1,1±0,4	abs
ШДУ(°)	133,8±3,9	134,8±3,5	125-140
УА(°)	38,5±6,7	37,3±6,5	10-30
PI (°)	51,6±10,2	52,1±10,6	45,4±10,7
PT(°)	8±8,9	7,5±8,5	10,3±6,5
SS(°)	43,6±4,5	44,6±5,8	35,4±8,1
TK(°)	35,6±11	38,2±8,3	37,1±9,9
GLL(°)	59,8±6,7	61,1±7,1	39,6±12,4
SVA(°)	-9,2±18,4	-10,8±17	0,1±2,3

N – количество пациентов; n – количество пораженных суставов

Представленные в таблице 4 данные результатов углубленного лучевого обследования пациентов с односторонним и двусторонним подвывихом бедра свидетельствуют, что показатели, характеризующие состояние тазового и бедренного компонентов сустава, имели значения, типичные для диспластического характера патологии вне зависимости от количества пораженных суставов.

Анатомические изменения выражались в патологических значениях углов вертикального наклона вертлужной впадины во фронтальной плоскости и наклона свода вертлужной впадины (угол Sharp, угол Tonnis), что отражало наличие врожденного дефицита передне-верхнего края вертлужной впадины. Эта ситуация закономерно оказывала влияние на изменение показателей стабильности тазобедренного сустава в целом и выражалась в значительном снижении величин угла Wiberg и степени костного покрытия головки бедренной кости вертлужной впадиной во фронтальной плоскости.

Величина краниального смещения головки бедренной кости у пациентов с односторонним и двусторонним поражением сустава не превышала 50% от её диаметра, что соответствовало I степени подвывиха бедра по J.F. Crowe (1979). Средние значения истинного шеечно-диафизарного угла находились в физиологических пределах, одновременно с этим показатели угла антеторсии проксимального отдела бедра имели превышающие значения, характерные для диспластической патологии (Тихоненков Е.С., 1981). Необходимо отметить, что данная пространственная конфигурация бедренного компонента сустава не требовала коррекции во время проведения хирургического вмешательства (Поздникин Ю.И., 1983).

Показатели средних значений грудного кифоза оставались в пределах среднестатистических значений физиологической нормы, а показатели поясничного лордоза превышали последние. Изменения показателей тазовых индексов заключались в увеличении значений анатомического показателя PI, что приводило к уменьшению значений показателя PT и увеличению показателя SS, которые являются позиционными.

Средние значения показателя сагиттальной вертикальной оси имели выраженные отрицательные значения, что свидетельствовало о наличии глобального дисбаланса. Только у 8 пациентов (16%) с односторонним подвывихом бедра и у 2 пациентов (10%) с двусторонним подвывихом бедра показатели сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений оставались в пределах среднестатистических значений. Во всех случаях нами получено равенство в формулах $PI=PT+SS$ и $SS=0,5 \times PI+15^\circ$.

Проведенный анализ полученных значений сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра показал, что типичными для данной категории больных являются III-IV типы вертикальной осанки по P. Roussouly, характеризующиеся избыточным наклоном таза кпереди и гиперлордозом поясничного отдела позвоночника. Формирующиеся изменения в позвоночно-двигательных сегментах приводят к возникновению перегрузки и артроза в фасеточных суставах с развитием вторичного стеноза позвоночного канала и дегенеративного или истмического спондилолистеза (Jackson R.P. et al., 2003).

Проведенный межгрупповой статистический анализ сравнения двух зависимых групп по одному признаку не показал наличия достоверных различий ($p>0,05$) между пациентами с односторонним и двусторонним подвывихом бедра. Полученные данные позволяют объединить пациентов обеих групп для проведения корреляционного анализа.

Корреляционный анализ основных сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений показал наличие прямой сильной связи между значениями GLL и SS ($r=0,71$; $p<0,05$) и слабо выраженной связи между PI и SS ($r=0,26$, $p<0,05$) (рис. 16) и ТК и GLL ($r=0,22$; $p<0,05$) (рис. 17).

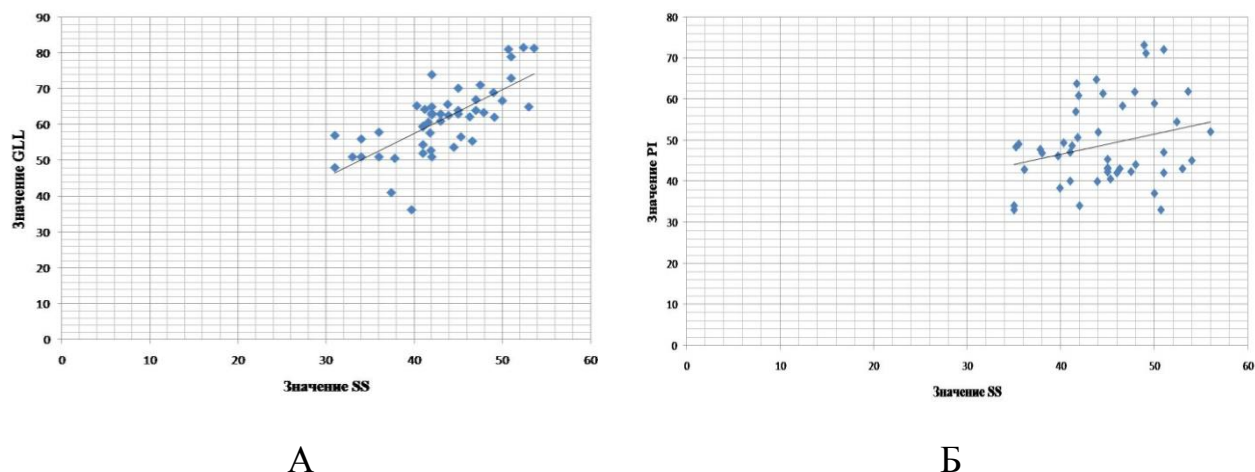


Рисунок 16. Результат оценки корреляционной связи между углом наклона крестца и величиной поясничного лордоза (GLL) (А); углом отклонения таза (PI) (Б)

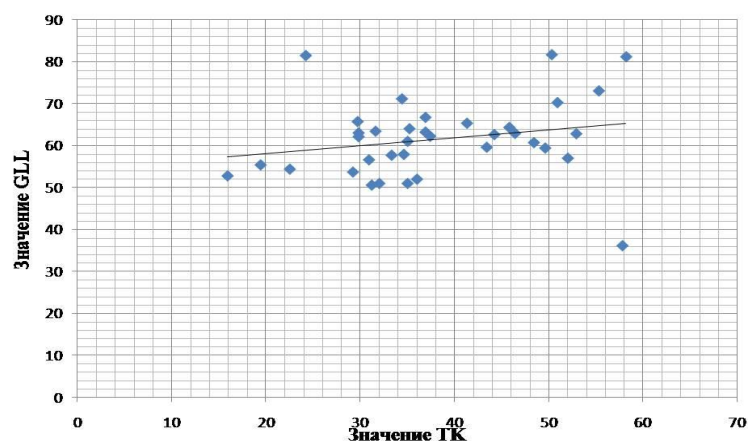


Рисунок 17. Результат оценки корреляционной связи между грудным кифозом (ТК) и поясничным лордозом (GLL)

Кроме того, выявлена прямая сильная корреляционная связь между углом антефлексии проксимального отдела бедренной кости и углом наклона крестца ($r = 0,81$; $p < 0,05$) и между выраженностью болевых ощущений при выполнении FADIR test и показателем SS ($r = 0,88$; $p < 0,05$) (рис. 18).

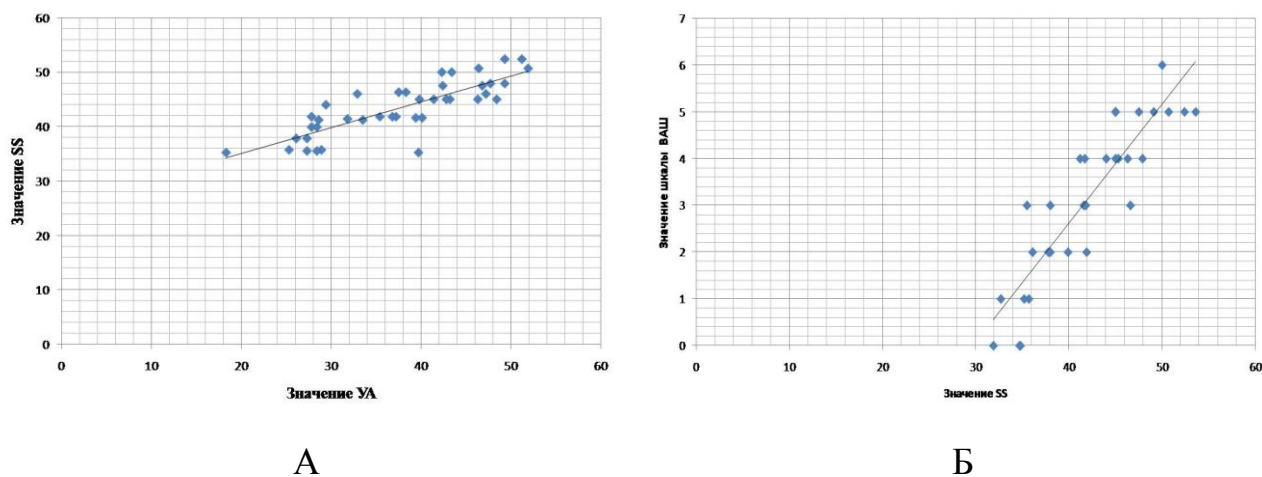


Рисунок 18. Результат оценки корреляционной связи между углом наклона крестца (SS) и величиной угла антеверсии (УА) проксимального отдела бедренной кости (А); выраженностью болевого синдрома (VAS) (Б)

Таким образом, проведенное клинико-лучевое обследование позволило выявить основные патологические паттерны у детей с диспластическим подвывихом бедра, а именно жалобы на средней интенсивности боли как в пораженном тазобедренном суставе, так и в поясничном отделе позвоночника, присутствующие более чем у 70% пациентов.

В клинической картине заболевания со стороны пораженного сустава у 100% пациентов отмечено ограничение амплитуды движений во фронтальной и сагиттальной плоскостях и избыточные движения в горизонтальной, а также положительный FADIR-test, выявленный более чем у 70% больных, характеризующий вовлечение в патологический процесс labrum acetabulae. Патологические значения угловых величин, выявленные у 100% пациентов, характеризующие нарушение анатомического строения и пространственной ориентации тазового и бедренного компонентов сустава с соответствующим изменением показателей стабильности в целом, а также наличие чрезмерной антеверсии таза, подтверждали изменения, характерные для подвывиха бедра диспластического генеза. Все это способствовало формированию индивидуальной осанки с лордозом поясничного отдела, соответствующим III-IV типу по

классификации Р. Rousouly, физиологическим кифозом грудного отдела позвоночника и отрицательным глобальным сагиттальным балансом.

Отсутствие достоверных различий по полученным данным клинорентгенологического исследования у пациентов основной и контрольной групп вне зависимости от количества вовлеченных в патологический процесс тазобедренных суставов ($p > 0,05$) свидетельствовало об идентичности по выборке и позволило проводить дальнейшее исследование.

3.4 Результаты биомеханического исследования

Семидесяти пациентам (90 тазобедренных суставов) проведено биомеханическое исследование (стабилометрия) с целью определения опороспособности нижних конечностей, особенностей распределения статической нагрузки на них и оценки компенсаторных возможностей опорно-двигательной системы в условиях врожденной нестабильности тазобедренных суставов.

В таблице 5 представлены основные показатели баланса вертикальной устойчивости у здоровых детей (Никитюк И.Е. с соавт., 2019) и пациентов с диспластическим подвывихом бедра в зависимости от количества пораженных тазобедренных суставов. На основании данных таблицы 5 отмечено, что у пациентов с диспластическим подвывихом бедра имелись выраженные нарушения постурального баланса, на что указывали количественные показатели. Это проявлялось значимым ($p < 0,05$) увеличением по сравнению с нормой средних значений длины L и площади S колебаний ЦД в группах пациентов как с односторонним, так и с двусторонним поражением тазобедренных суставов.

Таблица 5 – Стабилметрические показатели у здоровых детей, пациентов с односторонним и двусторонним диспластическим подвывихом бедра

Параметры	Нормативные показатели (Никитюк И.Е. с соавт., 2019) М [min-max]	Пациенты с односторонним подвывихом (N=50/n=50) М [min-max]	Пациенты с двусторонним подвывихом (N=20/n=40) М [min-max]
X, мм	0,3 [0,1 – 0,4]	14,3 [9,6 – 27,1]	5,2 [1,2 – 13,7]
Y, мм	4,1 [2,1 – 5,5]	1,9 [-15,0 – 31,2]	24,0 [18,4 – 32,8]
L, мм	635 [525 – 699]	1035 [762 – 1163]	1006 [736 – 1450]
S, мм ²	372 [266 – 455]	1025 [600 – 1689]	766 [638 – 890]
Al°	1,3 [0,6 – 2,5]	7,0 [3,5 – 15,3]	3,3 [2,1 – 4,6]

N – количество пациентов; n – количество пораженных суставов.

Анализ смещения ЦД во фронтальной плоскости (ось X, мм) позволил выявить состояние опороспособности нижних конечностей в зависимости от количества вовлеченных в патологический процесс тазобедренных суставов. Так, у детей с односторонним диспластическим подвывихом бедра выявлено резко выраженное смещение ЦД в сторону здоровой стороны. Это свидетельствует об асимметричности распределения веса тела между нижними конечностями. При этом поражённая конечность компенсаторно разгружается, и вес тела перераспределяется, смещаясь в сторону здоровой конечности (рис. 19).

У пациентов с двусторонним диспластическим подвывихом бедра, в отличие от одностороннего, выявлено невыраженное смещение ЦД от средней линии во фронтальной плоскости (рис. 20). Это указывает на относительную симметричность нагрузки на нижние конечности, что свидетельствует о взаимной

компенсации статических нарушений во фронтальной плоскости со стороны каждой конечности при двустороннем поражении суставов.

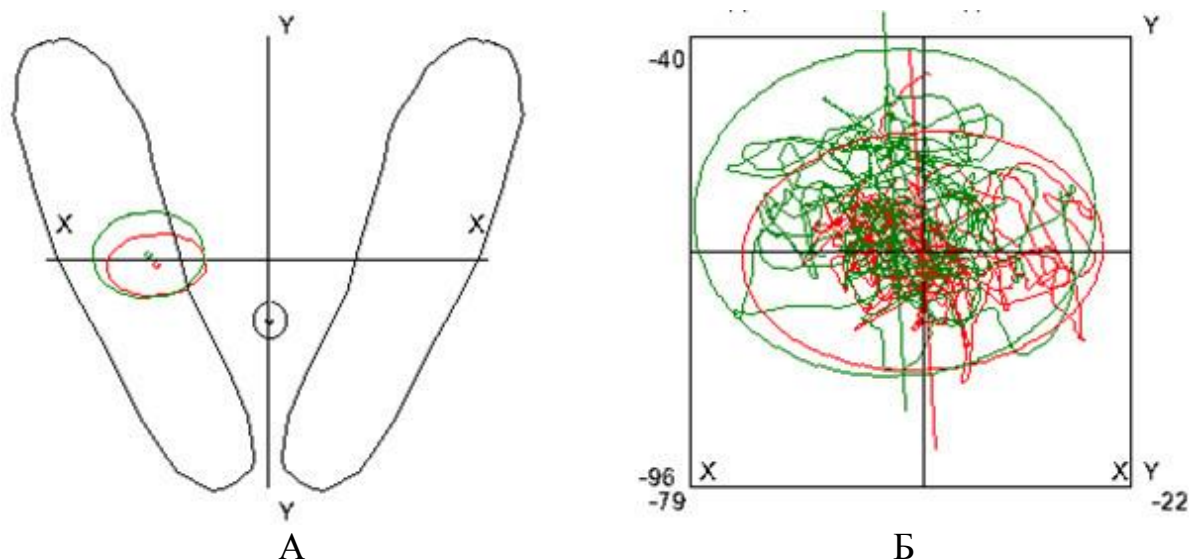


Рисунок 19. Компьютерная статокинезиограмма пациента М., 16 лет, с правосторонним диспластическим подвывихом бедра: А – значительное смещение реального ЦД ребенка по отношению к абсолютному влево и вперед; Б – углы направления колебаний отклоняются от сагиттальной плоскости в сторону поражения

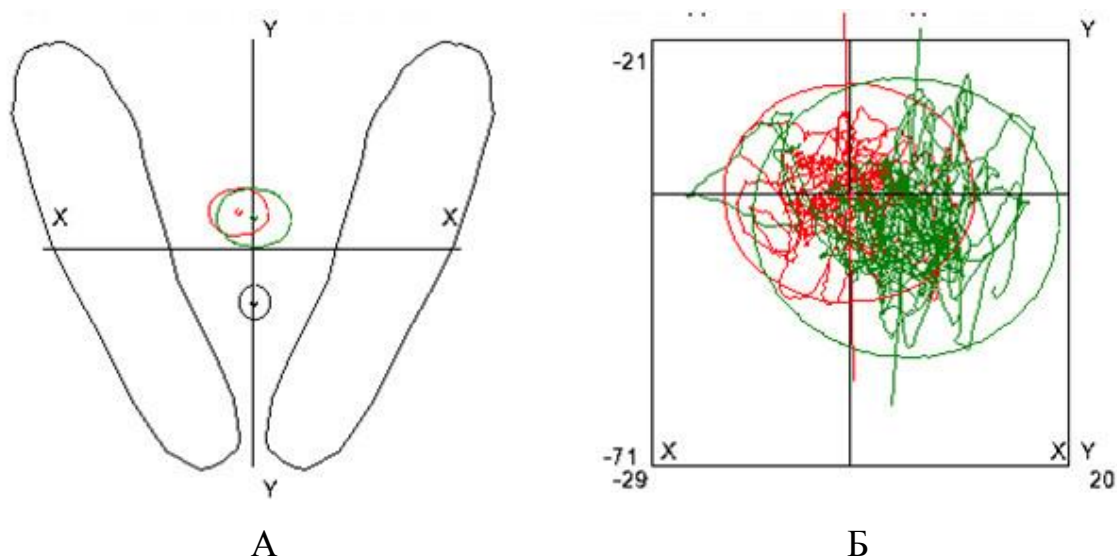


Рисунок 20. Компьютерная статокинезиограмма пациента К., 16 лет, с двусторонним диспластическим подвывихом бедра: А – значительное смещение реального ЦД ребенка по отношению к абсолютному вперед; Б – невыраженное отклонение углов направления колебаний от сагиттальной плоскости

Анализ смещения ЦД в сагиттальной плоскости (ось Y) выявил наиболее выраженное смещение ЦД относительно абсолютного центра по сравнению со здоровыми детьми у пациентов с односторонним диспластическим подвывихом бедра. В таких патологических условиях ЦД значительно смещается как в переднем, так и в заднем направлениях (рис. 21), что приводит к расширению по сравнению с нормой межквартильного интервала параметра Y в 13,6 раз. Эта ситуация может быть обусловлена статико-динамическими реакциями позвоночника, а именно компенсаторным изменением его сагиттального профиля на фоне существующей врожденной патологии тазобедренных суставов.

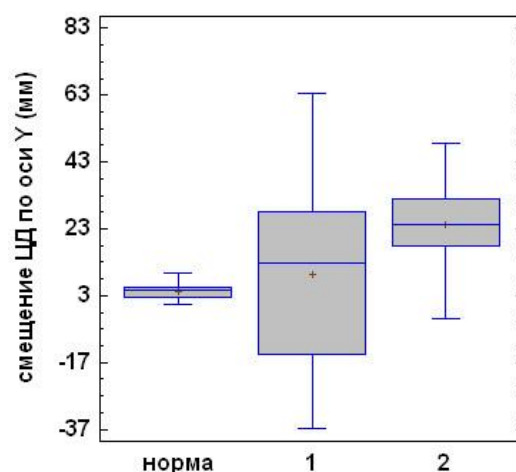


Рисунок 21. Диаграммы смещения ЦД в сагиттальной плоскости на статокинезиограммах пациентов с диспластическим подвывихом бедра:

1 – с односторонним; 2 – с двусторонним

Изменения сагиттального профиля позвоночника приводят к изменению положения центра массы (ЦМ) тела. Однако даже у здоровых людей, несмотря на взаимосвязь системы ЦД-ЦМ (Lu H.L. et al. 2017), выявлена разнонаправленность векторов смещения ЦД и ЦМ в сагиттальной плоскости (Vieira M.F. et al., 2017). В свою очередь, у пациентов с односторонним подвывихом бедра нарушение распределения нагрузки между контралатеральными конечностями может вызывать запуск адаптивных постуральных двигательных реакций (Wilson E.L. et al., 2006). В совокупности с патологическим отклонением от нормы угла

колебаний центра давления, его смещение в передне-заднем направлении может быть значительным, но разнонаправленным вследствие компенсаторных механизмов, реализуемых опорно-двигательной системой (рис. 22).

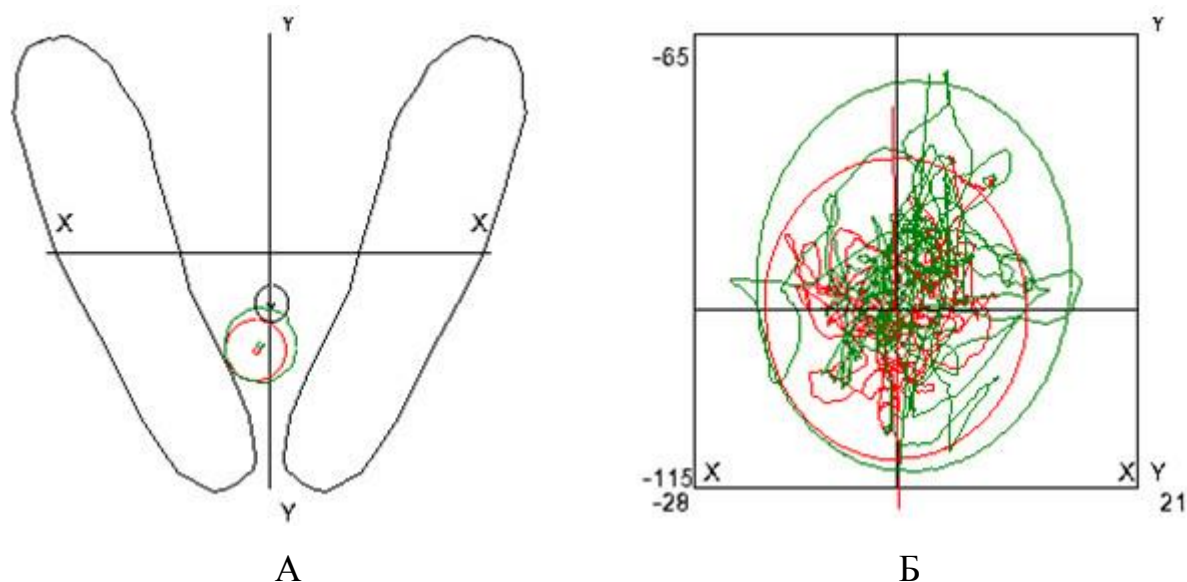


Рисунок 22. Компьютерная статокинезиограмма пациента М., 14 лет, с правосторонним подвывихом бедра: А – значительное смещение реального ЦД по отношению к абсолютному назад в сагиттальной плоскости и незначительное во фронтальной; Б – незначительное отклонение углов направления колебаний в сагиттальной плоскости

У пациентов с двусторонним диспластическим подвывихом бедра выявлено значимое ($p < 0,05$) по сравнению со здоровыми детьми смещение ЦД в сагиттальной плоскости вперед, причем в отличие от одностороннего поражения расширение межквартильного интервала по сравнению с нормой менее выражено – в 4,2 раза. Это может свидетельствовать о том, что при двустороннем поражении тазобедренных суставов статическое состояние опорно-двигательной системы пациентов является адаптивно-компенсированным.

Среднее значение угла направления колебаний центра давления A_1 у детей с диспластическим подвывихом бедра значительно превышало таковое у здоровых детей (табл. 5). У детей с односторонним подвывихом бедра отклонение угла A_1 от сагиттальной плоскости было более выраженным, чем при двустороннем

поражении, что может свидетельствовать о снижении позиционной устойчивости в такой анатомической ситуации (рис. 23).

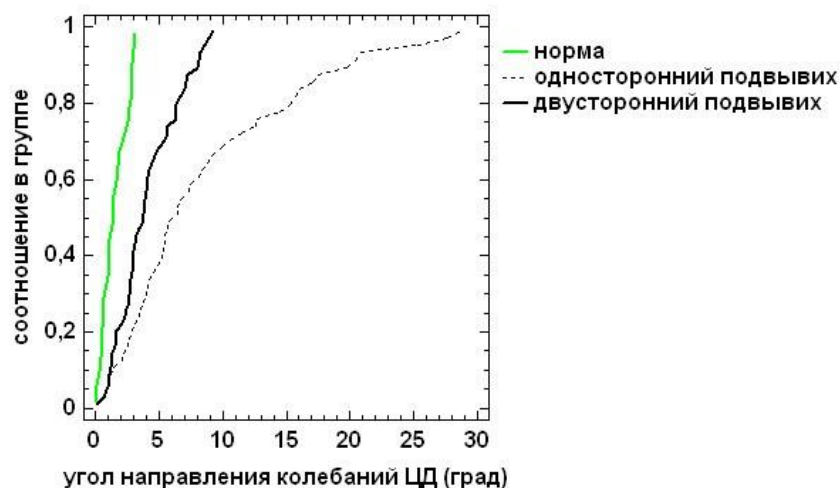


Рисунок 23. Величина угла направления колебаний центра давления на статокинезиограммах пациентов с диспластическим подвывихом бедра

Кроме того, отмечено значительное смещение ЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях, что свидетельствует о дестабилизации системы постурального баланса, а механизм поддержания вертикальной устойчивости не обеспечивает в полной мере коррекцию позы тела ребёнка в пространстве. Такая программа двигательной активности, отвечающая за эффективность контроля позы, считается неоптимальной или патологической (Михайлов В.П. с соавт., 2010).

Таким образом, у детей с двусторонним диспластическим подвывихом бедра характерным паттерном является смещение ЦД в сагиттальной плоскости с расширением межквартильного интервала по сравнению с нормой ($p < 0,05$) при условии относительной компенсации отклонений ЦД во фронтальной плоскости и угла направления колебаний ЦД в сагиттальной. Такое статическое состояние опорно-двигательного аппарата можно считать компенсированным, а механизмы реализации вертикального баланса сохраняют свою адекватность. У детей с односторонним диспластическим подвывихом бедра, наоборот, характерным

патологическим паттерном было выраженное смещение ЦД как во фронтальной плоскости в сторону здоровой конечности, так и в сагиттальной со значительным расширением межквартильного интервала как по сравнению с нормой, так и с пациентами с двусторонним подвывихом ($p < 0,05$). Кроме того, значения угла направления колебаний ЦД значительно ($p < 0,05$) отличались как от нормы, так и от аналогичных значений у пациентов с двусторонним подвывихом. Таким образом, у детей с односторонним подвывихом бедра отмечается невысокий физиологический ресурс поддержания вертикального баланса пациентов с признаками декомпенсации механизмов разгрузки нижней конечности на стороне поражения.

Вышеуказанные факты позволяют сделать вывод о том, что у пациентов с диспластическим подвывихом бедра сформирован патологический двигательный стереотип, более выраженный при одностороннем поражении.

ГЛАВА 4

ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ ПОДВЫВИХОМ БЕДРА

В отделении патологии тазобедренного сустава ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России проведено хирургическое лечение 70 пациентов (90 тазобедренных суставов) с диспластическим подвывихом бедра методом тройной остеотомии таза.

4.1 Основные принципы хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра

Общепризнанным способом хирургической коррекции врожденного недоразвития вертлужной впадины является методика реориентирующей остеотомии таза. У детей в возрасте старше 12 лет с целью достижения оптимальной многоплоскостной коррекции ацетабулярного фрагмента необходимо получение его достаточной мобильности путем временной либерализации из тазового кольца, что представляется возможным только после остеотомии седалищной, лонной и подвздошной костей. Большинство имеющихся на сегодняшний день методик выполнения тройной остеотомии таза включают выполнение нескольких хирургических доступов для осуществления остеотомии трех костей таза, что требует изменения положения пациента на операционном столе в ходе проведения вмешательства для достижения поставленной задачи. Кроме того, по данным ряда исследователей, в результате выполненной операции формируется выраженная деформация тазового полукольца. (Konya M.N. et al., 2013; Farsetti P. et al., 2018). В настоящее время единственной существующей методикой осуществления тройной остеотомии таза из одного хирургического доступа является операция, разработанная А.М. Соколовским (1993). Однако данная технология выполнения тройной остеотомии таза не предполагает рассечение их надкостницы, что, по мнению автора, снижает

травматичность вмешательства и уменьшает объем кровопотери. Одновременно с этим необходимо подчеркнуть, что сохранение целостности надкостницы, особенно седалищной кости, может в значительной мере препятствовать и ограничивать достижение адекватной ротации вертлужной впадины (Ganz R. et al., 2010, Li Y. et al., 2018). Учитывая вышеизложенные факты, нами сформулированы следующие требования к выполнению хирургического вмешательства у детей с диспластическим подвывихом бедра:

1. Хирургический доступ ко всем трем костям таза должен быть выполнен только из одного разреза.
2. Отсутствие изменения положения пациента в ходе операции.
3. Обязательная поднадкостничная остеотомия лонной и седалищной кости должна производиться максимально периацетабулярно с целью минимизации риска повреждения бедренного сосудистого пучка и возникновения деформации малого таза.

Выполнение этих условий в процессе одного хирургического вмешательства обеспечивает достижение оптимальной коррекции тазового компонента при условии минимальной травматичности и незначительного объема кровопотери во время операции. Всем этим требованиям отвечает классическая методика выполнения тройной остеотомии таза, разработанная в ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России (Камоско М.М., 2014), которая была использована при лечении пациентов контрольной группы.

4.2 Особенности хирургического лечения пациентов контрольной группы исследования

Отличительная особенность хирургического вмешательства в контрольной группе заключалась в том, что тройная остеотомия таза, направленная на восстановление анатомических соотношений в тазобедренном суставе, выполнялась на основании расчета необходимой коррекции положения вертлужной впадины по данным лучевого обследования тазобедренных суставов (рентгенографии и МСКТ) без учета состояния показателей сагиттальных

позвоночно-тазовых соотношений. Коррекция положения вертлужной впадины была направлена на достижение нормативных значений углов Sharp, Wiberg, Tonnis, а также степени костного покрытия головки бедренной кости.

Вмешательство осуществляли в условиях комбинированной анестезии, включающей эндотрахеальный наркоз и эпидуральную анестезию. Пациента укладывали на бок, противоположный пораженному суставу. Корректная и стабильная укладка больного на операционном столе достигалась с помощью лент-фиксаторов и упоров в области крестца и тела подвздошной кости, что исключало возможность изменения положения таза в ходе операции. Данный вариант фиксации являлся особенностью и необходимым условием проведения операции. После этого выполняли углообразный разрез кожи и подкожно-жировой клетчатки от передне-верхней ости подвздошной кости до уровня границы верхней трети диафиза бедра длиной 15–20 см (вариант хирургического доступа Смита – Петерсена). Разрез широкой фасции бедра полностью повторял по форме кожный разрез и дополнялся ее поперечным сечением кзади на уровне большого вертела для полноценной идентификации седалищной кости. Такой доступ являлся очередной особенностью выполнения хирургического вмешательства с целью обеспечения оптимального подхода к пораженному тазобедренному суставу и визуализации костных элементов в ходе операции. После этого осуществляли рассечение хрящевого апофиза гребня подвздошной кости с последующим поднадкостничным выделением тела подвздошной кости, в которую проводили проволочную пилу. Очередной особенностью проведения операции являлось поднадкостничное выделение лонной кости. Для этого после предварительного прошивания лигатурами отсекали и мобилизовали на протяжении 3–5 см *m. rectus femoris* от передне-нижней ости, после чего выполняли рассечение надкостницы медиальнее места слияния вертлужной впадины с лонной костью с обязательной идентификацией Y-образного хряща или гребневидного бугорка в зависимости от возраста пациента. После этого вокруг лонной кости заводили лопатки Буяльского и при помощи долота выполняли остеотомию лонной кости максимально близко к вертлужной впадине.

Эти особенности создавали условия оптимального доступа к тазовому компоненту сустава с целью выполнения остеотомии и обеспечивали мобильность компонентов для проведения коррекции. Кроме того, особенностью данной технологии тройной остеотомии таза являлось сохранение целостности сухожилия *m. iliopsoas* при остеотомии лонной кости, что обеспечивало профилактику повреждения бедренного сосудисто-нервного пучка (рис. 24).

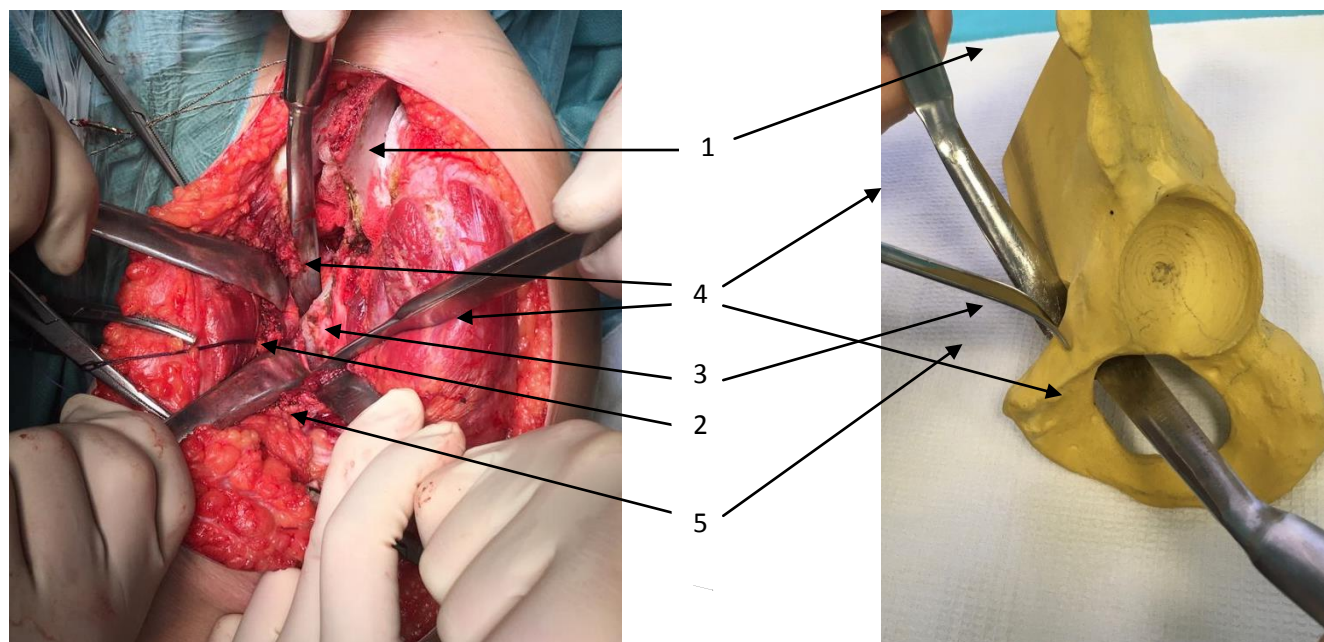


Рисунок 24. Манипуляции на лонной кости: 1 – тело подвздошной кости; 2 – мобилизованное на лигатуре *m. rectus femoris*; 3 – гребневидный бугорок; 4 – лопатки Буяльского, заведенные поднадкостнично вокруг лонной кости; 5 – сухожилие *m. Iliospoas*

Следующим этапом вмешательства являлось выделение и пересечение седалищной кости. Тупым путем на протяжении выделяли *n. ischiadicus*. С целью облегчения его мобилизации параневрально вводили 5–10 мл 0,25% раствора Наропина (рис. 25).

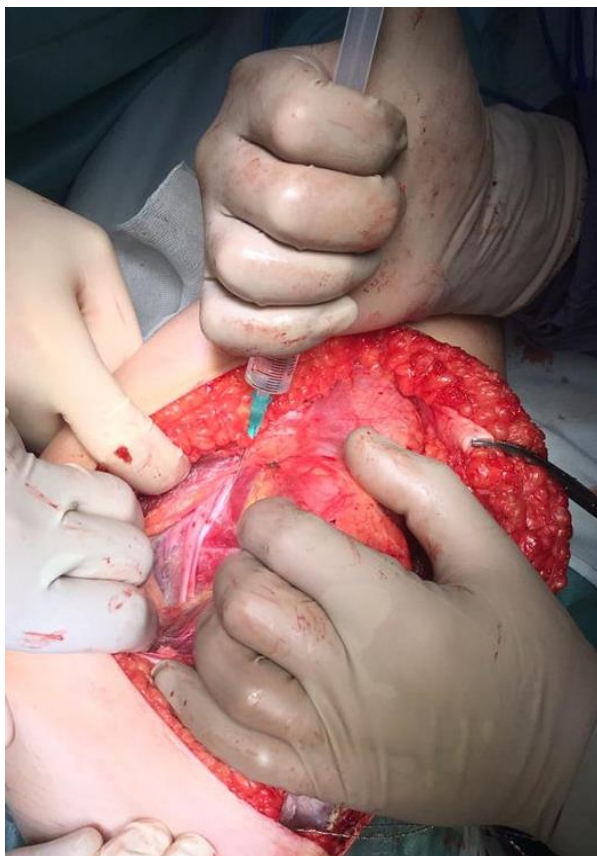


Рисунок 25. Выделение седалищного нерва (1) и параневральная инфильтрация 0,25% раствора Наропина (2)

Очередной особенностью хирургического вмешательства являлось выполнение Н-образного рассечения массивной надкостницы с последующим выделением седалищной кости и заведением вокруг неё лопаток Буяльского. Строго поднадкостнично, краниальнее места прикрепления *lig. sacrospinale* и *sacrospinale*, долотом выполняли периацетабулярную остеотомию седалищной кости (рис. 26).

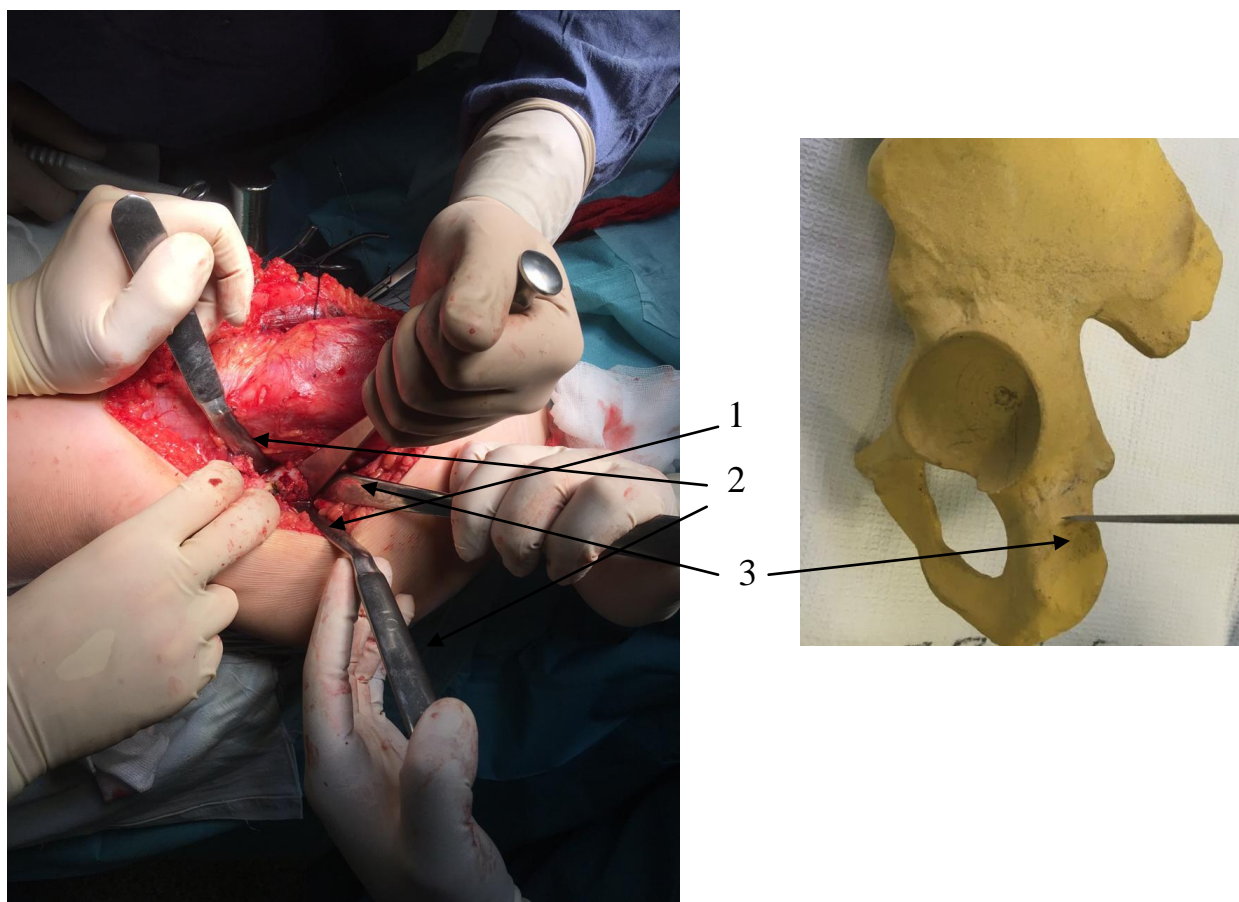
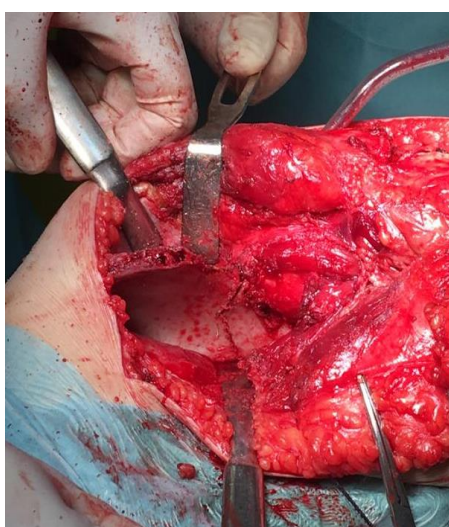


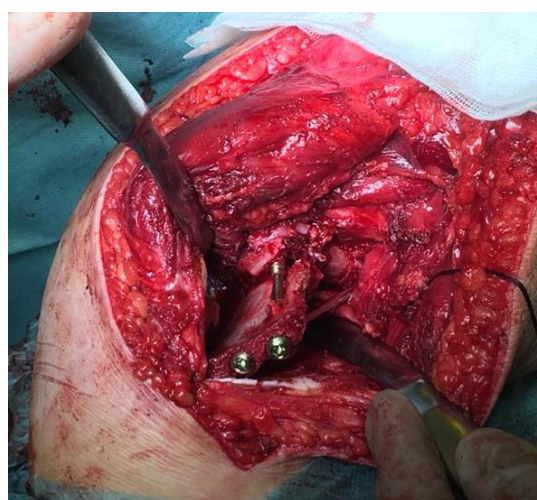
Рисунок 26. Манипуляции на седалищной кости: 1 – дистальный фрагмент седалищной кости, 2 – лопатки Буяльского, заведенные поднадкостнично вокруг седалищной кости; 3 – выполнение периацетабулярной остеотомии седалищной кости долотом

Следующим этапом проводили остеотомию тела подвздошной кости. Особенностью данного момента хирургического вмешательства являлось углообразное сечение подвздошной кости с последующей многоплоскостной ротацией либерализованной вертлужной впадины при помощи костодержателя типа Олье или однозубого крючка таким образом, чтобы внутренний край ацетабулярного фрагмента находился под опилом тела подвздошной кости в его наружной трети. Все манипуляции по изменению пространственного положения вертлужной впадины осуществлялись только на основании визуального контроля. По мнению ряда авторов, преимуществом такого сечения подвздошной кости является отказ от использования трансплантатов для замещения диастаза между фрагментами подвздошной кости (Соколовский А.М., Крюк А.С., 1993;

Соколовский О.А., 2012; Минаковский И.З., 2018). Следующим этапом выполняли фиксацию полученного положения ацетабулярного компонента 3-4 спонгиозными винтами, проведенными в разных направлениях с целью достижения достаточной компрессии и стабильной фиксации костных фрагментов тазовой кости (рис. 27). После этого рану послойно ушивали наглухо с оставлением дренажа по Редону у места остеотомии подвздошной кости на сутки. Иммобилизация нижних конечностей осуществлялась поролоновой подушкой-абдуктором.



А



Б

Рисунок 27. Манипуляции на подвздошной кости: А – углообразное сечение тела подвздошной кости; Б – фиксация ацетабулярного фрагмента в положении полученной коррекции спонгиозными винтами

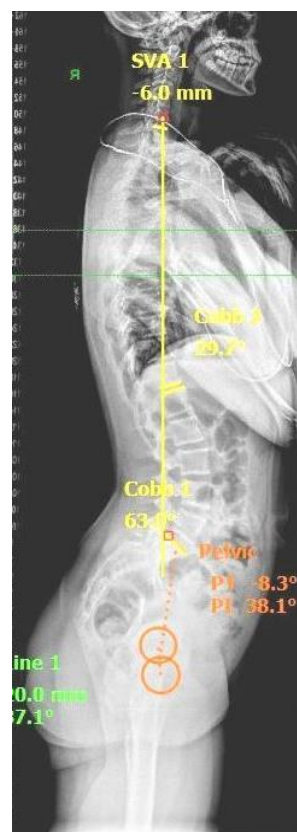
Клинический пример

Пациентка М., 1999 г.р., поступила в отделение патологии тазобедренного суставов с диагнозом «врожденный (диспластический) подвывих бедра слева». Из анамнеза известно, что диагноз «дисплазия тазобедренных суставов» был установлен в возрасте 9 месяцев. По месту жительства получала консервативное лечение: 1,5 месяца фиксация нижних конечностей подушкой Фрейка за исключением времени ночного сна, проведение электрофореза эуфиллина на

пояснично-крестцовый отдел позвоночника и кальция на область тазобедренных суставов по 2 курса. В ходе терапии концентрическое вправление не было достигнуто, однако дальнейшее лечение не проводилось. Самостоятельно обратилась в клинику института в возрасте 16 лет с жалобами на нарушение походки в виде хромоты, умеренной интенсивности боли в проекции левого тазобедренного сустава, возникающие к концу дня, а также боли в поясничном отделе позвоночника при длительном сидении, поднятии тяжелых предметов и после незначительных физических нагрузок. В ходе клинического исследования выявлено укорочение левой нижней конечности на 1,2 см, положительный FADIR test интенсивностью 2 балла по VAS, лёгкая степень хромоты, гиперлордоз поясничного отдела позвоночника. Основные рентгенометрические показатели анатомического строения и пространственной ориентации вертлужной впадины на стороне поражения: угол Sharp – 57° , угол Tonnis – 23° . Угловые значения проксимального отдела бедра: истинный ШДУ – 140° , антеторсия – 37° . Интегральные показатели: угол Wiberg – 7° . Степень костного покрытия во фронтальной плоскости 52%. Краниальное смещение головки бедренной кости – 12 мм. Рентгенологические величины грудного кифоза и поясничного лордоза, а также показатели сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений: грудной кифоз – 31° , поясничный лордоз – 63° , PI – $38,1^\circ$, SS – $46,4^\circ$, PT – $(-8,3^\circ)$, SVA – (-6 мм) (рис. 28).



А



Б

Рисунок 28. Результаты лучевого исследования пациентки М., 16 лет:
 А – рентгенограмма тазобедренных суставов в передне-задней проекции до операции; Б – боковая панорамная рентгенограмма скелета до операции

Таким образом, в ходе проведенного предоперационного углубленного лучевого обследования установлено, что у пациентки имелись типичные для диспластического подвывиха I степени по Crowe изменения как со стороны вертлужной впадины, так и со стороны бедренного компонента, проявляющиеся в нарушении стабильности тазобедренного сустава. Изменения со стороны тазового компонента выражались в недоразвитии передне-верхнего края, что отражалось в патологических значениях углов Sharp и Tonnis. Нестабильность тазобедренного сустава проявлялась в виде значительного уменьшений угла Wiberg и степени костного покрытия головки бедренной кости, а также наличие её краниального смещения. Кроме того, исходя из данных рентгенометрии сагиттальных показателей позвоночного столба и тазовых индексов, у пациентки имелась избыточная антеверсия таза, которая выражалась в увеличении значений SS и PI и

гиперлордоз поясничного отдела позвоночника при нормальных значениях грудного кифоза, а также негативный глобальный дисбаланс, что выразилось в смещении SVA кзади от мыса крестца.

После проведенного углубленного обследования и стандартного предоперационного планирования, основанного на рентгенометрических показателях анатомического строения, пространственной ориентации тазового и бедренного компонентов сустава, а также стабильности тазобедренного сустава в целом, пациентке была выполнена реориентирующая тройная остеотомия таза слева с фиксацией фрагментов спонгиозными винтами. Иммобилизация осуществлялась поролоновой отводящей подушкой.

После операции по рентгенограммам были определены следующие значения: угол Sharp – 7° , угол Tonnis – (-2°) , ШДУ – 144° , антеторсия – 37° . Интегральные показатели: угол Wiberg – 52° . Степень костного покрытия – 120% (рис. 29).



А



Б

Рисунок 29. Результаты лучевого исследование пациентки М., 16 лет после хирургического лечения: А – рентгенограмма тазобедренных суставов в передне-задней проекции непосредственно сразу после операции – гиперкоррекция положения вертлужной впадины во фронтальной плоскости; Б – МСКТ тазобедренных суставов через 10 дней после операции – гиперкоррекция положения вертлужной впадины в сагиттальной плоскости

Таким образом, в данном клиническом примере после проведенной тройной остеотомии таза, выполненной по стандартной технологии с определением величины коррекции положения вертлужной впадины “ad oculus”, была получена гиперкоррекция последней как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях. Это выражалось в уменьшении допустимых вариаций нормативных значений основных рентгенологических показателей, характеризующих пространственное положение вертлужной впадины и превышение показателей стабильности тазобедренного сустава.

4.3 Особенности хирургического лечения пациентов основной группы исследования

После анализа данных мировой литературы с учетом опыта собственных наблюдений о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у здоровых детей и пациентов с диспластической патологией тазобедренных суставов нами была разработана методика выполнения тройной остеотомии таза при лечении детей с диспластическим подвывихом бедра (патент РФ на изобретение № 2702471 от 08.10.2019).

Задачей вышеуказанного изобретения являлось повышение эффективности хирургического лечения детей с нестабильностью тазобедренного сустава диспластического генеза при помощи тройной остеотомии таза, достигаемой за счет трансляции ацетабулярного фрагмента кзади и выполнения необходимой ротации кпереди – кнаружи – книзу. Этот объем вмешательства проводился с учетом оценки показателей сагиттального позвоночно-тазового баланса и приближения этих значений к показателям физиологической нормы, а также достижения стабильности тазобедренного сустава.

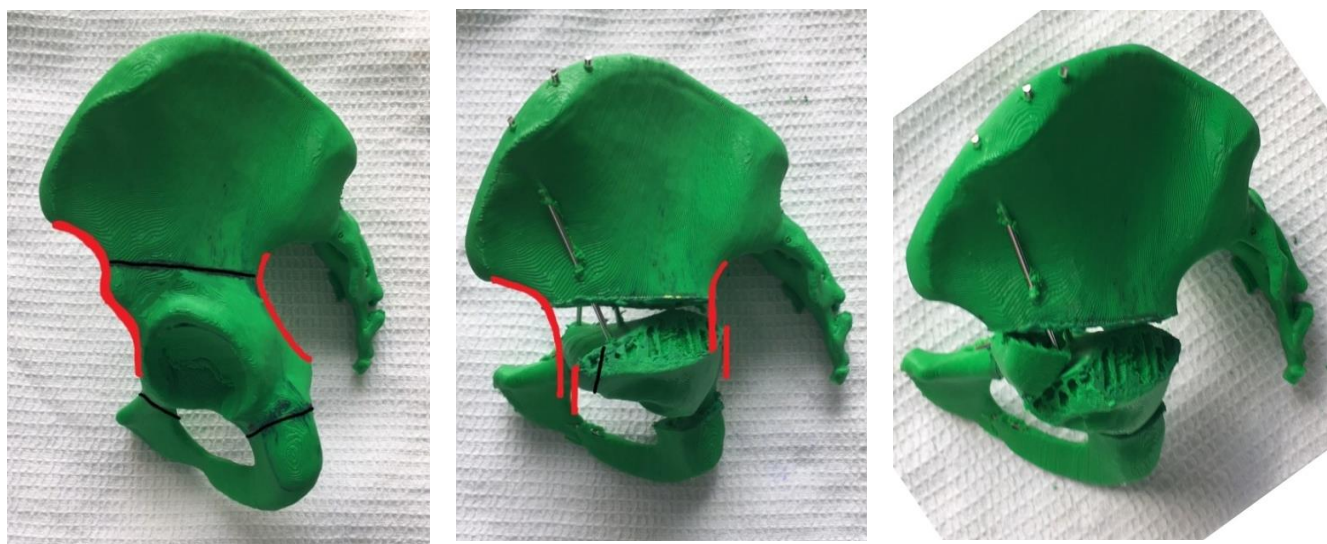
В результате выполнения вышеуказанных манипуляций достигалась не только стабильность тазобедренного сустава, но и уменьшение ротации таза кпереди, что в свою очередь сводило к минимуму вероятность возникновения и прогрессирования феморо-ацетабулярного импинджмента типа mixed и способствовало улучшению соотношений в системе «таз – позвоночник».

Расчет величины трансляции ацетабулярного компонента проводили исходя из значений единственного постоянного анатомического показателя PI, который, как известно, может быть изменен только в результате полученной травмы или хирургического вмешательства. Трансляция осуществлялась кзади на величину от 0,5 до 1,5 см, что соответствовало уменьшению значения показателя PI на 5–15° соответственно.

Отличительной особенностью данной операции являлось выполнение не углообразного сечения подвздошной кости, а поперечной периацетабулярной остеотомии в направлении сверху вниз с ее началом ниже передне-верхней ости тела подвздошной кости и трансляцией ацетабулярного фрагмента кзади после реориентации вертлужной впадины.

В связи с такой особенностью проведения остеотомии тела подвздошной кости после проведения многоплоскостной коррекции тазового компонента сустава образовывался клиновидный диастаз. С целью улучшения консолидации костных фрагментов на уровне остеотомии подвздошной кости от дистального фрагмента в области передне-нижней ости осциллирующей пилой резецировали костный аутотрансплантат размером 1,5 x 1 см, соответствующий по форме образовавшемуся диастазу, и помещали в последний (рис. 30). Это являлось очередной особенностью проведения разработанного хирургического вмешательства.

Особенностью планирования хирургического лечения пациентов основной группы являлось проведение 3D моделирования. С помощью программы PME Planner (Polygon Medical Engineering) виртуально осуществлялась оптимальная коррекция пространственного положения вертлужной впадины, а также её трансляция кзади в зависимости от значений показателя PI. После этого осуществлялось создание и печать двух персонифицированных шаблонов (печать SLA на 3D-принтере PICASO DESINGER PRO250), что являлось очередной отличительной чертой хирургического лечения данной группы пациентов с диспластическим подвывихом бедра.



А

Б

В

Рисунок 30. Этапы проведения разработанной методики тройной остеотомии таза на модели пластиковой кости: А – исходное состояние тазовой кости с обозначением переднего и заднего контуров (красные линии) и мест предстоящих остеотомий подвздошной, лонной и седалищной кости (черные линии); Б – трансляция ацетабулярного фрагмента кзади (красные линии) после его реориентации; В – замещение образовавшегося дефекта подвздошной кости аутотрансплантатом

Как и у пациентов контрольной группы, хирургическое вмешательство проводилось под эндотрахеальным наркозом в сочетании с эпидуральной анестезией в положении ребенка лежа на боку, противоположном пораженному суставу. Хирургический доступ и этапы поднадкостичного выделения и остеотомии лонной и седалищной кости не имели отличий от таких же манипуляций у пациентов контрольной группы.

Основные особенности проведения вмешательства заключались в выполнении этапов остеотомии подвздошной кости и многоплоскостной коррекции положения ацетабулярного фрагмента. После тщательного поднадкостичного выделения тела подвздошной кости на передне-верхнюю ость помещали и фиксировали винтами первый шаблон, по которому электрокаутером проводили разметку предстоящей линии остеотомии. Далее шаблон

демонтировали и осциллирующей пилой выполняли поперечную периацетабулярную остеотомию тела подвздошной кости (рис. 31).

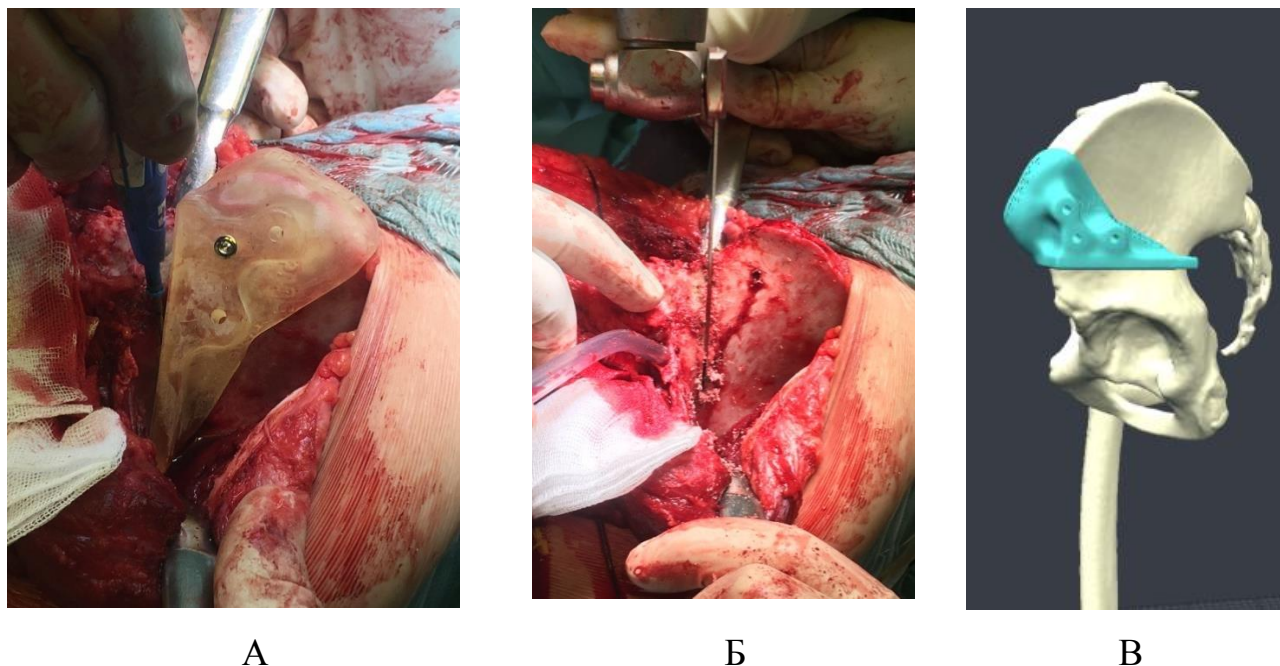


Рисунок 31. Интраоперационное использование персонифицированного шаблона: А – определение уровня и направления предстоящей остеотомии; Б – выполнение остеотомии тела подвздошной кости осциллирующей пилой; В – схема применения персонифицированного шаблона

После выполнения остеотомии тела подвздошной кости на передне-верхнюю ость подвздошной кости помещали и фиксировали к телу тазовой кости винтами проксимальную часть второго персонифицированного шаблона. Следующим этапом и очередной особенностью проведения операции являлось проведение многоплоскостной коррекции положения вертлужной впадины при помощи однозубого крючка и костодержателя Олье таким образом, чтобы зона передне-нижней ости совпала с дистальной частью шаблона. После этого осуществляли фиксацию дистальной части шаблона винтами непосредственно к мобилизованному ацетабулярному фрагменту каудальнее передне-нижней ости (рис. 32). Еще одна особенность разработанной технологии выполнения тройной остеотомии таза заключалась в том, что остеосинтез фрагментов тазовой кости маллеолярными винтами осуществляли в условии фиксированного положения

индивидуальной коррекции ацетабулярного фрагмента вторым персонифицированным шаблоном. После проведения двух винтов в разнонаправленных векторах выполняли демонтаж шаблона, резекцию части ацетабулярного фрагмента в области передне-нижней ости и помещение его в образовавшийся диастаз (рис. 33).

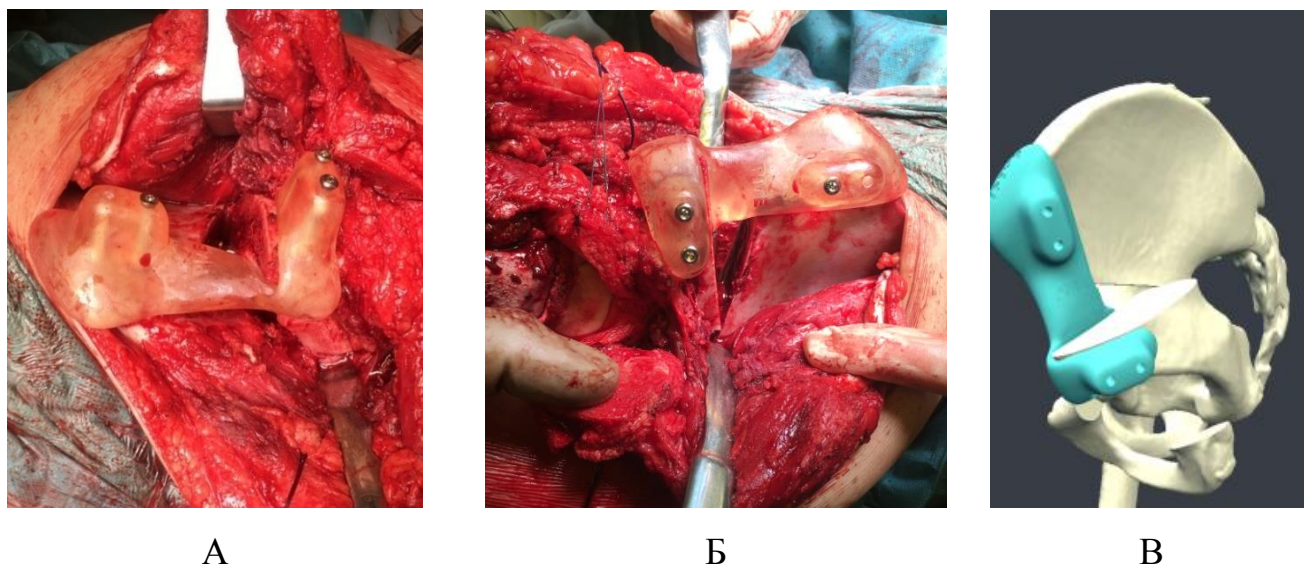


Рисунок 32. Интраоперационное применение персонифицированного шаблона для фиксации вертлужной впадины в соответствии с запланированной многоплоскостной коррекцией: А – вид сверху; Б – вид сбоку; В – схема использования шаблона

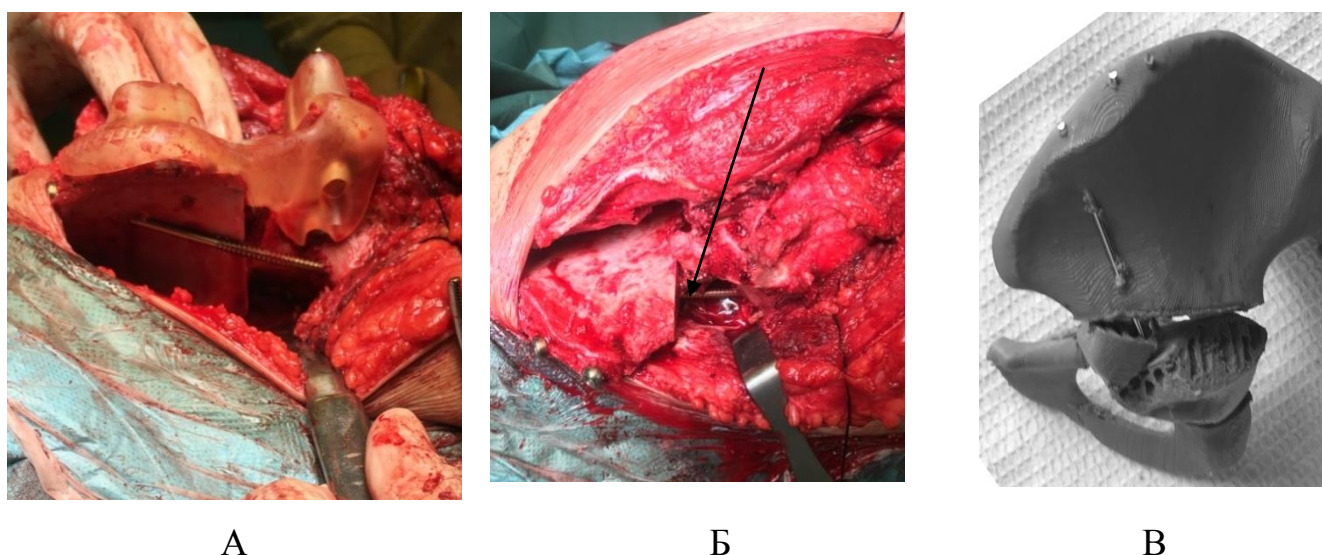


Рисунок 33. Остеосинтез фрагментов тазовой кости маллеолярными винтами (А) и заполнение образовавшегося диастаза тела подвздошной кости аутотрансплантатом (обозначен стрелкой (Б), схема операции (В)

Клинический пример

Пациентка А., 2003 г.р., поступила в отделение патологии тазобедренных суставов с диагнозом «врожденный (диспластический) подвывих бедра слева». Из анамнеза известно, что впервые нарушение походки в виде хромоты на левую нижнюю конечность заметили родители ребенка в возрасте 11 лет. Через 1 год появились умеренной интенсивности боли в проекции левого тазобедренного сустава после физических нагрузок и длительной ходьбы, а также периодические боли в области пояснично-крестцового отдела позвоночника при наклонах и во время занятия хореографией. Обратилась в клинику института в возрасте 15 лет. В ходе клинического исследования выявлено укорочение левой нижней конечности на 1,5 см, положительный FADIR test интенсивностью 4 балла по VAS, хромота средней степени тяжести, гиперлордоз поясничного отдела позвоночника. Проведенное лучевое обследование выявило типичное для диспластического характера патологии недоразвитие передне-верхнего края левой вертлужной впадины с краниальным смещением головки бедренной кости I степени по Crowe. Основные рентгенометрические показатели пространственного положения вертлужной впадины и стабильности тазобедренного сустава: угол Sharp – 56° , угол Tonnis – 24° . Угловые значения проксимального отдела бедра: истинный ШДУ – 142° , антеторсия – 32° . Интегральные показатели: угол Wiberg – 2. Степень костного покрытия во фронтальной плоскости 45%. Краниальное смещение головки бедренной кости – 16 мм. Рентгенологические величины грудного кифоза и поясничного лордоза, а также показатели сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений: грудной кифоз – 43° , поясничный лордоз – 81° , PI – $54,4^\circ$, SS – $52,4^\circ$, PT – 2° , SVA – (-31,6 мм) (рис. 34).



А

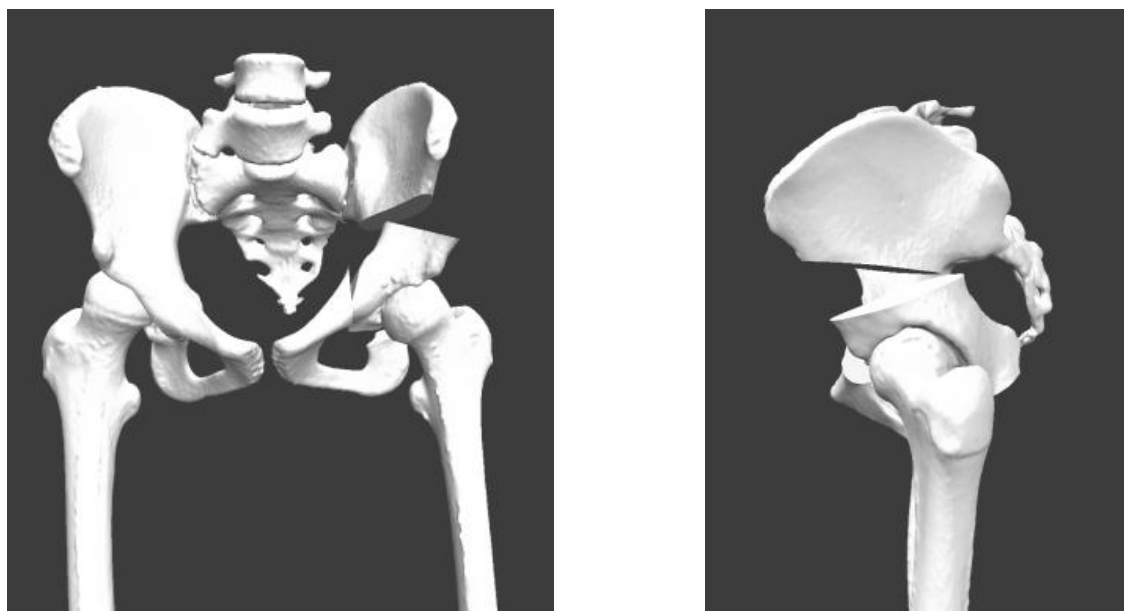
Б

Рисунок 34. Данные лучевого исследования пациентки А., 15 лет:
 А - рентгенограмма тазобедренных суставов в прямой проекции до операции; Б – боковая панорамная рентгенограмма скелета до операции

Таким образом, после проведенного лучевого обследования до операции отмечались изменения как со стороны вертлужной впадины, что выражалось в патологических значениях углов Sharp и Tonnis и свидетельствовало о врожденном недоразвитии передне-верхнего края вертлужной впадины, так и со стороны бедренного компонента. Последнее заключалось в нестабильности тазобедренного сустава в виде краниального смещения головки бедренной кости на величину, не превышающую 50% от ее размера, уменьшении значений угла Wiberg и степени костного покрытия головки бедренной кости. По данным боковой сагиттальной рентгенограммы скелета можно констатировать наличие

чрезмерной антеверсии таза, что подтверждалось патологическими значениями показателей SS и PI, гиперлордозом поясничного отдела позвоночника, а также смещением показателя SVA кзади от мыса крестца, что свидетельствовало о нарушении глобального баланса в негативную сторону. Значение показателей грудного кифоза находились в пределах физиологической нормы.

После обследования проведено предоперационное планирование по разработанной методике с использованием технологии 3D моделирования. Многоплоскостная коррекция пространственного положения вертлужной впадины виртуально выполнялась до достижения диапазона нормальных значений пространственной ориентации вертлужной впадины и интегральных показателей соотношения тазового и бедренного компонентов сустава, а также стабильности тазобедренного сустава в целом. Трансляцию ацетабулярного компонента кзади проводили на основании показателя PI, исходя из расчета, что смещение на 1 см позволяет уменьшить PI на 10° (рис. 35).



А

Б

Рисунок 35. Планирование предстоящего хирургического вмешательства с помощью программы PME Planner (Polygon Medical Engineering):

А – выполнение остеотомий костей таза с планированием необходимой адекватной коррекции положения вертлужной впадины;

Б – планирование необходимой трансляции ацетабулярного фрагмента кзади на основании значений PI

После этого создавали два персонафицированных шаблона с их последующей печатью и интраоперационным использованием. Пациентке выполнена тройная остеотомия таза по разработанной методике. Иммобилизация нижних конечностей осуществлялась поролоновой отводящей подушкой.

После операции на рентгенограмме тазобедренных суставов в прямой проекции и КТ были определены следующие значения: угол Sharp – 38° , угол Tonnis – 6° , ШДУ – 142° , антеторсия – 32° . Интегральные показатели: угол Walberg - 28° , степень костного покрытия – 90% (рис. 36).



А



Б

Рисунок 36. Лучевое исследование пациентки А., 15 лет, после хирургического лечения: А – рентгенограмма тазобедренных суставов в передне-задней проекции непосредственно после операции – воссоздание адекватной стабильности тазобедренного сустава; Б – МСКТ через 10 дней после операции – смещение ацетабулярного фрагмента кзади на 1 см

Таким образом, после проведенной тройной остеотомии таза по усовершенствованной методике была достигнута не только адекватная стабильность тазобедренного сустава с показателями основных рентгенологических индексов, соответствующих значениям физиологической

нормы, но и осуществлена трансляция ацетабулярного фрагмента кзади, что создало условия для уменьшения чрезмерной антеверсии таза.

4.4 Особенности ведения пациентов в послеоперационном периоде

Первый этап восстановительного лечения начинался сразу после полного пробуждения пациента в палате реанимации. Выполнялась дыхательная гимнастика, направленная на улучшение деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Со второго дня пациенты начинали выполнять изометрические упражнения, направленные на улучшение тонуса мышц оперированной конечности с включением мышечного насоса. С третьих суток послеоперационного периода начиналась механотерапия на аппарате "Артромат К1" с целью достижения плавного растяжения мышц в области тазобедренного и коленного суставов, что в дальнейшем нивелировало возникновение мышечного спазма и болевого синдрома. С четвертых суток пациенты начинали выполнять активные движения в коленном и тазобедренном суставах оперированной конечности. На 7–8-е сутки после хирургического вмешательства после купирования болевого синдрома и уменьшения отека в области послеоперационной раны пациентов вертикализировали и обучали ходьбе при помощи костылей без нагрузки на оперированную конечность с имитацией всех актов шага в условиях отсутствия опоры на ногу. С 10-х суток пациенты выполняли упражнения с "отягощением" (гимнастическая лента, фитбол). Физиотерапевтическое лечение в объеме электромиостимуляции прямой головки четырехглавой мышцы бедра и ягодичных мышц проводили с 14-х суток после операции, то есть после снятия швов.

После выписки из стационара пациенты продолжали занятия лечебной гимнастикой, направленной на увеличение амплитуды движений в оперированном суставе, восстановление корректного стереотипа походки, а также освоение навыков самообслуживания в повседневной жизни.

Через 6 месяцев после тройной остеотомии таза пациентам разрешали ходить с равномерной нагрузкой на нижние конечности без вспомогательных средств опоры, а также заниматься на велотренажере.

4.5 Осложнения хирургического лечения пациентов с диспластическим подвывихом бедра

В ходе проведения настоящего исследования неврологические и ортопедические осложнения возникли у 7 (10%) пациентов, из них 2 (5%) – у пациентов основной группы и 5 (16,7%) – в контрольной группе исследования. Распределение полученных осложнений отражено в таблице 6.

Таблица 6 – Распределение послеоперационных осложнений в обеих группах

Осложнение	Пациенты основной группы	Пациенты контрольной группы
Невропатия <i>n. ischiadicus</i>	1	1
Ложный сустав седалищной кости	-	2
Ложный сустав седалищной и лонной костей	1	2

У 1 (2,5%) пациента в основной и 1 (3,3%) в контрольной группе на вторые сутки послеоперационного периода отсутствовала активная тыльная флексия стопы на оперированной стороне, что было связано с тракционной невропатией седалищного нерва. В обоих случаях симптоматика купировалась в сроки от 4 до 5 месяцев под действием медикаментозной терапии, назначенной врачом-неврологом (НПВС, витамины В₁, В₆, миорелаксанты).

У 2 (6,7%) пациентов контрольной группы к моменту удаления металлоконструкций, в среднем через 6 месяцев после операции, имелись

рентгенологические признаки сформировавшегося ложного сустава седалищной кости, что, на наш взгляд, было связано с медиализацией седалищной кости на весь поперечник (рис. 37).

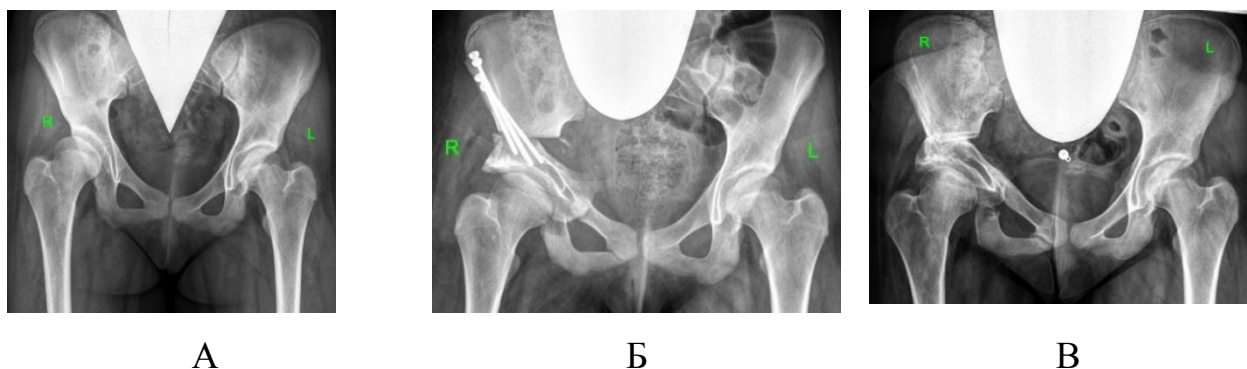


Рисунок 35. Серия рентгенограмм тазобедренных суставов в прямой проекции пациентка Х., 16 лет с диагнозом «врожденный (диспластический) подвывих бедра справа»: А – до операции; Б – после тройной остеотомии таза; В – через 7 месяцев после удаления металлоконструкций

В дальнейшем на контрольных осмотрах в течение двух лет пациентка активных жалоб не предъявляла, что сочетается с аналогичными наблюдениями ряда авторов о том, что ложные суставы седалищной кости не проявляются клиническими изменениями и протекают асимптоматично (Камоско М.М., 2007; Минаковский И.З. с соавт., 2018). У 1 (2,5%) пациента основной группы и у 2 (6,7%) пациентов контрольной группы отмечались псевдоартрозы седалищной и лонной костей, которые сопровождалась ноющей болью в крестцово-подвздошном сочленении и в проекции остеотомии лонной кости.

У пациента основной группы данное осложнение возникло через месяц после выполненной тройной остеотомии таза и было связано с нарушением режима нагрузки на оперированную конечность, а именно – ранним началом полноценной опоры, что привело к краниальному смещению ацетабулярного фрагмента, о чем свидетельствует появление диастаза фрагментов лонной и седалищной кости и изменение положения металлоконструкций (рис. 38). Пациенту были даны рекомендации по исключению осевой нагрузки, назначены курсы физиотерапии, направленные на улучшение кровотока в зоне интереса

(лазер, прессотерапия). Через 6 месяцев на контрольной рентгенограмме отмечалась положительная динамика в виде появления костных “мостиков” в диастазе фрагментов лонной кости, полная консолидация на уровне остеотомии подвздошной кости.

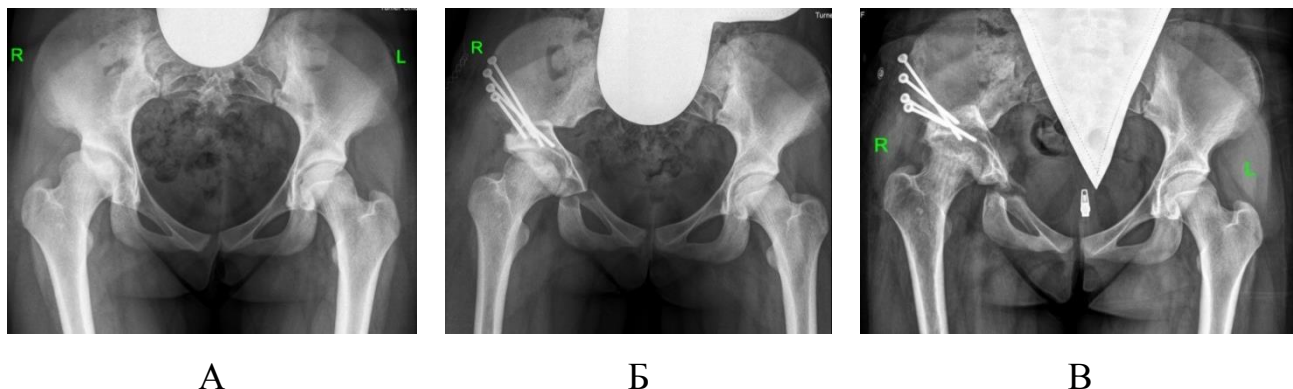


Рисунок 38. Серия рентгенограмм тазобедренных суставов в прямой проекции пациента С., 17 лет с диагнозом «врожденный (диспластический) подвывих бедра справа»: А – до операции; Б – после тройной остеотомии таза; В – через 1 месяц после выписки из клиники – возникновение краниального смещения ацетабулярного фрагмента на 1,3 см

Разрешена частичная нагрузка на оперированную конечность, после начала которой болевой синдром отсутствовал. В течение последующих 3 месяцев нагрузка на оперированную конечность доведена до полноценной. Металлоконструкции удалены через 1 год после операции (рис. 39).

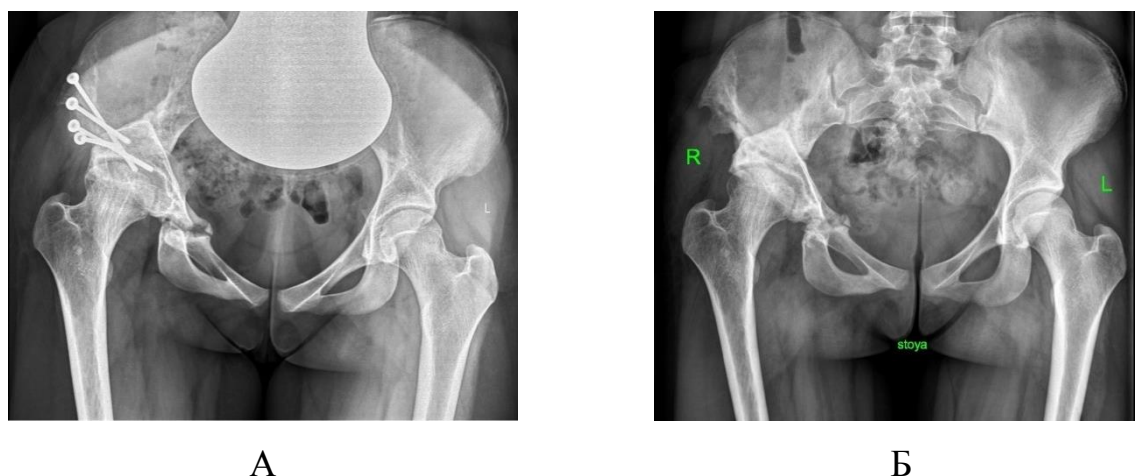


Рисунок 39. Серия рентгенограмм тазобедренных суставов в передне-задней проекции пациента С., 17 лет, с диагнозом «врожденный (диспластический) подвывих бедра справа»: А – через 7 месяцев после операции; Б – через 1 месяц после удаления металлоконструкций

На контрольном осмотре через 6 месяцев после удаления металлоконструкций пациентка активных жалоб не предъявляла.

У двух пациентов контрольной группы возникновение подобного рода осложнений мы связываем с интраоперационной гиперкоррекцией пространственного положения вертлужной впадины, что привело к отсутствию контакта костных фрагментов на уровне области остеотомии лонной и седалищной костей.

Аналогичные осложнения, полученные в связи с гиперкоррекцией ацетабулярного фрагмента, представлены рядом зарубежных авторов (Tschauner С. et al., 2003; Dungal P. et al., 2007; Yilmaz E. et al., 2019).

После начала равномерной нагрузки на нижние конечности пациентка стала предъявлять жалобы на боли в проекции оперированного тазобедренного сустава как в положении стоя, так и сидя (рис. 40).



А

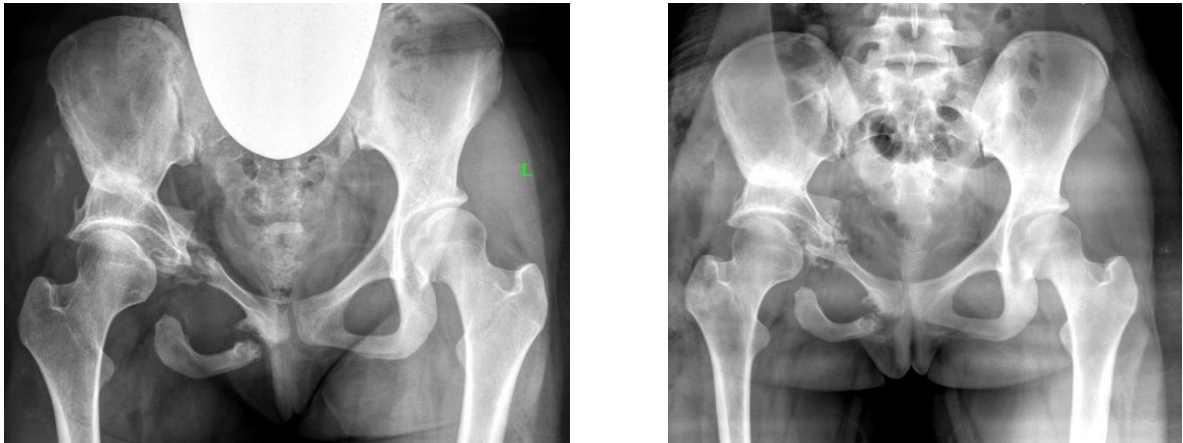
Б

В

Рисунок 40. Серия рентгенограмм тазобедренных суставов в прямой проекции пациентки В., 17 лет, с диагнозом «врожденный (диспластический) подвывих бедра справа»: А – до операции; Б – после тройной остеотомии таза; В – через 6 месяцев после операции (перед удалением металлоконструкций)

Было принято решение о необходимости хирургической коррекции дефекта аутооттрансплантатом с целью восстановления целостности переднего тазового полукольца, которое было выполнено в ходе удаления металлоконструкций.

Через 3 месяца произошла частичная консолидация костных фрагментов с купированием болевого синдрома (рис. 41).



А

Б

Рисунок 41. Серия рентгенограмм тазобедренных суставов в прямой проекции пациентки В., 17 лет, с диагнозом «врожденный (диспластический) подвывих бедра справа»: А – после пластики ложного сустава правой лонной кости; Б – через 3 месяца после пластики ложного сустава правой лонной кости

На контрольном осмотре через шесть месяцев после удаления металлоконструкций пациентка активных жалоб не предъявляла.

Таким образом, применение индивидуальных шаблонов в ходе выполнения реориентирующей тройной остеотомии таза по разработанной методике в отличие от общепринятой технологии проведения операции позволили получить индивидуально запланированную адекватную коррекцию положения вертлужной впадины с ликвидацией подвывиха, восстановлением позвоночно-тазовых соотношений и показателями основных рентгенологических индексов, укладывающихся в значение физиологической нормы.

ГЛАВА 5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ ПОДВЫВИХОМ БЕДРА

Проведен анализ результатов хирургического лечения, основанный на данных клинического, лучевого и биомеханического методов исследования 40 пациентов (51 тазобедренный сустав) основной группы и 30 пациентов (39 тазобедренных суставов) контрольной группы. Результаты лечения детей с диспластическим подвывихом бедра оценивали через 2 года от времени проведения хирургического лечения.

Особое внимание в настоящем исследовании уделяли изменению со стороны сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений и физиологических изгибов позвоночника, а также степени коррекции вертлужной впадины, что в конечном итоге позволило адекватно провести оценку эффективности разработанной методики тройной остеотомии таза.

Возраст пациентов основной группы на момент поступления в клинику института составлял $16 \pm 0,9$ лет, контрольной – $15,7 \pm 1$ лет. У 33 пациентов (41 тазобедренный сустав) основной группы диагноз «дисплазия тазобедренных суставов» установлен в возрасте $10,9 \pm 1,2$ месяцев, у 7 пациентов этой группы (10 тазобедренных суставов) правильный диагноз был поставлен только в возрасте 10–11 лет, когда появились признаки нарушения походки в виде хромоты. В контрольной группе исследования у 26 пациентов (32 тазобедренных сустава) диагноз «дисплазия тазобедренных суставов» установлен в возрасте $10 \pm 1,9$ месяцев, а у 4 пациентов этой группы (7 тазобедренных сустава) правильный диагноз был поставлен в возрасте 10–11 лет, когда появилась хромота.

У детей обеих групп после проведенного лучевого исследования показатели, характеризующие состояние тазового и бедренного компонентов сустава, имели значения, характерные для диспластического характера патологии и выражались в патологических значениях углов Sharp, Tonnis, Wiberg и степени костного покрытия головки бедренной кости вертлужной впадиной во

фронтальной плоскости. Величина краниального смещения головки бедренной кости у пациентов с односторонним и двусторонним поражением сустава не превышала 50% от её диаметра, что соответствовало подвывиху бедра Crowe I степени.

Средние значения истинного шеечно-диафизарного угла находились в пределах их физиологических значений, одновременно с этим показатели угла антеторсии проксимального отдела бедра имели патологические значения, характерные для диспластической патологии.

Средние значения грудного кифоза оставались в пределах среднестатистических значений физиологической нормы, а поясничного лордоза превышали последние. Изменения показателей тазовых индексов характеризовались увеличением значений анатомического показателя PI, что приводило к уменьшению значений показателя PT и увеличению показателя SS, которые являются позиционными.

Средние значения показателя сагиттальной вертикальной оси имели выраженные отрицательные значения, что свидетельствовало о наличии глобального дисбаланса.

Проведенный межгрупповой статистический анализ не выявил достоверных различий по вышеуказанным показателям ($p > 0,05$), что свидетельствовало об их идентичности перед хирургическим лечением и позволило провести их сравнение после операции в зависимости от применяемой методики выполнения тройной остеотомии таза.

5.1 Результаты клинического метода обследования пациентов после хирургического лечения

Клиническое обследование заключалось в оценке жалоб пациентов, особенностей походки, фронтального и сагиттального профиля позвоночника, функции тазобедренного сустава с определением FADIR-теста.

5.1.1 Анализ жалоб пациентов основной и контрольной групп после проведенного хирургического лечения

Из 40 пациентов основной группы через 2 года после операции только 3 (7,5%) детей предъявляли жалобы на имеющееся нарушение походки в виде умеренно выраженной хромоты на пораженную конечность, возникающую после осевой нагрузки, продолжительность более 3 часов. На наш взгляд, эти жалобы были связаны с нарушением выполнения врачебных рекомендаций по режиму восстановительного лечения, а именно бессистемность в выполнении специализированных упражнений и отказ от проведения комплексного реабилитационного лечения. У 4 пациентов (10%) сохранялись умеренные боли в области поясничного отдела позвоночника, возникающие после физических и статических нагрузок.

У 8 (26,7%) пациентов контрольной группы в аналогичный срок наблюдения имели место жалобы на хромоту, появляющуюся после непродолжительной по времени ходьбы, а также болевые ощущения в проекции оперированного сустава в положении максимально возможного сгибания и отведения. Боли в поясничном отделе позвоночника отмечали 22 ребенка (73,3%).

После заполнения специализированных шкал-опросников у пациентов основной группы средний балл по шкале Harris hip score составил $91 \pm 3,5$ балла, а у пациентов контрольной группы – $86,4 \pm 4,3$ балла. Данные, полученные по шкале Oswestry, также имели различия в группах исследования. Так, например, средний балл у пациентов основной группы составил $3,1 \pm 3,5\%$, а контрольной – $15,7 \pm 10,3\%$. Проведенный статистический анализ по международным шкалам показал наличие значимых различий ($p < 0,05$) как в функциональном состоянии оперированного тазобедренного сустава, так и болевых ощущений в поясничном отделе позвоночника у пациентов основной и контрольной групп (рис. 42).

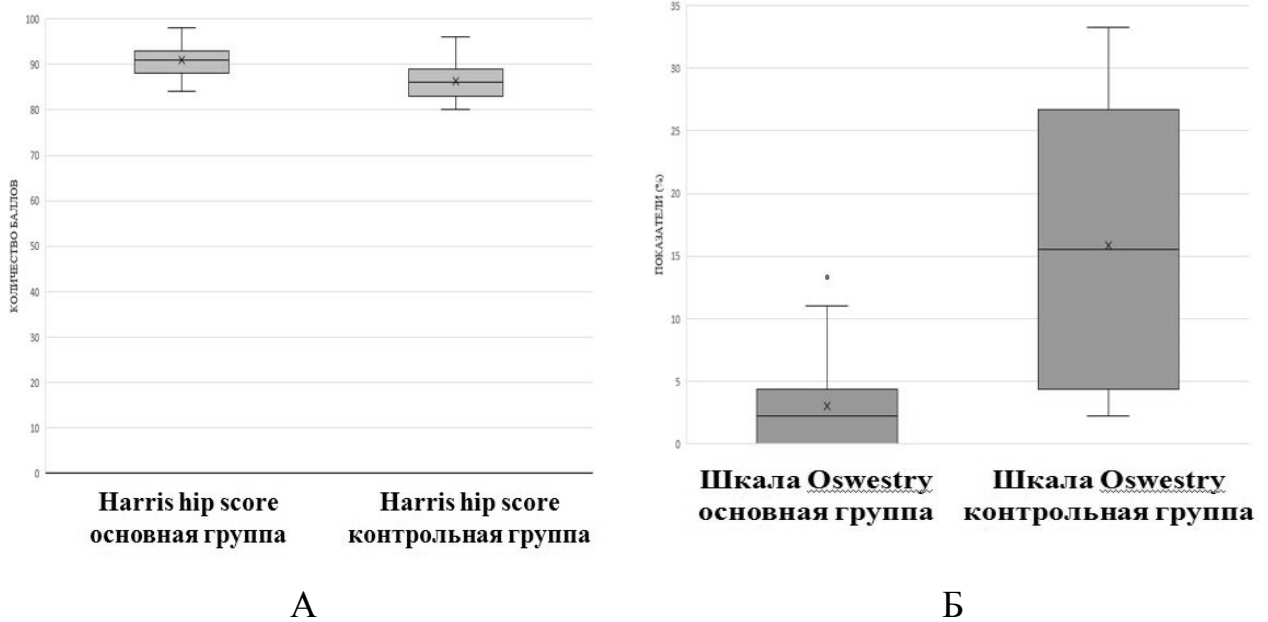


Рисунок 42. Результаты анкетирования пациентов основной и контрольной групп через 2 года после хирургического лечения: А – по шкале Harris hip score; Б – по шкале Oswestry. На графиках приведены медианы (горизонтальная черта внутри закрашенной области), средние значения (символ X внутри закрашенной области) интерквартильный размах (закрашенная область), максимальные и минимальные значения (горизонтальные черточки на конце «усов»).

Исходя из полученных данных, можно сделать заключение, что у пациентов контрольной группы, несмотря на улучшение функционального состояния тазобедренного сустава, сохранялись боли и статико-динамические нарушения, а также изменения в привычной жизнедеятельности, связанные с наличием болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника, что требовало специфических ограничений в двигательном режиме и физических нагрузках.

В основной группе пациентов после выполнения тройной остеотомии таза по усовершенствованной технологии отмечено купирование болевого синдрома как в области пораженного тазобедренного сустава, так и в поясничном отделе позвоночника, что подтверждалось данными специализированных шкал-опросников.

5.1.2 Результаты клинического осмотра пациентов основной и контрольной групп после проведенного хирургического лечения

Измерение длины конечностей показало, что в основной группе исследования у 17 пациентов (42,5%) остаточное относительное укорочение нижних конечностей колебалось в пределах до 1 см. У остальных 23 пациентов (57,5%) отмечалось равенство в длине нижних конечностей. В контрольной группе пациентов нами получены идентичные данные: у 13 пациентов (43,3%) разница в длине конечностей не превышала 1 см, у 17 пациентов (56,7%) она отсутствовала. Таким образом, в обеих группах пациентов отмечалось уменьшение относительной разновеликости нижних конечности, причем более чем в половине случаев было достигнуто равенство в длине.

После оценки походки у 32 пациентов (92,5%) основной группы хромоты не было отмечено, у 3 пациентов (7,5%) сохранялась хромота лёгкой степени, которая была связана со слабостью ягодичных мышц. Слабость ягодичных мышц проявлялась уменьшением времени возможного удержания отведенной нижней конечности при её разгибании в положении ребенка лежа на боку, противоположном оперированному. У пациентов контрольной группы легкая степень нарушения походки сохранялась у 6 пациентов (20%), а средняя – у 2 (6,7%). Визуальная оценка фронтального профиля позвоночника у пациентов основной и контрольной групп после проведенного хирургического лечения не показала наличия патологических изменений. Тест Адамса был отрицательный у всех пациентов.

Визуальная оценка сагиттального профиля позвоночника показала, что гиперлордоз поясничного отдела позвоночника сохранялся у 6 пациентов (15%) основной группы с двусторонним подвывихом бедра, однако имел тенденцию к уменьшению (рис. 43). Одновременно с этим у пациентов контрольной группы гиперлордоз поясничного отдела позвоночника не имел значительных отличий от дооперационной клинической картины и отмечался у 17 пациентов (56,7%), из

них 41,2% детей страдали двусторонним диспластическим подвывихом бедра (рис. 44).



А

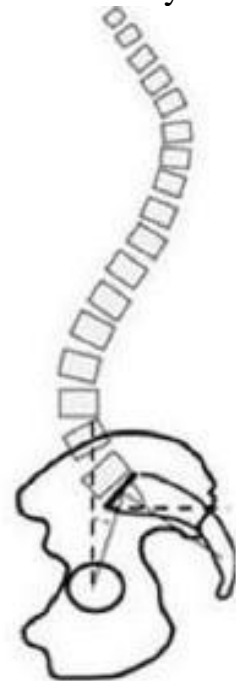


Б

Рисунок 43. Пациентка М., 2001 г.р., через 2 года после хирургического лечения: А – внешний вид в положении сбоку; Б – скиаграмма гармоничного типа вертикальной осанки по классификации P. Roussouly



А



Б

Рисунок 44. Пациентка Л., 2002 г.р. через 2 года после хирургического лечения: А – внешний вид при осмотре сбоку; Б – скиаграмма гиперлордотического типа вертикальной осанки по классификации P. Roussouly

Проведение гониометрии у пациентов обеих групп показано наличие значимых различий ($p < 0,05$) в амплитуде движений в тазобедренных суставах во всех плоскостях. Так у пациентов основной группы сгибание составило $117 \pm 4,6^\circ$, отведение – $38 \pm 3,3^\circ$, разгибание – $15 \pm 3,8^\circ$, совокупность внутренней и наружной ротации – $64 \pm 16^\circ$. У пациентов контрольной группы амплитуда движений в тазобедренном суставе составила: сгибание – $106 \pm 6,4^\circ$, отведение – $30 \pm 6,4^\circ$, разгибание – $13 \pm 3,4^\circ$, общая амплитуда ротационных движений – $53 \pm 15^\circ$. Таким образом, у ряда пациентов контрольной группы имело место ограничение сгибания, отведения и ротационных движений, преимущественно за счет внутренней ротации.

Проведение специфического теста с целью определения патомеханического конфликта суставных поверхностей между проксимальным отделом бедренной кости и вертлужной впадиной (FADIR-test) показало его отсутствие у всех пациентов основной группы.

Одновременно с этим проведение аналогичного теста у пациентов контрольной группы дало положительные результаты у 9 пациентов (30%) со средним баллом по VAS $2 \pm 0,7$. Интенсивность болевых ощущений в тазобедренном суставе у данной группы пациентов соответствовала легкой степени.

Таким образом, у пациентов контрольной группы с диспластическим подвывихом бедра через 1 год после проведенного хирургического лечения сохранялся гиперлордоз поясничного отдела позвоночника, особенно выраженный при двустороннем поражении, отмечались болевые ощущения в крайних положениях сгибания и отведения в тазобедренном суставе, а также конфликт головки бедренной кости с вертлужной впадиной и *labrum acetabulae* с легкой степенью интенсивности болевых ощущений по VAS.

5.2 Результаты лучевого обследования пациентов основной и контрольной групп с диспластическим подвывихом бедра

Рентгенологическое исследование после проведенного хирургического лечения выполнено 70 пациентам (90 тазобедренных суставов) обеих групп и включало в себя комплексную рентгенометрию основных показателей, характеризующих анатомическое строение и пространственную ориентацию вертлужной впадины (углы Tonnis и Sharp) и проксимального отдела бедренной кости (истинный шеечно-диафизарный угол и угол антеверсии шейки бедренной кости), интегральных показателей, характеризующих соотношения между компонентами сустава и его стабильность в целом (угол Wiberg, степень костного покрытия, величина краниального смещения головки бедренной кости), а также рентгенометрию физиологических изгибов позвоночника (ТК и GLL) и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений (PI, SS, PT, SVA).

Данные лучевого обследования пациентов основной и контрольной групп до и после хирургического лечения и их сравнение с аналогичными показателями у здоровых детей представлены в таблицах 7 и 8.

Проведенный внутригрупповой анализ показал наличие значимых различий ($p < 0,05$) как в показателях, характеризующих состояние тазового и бедренного компонентов сустава, так и состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений после проведения тройной остеотомии таза по разработанной методике.

Таблица 7 – Показатели пространственной ориентации вертлужной впадины, проксимального отдела бедренной кости, сагиттального профиля позвоночника и позвоночно-тазовых соотношений у пациентов основной группы с диспластическим подвывихом бедра до и после операции

Показатели	Средние величины показателей у пациентов основной группы до операции (N=40/n=51) M±SD	Средние величины показателей у пациентов основной группы после операции (N=40/n=51) M±SD	Средние величины показателей у здоровых детей (по Камоско М.М., 2010 и Hesarikia H. et al., 2018) M±SD
Угол Sharp (°)	55,2±4,3	34,9±3,2	35-45
Угол Tonnis (°)	22,1±3,3	2,9±0,9	0-10
Угол Wiberg (°)	4,1±3,1	33±3,9	25-40
СКП (%)	54,5±7,1	100±6,8	85-100
Краниальное смещение (см)	0,9±0,3	0,1±0,07	abs
ШДУ(°)	133,8±3,9	133,8±3,9	125-140
УА(°)	38,5±6,7	38,5±6,7	10-30
PI (°)	51,8±11,3	40,1±10	45,4±10,7
PT(°)	8,4±9,2	5,1±8,3	10,3±6,5
SS(°)	43,4±4,8	35±4,5	35,4±8,1
TK(°)	36,1±11	32±7,3	37,1±9,9
GLL(°)	60,2±6,3	45,3±6	39,6±12,4
SVA(°)	-9,8±18,8	5,7±14,1	0,1±2,3

N – количество пациентов; n– количество пораженных суставов

Таблица 8 – Показатели пространственной ориентации вертлужной впадины, проксимального отдела бедренной кости, сагиттального профиля позвоночника и позвоночно-тазовых соотношений у пациентов контрольной группы с диспластическим подвывихом бедра до и после операции

Показатели	Средние величины показателей у пациентов контрольной группы до операции (N=30/n=39) M±SD	Средние величины показателей у пациентов контрольной группы после операции (N=30/n=39) M±SD	Средние величины показателей у здоровых детей (по Камоско М.М., 2010 и Hesarikia H. et al., 2018) M±SD
Угол Sharp (°)	54,6±4,8	26,3±12	35-45
Угол Tonnis (°)	21,5±3,6	1,6±4,9	0-10
Угол Wiberg (°)	3,8±3,9	39±13,2	25-40
СКП (%)	52±6,1	107±9,4	85-100
Краниальное смещение (см)	1±0,4	0,15±0,08	abs
ШДУ(°)	134,6±3,5	134,6±3,5	125-140
УА(°)	37,3±6,5	37,3±6,5	10-30
PI (°)	52,6±10,7	53,2±10	45,4±10,7
PT(°)	7,8±8,7	8,5±8	10,3±6,5
SS(°)	44,8±5,3	44,7±4,7	35,4±8,1
TK(°)	36,1±11	35,7±10,7	37,1±9,9
GLL(°)	61,8±7,5	62,6±9,3	39,6±12,4
SVA(°)	-10,1±17,3	-6,2±16,7	0,1±2,3

N – количество пациентов; n– количество пораженных суставов

На основании полученных результатов, представленных в таблицах 7 и 8, можно сделать вывод о том, что у пациентов основной группы значения как величин, характеризующих пространственное положение вертлужной впадины, так и интегральных показателей, относящихся к определению соотношений между тазовым и бедренным компонентом сустава и обуславливающих стабильность тазобедренного сустава в целом, находились в диапазоне нормальной вариации.

У 2 пациентов (5%) после проведения операции отмечалась умеренная гиперкоррекция положения вертлужной впадины. У 38 пациентов (95%) достигнута адекватная коррекция пространственного положения вертлужной впадины и стабильности тазобедренного сустава (рис. 45).

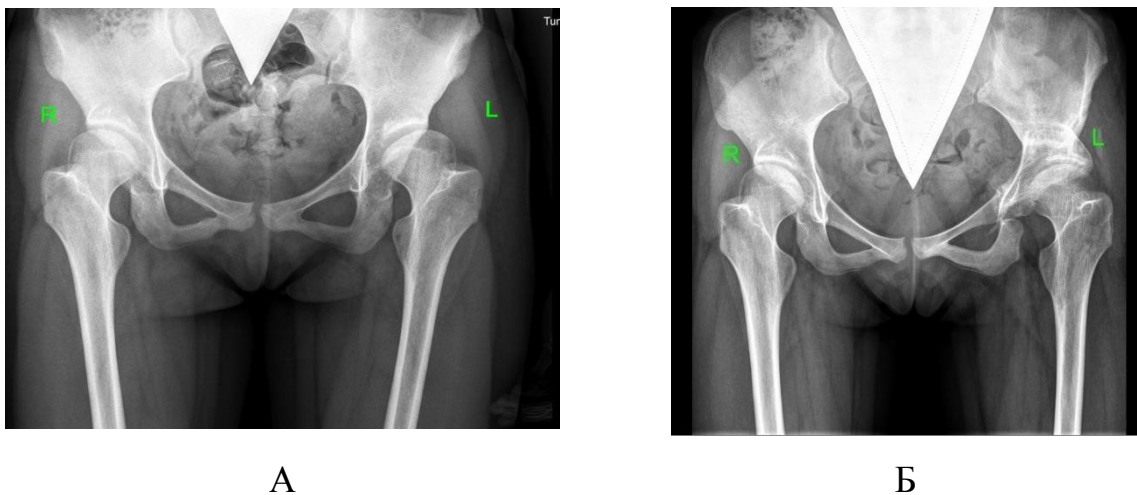


Рисунок 45. Результаты лучевого исследования пациентки Г., 2002 г.р.:

А – рентгенограмма тазобедренных суставов в прямой проекции до операции; Б – рентгенограмма тазобедренных суставов в прямой проекции через 2 года после тройной остеотомии таза по разработанной методике

Анализ аналогичных показателей у пациентов контрольной группы показал их смещение за предел нижней границы физиологической нормы (рис.46).



А

Б

Рисунок 46. Результаты лучевого исследования пациентки М., 1999 г.р.:

А – рентгенограмма тазобедренных суставов в прямой проекции до операции; Б – рентгенограмма тазобедренных суставов в прямой проекции через 2 года после тройной остеотомии таза по классической методике

Проведенный статистический анализ выявил значимые различия в значениях углов Sharp, Tonnis и Wiberg, а также степени костного покрытия у пациентов основной и контрольной групп ($p < 0,05$). Помимо этого, по вышеуказанным рентгенологическим показателям значения стандартного отклонения у ряда пациентов контрольной группы превышали аналогичные в основной группе, что было связано с достижением как гипер-, так и гипокоррекции пространственного положения ацетабулярного фрагмента в ходе хирургического вмешательства (рис. 47).

В этой группе гиперкоррекция положения вертлужной впадины отмечена у 13 детей (43,4%), а недостаточная коррекция – у 1 пациента (3,3%). Таким образом, у пациентов данной группы исследования адекватная коррекция тазового компонента после проведения хирургического вмешательства была достигнута в 53,4% наблюдений.

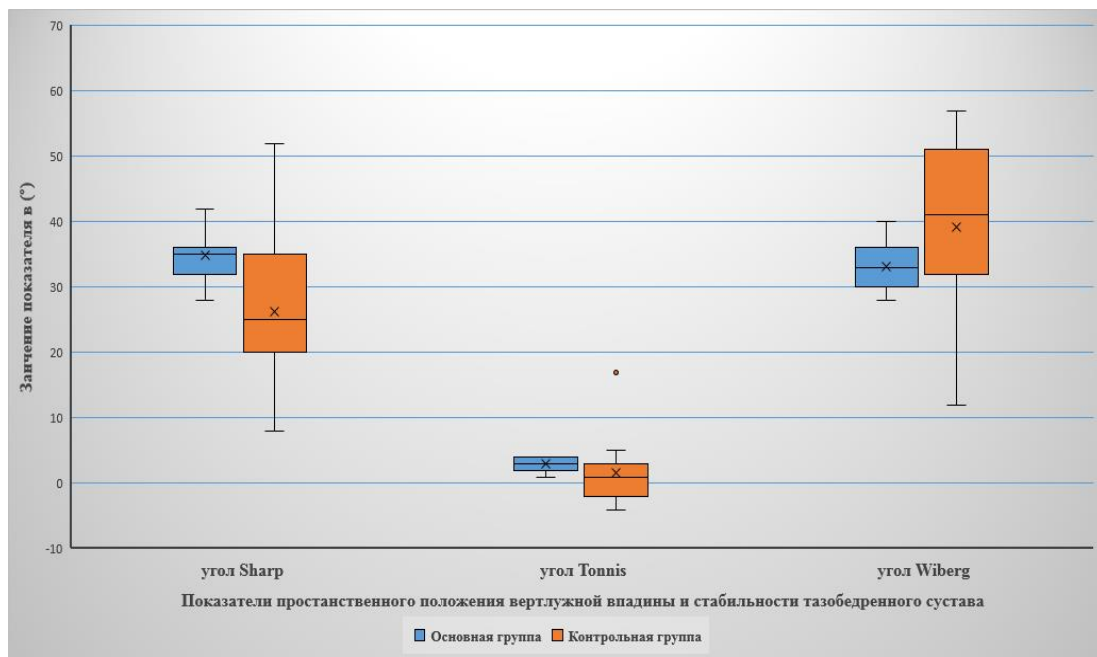


Рисунок 47. Распределение значений основных рентгенологических показателей пространственного положения вертлужной впадины и стабильности сустава у пациентов обеих групп.

На графике приведены медианы (горизонтальная черта внутри закрашенной области), средние значения (символ X внутри закрашенной области), интерквартильный размах (закрашенная область), максимальные и минимальные значения (горизонтальные черточки на конце «усов»)

Средние значения показателей грудного кифоза у пациентов обеих групп после операции оставались в пределах среднестатистических значений физиологической нормы. Одновременно с этим средние значения показателей поясничного лордоза у детей основной группы достоверно ($p < 0,05$) уменьшились как в сравнении с дооперационными показателями, так и с аналогичными данными у пациентов контрольной группы и приблизились к значениям физиологической нормы у здоровых детей. Показатели состояния позвоночно-тазовых соотношений у пациентов основной группы по сравнению с контрольной претерпели значительные изменения ($p < 0,05$) и в первую очередь касались уменьшения анатомического показателя PI. С учетом того что средняя величина трансляции ацетабулярного фрагмента кзади составила $1,2 \pm 0,3$ см, показатель PI уменьшился на 12° . Эти изменения привели к уменьшению позиционного показателя SS, что выразилось в уменьшении имевшейся избыточной антеверсии таза и, как следствие, уменьшению избыточного поясничного лордоза. В

подавляющем большинстве случаев показатель SVA у пациентов основной группы изменился в положительную сторону, в то время как у пациентов контрольной группы сохранялся негативный глобальный сагиттальный дисбаланс. Во всех случаях нами получено равенство в формулах $PI=PT+SS$ и $SS=0,5 \times PI + 15^\circ$, что может свидетельствовать о гармоничных соотношениях в тазовых индексах. В результате проведения тройной остеотомии таза по разработанной нами методике у пациентов основной группы с диспластическим подвывихом бедра рентгенологические показатели состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений стали соответствовать II типу вертикальной осанки, согласно классификации P.Roussouly (2003), что считается гармоничным профилем. Такой вариант осанки обеспечивает в дальнейшем естественное течение дегенеративных процессов в поясничном отделе позвоночника, соответствующее возрастным периодам взросления человека (рис. 48).

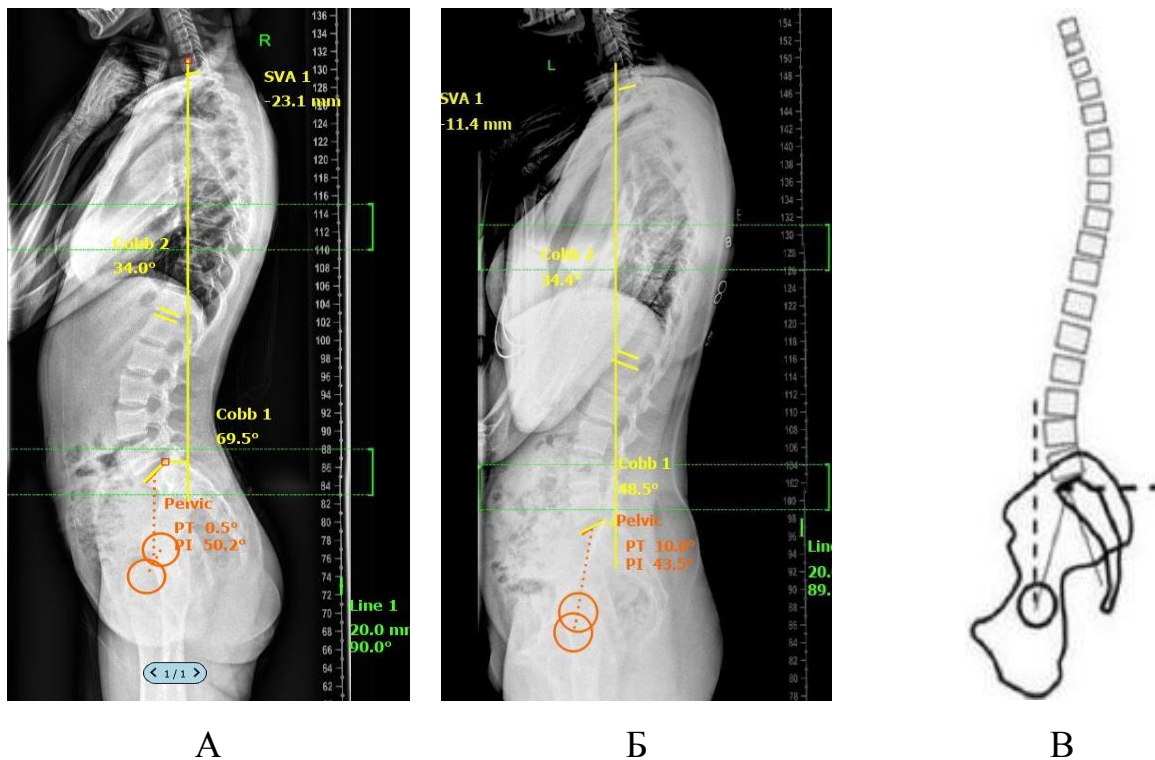


Рисунок 48. Результаты лучевого обследования пациентки Г., 2002 г.р. в боковой проекции в положении стоя: А – до операции; Б – через 2 года после тройной остеотомии таза по разработанной методике; В – скиаграмма гармоничного типа вертикальной осанки по классификации P. Roussouly

У пациентов контрольной группы в связи с отсутствием значимых изменений ($p > 0,05$) в состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений до и после хирургического лечения, то есть сохраняющейся избыточной антеверсии таза и гиперлордоза поясничного отдела позвоночника, отмечался III-IV тип вертикальной осанки по P. Roussouly. Этот вариант осанки способствовал потенциальной возможности развития ранних дегенеративно-дистрофических процессов в пояснично-крестцовом отделе позвоночника (рис. 49).

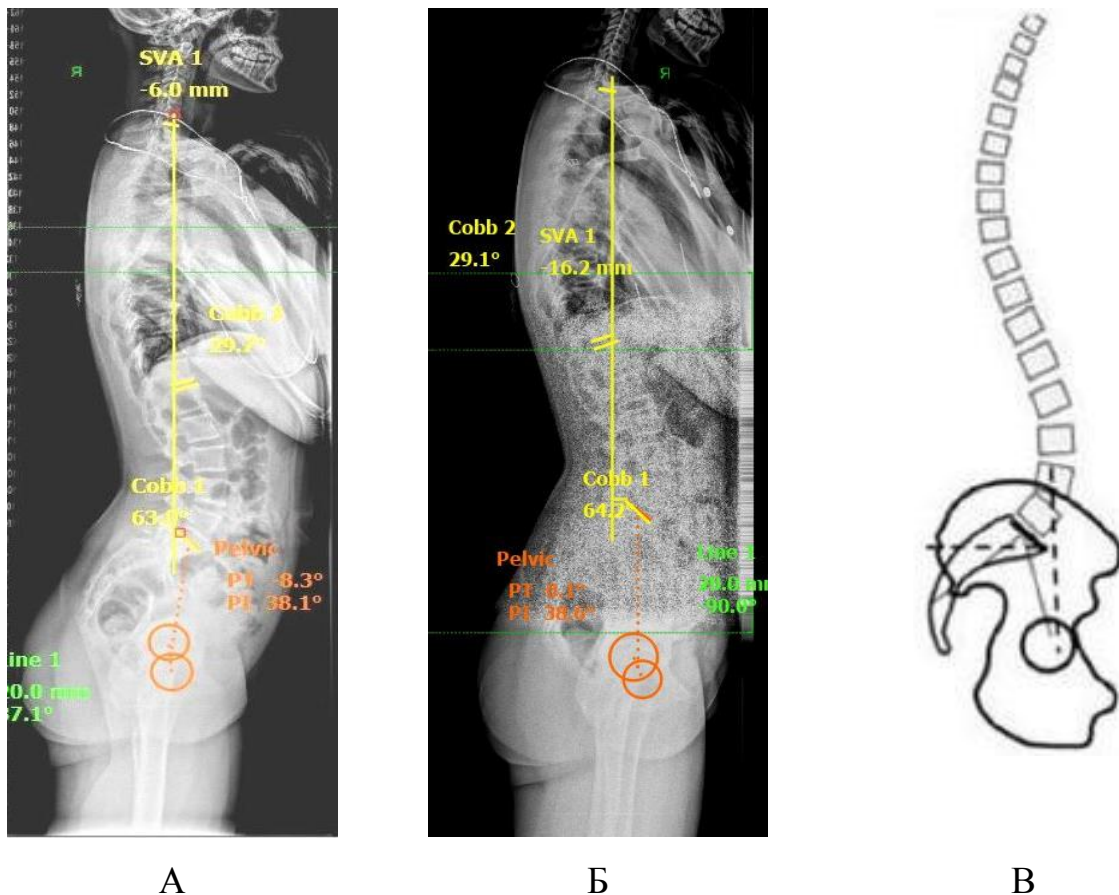


Рисунок 49. Результаты лучевого обследования пациентки М., 1999 г.р. в боковой проекции в положении стоя: А – до операции; Б – через 2 года после операции; В – скиаграмма гиперлордотического типа вертикальной осанки по классификации P.Roussouly

После проведения корреляционного анализа у пациентов основной группы отмечено увеличение положительной связи между показателями PI и SS ($r=0,57$; $p < 0,05$), что может свидетельствовать о восстановлении кинематической цепи в системе «тазобедренные суставы - пояснично-крестцовый отдел позвоночника».

У пациентов контрольной группы изменений в корреляционной связи между вышеуказанными показателями не было обнаружено – она оставалась слабо выраженной ($r=0,21$; $p<0,05$) (рис. 50).

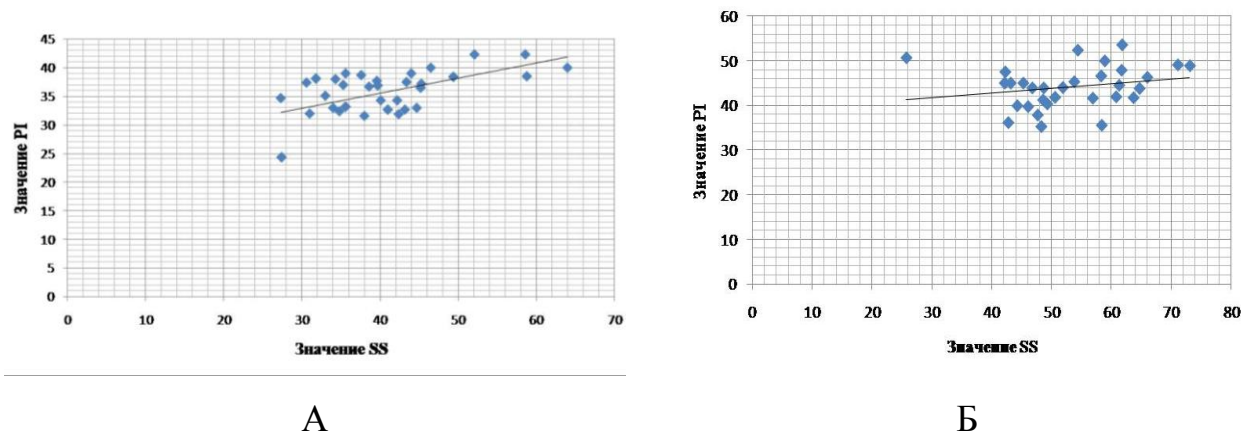


Рисунок 50. Результат оценки корреляционной связи между углом отклонения таза (PI) и углом наклона крестца (SS): А – пациенты основной группы; Б – пациенты контрольной группы

Кроме того, у пациентов основной группы сохранилась прямая сильная корреляционная связь ($r=0,66$; $p<0,05$) между показателями угла наклона крестца (SS) и величиной поясничного лордоза (GLL), что свидетельствует о сохранении связи в системе «таз - поясничный отдел позвоночника» (рис. 51).

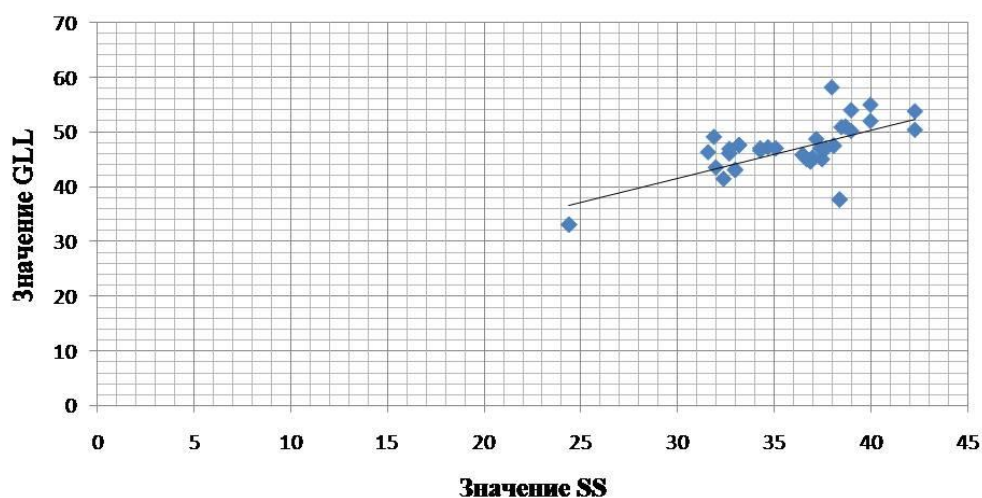


Рисунок 51. Результат оценки корреляционной связи между углом наклона крестца (SS) и поясничным лордозом (GLL) у пациентов основной группы

5.3 Результаты биомеханического исследования

После проведенного хирургического лечения стабилметрическое исследование выполнено 70 пациентам (90 тазобедренных суставов), из них 50 пациентов были с односторонним поражением сустава (21 – контрольная группа, 29 – основная) и 20 пациентов – с двусторонним (9 – контрольная группа, 11 – основная).

В таблицах 9 и 10 представлены основные показатели баланса вертикальной стойки всех пациентов с подвывихом бедра до и после оперативного лечения.

Таблица 9 – Стабилметрические показатели у пациентов с односторонним диспластическим подвывихом бедра до и после оперативного лечения

Параметры	Величина показателей у пациентов контрольной группы с односторонним подвывихом (N=21/n=21) М [min-max]		Величина показателей у пациентов основной группы с односторонним подвывихом (N=29/n=29) М [min-max]	
	До операции	После операции	До операции	После операции
X, мм	15,0 [9,7 – 21,8]	6,6 [2,5 – 11,2]	14,3 [9,6 – 27,1]	8,1 [4,3 – 12,7]
Y, мм	1,4 [-15,2 – 27,5]	10,1 [-1,2 – 17,6]	1,9 [-15,0 – 31,2]	9,6 [4,8 – 13,0]
L, мм	1052 [779 – 1172]	1028 [757 – 1168]	1035 [762 – 1163]	906 [742 – 1153]
S, мм ²	960 [759 – 1558]	717 [424 – 878]	1025 [600 – 1689]	720 [476 – 942]
Al°	5,4 [3,5 – 11,5]	9,1 [5,3 – 14,0]	7,0 [3,5 – 15,3]	4,3 [2,1 – 6,6]

N – количество пациентов; n – количество пораженных суставов

Таблица 10 – Стабилометрические показатели у пациентов с двусторонним диспластическим подвывихом бедра до и после оперативного лечения

Параметры	Величины показателей пациентов контрольной группы с двусторонним подвывихом (N=9/n=18) M [min-max]		Величины показателей пациентов основной группы с двусторонним подвывихом (N=11/n=22) M [min-max]	
	До операции	После операции	До операции	После операции
X, мм	7,5 [2,2 – 12,0]	3,5 [1,3 – 7,4]	5,2 [1,2 – 13,7]	4,0 [2,7 – 5,7]
Y, мм	24,9 [16,7 – 31,8]	12,0 [4,8 – 19,3]	24,0 [18,4 – 32,8]	10,4 [5,8 – 15,8]
L, мм	1181 [738 – 1474]	907 [696 – 1117]	1006 [736 – 1450]	941 [657 – 1015]
S, мм ²	665 [522 – 1058]	766 [630 – 893]	592 [430 – 897]	613 [484 – 737]
Al, °	3,9 [2,6 – 6,4]	2,2 [1,1 – 3,3]	3,3 [2,1 – 4,6]	1,9 [0,7 – 2,8]

N – количество пациентов; n– количество пораженных суставов

Сравнительная оценка показателей баланса вертикальной стойки пациентов основной и контрольной групп свидетельствует об инициации различных механизмов поддержания устойчивости тела в вертикальном положении в отдаленные сроки наблюдения после оперативного вмешательства.

После проведенного хирургического лечения у детей с односторонним диспластическим подвывихом бедра в обеих группах исследования было выявлено уменьшение площади S статокинезиограмм в сторону ее нормализации. Одновременно с этим проведенный статистический анализ свидетельствует о значительно более выраженных этих изменениях ($p < 0,05$) у пациентов основной группы. У больных с двусторонним подвывихом бедра после операций не было выявлено значимых отклонений по сравнению с дооперационными показателями

статокинетической системы – длины статокинезиограммы L. Это может свидетельствовать об отсутствии негативного воздействия проведенной тройной остеотомии таза на поструральный баланс пациентов, однако показатель площадь S статокинезиограммы имел статистически значимую ($p < 0,05$) тенденцию к ее увеличению.

Анализ смещения ЦД во фронтальной плоскости (ось X, мм) выявил достоверно значимую ($p < 0,05$) его стабилизацию только у пациентов с односторонним подвывихом бедра, значительно выраженное у пациентов в основной группе исследования. Это свидетельствует о снижении асимметричности распределения веса тела между контралатеральными нижними конечностями и указывает на выраженную тенденцию к восстановлению опороспособности нижней конечности на стороне поражения (рис. 52).

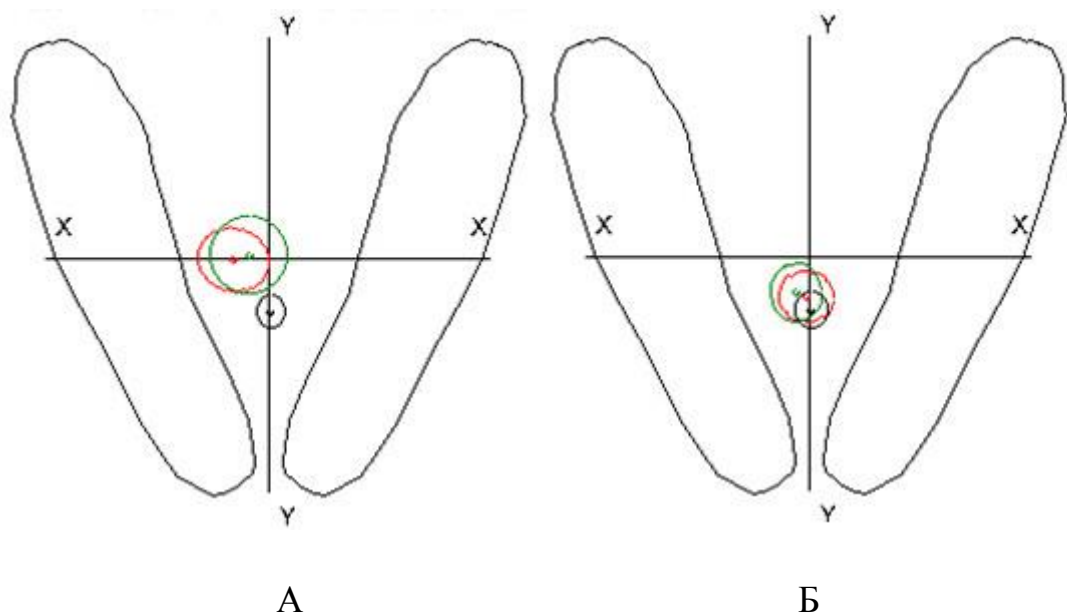


Рисунок 52. Компьютерные статокинезиограммы пациента С., 16 лет, с правосторонним подвывихом бедра: А – до операции; Б – через 2 года после выполненной тройной остеотомии таза по разработанной методике. Стабилизация ЦД тела во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Красная линия – проба с открытыми глазами; зеленая линия – проба с закрытыми глазами

После проведенных реконструктивно-пластических операций на тазобедренных суставах у пациентов с диспластическим подвывихом бедра с двусторонним поражением в обеих группах исследования не выявлено значимой стабилизации ЦД во фронтальной плоскости, что может быть связано с изначальным незначительным смещением ЦД относительно средней оси. Таким образом, тройная остеотомии таза, выполненная поочередно с двух сторон, не повлияла на симметричность распределения нагрузки между контралатеральными нижними конечностями и не привела к отклонениям в сформированном компенсаторном механизме взаимной стабилизации пораженных сторон.

Анализ смещения ЦД в сагиттальной плоскости (ось Y, мм) у пациентов с односторонним диспластическим подвывихом бедра выявил его достоверную ($p < 0,05$) стабилизацию только в основной группе исследования (рис. 53).

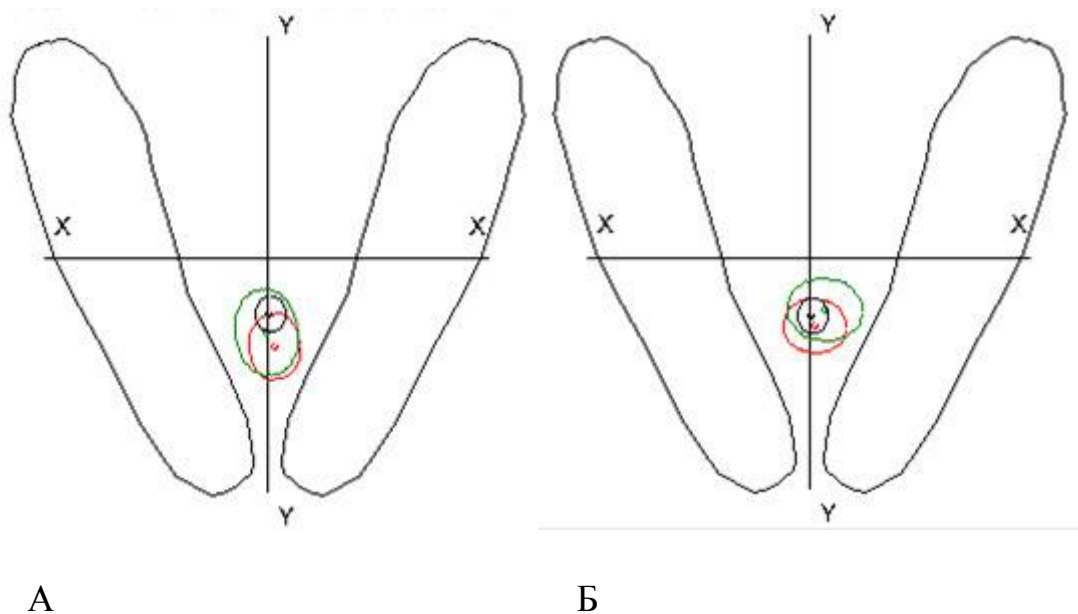


Рисунок 53. Компьютерные статокинезиограммы пациента Ш., 14 лет, с левосторонним подвывихом бедра: А – до операции; Б – через 1 год 6 месяцев после выполненной тройной остеотомии таза по разработанной методике. Стабилизация ЦД тела в сагиттальной плоскости. Красная линия – проба с открытыми глазами; зеленая линия – проба с закрытыми глазами

В этой группе исследования наблюдалась тенденция к возвращению ЦД тела в сторону абсолютного центра, что приводило к сжатию межквартильного интервала параметра Y , в результате чего последний стал превышать норму всего лишь в 2,4 раза (по сравнению с исходным значением – 13,6). В контрольной группе пациентов не произошло достоверных изменений в стабилизации ЦД в сагиттальной плоскости, межквартильный интервал параметра Y сохранил значительное расширение, хотя и снизил свою кратность по сравнению с нормой с 12,6 до 5,5 (рис. 54).

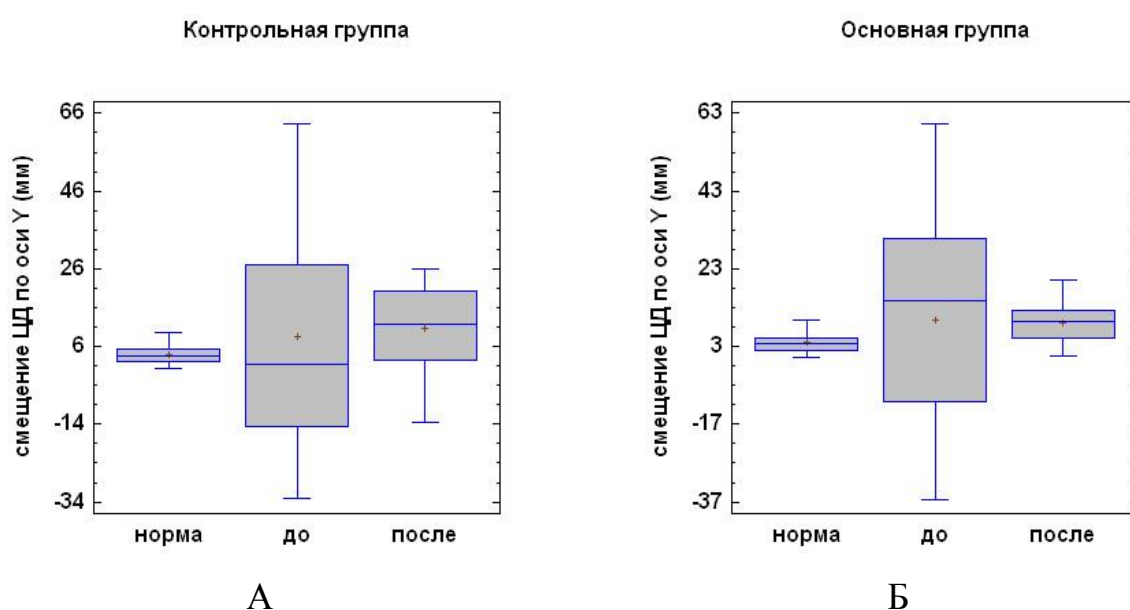


Рисунок 54. Смещение ЦД в сагиттальной плоскости на статокинезиограммах пациентов с односторонним диспластическим подвывихом бедра до и после операции: А – контрольная группа; Б – основная группа

У пациентов с двусторонним диспластическим подвывихом бедра в обеих группах после хирургического лечения выявлена значимая стабилизация ЦД в сагиттальной плоскости, проявляющаяся его смещением назад в направлении абсолютного центра (рис. 55).

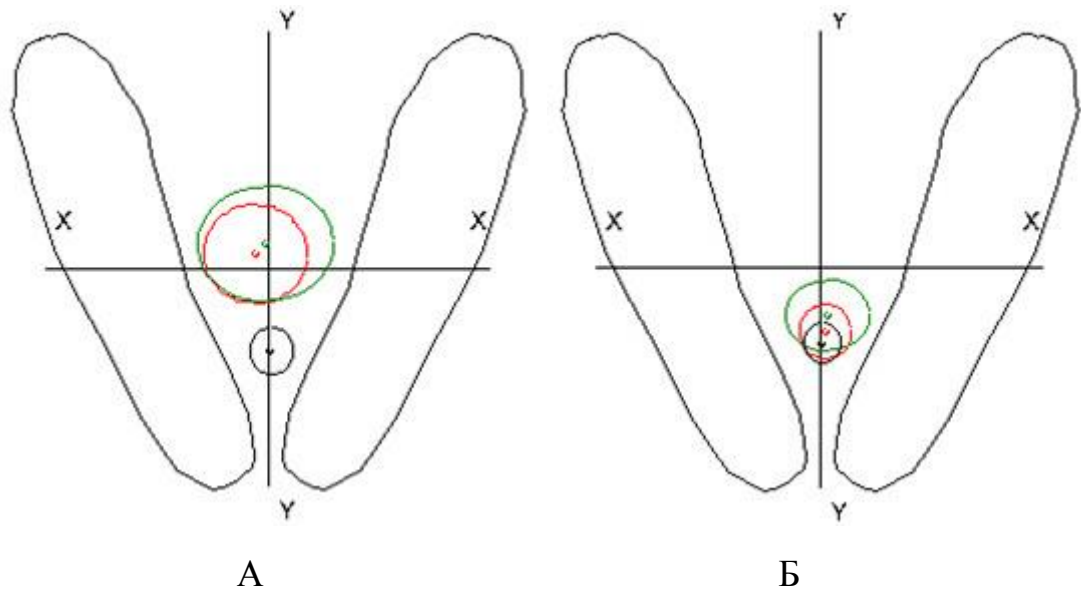


Рисунок 55. Компьютерные статокинезиограммы пациента В., 16 лет, с двусторонним подвывихом ТБС: А – до операции; Б – через 1 год 8 месяцев после выполненной тройной остеотомии таза по разработанной методике. Стабилизация ЦД тела в сагиттальной плоскости со смещением назад. Красная линия – проба с открытыми глазами; зеленая линия – проба с закрытыми глазами

У пациентов контрольной группы не отмечено изменений в межквартильном интервале параметра Y , который по-прежнему превышал норму в 4,3 раза (по сравнению с исходным значением – 4,4). У пациентов основной группы исследования наблюдалось выраженное сжатие межквартильного интервала параметра Y , различия которого с нормой снизились с 4,2 до 2,3 раз (рис. 56).

Указанные факты свидетельствуют в пользу того, что разработанный способ выполнения тройной остеотомии таза имеет большие возможности, направленные на нормализацию механизмов поддержания баланса тела, по сравнению с общепринятой методикой.

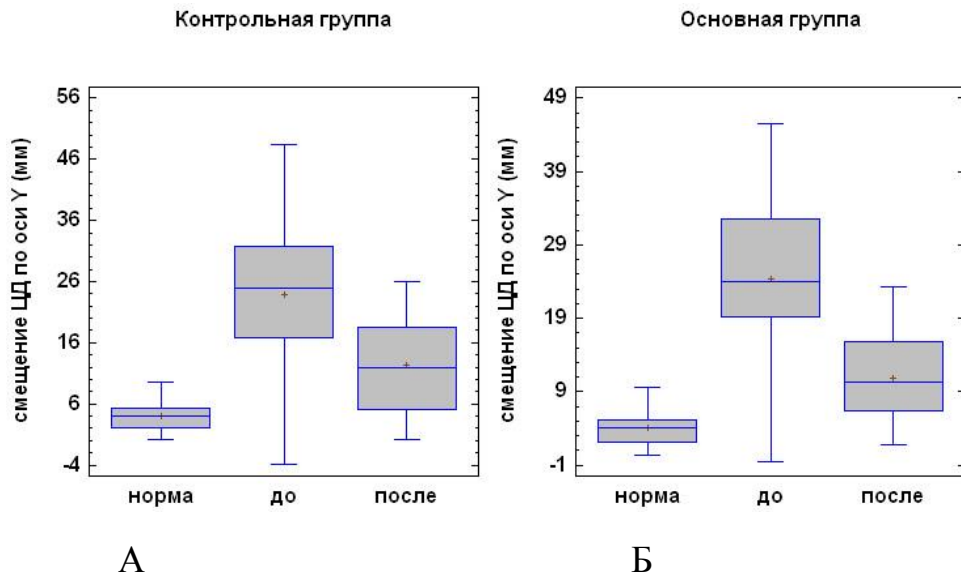


Рисунок 56. Смещение ЦД в сагиттальной плоскости на статокинезиограммах пациентов с двусторонним подвывихом бедра до и после операции: А – контрольная группа; Б – основная группа

Величина угла направления колебаний центра давления А1 у детей с односторонним диспластическим подвывихом бедра достоверно уменьшилась ($p < 0,05$) в сторону ее физиологических значений после хирургического лечения только у пациентов основной группы (рис. 57, 58), в то время как в контрольной группе А1 остался неизменным.

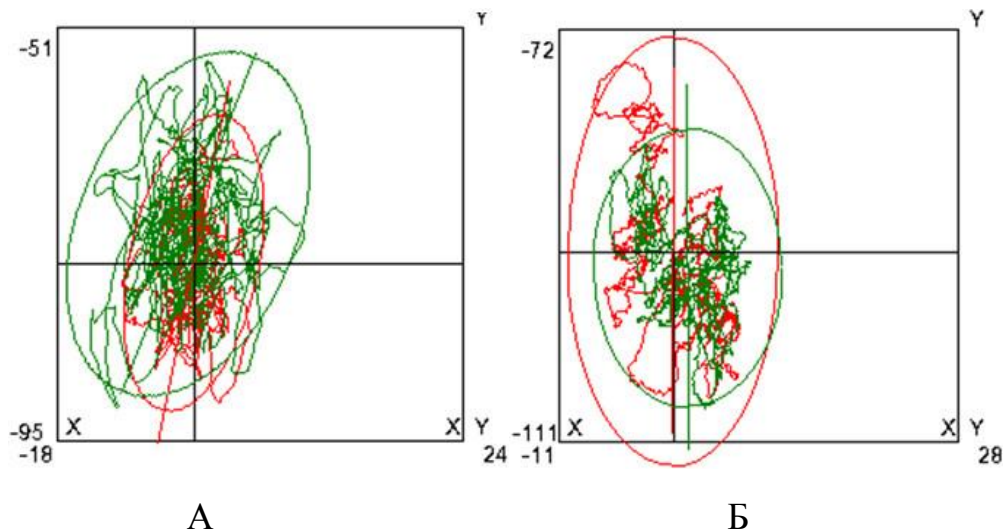


Рисунок 57. Величина угла преимущественного направления колебаний А1 центра давления на статокинезиограммах пациента Т., 13 лет, с левосторонним подвывихом бедра: А – до операции; Б – уменьшение А1 до показателей нормы после операции. Красная линия – проба с открытыми глазами; зеленая линия – проба с закрытыми глазами.

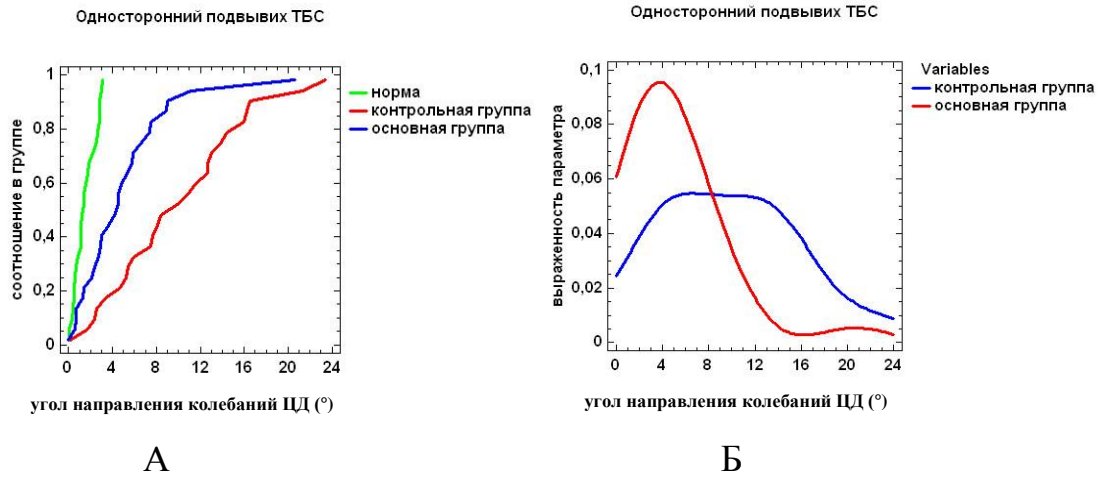


Рисунок 58. Графическое отображение величины угла направления колебаний А1 центра давления на статокинезиограммах пациентов с односторонним подвывихом бедра после операции: А – соотношение параметров пациентов и здоровых детей; Б – различия между контрольной и основной группами

При двустороннем диспластическом подвывихе бедра отклонение угла А1 от сагиттальной плоскости после операций значительно уменьшилось у пациентов обеих групп. При этом в основной группе исследования произошла полная нормализация показателя А1, в то время как в контрольной отмечалась лишь тенденция к нормализации данного параметра (рис. 59).

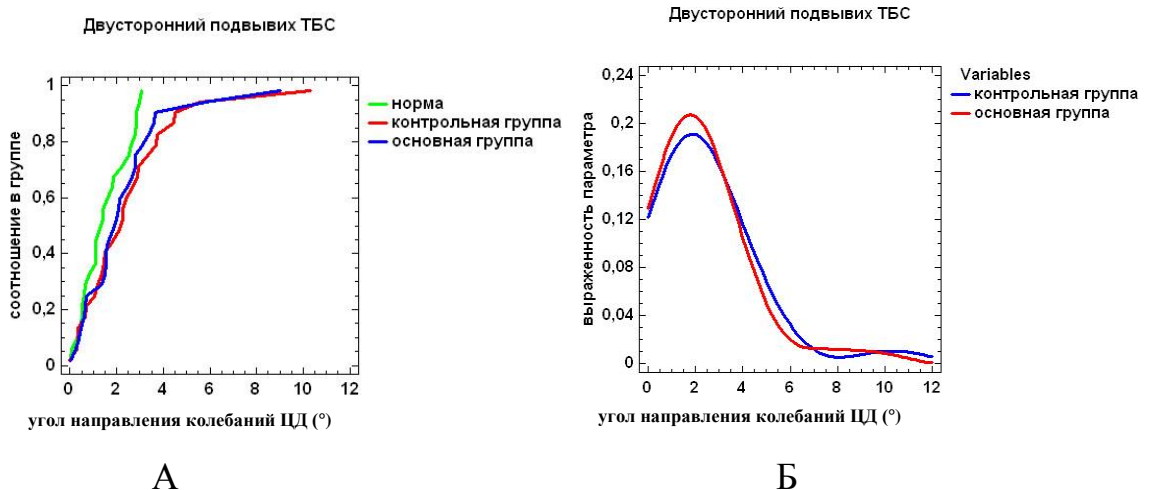


Рисунок 59. Графическое отображение величины угла направления колебаний А1 центра давления на статокинезиограммах пациентов с двусторонним подвывихом бедра после операции: А – соотношение параметров пациентов и здоровых детей; Б – различия между контрольной и основной группами

Таким образом, по совокупности параметров статических и статокинетических характеристик статокинезиограмм у пациентов с односторонним и двусторонним подвывихом бедра можно сделать заключение, что после реконструктивно-восстановительных операций на тазобедренных суставах наблюдалась положительная динамика поддержания баланса тела, что указывает не только на улучшение показателей функциональной активности оперированных суставов, но и всей опорно-двигательной системы. Одновременно с этим наиболее выраженная положительная динамика таких показателей стабилотрии, как площадь и длина статокинезиограмм, отклонение центра давления во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также его колебание отмечались у пациентов основной группы ($p < 0,05$), о чем свидетельствуют выявленное улучшение стабильности вертикального баланса. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность разработанной методики выполнения тройной остеотомии таза при лечении диспластического подвывиха бедра у детей.

Необходимо отметить, что у пациентов с односторонним диспластическим подвывихом бедра в основной группе исследования произошла достоверная ($p < 0,05$) стабилизация смещения центра давления в сагиттальной плоскости, а также величины угла направления колебания, в то время как у пациентов контрольной группы с аналогичными по количеству вовлеченных в патологический процесс тазобедренных суставов изменений вышеуказанных показателей не произошло. При двустороннем подвывихе бедра у пациентов обеих групп также отмечалось восстановление смещения центра давления в сагиттальной плоскости, однако у пациентов основной группы произошло сжатие межквартильного интервала вышеуказанного показателя, чего не наблюдалось в контрольной группе исследования ($p < 0,05$). Помимо этого, показатель величины угла направления колебания в сагиттальной плоскости у пациентов основной группы стал соответствовать показателям физиологической нормы, в то время как

в контрольной группе отмечалась лишь тенденция к нормализации данного параметра ($p < 0,05$).

Таким образом, основываясь на полученных результатах исследования о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра, а также возможности их изменения во время проведения хирургического вмешательства нами был разработан алгоритм диагностики и оперативного лечения данной категории пациентов, который позволил повысить эффективность лечения детей с диспластическим подвывихом бедра (рис. 60).

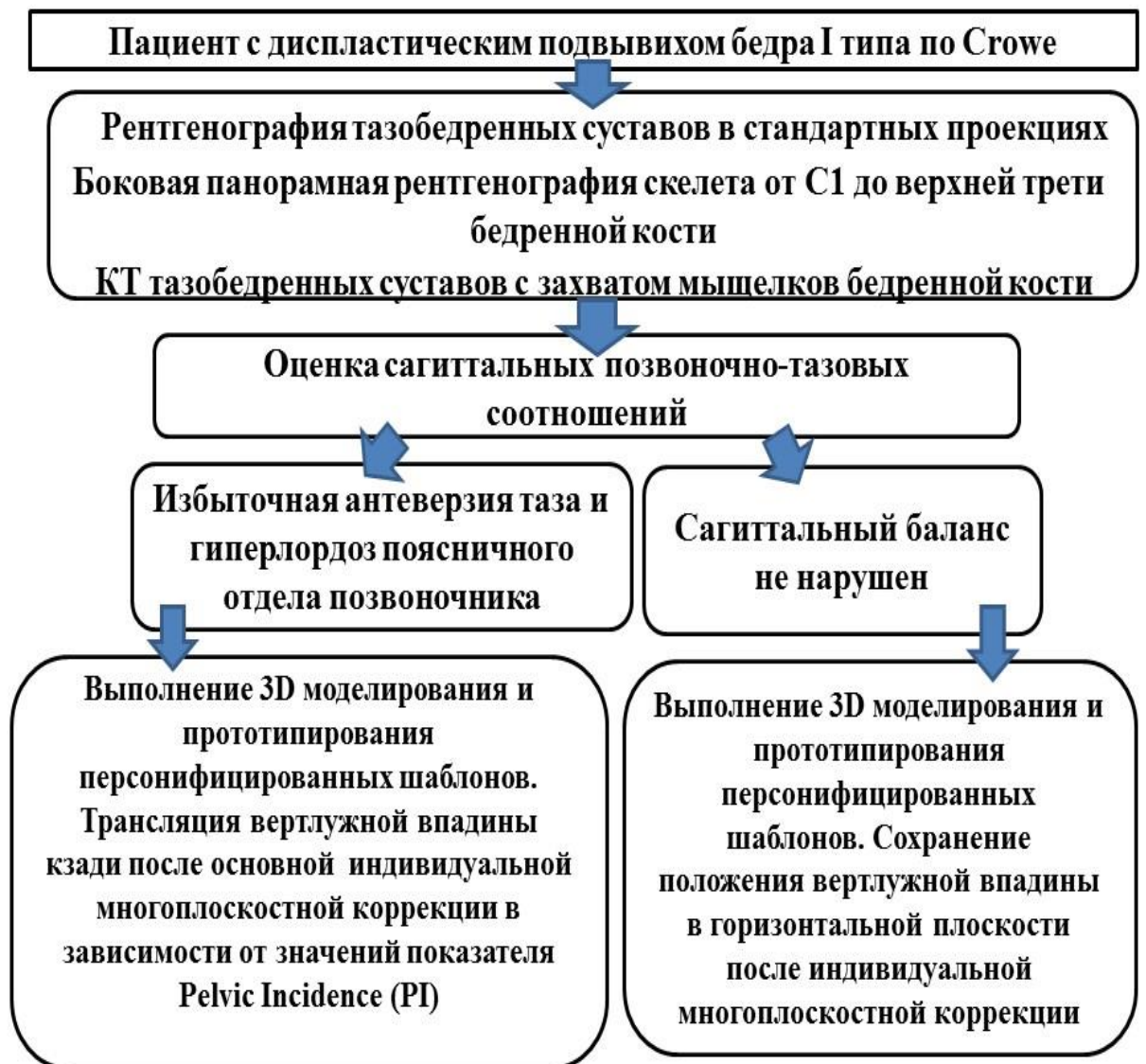


Рисунок 60. Алгоритм диагностики и хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на постоянное совершенствование скрининга новорожденных детей, направленного на диагностику врожденной патологии тазобедренного сустава, процент несвоевременного выявления дисплазии тазобедренных суставов или некорректной интерпретации полученных в ходе инструментальных методов исследования данных (УЗИ и рентгенография суставов) остается достаточно высоким. Одновременно с этим необходимо отметить, что отсутствие четких стандартов относительно сроков начала лечения детей с данной патологией и систематичности в использовании имеющегося на сегодняшний день большого количества отводящих ортопедических изделий создает условия для сохранения остаточных дефектов развития вертлужной впадины. Эти факторы приводят к формированию дисбаланса в распределении нагрузки на суставные поверхности головки бедренной кости и вертлужной впадины, создавая условия для запуска аутоиммунных механизмов воспаления с дегенерацией гиалинового хряща в местах максимальной гиперпрессии элементов, формирующих тазобедренный сустав. Восстановление корректных соотношений в патологически измененном тазобедренном суставе в этой ситуации становится возможным лишь с помощью достаточно агрессивного хирургического вмешательства. Результаты отечественных и зарубежных исследований свидетельствуют, что наиболее эффективной технологией хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра является тройная остеотомия таза. Однако до настоящего времени остаются нерешенными вопросы о величине коррекции положения вертлужной впадины в ходе ее реориентации, а также о влиянии полученной гиперкоррекции тазового компонента на состояние позвоночно-тазовых взаимоотношений в отдаленном периоде наблюдения. Активно обсуждается проблема использования аддитивных технологий в ходе оперативного вмешательства на тазобедренном суставе у детей.

Общеизвестным является факт, что изменение анатомо-физиологического состояния и рентгенологического соотношения элементов в тазобедренном суставе неразрывно связаны с аналогичными процессами, происходящими в

позвоночном столбе. Изучение и анализ сагиттальных тазовых индексов, особенно PI, позволило сделать заключение, что именно эти показатели определяют индивидуальную вертикальную осанку у каждого пациента и формируют четыре её основных типа. На основании этих положений стало возможным прогнозирование сроков развития дегенеративных изменений в поясничном отделе позвоночника в течение жизни человека. Кроме того, проведенные в последнее десятилетие исследования показали изменения сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у лиц с коксо-вертебральным синдромом.

На сегодняшний день в практике хирургов-вертебрологов при планировании коррекций деформаций позвоночника обязательным моментом является расчет позвоночно-тазовых соотношений с целью восстановления физиологического сагиттального профиля позвоночного столба после хирургического вмешательства. Одновременно с этим в современной литературе отсутствуют сведения о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра, а также о влиянии на эти показатели реконструктивных вмешательств на тазобедренных суставах.

Целью данного исследования явилось улучшение результатов хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра с учетом показателей сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений.

Исследование проведено в отделении №3 (патологии тазобедренного сустава) ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России в период с 2016 по 2019 год и основано на анализе результатов обследования и хирургического лечения 70 пациентов (90 тазобедренных суставов) с диспластическим подвывихом бедра. В структуре пациентов лиц женского пола было 65 (93%), мужского – 5 (7%). Средний возраст составил $15,5 \pm 1,38$ лет. Все пациенты были разделены на две группы. Основную группу составили 40 пациентов (51 тазобедренный сустав), которые получали обследование и хирургическое лечение с учетом состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений и использованием индивидуальных шаблонов для остеотомии таза. В контрольную

группу включены 30 пациентов (39 тазобедренных суставов), получивших обследование и хирургическое лечение по общепринятой классической методике.

Первой задачей настоящей работы являлось изучение показателей грудного кифоза, поясничного лордоза и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра.

Для решения поставленной задачи нами проведен анализ результатов клинического и рентгенологического обследования 70 пациентов (90 тазобедренных суставов) в возрасте от 13 до 18 лет (средний возраст $15,5 \pm 1,38$ лет) с диспластическим подвывихом бедра. Визуальная оценка фронтального профиля позвоночника у пациентов с данной патологией не показала наличия патологических изменений. Тест Адамса был отрицательный у всех детей. Визуальная оценка сагиттального профиля позвоночника показала, что гиперлордоз поясничного отдела позвоночника был отмечен у 59 пациентов (65,5%), из них в 52,5% наблюдений имел место двусторонний подвывих бедра диспластического генеза.

По результатам проведенного рентгенологического обследования у всех пациентов показатели, характеризующие состояние тазового и бедренного компонентов сустава, имели значения, типичные для диспластического характера патологии. Анатомические изменения выражались в патологических значениях углов вертикального наклона вертлужной впадины и наклона свода вертлужной впадины (угол Sharp составил $54,6 \pm 4,7^\circ$, угол Tonnis - $22 \pm 3,5^\circ$), что отражало наличие врожденного дефицита передне-верхнего края вертлужной впадины. Эта ситуация закономерно оказывала влияние на изменение показателей стабильности тазобедренного сустава в целом и выражалась в значительном снижении показателя угла Wiberg, величина которого составила $4,1 \pm 3,7^\circ$, и степени костного покрытия головки бедренной кости вертлужной впадиной, которая составила $54,5 \pm 7,2\%$. Величина краниального смещения головки бедренной кости не превышала 50% от её диаметра, что соответствовало I степени подвывиха бедра по J.F. Crowe. Средние значения истинного шеечно-диафизарного угла находились в пределах анатомических значений, одновременно с этим показатели

угла антеверсии шейки бедра имели патологические значения, характерные для диспластической патологии. Среднее значение показателя грудного кифоза составило $36,7 \pm 11,4^\circ$, а показателя поясничного лордоза – $61,2 \pm 8,6^\circ$. Изучение тазовых индексов показало, что средняя величина анатомического показателя PI составила $51,7 \pm 10,6^\circ$, а значения позиционных показателей PT и SS – $7,9 \pm 10^\circ$ и $43,7 \pm 4,7^\circ$, соответственно. Среднее значение показателя глобального баланса – сагиттальной вертикальной оси имело отрицательное значение и составило $11,3 \pm 20,5^\circ$. Во всех случаях нами получено равенство в формулах $PI = PT + SS$ и $SS = 0,5 \times PI + 15^\circ$.

Таким образом, для пациентов с диспластическим подвывихом бедра в возрасте от 13 до 18 лет характерны физиологические значения показателя грудного кифоза, гиперлордоз поясничного отдела позвоночника, увеличение значений угла отклонения таза (PI), угла наклона крестца (SS) и уменьшение угла наклона таза (PT). Совокупность вышеуказанных изменений приводит к формированию избыточной антеверсии таза.

Второй задачей данного исследования являлась сравнительная оценка параметров сагиттального профиля позвоночника и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с одно- и двусторонним диспластическим подвывихом бедра в сравнении с показателями физиологической нормы.

Для решения поставленной задачи проведен сравнительный анализ результатов рентгенологического обследования 50 пациентов (50 тазобедренных суставов) с односторонним подвывихом бедра и 20 пациентов (40 тазобедренных суставов) с двусторонним подвывихом бедра в возрасте 13–18 лет (в среднем $15,5 \pm 1,4$). Кроме этого проведено сопоставление полученных данных с данными современной литературы о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений в группе здоровых детей того же возраста.

У пациентов с односторонним и двусторонним подвывихом бедра диспластического генеза I степени по J.F. Crowe среднее значение анатомического показателя PI составило $51,6 \pm 10,2^\circ$ и $52,1 \pm 10,6^\circ$ соответственно при его значении

в популяции здоровых лиц этой же возрастной группы $45,4 \pm 10,7^\circ$. Увеличение вышеуказанного показателя привело к уменьшению позиционного показателя PT как у лиц с односторонним, так и с двусторонним подвывихом бедра, значение которого составило $8,9 \pm 9,5^\circ$ и $9,3 \pm 8,4^\circ$, в то время как у здоровых детей значение этого показателя соответствовало $10,3 \pm 6,5^\circ$. Изучение значений второго позиционного показателя SS выявило его значительное увеличение по сравнению с физиологическими значениями и составило $42,3 \pm 4,5^\circ$ у детей с односторонним диспластическим подвывихом бедра и $43,6 \pm 5,8^\circ$ – с двусторонним диспластическим подвывихом бедра против $35,4 \pm 8,1^\circ$ у здоровых детей. Значение величины SVA как единственного показателя глобального сагиттального баланса у детей с односторонней патологией составило $9,2 \pm 18,4^\circ$, с двусторонней – $10,8 \pm 17^\circ$. Полученные данные говорят о наличии глобального негативного дисбаланса у детей с диспластическим подвывихом бедра, так как в группе здоровых детей значение данного показателя соответствовало значению $0,1 \pm 2,3^\circ$. Во всех наблюдениях нами получено равенство в формулах $PI=PT+SS$ и $SS=0,5 \times PI+15^\circ$.

Проведенный статистический анализ сравнения двух групп исследования по одному признаку не выявил достоверных различий ($p > 0,05$) между пациентами с односторонним и двусторонним подвывихом бедра.

Проведение корреляционного анализа основных сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений показало наличие прямой сильной связи между значениями GLL и SS ($r=0,71$; $p < 0,05$) и слабо выраженной связи между PI и SS ($r=0,26$, $p < 0,05$) и ТК и GLL ($r=0,22$; $p < 0,05$). Полученные данные свидетельствуют о том, что наличие краниального смещения головки бедренной кости приводит к изменениям кинематических связей в системе «тазобедренные суставы – пояснично-крестцовый отдел позвоночника», что, в свою очередь, приводит к значительному снижению прямой сильной корреляционной связи между показателями PI и SS, которая у здоровых лиц составляет 0,86 (Vaz G. с соавт., 2002). Кроме того, выявлена прямая сильная корреляционная связь между углом

антеверсии проксимального отдела бедренной кости и показателем SS ($r = 0,81$; $p < 0,05$), а также между выраженностью болевых ощущений при выполнении FADIR теста и показателем SS ($r = 0,88$; $p < 0,05$).

Проведенный анализ полученных результатов состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у детей с диспластическим подвывихом бедра с имеющейся классификацией типов вертикальной осанки P. Rousouilly (2005) показал, что для данной категории пациентов типичными являются III и IV (гиперлордотические) типы вертикальной осанки, характеризующиеся избыточным наклоном таза кпереди и гиперлордозом поясничного отдела позвоночника. Формирующиеся в данной анатомической ситуации изменения в позвоночно-двигательных сегментах создают условия для возникновения перегрузки и артроза в фасеточных суставах поясничного отдела позвоночника с развитием вторичного стеноза позвоночного канала, способствуют развитию дегенеративного или истмического спондилолистеза уже в детском возрасте.

Третьей задачей настоящего исследования являлось разработка методики хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра. Наиболее эффективной операцией по коррекции врожденного недоразвития вертлужной впадины в возрасте старше 12 лет является тройная остеотомия таза. Известные на сегодняшний день многочисленные варианты выполнения данной операции влекут за собой выраженную деформацию тазового полукольца в отдаленном периоде наблюдения, необходимость использования нескольких хирургических доступов к костям таза и, как следствие, необходимость изменения положения пациента на операционном столе в ходе вмешательства. Кроме того, в ходе выполнения тройной остеотомии таза возникали сложности в процессе осуществления ротации вертлужной впадины, связанные с сохранением надкостницы на лонной, седалищной и подвздошной костях. Существующая на сегодняшний день технология выполнения тройной остеотомии таза, разработанная М.М. Камоско (2007), предусматривает поднадкостничный доступ ко всем трем костям таза из единого разреза, что исключает необходимость изменения положения пациента в ходе операции. Одновременно с этим по-

прежнему остаются нерешенными вопросы достижения оптимальной коррекции ацетабулярного фрагмента сустава, а также влияния применяемой хирургической технологии на показатели сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений в ходе выполнения тройной остеотомии таза. Учитывая значимость единственного анатомического показателя PI на формирование сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений, нами предложен способ выполнения тройной остеотомии таза, направленный не только на стабилизацию тазобедренного сустава, но и на улучшение сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений и профилактику феморо-ацетабулярного импинджмента (патент РФ на изобретение № 2702471 от 08.10.2019). Эти моменты достигались за счет трансляции ацетабулярного фрагмента кзади на величину от 0,5 до 1,5 см, что соответствовало уменьшению значения показателя PI на 5–15° соответственно. Отличительной особенностью данной операции являлось выполнение не углообразного сечения подвздошной кости, а поперечной периацетабулярной остеотомии в направлении сверху вниз с ее началом ниже передне-верхней ости подвздошной кости и трансляцией ацетабулярного фрагмента кзади после проведения реориентирующего положения вертлужной впадины.

Кроме того, с целью достижения необходимой адекватной коррекции положения вертлужной впадины в ходе выполнения тройной остеотомии таза по разработанному способу после выполнения 3D-моделирования на дооперационном этапе осуществлялось создание и печать двух персонифицированных шаблонов (решение о выдаче патента РФ на изобретение №2018146908/14(078385) от 27.01.2020г.). Первый шаблон использовался с целью определения уровня и зоны выполнения остеотомии тела подвздошной кости. Второй индивидуальный шаблон был предназначен для фиксации либерализованного ацетабулярного фрагмента в положении необходимой индивидуальной многоплоскостной коррекции с последующим остеосинтезом фрагментов таза маллеолярными винтами. Разработанный нами метод хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра был применен у 40 пациентов (51 тазобедренный сустав) основной группы, а 30

пациентам (39 тазобедренных суставов) контрольной группы тройная остеотомия таза была выполнена по классической методике. В результате средние величины углов Sharp, Wiberg, Tonnis, в также степени костного покрытия у пациентов основной и контрольной групп после операции составили $34,9 \pm 3,7^\circ$, $33 \pm 3,9^\circ$, $2,9 \pm 0,9^\circ$, $100 \pm 6,8\%$ и $26,3 \pm 12^\circ$, $39 \pm 13,2^\circ$, $1,6 \pm 4,9^\circ$, $107 \pm 9,4\%$ соответственно. Таким образом, по вышеуказанным показателям у пациентов основной и контрольной групп имелись значимые различия ($p < 0,05$). Помимо этого значения стандартного отклонения у ряда пациентов контрольной группы превышали аналогичные в основной группе, что обуславливалось случаями как гипер-, так и гипокоррекции пространственного положения ацетабулярного фрагмента. Таким образом, применение персонифицированных шаблонов в ходе выполнения тройной остеотомии таза доказали свою эффективность.

Четвертой задачей диссертационного исследования являлось проведение сравнительного анализа результатов хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра основной и контрольной групп по различным методикам выполнения тройной остеотомии таза.

Реализация поставленной задачи заключалась в проведении сравнительного анализа данных клинического, лучевого и биомеханического методов исследования 40 пациентов (51 тазобедренный сустав), получивших хирургическое лечение по разработанной нами методике с учетом исходного состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений, и 30 пациентов (39 тазобедренных суставов), которым хирургическое лечение, направленное на стабилизацию тазобедренного сустава, было проведено классическим способом.

У пациентов основной группы средний балл по Harris hip score составил $91 \pm 3,5$, а по шкале Oswestry – $3,1 \pm 3,5\%$, в то время как в контрольной группе пациентов данные специализированных шкал-опросников составили $86,4 \pm 4,3$ балла и $15,7 \pm 10,3\%$ соответственно. Проведенный статистический анализ по международным шкалам выявил наличие значимых различий ($p < 0,05$) как в функциональном состоянии оперированного тазобедренного сустава, так и в болевых ощущениях в поясничном отделе позвоночника у пациентов основной и

контрольной групп. Визуальная оценка сагиттального профиля позвоночника показала, что гиперлордоз поясничного отдела позвоночника сохранялся у 6 пациентов (15%) основной группы с двусторонним подвывихом бедра, однако имел тенденцию к уменьшению. Одновременно с этим у пациентов контрольной группы гиперлордоз поясничного отдела позвоночника не имел значительных отличий от дооперационной клинической картины и отмечался у 17 пациентов (56,7%), из них 41,2% детей страдали двусторонним диспластическим подвывихом бедра. Проведение гониометрии у пациентов обеих групп показало значимые различия ($p < 0,05$) в амплитуде движений в тазобедренных суставах во всех плоскостях. У пациентов основной группы сгибание составило $117 \pm 4,6^\circ$, отведение – $38 \pm 3,3^\circ$, разгибание – $15 \pm 3,8^\circ$, совокупность внутренней и наружной ротации – $64 \pm 16^\circ$. У пациентов контрольной группы амплитуда движений в тазобедренном суставе составила: сгибание – $106 \pm 6,4^\circ$, отведение – $30 \pm 6,4^\circ$, разгибание – $13 \pm 3,4^\circ$, общая амплитуда ротационных движений – $53^0 \pm 15^\circ$. Проведение FADIR-теста у пациентов контрольной группы дало положительные результаты у 9 пациентов (30%) со средним баллом по шкале VAS $2 \pm 0,7$.

Таким образом, у пациентов контрольной группы с диспластическим подвывихом бедра через 2 года после проведенного хирургического лечения сохранялся гиперлордоз поясничного отдела позвоночника, особенно выраженный при двустороннем поражении, отмечались болевые ощущения в крайних положениях сгибания и отведения в тазобедренном суставе, а также конфликт головки бедренной кости с *labrum acetabulae* легкой степени интенсивности болевых ощущений по VAS, чего не отмечалось у пациентов основной группы.

Сравнительный анализ рентгенологического состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений у пациентов основной и контрольной групп показал значимое их изменение лишь в основной группе ($p < 0,05$). Значения показателя PI уменьшилось на 22,2% – с $51,6 \pm 10,2^\circ$ до $40,1 \pm 10^\circ$ ($p < 0,05$), что привело к уменьшению значений позиционных показателей PT на 43% – с $8,9 \pm 9,5^\circ$ до $5,1 \pm 8,3^\circ$ ($p < 0,05$) и SS на 17,3% – с $42,3 \pm 4,5^\circ$ до $35 \pm 4,5^\circ$ ($p < 0,05$).

Такое изменение тазовых индексов создало условия для уменьшения величины поясничного лордоза на 24,2% – с $59,8 \pm 6,7^\circ$ до $45,3 \pm 6^\circ$ ($p < 0,05$) и приближению значений глобального сагиттального баланса к физиологическим величинам с $-9,2 \pm 18,4$ мм до $5,7 \pm 14,1$ мм. У пациентов контрольной группы показатели как физиологических изгибов позвоночника, так и самих сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений оставались на уровне дооперационных значений ($p < 0,05$).

После проведения корреляционного анализа у пациентов основной группы отмечено увеличение положительной связи между показателями PI и SS ($r = 0,57$; $p < 0,05$), что может свидетельствовать о восстановлении кинематической цепи в системе «тазобедренные суставы – пояснично-крестцовый отдел позвоночника». У пациентов контрольной группы изменений в корреляционной связи между вышеуказанными показателями не было обнаружено – она оставалась слабо выраженной ($r = 0,21$; $p < 0,05$).

Проведение сравнительного анализа результатов стабилметрического исследования показало, что наиболее выраженная положительная динамика таких показателей, как площадь и длина статокинезиограмм, отклонение центра давления во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также его колебание, отмечалась у пациентов основной группы ($p < 0,05$), о чем свидетельствуют выявленные закономерности улучшения стабильности вертикального баланса тела. Необходимо подчеркнуть, что у пациентов с односторонним диспластическим подвывихом бедра в основной группе исследования произошла достоверная ($p < 0,05$) стабилизация смещения центра давления в сагиттальной плоскости, а также его величины угла направления колебания, в то время как у пациентов контрольной группы с аналогичным по количеству вовлеченных в патологический процесс тазобедренных суставов изменений вышеуказанных показателей не произошло. При двустороннем подвывихе бедра у пациентов обеих групп также отмечалось восстановление смещения центра давления в сагиттальной плоскости, однако у пациентов основной группы произошло сжатие межквартильного интервала вышеуказанного показателя, чего не наблюдалось в

контрольной группе исследования ($p < 0,05$). Помимо этого, величина угла направления колебания в сагиттальной плоскости у пациентов основной группы стала соответствовать показателям физиологической нормы, в то время как в контрольной группе исследования отмечалась лишь тенденция к нормализации данного параметра ($p < 0,05$).

Таким образом, проведенный сравнительный анализ данных клинического, лучевого и биомеханического методов исследования свидетельствует об эффективности разработанной нами методики выполнения тройной остеотомии таза, что выражалось в улучшении не только клинического и функционального состояния тазобедренного сустава, но и в изменении рентгенологических показателей сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений в сторону формирования гармоничного типа вертикальной осанки (II тип по классификации P. Roussouly).

Пятой задачей исследования являлась разработка алгоритма диагностики и хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра.

Разработанный на основании данных о состоянии сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений алгоритм диагностики и хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра позволил дифференцированно подойти к планированию и выполнению хирургического лечения, что повысило эффект лечения в целом.

ВЫВОДЫ

1. У детей с диспластическим подвывихом бедра сагиттальные позвоночно-тазовые соотношения проявляются гиперлордозом поясничного отдела позвоночника ($61,2^\circ$), физиологическим кифозом (ТК) грудного отдела ($36,7^\circ$), увеличением значения анатомического показателя (PI) угол отклонения таза ($51,3^\circ$) и позиционного показателя (SS) угол наклона крестца ($43,8^\circ$), уменьшением значения позиционного показателя (PT) угол наклона таза ($7,5^\circ$), а также смещением вертикальной линии отвеса (SVA) кзади от мыса крестца ($-11,9$ мм), что соответствует гиперлордотическому типу вертикальной осанки по P.Roussouly.

2. Для пациентов детского возраста как с односторонним, так и двусторонним поражением тазобедренного сустава диспластического генеза в 86% наблюдений характерны чрезмерная антеверсия таза, гиперлордоз поясничного отдела позвоночника и негативный глобальный дисбаланс по сравнению со здоровыми детьми ($p < 0,05$).

3. Разработанная методика выполнения тройной остеотомии таза (патент РФ на изобретение № 2702471 от 08.10.2019) заключается в осуществлении многоплоскостной коррекции вертлужной впадины за счет горизонтальной остеотомии подвздошной кости и трансляции ацетабулярного фрагмента кзади в пределах от 0,5 до 1,5 см с использованием персонифицированных шаблонов, что позволяет уменьшить антеверсию таза, нормализовать лордоз в поясничном отделе позвоночника и сохранить достигнутый результат хирургического лечения в срок наблюдения не менее двух лет ($p < 0,05$).

4. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов основной и контрольной групп детей с диспластическим подвывихом бедра показал, что разработанная методика тройной остеотомии таза с использованием персонифицированных шаблонов в отличие от классической технологии позволяет в 95% наблюдений осуществить максимально точную многоплоскостную коррекцию и трансляцию вертлужной впадины, обеспечить

восстановление сагиттального профиля позвоночника и позвоночно-тазовых соотношений, а также создать условия для формирования гармоничного типа вертикальной осанки по P. Roussouly.

5. Разработанный алгоритм диагностики и хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра включает оценку рентгенологического состояния тазобедренных суставов и сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений, с учетом которых осуществляется дифференцированный подход к выполнению тройной остеотомии таза, что в результате позволяет улучшить эффективность хирургического лечения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Детям с диспластическим подвывихом бедра в возрасте от 13 до 18 лет, кроме стандартного рентгенологического обследования тазобедренных суставов, необходимо выполнять боковую панорамную рентгенограмму скелета с целью оценки состояния сагиттальных позвоночно-тазовых соотношений.

2. У детей с диспластическим подвывихом бедра необходимо оценивать тип вертикальной осанки по классификации Р. Roussouly с целью предоперационного планирования проведения тройной остеотомии таза.

3. При планировании хирургического лечения детей с диспластическим подвывихом бедра следует учитывать значения анатомического показателя РІ как образующего соотношения в системе «тазобедренные суставы – таз – пояснично-крестцовый отдел позвоночника».

4. При наличии гиперлордотического типа вертикальной осанки по Р. Roussouly у детей с диспластическим подвывихом бедра в ходе тройной остеотомии таза целесообразно выполнять трансляцию вертлужной впадины кзади на 0,5–1,5 см. Величина смещения ацетабулярного фрагментов зависит от значений показателя РІ.

5. При выполнении тройной остеотомии таза у детей с диспластическим подвывихом бедра необходимо использовать индивидуальные шаблоны для тазового компонента сустава с целью осуществления точного уровня остеотомии, оптимальной коррекции и достижения правильного пространственного положения вертлужной впадины.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ПИНГБК – пострепозиционный ишемический некроз головки бедренной кости

ПЦМ – проекция общего центра массы

СКГ – статокинезиограмма

СКП – степень костного покрытия

УА – угол антеверсии

ЦД – центр давления

ЦМ – центр массы

ШДУ – шейчно-диафизарный угол

А1 – угол направления колебаний центра давления

GLL –поясничные лордоз

ТК – грудной кифоз

РТ – угол отклонения таза

РТ – угол наклона таза

SLA – лазерная стереолитография

SVA – линия вертикального отвеса или сагиттальная вертикальная ось

SS – угол наклона крестца

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверкиев, В.А. Особенности сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с коксовертебральным синдромом / В.А. Аверкиев, А.Л. Кудяшев, В.А. Артюх [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 4. – С. 49–54.
2. Андрианов, В.Л. Диспластические прекоксартрозы у детей и их лечение / В.Л. Андрианов, Е.С. Тихоненков // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. – 1983. – №1. – С. 95–102.
3. Ахтямов, И.Ф. Хирургическое лечение дисплазии тазобедренного сустава / И.Ф. Ахтямов, О.А. Соколовский. – Казань : Центр оперативной печати, 2008. – 371 с.
4. Баиндурашвили, А.Г. Врожденный вывих бедра у детей грудного возраста: клиника, диагностика, консервативное лечение / А.Г. Баиндурашвили, С.Ю. Волошин, А.И. Краснов. – Санкт-Петербург : Спец. Лит, 2016. – 95с.
5. Баиндурашвили, А.Г. Планирование корригирующей остеотомии бедренной кости с использованием 3D-моделирования. Часть I / А.Г. Баиндурашвили, В.Е. Басков, А.В. Филиппова [и др.] // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2016. – Т. 4, Вып. 3. – С. 52–58.
6. Баиндурашвили, А.Г. Применение трехмерной печати в хирургии позвоночника и другой костной патологии / А.Г. Баиндурашвили, С.В. Виссарионов, М.С. Познович, А.В. Овечкина, А.В. Залетина // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 6; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29359> (дата обращения: 26.12.2019).
7. Басков, В.Е. Планирование корригирующей остеотомии бедренной кости с использованием 3D-моделирования. Часть II / В.Е. Басков, А.Г. Баиндурашвили, А.В. Филиппова, Д.Б. Барсуков, А.И. Краснов, И.Ю. Поздникин, П.И. Бортулев // Ортопедия, травматология и

- восстановительная хирургия детского возраста. – 2017. – Т. 5, Вып. 3. – С. 74–79.
8. Басков, В.Е. Транспозиция вертлужной впадины после тройной остеотомии таза при диспластическом коксартрозе у детей / В.Е. Басков, П.И. Бортулев, Д.Б. Барсуков [и др.] // Новые технологии в травматологии и ортопедии детского возраста : сборник научных статей, посвященный 125-летию Научно-исследовательского детского ортопедического института имени Г.И. Турнера. – Санкт-Петербург, 2017. – С. 70–78.
 9. Басков, В.Е. Транспозиция вертлужной впадины после подвздошно–седалищной остеотомии таза при лечении дисплазии тазобедренного сустава у детей / В.Е. Басков, М.М. Камоско, Д.Б. Барсуков [и др.] // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2016. – Т. 4, Вып. 2. – С. 5–11.
 10. Болевич, С.Б. Молекулярные механизмы в патологии человека / С.Б. Болевич, В.А. Войнов. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2012. – 208 с.
 11. Бортулёва, О.В. Оценка клинико-функционального состояния тазобедренного сустава на этапах комплексного лечения диспластического коксартроза I-II стадии у детей : дис. ...канд. мед. наук / Бортулёва Оксана Вячеславовна. – Санкт-Петербург, 2019. – 43 с.
 12. Виссарионов, С.В. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничного и пояснично–крестцового отделов позвоночника / С.В. Виссарионов, Д.Н. Кокушин, К.А. Картавенко [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2012. – №3. – С. 33–37.
 13. Виссарионов, С.В. Хирургическое лечение деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом транспедикулярными спинальными системами [Текст] : пособие для врачей / С.В. Виссарионов, Д.Н. Кокушин, С.М. Белянчиков [и др.]; ФГБУ "НИДОИ им Г.И. Турнера" Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2014. – 40 с.

14. Волошин, С.Ю. Комплексное функциональное лечение врожденного вывиха бедра у детей грудного возраста : автореф. дис. ...канд. мед. наук: / Волошин Сергей Юрьевич. – Санкт-Петербург, 2005. – 25с.
15. Герцен, Г.И. Лечение дегенеративно-дистрофической патологии позвоночного сегмента при пояснично-тазобедренном синдроме / Г.И. Герцен, С.В. Дыбкалюк, Н.П. Остапчук // Літопис травматології та ортопедії. – 2003. – №1/2 – С. 75–78.
16. Грязева, Е.Д. Кинематическая модель движения человека и идентификация ее параметров / Е.Д. Грязева, В.И. Желтков, И.А. Портненко // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2013. – № 2. – С. 107–111.
17. Гудушаури, О.Н. По поводу термина «врожденный вывих бедра» / О.Н. Гудушаури, Р.Т. Чихладзе, Э.Ф. Лордкипанидзе // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1990. – № 2. – С. 62–64.
18. Денисов, А.О. Коксо-verteбральный синдром и его значение при эндопротезировании тазобедренного сустава (обзор литературы) / А.О. Денисов, В.А. Шильников, С.А. Барнс // Травматология и ортопедия России. – 2012. – № 1. – С.121–127.
19. Кавалерский, Г.М. 2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава / Г.М. Кавалерский, А.П. Серeda, В.Ю. Мурылев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2015. – № 4. – С. 95–102.
20. Кадыров, М. К вопросу о показаниях и результатах консервативного и хирургического лечения детей младшего возраста с врожденным вывихом бедра // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1987. – № 5. – С. 65–67.
21. Камоско, М.М. Диспластический коксартроз у детей и подростков. (Клиника, патогенез, хирургическое лечение) / М.М. Камоско, А.Г. Баиндурашвили. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2010. – 199 с.

22. Камоско, М.М. Новая технология транспозиции вертлужной впадины / М.М. Камоско, В.Е. Басков, Е.В. Мельченко [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – № 4. – С. 48–50.
23. Камоско, М.М. Транспозиция вертлужной впадины путем тройной остеотомии таза при лечении детей с дисплазией тазобедренного сустава / М.М. Камоско, В.Е. Басков, Д.Б. Барсуков [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2014. – Т. 73. – № 3. – С. 76–85.
24. Камоско, М.М. Транспозиция вертлужной впадины при нестабильности тазобедренного сустава диспластического генеза: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. / Камоско Михаил Михайлович. – Санкт-Петербург, 2007. – 35с.
25. Кожевников, О.В. Биомеханические изменения в тканях и синовиальной жидкости тазобедренного сустава при врожденных и дегенеративно-дистрофических заболеваниях у детей и подростков / О.В. Кожевников, С.Э. Кралина, Л.Н. Фурцева [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2016. – № 3. – С. 33–40.
26. Кожевников, О.В. Комплексное хирургическое лечение раннего коксартроза у детей и подростков / О.В. Кожевников, С.Э. Кралина, Ж.М. Негматов // Избранные вопросы хирургии тазобедренного сустава : сборник научных статей. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 14–21.
27. Кожевников, О.В. Врожденный вывих бедра: анализ, основные аспекты выбора тактики, особенности хирургической реконструкции / О.В. Кожевников, С.Э. Кралина, И.В. Грибова // Ежегодная научно-практическая конференция по актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста «Турнеровские чтения», 3–4 октября 2019 года : сборник статей / ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России; гл. ред. А.Г. Баиндурашвили. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 144–148.
28. Кожевников, О.В. Врожденный вывих бедра у детей: предоперационное планирование с применением современных методов лучевой диагностики, совершенствование методов хирургического лечения / О.В. Кожевников,

- С.Э. Кралина, Ж.М. Негматов // Современное искусство медицины. – 2013. – № 2–3(10–11). – С. 10–14.
29. Крутько, А.В. Сагиттальный баланс. Гармония в формулах. Справочная информация для практических расчетов. – Новосибирск : АНО "Клиника НИИТО", 2016. – 67с.
30. Курбанов, С.Х. Индивидуальная реабилитация после эндопротезирования тазобедренного сустава : дис. ...д-ра мед. наук / Курбанов Сайболил Хушвахтович. – Санкт-Петербург, 2009. – 222 с.
31. Минаковский, И.З. Клинические результаты тройной остеотомии таза при диспластическом коксартрозе у взрослых / И.З. Минаковский, А.В. Белецкий, О.А. Соколовский // Вестник национальной академии наук Белоруссии. Серия медицинских наук. – 2018. – Т. 15, № 1. – С. 55–67.
32. Мироевский, Ф.В. Особенности позвоночно-тазовых взаимоотношений у больных с коксо-вертебральным синдромом (клинико-рентгенологическое исследование) : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Мироевский Филипп Владиславович. – Санкт-Петербург, 2015. – 24с.
33. Никитюк, И.Е. Особенности нарушения баланса тела у детей с односторонним укорочением нижней конечности / И.Е. Никитюк, Е.Л. Кононова, Ю.Е. Гаркавенко // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2019. – Т. 7, Вып. 3. – С. 45–54.
34. Норкин, И.А. Биологическая модель диспластического коксартроза (экспериментальное исследование) / И.А. Норкин, А.Б. Петров, И.И. Жадёнов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2006. – № 4. – С. 59–63.
35. Поздникин, Ю.И. Реконструктивно-восстановительные операции при врожденном вывихе бедра у детей: автореф. дис... д-ра мед. наук.–Казань, 1983.– 37 с.

36. Поздникин, Ю.И. Реконструктивно-восстановительные операции при врожденном вывихе бедра у детей : дис... д-ра мед.наук / Поздникин Юрий Иванович. – Ленинград, 1983. – 72 с.
37. Поздникин, И.Ю. Хирургическое лечение детей младшего возраста с дисплазией тазобедренного сустава и врожденным вывихом бедра : дис. ... канд. мед. наук / Поздникин Иван Юрьевич. – Санкт-Петербург, 2006. – 244 с.
38. Поздникин, И.Ю. Ошибки диагностики и начала консервативного лечения детей с врожденным вывихом бедра / И.Ю. Поздникин, В.Е. Басков, С.Ю. Волошин [и др.] // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2017. – Т. 5, Вып. 2. – С.42–51.
39. Продан, А.И. Закономерности формирования вертикальной осанки и параметров сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов с хронической люмбалгией и люмбоишиалгией / А.И. Продан, В.А. Радченко, А.Н. Хвисяк [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2006. – № 4. – С. 61–69.
40. Прудникова, О.Г. Клинико-рентгенологические аспекты сагиттального баланса позвоночника у детей с ахондроплазией / О.Г. Прудникова, А.М. Аранович // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2018. – Т. 6, Вып. 4. – С. 6–12.
41. Прудникова, О.Г. Биомеханические аспекты сагиттального баланса позвоночника у пациентов с ахондроплазией при удлинении конечностей методом Илизарова/ О.Г. Прудникова, А.М. Аранович, Ю.А. Муштаева [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2018. – Т. 15, № 4. – С. 7–14.
42. Сертакова, А.В. Перспективы молекулярной диагностики дисплазии тазобедренных суставов у детей / А.В. Сертакова, О.Л. Морозова, С.А. Рубашкин [и др.] // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2017. – Т. 72, № 3. – С. 195–202.
43. Соколовский, О.А. Результаты тройной остеотомии таза при дисплазии тазобедренного сустава у подростков / О.А. Соколовский // Вестник ВГМУ. – 2012. – Т. 11, № 4. – С. 74–49.

44. Соколовский, А.М. Косая углообразная остеотомия таза / А.М. Соколовский // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1981. – № 9. – С. 55–58.
45. Соколовский, А.М. Хирургическая профилактика и лечение диспластического коксартроза : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Соколовский Анатолий Михайлович. – Минск, 1984. – 34 с.
46. Тёпленький, М.П. Реконструкция тазобедренного сустава у детей школьного возраста с врожденным вывихом бедра / М.П. Тёпленький, Е.В. Олейников // Гений Ортопедии. – 2013. – № 1. – С. 36–39.
47. Тихилов, Р.М. Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава / Р.М. Тихилов, В.М. Шаповалов (редю). – Санкт-Петербург : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2008. – 324 с.
48. Тихоненков, Е.С. Остаточные подвывихи бедра у детей и их оперативное лечение: автореф. дис... д-ра мед. наук / Тихоненков Егор Селиверстович. – Ленинград, 1981. – 40 с.
49. Туренков, С.В. Совершенствование методов хирургического лечения диспластического коксартроза : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Туренков Сергей Вениаминович. – Курган, 2003. – 23 с.
50. Чухраева, И.Ю. Ультразвуковое исследование тазобедренных суставов в структуре ортопедического скрининга новорожденных (обзор литературы) / И.Ю. Чухраева, А.Г. Баиндурашвили // Травматология и ортопедия России. – 2010. – № 3. – С. 171–178.
51. Шаповалов, В.М. Результаты эндопротезирования тазобедренного сустава после переломов вертлужной впадины / В.М. Шаповалов, В.А. Аверкиев, В.А. Артюх // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Лечение сочетанных травм и повреждений конечностей». – Москва, 2008. – С. 9–13.
52. Шаповалов, В.М. Случай восстановления сагиттального позвоночно-тазового баланса у военнослужащего с асептическим некрозом головок бедренных костей / В.М. Шаповалов, В.А. Аверкиев, А.Л. Кудяшев // Военно-медицинский журнал. – 2012. – Т. 333, № 4. – С. 62–63.

53. Шнайдер, Л.С. Изменения позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с дисплазией тазобедренных суставов IV степени по Crowe при эндопротезировании : дис. ... канд. мед. наук / Шнайдер Лев Сергеевич. – Новосибирск, 2019. – 52 с.
54. Abelin, K. The sagittal balance of the spine in children and adolescents with osteogenesis imperfecta / K. Abelin, R. Vialle, T. Lenoir [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2008. – Vol. 17, N 12. – P. 1697–1704.
55. Adams, J.W. 3D printed reproductions of orbital dissections: a novel mode of visualising anatomy for trainees in ophthalmology or optometry / J. W. Adams, L. Paxton, K. Dawes [et al.] // *Br. J. Ophthalmol.* – 2015. – Vol. 99. – P. 1162–1167.
56. Baki, M.E. Triple pelvic osteotomy for the treatment of symptomatic acetabular dysplasia in adolescents and adults : A review of 42 hips / M.E. Baki, A. Abdioglu [et al.] // *Acta Orthop. Belg.* – 2016. – Vol. 82, N 4. – P. 699–704.
57. Barret, W.P. The effectiveness of Salter innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation of the hip / W.P. Barret, L.T. Staheli, D.B. Chew // *J. Bone Joint Surg.* – 1986. – Vol. 68-A. – P. 79–87.
58. Ben-Galim, P. Hip-spine syndrome: the effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip / P. Ben-Galim, T. Ben-Galim, N. Rand [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2007. – Vol. 32, N 19. – P. 2099–2102.
59. Biedermann, R. Complications and patient satisfaction after periacetabular pelvic osteotomy / R. Biedermann, L. Donnan, A. Gabriel [et al.] // *Int. Orthop. (SICOT)*. – 2008. – Vol. 32, N 5. – P. 611–617.
60. Blamotier, A. L'osteotomie innominee de Salter dans le traitement de la luxation congenitale de hanche / A. Blamotier, H. Carlizoz // *Rev. Chir. Orthop.* – 1990. – Vol. 76. – P. 403–410.
61. Bohm, P. Salter innominate osteotomy for the treatment of developmental dysplasia of the hip in children / P. Bohm, A. Brzuske // *J. Bone Joint Surg.* – 2002. – Vol. 84-A. – P. 178–186.

62. Bombelli, R. Osteoarthritis of the hip: classification and pathogenesis: the role of osteotomy as a consequent therapy / R. Bombelli. – Berlin : Springer-Verlag, 1983. – 268 p.
63. Bombelli, R. Mechanics of normal and osteoarthritic hip. A new perspective / R. Bombelli, R. Santore, R. Poss // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1984. – N 182. – P. 69–78.
64. Burns, S.A. Sign of the buttock in a patient status post total hip arthroplasty / S.A. Burns, M. Burshteyn, P.E. Mintken // J. Orthop. Sports Phys. Ther. – 2010. – Vol. 40, N 6. – P. 377.
65. Bursali, A. How are outcomes affected by combining the Pemberton and Salter osteotomies? / A. Bursali, M. Tonbul // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2008. – Vol. 466, N 4. – P. 837–846.
66. Castaneda, P. How often does femoroacetabular impingement occur after an innominate osteotomy for acetabular dysplasia? / P. Castaneda, C. Vidal-Ruiz, A. Mendez [et al.] // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2016. – Vol. 474, N 5. – P. 1209–1215.
67. Celb, D. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers / D. Celb, L. Lenke, K. Bridwell [et al.] // Spine. – 1995. – Vol. 20, N 12 – P. 1351–1358.
68. Chen, H. A novel navigation template for fixation of acetabular posterior column fractures with antegrade lag screws: design and application / H. Chen, G. Wang, R. Li [et al.] // Int. Orthop. (SICOT). – 2016. – Vol. 40, N 4. – P. 827–834
69. Cil, A. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood / A. Cil, M. Yazici, A. Uzumcugil [et al.] // Spine. – 2005. – Vol. 30, N 1. – P. 93–100.
70. Crowe, J.F. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip / J.F. Crowe, V.J. Mani, C.S. Ranawat // J. Bone Joint Surg. – 1979. – Vol. 61-A, N 1. – P. 15–23.

71. Čustović, S. The predictive value of the clinical sign of limited hip abduction for developmental dysplasia of the hip (DDH) / S. Čustović, S. Šadić, A. Vujadinović [et al.] // *Med. Glasnik.* – 2018. – Vol. 15, N 2. – P.174–178.
72. Decking, R. Reliability of the Crowe und Hartofilakidis classifications used / R. Decking, A. Brunner, J. Decking [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 2006. – Vol. 35, N 5. – P. 282–287.
73. Dega, W. Selection of surgical methods in the treatment of congenital dislocation of the hip in children / *Chir. Narzadow Ruchu Orthop. Pol.* – 1969. – N 34. – P. 357–366.
74. Dungal, P. The role of triple pelvic osteotomy in therapy of residual hip dysplasia and sequel of AVN: long-term experience / P. Dungal, M. Rejholec, J. Chomiak, F. Grill // *Hip Int.* – 2007. – Vol. 17, Supl. 5. – P. 51–64.
75. Duval-Beaupere, G. Visualization on full spine radiographs of the anatomical connections of the centers of the segmental body mass supported by each vertebra and measured in vivo / G. Duval-Beaupere, G. Robain // *Int. Orthop.* – 1987. – Vol. –11, N 3. – P. 261–269.
76. Duval-Beaupere, G. Composante sagittale de la statique rachidienne / G. Duval-Beaupere, J. Legaye // *Rev Rhum.* – 2004. – Vol. 71, N 2. – P. 105–119.
77. Farsetti, P. Tönnis triple pelvic osteotomy for the management of late residual acetabular dysplasia: mid-term to long-term follow-up study of 54 patients / P. Farsetti, R. Caterini, F. De Maio [et al.] // *J. Pediatr. Orthop. B.* – 2019. – Vol. 28, N 3. – P. 202–206.
78. Flores, A. Tratamiento de la displasia del desarrollo de la cadera tipo Graf III y IV con el arnés de Pavlik / A. Flores, L.P. Castañeda // *Rev. Mex. Ortop. Ped.* – 2010 – Vol. 12, N 1. – P.19–23.
79. Fujii, M. Intraarticular findings in symptomatic developmental dysplasia of the hip / M. Fujii, Y. Nakashima, S. Jingushi [et al.] // *J. Pediatr. Orthop.* – 2009. – Vol. 29, N 1. – P. 9–13.

80. Fukushima, K. Relationship between spinal sagittal alignment and acetabular coverage: a patient-matched control study/ K. Fukushima, M. Miyagi, G. Inoue [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2018. – Vol. 138, N 11. – P.1495–1499.
81. Ganz, R. Indications and modern techniques of proximal femoral osteotomies in the adult / R. Ganz, S.J. McDonald // Semin. Arthroplasty. – 1997. – Vol. 8. – P. 38–50.
82. Glassman, S.D. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity / S.D. Glassman, K. Bridwell, J.R. Dimar [et al.] // Spine. – 2005. – Vol. 30, N 18. – P. 2024–2029.
83. Guo, F. Individualized 3D printing navigation template for pedicle screw fixation in upper cervical spine / F. Guo, J. Dai, J. Zhang [et al.] // PLoS One. – 2017. – Vol. 12, N 2. – e0171509. – DOI: 10.1371/journal.pone.0171509.
84. Haidar, R.K. Simultaneous open reduction and Salter innominate osteotomy for developmental dysplasia of the hip / R.K. Haidar, R.S. Jones, D.A. Vergroesen [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 1996. – Vol.78-B, N 3. – P. 471–476.
85. Hartofilakidis, G. Low friction arthroplasty for old untreated congenital dislocation of the hip / G. Hartofilakidis, K. Stamos, T.T. Ioannidis [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 1988. – Vol. 70-B, N 2. – P. 182–186.
86. Hartofilakidis, G. Congenital hip disease in adults. Classification of acetabular deficiencies and operative treatment with acetabuloplasty combined with total hip arthroplasty / G. Hartofilakidis, K. Stamos, T. Karachalios [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 1996. – Vol. 78-A, N 5. – P. 683–692.
87. Hartofilakidis, G. Epidemiology, demographics, and natural history of congenital hip disease in adults / G. Hartofilakidis, T. Karachalios, K.G. Stamos // Orthopedics. – 2000. – Vol. 23, N 8. – P. 823–827.
88. Hartofilakidis, G. The morphologic variations of low and high hip dislocation / G. Hartofilakidis, C.K. Yiannakopoulos, G.C. Babis // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2008. – Vol. 466, N 4. – P. 820–824.
89. Hartofilakidis, G. Congenital disease of the hip / G. Hartofilakidis, G.C. Babis // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2009. – Vol. 467, N 2. – P. 578–579.

90. Hasegawa, K. Normative values of spino-pelvic sagittal alignment, balance, age and health-related quality of life in a cohort of healthy adult subjects / K. Hasegawa, M. Okamoto, S. Hatsushikano [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2016. – Vol. 25, N 11. – P. 3675–3686.
91. Hesarikia, H. Differences between male and female sagittal spinopelvic parameters and alignment in asymptomatic pediatric and young adults / H. Hesarikia, A. Rahimnia, M.K. Emami Meybodi // *Minerva Ortop. Traum.* – 2018. – Vol. 69, N 2. – P. 44–48.
92. Hoang, D. Surgical applications of threedimensional printing: a review of the current literature & how to get started / D. Hoang, D. Perrault, M. Stevanovic [et al.] // *Ann. Transl. Med.* – 2016. – Vol. 4, N 23. – Article 456. – DOI: 10.21037/atm.2016.12.18.
93. Hopf, A. Hüftpannenverlagerung durch doppelte Beckenosteotomie zur Behandlung der Hüftgelenksdysplasie und Subluxation bei Jugendlichen und Erwachsenen / A. Hopf // *Z. Orthop.* – 1996. – Bd. 101, H. 4. – S.559–586.
94. Jackson, R.P. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study / R. Jackson, A.C. McManus // *Spine.* – 1994. – Vol. 19, N 14. – P. 1611–1618.
95. Jackson, R.P. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis / R. Jackson, T. Phipps, C. Hales, J. Surber // *Spine.* – 2003. – Vol. 28, N 2. – P. 151–160.
96. Jacobsen, S. Hip dysplasia: a significant risk factor for the development of hip osteoarthritis. A cross-sectional survey / S. Jacobsen, S. Sonne-Holm // *Rheumatology (Oxford).* – 2005. – Vol. 44, N 2. – P. 211–218.
97. Jawad, M.U. Crowe's classification arthroplasty in developmental dysplasia of the hip / M.U. Jawad, S.P. Scully // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2011. – Vol. 469, N 1. – P. 306–308.
98. Johnsen, K. Acetabular dysplasia as an aetiological factor in development of hip osteoarthritis / K. Johnsen, R. Goll, O. Reikerås // *Int. Orthop.* – 2009. – Vol. 33, N 3. – P. 653–657.

99. Kim, M.P. Three dimensional model for surgical planning in resection of thoracic tumors / M.P. Kim, A.H. Ta, W.A. Ellsworth [et al.] // *Int. J. Surg. Case Rep.* – 2015. – Vol. 16. – P. 127–129.
100. Klein, C. Anterior and lateral overcoverage after triple pelvic osteotomy in childhood for developmental dislocation of the hip with acetabular dysplasia: Frequency, features, and medium-term clinical impact / C. Klein, A. Fontanarosa, N. Khouri [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2018. – Vol. 104, N 3. – P. 383–387.
101. Konya, M.N. A comparison of short-term clinical and radiological results of Tönnis and Steel pelvic osteotomies in patients with acetabular dysplasia / M.N. Konya, Ü. Tuhanoğlu, A. Aslan [et al.] // *Eklem Hastalik Cerrahisi.* – 2013. – Vol. 24, N 2. – P. 96–101.
102. Kotlarsky, P. Developmental dysplasia of the hip: What has changed in the last 20 years? / P. Kotlarsky, R. Haber, V. Bialik [et al.] // *World J Orthop.* – 2015. – Vol. 6, N 11. – P. 886–901.
103. Kumar, M. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion / M. Kumar, A. Baklanov, D. Chopin // *Eur Spine J.* – 2001. – Vol. 10, N 4. – P. 314–319.
104. La Grone, M.O. Loss of lumbar lordosis: A complication of spinal fusion for scoliosis / M.O. Grone // *Orthop. Clin. North Am.* – 1988. – Vol. 19, N. 2. – P. 383–393.
105. Laouissat, F. Classification of normal sagittal spine alignment: refounding the Roussouly classification / F. Laouissat, A. Sebaaly, M. Gehrchen [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2018. – Vol. 27, N 8. – P. 2002–2011.
106. Le Huec, J.C. Sagittal spino-pelvic balance is a crucial analysis for normal and degenerative spine / J.C. Le Huec, P. Roussouly // *Eur. Spine J.* – 2011. – Vol. 20, Suppl. 5. – P. 556–557.
107. Legaye, J. Bras de levier de la pesanteur supportee par les vertebres lombaires / J. Legaye, J.J. Santin, J. Hecquet [et al.] // *Rachis.* – 1993. – Vol. 5. – P. 13–20.

108. Legaye, J. Gravitational forces and sagittal shape of the spine. Clinical estimation of their relations / J. Legaye, G. Duval-Beaupere // *Int. Orthop.* – 2008. – Vol. 32, N 6. – P. 809–816.
109. Li, C. Application of the polystyrene model made by 3-D printing rapid prototyping technology for operation planning in revision lumbar discectomy / C. Li, M. Yang, Y. Xie [et al.] // *J. Orthop. Sci.* – 2015. – Vol. 20, N 3. – P. 475–480.
110. Li, Y. Bernese-type triple pelvic osteotomy through a single incision in children over five years: a retrospective study of twenty eight cases / Y. Li, H. Xu, T. Slongo [et al.] // *Int. Orthop.* – 2018. – Vol. 42, N 12. – P. 2961–2968.
111. Lievensse, A.M. Influence of hip dysplasia on the development of osteoarthritis of the hip / A.M. Lievensse, S. Bierma-Zeinstra, A. Verhagen [et al.] // *Ann. Rheum. Dis.* – 2004. – Vol. 63, N 6. – P. 621–626.
112. Liu, S. Likelihood of reaching minimal clinically important difference in adult spinal deformity: a comparison of operative and nonoperative treatment / S. Liu, F. Schwab, J.S. Smith [et al.] // *Ochsner J.* – 2014. – Vol. 14, N 1. – P. 67–77.
113. Lu, H.L. Effects of belt speed on the body's center of mass motion relative to the center of pressure during treadmill walking / H.L. Lu, T.W. Lu, H.C. Lin [et al.] // *Gait Posture.* – 2017. – Vol. 51. – P. 109–115.
114. Ma, L. 3D-printed guiding templates for improved osteosarcoma resection / L. Ma, Y. Zhou, Y. Zhu [et al.] // *Sci. Reports.* – 2016. – Vol. 6. – Article 23335. – DOI: 10.1038/srep23335.
115. Mac-Thiong, J.M. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents / J.-M. Mac-Thiong, H. Labelle, E. Berthonnaud [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2007. – Vol. 16, N 2. – P. 227–234.
116. Mac-Thiong, J.M. Age- and sex-related variations in sagittal sacropelvic morphology and balance in asymptomatic adults / J.M. Mac-Thiong, P. Roussouly, E. Berthonnaud [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2011. – Vol. 20, Suppl 5. – P. 572–577.

117. Mac-Thiong, J.M. Pediatric sagittal alignment / J.M. Mac-Thiong, H Labelle, P. Roussouly // *Eur Spine J.* – 2011. – Vol. 20, Suppl 5. – P. 586–590.
118. Mangione, P. Study of the course of incidence angle during growth / P. Mangione, D. Gomez, J. Senegas // *Eur. Spine J.* – 1997. – Vol. 6, N 3. – P. 163–167.
119. Marks, M. Standing lateral radiographic position does not represent customary standing balance / M. Marks, C. Stanford, A. Mahar [et al] // *Spine.* – 2003. – Vol. 28, N 11. – P. 1176–1182.
120. Martelli, N. Advantages and disadvantages of 3–dimensional printing in surgery: A systematic review / N. Martelli, C. Serrano, H. van den Brink [et al.] // *Surgery.* – 2016. – Vol. 159, N 6. – P. 1485–1500.
121. Marty, C. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants and spondylolisthesis patients / C. Marty, B. Boisaubert, H. Descamps [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2002. – Vol. 11. – P. 119–125.
122. Matsuyama, Y. Hip-spine syndrome: total sagittal alignment of the spine and clinical symptoms in patients with bilateral congenital hip dislocation / Y. Matsuyama, Y. Hasegawa, H. Yoshihara [et al.] // *Spine.* – 2004. – Vol. 29, N. 21. – P. 2432–2437.
123. Mellerowicz, H.H. Long-term results of Salter and Chiari hip osteotomies in developmental hip dysplasia. A survey of over 10 years follow-up with a new hip evaluation score / H.H. Mellerowicz, J. Matussek, C. Baum // *Arch. Orthop. Traum. Surg.* – 1998. – Vol. 117, N 4–5. – P. 222–227.
124. Morin, C. Retrospective review at skeletal maturity of the factors affecting the efficacy of Salter's innominate osteotomy in congenital dislocated, subluxed, and dysplastic hips / C. Morin, G. Rabay, G. Morel // *J. Pediatr. Orthop.* – 1998. – Vol. 18, N 2. – P. 246–253.
125. Murray, K.J. Characterisation of the correlation between standing lordosis and degenerative joint disease in the lower lumbar spine in women and men: a radiographic study / K.J. Murray, M.R. Le Grande, A. Ortega de Mues [et al.] //

- BMC Musculoskeletal Disorders. – 2017. – Vol. 18, N 1. – Article. 330. – DOI: 10.1186/s12891-017-1696-9.
126. Nakamura Y. Hip-Spine Syndrome: tracing of coxarthropathy and the relationship between the lumbar and sacral angles / Y. Nakamura, K. Funayama, J. Kita [et al.] // Sendai Red Cross Med J. – 1996. – Vol. 5. – P. 73–76.
127. Narayanan, U. Reliability of a new radiographic classification for developmental dysplasia of the hip / U. Narayanan, K. Mulpuri, W.N. Sankar [et al.] // J. Pediatr. Orthop. – 2015. – Vol. 35, N 5. – P. 478–484.
128. Nunley, R.M. Clinical presentation of symptomatic acetabular dysplasia in skeletally mature patients / R.M. Nunley, H. Prather, D. Hunt [et al.] // J. Bone Joint Surg Am. – 2011. – Vol. 93, Suppl 2. – P. 17–21.
129. Okuda, T. Stage-specific sagittal spinopelvic alignment changes in osteoarthritis of the hip secondary to developmental hip dysplasia / T. Okuda, T. Fujita, A. Kaneuji [et. al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2007. – Vol. 32, N 26. – P. E816–E819.
130. Ozer, A.F. Sagittal balance in the spine / A.F. Ozer, T. Kaner, C. Bozdogan // Turk. Neurosurg. – 2014. – Vol. 24, Suppl. 1. – P. 13–19.
131. Pauwels, F. Biomechanics of the normal and diseased hip: theoretical foundation, technique and results of treatment / F. Pauwels. – Berlin : Springer, 1976. – 273 p.
132. Pavlik, A. The functional method of treatment using a harness with stirrups as the primary method of conservative therapy for infants with congenital dislocation of the hip. 1957 / A. Pavlik, L.F. Peltier // Clin. Orthop. Relat. Res. — 1992. – N 281. – P. 4–10.
133. Pemberton, P.A. Osteotomy of the ilium with rotation of the acetabular roof for congenital dislocation of the hip / P.A. Pemberton // J. Bone Joint Surg. – 1958. – Vol. 40-A, N 5. – P. 724–725.
134. Pivec, R. Hip arthroplasty / R. Pivec, A.J. Johnson, S.C. Mears, M.A. Mont // Lancet. – 2012. – Vol. 380, N 9855. – P. 1768–1777.

135. Ponseti, I.V. Morphology of the acetabulum in congenital dislocation of the hip. Gross, histological, and roentgenographic studies // *J. Bone Joint Surg.* – 1978. – Vol. 60-A, N 5. – P. 586–599.
136. Provaggi, E. Applications of 3D printing in the management of severe spinal conditions / E. Provaggi, J.J. Leong, D.M. Kalaskar // *Proc. Inst. Mech. Eng. H.* – 2017. – Vol. 231, N 6. – P. 471–86.
137. Pytiak, A. Analysis of spinal alignment and pelvic parameters on upright radiographs: implications for acetabular development / A. Pytiak, J.D. Bomar, J.B. Peterson [et. al.] // *J. Hip Preserv. Surg.* – 2016. – Vol. 3, N 3. – P. 208–214.
138. Pemberton, P.A. Osteotomy of the ilium with rotation of the acetabular roof for congenital dislocation of the hip / J.B. Peterson // *J. Bone Joint Surg.* – 1958. – Vol. 40-A, N5. – P. 724–725.
139. Remmel, E. Long-term results after two-stage operative treatment of late developmental displacement of the hip / E. Remmel, A. Schraml, K. Stauner, A. Schuh // *Int. Orthop.* – 2009. – Vol. 33, N 4. – P. 1095–1100.
140. Rhodes, A.-M.L. A review of environmental factors implicated in human developmental dysplasia of the hip / A.-M.L. Rhodes, N.-M.P. Clarke // *J. Child Orthop.* – 2014. – Vol. 8, N 5. – P. 375–379.
141. Roof, A.C. Musculoskeletal screening: developmental dysplasia of the hip / A.C. Roof, T.M. Jinguji, K.K. White // *Pediatr. Ann.* – 2013. – Vol. 42, N 11. – P. 229–235.
142. Roussouly, P. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position / P. Roussouly, S. Gollogly, E. Berthonnaud, J. Dimnet // *Spine.* – 2005. – Vol. 30, N 3. – P. 346–353.
143. Roussouly, P. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology / P. Roussouly, J.L. Pinheiro-Franco // *Eur Spine J.* – 2011. – Vol. 20, Suppl. 5. – P. 609–618.
144. Salas, F.Á. Hallazgos ultrasonográficos tempranos asociados a una falla tardía en el tratamiento de la displasia del desarrollo de la cadera con el arnés de

- Pavlik / F.Á. Salas, P.C. Leeder // *Rev Mex Ortop Ped.* – 2009. – Vol. 11, N 1. – P. 29–34.
145. Salter, R.B. The first fifteen year's personal experience with innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip / R.B. Salter, J.-P. Dubos // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1974. –N 98. – P. 72–103.
146. Schwarz, O. The influence of triple pelvic osteotomy on birth canal size / J. Chomiak, P. Dungal, M. Burian // *Hip Int.* – 2014. – Vol. 24, N 1. – P. 32–38.
147. Severin, E.A. Contribution to the knowledge of congenital dislocation of the hip joint. Late results of closed reduction and arthrographic studies of recent cases: dissertation / E.A. Severin // *Acta Chir. Scand.* – 1941. – Vol. LXXXIV, Suppl. – 63 p.
148. Shefi, S. Deveolpment of the lumbar lordotic curvature in children from age 2 to 20 years / S. Shefi, M. Soudack, E. Konen, E. Been // *Spine.* – 2013. – Vol. 38, N 10. – P. E602 – E608.
149. Singh, R. Spinopelvic radiological parameters in normal Indian population / R. Singh, S.K. Yadav, S. Sood [et al.] // *SICOT J.* – 2018. – Vol. 4. – Article 14. – DOI: 10.1051/sicotj/2016003.
150. Sorensen, C.J. Is lumbar lordosis related to low back pain development during prolonged standing? / C.J. Sorensen, B.J. Norton, J.P. Callaghan [et al.] // *Man Ther.* – 2015. – Vol. 20, N 4. – P. 553–557.
151. Spitzzy, H. Künstliche Pfannendach-bildung / H. Spitzzy, M. Lange // *Z. Orthop.* – 1923. – Vol. 43. – P. 284–294.
152. Sternheim, A. Segmental proximal femoral bone loss and revision total hip replacement in patients with developmental dysplasia of the hip the role of allograft prosthesis composite / A. Sternheim, B.A. Rogers, P.R. Kuzyk [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 2012. – Vol. 94–B. – N 6.
153. Storer, S.K. Developmental dysplasia of the hip / S.K. Storer, D.L. Skaggs // *Am. Family Phys.* – 2006. – Vol. 74, N 8. – P. 1310–1316.
154. Sugawara, T. Accurate and simple screw insertion procedure with patient-specific screw guide templates for posterior C1-C2 fixation / T. Sugawara,

- N. Higashiyama, S. Kaneyama [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2017. – Vol. 42, N 6. – P. E340–E346.
155. Sutherland, D.H. Double innominate osteotomy / D.H. Sutherland, R. Greenfield // *J Bone Joint Surg.* – 1977. – Vol. 59-A, N 8. – P. 1082–1091.
156. Sutherland, D.H. Clinical and radiographic outcome of patients treated with double innominate osteotomy for congenital hip dysplasia / D.H. Sutherland, M. Moore // *J. Pediatr. Orthop.* – 1991. – Vol. 11, N 2. – P.143–148.
157. Tack, P. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review / P. Tack, J. Victor, P. Gemmel [et al.] // *Biomed. Eng. Online.* – 2016. – Vol. 15. – Article 115. – DOI: 10.1186/s12938-016-0236-4.
158. Thanacharoenpanich, S. Periacetabular osteotomy for developmental hip dysplasia with labral tears: is arthrotomy or arthroscopy required? / S. Thanacharoenpanich, M.J. Boyle, R.F. Murphy [et al.] // *J. Hip Preserv. Surg.* – 2018. – Vol. 5, N 1. – P. 23–33.
159. Tong, K. Application of computer-aided osteotomy template design in treatment of developmental dysplasia of the hip with steel osteotomy / K. Tong, Y. Zhang, S. Zhang, B. Yu // *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao.* – 2013. – Vol. 33, N 6. – P. 906–909.
160. Tonnis, D. Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults / D. Tonnis. – Berlin : Springer-Verlag, 1987. – 524 p.
161. Toyoda, K. Novel approach for the efficient use of a full-scale, 3-dimensional model for cervical posterior fixation: a technical case report / K. Toyoda, E. Urasaki, Y. Yamakawa // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2013. – Vol. 38, N 21. – P. E1357–E1360.
162. Tschauner, C. Painful nonunion after triple pelvic osteotomy. Report of five cases / C. Tschauner, A. Sylkin, S. Hofmann, R. Graf // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2003. – Vol. 85-B. – P. 953–955.
163. Vaz, G. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine / G. Vaz, P. Roussouly, E. Berthonnaud, J. Dimnet // *Eur. Spine J.* – 2002. – Vol. 11, N 1. – P. 80–87.

164. Van Royen, B. Accuracy of the sagittal vertical axis in a standing lateral radiograph as a measurement of balance in spinal deformities / B.J. Van Royen, H.M. Toussaint, I. Kingma [et al.] // *Eur. Spine J.* – 1998. – Vol. 7, N 5. – P. 408–412.
165. Vedantam, R. Comparison of standing sagittal spinal alignment in asymptomatic adolescents and adults / R. Vedantam, L.G. Lenke, J.A. Keeney [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1998. – Vol. 23, N 2. – P. 211–215.
166. Vedantam, R. The effect of variation in arm position on sagittal spinal alignment / R. Vedantam, L.G. Lenke, K.H. Bridwell [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2000. – Vol. 25, N 17. – P. 2204–2209.
167. Vieira, M.F. Center of pressure and center of mass behavior during gait initiation on inclined surfaces: A statistical parametric mapping analysis / M.F. Vieira, A.A. Junior de Brito, G.C. Lehen, F.B. Rodrigues // *J. Biomech.* – 2017. – Vol. 56. – P. 10–18.
168. Weinstein, S.L. Natural history and treatment of childhood hip disorders / S.L. Weinstein // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1997. – Vol. 344. – P. 227–242.
169. Wilson, E.L. Postural strategy changes with fatigue of the lumbar extensor muscles / E.L. Wilson, M.L. Madigan, B.S. Davidson, M.A. Nussbaum // *Gait Posture*. – 2006. – Vol. 23, N 3. – P. 348–354.
170. Windhager, R. Chiari osteotomy for congenital dislocation and subluxation of the hip: Results after 20 to 34 years follow up / R. Windhager, N. Pongracz, W. Schonecker, R. Katz // *J. Bone Joint Surg.* – 1991. – Vol. 73-B, N 6. – P. 890–895.
171. Yamamuro, T. CDH or DDH? / T. Yamamuro // *J. Orthop. Surg.* – 2005. – Vol. 13, N 2. – P. 111–112.
172. Yang, J.C. Clinical application of computer-aided design-rapid prototyping in C1-C2 operation techniques for complex atlantoaxial instability/ J.C. Yang, X.Y. Ma, H. Xia [et al.] // *J. Spinal Disord. Tech.* – 2014. – Vol. 27. – P. E143–E150.

173. Yiannakopoulos, C.K. Inter- and intra-observer variability of the Crowe and Hartofilakidis classification systems for congenital hip disease in adults / C.K. Yiannakopoulos, A. Chougle, A. Eskelinen [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 2008. – Vol. 90-B, N 5. – P. 579–583.
174. Yilmaz, E. Risk factors associated with non-union after triple pelvic osteotomy (Toennis and Kalchschmidt technique): a case-control study and review of the literature/ E. Yilmaz, H. Damla, D.C. Norvell, K. Kalchschmidt // *Arch. Orthop. Trauma Surgery.* – 2019. – Vol. 139. – P. 173–180.
175. Yoshimoto, H. Spinopelvic alignment in patients with osteoarthritis of the hip: a radiographic comparison to patients with low back pain / H. Yoshimoto, S. Sato, T. Masuda [et al.] // *Spine.* – 2005. – Vol. 30, N 14. – P. 1650–1657.
176. Yoshimura, N. Acetabular dysplasia and hip osteoarthritis in Britain and Japan / N. Yoshimura, L. Campbell, T. Hashimoto [et al.] // *Br. J. Rheumatol.* – 1998. – Vol. 37, N 11. – P. 1193–1197.
177. Zahedi, A.R. Die 3 fache Beckenosteotomie nach Tönnis und Kalchschmidt / A.R. Zahedi, C. Lüring, D. Janßen // *Orthopade.* – 2016. – Vol. 45, N 8. – P. 673–677.
178. Zeng, Z. Characteristics of sagittal spinopelvic alignment in asymptomatic Han Chinese adults / Z. Zeng, Y. Hai, Y. Bi [et al.] // *Exp. Ther. Med.* – 2018. – Vol. 16, N 5. – P. 4107–4113.
179. Zhang, X. Early acetabular cartilage degeneration in a rabbit model of developmental dysplasia of the hip / X. Zhang, Q. Meng, R. Ma [et al.] // *Int. Clin. Exp. Med.* – 2015. – Vol. 8, N 8. – P. 14505–14512.
180. Zheng, P. 3D-printed navigation template in proximal femoral osteotomy for older children with developmental dysplasia of the hip / P. Zheng, P. Xu, Q. Yao [et al.] // *Sci. Reports.* – 2017. – Vol. 7. – Article 44993. – DOI: 10.1038/srep44993.
181. Zheng, X. Repeatability test of C7 plumb line and gravity line on asymptomatic volunteers using an optical measurement technique / X. Zheng,

- R. Chaudhari, C. Wu [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2010. – Vol. 35, N 18. – P. E889–E894.
182. Zhou, Y. Application of a 3-dimensional printed navigation template in Bernese periacetabular osteotomies: A cadaveric study / Y. Zhou, X. Kang. C. Li [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2016. – Vol. 95. – N 50. – e5557 (P. 1–6)
183. Ziebarth, K. Bernese periacetabular osteotomy in males. Is there an increased risk of femoroacetabular impingement (FAI) after Bernese periacetabular osteotomy? / K. Ziebarth, J. Balakumar, S. Domayer [et al.] / *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2010. – Vol. – 469, N 2. – P. 447–453.