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

На правах рукописи

Зубков Павел Андреевич

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ЭКВИНО-ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОП У ДЕТЕЙ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

3.1.11 -Детская хирургия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

Доктор медицинских наук

Константин Владимирович Жердев

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 14
1.1 ВВЕДЕНИЕ. 14
1.2 БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНОГО АКТА РЕБЕНКА С ДЦП. ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТРАКТУРЫ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА И ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ. 15
1.3 МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ КОНТРАКТУРЫ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА. 19
1.4 ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЭКВИНО-ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОП. 24
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 35
2.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПП ИССЛЕДОВАНИЯ. 35
2.2 КЛИНИЧЕСКИЙ ОСМОТР 42
2.3 ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 50
2.3.1 Рентгенография 50
2.3.2 Компьютерная томография 55
2.4 СТАБИЛОМЕТРИЯ 56
2.5 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА 58
2.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ. 60
2.7 МЕТОДЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ 61
2.7.1 Хирургическая коррекция контрактуры голеностопного сустава. 61
2.7.2 Методы сухожильно-мышечной коррекции ЭПВДС. 63
2.7.3 Костно-пластические методы хирургической коррекции ЭПВДС. 66
2.8. УЛУЧШЕНИЕ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЭКВИНО-ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОП. 68
2.9. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА 72
ГЛАВА 3. КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ГРУПП 73
3.1 АНАЛИЗ ЖАЛОБ В ГРУППАХ ИССЛЕДОВАНИЯ. 73
3.2. АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОТ ВОЗРАСТА И УРОВНЯ GMFCS. 74
3.3 ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПО ШКАЛЕ GILLETTE FAQ. 78

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЭКВИНО-ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ У ДЕТЕЙ С ДЦП МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПЛАСТИКИ. 82

4.1 КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ В ГРУППЕ 1. 82

4.2 ОСЛОЖНЕНИЯ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПЛАСТИКИ. 87

4.3 ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА И УРОВНЯ МОТОРНЫХ НАВЫКОВ ПО GMFCS НА РЕЗУЛЬТАТ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНЫХ ПЛАСТИК. 89

4.4 КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕР ГРУППЫ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ. 93

ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЭКВИНО-ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ У ДЕТЕЙ С ДЦП МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПЛАСТИКИ И КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ. 102

5.1 КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ В ГРУППАХ 1 И 2. 102

5.2 ОСЛОЖНЕНИЯ КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ. 109

5.3 ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МОТОРНЫХ НАВЫКОВ ПО GMFCS НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ. 111

5.4 ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПО ШКАЛЕ ОПРОСНИКУ Gillette Functional Assessment Questionnaire. 114

5.4 КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР ГРУППЫ КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ. 117

5.5 РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ЭПВДС МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ ТАРАННО ПЯТОЧНОГО АРТРОДЕЗА. 122

5.6 КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА С ЭПВДС МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ ТАРАННО-ПЯТОЧНОГО АРТРОДЕЗА. 126

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....135

ВЫВОДЫ 145

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 147

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....149

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:.....150

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В настоящее время ДЦП - одно из наиболее распространенных неврологических заболеваний, приводящих к тяжелой инвалидности [101]. Будучи не прогрессирующим заболеванием с точки зрения неврологических симптомов, ДЦП тем не менее, является фактором развития сопутствующих опорно-двигательных нарушений в течение всего роста и развития ребенка [10]. В структуре ортопедической патологии при спастических формах ДЦП нарушение функции стопы встречается более чем в 95 % случаев [64]. Распространенность эквино-плоско-вальгусной-деформации стоп (далее ЭПВДС) по разным данным, составляет от 25 до 64% [78, 126, 160]. Порядка 25-30% всех хирургических вмешательства у детей с ДЦП направлено на устранение ЭПВДС [126]. С учетом этого фактора развиваясь изначально в виде эквинусной установки в голеностопном суставе, спастические нарушения мышц голени, постепенно прогрессируют, формируя тяжелые эквино-каво-варусные или эквино-плоско-вальгусные деформации стоп [15, 71, 105]. В детском возрасте такие деформации усложняют двигательную активность ребенка с ДЦП, ухудшают эффективность реабилитации и качество ортезирования нижних конечностей. И если в период до 14 лет жалобы детей в основном ограничиваются чувством напряжения и усталости в стопах и мышцах голеней, неудобством в ношении обуви, то уже к 16-20 годам возникают болевые контрактуры и явления выраженного артроза суставов стопы [129]. Различные методы реабилитации, направленные на снижение спастичности (ботулинотерапия, пероральная антиспастическая терапия, установка баклофеновой помпы) и улучшения проприоцепции (ортезирование, функциональная терапия) зачастую являются лишь временной мерой, направленной на уменьшение объема ортопедической коррекции [2]. Патогенетически ЭПВД развивается с рефлекторной спастической контрактуры трицепса голени в процессе роста костных

структур. Тракция икроножно-камбаловидного комплекса изменяет положение пяточной и таранной костей, приводя к вывиху последней в таранно-пяточном сочленении. [126, 160].

Оперативное лечение ЭПВДС направлено прежде всего на коррекцию следующих звеньев патогенеза деформации – устранение контрактуры голеностопного сустава, восстановление взаимоотношений и стабилизацию костей среднего и заднего отделов стопы [39, 129]. Для восстановления объема движений в голеностопном суставе применяются методики, воздействующие на различные зоны трицепса голени [183, 191]. Техники ахиллопластики варьируются в зависимости от тяжести контрактуры [54]. Наименее инвазивными техниками считаются апоневротомия трицепса голени по Srayer (1950) и Vulpius (1913) [191]. Ахиллопластикой с наибольшей разрешающей способностью является открытое z-образное удлинение ахиллова сухожилия [171]. И если коррекцию контрактуры в подавляющем большинстве случаев производят за счет воздействия на мягкие ткани (сухожилия, мышцы), то о способе коррекции вальгуса заднего отдела – ведется множество дискуссий. В хирургии ЭПВДС можно выделить три основных группы вмешательств: минимально инвазивные костно-пластические операции (Grice 1952, Evans 1968) [82, 86, 91], операции на мягкотанных структурах (Kumar- Cowell-Ramsey 1982, Босых 1997, Рыжиков 2011) [6, 32, 111], реконструктивные артродезирующие операции (Ryerson 1923, Lambrinudi 1933) [112, 166]. Сохранение опороспособности и амортизационной функций стопы, для успеха послеоперационной реабилитации, а также эффективного ортезирования у детей в дошкольном и младшем школьном возрасте является первостепенной задачей хирургической коррекции ЭПВДС. Эффективность артродеза подтаранного сустава для лечения ЭПВДС имеет внушительную доказательную базу, однако имеются сообщения о рисках развития артроза смежных суставов стопы [61, 79, 125]. Операции на мягких тканях стопы призваны сохранить все основные функций стопы и предупредить развитие раннего артроза голеностопного сустава, а также снизить послеоперационный

период гипсовой иммобилизации и восстановления полноценной вертикализации, для детей до 12 лет [6, 32].

Степень разработанности темы исследования

Ахиллопластика как метод устранения эквинусного компонента была описана еще в начале XIX века [191]. С развитием технологий, компьютерный анализ походки показал необходимость дифференцированного подхода к разрешению контрактуры голеностопного сустава [165]. Коррекция эквинусного компонента деформации без стабилизации заднего отдела стопы при тяжелой ЭПВДС ведет к прогрессированию болевого синдрома и ухудшению функциональных способностей пациентов [102]. Предлагаемые методы аппаратной коррекции стопы зачастую оказываются порочными для детей со спастическими нарушениями [43]. Реконструктивные, артродезирующие операции актуальны при тяжелых, ригидных деформациях [196]. Длительные исследования результатов трехсуставного артродеза по методике Ryerson (1923) показали более чем 80% риск развития артроза голеностопного сустава, и как следствие тяжелого болевого синдрома [167]. Минимально травматичные методы стабилизации заднего отдела стопы получили свое развитие с описания таранно-пяточного артродеза по Grice в 1952 [91]. Метод Grice стал успешно применяться при всех видах вальгусной деформации стопы и остается актуальным до сих пор [61, 119, 125, 132]. Преимуществом хирургического воздействия на изолированный сухожильный аппарат считается сохранение целостности суставных поверхностей и как следствие предупреждение ранних дегенеративных процессов суставного хряща [148]. Часть авторов описывают операции в основе которых лежит Kumar-Cowell-Ramsey (1982) как надежный и эффективный метод коррекции ЭПВДС у детей с ДЦП [5, 31]. Исследования, сравнивающие методику костно-пластической операции по Grice и сухожильно-мышечной коррекции по Kumar- Cowell-Ramsey отсутствуют.

Таким образом, несмотря на большое количество описанных методик, актуальным остается вопрос об эффективности сухожильно-мышечных методов коррекции ЭПВДС, в сравнении с костнопластическими оперативными вмешательствами. Исследования эффективности каждой из оперативных методик для лечения ортопедической патологии ДЦП актуальны учитывая сложности индивидуальных особенностей для лечения каждого конкретного пациента.

Цель исследования

Оптимизировать оперативное лечение эквино-плоско-вальгусной деформации стоп у детей при спастических формах детского церебрального паралича.

Задачи исследования

1. Проанализировать взаимосвязь между клинико- рентгенологической картиной, возрастом и уровнем сформированности больших моторных функций у детей с эквино- плоско- вальгусной деформацией стоп на фоне спастических форм ДЦП.
2. Определить целевые клинико-рентгенологические угловые параметры стопы у детей 4-12 лет.
3. Разработать способ оперативного лечения эквино-плоско-вальгусной деформации стоп методом таранно- пяточного артродеза для детей 4-12 лет с укорочением малоберцовых сухожилий.
4. Проанализировать эффективность оперативного лечения с применением мягкотканных методов хирургической коррекции.
5. Исследовать результаты костно-пластической хирургии и сопоставить их с результатами мягкотканных оперативных вмешательств у детей с эквино-плоско-вальгусной деформацией стоп на фоне ДЦП.

Научная новизна:

1) Выявлена взаимосвязь между клинико-рентгенологической картиной эквино-плоско-вальгусной деформации стоп, возрастом и уровнем сформированности моторных функций у детей 4-12 лет с ДЦП.
2) Определены целевые клинические значения угла пронации пятки, угла тыльной флексии при выполнении Silfverskiöld теста, а также целевые рентгенологические значения таранно-пяточного угла, угла Meary в прямой и боковой проекции, угла продольного свода и угла наклона пяточной кости у детей в возрасте 4-12 лет.
3) Разработан и внедрен в клиническую практику способ хирургической коррекции эквино-плоско-вальгусной деформации стопы у детей со спастическими формами ДЦП, который позволил улучшить постуральный баланс тела и рентгенологический показатель угла наклона пяточной кости у детей с эквино-плоско-вальгусной деформацией стоп на фоне ДЦП.
4) Впервые обнаружена взаимосвязь между клинико-рентгенологическими результатами хирургической коррекции эквино-плоско-вальгусной деформации стоп методом сухожильно-мышечных пластик и возрастом, между уровнями двигательного развития по GMFCS.
5) Доказано, что возраст и уровень сформированности моторных функций по GMFCS не влияет на эффективность костно-пластических методов оперативного лечения в группе детей 4-12 лет.
6) Впервые при сравнительной оценке исходов оперативного лечения эквино-плоско-вальгусной деформации стоп на фоне ДЦП было доказано, что костно-пластические методы хирургии имеют большую эффективность, чем сухожильно-мышечные операции.

Теоретическая и практическая значимость

1) Установлено, что тяжесть деформации стоп у детей с ДЦП увеличивается с возрастом и выраженностью двигательных расстройств по классификации GMFCS, что диктует необходимость ранней функциональной реабилитации, ортезирования и своевременной ботулинотерапии.
2) Полученные целевые клинико-рентгенологические параметры стоп позволили достоверно оценить эффективность хирургической коррекции деформации стоп у детей в возрасте 4-12 лет.
3) Внедренный в клиническую практику способ хирургической коррекции эквино-плоско-вальгусной деформации стоп у детей со спастическими формами ДЦП позволил улучшить постуральный баланс тела и угловые рентгенологические показатели у детей с эквино-плоско-вальгусной деформацией стоп на фоне ДЦП.
4) Установлено, что возраст и уровень двигательных навыков по GMFCS влияют на эффективность сухожильно-мышечной пластики эквино-плоско-вальгусной деформации стоп, что резко сужает показания к ее применению.
5) Установлено, что эффективность костно-пластических методов коррекции не зависит от возраста и уровня моторных навыков по GMFCS, позволяя широко применять метод подтаранного артродеза.
6) Метод таранно-пяточного артродеза имеет значительно большую клинико-рентгенологическую и функциональную эффективность, меньшее количество рецидивов и длительность коррекции, в сравнении с методом сухожильно-мышечной пластики.

Внедрение результатов работы в практику

Результаты работы внедрены в клиническую практику нейроортопедического отделения с ортопедией федерального

государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации (далее – ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России); в клиническую практику травматолого-ортопедического отделения Федерального государственного бюджетного учреждения "Федеральный научно-клинический центр детей и подростков Федерального медико-биологического агентства".

Методология и методы исследования

При выполнении работы был осуществлен тщательный анализ современных научных литературных данных по вопросу оперативного лечения эквино-плоско-вальгусной деформации стоп у детей с ДЦП. В диссертационном исследовании были оценены данные 108 детей (194 стопы) с эквино-плоско-вальгусной деформацией на фоне ДЦП и проведено сравнение результатов лечения с данными обследования группы сравнения, включавшей 40 (71 стопа) человек. Детям исследуемых групп проводилась клиническая оценка ортопедического статуса, угловых показателей стоп и мобильность деформации, а также функциональная оценка двигательной активности по шкале-опроснику Gillette FAQ. Выполнялась рентгенография стоп с нагрузкой в двух проекция. 20 детям из групп исследования было проведено стабилометрическое исследование. Анализ полученных данных осуществляли в соответствии с современными методиками, включающими описательные критерии статистики, оценку статистической значимости различий средних величин по критериям, выбираемым в зависимости от типа данных. Определялась теснота корреляционной связи.

Положения, выносимые на защиту

1) Возраст и уровень сформированности моторных навыков пациентов оказывает непосредственное влияние на клинико-рентгенологические показатели тяжести эквино-плоско-вальгусной деформации стоп.

2) Эффективность хирургической коррекции методом сухожильно-мышечных пластик снижается в зависимости от увеличения возраста и снижения уровня двигательных возможностей по GMFCS.
3) Эффективность хирургической коррекции костно-пластическими методами не зависит от тяжести двигательных нарушений и возраста пациентов.
4) Оперативное лечение костно-пластическими методами имеет большую клинико-рентгенологическую эффективность и меньшую частоту рецидивов (10%), в сравнении с сухожильно-мышечными пластиками (27%).
5) Хирургическая коррекция эквино-плоско-вальгусной деформации стоп сухожильно-мышечными пластиками улучшает функциональные возможности у 30% пациентов, а костно-пластическими методами у 67% пациентов.
6) Модифицированная операция подтаранного артродеза позволяет улучшить качество управления постуральным балансом тела у детей с эквино-плоско-вальгусной деформацией стоп на фоне ДЦП.

Степень достоверности результатов

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается репрезентативной выборкой пациентов, объем которой достаточен для проведения исследования. В работе используются современные методы исследования, которые соответствуют поставленным в работе целям и задачам. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены убедительными фактическими данными. Подготовка, анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и статистического анализа.

Апробация работы

Основные результаты работы доложены и обсуждены на научно-практической конференции студентов и молодых ученых "Студеникинские чтения". ФГАУ "НМИЦ здоровья детей» Минздрава России 2 декабря 2019 года.; XII научно-практической конференции «Специализированная медицинская помощь детям: актуальные вопросы педиатрии, детской хирургии и психоневрологии». Москва, 14-15 мая 2019 г.; научно-практической конференции студентов и молодых ученых "Студеникинские чтения". ФГАУ "НМИЦ здоровья детей» Минздрава России 2 декабря 2021 года; на научном заседании Общества детских хирургов Москвы и Московской области № 626, 22 декабря 2022г

Публикации

По теме диссертации и результатам исследования опубликовано 7 научных работ (5 статей, 2 тезиса) в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикаций основных научных результатов диссертационных исследований. Научные работы опубликованы в сборниках тезисов научных форумов и конференций. По материалам диссертации получен патент на изобретение РФ №2734992 «Способ хирургической коррекции эквино-плоско-вальгусной деформации стопы у детей со спастическими формами ДЦП».

Личный вклад автора

Автор непосредственно участвовал на всех основных этапах исследовательской работы. Автором, совместно с научным руководителем, были постановлены цели и задачи исследования, разработана методология и подход к их выполнению. Большинство пациентов из исследуемых групп было обследовано и пролечено при очном контроле исследователя. Автор участвовал в оперативных вмешательствах как в качестве оперирующего хирурга, так и в качестве ассистента. Самостоятельно была выполнена подготовка и анализ медицинской документации, сформирована база данных,

подсчет исследуемых параметров и последующая статистическая обработка. Автором проанализированы полученные результаты, на основании которых были сформулированы основные положения диссертационного исследования, выводы и практические рекомендации, а также опубликованы научные работы.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на русском языке в объеме 169 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием материалов и методов исследования, трех глав собственных наблюдений и клинических примеров, заключения, выводов и практических рекомендаций. Работа иллюстрирована 22 таблицами и 118 рисунками. Список использованной литературы включает 200 источников: 44 отечественных и 156 зарубежных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

При написании настоящего раздела использованы фрагменты собственного текста, впервые опубликованные ранее в работах: [11, 12, 44]

1.1 ВВЕДЕНИЕ.

Детский церебральный паралич (ДЦП) — это группа синдромов поражения центральной нервной системы, относящихся к не прогрессирующим патологическим состояниям, вызванным воздействием повреждающего агента на развивающийся мозг ребенка во внутриутробном или раннем постнатальном периодах. Моторные нарушения при церебральных параличах зачастую сопутствуют множественным дефектами чувствительности и перцепции, поведенческими и судорожным расстройствам, нарушениями когнитивных и коммуникативных функций [18, 22, 101].

Среди заболеваний нервной системы детский церебральный паралич является главной причиной детской инвалидности, распространенность которого составляет в среднем 2,5–3 случая на 1000 детей [3]. Данные зарубежной литературы фиксируют высокую заболеваемости ДЦП, что подтверждает актуальность проблемы [10, 190].

Неврологический дефицит детей с ДЦП не прогрессирует с течением заболевания, однако двигательные нарушения неуклонно ведут к формированию стойких контрактур суставов и деформаций конечностей [29]. Патология опорно-двигательного аппарата в общем виде может быть обозначена, как неспособность проявления в ранний постнатальный период антигравитационной локомоторной активности, что сопровождается появлением патологических двигательных стереотипов и установок [77, 101, 161]. Необходимо отметить, что существующие в настоящий момент методы прогнозирования двигательного развития детей со спастическими формами ДЦП являются ориентировочными и не всегда могут служить четким

руководством к действию врачей неврологов, ортопедов и нейрохирургов [123, 143].

Деформации стоп являются ведущей ортопедической патологией у детей с ДЦП [64]. Частота возникновения деформаций стоп, среди больных ДЦП, составляет не менее 95% случаев у детей с церебральным параличом. При этом, в хирургическом лечении нуждаются более 40% из них [64]. Для пациентов с нейрогенными деформациями стоп ведущими жалобами являются: нарушение опорности, снижение толерантности к нагрузке и прогрессирующий болевой синдром [103]. Ancillao A. и Wilson N. указывают на то, что прогресс формирования деформации стоп оказывает прямое воздействие на развитие патологий коленных и тазобедренных суставов, что свидетельствует о наличие единой патогенетической цепи и необходимости своевременной хирургической коррекции [50, 197].

1.2 БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНОГО АКТА РЕБЕНКА С ДЦП. ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТРАКТУРЫ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА И ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ.

У пациентов с ДЦП может наблюдаться большое разнообразие отклонений походки [69]. Классификации по характеру походки, как правило, различаются для одностороннего и двустороннего поражения у спастических форм ДЦП [51]. Нарушения походки, классифицируемые как эквинусная ходьба (true equinus gait) и подпрыгивающая походка (jump gait), характерны для детей со спастической диплегией, данные паттерны обусловлены спастичностью и/или ретракцией мышц подошвенных флексоров стоп и сгибателей коленного сустава [42]. У детей с гемипарезом в большей степени выражены вариации паттерна эквинсуной ходьбы (true equinus gait) [104].

Походку можно разделить на циклы. Цикл ходьбы начинается в тот момент, когда одна нога касается пола, и завершается, когда та же нога соприкасается для следующего шага. Его можно разделить на разные фазы: фазу опоры и фазу переноса [51]. В фазе опоры положение голеностопного

става должно быть нейтральны, а стопа полностью контактировать с полом. При спастических нарушениях в фазе опоры может определятся эквинус, вальгус или варус стопы [19]. В фазу переноса проявляется моторный контроль за свободным положением стопы в пространстве (клиренс стопы), опорной остается одна конечность. Спастические нарушения могу нарушать контакт пятки с опорой и амортизацию в фазу опоры, и клиренс стопы в фазу переноса [19, 72, 87].

Современные исследования спастичности не находят однозначного ответа о причинах этого процесса [15, 20]. Развитие ходьбы у неврологически здоровых детей происходит с нормальным растяжением мышечного волокна, мышцы равномерно сокращаются и расслабляются в ответ на динамическую нагрузку. Поражение моторных зон головного мозга при ДЦП приводят к синкенезии мышц голени, что в свою очередь нарушает эксцентрическу фазу работы мышечных волокон. При спастических нарушениях мышечная активность неадекватна нагрузке и после растяжения полного расслабления мышцы не происходит [68]. Формируется замкнутый круг, в котором постоянный гипертонус мышц приводит порочным установкам конечностей с исходом в тонические контрактуры в суставах. Если тонические контрактуры нарушают активные движения в конечности и могут быть корригированы пассивно, то в процессе роста ребенка мышечные волокна подвергаются фиброзному перерождению с формированием стойких контрактур суставов [140]. Конечно, двигательные ограничения и формирование контрактур при спастических формах ДЦП не могут быть объяснены одним универсальным механизмом и представляют собой комбинацию структурных изменений в мышцах и нарушений центрального контроля движения и поддержания позы [20].

Спастические нарушения икроножно-камбаловидного комплекса в подавляющем большинстве случаев приводят к формированию эквинусной деформации (контрактуры голеностопного сустава), что является главной

причиной нарушения походки у детей с ДЦП [159]. Поскольку мышечная сила сгибателей более чем в 5 раз превышает силовые усилия разгибателей в большинстве случаев для формирования эквинуса даже не требуется вертикальной нагрузки. При нагрузке эквинус только усиливается за счет рефлекторного сокращения в фазу толчка [46]. Далее, в патологическом процессе, следуют ретракция с последующим перерождением мышечной ткани трицепса голени [148]. При одностороннем поражении (гемипарезе) чаще всего происходит ретракция всего икроножно-камбаловидного комплекса, в то время как при диплегии контрактура формируется преимущественно за счет икроножной мышцы [94]. Как следствие предшествующих процессов прогрессируют деформации стопы и торсионные деформаций голени. Эквинус оказывает непосредственное влияние на вышележащие сегменты конечностей, провоцируя развитие рекурвации в коленном суставе и наклон таза кпереди [151]. Использованием технологий трехмерного моделирования и анализа походки изменили взгляды на клиническую оценку эквинуса стопы и его роль в ходьбе, что позволило многим специалистам точнее определять показания к оперативному вмешательству [168].

Вальгусная деформация стоп в сочетании с эквинусным компонентом, стоит на втором месте по частоте наблюдаемых деформаций стоп. Различные данные свидетельствуют, что около 25% всех ДЦП ассоциированных патологий стоп - эквино-плоско-вальгусные деформации [78, 126, 160]. Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп в большей степени распространена в группах детей с диплегическими вариантами ДЦП и, учитывая изученные патогенетические аспекты – является многоплоскостной патологией стоп [102]. Вальгусная деформация стоп характерна в большей степени для пациентов с диплегией (40-65%), тогда как у пациентов с гемипарезом в подавляющем большинстве случаев (80-90%) преобладает односторонняя эквиноварусная деформация стопы [128]. Это может быть

связано как с разницей в распределении осевой нагрузки при ходьбе, так и с преобладанием силы сокращения сгибателей, над силой разгибателей. Кроме того, нестабильность медиальных отделов стопы при тракционных воздействиях икроножной мышцы и вальгусным положением оси конечности (что наблюдается у большинства пациентов с диплегией) приводит к вывиху таранной кости. Эквино-варусное положение стопы у пациентов с диплегией 3-5 лет зачастую лишь скрывает нестабильность задних отделов стопы [126]. С увеличением возраста и веса пациентов пронационный компонент деформации проявляет себя все отчетливее [126]. При гемипарезе компенсаторные факторы «здоровой» конечности снижают нагрузку на пораженную стопу, что приводит к доминирующему влиянию мышц флексорной группы [127].

Если рассматривать стопу как рычаг при отталкивании и перекате, то коллапс медиальной арки стопы укорачивает ее рабочее плечо нивелируя тракционные действия мышц флексоров [149]. В ходе ряда исследований было подтверждено, что наружно-ротационная установка и торсия голени в сочетании с внутренней ротацией и вальгусным положением бедра замыкают порочную кинематическую цепочку лишая мышцы голени возможности стабилизировать средний и задний отделы стопы [80, 200]. В процессе адаптации постурального контроля вовлечен весь опорно-двигательный аппарат: происходит ротация таза и бедер кнутри (с возможным исходом в торсию или вывих), усиливаются сгибатели бедер и ослабляется прямая мышца бедра, формируются контрактуры коленных суставов, происходит торсия голени кнаружи [72]. Исследование вибрационных нагрузок и роботизированных систем реабилитации свидетельствуют о полной взаимосвязи проксимальных и дистальных сегментов нижних конечностей как в процессе прогрессирования деформации, так и в процессе реабилитации [118, 124]. Естественно, что с каждым скачком роста ребенка патологически развившиеся сегменты только ускоряют развитие деформаций на смежных

уровнях [64]. Оперативное лечение на ранних этапах двигательного развития ребенка - крайняя мера, необходимая для предотвращения как тяжелых деформаций, так и потери функции конечности [126].

1.3 МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ КОНТРАКТУРЫ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА.

Оценка состояния гипертонуса трицепса голени чаще всего базируется на клинических тестах с использованием шкал HAT (Hypertonia Assessment Tool) и модифицированной шкалы Эшфорта (MAS – Modified Ashworth Scale) [139]. Конечно, такой мануальный анализ весьма ограничен как целостностью оценки (тесты проводятся посегментарно), так и клиническим опытом исследователя. Развитие технологий трехмерного моделирования и анализа ходьбы позволило по-новому взглянуть на необходимость и обоснованность хирургических методов лечения. Количественный анализ походки позволяет объективизировать оценку двигательных нарушений и снизить количество необоснованных хирургических вмешательств [55, 120]. Однако клинические методы оценки контрактуры голеностопного сустава по-прежнему остаются одними из важнейших инструментов в арсенале практикующих неврологов и ортопедов [14, 152].

Основываясь на данных Европейского консенсуса лечения ДЦП, помимо ортопедической хирургии и нейрохирургии, выделяют следующие основные группы лечебных воздействий: ботулинотерапия, пероральная антиспастическая фармакотерапия, интратекальное введение баклофена, ортезирование, функциональная терапия (в том числе – физиотерапия, биологическая обратная связь) [2].

Современным фундаментом локальной антиспастической терапии у детей с ДЦП по праву можно считать ботулинотерапию. Вошедшие в практику с начала прошлого столетия инъекции ботекса стали «золотым стандартом» консервативной терапии спастических нарушений в большинстве стран мира [21, 136, 169]. Основным показанием к локальной ботулинотерапии является

наличие тонических установок конечностей и миогенных контрактур суставов [96]. Безусловным преимуществом данного метода является амбулаторный режим лечения даже при условии большого объема терапии. Безопасность ботулина позволяют опытным специалистам прибегать к достаточно «агрессивным», на первый взгляд, дозам препарата, для достижения оптимального эффекта [74]. Необходимость повышения дозировки, ввиду развившейся резистентности на вводимые препараты ботекса, по данным Swinney C. M. et al. возникает приблизительно у 22% пациентов [180]. Первая инъекция является самой эффективный и обычно дает наилучший результат, последующая терапия часто требует повышенных доз препарата и по сути закрепляет полученную ранее коррекцию [57]. При условии активной реабилитации и поддержании достаточного двигательного режима положительные эффекты ботулинотерапии сохраняются в течении 2-3 месяцев [170]. Локальные инъекции ботекса достоверно замедляют темпы формирования контрактур суставов у детей со спастическими нарушениями давая возможность отсрочить или даже отказаться от хирургического вмешательства [74, 169].

В клинической практике для борьбы с формирующимися контрактурами нижних конечностей используется гипсовая иммобилизация. Ряд специалистов рекомендует комбинировать локальные инъекции ботулина и наложение корригирующих гипсовых повязок [97, 106]. Часто вопрос о комбинировании гипса и ботулинотерапии зависит как от индивидуальных особенностей пациента, так и от опыта специалиста по гипсованию, а также типа используемых материалов [106]. Alper I. и Abdullah T. в своем исследовании подчеркивают позитивное влияние комбинированного подхода на реабилитацию детей с диплегией и повышение эффективности проводимой ботулинотерапии [70].

Использование баклофена (или баклофеновой помпы) с целью снижения спастичности применяются в основном у детей с тяжелыми двигательными

нарушениями давая возможность отсрочить оперативное лечение [60]. Пользовавшаяся популярностью в конце прошлого века селективная дорзальная ризотомия в качестве нейрохирургического подхода при неэффективности большинства консервативных методов, до сих пор является предметом многочисленных споров [180].

Биологическая обратная связь, как и роботизированные системы реабилитации на сегодняшний момент являются отличными средствами тренировки двигательного контроля у детей со спастическими нарушениями. Механизм такой терапии построен на усилении активности ослабленных мышц, увеличении синергии антогонистов, возрастает селекция мышечного контроля [124]. Немаловажным считается эмоциональный аспект подобной реабилитации [23]. Конечно, при всех плюсах такой терапии, ее эффект непродолжителен, поэтому данные методы являются лишь вспомогательными элементами антиспастической терапии [184].

Ортезирование - один из наиболее успешных и удобных средств индивидуальной реабилитации. Позволяя замедлить прогрессирование эквинуса стопы или усилить эффект от проводимой ботулинотерапии (являясь по сути иммобилизирующей конструкцией) ортез показывает достаточную эффективность у детей уже с 3-х летнего возраста [129]. Ряд исследователей рекомендует превентивное ношение ортезов при наличии гипертонуса икроножной мышцы с раннего возраста не более 12-ти часов в сутки [129, 162]. Ортезы помогая адаптировать ходьбу растущего ребенка под условия спастических нарушений усиливая проприоцептивные сигналы нижних конечностей, следственно улучшая ореинтацию в пространстве [129].

Среди многочисленных способов хирургического лечения контрактуры голеностопного сустава наибольшей популярностью пользуются открытая ахиллопластика и апоневротомия сухожильно-мышечной части икроножной мышцы [54]. Методики апоневротомии или рецессии икроножной мышцы считаются наиболее щадящими видами ахиллопластик и надежнее других

методов позволяют сохранить силу и функции трицепса голени, что положительно сказывает на толчковой фазе шага [131]. Решение о выполнении рецессии икроножной мышцы, в клинической практике, принимается по результатам Silfverskiöld теста. В спорных моментах данный тест производится после максимальной миорелаксации [181]. Ряд специалистов рекомендует выполнение электромиографии трицепса голени при ходьбе, для определения большей активности икроножной порции по сравнению с камбаловидной частью [81]. Rutz E. et al. в ходе проведения консенсуса по вопросу удлинения икроножной мышцы проводили 3D моделирование ходьбы у детей с ди- и гемиплегией [165]. Исследовали сделали вывод об равной эффективности открытой ахиллопластики и рецессии икроножной мышцы, большей диагностической точности при программном анализе походки и опасности гиперкоррекции тонических контрактур [165]. Длительная нагрузка увеличивающимся в процессе роста весом тела, вторичные дегенеративные изменения перерастянутой капсулы и связочного аппарата голеностопного сустава приводят к тяжелой ригидной деформации для коррекции которой требуется костно-пластическая хирургия [52].

Среди малоинвазивных методик рецессии икроножной мышцы наибольшей популярностью пользуются операции по Strayer, Vulpius, Baker и Baumann [54, 122, 191]. При операции Strayer рассечение апоневроза производится в поперечном направлении. Для тяжелой степени эквинусной деформации стоп – описаны операции по методике Baker или Vulpius. Как и в случае с методикой Strayer данные техники предполагают пересечение сухожильно-мышечного перехода, но уровень тенотомии в этом случае ниже средней трети голени, что помогает достичь большей коррекции. Методика по Vulpius представляет собой «v» образную ахиллопластику, для ахилотомии по Baker требуется выполнение приема tongue-in-groove («язык-в-пазу») [183]. Чуть менее широко применяемыми методиками являются закрытые ахиллопластики. Детям с неврологическим дефицитом выполняют перкутанные методы ахиллопластики по Hoke и White [191]. Основанные на

анатомических и физиологических особенностях волокон ахиллова сухожилия чрезкожные методы позволяют выполнять редрессацию икроножной мышцы при порциальной тенотомии [191]. Однако чрезкожная хирургия на уровне сухожилия в ряде случаев приводит к полному пересечению или разрыву волокон, что естественно крайне негативно сказывается на результатах оперативного лечения [65]. Открытая ахиллопластика остается методом с наибольшей разрешающей способностью и с успехом применяется при тяжелых, ригидных контрактурах голеностопного сустава [171]. При всех преимуществах и популярности z-образного удлинения ахиллова сухожилия нередкими остаются осложнения, связанные с чрезмерным ослаблением трицепса голени, что приводит к формированию пяточных деформаций и приседающей (crouch gate) походки [165].

Использование дистракционно-компрессионных аппаратов для устранения эквинуса стопы широко применяется при лечении рецидивов косолапости, однако использование подобных методик для детей с ДЦП не нашло должного отзыва у профильных специалистов [43]. Показания к применению аппаратов внешней фиксации для лечения контрактуры голеностопных суставов при ДЦП крайне ограничены и при наличии более надежных методов используются редко [107].

Невротомия двигательных ветвей большеберцового нерва рядом авторов описывается как дополнение к ахиллопластике которое призвано сократить количество рецидивов тонической контрактуры голеностопного сустава [145, 193]. Как и в случае с селективными дорзальными ризотомиями вопрос о необходимости подобных практик остается спорным ввиду частого формирования пяточных деформаций [145]. F. Miller и Bachrach S. J. отмечают, что у более чем трети пациентов невротомия дает отрицательную динамику двигательных возможностей и может приводить как к раннему

рецидиву, так и к ослаблению трицепса голени с формированием crouch походки [127].

Рецидивы эквинусной деформации по разным данным могут достигать 30-45%, [89, 155] в тоже время частота гиперкоррекций у детей, которым выполнялась открытая ахиллопластика достигала 75% [155]. В метаанализе 29 исследований Horsch A et al. [100] сообщается о 10-29% рецидивов по данным различных источников. Частота рецидивов эквинуса имеет зависимость от изначального возраста пациентов [171]. Исследователи описывают рецидивы контрактуры у более чем половины пациентов оперированых до 6-ти летнего возраста. 3D анализ походки и кинематические исследования говорят об улучшении основных фаз ходьбы после выполнения ахиллопластик, а также отмечают значимо большую частоту рецидивов деформации у пациентов с гемиплегией по сравнению с пациентами диплегами (20% против 45%) [153, 165]. Отмечается и необходимость чуть большей «хирургической агрессии» в отношении хирургического лечения контрактур у детей с гемиплегией и деликатного подхода к пациентам с диплегией [165]. Ряд авторов рекомендует профилактическое послеоперационное ортезирование конечностей конструкциями типа AFO (Ankle Foot Orthosis) и GRAFO (Ground Ankle Foot Orthosis), справедливо полагая, что данные конструкции позволят пациенту получить раннюю осевую нагрузку и как следствие сократить восстановительный период [155, 157].

В настоящее время не существует единой концепции лечения контрактуры голеностопного сустава у детей с ДЦП. Одним из основных вопросов является понимание четких границ перехода от консервативного ведения к оперативному лечению.

1.4 ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЭКВИНО-ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОП.

К настоящему моменту основными методиками хирургического лечения патологий стопы и голеностопного сустава являются: сухожильно-мышечные

пластики, корригирующие остеотомии костей стоп и голени, различные варианты артродезирующих операций, артроризы (артроэрезы), гемиэпифизиодез большеберцовой кости. Комбинирование перечисленных выше техник для каждого конкретного случая является крайне важным аспектом хирургического лечения деформаций стоп при ДЦП. [54]. В литературе подчеркивается важность оценки всех двигательных аспектов и общего состояния пациентов с ДЦП при планировании той или иной тактики оперативного лечения [35, 39, 129, 192].

Описание группы сухожильно-мышечных пластик при коррекции деформации стопы при спастических формах ДЦП можно начать с работ проведенных Босых В.Г. и Пчеляковым А.В. [6, 30]. В работе Босых В.Г. [6] успешные результаты после транспозиций малоберцовых и большеберцовых сухожилий наблюдались в 94% случаев (75 из 80 детей). Автор активно использовал как транспозиции сухожилий большеберцовых и малоберцовых мышцы, так и их пластики, а также капсулотомию суставов среднего и заднего отделов стопы. Методика Пчелякова А.В. [30] предполагала вмешательство на трёхглавой мышце голени, ахилловом сухожилии, сухожилиях задней большеберцовой-мышцы и длинного-сгибателя первого пальца стопы и связочном аппарате голеностопного сустава. Операция Kumar- Cowell-Ramsey [111], заслуживает внимание в первую очередь потому, что хирургическая техника изначально применявшееся для коррекции сложных случаев вертикальной таранной кости нашла свое отражение при лечении нейрогенных деформаций стоп [5, 31]. Вмешательство предполагает низведение пяточной кости, медиальный и латеральный релиз среднего отдела стопы, выделение сухожилия передней большеберцовой мышцы, с последующим его проведением через контрапертуру в шейке таранной кости. [194]. Использование этой методики хорошо освещено в работе Рыжикова Д.В. [32]. Автор получил хорошие результаты у 28-ми детей с ДЦП в возрасте до 5-ти лет при более чем двухлетнем сроке наблюдения.

Nather A. et al. описали хорошие результаты операций по удлинению малоберцовых сухожилий на 30 стопах [141]. Авторы подчеркивают, что данные методики целесообразны только у ходячих пациентов с нетяжелыми деформациями. Сторонники пластики малоберцовых сухожилий как одного из ведущих звеньев патогенеза нейрогенной вальгусной деформации все же подчеркивают необходимость сопутствующих техник, для непосредственной стабилизации заднего отдела стопы [86]. Несмотря на сообщения об удовлетворительных результатах лечения изолированных пластик малоберцовых и большеберцовых сухожилий, имеются свидетельства о частых рецидивах при использовании данных методов [105, 163]. Lashkouski U. et al. описывают разработанный ими способ вентрализации ахиллова сухожилия по средствам создания канала в теле пяточной кости [114]. Авторы описывают достоверно высокие клинико-рентгенологические и функциональные результаты без рецидивов в течение 12 месяцев наблюдения [114].

Большинство авторов сходятся во мнении, что в настоящий момент наибольшими перспективами обладают техники, предполагающие работу с костными структурами. [40, 41]. На этом фоне Kedem P. и David M. Scher рекомендуют рассматривать две основных тактики ведения деформаций стоп: ранние операции и отсроченную коррекцию [105]. Необходимость в ранних оперативных вмешательствах обуславливается профилактикой вторичных изменений костей стопы и раннего артроза. Такая тактика подразумевает хирургическую коррекцию до 7-ми летнего возраста, что в свою очередь влечет за собой возможное развитие рецидива в чуть более старшем возрасте. Альтернативный подход рекомендует воздержаться от операций на стопах до 10-ти летнего возраста во избежание повторных операций, которые могут оказать резко негативное влияние на развитие двигательных навыков ребенка в раннем возрасте. Kadhim M. и Miller F. Рекомендуют избегать

реконструктивных оперативных вмешательств на костях стопы до 8-ми лет при условии отсутствия болевой симптоматики [102].

Обсуждение группы костно-пластических оперативных вмешательств можно начать с остеотомий пяточной кости. Остеотоми по Evans пользуется наибольшей популярностью при лечении всех видов мобильной плоско-вальгусной деформации у детей с различными соматическими состояниями [82, 177]. Предложенная Evans D. в 1975 году операция быстро завоевала популярность у ортопедов по причине простоты выполнения и достаточной надежности [158]. Операция предполагает остеотомию в пяточной кости кпереди от подтаранного синуса и установку трансплантата в сформированный расщеп. Хотя сам Evans D. изначально позиционировал свою операцию как хирургию неврологически здоровых пациентов, последующие модификации его метода показали эффективность при множестве тяжелых патологий. Так в 1995 году Mosca V. изменяя подход к геометрии остеотомии сообщает о хороших результатах оперативного лечения 24 из 26 пациентов с ДЦП после 2-3 летнего периода наблюдения [134]. Позже сам автор и независимые исследователи смогли подтвердить эффективность подобных методик при лечении детей с ЭПВДС на фоне тяжелых неврологических расстройств [45, 133, 135]. Исследования механизмов коррекции свидетельствуют о восстановлении медиальной арки стопы и взаимоотношений в суставе Шопара за счет увеличения тракционных сил подошвенного апоневроза и изменения опорных точек стопы. [121, 178]. Luo, Chi-An, et al. исследовав 20 пациентов (30 стоп) с ДЦП в течении 11 летнего периода после остеотомии пятки по Evans отметили, что операция позволяет сохранить движения в подтаранном суставе, но имеет ограничение в объеме коррекции при тяжелых деформациях [121]. Исследование Kadhim M. et al. [103] подчеркивает, необходимость четкой селекции показаний к удлиняющей остеотомии пятки ввиду большого риска рецидивов у пациентов с тяжелыми деформациями и низким абилитационным потенциалом. Метод получил

широкое распространение в том числе и среди отечественных ортопедов [25, 38, 41]. Альтернативные варианты остеотомии пятки с медиализацией пяточного бугра (операция Dwyer) не нашли должного отклика у специалистов нейроортопедического профиля [63].

Конечно, помимо успешных результатов оперативного лечения исследователи отмечают и осложнения, связанные с остеотомией пяточной кости [41, 103, 178]. Умнов В.В. с соавторами отмечают в качестве технических ошибок перелом пяточной кости у основания sustentaculum tali, а также гиперкоррекцию с исходом варус стопы [41]. Kadhim M. et al. [103] сообщают о недостаточной коррекции, подвывихе пяточно-кубовидного сустава, а также длительно заживающих послеоперационных ранах ввиду общирного отека мягких тканей в области операции. Рецидивы вальгусной деформации по данным авторов чаще встречаются у детей с тяжелыми двигательными нарушениями. Lee I. H. et al. в своей работе на 202 пациентах показали, что с увеличением возраста пациентов растет и риск рецидива деформации [115]. Ригидные деформации стоп также можно отнести к противопоказаниям для выполнения подобных операций [178]. Использование аллотрансплантатов в качестве элемента дистракции имеет высокий риск несращения и, как следствие, рецидива вальгуса [115].

Операции, направленные на формирования артродезов как в наиболее уязвимых (таранно-пяточный, таранно-ладьевидный) суставах, так и замыкающий целые отделы стопы (трехсуставной артродез) широко представлены в литературе [53]. Пионерами в области артродезирующих вмешательств по праву считаются Ryerson E. (1923) и Lambrinudi, C. (1933), доложившие об успешных результатах после реконструкции стопы по средствам замыкания таранно- пяточного и Шопарова суставов [112, 166].

Такие обширные артродезирующие операции как трехсуставной артродез имеют ряд ограничений и прежде всего это возраст пациентов. Необходимость коррекции плоско-вальгусной деформации у детей требовал

поиска «щадящих» методов хирургии стопы. Решение было найдено одним из основоположников внесуставных артродезов Grice D. [91]. Норвежский ученый сообщил об успешных результатах оперативного лечения детей с паралитическими плоско-вальгусными деформациями стоп после внедрения гомотрансплантата в область sinus tarsi [92]. Главной особенностью операции Grice является внесуставной характер артродеза, что позволяет стопе ребенка продолжать активно развиваться без нарушения анатомических взаимоотношений. Метод Grice получил широкое распространение, активно модифицировался и успешно применялся даже при тяжелых деформациях стоп [59]. Отечественные специалисты в области нейроортопедии также активно используют данный метод как основной при коррекции ЭПВДС у детей с ДЦП [39]. Исследователи описывают полную коррекцию деформаций у детей начиная с 5-ти летнего возраста с тяжелыми двигательными нарушениями [40, 119]. В большинстве литературных источников сообщается об удовлетворительных исходах оперативного лечения и достижения коррекции у 75-91% пациентов [79, 93, 132]. Метод требует гипсовой иммобилизации на сроки от 6 до 10 недель в зависимости от типа металлофиксаторов.

Популярность и актуальность артродеза Grice подтверждается множеством исследований с хорошими исходами оперативного лечения и длительно сохраняющейся коррекцией [61, 119, 126, 132]. Конечно, методика не лишена недостатков, которые хорошо освещены в литературе. В части публикаций авторы отмечают трудности в прогнозировании исходов хирургической коррекции [93, 126, 133]. Mazis G. et al в своей публикации 2012 года [125] отмечали важность пространственной ориентации трансплантата. Исследователи описали наблюдение за 11 пациентами (16 стоп) в течении более чем 6 лет отмечая, что во всех случаях они ориентировали аутотрансплантат из малоберцовой строго перпендикулярно пяточной кости и параллельно оси бедра. Авторами так же подчеркивается,

что чаще всего неудовлетворительные результаты операций связаны с резорбцией трансплантата. Резорбция костного трансплантата в sinus tarsi описывается и рядом других авторов [84, 186]. хотя подчеркивается, что лизис аутотрансплантата не всегда приводит к потере коррекции. Умнов В.В. отмечает, что при использовании аутотрансплантата из малоберцовой кости крайне важна зона резекции последней [40]. Отечественные исследователи указывают на возникновение нестабильности межберцового синдесмоза и, как следствие, голеностопного сустава ввиду низкого уровня забора малоберцового трансплантата. Рекомендуется ориентироваться на забор сегмента малоберцовой кости между средней и нижней третью голени [40].

Некоторые публикации описывают поиск видов трансплантатов как один из способов борьбы с нарушением консолидации [99, 173, 190]. Shah A. et al. Получая 83% полных сращений при использовании различных аутотрансплантатов и 88% без использования трансплантатов, исследователи пришли к выводу, что в некоторых случаях надежная металлофиксация таранной и пяточной кости достаточно для получения удовлетворительных результатов операции Имеются сообщения об успешном использовании аллотрансплантатов. В 2010 году Кенис В.М. выполняя подтаранный артродез использовал биодеградируемые импланты у 5 пациентов (8 стоп) с ЭПВДС на фоне ДЦП [16]. В исследовании сообщается о достижении полной коррекции деформации и отсутствии осложнений за период 12 месяцев наблюдения. В 2017 году подобные исследования проводили Авдеев А. К. и соавторы [1]. Исследователи описывают наблюдение за 46 пациентами с деформациями стоп на фоне ДЦП до и после оперативного вмешательства (срок наблюдения 6 месяцев) с использованием импланта на основе поли-L-лактида-когликолида. У всех исследуемых пациентов была достигнута достаточная коррекция, однако необходимы исследования с более пролонгированным наблюдением. В иностранной литературе также есть сообщения об успешном

использовании биорезорбируемых фиксаторах с успешными результатами [156].

В работе Herrera-Pérez M. et al. [99] по изучению различных способов фиксации трансплантата в подтаранном синусе сообщается о 88% (29 из 33 стоп) полных сращений при использовании канюлированных винтов. Авторы уделяют особое внимание качеству металлофиксаторов и отмечают необходимость в правильном подборе инструментария для оперативного вмешательства. Нарушение стабильности металлофиксаторов ввиду деформации или перелома отмечаются редко, а комбинирование техник винтовой фиксации и различных аутотрансплантатов дают высокие результаты [61, 174, 199]. Waizy. H с соавторами использовали спицы для временной фиксации трансплантата получив отличные результаты в 67% случаев [192]. Авторами так же отмечена большая прогнозируемость результата для детей с тяжелыми неврологическими расстройствами по сравнению с остеотомией пяточной кости по Evans. Временная фиксация трансплантата спицами имеет большую освещенность в отечественных публикациях [40, 119].

Гиперкоррекции это так же одна из основных проблем в прогнозировании исходов оперативного лечения при выполнении таранно-пяточного артродеза [126, 186]. В среднем, частота гиперкоррекций при использовании артродеза Grice по разным данным варьируется от 5 до 15% [59, 126]. В качестве профилактиктики данного осложнения специалистами рекомендуется выполнение сопутствующих хирургических техник, таких как остеотомия клиновидной и первой плюсневой кости [126].

Под термином артроэрез принято понимать группу оперативных вмешательств (в основном в области таранно-пяточного сустава) целью которой является элевации таранной кости [8, 35, 150]. Термин артроэрез чаще применяется для описания оперативных вмешательств с использованием временных блокирующих имплантов [56]. Подтаранный артроэрез крайне

популярен в хирургии идиопатической плоско-вальгусной стопы у детей. В обзоре Needleman R. Отмечается, что частота осложнений при использовании артроэреза в детской практике не превышает 10% [142]. В основном, при выполнении подтаранного артроэреза используются винтовые, самоблокирующиеся импланты [73]. Использование скоб для фиксации таранно-пяточной области не получило должного развития в педиатрической практике из-за риска нарушения роста костей [138]. Современные исследования Elbarbary H. с соавторами подтверждают лидирующие позиции артроэреза в лечении мобильной плоско-вальгусной деформации у детей доводя положительные исходы оперативного лечения до 90% [78].

В тоже время существует множество споров о целесообразности применения артроэреза у детей с ДЦП [73, 179]. Kubo. H et al. исследовав 149 исходов оперативного лечения плоско-вальгусной деформации как у здоровых так и у детей с ДЦП пришли к выводу что нет разницы между нейрогенной и идиопатической деформацией [110]. Исследователи de Retana. P et al. [73] напротив говорят о большем количестве рецидивов у пациентов со спастическими нарушениями. Авторы скептически подходят обширности использования артроэреза и рекомендуют пересмотреть показания к операции у детей с ДЦП. Сравнивая артроэрез титановым имплантом и артродез по Grice Слизовский Г. с соавторами [36] приходят к выводам о сопоставимости методов и выделяют преимущества атроэреза как менее травматичного способа коррекции.

Из нестандартных подходов к методам коррекции ЭПВДС у детей с ДЦП можно выделить операцию по удалению ладьевидной кости (навикулэктомия) [76]. В исследовании Dussa. C 30 детям (44 стопы) было проведено удаление ладьевидной кости с использованием сопутствующих техник (различных видов артродеза). Удовлетворительный результат операции был достигнут в 81% случаев, однако авторы предупреждают, что

изолированная навикулектомия не может быть надежным способом коррекции ЭПВДС [76].

В большинстве литературных источников при тяжелых случаях деформации стоп у детей с ДЦП после 14-ти лет рекомендуется выполнение трехсуставного артродеза стопы [137, 196]. Возраст пациента не случайно имеет значение поскольку отмечается, что замыкание такого количества суставов в раннем возрасте приводит к нарушению роста и развития стопы [185]. Трехсуставной артродез показан при ригидных деформациях с выраженным болевым синдромом и нарушением опорности стопы. Большинством специалистов рекомендуется внутренняя металлофиксация, для быстрой иммобилизации пациента и сокращение восстановительного периода [24, 104, 109]. Как зарубежные, так и отечественные исследователи подчеркивают надежность метода при коррекции многоплоскостных деформаций стоп у пациентов с ДЦП [24, 185]. Даже в случае формирования ложного сустава или нарушения консолидации – нестабильности и вызванного ей болевого синдрома как правило не наблюдается. Продольные исследования Bourelle, S. и Salzman C. сообщают о высоких рисках (от 6 до 84%) дегенеративных процессов голеностопного сустава через 10 лет после реконструктивных операций на основе трехсуставного артродеза [61, 167]. Рекомендуется улучшать визуализацию и доступ к деформации дополняя стандартный латеральный разрез медиальным. Ряд авторов наблюдал выраженный болевой синдром в 20-57% случаев после проведения радикальных, артродезирующих операций на стопе [61, 85, 104, 109].

Применение методик управляемого роста (гемиэпифизиодеза) для коррекции осевых деформаций имеет широкое распространение [28]. Цель данного метода – скорригировать ось берцовых костей для изменения нагрузки и взаимоотношений в подлежащих суставах. Во младшем возрасте временная остановка роста медиального физиса, после чего скобки (или винты) удаляются. Пациентам, приближающимся к пубертатному периоду,

требуется постоянный эпифизиодез [75, 195]. Важно отметить, что ведущим преимуществом данного метода является отсутствие необходимости в мобилизации, что крайне положительно сказывается на реабилитации пациентов с ДЦП [75]. Конечно, как изолированный метод гемиэпифизиодез имеет ряд критических недостатков и не способен устранить главное звено патогенеза – нестабильность медиальной колонны стопы [176]. На настоящий момент коррекция вальгуса стопы при помощи динамического управления ростом голени является перспективным методом, требующим дальнейших исследований.

Таким образом, более чем вековая история изучения эквино-плоско-вальгусной деформации стоп у детей с ДЦП оставляет еще множество нерешенных задач. Появление новых методов анализа биомеханических аспектов ходьбы и анализа патогенеза как отвечают на большинство вопросов, так и нуждаются в более глубоком анализа проблемы. Актуальным является создание четких патогенетических критериев лечения деформации стопы. Многолетний исследования широчайшего арсенала хирургических методов коррекции контрактуры голеностопного сустава и нестабильности медиальной арки стопы требуют систематизации и конкретики в выборе тактики оперативного лечения с учетом индивидуальных особенностей пациентов. Важным остается вопрос целесообразности оперативного лечения на каждом из этапов развития ребенка и оценка динамики прогрессирования деформации с учетом многофакторности патогенеза. Уточнения также требует объем оперативного вмешательства с учетом возраста, двигательных нарушений и тяжести деформации. Первостепенной задачей хирургии деформаций стоп на фоне ДЦП является долгосрочная коррекция. Необходимо дальнейшее усовершенствование методов оперативного лечения на костном и сухожильно-мышечном компонентах эквино-плоско-вальгусной деформации стоп на фоне ДЦП для повышения качества и прогнозируемости результатов.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПП ИССЛЕДОВАНИЯ.

Данное исследование проводилось на базе нейроортопедического отделения с ортопедией (зав. отделением – д.м.н., Жердев К.В.) Федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации (директор – д.м.н., профессор Фисенко А.П.). В период с 2008 по 2022 год в нейроортопедическом отделении с ортопедией ФГАУ «НМИЦ Здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, наблюдалось 326 детей с эквино-плоско-вальгусной деформацией стоп на фоне ДЦП. Для исследования нами было обследовано 108 детей (194 стопы) которые наблюдались в предоперационном периоде, а затем в течение 32±3 послеоперационных месяца.

Критериями включения являлись:

- Неврологически подтвержденный диагноз диплегии, гемипареза или тетрапареза на фоне спастической формы ДЦП;
- Наличие эквино-плоско-вальгусной деформации стопы; возраст пациентов с 4-х до 12 лет;
- Развитие моторных навыков с I по III уровень по GMFCS;
- Мобильный тип деформации стоп;
- Отсутствие оперативных вмешательств по поводу ЭПВДС в анамнезе;
- Отсутствие тяжелых врожденных аномалий развития стоп.

Критериями исключения были:

- Гиперкинетическая и атонически- астатическая формы ДЦП;
- Отсутствие клинико-рентгенологической картины деформации стоп;
- Уровень двигательных нарушений по GMFCS с IV по V;
- Отсутствие возможности выполнять шаговые движения с осевой нагрузкой на стопы;

- Отказ родителей ребенка от продолжения участия в исследовании;
- Соматическое состояние пациента, не позволяющее выполнить оперативное лечение.
- Тяжелые врожденные аномалии развития стоп.

Согласно дизайну двунаправленного (ретро- и проспективного) исследования, представленному на **рисунке 2.1.1.**, нами были набраны две группы (группа 1 – 46 детей (82 стопы); группа 2 – 62 ребенка (112 стоп)) исследования по способу оперативного лечения. Для определения целевых показателей отдельно была набрана группа из 40 неврологически здоровых детей (71 стопа) не имевших деформаций стоп и диагностированной неврологической патологии. Во всех группах была проведена оценка клинических параметров заднего и среднего отдела стопы, объема движений в голеностопных суставах, рентгенологическая ангулометрия.

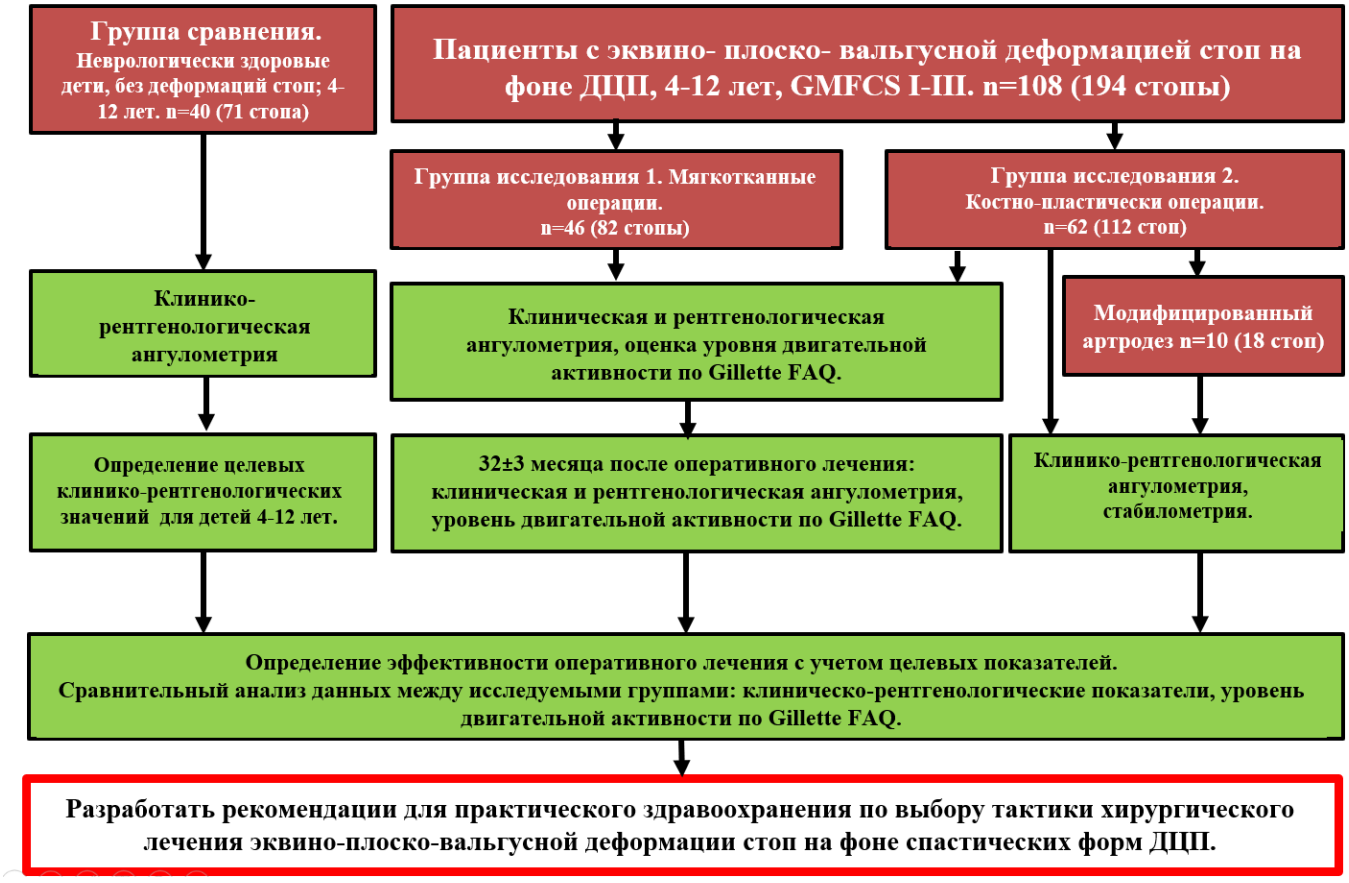


Рис.2.1.1. Дизайн исследования.

В группах исследования дополнительно проводилась оценка двигательной активности по шкале-опроснику Gillette FAQ до оперативного лечения и по истечению 32±3 месяцев катамнестического наблюдения. Части пациентов (20 детей) с выраженным гипертонусом малоберцовых мышц и укорочением малоберцовых сухожилий было проведено стабилометрическое исследование. 10 пациентов из группы исследования 2 были прооперированы модифицированной операцией подтаранного артродеза (Патент РФ №2734992).

В литературе нет данных о референсных значениях клинико-рентгенологических показателей стоп для возрастного периода 4-12 лет. Для установления целевых значений клинических и рентгенографических угловых параметров деформации была сформирована группа сравнения из 40 детей в возрасте от 4 до 12 лет. Основная часть детей из группы сравнения (77,5%; n=31) была обследована в рамках диагностического поиска остеохондромных образований в связи с диагностированной множественной экзостозной хондродисплазией (**рис. 2.1.2.**).

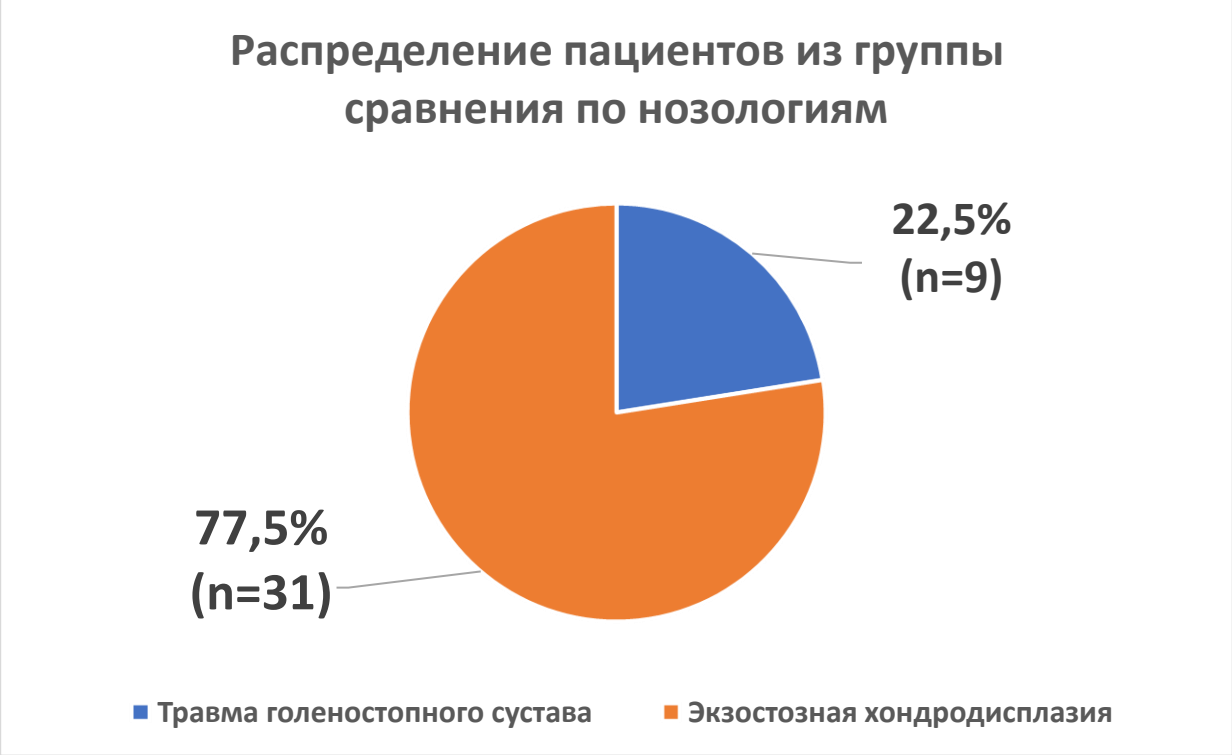


Рис.2.1.2. Распределение детей из исследуемых групп по полу.

22,5% детей (n=9) были обследованы на наличие костно-травматических повреждений при травме связочного аппарата одной стопы (**рис. 2.1.2.**). Травма костей голени и стопы, наличие остеохондромных образований, деформирующих кости стопы в исследуемой области, являлись критериями исключения детей из исследования.

По полу пациенты распределялись следующим образом: группу исследования 1 – 54,35% (n=25) составляли мальчики и 45,65% (n=21) девочек; в группе исследования 2 так же преобладали пациенты мужского пола 61,29% (n=38), соответственно девочек было 38,71% (n=24). Контрольную группу составляли 47,5% (n=19) девочек и 52,5% (n=21) мальчиков. На **рис. 2.1.3** представлены графики распределения пациентов по полу.



Рис.2.1.3. Распределение детей из исследуемых групп по полу.

Возраст пациентов в группе исследования 1 составлял 7,67±2,31 лет, в группе исследования 2 8,13±2,25 лет. Возраст детей из группы сравнения был сопоставим и составлял 7,21±2,19 лет (**рис. 2.1.4.**).

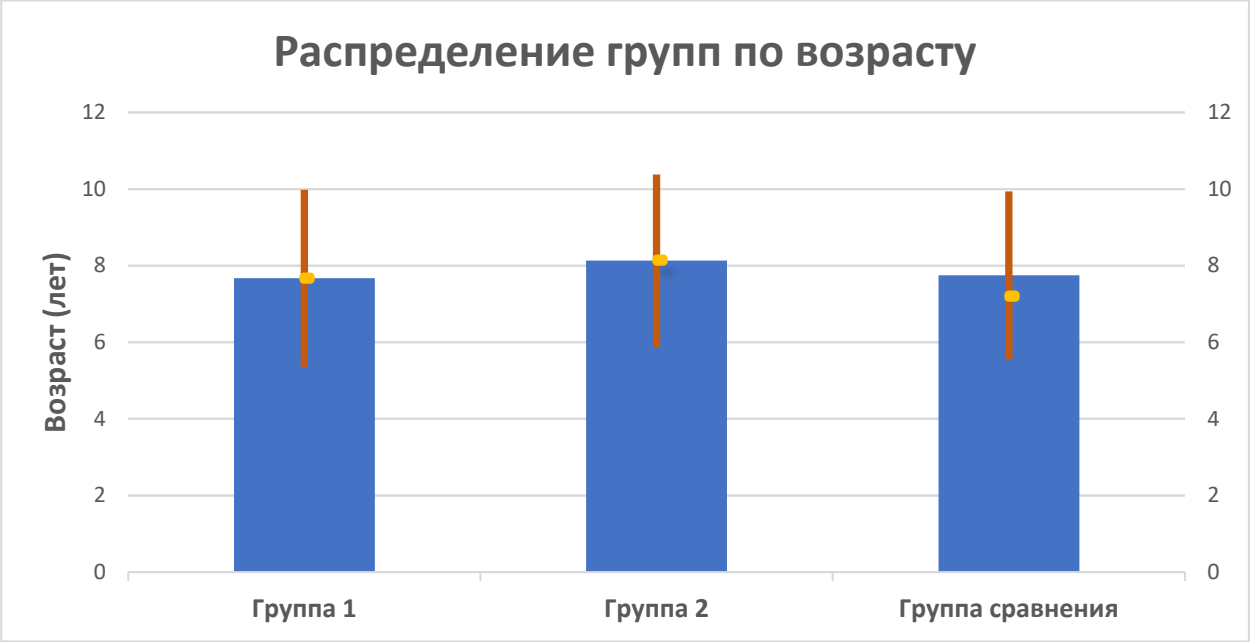


Рис.2.1.4. Распределение пациентов по возрасту.

С учетом топической классификации нарушений при ДЦП пациенты с гемипарезом составляли - 9,26 % (n=10), диплегией – 78,8 % (n=84), а тетрапарезом - 12,9 % (n=14). Подробное распределение по группам представлено на **рис. 2.1.5.**

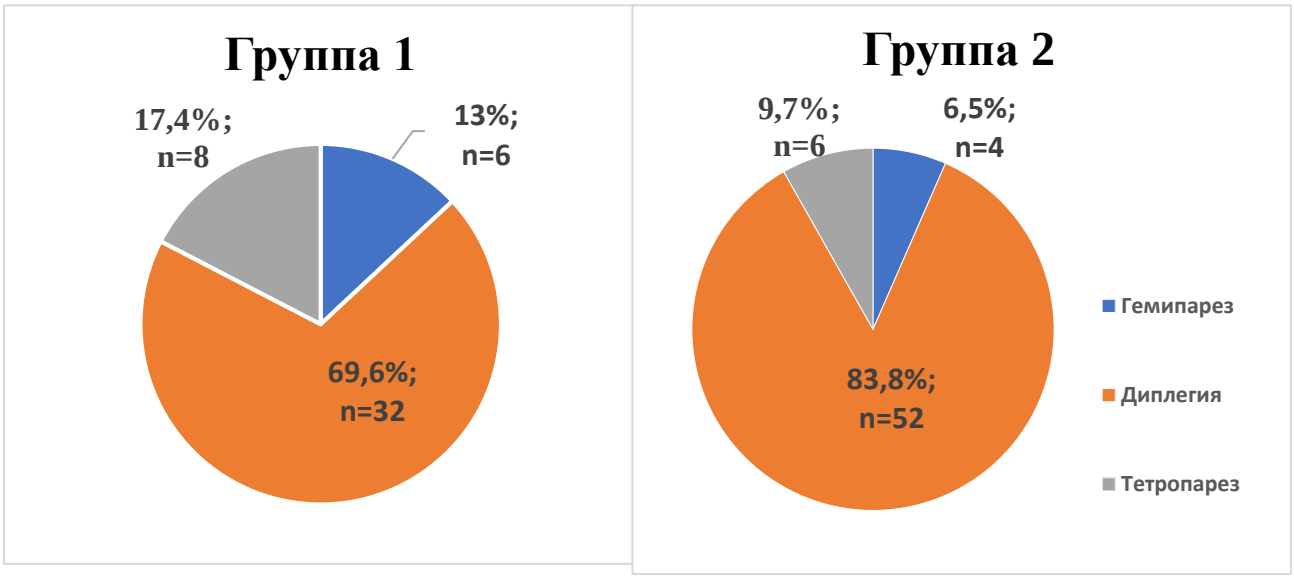


Рис.2.1.5. Структура топики неврологического поражения

Детям из исследуемых групп в обязательном порядке было проведено обследование врачами неврологами с оценкой двигательных нарушений по системе GMFCS (Gross Motor Function Classification System) [74, 184].

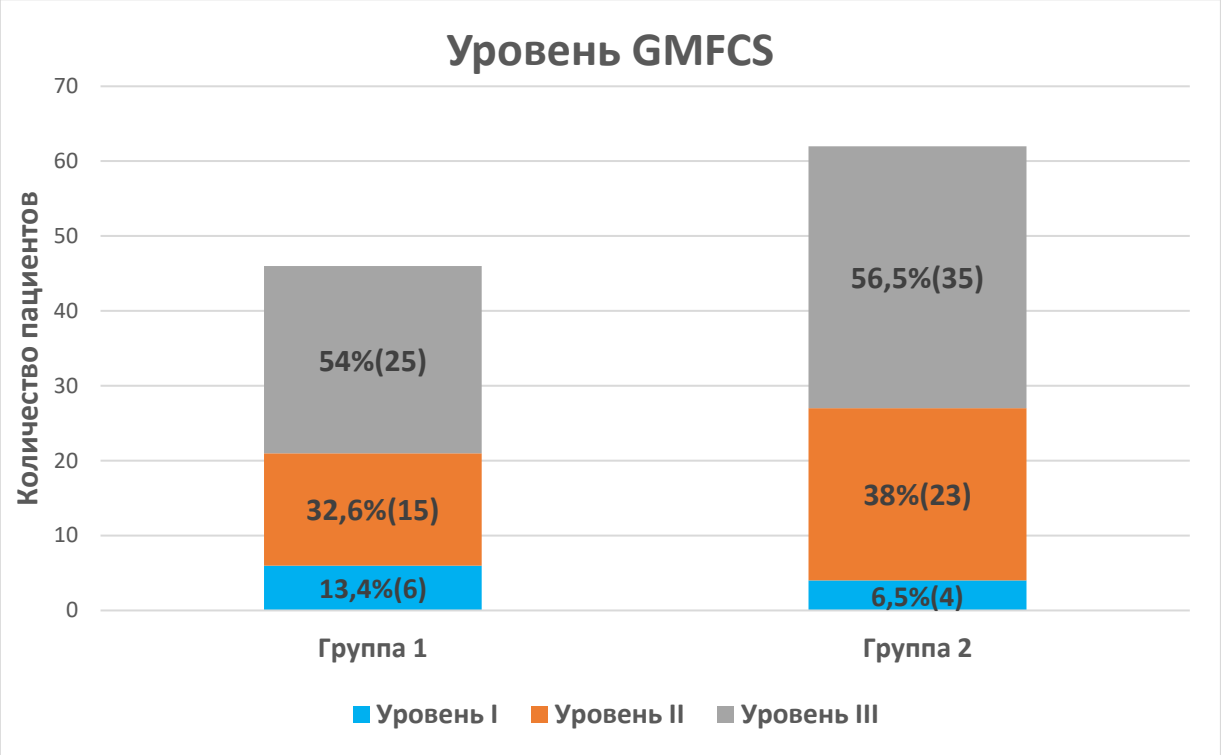


Рис.2.1.6. Распределение пациентов исследуемых групп по уровню «больших» моторных навыков.

Распределение пациентов исследуемых групп по уровню двигательного развития представлено на **рис. 2.1.6.** и выглядело следующим образом: I уровень – 9,3% (n=10); II уровень – 35,2% (n=38); III уровень – 55,5% (n=60).

Классификация GMFCS позволяет достоверно оценить абилитационный потенциал ребенка, что так же учитывалось при планировании оперативного лечения и оценке послеоперационных результатов. Согласно этой классификации, выделяют 5 уровней нарушения основных двигательных функций. Основные принципы выделения пациентов в один из уровней GMFCS представлены ниже (также **рис.2.1.7.)**:

Уровень 1 - Самостоятельная ходьба без ограничений; Уровень 2 - Самостоятельная ходьба с ограничениями; Уровень 3 - Ходьба с дополнительными средствами опоры; Уровень 4 - Самостоятельное

перемещение в коляске; Уровень 5 - Перемещение только с посторонней помощью.

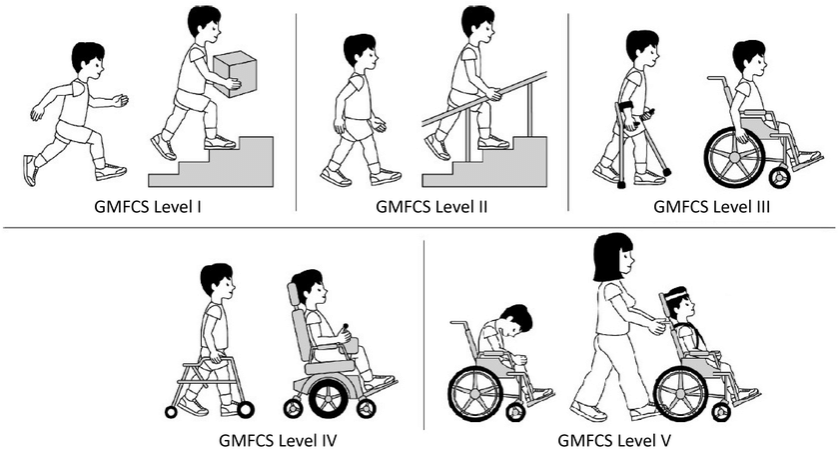


Рис.2.1.7. Различия двигательной активности между уровнями моторных навыков [154].

Для исследования нами были отобраны пациенты I- III уровня развития моторных навыков по GMFCS. Абилитационные возможности таких пациентов позволяют им эффективно вертикализироватся и самостоятельно передвигаться, как с использованием индивидуальных ортезирующих конструкции и технических средств опоры (ортезы, опорные трости, ходунки), так и без них.

Отобранные нами группы были репрезентативны по полу и возрасту в соответствии с имеющимися мировыми эпидемиологическими данными [146].

Хирургические методы в группе 1 базировались на коррекции связочного аппарата стопы с применением техник транспозиции сухожилий (модификация методики Kumar-Kowel-Ramsey (1986) [111], удлиняющей и укорачивающей пластики сухожилий, тенолигаментокапсулотомии (включающей артролиз суставов заднего отдела стопы и шопарова сустава), ахиллопластики (дистальной апоневротомии трицепса голени или Z-образной ахиллопластики).

Основным методом хирургической коррекции в группе исследования 2 был таранно-пяточный артродез по методике Grice (1952) [91]. В качестве

костного аутотрансплантата для формирования артродеза мы использовали часть малоберцовой кости размерами от 12 до 23 мм. 10 пациентам с гипертонусом малоберцовых мышц и укорочением малоберцовых сухожилий была выполнен модифицированный метод подтаранного артроэроэреза (Патент РФ №2734992). Предложенная нами модификация дополняла основной пластики сухожилий малоберцовых и задней большеберцовой мышц, а также медиального релиза связочного аппарата стопы. Контрактура голеностопного сустава в этой группе устранялась с применение селективных методов апоневротомии или открытой Z-образной ахиллопластики.

В дооперационном периоде, части пациентам исследуемых групп требовалась этапная хирургическая коррекция возникающих двигательных нарушений. Пациентам из исследуемых групп проводились оперативные вмешательства по поводу вывихов бедер, контрактур тазобедренных и коленных суставов. Имела место ЭПВДС после коррекции эквино-варусной деформации стопы.

2.2 КЛИНИЧЕСКИЙ ОСМОТР

Оценка ортопедического статуса пациента и гониометрии нижних конечностей проводилась на дооперационном этапе и через 32±3 месяца после хирургической коррекции.

Клиническое обследование пациента начинается со сбора анамнестических данных. Все дети исследуемых групп проходили предварительное неврологическое обследование с консультацией врача невролога. Неврологический диагноз в обязательном порядке должен был содержать форму ДЦП (спастическую, атонически-астатическую, гиперкенетическую или смешанную), топику поражения, уровень двигательных навыков по шкале GMFCS (Gross Motor Function Classification System), и уровень моторных навыков верхних конечностей по MACS (Manual Ability Classification System) [98]. Так же учитывалось наличие

сопутствующих неврологических патологий и заболеваний иных органов и систем. Точный сбор анамнестических данных позволяет выполнять оперативное лечение в прогностически «выгодный» период с учетом возраста, неврологического статуса, тяжести состояния, жалоб ребенка, а также эффективности ботулинотерапии и функциональных методов реабилитации.

Инфографика на **рис. 2.2.1.** обозначает основные периоды в реабилитации пациентов с ДЦП. Такая система дает возможность специалистам избирать наиболее эффективный подход в лечении возникающих патологических установок и контрактур конечностей ориентируясь на уровень двигательного развития и возрастной период.

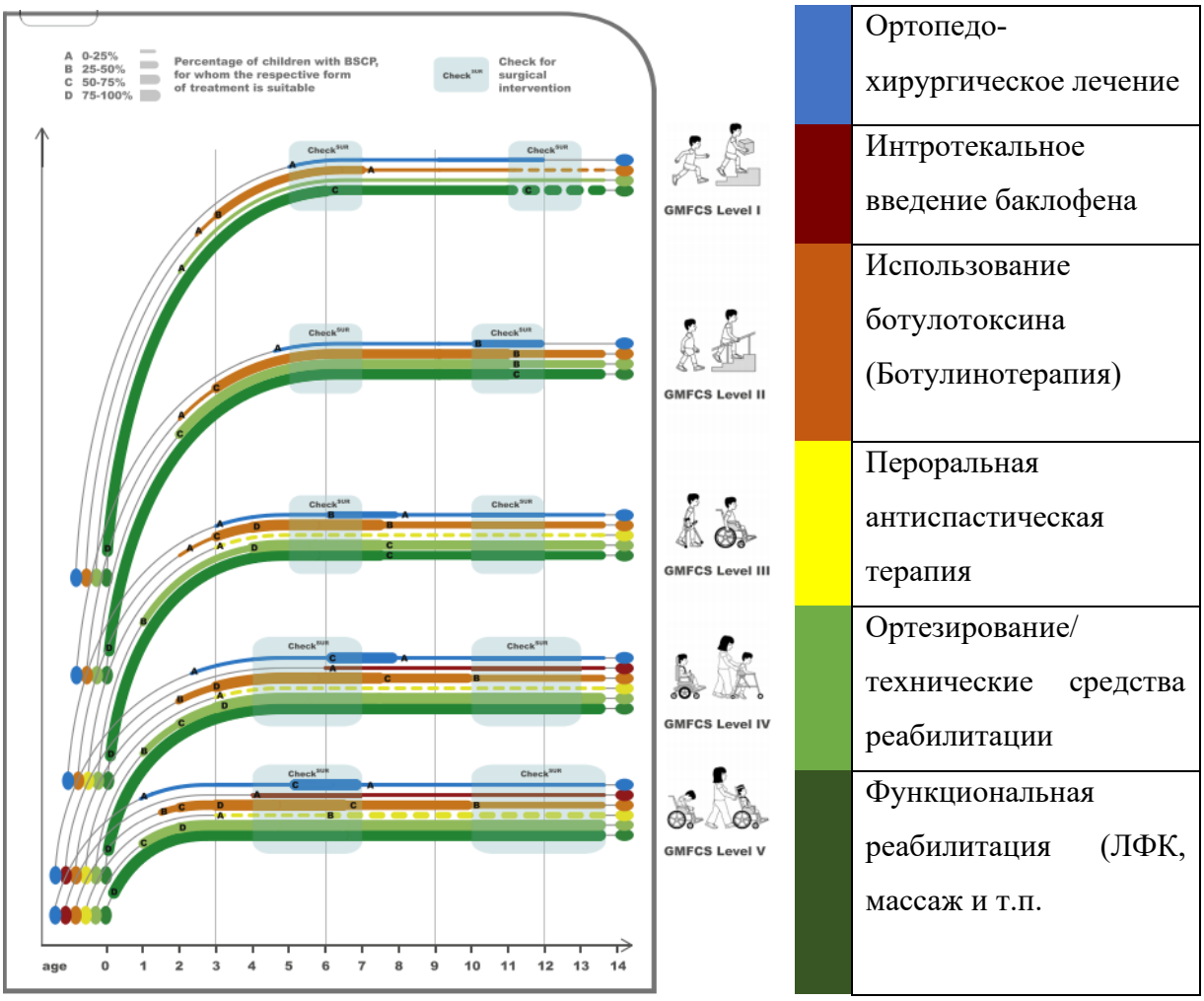


Рис.2.2.1. График методов лечения детей с ДЦП (European Consensus 2009) [98].

Клинический осмотр позволял расставить акценты в определении двигательных нарушений и избрать оптимальную тактику этапного хирургического лечения. Нередко пациентам с ДЦП требуется выполнение симультанных операций на разных уровнях конечностей за одну хирургическую сессию руководствуясь принципами SEMLS (Single - Event Multilevel Surgery) [182]. В нашем исследовании не было пациентов, нуждающихся в многоуровневых вмешательствах. Проведение ортопедического осмотра и функциональных тестов в совокупности с инструментальными методами исследования, позволяет определить наиболее уязвимые двигательные сегменты. Таким образом тяжелая патология тазобедренных и коленных суставов устраняется в первую очередь поскольку эти сегменты больше других влияют на дальнейшую абилитацию ребенка с ДЦП.

Основными жалобами пациентов с ДЦП является невозможность самостоятельного удержания позы в вертикальном положении и нарушение походки. Наличие патологических установок нижних конечностей приводит деформациям и, как следствие, новым жалобам. Дети с ДЦП вплоть до 15 лет могут не предъявлять никаких жалоб, связанных с болями в конечностях и, в частности, стопах. В нашем исследовании 20,4% (n=22) пациентов из исследуемых групп предъявляли жалобы на боли в стопах при нагрузке. Болевой синдром в стопах и тяжелая деформация, не позволяющая эффективно ортезироваться - являются достаточным показанием для оперативного лечения. В ряде случаев хирургия ЭПВДС у детей с ДЦП носит превентивный характер. Наличие контрактуры в голеностопном суставе, омазолистостей и «натоптышей» в области таранной и ладьевидной костей, выраженное чувство усталости в мышцах голени при ходьбе оказывают крайне негативное влияние на реабилитацию детей с ДЦП. Клиническими показаниями к оперативному лечению деформаций стоп являются: ограничение тыльной флексии (менее 5°) в голеностопном суставе, пронация пятки более 15°.

Осмотр начинался с определения двигательных возможностей ребенка. В нашем исследовании все дети обладали достаточными двигательными навыками для того, чтобы вертикализироваться и передвигаться как самостоятельно, так и с поддержкой. Использования активной (при помощи родителей) или пассивной (с использованием технических средств) поддержки при вертикализации и движении это важный критерий в оценке результатов лечения.

Оценка движений в верхних конечностях проводилась в плановом порядке всем детям исследуемых групп. Сгибательные установки локтевых и лучезапястных суставов — это часто встречаемое состояние у детей со спастическими формами ДЦП, редко требующее оперативного вмешательства.

Объем активных и пассивных движений оценивается при помощи гониометра по методикам, описанным Марксом В.О. (1978), Капанджи А.И. (2010) [13, 26]. Движения в тазобедренных суставах оцениваются в 3-х плоскостях: сагитальной, фронтальной и поперечной (аксиальной). Особое внимание уделяется на разгибание, отведение и внутреннюю ротацию бедра. Проводятся тесты на отводящие мышцы бедра, m. iliopsoas. Движения в коленном суставе одноосные поэтому важно в первую очередь определить объем пассивного разгибания. Для определения вовлеченности в формирование контрактуры мышц сгибателей бедра проводят hamstring тест. Укорочение m. rectus femoris, при высоком стоянии надколенника, оценивают с помощью теста Дункан-Эли.

В голеностопном суставе различают два вида движения: тыльное и подошвенное сгибание (флексия). Угломер устанавливается в сагиттальной плоскости шарниром касаясь внутренней или наружной лодыжки. Измеряется угол между срединной осью голени по линии, являющейся проекцией между передней и задней точками опоры стопы (**рис. 2.2.2. В, Г**). Угол пронации и супинации стопы определяется при осевой нагрузке на стопы. Пронация и

супинация заднего отдела стопы — это угол наклона бугра пяточной кости по отношению к срединной линии ахиллова сухожилия (**рис.2.2.2 А, Б**)

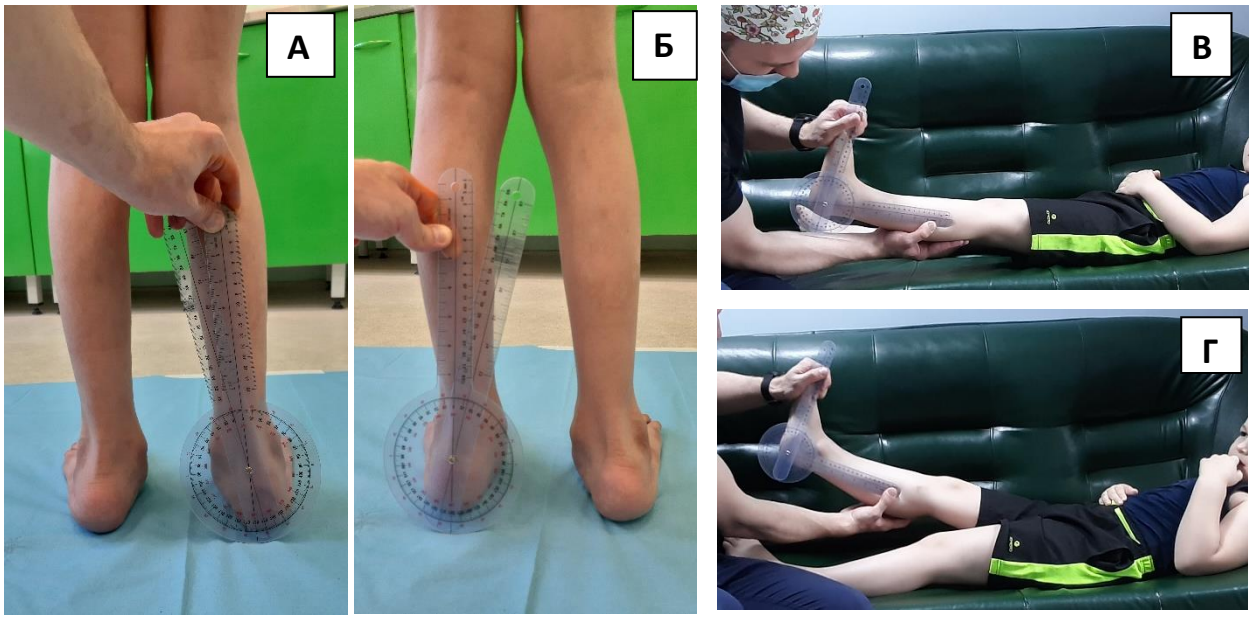


Рис.2.2.2. А, Б – определение угла пронации пятки при нагрузке при помощи угломера. В, Г –угол тыльной флексии определяется гониометром при пассивном сгибании в голеностопном суставе.

Движения в голеностопном суставе оценивались в сагиттальной плоскости. В норме объем тыльной флексии стопы составляет от 15 до 20°, для ребенка с ДЦП приемлемой аплитудой движения является 10°. Ограничение движения в голеностопном суставе не позволяющее создать острый угол между берцовыми костями и костями стопы (менее 90°) считается контрактурой. В этом случае, при неэффективности консервативных методов, указанных выше, показано оперативное вмешательство. В контрактуру голеностопного сустава всегда вовлечены головки m. gastrocnemius, но для определения степени вовлеченности m. soleus проводят трицепс тест голени или тест Silfverskiöld. Для проведения теста пациент ложится на спину, а исследователь, удерживая передний и средний отделы стопы выполняет тыльное сгибание в голеностопном суставе при максимально разогнутом коленном суставе (**рис. 2.2.3. А**). Фиксируя показания гониометра, исследователь просит пациента расслабиться и сгибая коленный сустав до 90° и снова производит пассивное тыльное сгибание в голеностопном суставе.

Увеличение амплитуды тыльной флексии более чем на 5° (<90°), на примере **рис. 2.2.3. Б**, при проведении Silfverskiöld теста свидетельствует об отсутствии вовлеченности камбаловидной мышцы в контрактуру голеностопного сустава.

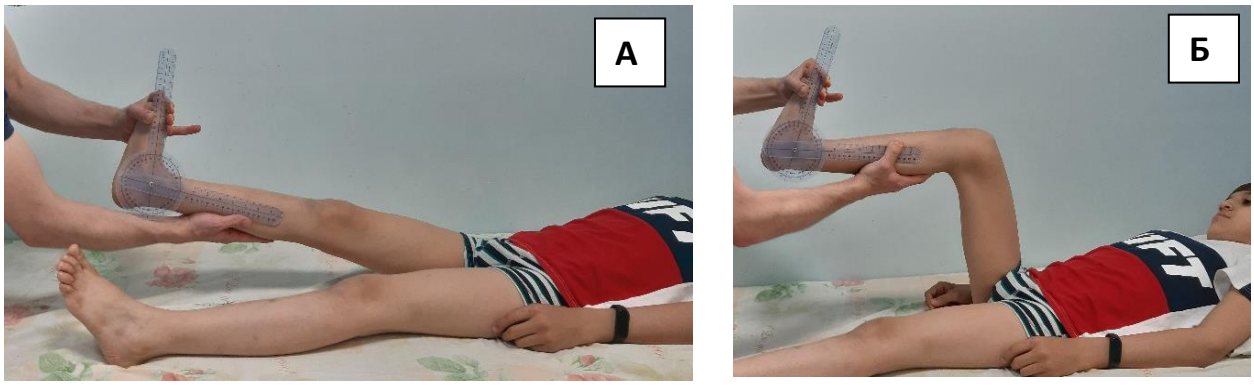


Рис.2.2.3. А – ограничение пассивной тыльной флексии стопы (более 90°); Б –увеличение амплитуды движения в голеностопном суставе при сгибании колена.

Дети с неврологическим дефицитом могут крайне негативно относятся к осмотру и не позволяют достоверно выполнить Silfverskiöld тест. В этом случае окончательное решение об объеме хирургической инвазии принимается после полной релаксации пациента при помощи ингаляционных анестетиков (например препаратами севофлурана). Неверно выбранная методика устранения эквинусной контрактуры, чрезмерная хирургическая агрессия, может повлечь за собой ятрогенное снижение функции трицепса голени. Избыточное удлинение ахиллова сухожилия приводит к формированию пяточной деформации стопы и crouch gate походки, что в свою очередь крайне негативно сказывается на двигательных возможностях ребенка [9].

В **таблице 2.2.1** указаны исходные клинические параметры в группах исследования. Поскольку статистических различий между дооперационными данным в группах исследования не было в дальнейшем мы объединили данные в одну контрольную группу для удобства.

Таблица 2.2.1. Исходные (предоперационные) клинические параметры деформации стоп.

Рентген-ангулометрические показатели Mean±σ (min-max)	**Угловые параметры** **(в град.; °)** **Группа исследования 1.**	**Угловые параметры** **(в град.; °)** **Группа исследования 2.**
Пронация пятки	23,7±7,42 (15-48)	26,8±8,12 (16-51)
Silfverskiöld-тест	90,6±6,32 (75-115)	91,5±6,82 (75-115)

Оценивают амплитуду движений в суставах среднего и заднего отделов стопы: пассивную эверсию и инверсию стопы (**рис. 2.2.4. А, Б и рис. 2.2.5. А, Б**). Движения в заднем отделе совершаются преимущественно за счет таранно-пяточного сочленения, движения в среднем отделе за счет суставов Шопара и Листфранка.

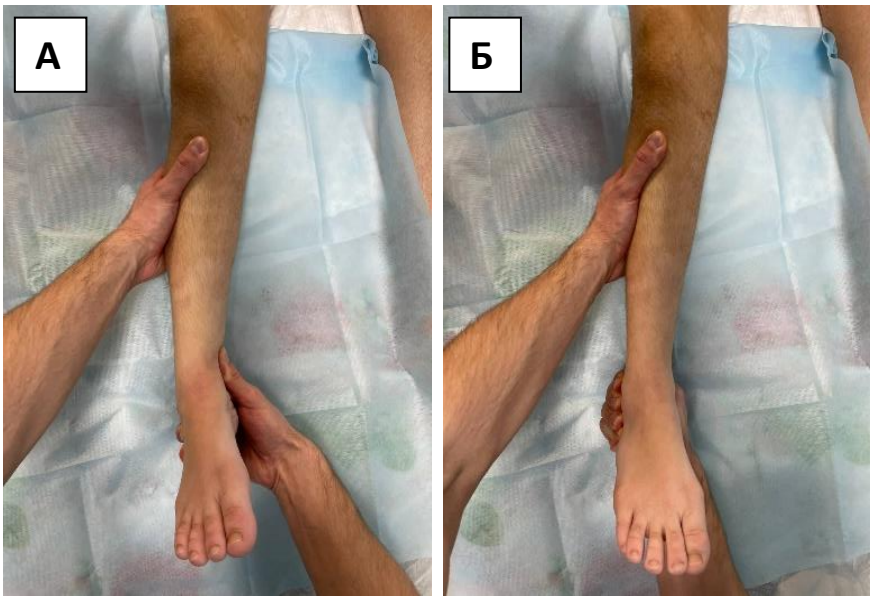


Рис.2.2.4. А – Пассивная инверсия заднего отдела стопы; Б – Пассивная эверсия заднего отдела стопы

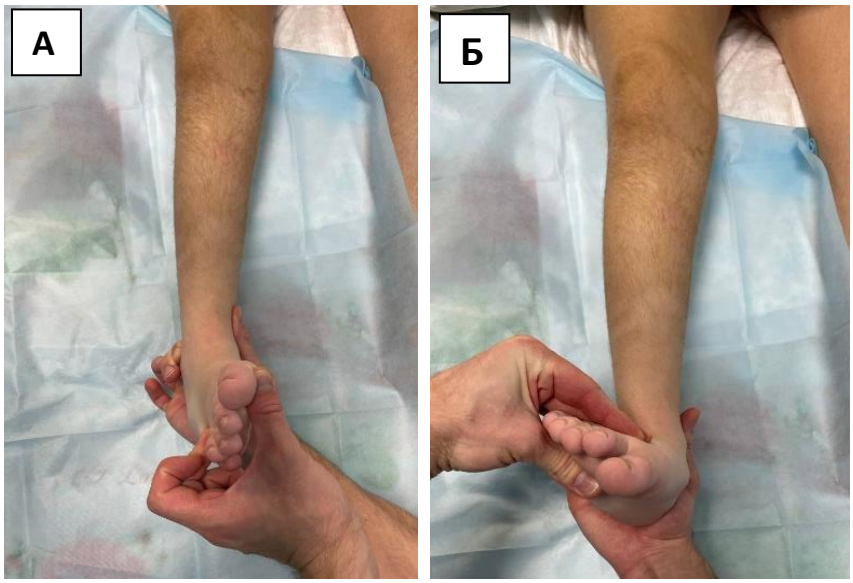


Рис.2.2.5. А – Пассивная инверсия переднего отдела стопы; Б – Пассивная эверсия переднего отдела стопы

Для определения мобильности деформации проводят мануальное вправление таранной кости при фиксированном переднем отделе (**рис. 2.2.6. А, Б**). Тесты мобильности суставов стопы позволяют оценить тяжесть деформации заднего и среднего отделов и определиться с тактикой хирургической коррекции. В нашем исследовании все дети исследуемых групп имели мобильный тип деформации стопы.

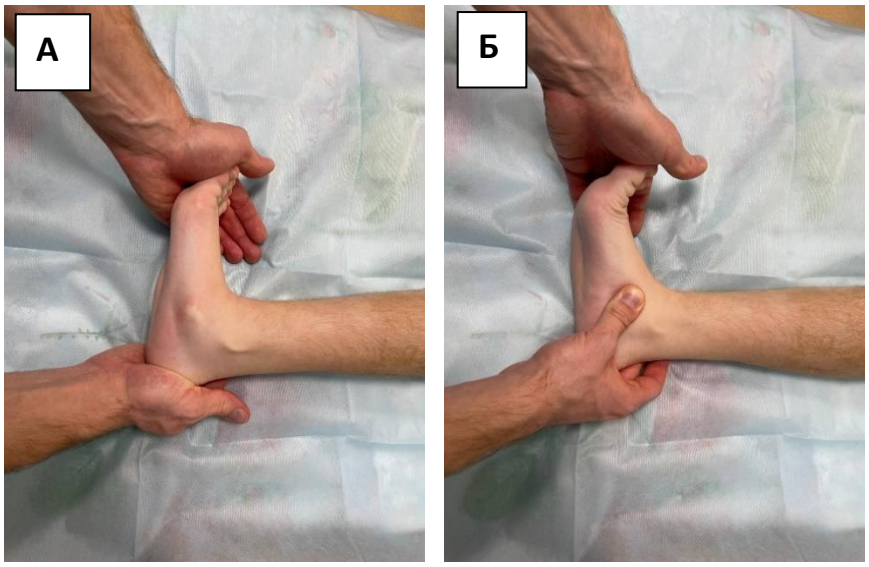


Рис.2.2.6. А – Положение подвывиха таранной кости при нейтральной позиции стопы; Б – Вправление подвывиха таранной кости при фиксированном переднем отделе.

У 28,7% (n=31) пациентов из исследуемых групп нами был отмечен гипертонус малоберцовых мышц и укорочение их сухожилий. Основным симптомом в этом случае было захождение сухожилий малоберцовых мышц за передний край латеральной лодыжки при тыльной флексиии стопы (**рис. 2.2.7. А, Б**)

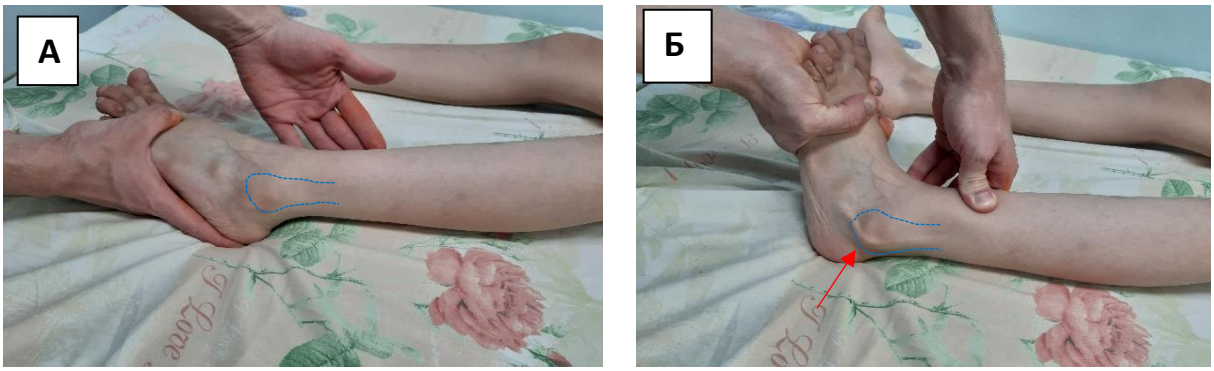


Рис.2.2.7. А – Максимальное подошвенное сгибание стопы; Б – Контурирование сухожилий малоберцовых мышц (указано стрелкой) на переднем крае латеральной лодыжки при пассивном тыльном сгибании стопы.

Гипертонус малоберцовых мышц и укорочение малоберцовых сухожилий расценивались нами как неблагоприятный фактор, предрасполагающий к развитию рецидива деформации. Из 31 ребенка с данным симптомом у 25,81% (n=8) определялись клинико-рентгенологические признаки рецидива ЭПВДС.

2.3 ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.3.1 Рентгенография

Рентгенографическое исследование дистальных отделов стоп производилось с функциональной нагрузкой во всех исследуемых группах на аппарате SIEMENS Luminos dRF Mac (Siemens Healthineers AG, Германия) в отделении лучевой диагностики (зав. отделением д.м.н. Цыгина Е.Н.) Поводились измерения угловых показателей по установленным критериям Vanderwilde R и Садофьевой В.И. [34, 189] в программе Synapse 4.2.1 (FUJIFILM Medical Systems, U.S.A., Inc.). Были исследованы параметры

таранно-пяточного угла (в прямой и боковой проекциях), таранно-первоплюсневого угла (или угла Meary, прямая и боковая проекции), угла продольного свода, угла наклона пяточной кости.

Рентгенографию стоп выполняли в стандартных – прямой и боковой проекциях с осевой нагрузкой. При выполнении рентгенографических снимков были использованы рекомендации по укладкам отечественных и зарубежных авторов (**рис. 2.3.1. А, Б**) [4, 62].



Рис.2.3.1. А – Позиция пациента для рентгенографии стопы в прямой проекции; Б - Позиция пациента для рентгенографии стопы в боковой проекции.

Ангулометрические показатели измерялись по достоверным рентгенанатомическим ориентирам, описанным в литературе [108, 116]. На рентгенограммах, выполненных в боковой проекции, оценивали следующие угловые показатели:

1. Таранно-пяточный угол как в прямой (**рис. 2.3.2. Б**), так и в боковой проекции (**рис. 2.3.2. А**) образован линиями, проходящими через середину тел пяточной и таранной костей. Нормальные значение данного угла для взрослых пациентов колеблются в пределах 35-45° в боковой проекции, и 25-35° в прямой проекции. С ростом тяжести деформации данный угол увеличивается. Таранно-пяточный угол является параметром, напрямую связанным с тяжестью подвывиха в

таранно-пяточном суставе [113]. В процессе набора материала У 43,52% пациентов (n=47), на рентгенограммах в прямой проекции, пяточная кость была избыточно перекрыта берцовыми костями, что резко затрудняло ее визуализацию, а следовательно, и точность измерения. Учитывая низкую информативность параметра таранно-пяточного угла в прямой проекции, данный показатель было решено исключить из исследования.

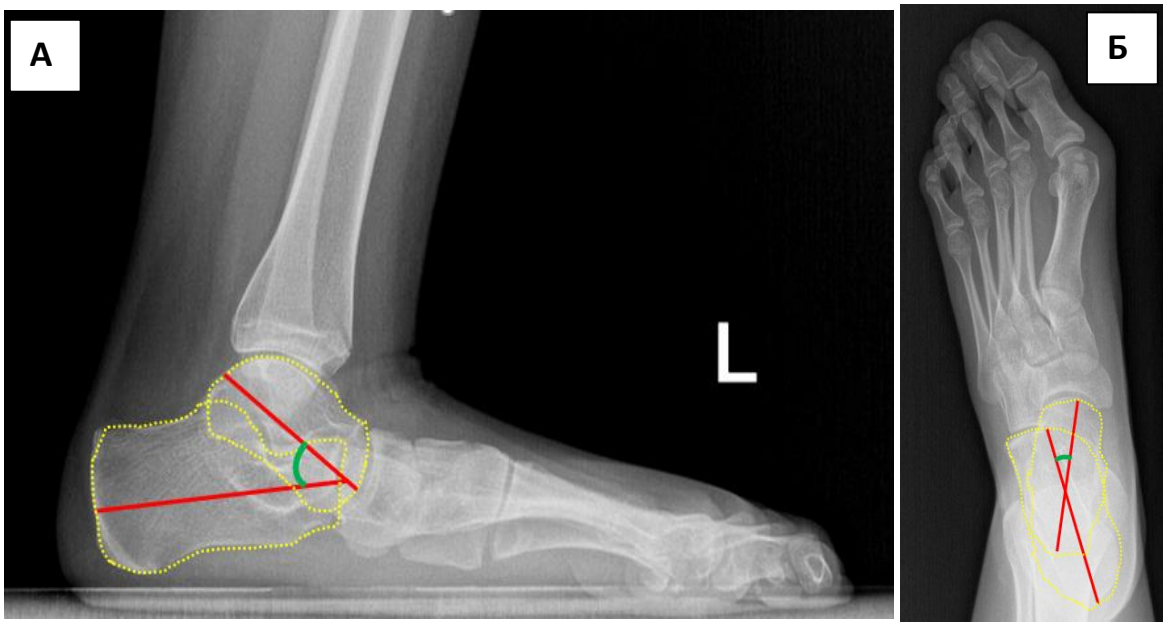


Рис.2.3.2. А - Методика измерения таранно-пяточного угла в боковой проекции; Б – Методика измерения таранно- пяточного угла в прямой проекции.

2. Таранно-перво-плюсневый угол или угол Meary образован линией проходящей через середину шейки таранной кости и срединной линией первой плюсневой кости. Нормальная анатомия взрослых предполагает слияние этих линий в единую ось (отклонение не более 5°) (**рис. 2.3.3. А, Б**). Угол Meary отражает целостность медиальной колонны стопы, а его отклонение чаще всего говорит о нестабильность в таранно-ладьевидном суставе [164].

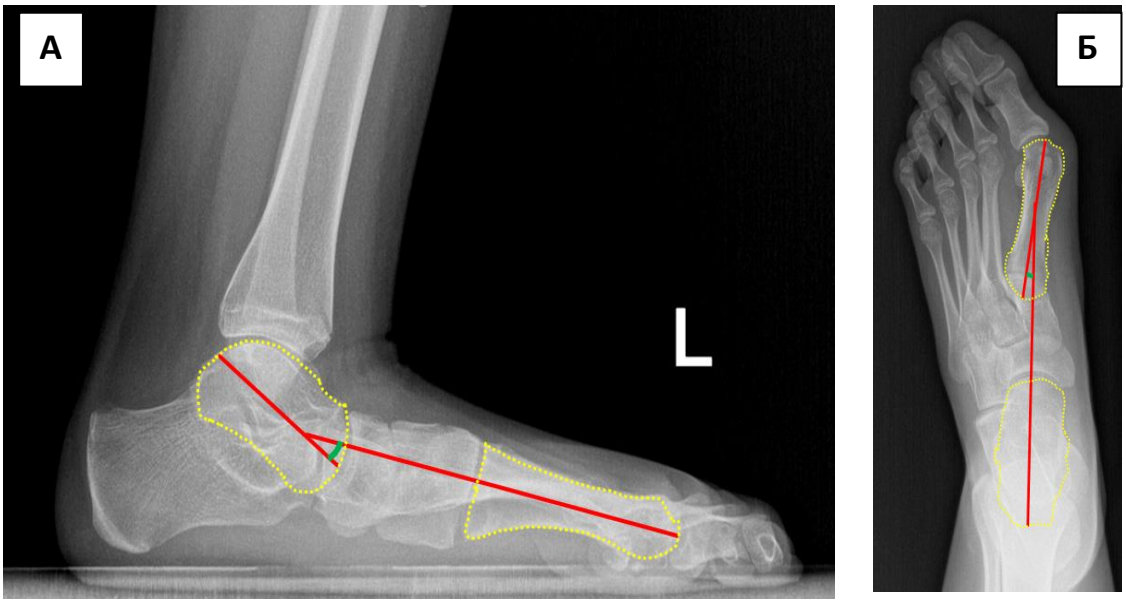


Рис.2.3.3. А - Способ измерения таранно-I-плюсневого угла в боковой проекции; Б - Способ измерения таранно-I-плюсневого угла в прямой проекции.

3. Угол наклона пяточной кости измеряется в боковой проекции и образован линией проходящей вдоль нижнего края пяточной кости и линией плоскости опоры (**рис. 2.3.4.**). В норме, у взрослых, данный угол является острым, но не превышает 25°.

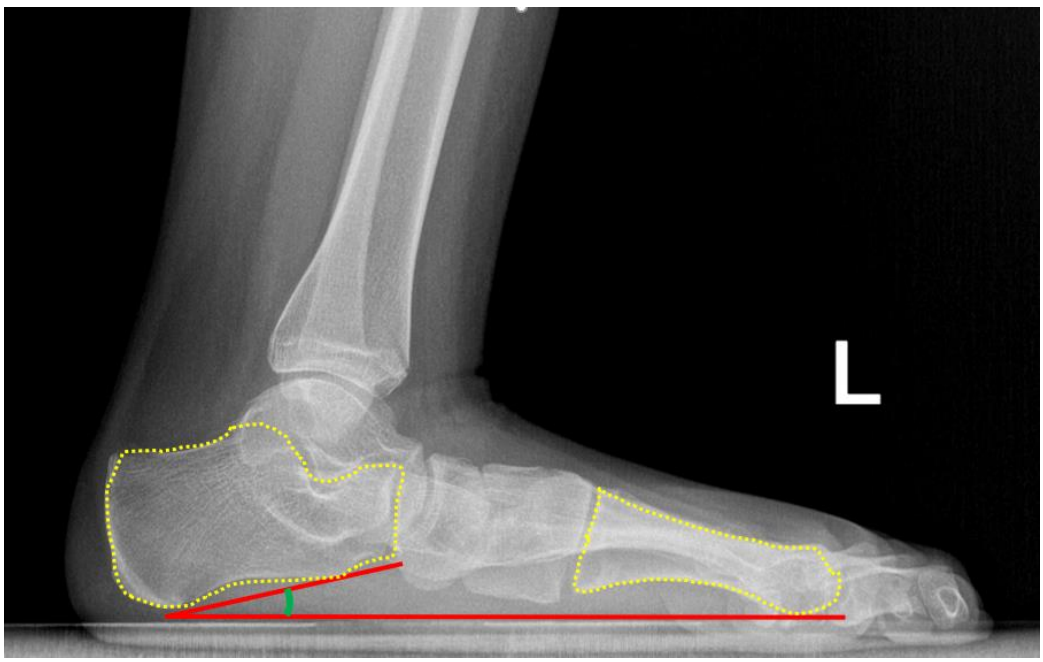


Рис.2.3.4. Способ измерения угла наклона пяточной кости в боковой проекции.

Уменьшение этого угла в первую очередь свидетельствует об увеличении тянущих сил трицепса голени и укорочение ахиллова сухожилия [147]. При тяжелой ЭПВДС угол наклона пяточной кости может принимает отрицательные значения.

4. Угол продольного свода является основным параметром, который характеризует состоятельность продольной арки стопы. Он образован линиями, проведенными от точки опоры пяточной и первой плюсневой костей к нижнему краю ладьевидной кости (**рис. 2.3.5.**). Нормальные значения этого угла для взрослых колеблются в пределах 140-150°. Увеличение угла продольного свода говорит о коллапсе медальной колонны и нестабильности продольной арки стопы. В некоторых случаях параметр выходит за пределы 180°.

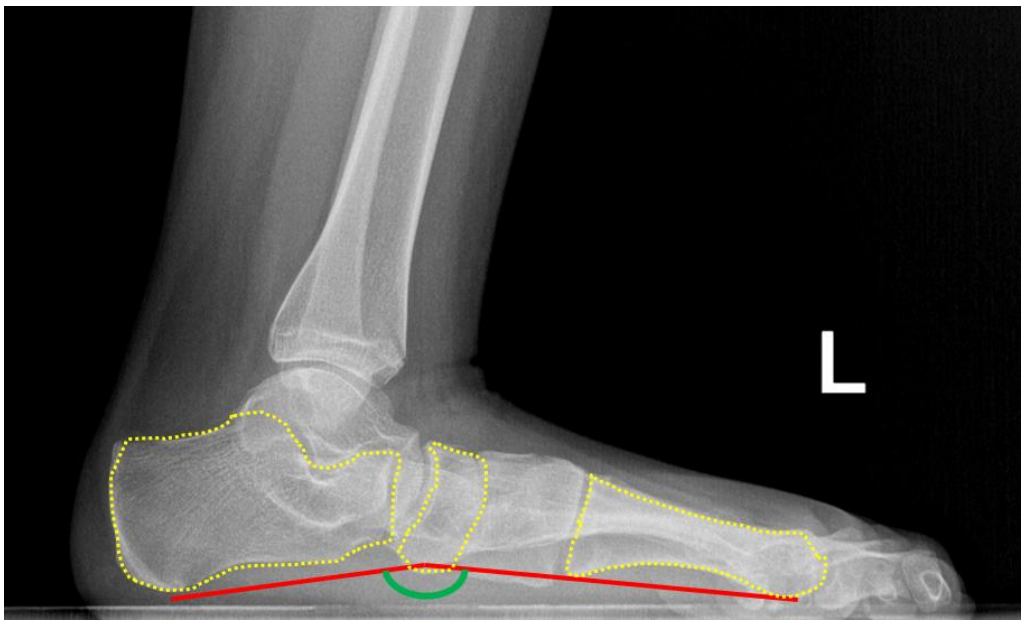


Рис.2.3.5. Способ измерения угла продольного свода в боковой проекции.

Исходные клинико-рентгенологические параметры ЭПВДС в группах 1 и 2 представлены в **таблице 2.3.1.** Статистической значимости различий между предоперационными показателями в группах не найдено ($p>0.05$).

Таблица 2.3.1. Исходные (предоперационные) параметры деформации стоп.

Рентген-ангулометрические показатели Mean±σ (min-max)	**Угловые значения (в град.; °) Группа 1.**	**Угловые значения (в град.; °) Группа 2.**
Таранно-пяточный угол	53,6±7,21 (38-69)	56,5±7,65 (40-71)
Угол Meary	29,6±8,73 (14-46)	32,6±8,87 (16-52)
Угол продольного свода	167,5±9,92 (143-187)	172,4±11,03 (144-192)
Угол наклона пяточной кости	6,2±4,34 (-8-15)	6,7±4,91 (-10-15)
Угол Meary (прямая проекция)	21,7±7,25 (12-40)	24,3±6,87 (12-42)

2.3.2 Компьютерная томография

Основным показанием к мультисрезовой спиральной компьютерной томографии была диагностика тарзальных коалиции, os tibialis extrnum, остеохондропатий, а также наличие объемных образований костей заднего отдела стопы.

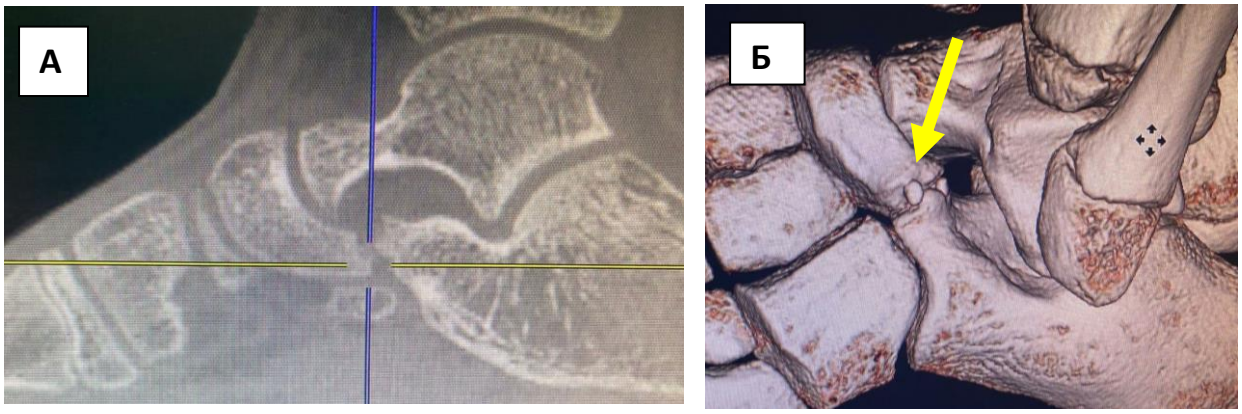


Рис.2.3.6. А – КТ картина пяточно-ладьевидной коалиции у ребенка 11 лет с ЭПВДС; Б – построение 3-х мерной КТ модели стопы.

Таранно-ладьевидная коалиция (**рис. 2.3.6.**) встречалась у одного ребенка в группе исследования 2 и была резецирована в процессе оперативного вмешательства.

Солитарная киста пятки имела место также в одном случае в группе 2 (**рис. 2.3.7.**). В ходе предоперационного планирования было решено установить аутотрансплантат ближе к передней части пяточной и таранной кости с целью избежать пролабирования кортикальной пластинки пяточной кости трансплантатом в процессе фиксации.

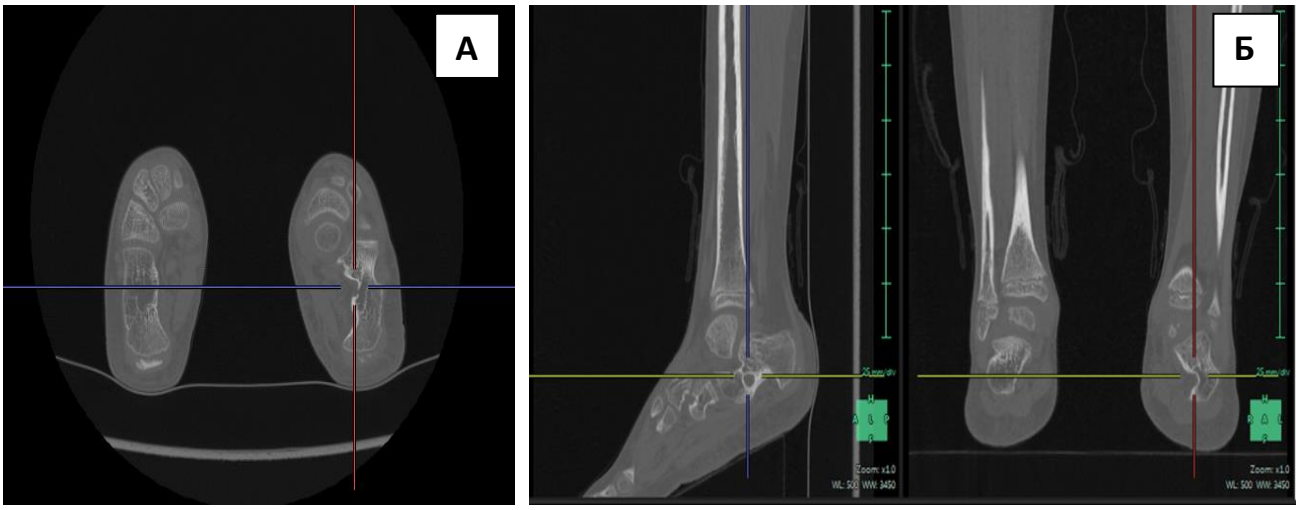


Рис.2.3.7. А, Б – КТ ребенка 8 лет, Солитарная киста пятки на фоне ЭПВДС.

2.4 СТАБИЛОМЕТРИЯ

У части пациентов (n=20) с диагностированным укорочением сухожилий малоберцовых мышц и захождением указанных сухожилий за передний край латеральной лодыжки, для оценки функциональных исходов лечения, было проведено стабилометрическое исследование (**рис. 2.4.1.**). Стабилометрию проводили в отделении реабилитации (Зав. отделением лечебной физкультуры, к.м.н Лупандина-Болотова Г.С.) на стабилометрической платформе «Мера ST-150» (Мера-ТСП, Россия) при помощи программного обеспечения STPL (Исследовательский центр МЕРА, 2014). Стабилометрия выполнялась на этапе до оперативного вмешательства и спустя 32±3 месяца после выполненной операции.

Программное обеспечение SPLT позволяет проводить тесты и упражнения с определением различных параметров постурального баланса по данными статокинезиограммы (**рис. 2.4.2.**). В качестве оценочного параметра стабилометрического исследования нами была принята балльной оценки качества управления балансом в режиме «статической пробы» (**рис. 2.4.3.**). Оценка качества управления балансом — это балльная система подсчета количественных характеристик стабилометрии по средствам программного обеспечения STPL.



Рис.2.4.1. А - Процедура стабилометрии у ребенка 11 лет с ЭПВДС. Б - Расположение стоп на стабилоплатформе. В - аппарат для проведения стабилометрии ST-150 (Мера-ТПС).

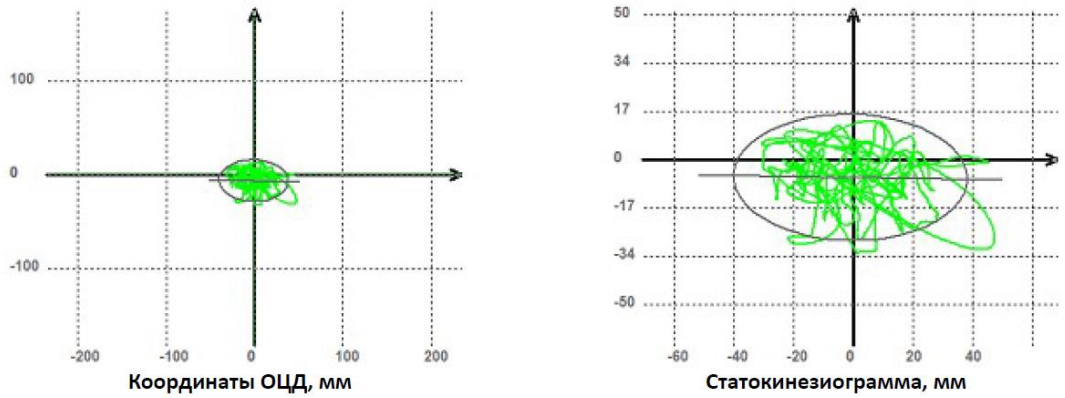


Рис.2.4.2. Пример графического отображения статокинезиограммы в программе STPL.

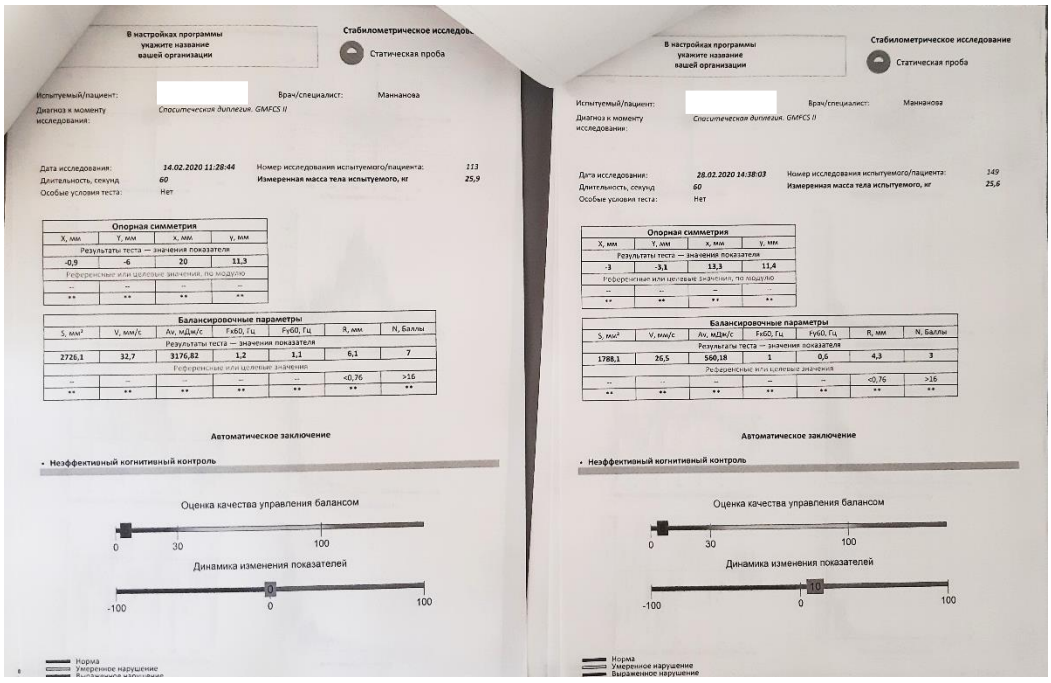


Рис.2.4.3. Протокол исследования статокинезиограммы в режиме «Статической пробы» с отображением балльной оценки качества управления баланса до и после оперативного лечения

2.5 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА

Функциональная оценка двигательной активности производилась с использованием опросника бальной оценки Gillette (Gillette Functional Assessment Questionnaire) [49].

Данная шкала-опросник была разработана в 2000 году, в лаборатории анализа движений (Motion Analysis Laboratory) госпиталя Gillette Children's Specialty Healthcare (США) (**таблица 2.5.1.**).

Таблица 2.5.1 Оценка двигательной активности пациентов по шкале-опроснику Gillette FAQ.

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

Шкала была адаптирована для стандартизированной оценки исходов ортопедических и нейрохирургических оперативных вмешательств и активно используется во всем мире для оценки результатов лечения детей с двигательными нарушениями.

Шкала-опросник Gillett FAQ позволила дать количественную оценку функциональной активности детей исследуемой группы в баллах на дооперационном этапе, и через 32±3 месяца после оперативного лечения.

2.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.

Проведен сравнительный анализ клинико-рентгенологических данных 40 детей (71 стопа) группы сравнения и 108 детей (194 стопы) из группы исследования (**таб. 2.6.1.**)

Таблица 2.6.1. Сравнение клинико-рентгенологических показателей в группе сравнения и группах исследования.

Клинико-рентгенологические показатели Mean±σ (min-max)	**Целевые значения группы сравнения (в град.; °)**	**Дооперационные значения исследуемых групп (в град.; °)**
Пронация пятки	5,9±2,20 (1-11)	25,5±8,21 (15-51) *
Silfverskiöld-тест	72,2±5,08 (65-82)	91,2±6,82 (75-115) *
Таранно-пяточный угол	43,8±5,22 (31-50)	54,5±7,43 (38-71) *
Угол Meary	4,5±2,81 (0-12)	30,8±9,65 (14-52) *
Угол продольного свода	137,5±6,70 (125-147)	169,2±10,89 (143-192) *
Угол наклона пяточной кости	20,5±4,87 (12-31)	6,5±4,85 (-10-15) *
Угол Meary (прямая проекция)	5,7±3,25 (1-13)	23,5±6,11 (12-42) *

*Статистическая значимость отличия от целевых значений, p <0,05

Дооперационные угловые показатели групп исследования были объединены. Полученные данные демонстрируют достоверное различие (при p <0,05) по всем исследуемым параметрам.

2.7 МЕТОДЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ

2.7.1 Хирургическая коррекция контрактуры голеностопного сустава.

В среде специалистов принята классификация анатомических зон трицепса голени и методик воздействия на каждую из них (**рис 2.7.1.**). В исследовании мы выполняли техники апоневротомии по Srayer и Vulpius, а также «классическую» z-образную ахиллопластику (tendo-Achilles lengthening, TAL в зарубежной литературе) [175].

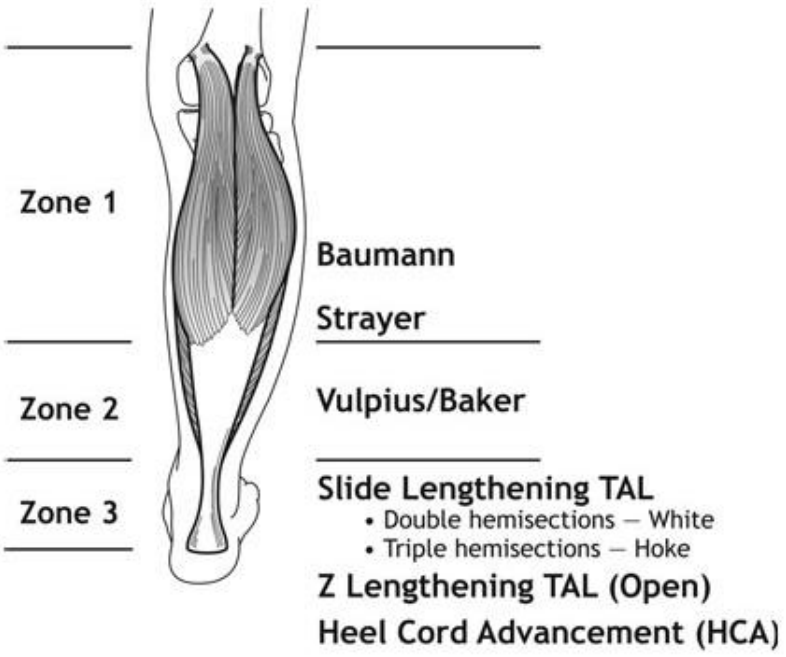


Рис.2.7.1. Анатомические зоны трицепса голени и виды хирургического воздействия на каждую из них [175].

Выбор оперативной тактики для разрешения контрактуры голеностопного сустава зависел непосредственно от проведения теста Silfverskiöld. Данный тест позволял избрать оптимальную тактику оперативной коррекции, которая в свою очередь позволяла избежать избыточного ослабления мышцы и переудлинения сухожилия. Результат теста

Silfverskiöld более 90° тыльной флексии считался положительным, в этом случае пациенту выполнялась апоневротомия (или рецессия (снижение силы) икроножной мышцы) по Srayer. Пациентам из группы исследования 2 до 8-ми летнего возраста при значении Silfverskiöld теста от 91 до 100° была выполнена рецессия m. gastrocnemius по методу Vulpius. Результат Silfverskiöld теста более 90° у пациентов из группы исследования 1 и более 100° (в возрасте от 8 до 12 лет) из группы исследования 2 считался отрицательным, в этом случае мы выполняли открытое удлинение ахиллова сухожилия.

Поскольку у части пациентов при двусторонних деформациях были выбраны разные методики ахиллопластик мы ориентировались на количество оперированных стоп, а не на количество пациентов. 64,63% (n=53) стоп в группе исследования 1 и 50,0% (n=56) стоп в группе исследования 2 были прооперированы по методике Srayer в «Zone 1» указанной на рис. 2.6.1 Данный способ апоневротомии подразумевает рассечение сухожильной части m. gastrocnemius у переходного края мышцы в сухожилие.

Z-образное удлинение ахиллова сухожилия в «Zone 3» было выполнено в 35,37% (n=29) стоп пациентов из группы исследования 1 и 25,0% (n=28) из группы исследования 2. «Классическое» открытое удлинение ахиллова сухожилия выполняется с выделением, z-образным пересечением и последующей фиксацией концов сухожилия друг к другу не рассасывающимся шовным материалом.

Метод апоневротомии по Vulpius выполнялся на 25,0% (n=28) стоп. Вмешательство в «Zone 2» по технике Vulpius предполагает «V» образное рассечение сухожильной части m. gastrocnemius. Данный метод позволял нам выполнять рецессию икроножной мышцы даже в случаях тяжелых контрактур голеностопного сустава у детей до 8-ми лет.

2.7.2 Методы сухожильно-мышечной коррекции ЭПВДС.

46 детям (82 стопы) первой группы исследования были выполнены методики хирургической коррекции подразумевающие вмешательство на связочном и сухожильно-мышечном аппаратах стопы. В **таблице 2.7.1.** указан тип и объем каждого хирургического воздействия. Основным хирургическим манёвром была транспозиция сухожилия m. tibialis anterior на шейку латеральной кости с фиксацией полифиламентной неабсорбирующейся нитью. Частично данное сухожилие транспонировалось в возрасте 4-6 лет при пронации до 15° и значении таранно-пяточного угла, не превышающем 45°.

Таблица 2.7.1. Структура хирургических методов, выполненных в группе 1.

Хирургический метод	**Количество оперированных стоп**
Апоневротомия по Strayer	53
Открытое Z-образное удлинение ахиллова сухожилия	29
Транспозиция сухожилия m. tibialis anterior на шейку таранной кости.	68
Частичная транспозиция сухожилия m. tibialis anterior на шейку таранной кости.	14
Сборивание сухожилия m. tibialis posterior	43
Удлиняющая пластика малоберцовых сухожилий	11

Схематически данная методика изображена на **рис. 2.7.2.** Этапы операции изображены на **рис. 2.7.3.**

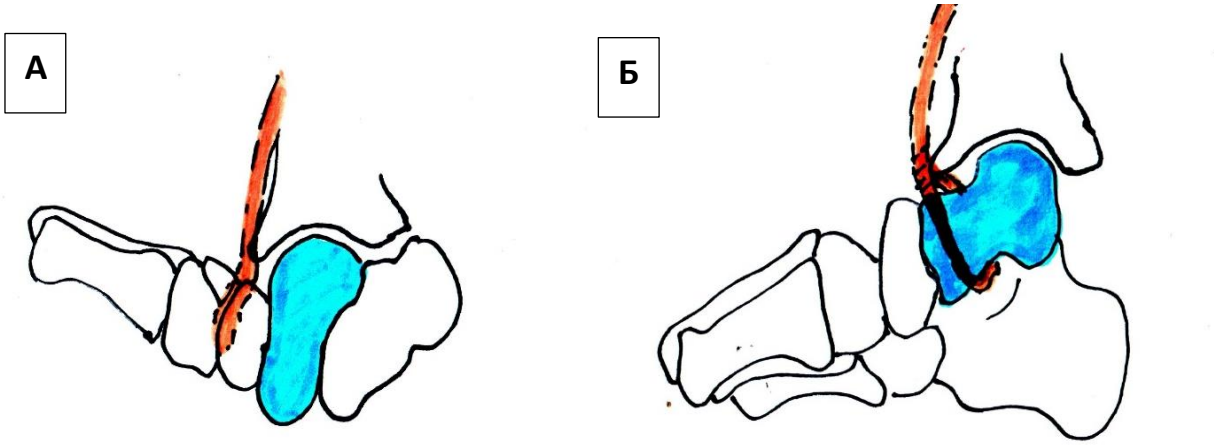


Рис.2.7.2. А - Вертикальное положение таранной кости, прикрепление сухожилия m. tibialis anterior к клиновидной кости. Б – Транспозиция сухожилия m. tibialis anterior на шейку таранной кости.

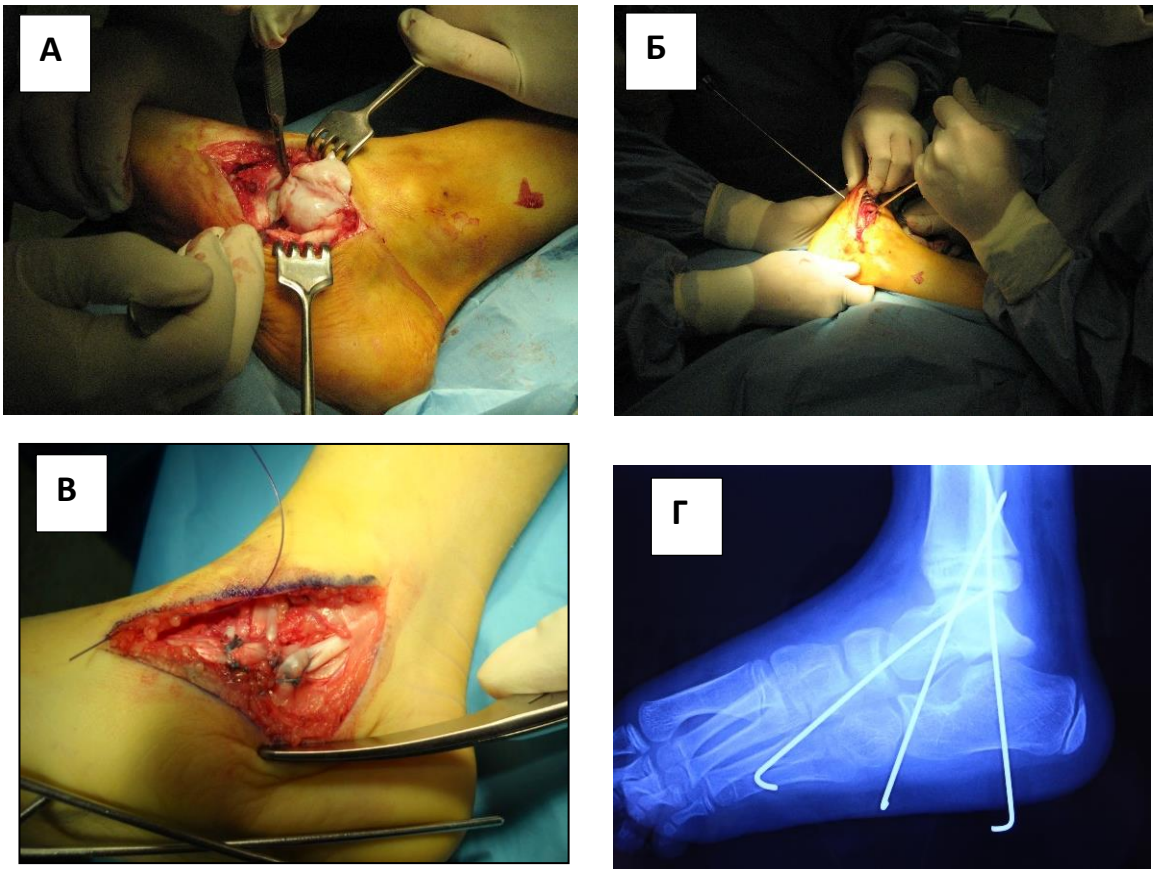


Рис.2.7.3. А – Капсулотомия, иммобилизация головки таранной кости; Б – Фиксация спицами в положении коррекции; В – Трансоссальная фиксация сухожилия передней большеберцовой мышцы на шейку таранной кости; Г – Интраоперационная рентгенограмма

Сопутствующие методики сборивания m. tibialis posterior и удлиняющая пластика малоберцовых сухожилий выполнялась детям в возрасте 4-12 лет при вальгусе заднего отдела стопы превышающем 20°, угловых показателях таранно-пяточного и продольного свода, свыше 50° и 170° соответственно. Сборивание сухожилия m. tibialis posterior выполнялось нерассасывающейся полифиламентной нитью, техникой внутриствольного обвивного шва (**рис. 2.7.4. Б**). Пластика малоберцовых сухожилий производилась насечками в шахматном порядке с интервалами равными трем измерениям поперечника сухожилия (**рис. 2.7.4. А)**.

Во всех операционных сессиях был выполнен артролиз ладьевидно-клиновидного, таранно-ладьевидного и таранно-пяточного суставов. После завершения основных хирургических методов клиновидная, ладьевидная, таранная и пяточная кости фиксировалались спицами под ЭОП контролем в положение коррекции. Послеоперационная гипсовая иммобилизация проводилась сроком на 6 недель.

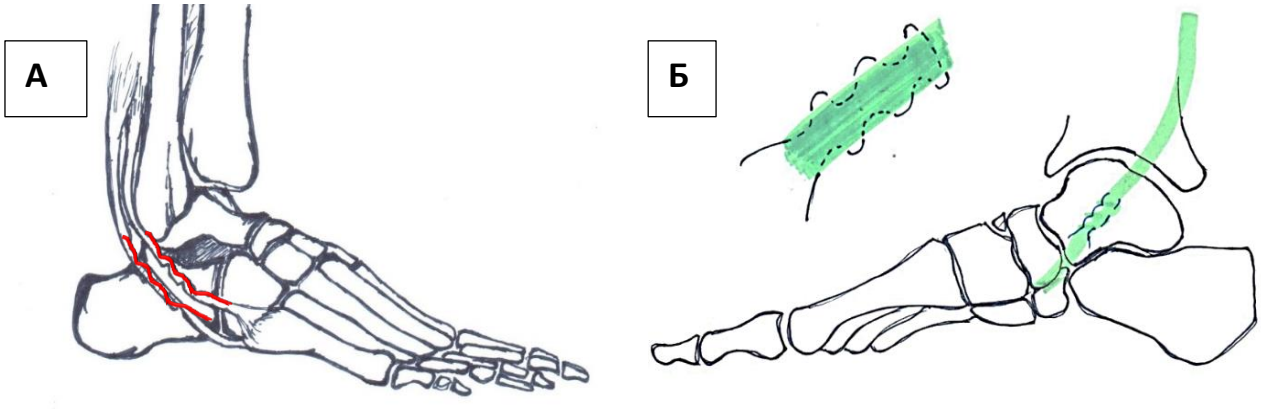


Рис.2.7.4. А – Пластика малоберцовых мышц методом насечек в «шахматном порядке. Б –Сборивание и укрепление сухожилия m. tibialis posterior. Стрелками указаны векторы натяжения сухожилия.

При выполнении открытой ахиллопластики и/или наличии сгибательных установок коленных суставов фиксация в гипсовая повязка накладывалась от кончиков пальцев до ягодичной складки, во всех остальных

случаях гипс накладывался до в/3 голени. После снятия гипса в течение 1 недели проводилась разработка движений в оперированной конечности с ограничением осевой нагрузки. Полная осевая нагрузка разрешалась не раньше 8-ой послеоперационной недели.

2.7.3 Костно-пластические методы хирургической коррекции ЭПВДС.

Методика внесуставного артродеза таранно-пяточного сустава аутотрансплантатом была выполнена у 62 пациентов (112 стоп) (**таб. 2.7.2.**). Первым этапом устраняется контрактура голеностопного сустава после выполнения теста Silfverskiöld на операционном столе. После освобождения подтаранного синуса от рубцовой ткани хрящ таранной и пяточной кости резецируется до кортикальной пластинки. Замеряется высота синуса: от нижнего края шейки таранной кости до верхнего края шейки пяточной кости. Затем выполняется забор аутотрансплантата из с/3 малоберцовой кости (**рис. 2.7.5. А**). При выборе объема резецируемой малоберцовой кости ориентируются на ранее произведенные замеры синуса вычитая толщину хрящевой пластинки таранной и пяточной костей. Трансплантат формируют в форме трапеции таким образом, чтобы он повторял воронкообразную форму синуса (**рис. 2.7.5. Б**).

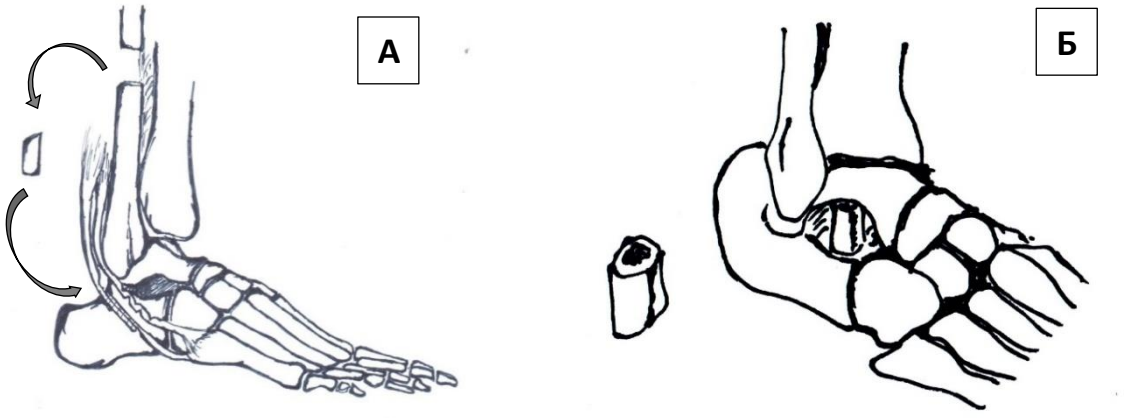


Рис.2.7.5. А –Забор аутотрансплантата из с/3 малоберцовой кости. Б – Постановка аутотрансплантата в подтаранный синус.

Таблица 2.7.2. Структура хирургических методов, выполненных в группе 2.

Хирургический метод	**Количество оперированных стоп**
Таранно-пяточный артродез	112
Апоневротомия по Strayer	56
Апоневротомия по Vulpius	28
Открытое Z-образное удлинение ахиллова сухожилия	28
Пластика сухожилия m. tibialis posterior	20
Удлиняющая пластика малоберцовых сухожилий	20

Мануально устраняют коллапс таранной кости фиксируя пяточную, таранную и большеберцовую кость спицей. Фиксация трансплантата выполнялась 2-мя спицами через пяточную кость сквозь костномозговой канал аутотрансплантата перпендикулярно оси пяточной кости и вдоль оси берцовых костей.

Послеоперационная гипсовая иммобилизация сроком на 8 недель. При выполнении открытой ахиллопластики и/или наличии сгибательных установок коленных суставов фиксация в гипсе выполнялась от кончиков пальцев до ягодичной складки, во всех остальных случаях гипс накладывался до в/3 голени. После снятия гипса в течение 2-х недель проводилась разработка движений в оперированной конечности с ограничением осевой нагрузки. Полная осевая нагрузка разрешалась не раньше 10-ой послеоперационной недели.

2.8. УЛУЧШЕНИЕ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЭКВИНО-ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОП.

В процессе набора материала нами была разработана и запатентована методика хирургической коррекции ЭПВДС. 10-ти пациентам (20 стоп) в возрасте от 4 до 12 лет с ЭПВДС была проведена улучшенная методика оперативного лечения (схема и патент РФ №2734992 **– рис 2.8.1.**). У всех детей определялся гипертонус малоберцовых мышц и укорочение малоберцовых сухожилий.

Способ позволял выполнять полную коррекцию деформации за одно оперативное вмешательство, регулировать динамический дисбаланс мышц стопы в случае укорочения сухожилий и выполнить внесуставной артродез для фиксации таранной кости в правильном положении. Показаниями к применению способа являлись: возраст пациентов: старше 4-х лет; наличие мобильной эквино-плоско-вальгусной деформации стопы тяжелой степени. Противопоказаниями к использованию способа является: возраст до 4-х лет, ригидная деформация, тяжелое соматическое состояние пациента.

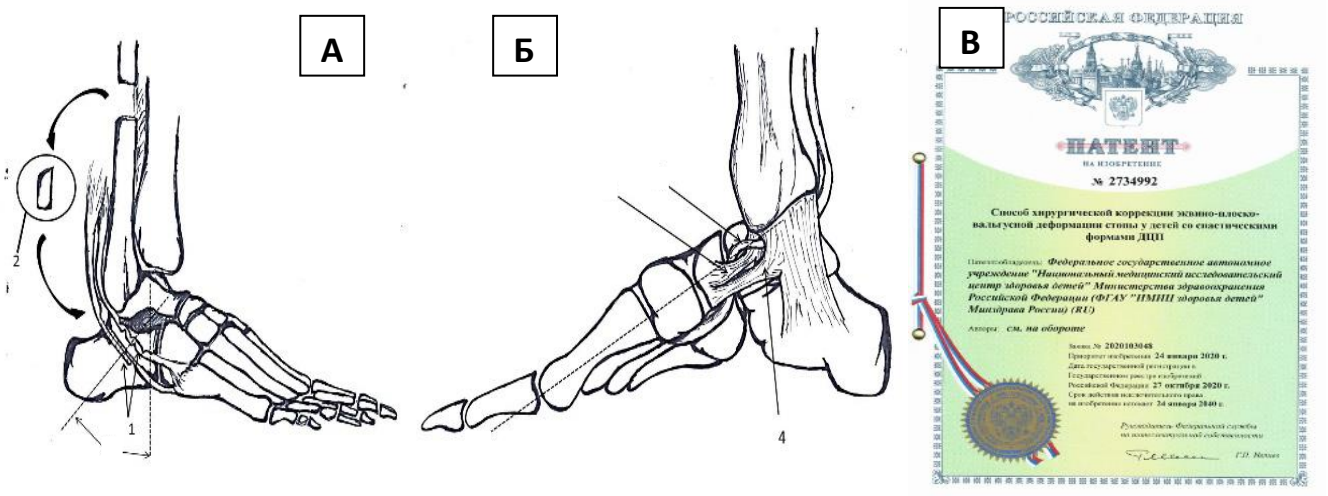


Рис.2.8.1. А – Вид сбоку (латеральный край стопы). Схема артродеза аутоимплантом из малоберцовой кости с удлиняющей пластикой малоберцовых мышц; Б – Вид сбоку (медиальный край стопы). Схема пластики медиального связочного аппарата, формирования тоннеля для заднего большеберцового сухожилия; В – Патент на изобретение.

Первым этапом в зависимости от результата теста Silfverskiold, выполнли тенотомию по методу Strayer, Vulpius или z-образную ахиллопластику. (**рис.2.8.2 А)** Затем, доступом к подтаранному синусу, выделяли сухожилия длинной и короткой малоберцовых мышц: производили z-образную пластику сухожилия длинной малоберцовой мышцы и пластику короткой малоберцовой мышцы насечками (**рис. 2.8.3.**). Далее выполняли доступ к медиальной части стопы с выделением передней части удерживателя сухожилий и таранно-ладьевидной порции дельтовидной связки и последующим артролизом таранно-пяточного, таранно-ладьевидного и ладьевидно-клиновидного суставов **(рис. 2.8.4.)**. Выделяли сухожилие задней большеберцовой мышцы и мобилизировали его до места прикрепления к ладьевидной кости. Стопу выводили в положение коррекции, вправляя таранную кость, и фиксировали спицей через первую плюсневую, клиновидную, ладьевидную и таранную кости создавая единую продольную ось.

Этапы оперативного лечения представлены на **рис. 2.8.2- 2.8.6.**.

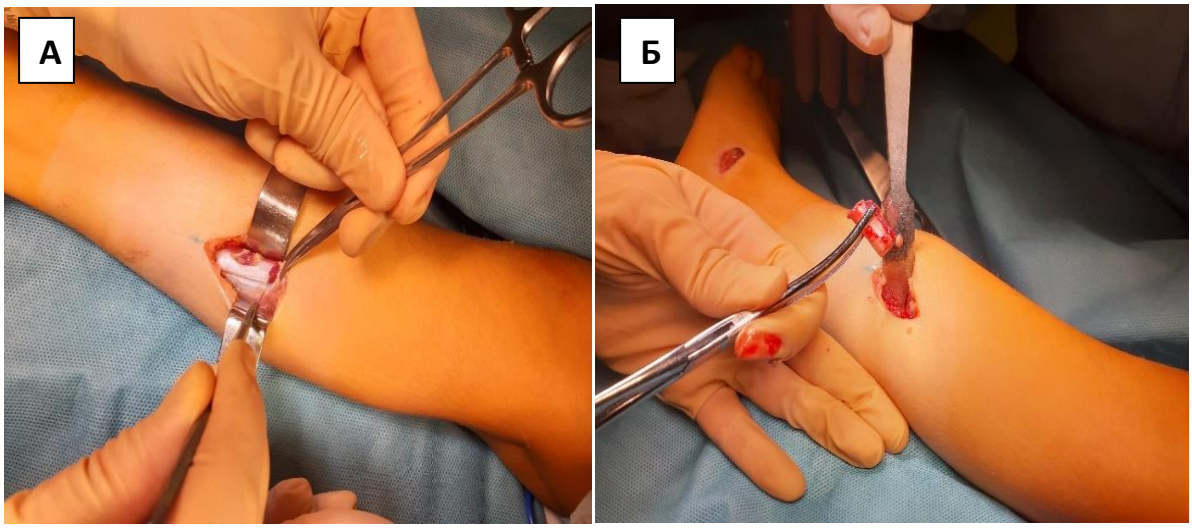


Рис.2.8.2. А – Устранение контрактуры голеностопного сустава. Выполнение тенотомии по Srayer; Б – Забор трансплантата из малоберцовой кости из доступа для проведения тенотомии.

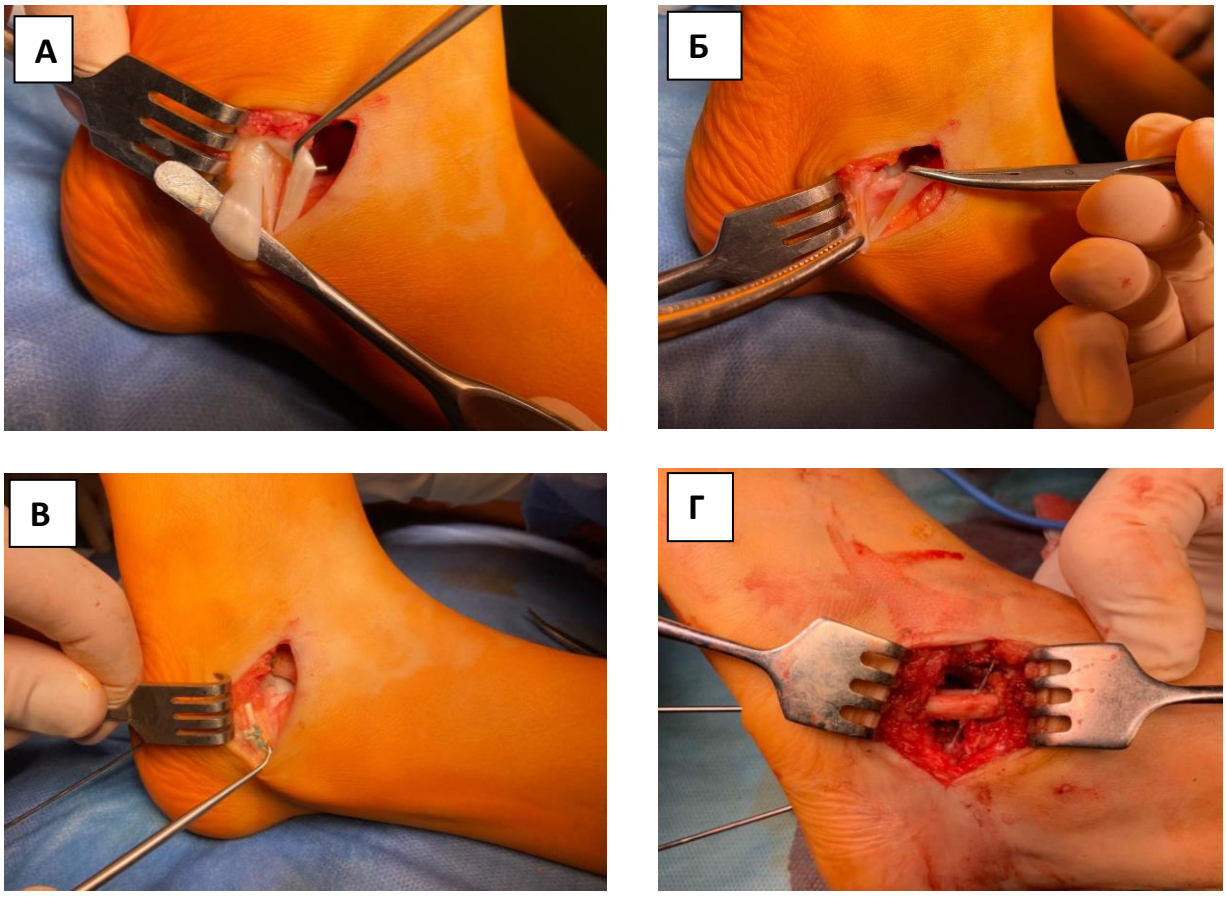


Рис.2.8.3. А – Выделение сухожилий малоберцовых мышц; Б – z-образное рассечение сухожилий; В – ушивание сухожилий нерассасывающейся нитью; Г – установка аутотрансплантата в подтаранный синус с фиксацией спицами.

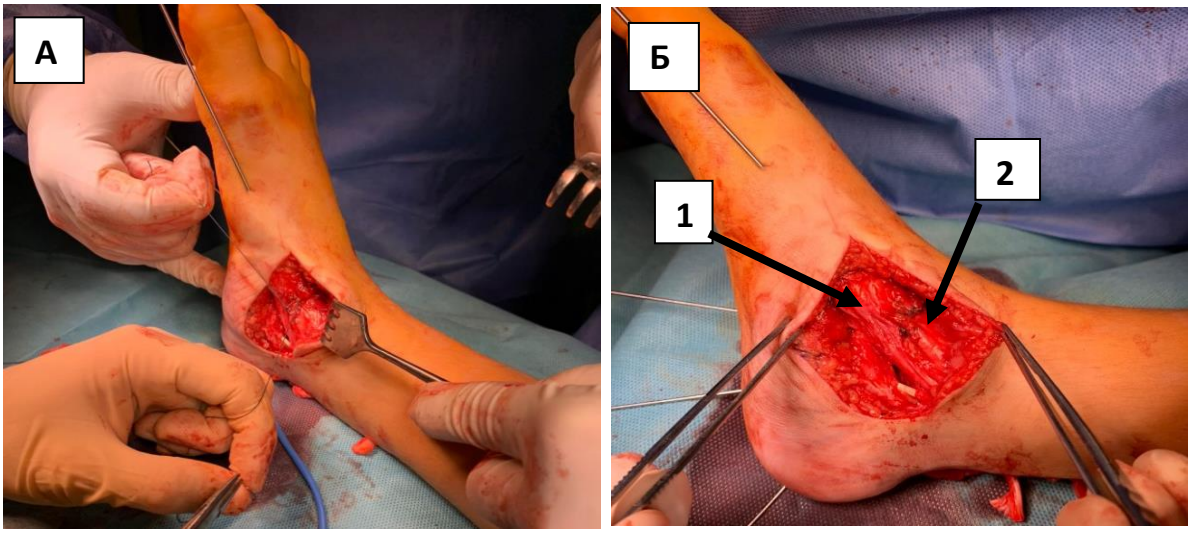


Рис.2.8.4. А – Трансоссальная фиксация части дельтовидной связки и удерживателя сухожилий к ладьевидной кости. Б – Вид медиальной колонны стопы на завершающем этапе операции: 1- Фиксация дельтовидной связки и удерживателя сухожилий к ладьевидной кости; 2 – Сухожилие задней большеберцовой мышцы.

Из части дельтовидной связки и удерживателя сухожилий формировали неовлагалище для сухожилия задней большеберцовой мышцы предварительно сместив его кпереди и вверх. Такая пластика позволяла сместить рычаг силы давая возможность усилить динамическую стабильность медиальной колонны. Указанные связки фиксировали трансоссальными швами к ладьевидной кости, образуя туннель для сухожилия задней большеберцовой мышцы (**рис. 2.8.4.**). Затем выполняли артродез аутотрансплантом из малоберцовой кости, предварительно смоделированным по форме подтаранного синуса, при помощи спиц (**рис. 2.8.3. Г** и **рис. 2.8.5. Б**). После чего проводили окончательную гипсовую иммобилизацию в нейтральном положении стопы сроком на 8 недель.

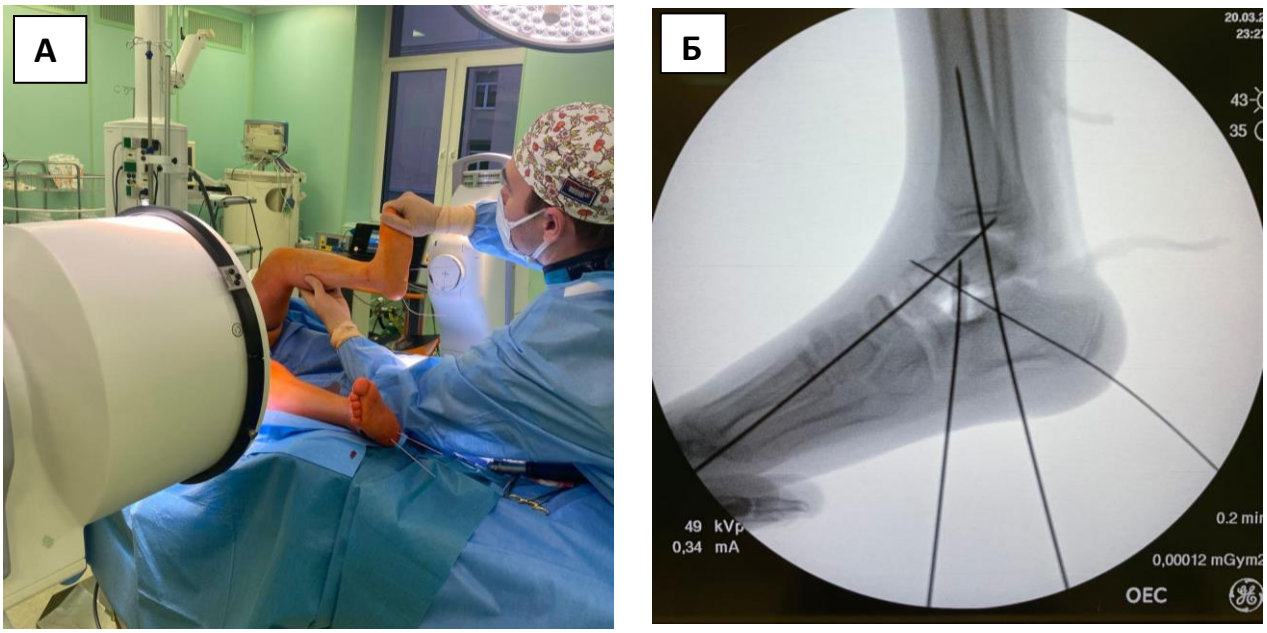


Рис.2.8.5. А – Интраоперационная рентгенография; Б – Интаоперационная рентгенограмма, фиксация всех элементов деформации в положении коррекции.

Результатом оперативного лечения по указанному способу являлся артродез подтаранного сочленения, который дополнялся сухожильной пластикой, позволяющей корригировать мышечный дисбаланс, вызванный спастическими нарушениями.

2.9. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Материалы исследования были обработаны с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2019. Статистическую обработку полученных данных проводилась с помощью пакета статистического анализа Statistica 12.0 корпорации StatSoft Inc. (США).

Количественные показатели проверяли на соответствие нормальному распределению. Описание количественных признаков выполнено с указанием среднего и средне квадратического отклонения, минимальные и максимальные значения (min-max). Для сравнения результатов до и после оперативного лечения, а также в контрольной группе для выборок с нормальным распределением использовался парный критерий Стьюдента. Полученные значения парного t-критерия Стьюдента сравнивались с критическими значениями. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Для сравнения частоты признака между двумя разными группами пациентов применялся точный критерий Фишера. Для изучения тесноты взаимосвязи исследуемых параметров применяли параметрический коэффициент ранговой корреляции Пирсона (r), выявленную корреляцию считали статистически значимой при $p<0,05$. Значения коэффициента корреляции r интерпретировались в соответствии со шкалой Чеддока, где теснота связи от 0,1 до 0,3 оценивалась как слабой силы; от 0,3 до 0,5 — умеренной силы; от 0,5 до 0,7 — заметной; от 0,7 до 0,9 —высокая; от 0,9 до 1,0 —весьма высокая (сильная).

ГЛАВА 3. КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ГРУПП

3.1 АНАЛИЗ ЖАЛОБ В ГРУППАХ ИССЛЕДОВАНИЯ.

В **таблице 3.1.1** указаны все выявленные жалобы в исследуемых группах в процессе сбора анамнестических данных. Пациенты с ДЦП в возрасте до 12 лет редко самостоятельно предъявляют жалобы на боль в стопах. В нашем исследовании на боль в стопах жаловались 20,4% (n=22) пациентов. У пациентов с ЭПВДС боль чаще всего локализуется в области головок плюсневых костей и вдоль подошвенной поверхности стопы.

Таблица 3.1.1. Данные анализа жалоб пациентов

Пациенты / Жалобы	**GMFCS I (n=10; 9,26%) в %**	**GMFCS II (n=38; 35,19%) в %**	**GMFCS III (n=60; 55,55%) в %**	**Всего (n=108; 100 %)**
Боль в стопах при нагрузке	30 (n=3)	21,1 (n=8)	18,3 (n=11)	20,4% (n=22)
Боль и/или напряжение мышц голени при нагрузке	**30 (n=3)**	**68,4 (n=26) ***	48,33 (n=29)	53,7 (n=58)
Кожные дефекты	-	18,5 (n=7)	23,3 (n=14)	19,4 (n=21)
Трудности при подборе и ношении обуви	60 (n=6)	50 (n=19)	61,7 (n=37)	57,4 (n=62)
Трудности при подборе и ношении ортезов	**20 (n=2)**	**57,9 (n=22) ***	**75,0 (n=45) ***	63,9 (n=69)

***-** статистически значимое отличие от пациентов GMFCS I ($p<0,05$);

Данные, приведенные в **таблице 3.1.1,** говорят о большей частоте болевой симптоматики у детей с менее выраженными двигательными расстройствами (I-II уровень GMFCS. У детей II уровня двигательных навыков

по шкале GMFCS жалобы на боли в стопах при нагрузке встречались чаще (в 21,1%;n=8), чем у детей с уровнем III по GMFCS и (18,3%; n=11). Такие отличия на наш взгляд связанны прежде всего с большей физической активностью пациентов I-II уровня моторных функций по GMFCS.

Частой жалобой (53,7%, n=58) пациентов была на боль и/или напряжение в мышцах голени при непродолжительной ходьбе. У детей I и II уровня двигательного развития выявлена статистически значимая разница в частоте жалоб ($p < 0,05$). Нами выявлена прямая умеренная корреляционная связь между возрастом пациентов и частотой жалоб на боль и/или напряжение в мышцах голени. ($r=0,4$; $p < 0,05$)

К кожным дефектам относятся участки гиперкератоза по внутренней поверхности стоп. Такие дефекты локализуются в основном в проекции ладьевидной кости и головки первой плюсневой кости. Большая частота встречаемости различных кожных дефектов у детей с уровнем GMFCS III (23,3%; (n=14)), по нашим наблюдениям, обусловлена большей тяжестью деформации. Так же выявлена корреляционная связь между возрастом и частотой развития кожных дефектов ($r=0,6$; $p < 0,05$).

Одной из основных жалоб были сложности в подборе и ношении обуви и ортезов (в 57,4% (n=62) и 63,9% n=69) случаев соответственно). Чаще всего жалобы на трудности в ношении ортезов предъявляли пациенты II-III уровней GMFCS.($p<0,05$) Какой-либо значимой связи между возрастом и частотой таких жалоб нами выявлено не было, но отметим, что сами жалобы зачастую имели несколько размытый характер связанный с качеством используемой обуви или ортезов.

3.2. АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОТ ВОЗРАСТА И УРОВНЯ GMFCS.

Для исследования зависимости между клинико-рентгенологической картиной деформации стоп и возрастом между пациентами I-II и III уровней двигательных навыков по GMFCS нами были выбраны три наиболее информативных параметра: угол пронации пятки, угол Meary (таранно-первоплюсневый угол) в прямой проекции и угол продольного свода в боковой проекции. Пациенты I и II уровней двигательного развития были объединены в одну группу для удобства подсчета.

На **рисунке 3.2.1** показана корреляция между клиническим параметром угла пятки и возрастом пациентов. С возрастом угол пронации пятки увеличился во всех исследуемых группах (p <0,005).

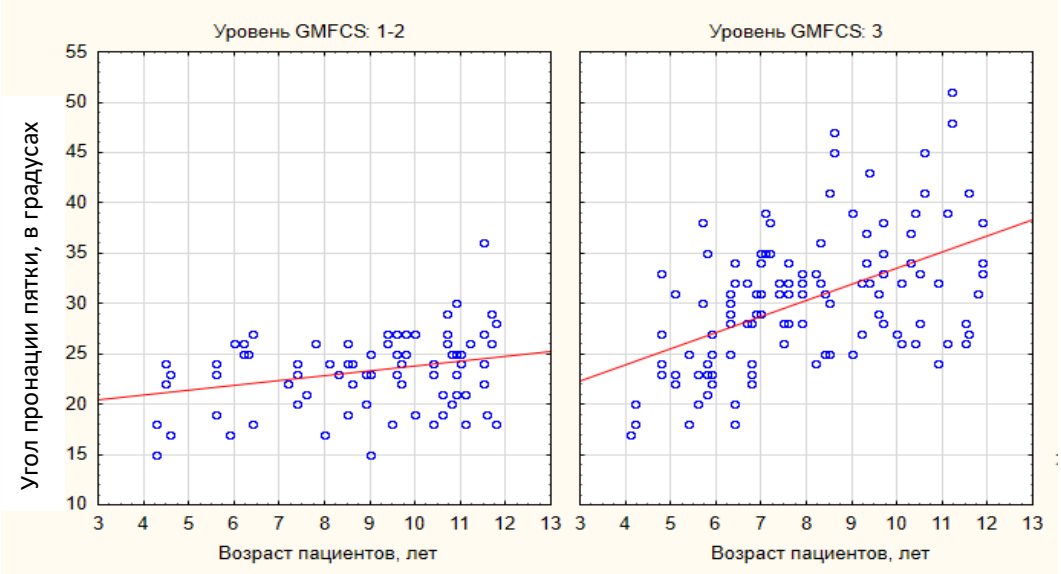


Рис.3.2.1. Корреляция между значениями угла пронации пятки и возрастом пациентов в зависимости от уровня GMFCS в исследуемых группах.

Для пациентов III уровня по GMFCS коэффициент корреляции (r=0,51; p <0,005) был выше, чем для пациентов I-II уровня GMFCS (r=0,29; p <0,01). Такие данные косвенно свидетельствуют о влиянии как возраста пациентов, так и тяжести двигательных нарушений на клиническую картину деформации.

Между параметрами угла Meary и возрастом также обнаружена линейная корреляция, указанная на **рисунке 3.2.2.**

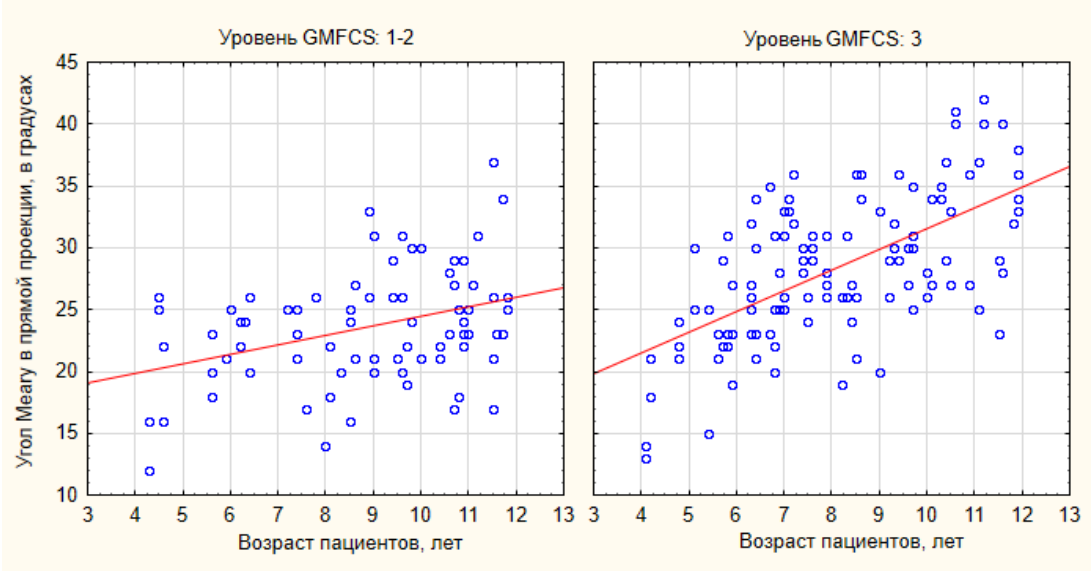


Рис.3.2.2. Корреляция между значениями угла Meary и возрастом пациентов в зависимости от уровня GMFCS в исследуемых группах.

В группе пациентов с III уровнем двигательных навыков по GMFCS коэффициент корреляции Пирсона (r=0,61; p<0,005) был почти в два раза выше чем в группе пациентов с I-II уровнем GMFCS (r=0,36; p<0,001).

При определении корреляции между углом продольного свода и возрастом пациентов (**рис. 3.2.3**.) в группе III уровня по GMFCS мы обнаружили высокую силу связи признаков (r=0,71; p<0,005).

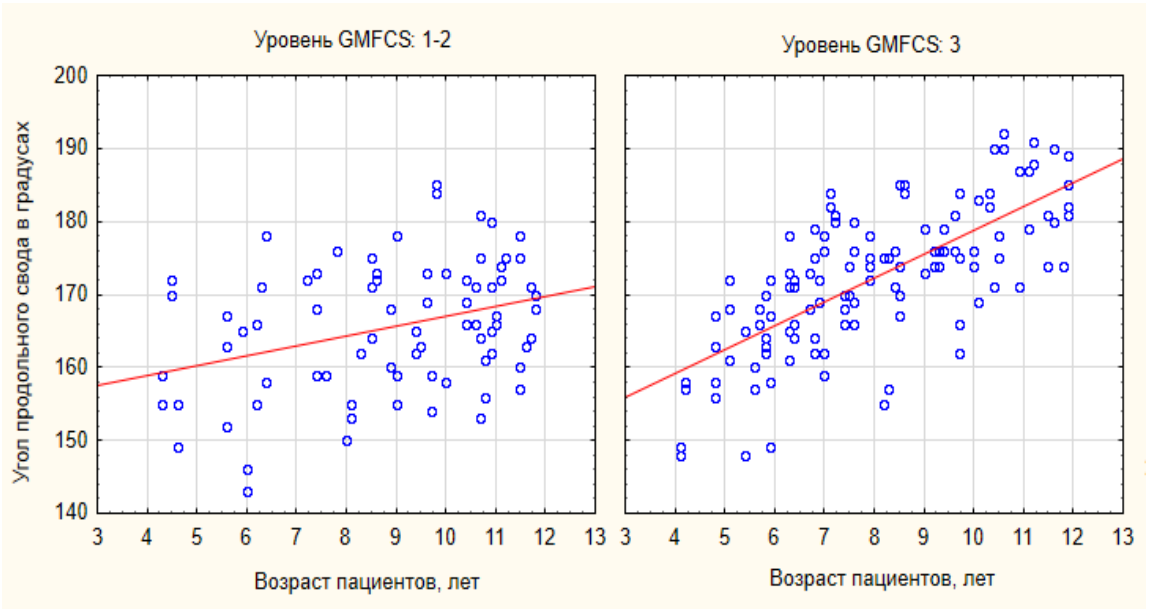


Рис.3.2.3. Корреляция между значениями угла продольного свода и возрастом пациентов в зависимости от уровня GMFCS в исследуемых группах.

Более чем двукратная разница тесноты связи между уровнем GMFCS I-II и GMFCS III (r=0,34 и r=0,71 при p<0,005), подтверждает тезис о влиянии тяжести моторных нарушений на прогрессирование деформации с возрастом.

Таким образом анализ корреляции между угловыми параметрами деформации и возрастом в зависимости от уровня GMFCS демонстрирует заметную связь как у пациентов с GMFCS III уровня (r=0,61; p<0,005), так и пациентов GMFCS I-II уровня (r=0,32; p<0,005).

Для подтверждения предположения о зависимости тяжести деформации от возраста и двигательных навыков был проведен сравнительных анализ, в котором дети из исследуемых групп были разделены по возрастным периодам (дошкольный: 4-7 лет; младший школьный: 7-12 лет) и уровням двигательных навыков (I-II уровень GMFCS и III уровень GMFCS). В **таблице 3.2.1**. приведены результаты сравнительного анализа угловых параметров стоп детей из разных возрастных групп.

Таблица 3.2.1. Результаты сравнительного анализа предоперационных угловых параметров детей 4-12 лет.

Рентген-ангулометрические показатели Mean±σ (min-max)	**Угловые параметры (в град.)** **Дети 4-8 лет (n=49)**	**Угловые параметры (в град.)** **Дети 8-12 лет (n=59)**	**p уровень значимости**
Пронация пятки	**21,5±5,42 (15-42)**	**32,7±6,12 (19-51)**	**0,01**
Угол Meary	**17,7±3,25 (12-34)**	**28,3±5,87 (13-42)**	**0,01**
Угол продольного свода	**158,5±7,92 (143-186)**	**183,4±9,03 (148-192)**	**0,006**

В группе детей младшего возраста угол пронации пятки в среднем был меньше на 11,2° (p=0,01), угол Meary на 10,6° (p=0,01), а угол продольного свода на 24,9° (p=0,006). Поскольку все различия были статистически значимы

можно говорить о подтверждении обнаруженной ранее зависимости тяжести деформации от возраста пациента.

Также был проведен сравнительный анализ угловых параметров стоп детей разного уровня двигательного развития по GMFCS, результаты которого приведены в **таблице 3.2.2.**

Таблица 3.2.2. Результаты сравнительного анализа предоперационных угловых параметров детей I-II и III уровней по GMFCS.

Рентген-ангулометрические показатели Mean±σ (min-max)	**Угловые параметры (в град.) GMFCS I-II (n=48)**	**Угловые параметры (в град.) GMFCS III (n=60)**	**p уровень значимости**
Пронация пятки	23,5±7,42 (15-39)	33,7±7,12 (21-51)	0,08
Угол Meary	**22,1±4,7 (12-38)**	**31,5±6,76 (18-42)**	**0,02**
Угол продольного свода	**163,8±6,86 (143-180)**	**180,4±10,4 (149-192)**	**0,01**

Таким образом мы смогли подтвердить, что возраст и уровень двигательных навыков оказывает существенное влияние на тяжесть деформации.

3.3 ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПО ШКАЛЕ GILLETTE FAQ.

На **рис. 3.3.1.** представленны значения функциональной активности у пациентов I уровня по GMFCS был 8,2±0,42 баллов. Пациенты II уровня двигательных навыков по GMFCS показывали результат в 6,4±0,5 баллов. У пациентов III уровня моторного развития показатели имели среднее значение

в 4,38±0,85 баллов. Балльная оценка между уровнями двигательных навыков I, II и III по GMFCS имела статистические различия (p <0,05).

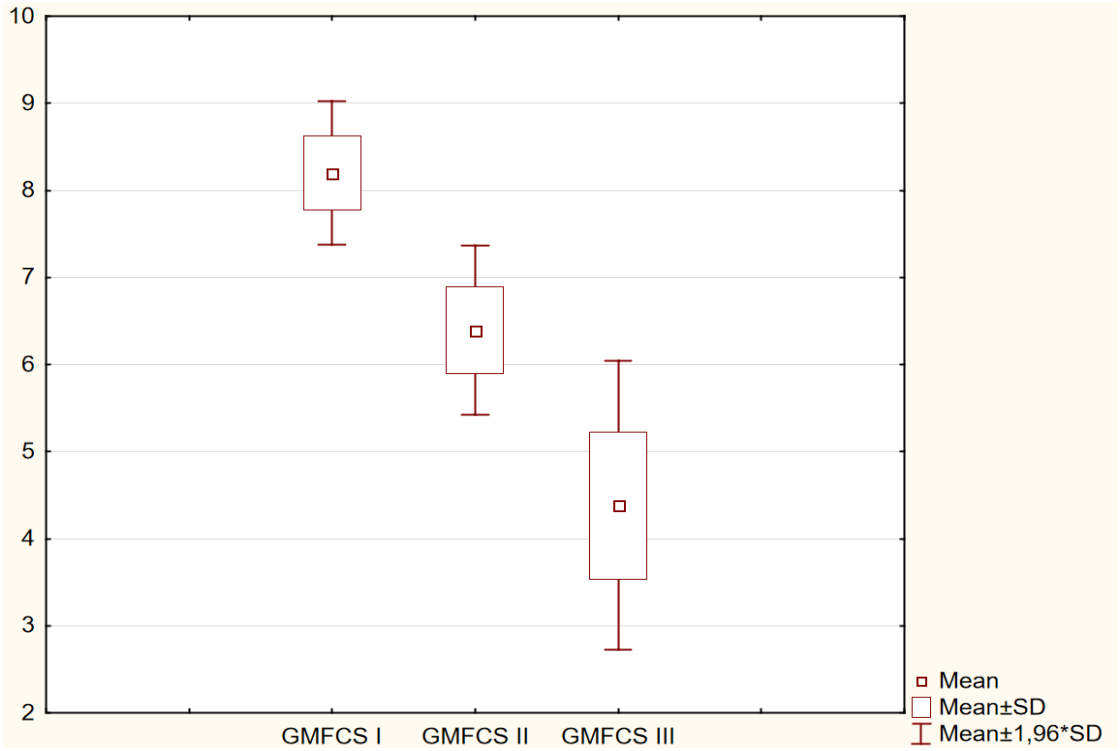


Рис.3.3.1. Предоперационная оценка уровня двигательной активности по Gillette FAQ между пациентами I-III уровня по GMFCS.

Согласно предоперационной оценке функционального статуса пациентов средний балл функциональной активности в группе 1 составил 5,46±1,6 баллов, а в группе 2 составил 5,44±1,4 баллов. Статистических различий по данному параметру между группами не определялось.

Таким образом анализ предоперационных клинико-рентгенологических данных дает возможность проследить достоверные различия клинической и рентгенологической картины между пациентами как по возрасту, так и по уровню двигательных навыков.

Жалобы на боли в стопах при нагрузке превалируют у пациентов с высоким абилитационным потенциалом и хорошей физической активностью [48]. Исследования Alriksson-Schmidt A. et al. [48] связывают увеличение частоты жалоб на боль в дистальных отделах конечностей с большей физической активностью детей, чей функциональный статус позволял им

передвигаться самостоятельно. В работе Умнова В.В. с соавторами [39] от 43-51% жаловались на боли в стопах и мышцах голени. В нашем исследовании мы разделили боль в стопах и вышележащих сегментах, но усредненные цифры подтверждают данные наших коллег. Аналогичная тенденция прослеживается в жалобах на напряжение и болевой синдром в мышцах голени. Пациенты с большей физической активностью достоверно чаще предъявляют такие «специфические» для ЭПВДС жалобы. Высокую частоту данной симптоматики отмечают Умнов В. В., и соавторы [39]. По их данным у порядка 87% наблюдаемых ими детей были жалобы на быструю утомляемость мышц голени при непродолжительной ходьбе, в нашем исследовании пациентов с такой симптоматикой было больше половины (53,7%; n=58)). Говоря о развитии кожных дефектов, стоит отметить превалирующее влияние возраста и тяжести деформации стопы. Наши данные, а также наблюдения коллег [105, 187] свидетельствуют об ухудшении состояния кожи стоп в процессе роста ребенка и прогрессирования ЭПВДС. Индивидуально изготовленная обувь и ортезы не всегда способны улучшить ситуацию. Наши наблюдения, исследование Sees J.P. et al. [172] и ряд других литературных данных указывает на то, что хирургия стопы, в ряде случаев, единственно возможное решение данной проблемы [104, 198].

Полученные нами результаты статистического анализа между параметрами деформации и возрастом в группах GMFCS I-II и GMFCS III также говорят сильном влиянии на тяжесть деформации как возраста так и уровня двигательного развития. С возрастом у детей III уровня по GMFCS чаще отмечается отрицательная динамика пронации пятки, отклонении медиальной колонны стопы и уплощение свода ($p < 0,05$). В исследовании Min J. J. et al. [130] были изучены рентгенологические параметры стопы и их зависимость от множества факторов. Исследователи анализировали 3 измерения в прямой проекции и пришли к выводу, что возраст и тяжесть двигательных нарушений существенно влияют на прогрессирование

деформации. Наши результаты пересекаются с выводами исследования Min J. J. et al. [130] которые обнаружили связь между рентгенологической тяжестью плоско-вальгусной деформации стоп, возрастом и уровнем сформированности больших моторных навыков по GMFCS у детей до 18 лет. В работе Min J. J. et al. также показана взаимосвязь рентгенологической картины коллапса медиальной колонны стопы и тяжести hallux valgus. На связь тяжести двигательных расстройств и деформации стоп указывает работа van de Velde S et al. [188]. van de Velde S et al. исследовали выраженность hallux valgus у детей с ДЦП и пришли к выводу, что дети с II-III уровнем двигательных расстройств наиболее уязвимы к формированию тяжелого вывиха в плюсне фаланговом суставе первого пальца. В работе Смирновой Л. М. с соавторами [37], были исследованы плантоподографические данные пациентов в возрасте 3-18 лет со спастическими формами ДЦП. Результаты исследования говорят о том, что основными компонентами деформации стоп у пациентов с ДЦП являются: снижение высоты продольных сводов, пронация среднего отдела и вальгус заднего отдела стопы, вальгусная деформация первого пальца стопы. В работе также сообщается о том, что пациенты с III уровнем двигательных навыков по GMFCS чаще других испытывают перегрузку переднего и среднего отделов стопы.

Таким образом мы подтверждаем предположения исследователей эквино-плоско-вальгусной деформации стоп у детей с ДЦП о том, что устранение болевого сидрома в стопах и голенях, а также решение проблемы ортезирования являются клинически значимыми причинами для решения вопроса об оперативном лечении.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЭКВИНО-ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ У ДЕТЕЙ С ДЦП МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПЛАСТИКИ.

При написании настоящего раздела использованы фрагменты собственного текста, впервые опубликованные ранее в работах: [11, 12, 44]

4.1 КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ В ГРУППЕ 1.

В данной главе представлены результаты и особенности оперативного лечения ЭПВДС методом сухожильно-мышечной пластики у детей 4-12 лет I-III уровня двигательных навыков по GMFCS. В **таблице 4.1.1**. приведены целевые значения, полученные в группе сравнения, показатели до и спустя 32±3 месяца после оперативного лечения. При отсутствии статистических различий ($p>0,05$) исследуемые параметры достигали равных значений между исследуемыми группами. Таким образом отсутствии статистических различий ($p>0,05$) между целевыми значениями и параметрами после оперативного лечения считалось успешной коррекцией данного углового показателя.

Рецидивом углового показателя считалось возвращение его к дооперационным значениям (или ухудшению дооперационных значений). Так же были результаты, достигающие целевых значений, но не находящиеся в их диапазоне.

Пронация пятки была скорригирована в среднем на 9,8° (с 25,5±8,21 до 15,7±5,56 °), но послеоперационные результаты не достигали целевых значений ($p <0,05$). Угол пронации пятки зависит от движения в подтаранном суставе [66]. Метод сухожильно-мышечной пластики предполагал стабилизацию данного сустава при помощи перераспределения динамического баланса m. tibialis anterior на шейку таранной кости. Дополнительная стабилизация предполагалась также за счет формирования рубца капсулы таранно-пяточного и таранно-ладьевидного суставов в правильном положении, и пластики малоберцовых мышц. Угол пронации

пятки до операции не достигал целевых значений ни у одного пациента группы 1. После операции в 39,02% (32 стопы) случаев угол пронации пятки достигал целевых показателей. В нашем исследовании в 31,7 % случаев (у 26 из 82 стоп) наблюдался рецидив угла пронации пятки.

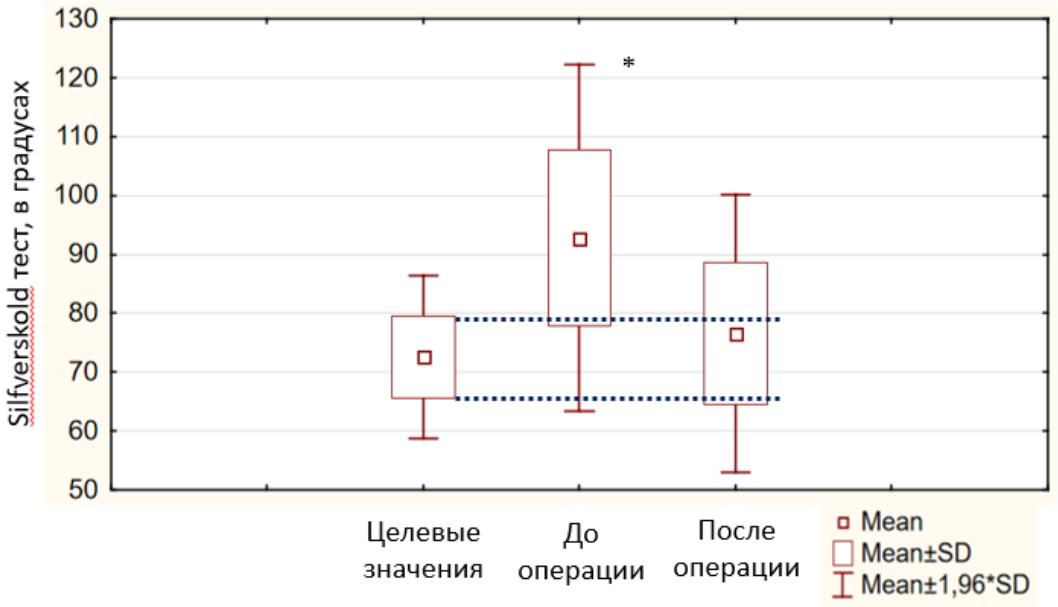
Таблица 4.1.1 Результаты оперативного лечения в группе исследования 1. (46 пациентов 82 стопы).

Угловые значения / **Изме-ряемые параметры** Mean±σ (min-max)	**Целевые значения (в °)**	**Показатели до оперативного лечения (в °)**	**Показатели после оперативного лечения (в °)**
Пронация пятки	5,9±2,20 (1-11)	25,5±8,21 [1] (15-51)	15,7±5,56 [1] (5-28)
Silfverskiöld-тест	72,2±5,08 (65-82)	91,2±6,82 [1] (75-115)	74,6±4,64 [2] (65-95)
Таранно-пяточный угол (БП)	43,8±5,22 (31-50)	54,5±7,43 [1] (38-71)	42,4±3,75 [2] (35-54)
Угол Meary (БП)	4,5±2,81 (0-12)	30,8±9,65 [1] (14-52)	14,7±4,51 [1] (5-24)
Угол продольного свода (БП)	137,5±6,70 (125-147)	169,2±10,89 [1] (143-192)	154,6±8,24 [1] (141-172)
Угол наклона пяточной кости (БП)	20,5±4,87 (12-31)	6,5±4,85 [1] (-10-15)	9,5±3,77 [1] (2-18)
Угол Meary (ПП)	5,7±3,25 (1-13)	23,5±6,11 [1] (12-42)	15,3±5,78 [1] (5-26)

В таблице: 1 - статистическая значимость отличия от целевых значений, p <0,05; 2 - статистическая значимость отличия от предоперационных значений, p <0,05. БП – боковая проекция; ПП – прямая проекция.

В среднем угол тыльной флексии стопы при проведении Silfverskiöld – теста улучшился на 16,6° (с 91,2±6,82 до 74,6±4,6°) и достигал целевых значений (72,2±5,08°), статистически не отличаясь от них. Средние значения угла тыльной флексии при проведении Silfverskiöld теста, указанные на **рисунке 4.1.1,** были в диапазоне целевых значений в 68,3% случаев (56 стоп).

Эквинусный элемент деформации стопы оказывает значительное влияние как на функциональные возможности ребенка, так и на стабильность суставов заднего и переднего отделов стопы. Поэтому ахиллопластика имела важнейшее значение в лечение ЭПВДС. В нашем исследовании у 7-ти пациентов (12 стоп), что составляло 14,63% выполненных ахиллопластик в группе мягкотканных операций, выявлен рецидив контрактуры. При этом рецидивы, во всех случаях, имели место после апоневротомии по Strayer. У двух пациентов 6 и 8 лет с диплегией III уровня по GMFCS после открытой ахиллопластики отмечалось формирование Crouch- походки, что негативно сказалось на функциональном статусе и результатах дальнейшей реабилитации.

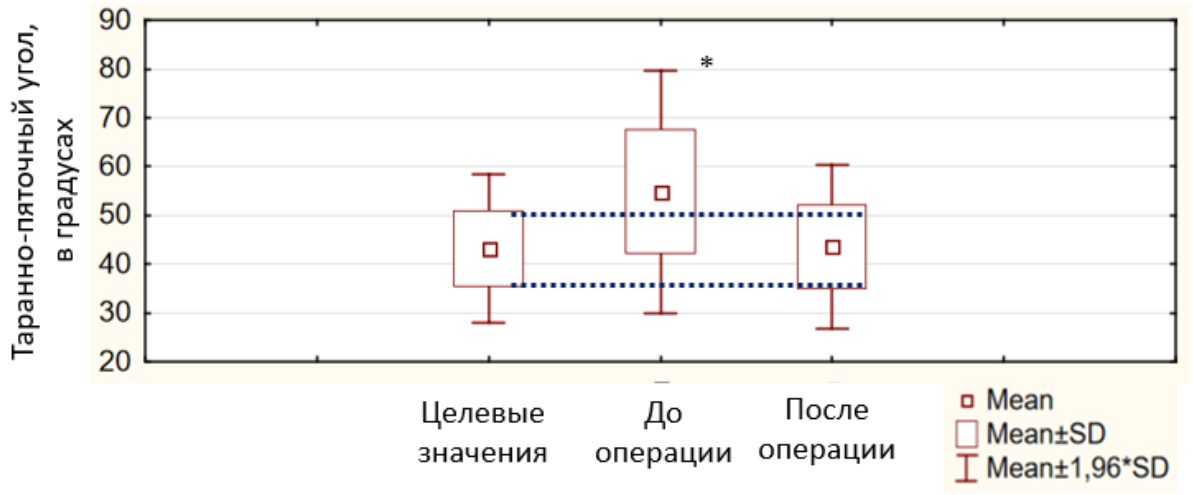


* p>0,005 – статистически значимые отличия между показателями до оперативного лечения, целевыми значениями и показателями после оперативного лечения

Рис.4.1.1. Изменение до и послеоперационных показателей угла тыльной флексии при проведении Silfverskiöld теста.

Таранно-пяточный угол, на рентгенограммах в боковой проекции, достоверно улучшался на 12,1° (с 54,5±7,43° до 42,4±3,75° при p <0,05). Статистической разницы между результатами оперативного лечения и целевыми значениями не выявлено, что говорит о достаточной коррекции этого рентгенографического параметра. На **рисунке 4.1.2.** указаны послеоперационные значения таранно-пяточного угла, находящиеся в диапазоне целевых показателей.

Таранно-пяточный угол в боковой проекции дает представление тяжести подвывиха в подтаранном сочленении. Коррекция этого рентгенологического параметра производится за счет уже ранее описанных методов транспозиции сухожилия m. tibialis anterior, артролиза подтаранного и таранно-ладьевидного суставов. Поскольку выраженность эквинуса стопы определяет положение пяточной кости, устранение контрактуры голеностопного сустава также уменьшает таранно-пяточный угол. 80,5% (66 стоп) результатов достигали целевых показателей, а в 14,6 % случаев (12 из 82 обследованных стоп) таранно-пяточный угол вернулся к предоперационным показателям.



* p>0,005 – статистически значимые отличия между показателями до оперативного лечения, целевыми значениями и показателями после оперативного лечения

Рис.4.1.2. Изменение до и послеоперационных показателей таранно-пяточного угла.

.

Послеоперационные значения угла Meary в боковой проекции (или таранно-1-плюсневого угла) изменились с 30,8±9,65 до 14,7±4,51°, уменьшаясь в среднем на 16,1°. Поскольку различия между послеоперационными и целевыми показателями рентгенангулометрии были статистически значимы (p <0,005), данный параметр достигал планируемой степени коррекции только в 30,5% (25 стоп) случаев. Аналогичная картина наблюдалась для угла Meary и в прямой проекции. Увеличение угла Meary в прямой проекции на 8,2° (с 23,5±6,11 до 15,3±5,78°), было достоверно, но статистически отличалось от целевых показателей. У 29 стоп (35,4%) угол Meary в прямой проекции достигал целевых значений. Угол между таранной костью и первой плюсневой костью отражает стабильность медиальной колонны и, в частности, самой уязвимой его части - таранно-ладьевидного сустава. Капсулотомия с последующим формированием рубца в положении коррекции и сборивание сухожилия задней большеберцовой мышцы являлись методиками направленными на стабилизацию медальной колонны в группе исследования 1. Угол Meary в боковой проекции рецидивировал в 35,4% (n=29 стопы) случаев, и в 31,7% (n=26 стоп) случаев в прямой проекции.

Угол продольно свода изменился с 169,2±10,89° до 154,6±8,24°. Увеличение угла продольного свода на 14,6° было достоверным, однако послеоперационные значения статистически отличались от целевых показателей (p <0,05). Угол продольного свода дает количественное представление о состоятельности продольной арки стопы. Данный угол тесно связан с углом Meary и углом наклона пяточной кости. Значение угла продольного свода более 180° говорит о тяжелой нестабильности суставов среднего и заднего отделов стопы. Клинически увеличение угла продольного свода более 180° характеризуется вальгусной деформацией по типу «стопы-качалки». Как и в случае с коррекцией угла Meary, хирургической методикой восстановления продольной арки стопы в группе исследования 1 было выполнение капсулотомии, сборивания сухожилия задней большеберцовой

мышцы и тенодез передней большеберцовый мышцы на шейку таранной кости. В 26,8% (22 стопы) послеоперационных наблюдений угол продольного свода был в пределах целевых значений, а в 34,2% (28 стоп) случаев наблюдался рецидив данного параметра.

Параметр угла наклона пяточной кости увеличился на 3° (с 6,5±4,85 до 9,5±3,77°). Послеоперационный показатель угла наклона пяточной кости статистически отличался от целевых показателей ($p < 0,05$), достигая их только в 18,3% (15 стоп) случаев. Угол наклона пяточной кости характеризует состояние заднего отдела стопы, и, в частности, тяжесть эквинусного компонента деформации. Коррекция данного показателя до референтных значений зачастую не представляется возможным ввиду нестабильности передней части пяточной кости. При наличии «стопы-качалки» и отрицательном угле наклона пяточной кости выполненная ахиллопластика корректирует наклон пяточной кости в достаточном объеме. Рецидив угла наклона пяточной кости отмечался в 28,1% (23 из 82) послеоперационных наблюдений.

Таким образом нами достигнута достоверная коррекция угла тыльной флексии при выполнении Silfverskiöld теста, таранно-пяточного угла и угла наклона пяточной кости. Но угол пронации пятки, таранно-пяточный угол, угол продольного свода и углы Meary в прямой и боковой проекции не достигли необходимых целевых значений ($p < 0,05$). Такие результаты ставят вопрос о надежности сухожильно-мышечных методов коррекции, в основе которых лежит операция Kumar-Cowell-Ramsey, для детей со спастическими формами ДЦП.

4.2 ОСЛОЖНЕНИЯ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПЛАСТИКИ.

В процессе наблюдения в послеоперационном периоде нами выявлен ряд осложнений, указанных в **таблице 4.2.1.**

Таблица 4.2.1. Осложнения в послеоперационном периоде (32±3 месяца) в группе исследования 1. 46 пациентов (82 стопы).

Вид осложнения	Пациенты в % (n-количество пациентов)
Тендинит большеберцовых мышцы	4,35% (n=2; 2 стопы)
Crouch синдром	4,35% (n=2)
Нестабильность таранно-ладьевидного сустава	26,1% (n=12; 19 стоп)
Длительный болевой синдром	3,66% (n=2; 3 стопы)
Трофические нарушения	8,7% (n=4; 5 стоп)
Длительное заживление послеоперационных ран	2,2% (n=1; 1 стопа)

4,35% (2 пациента) в послеоперационном периоде жаловались на боли в области сухожилий задней и передней большеберцовых мышц после выполнения различных видов сухожильных пластик. Состояние было расценено как тендинит большеберцовых мышц. Консервативное ведение таких состояний во всех случаях полностью нивелировало воспалительные изменения и болевой синдром. У двоих детей с диплегией 6-ти и 8-ми лет отмечалось ухудшением походки и прогрессирование Crouch-синдрома. Обоим детям была выполнена открытая ахиллопластика. Нестабильность таранно-ладьевидного сустава, отмечавшаяся у 26,1% детей (n=12; 19 стоп), фактически расценивалась как основной предиктор клинико-рентгенологической картины рецидива деформации. Длительный болевой синдром (более 24 месяцев после оперативного лечения) наблюдался у двух

пациентов (3 стопы), что составило 3,66% от проведенных вмешательств. Детям был проведен курс НПВС по возрасту и физиотерапия с положительным эффектом. Неглубокие пролежневые раны мы наблюдали только у двух детей на двух стопах (4,4% от пациентов 1-ой группы) после снятия гипсовой повязки. Еще у двоих наблюдались области гиперемии (эритемы) на тыле стопы и области пятки. Пролежни велись нами открыто с ежедневной обработкой антисептическими растворами до полного заживления. Длительное заживление раны (более 10 суток) имело место у одного ребенка (2,2%). У пациента наблюдался умеренный отек стопы, воспалительные изменения дистального полюса раны. Состояние не потребовало хирургических манипуляций и велось консервативно.

4.3 ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА И УРОВНЯ МОТОРНЫХ НАВЫКОВ ПО GMFCS НА РЕЗУЛЬТАТ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНЫХ ПЛАСТИК.

Для оценки влияния уровня развития «больших» моторных навыков на результат оперативного лечения мы провели корреляционный анализ между клинико-рентгенологическими значениями и возрастом с учетом выраженности двигательных нарушений по GMFCS.

Умеренная, статистически значимая связь между возрастом и углом пронации пятки ($r=0,44$; $p=0,0018$) имела место у пациентов III уровня развития двигательных навыков по GMFCS (**рис. 4.3.1)**. Результаты оперативного лечения пациентов I-II и III уровня по GMFCS имели статистически значимые различия ($p<0,005$).

В группе детей I и II уровня по GMFCS (**рис. 4.3.1)** возраст и угол пронации пятки не коррелировали между собой (r=0,25; p =0,16).

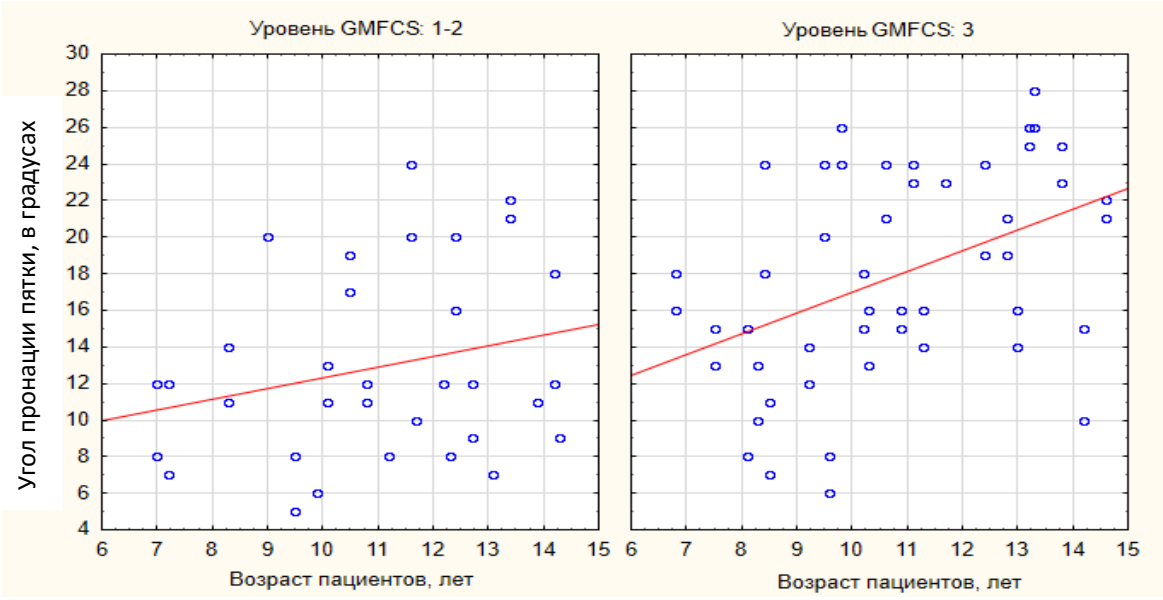


Рис. 4.3.1. Корреляция между значениями угла пронации пятки и возрастом пациентов в зависимости от уровня GMFCS после операции в группе 1.

Обнаружена линейная зависимость результатов коррекции угла Meary от возраста у пациентов с III уровнем по GMFCS (r=0,48; p =0,0004) изображенная на **рисунке 4.3.2.**

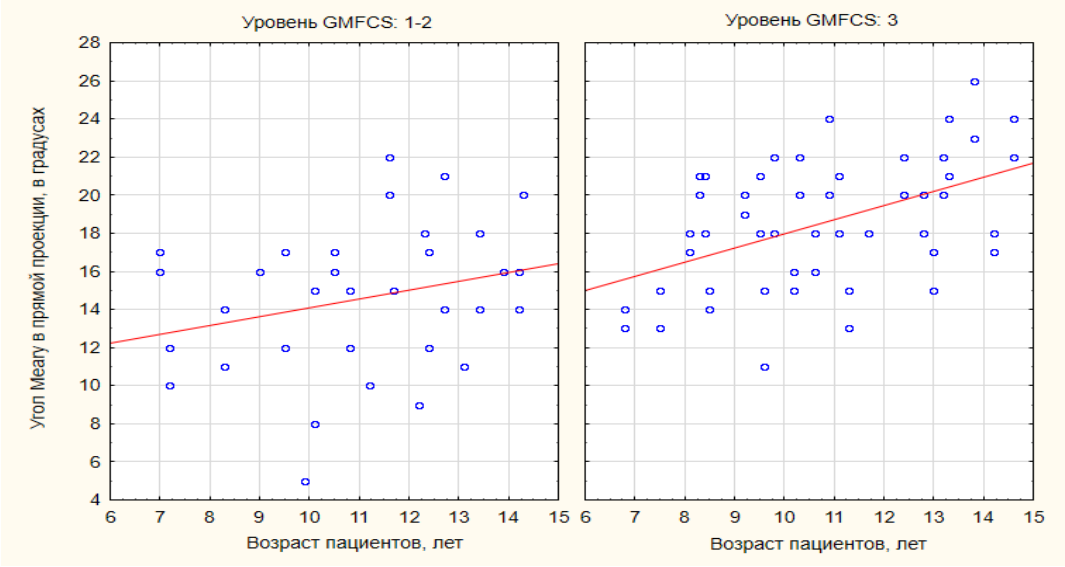


Рис. 4.3.2. Корреляция между значениями угла Meary и возрастом пациентов в зависимости от уровня GMFCS после операции в группе 1.

Послеоперационные показатели угла Meary у пациентов II уровня двигательных навыков по GMFCS не коррелировали с возрастом (r=0,27; p=0,129) (**рис. 4.3.2.**) Как и в случае с значениями угла пронации пятки возраст и уровень моторного развития, у детей III уровня по GMFCS, оказывал влияние на послеоперационный показатель угла Meary (p <0,05).

Заметная корреляция между возрастом и послеоперационными показателями угла продольного свода (r=0,54; p <0,005) обнаружена нами у пациентов III уровня по GMFCS (**рис. 4.3.3.**). У детей II уровня моторного развития статистически значимой корреляции между углом продольного свода и возрастом обнаружено не было (r=0,31; p=0,08), однако прослеживалась тенденция к усилению зависимости признаков (**рис. 4.3.3.).** Различия результатов угла продольного свода среди пациентов I-II и III уровней по GMFCS были статистически значимы (p <0,05).

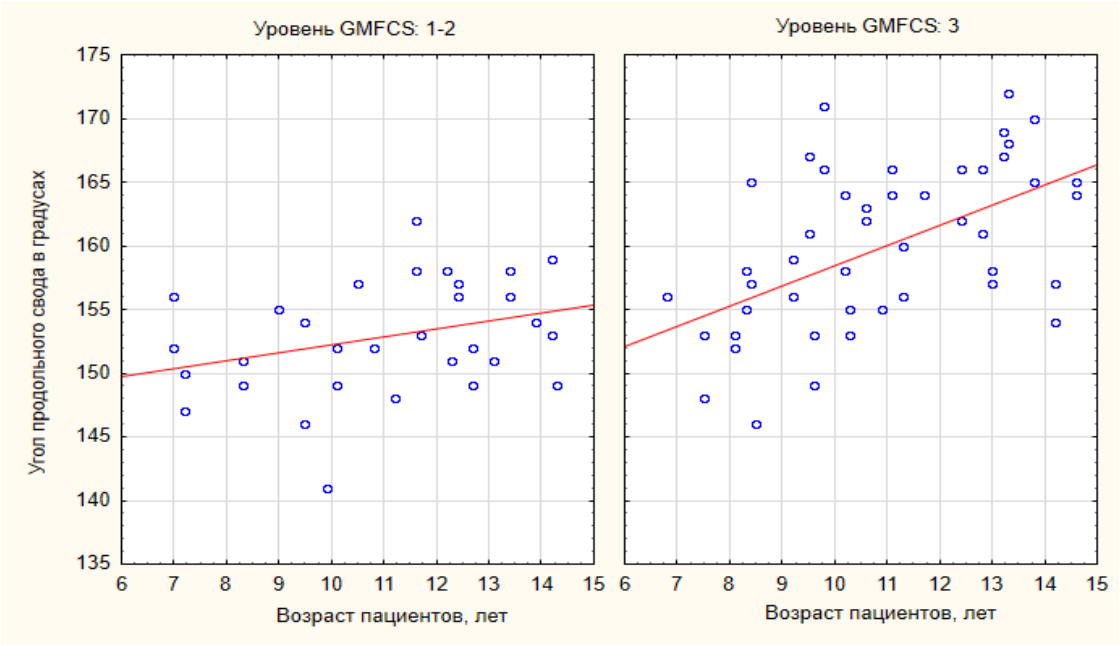


Рис. 4.3.3. Корреляция между значениями угла Meary и возрастом пациентов в зависимости от уровня GMFCS после операции в группе 1.

Таким образом результаты проведенного корреляционного анализа наглядно демонстрируют статистически значимое влияние возраста пациентов

и тяжести неврологического дефицита на исходы оперативного лечения (p <0,005).

Дальнейший анализ полученных данных с разделением пациентов по возрасту и двигательным навыкам отражен в **таблицах 4.3.1 и 4.3.2**

Таблица 4.3.1. Результаты сравнительного анализа после оперативного лечения детей 4-8 и 8-12 лет из группы 1.

Рентген-ангулометрические показатели Mean±σ (min-max)	**Угловые параметры (в град.) Дети 4-8 лет (n=21)**	**Угловые параметры (в град.) Дети 8-12 лет (n=25)**	**p уровень значимости**
Пронация пятки	**12,7±4,12 (5-24)**	**20,8±4,77 (7-28)**	**0,02**
Угол Meary	**11,4±4,65 (5-22)**	**18,3±4,82 (5-26)**	**0,01**
Угол продольного свода	**147,6±6,31 (141-170)**	**156,7±6,76 (151-172)**	**0,01**

В таблице 4.3.1. приведены результаты сравнительного анализа угловых параметров стоп детей 4-8 и 8-12 лет которым были выполнены мягкотканные методы оперативного лечения. Угол пронации пятки, угол Meary и угол продольного свода у детей дошкольного возраста (4-8лет) в среднем были меньше на 6,1° (p=0,02), 6,9° (p=0,01) и 9,1° (p=0,01), чем у детей младшего школьного возраста (8-12 лет).

Сравнительный анализ угловых параметров стоп детей по уровням двигательного развития приведен в **таблице 4.3.2.**

При сравнительном анализе результатов оперативного лечения у детей I-II и III уровней по GMFCS статистически значимые отличия были получены у угла Meary и угла продольного свода. В группе детей I-II уровней по шкале GMFCS угол Meary в среднем был на 8° (p=0,03) меньше, чем в группе детей с GMFCS III, а угол продольного свода на 13,1° (p=0,01).

Таблица 4.3.2. Результаты сравнительного анализа после оперативного лечения детей 1I-II и III уровней по GMFCS из группы 1.

Рентген-ангулометрические показатели Mean±σ (min-max)	**Угловые параметры (в град.) GMFCS I-II (n=21)**	**Угловые параметры (в град.) GMFCS III (n=25)**	**p уровень значимости**
Пронация пятки	15,1±5,23 (5-26)	22,8±5,53 (9-28)	0,08
Угол Meary	**13,5±4,34 (5-24)**	**21,5±4,12 (6-26)**	**0,03**
Угол продольного свода	**145,7±5,48 (141-171)**	**158,8±7,32 (154-172)**	**0,01**

Таким образом полученные нами данные говорят о снижении эффективности коррекции методом сухожильно-мышечной пластики у детей старшего возраста (8-12 лет) и III уровня развития двигательных навыков по GMFCS.

4.4 КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕР ГРУППЫ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ.

Пациентка К. 11 лет 4 мес. Диагноз: Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп. ДЦП, спастическая диплегия. GMFCS III.

Пациентка К. поступила в октябре 2011г в нейроортопедическое отделение с ортопедией ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ первично, для обследования и оперативного лечения. Диагноз при поступлении: «Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп, двусторонняя контрактура голеностопного сустава. Подвывих головки правого тазобедренного сустава, Укорочение правой нижней конечности на 1,5 см. Детский церебральный паралич, спастическая диплегия. GMFCS III. MACS 3 уровень.». При поступлении ребенка предъявляла жалобы на боли в стопах при непродолжительной ходьбе (не более 15 м по дому и на сеансах реабилитации)

больше справа, трудности в ношении обуви (болевые ощущения по внутренней поверхности стоп). По словам матери ребенка деформация стоп начала активно прогрессировать за последние 2-3 года после скачка роста. До операции проходил консервативное лечение: ботулинотерапия в мышцы нижних конечностей, ЛФК и массаж без выраженной положительной динамики. Внешний вид стоп до оперативного лечения изображен на **рисунке 4.4.1.** Предоперационные рентгенографические снимки стоп с нагрузкой в прямой и боковой проекции изображены на **рисунке 4.4.2.**



Рис. 4.4.1. А – Выраженная пронация стоп, эквинус правой стопы. Пронация пяточной кости; Б – Коллапс медиальной арки, уплощение свода правой стопы; Г – Коллапс медиальной арки, уплощение свода левой стопы



Рис.4.4.2. А– Рентгенография левой стопы в боковой проекции; Б – правая стопа в боковой проекции; В – Рентгенография стоп в прямой проекции

Ортопедический статус: ходит самостоятельно с использованием четырехопорных тростей, при ходьбе пятки не нагружает, опора на

переднемедиальный отдел стоп. Ось позвоночника и конечностей без выраженных деформаций. Ось нижних конечностей с приводящими установками на уровне тазобедренных суставов и эквинусом правого голеностопного сустава. Укорочение правой нижней конечности на 1,5 см. Движения в тазобедренных и коленных суставах в полном объеме. Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп. Объем тыльной флексии –117° справа, 101° слева. Тест Silfverskiöld: 108° справа, 92° слева. Пронация пятки справа 37°, слева 26°. Коллапс продольной арки свода с двух сторон. Деформация мобильна, подвывих таранной кости вправляется мануально. Пассивная эверсия во всех отделах стоп без ограничений, пассивная инверсия заднего отдела ограничена до 5° справа и 10° слева. Участки гиперкератоза в области ладьевидных костей с двух сторон. Балльная оценка по шкале-опроснику Gillette FAQ 5 баллов.

Ребенку было выполнено оперативное лечение в объеме: двусторонняя z-образная ахиллопластика, транспозиция сухожилия m. tibialis anterior на шейку таранной кости с двух сторон, сборивание сухожилия m. tibialis posterior с двух сторон, пластика малоберцовых сухожилий, фиксация спицами. Нижние конечности ребенка были фиксированы в циркулярных гипсовых повязках от кончиков пальцев до в/3 бедер. Ранний послеоперационный период протекал гладко. На интрооперационной и контрольной (спустя 3-е суток после оперативного лечения) рентгенографии стояние металлоконструкций стабильное, коррекция удовлетворительная. Ребенок был выписан в удовлетворительном состоянии на 9-е послеоперационные сутки. Гипсовые повязки и металлоконструкции удалены через 6 недель после оперативного лечения на амбулаторном приеме ортопеда отделения нейроортоедии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ. В дальнейшем ребенок проходил реабилитацию по месту жительства.

На **рисунке 4.4.3.** представлен клинический вид стоп через 33 месяца после оперативного лечения



Рис. 4.4.3.А – Нормопозиция пяточной кости слева (6°), вальгус правой пятки 21°; Б – уплощение свода правой стопы; В – контурирование свода левой стопы.

Контрольная рентгенография стоп под нагрузкой в прямой и боковой проекции представлена на **рис. 4.4.4.**

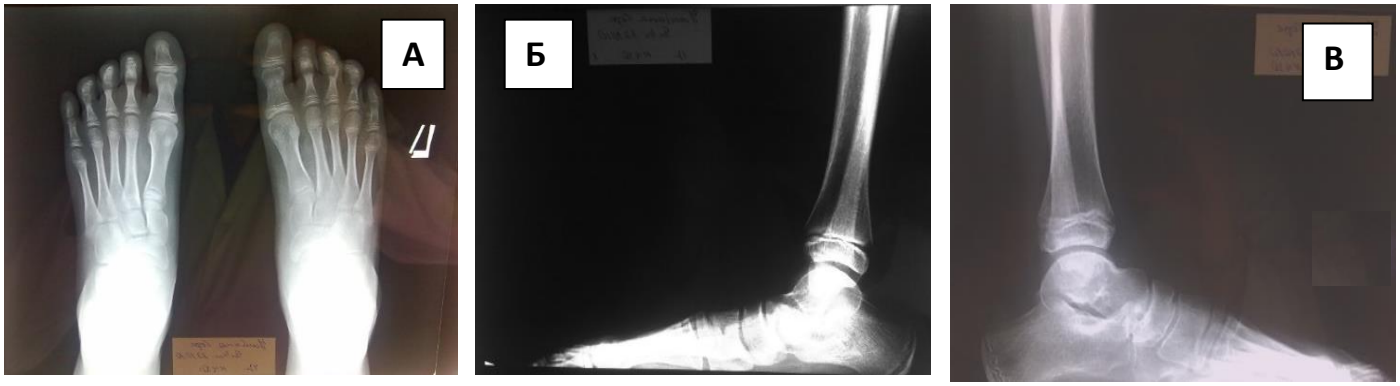


Рис.4.4.4. А – Рентгенография стоп в прямой проекции; Б – правая стопа в боковой проекции; В – левая стопа в боковой проекции.

Контрольный осмотр проводился на амбулаторном приеме спустя 33 месяца после оперативного лечения. На осмотре ребенок предъявляет жалобы на боли в области мышц голени с двух сторон при непродолжительной ходьбе. Клинически: левая стопа в положении коррекции, правая пятка вальгизирована. Объем тыльной флексии: 83° справа, 79° слева. Тест Silfverskiöld: 74° справа, 70° слева. Пронация пятки справа 6°, слева 21°. Пассивная эверсия и инверсия во всех отделах стопы без ограничений. Ребенок так же передвигался с использованием четырехопорных тростей, ортезирующие конструкции не использовал. Балльная оценка по шкале-опроснику Gillette FAQ осталась на уровне 5-ти баллов (способен пройти

более 4,5-15 метров дома или в школе. Ходьба – основной способ передвижения в домашних условиях).

Данные контрольной рентгенографии стоп под нагрузкой до и через 33 месяца после операции проекции представлены в **таблице 4.4.1**. Таранно-пяточный угол правой стопы и угол Meary (в боковой проекции) справа практически полностью рецидивировали до предоперационных значений. Рентгенографические параметры левой стопы значительно улучшились.

Таблица 4.4.1 Предоперационные параметры рентгенографии пациента К. До операции (11 лет 4 месяца), после операции (14 лет 2 месяца).

Параметр (в градусах)	**Справа**		**Слева**	
	До	**После**	**До**	**После**
Таранно-пяточный угол (БП)	66	64	42	37
Угол Meary (БП)	41	36	36	6
Угол продольного свода (БП)	185	172	168	149
Угол наклона пяточной кости (БП)	-8	4	7	9
Угол Meary (ПП)	33	18	17	7

Таким образом, клинические и рентгенологические результаты оперативного лечения в группе сухожильно-мышечных пластик, в течение более чем 2,5 летнего периода (32±3 месяцев) свидетельствуют о длительной коррекции угла Silfverskiöld теста и таранно-пяточном угла ЭПВДС у детей с ДЦП. Результаты оперативного лечения сухожильно-мышечными пластиками зависят от возраста и уровня развития моторных навыков по GMFCS.

В исследовании Рыжикова Д.В. [32] была получена достаточная коррекция пронационного компонента ЭПВДС (у детей 0-5 лет с ДЦП (в среднем на 12,15° при $p < 0,01$) при сроке наблюдения 24±6 месяцев. В нашем исследовании возрастной охват был шире, и возможно поэтому нами была

отмечена меньшая коррекция угла пронации пятки у детей старше 8-ми лет (в среднем на 9,8°; p <0,005). Этот результат свидетельствует о влиянии возраста пациента до операции на объем и длительность коррекции.

Коррекция тонической контрактуры методом апоневротомии по Strayer и открытой ахиллопластики доказали свою эффективность во многих исследованиях [43, 83, 175]. Рецидив контрактуры в 14,63% после апоневротомии по Strayer это удовлетворительный результат сопоставимый с данными мировой литературы [88, 90]. Формирование crouch-походки, после выполнения z-образной ахиллопластики, приведшей к ухудшению функционального статуса у двух пациентов с диплегией имеет отражение в литературе. О проблеме усугубления двигательной активности в следствии формирования crouch-синдрома после ахиллопластик в области общего сухожилия трицепса голени, сообщают исследователи Rutz E. et al. [165]. В работе Rutz E. et al. рекомендован более избирательный подход к ахиллопластике для детей с диплегией ввиду высокой вероятности развития crouch походки и как следствии ухудшении функциональных возможностей ребенка.

Нам удалось достигнуть и сохранить хороший результат коррекции таранно-пяточного угла в боковой проекции у 85,3 % пациентов (70 из 82 пациентов). В исследовании 2019 года [114] при операциях на сухожильно-мышечном аппарате стопы Lashkouski U. et al. получали достаточный объем коррекции таранно-пяточного угла в боковой проекции (с 40.4±15.5 до 23.3±11.5 при p<0,05) без рецидивов за период 12-ти месячного наблюдения. В работе Вавилова М.А. и соавторов [7] выполнение операции Kumar-Cowell-Ramsey позволило сохранить достаточную коррекцию таранно-пяточного до 33,4° за 6-ти летний катамнестический период. Авторы также описывают значительную коррекцию угла Meary (с 46,9° до 13,4° при p <0,05) в прямой проекции. В нашем исследовании у 68,3% (n=56) пациентов удалось достичь коррекции угла Meary в прямой проекции со средним значением показателя

15,3±5,78°. В работе Вавилова М.А. и соавторов [7] оперативные вмешательства методом Kumar-Cowell-Ramsey выполнялись детям без ДЦП, что может говорить о влиянии спастических нарушений на результат хирургической коррекции.

Угол продольного свода удалось корригировать в 65,85% (54 из 82 стоп) случаев, в среднем достигая значения 154,6±8,24°. Lashkouski U. et al. [114] выполняли вентрализацию ахиллова сухожилия для коррекции вывиха таранно-пяточного сустава у детей с плоско-вальгусной деформацией на фоне ДЦП. Исследователи регистрировали достоверную коррекцию угла продольного свода на 23.7° (с 163.0±7.4° до 139.3±8.3°) в течение 12-ти послеоперационных месяцев. Хорошие результаты коррекции этого параметра были описаны и Рыжиковым Д.В. [32]. Исследователю удалось добиться длительной в коррекции (с 173,4±8,6° до 124,2±3,5° при p <0,05) при наблюдении спустя 24±6 месяцев после операции. Описанная Рыжиковым Д.В. техника хирургической коррекции предполагала выполнение клиновидной остеотомии первой плюсневой кости (методика Cotton [58]), что дополнительно корригирует высоту свода. Болотов А. В. [5] описывает применение операции Kumar-Cowell-Ramsey для детей с ДЦП от 1,5 до 18 лет. Результаты хирургической коррекции по данной методике показывают улучшение угла продольно свода с 156,8±2,5 до 140,1±2,0 через 3 года после операции. Справедливо будет заметить, что такие успешные долгосрочные результаты хирургического лечения могут быть обусловлены тем, что в группу исследования также входили пациенты с миелодисплазией.

Нам удалось выполнить достаточную коррекцию угла наклона пяточной кости у 71,95% пациентов (n=59), со средним значением коррекции до 9,5±3,77°. В 2011 году Рыжиков Д.В. [32] описал коррекцию угла пяточной кости методом сухожильно-мышечной пластики у детей 0-5 лет (с -2,8±8,6 до 21,3±3,8 при p<0,01). Такая высокая эффективность оперативного лечения при продолжительном катамнестическом наблюдении (24±6 месяцев) может быть

обусловлена дошкольным возрастом пациентов исследуемой группы. По нашим наблюдениям у пациентов до 5-ти лет коррекция угла наклона пяточной кости колебалась в пределах 13-18°.

В исследованиях Рыжикова Д. В. и соавторов [31, 33] послеоперационный период составил от 1 до 3 лет. Основным осложнением выполняемых мягкотканых методик отмечена нестабильность Шопарова сустава. По наблюдениям Вавилова М.А. и соавторов [7] исследовавшим оперативную коррекцию методом Kumar-Cowell-Ramsey рецидивы операции обусловлены прежде всего неполным вправлением таранной кости (2 стопы из 5-ти). Нестабильность таранно-ладьевидного сустава отмечалась нами у 26,1% детей (n=12; 19 стоп. Ряд авторов [7, 33] так же отмечают данное послеоперационное осложнение как неблагоприятный фактор, приводящий к повторному вывиху таранной кости. Результаты оперативного лечения ЭПВДС сухожильно-мышечными пластиками приводят Lee S. K. et al. [117]. На небольшой выборке (7 детей, 11 стоп), при наблюдении, в среднем, в течение 41-ого месяца исследователи доложили о 7-ми отличных (63,64%) результатах и 4-х (36,36%) рецидивах деформации. Lee S. K. et al. [117] обращают внимание на то, что по завершению костного роста детям с рецидивами пришлось прибегнуть к артродезирующим операциям типа Grice или трехсуставного артродеза стопы. Мацакян А. М. описаны результаты пластики и тенодеза заднего большеберцового сухожилия описание [27] для лечения плоско-вальгусной деформации стоп. Исследователи докладывают о 12 хороших, 3-х удовлетворительных и 1-ом неудовлетворительном результате оперативного лечения. В нашем исследовании 2 пациента (4,35%) после пластики сухожилия задней и передней большеберцовой мышцы жаловались на боль по краю медиальной лодыжки и тылу стопы при нагрузке, что было расценено нами как тендинит большеберцовых мышц. У обоих пациентов данная симптоматика купировалась после курса консервативной терапии.

Оценка влияния возраста и уровня моторных навыков по GMFCS на результат оперативного лечения методом сухожильно-мышечных пластик говорит о зависимости результатов оперативного лечения как от возраста, так и от тяжести неврологического дефицита пациента. Корейские ученые Cho B. et al. [67] выполняли удлинение латеральной колонны пяточной кости у детей 4-10 лет I-IV уровня развития двигательных навыков. Исследователи сообщают, что частота недостаточной коррекции ЭПВДС в группе GMFCS III/IV была в 1,6 раза выше, чем в группе GMFCS I/II по исследуемым рентген-ангулометрическим показателям. Исследователи Kadhim M. et al. [103] описывают необходимость разделения объема оперативного лечения для пациентов с I-II уровнем двигательного развития по GMFCS и III-IV уровнями. В работе Kadhim M. et al. пациенты были разделены на группы I-II уровня GMFCS и II-IV уровней по GMFCS соответственно. Группе I-II уровня GMFCS выполнялась корригирующая остеотомия пяточной кости по Evans, в группе III-IV уровня GMFCS артродез по методу Grice. Такой дифференцированный подход позволил исследователям добиться стабильно высоких клинико-рентгенологических и функциональных результатов. Miller F. [126] рассматривает дифференцированный подход для детей I-IV уровня двигательных навыков который заключается в возможности сохранения движений в подтаранном суставе для детей с высокими двигательными перспективами (I-II уровень GMFCS).

Достаточное число рецидивов (в среднем 27%) клинико-рентгенологических параметров деформации, а также зависимость результата оперативного лечения от возрастных и неврологических особенностей ставят вопрос о надежности сухожильно-мышечных методов коррекции, в основе которых лежит операция Kumar-Cowell-Ramsey, для детей со спастическими формами ДЦП.

ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЭКВИНО-ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ У ДЕТЕЙ С ДЦП МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПЛАСТИКИ И КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ.

При написании настоящего раздела использованы фрагменты собственного текста, впервые опубликованные ранее в работах: [11, 12, 44]

5.1 КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ В ГРУППАХ 1 И 2.

В данной главе представлен сравнительный анализ результатов оперативного лечения ЭПВДС методом таранно-пяточного артродеза и мягкотакнных оперативных методик.

Угловые значения (в град. °) Mean±σ (min-max)	**Целевые значения**	**Показатели до оперативного лечения**	**Группа 1 после оперативного лечения**	**Группа 2 после оперативного лечения**
Угол пронации пятки	5,9±2,20 (1-11)	25,5±8,21 [1] (15-51)	15,7±5,56 [1] (5-28)	8,7±4,86 [2] (0-21)
Silfverskiöld-тест	72,2±5,08 (65-82)	91,2±6,82 [1] (75-115)	74,6±4,64 [2] (65-95)	76,9±4,16 [2] (69-95)
Таранно-пяточный угол (БП)	43,8±5,22 (31-50)	54,5±7,43 [1] (38-71)	42,4±3,75 [2] (35-58)	35,8±5,43 [2] (27-54)
Угол Meary (БП)	4,5±2,81 (0-12)	30,8±9,65 [1] (14-52)	14,7±4,51 [1] (5-24)	8,2±5,27 [2] (0-21)
Угол продольного свода (БП)	137,5±6,70 (125-147)	169,2±10,89 [1] (143-192)	154,6±8,24 [1] (141-172)	142,0±7,24 [2] (127-156)
Угол наклона пяточной кости (БП)	20,5±4,87 (12-31)	6,5±4,85 [1] (-10-15)	9,5±3,77 [1] (2-18)	10,8±3,92 [1] (5-16)
Угол Meary (ПП)	5,7±3,25 (1-13)	23,5±6,11 [1] (12-42)	15,3±5,78 [1] (5-26)	8,7±4,81 [2] (0-22)

Таблица 5.1.1 Результаты оперативного лечения в группе исследования 1 (46 пациентов (82 стопы)) и группе исследования 2 (62 пациента (112 стоп)).

В таблице: 1 – статистическая значимость отличия от предоперационных значений, p <0,05; 2 - статистическая значимость отличия от целевых

значений, *p* <0,05; 3 - статистическая значимость отличия от послеоперационных значений в группе 1, *p* <0,05.

В **таблице 5.1.1**. приведены целевые значения группы сравнения, показатели до и спустя 32±3 месяца после оперативного лечения.

Коррекция угла пронации пятки в группе 2 составила в среднем 16,8° (с 25,5±8,21° до 8,7±4,86° при p <0,05), тем самым достигая целевых значений(p>0,05). Показатели угла пронации пятки достоверно улучшались почти в два раза в сравнении с послеоперационными результатами в группе 1. Для нормализации положения пяточной кости в первую очередь необходимо разрешить контрактуру голеностопного сустава. Артродез подтаранного сочленения предполагает фиксацию пяточной кости по отношению к оси голени: перпендикулярно в сагиттальной проекции и параллельно во фронтальной проекции. В группе 2 76,7% (86 стоп) достигали целевых показателей угла пронации пятки, что на 37,7% больше, чем в группе 1 (**рис. 5.1.1.**). Рецидив пронации пятки был отмечен в 8,04% случаев (9 стоп).

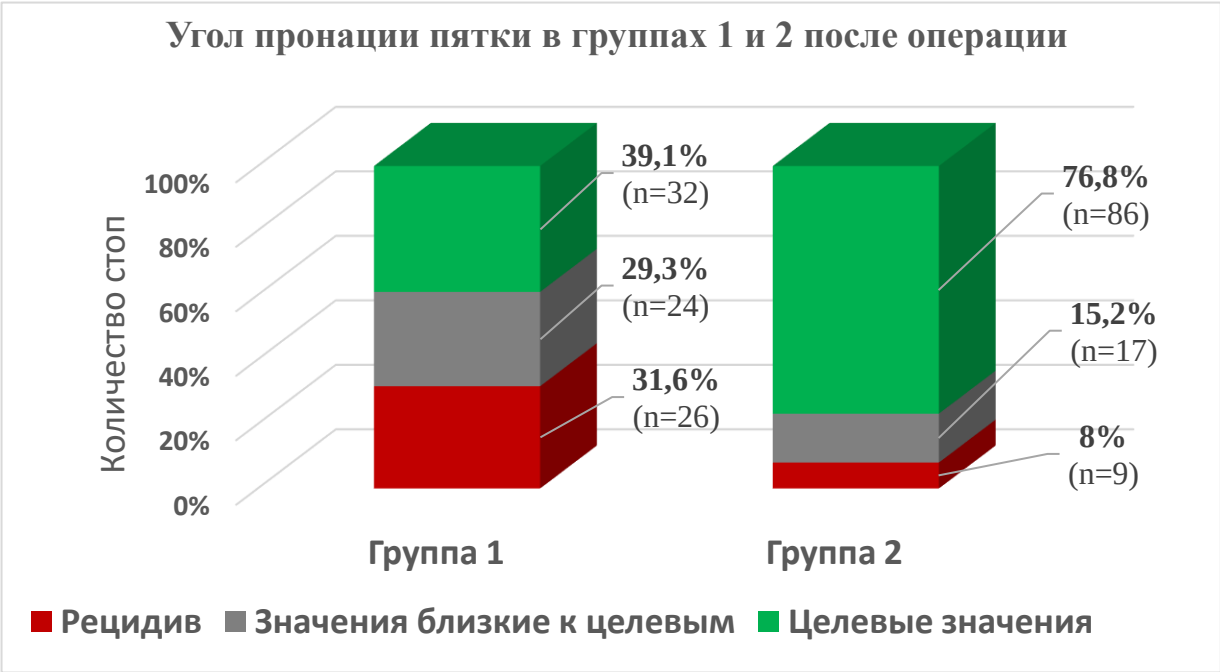


Рис. 5.1.1. Послеоперационные результаты параметра угла пронации пятки в группе 1 и 2.

На 14,3° увеличился объем тыльной флексии при проведении теста Silfverskiöld – с 91,2±6,82 до 76,9±4,16°. Как и в случае с результатами мягкотканных операций целевые значения были достигнуты. Имелась небольшая разница в результатах двух групп исследования, так в среднем в группе 1 коррекция была на 2,3° больше, чем в группе 2. Чуть меньший объем коррекции в группе 2 обусловлен более щадящим подходом к оперативному лечению контрактуры голеностопного сустава. Достижение целевых показателей угла тыльной флексии при выполнении Silfverskiöld теста наблюдалось в 58,9% (n=16 стоп) случаев, в группе 2 и в 68,3% (n=56) случаев в группе 1 (**рис. 5.1.2.**). У 6 пациентов (9 стоп) после апоневротомии по Strayer и у одного пациента (1 стопа) с после тенотомии по Vulpius определялся рецидив эквинусного компонента деформации.

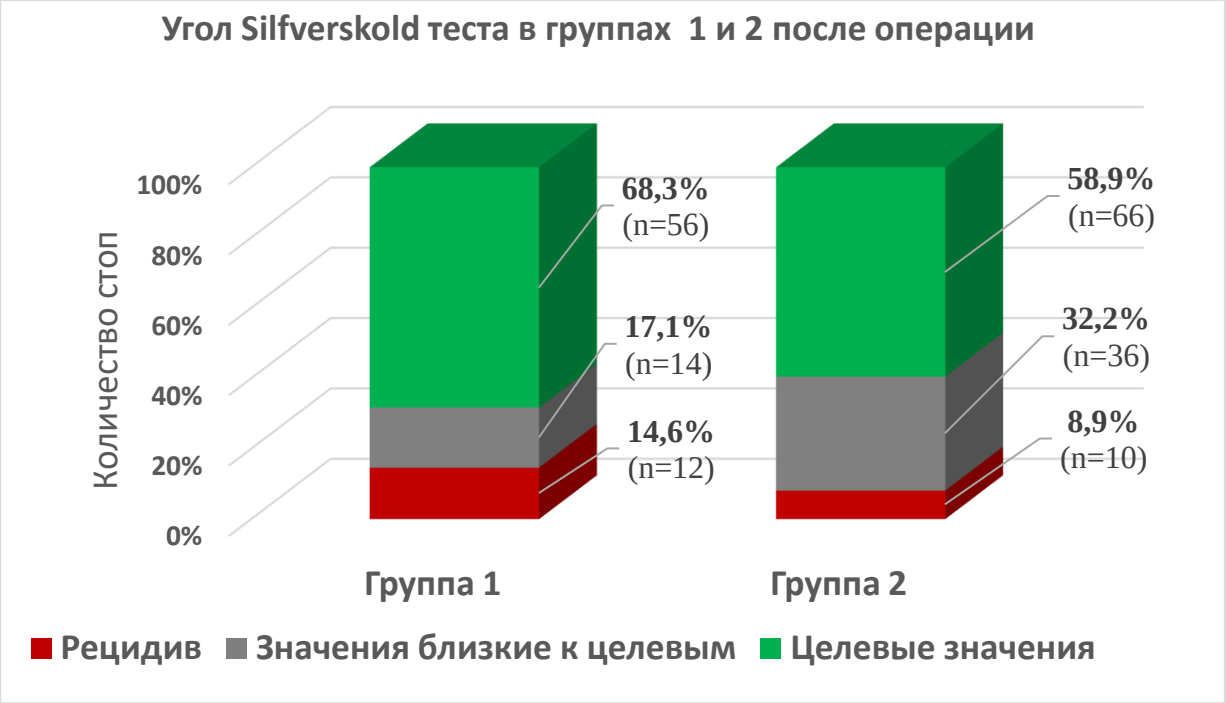


Рис. 5.1.2. Послеоперационные результаты параметра угла тыльной флексии при проведении Silfverskiöld теста в группе 1 и 2.

Таранно-пяточный угол в боковой проекции улучшался на 18,7° (с 54,5±7,43 до 35,8±5,43°; $p<0,05$). Различия между предоперационными значениями и значениями в группе исследования 2 были статистически значимы. Объем коррекции таранно-пяточного угла достигал целевых

значений. В среднем, значение таранно-пяточного угла было на 8° меньше, чем показатели целевых значений и на 10,6° меньше, чем результаты в группе исследования 2. В группе 2 целевых показателей данного параметра удалось достичь в 85,7% (96 стоп) случаев (**рис. 5.1.3.**). Такая коррекция данного показателя обусловлена технической особенностью методики артроэреза – дистракцией в подтаранном синусе. В процессе формирования артродеза таранно-пяточный сустав фиксируется в положении гиперкоррекции, тем самым удерживая медиальную арку стопы. Только в 6,25% случаев (7 стоп) отмечалось возвращение данного показателя к предоперационным значениям.

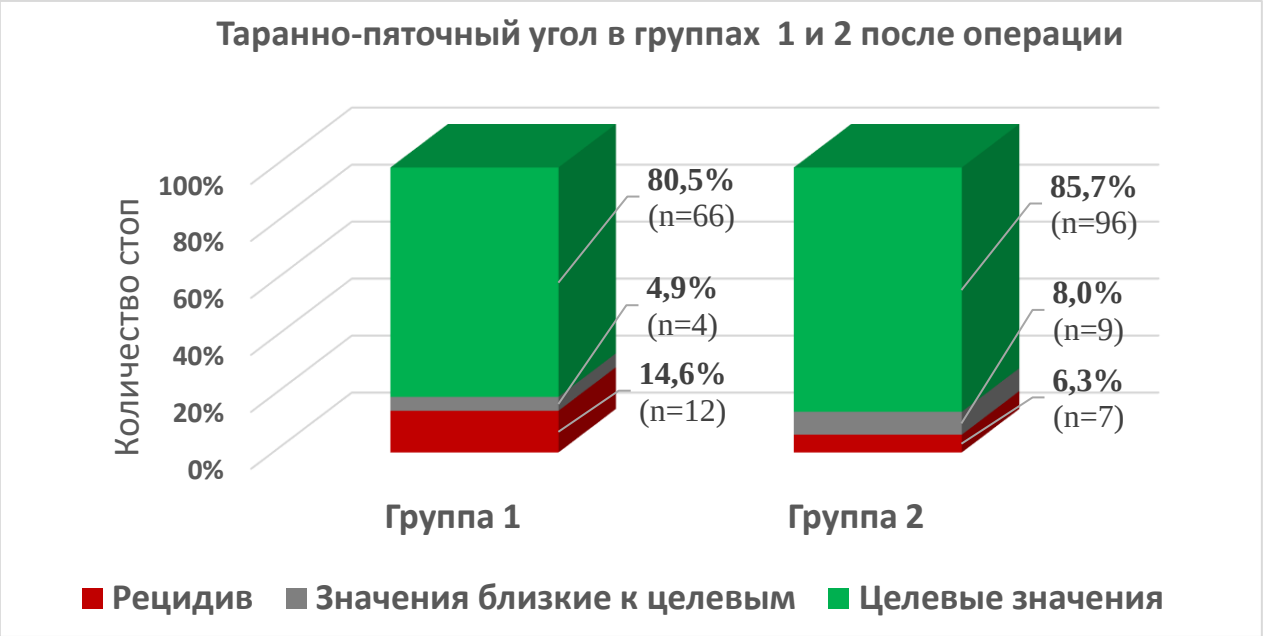


Рис. 5.1.3. Послеоперационные результаты параметра таранно-пяточного угла в боковой проекции в группе 1 и 2.

Угол Meary в боковой проекции улучшался на 22,6° (с 30,8±9,65 до 8,2±5,27). Различия между до и послеоперационными результатами были статистически достоверны (p <0,05). Послеоперационные показатели угла Meary в боковой проекции достигали целевых значений, статистически не отличаясь от них в 63,4% (n=71) послеоперационных наблюдений (**рис. 5.1.4.**). В случае подтаранного артроэреза угол Meary корригируется совместно с

элевацией таранной кости и подъемом медиальной колонны стопы. Данный показатель рецидивировал в 8,93% (n=10 стоп) случаев (**рис. 5.1.4.**).

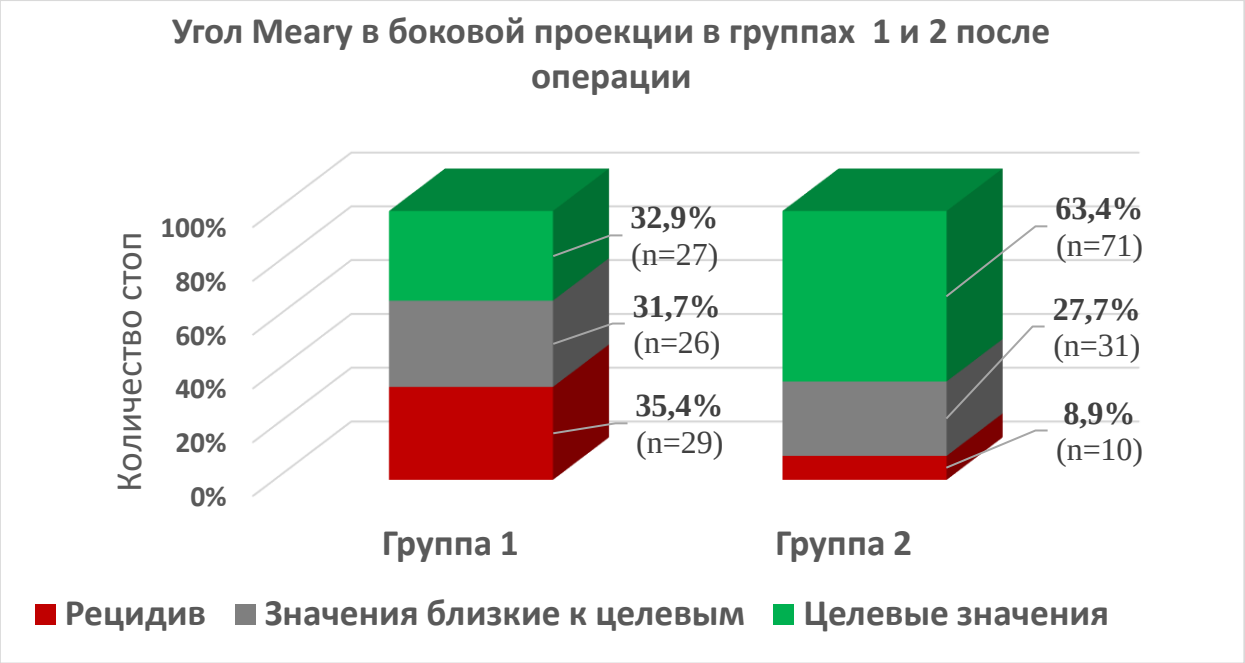


Рис. 5.1.4. Послеоперационные результаты параметра угла Meary в боковой проекции в группе 1 и 2.

Угол Meary в прямой проекции так же показал значительное увеличение на 14,8° (с 23,5±6,11° до 8,7±4,81° при p <0,05)

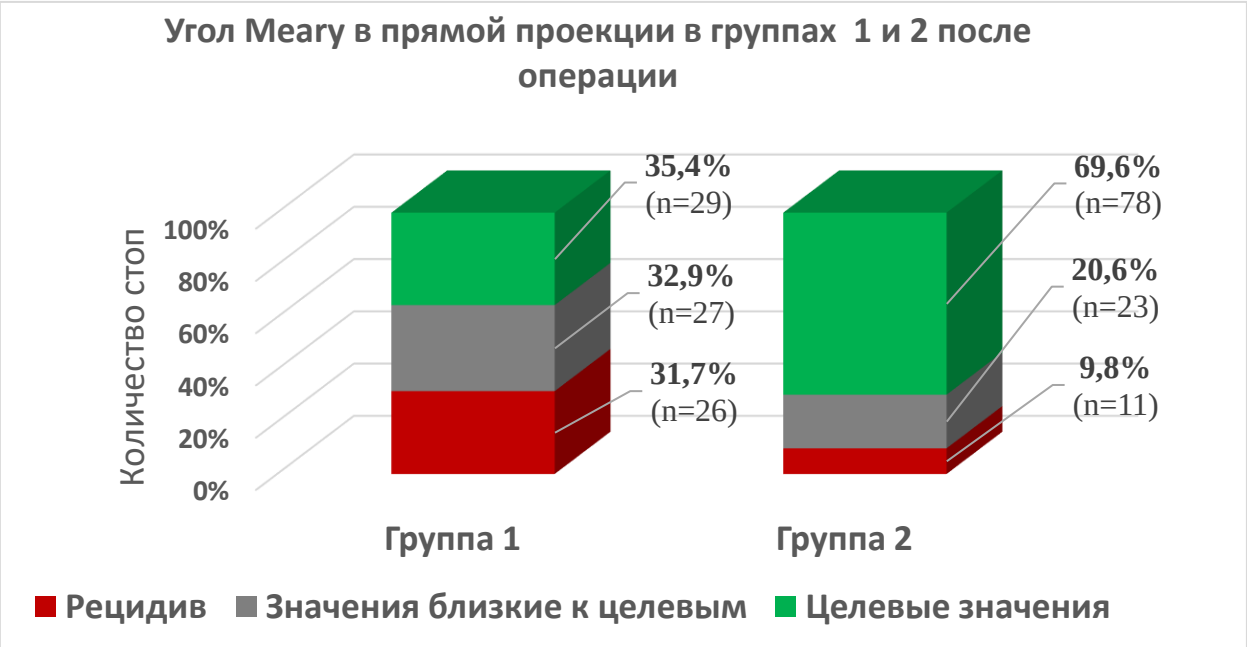


Рис. 5.1.5. Послеоперационные результаты параметра угла Meary в боковой проекции в группе 1 и 2.

В 69,6% (78 стоп) случаев статистических отличий целевых и послеоперационных значений не было обнаружено, что говорит о достижении искомого уровня коррекции (**рис. 5.1.5.**). В 9,82% (n=11 стоп) угол Meary в прямой проекции рецидивировал до предоперационных значений.

Параметр угла продольного свода улучшался на 27,2° (с 169,2±10,89° до 142,0±7,24°). Различия были статистически значимы (p <0,05). Поскольку в 68,7% (77 стоп) случаев статистических различий между послеоперационными результатами (142,0±7,24°) и целевыми значениями (137,5±6,70°) не отмечалось (**рис. 5.1.6**), можно утверждать, что была достигнута необходимая коррекция угла продольного свода. Также как и в случае с углом Meary, угол продольного свода восстанавливался за счет вправления и фиксации таранной кости в положении коррекции, а также изменения наклона пятки после устранения контрактуры голеностопного сустава. В 16,1% (10 детей, 18 стоп) случаев поддержание продольной арки было усилено выполнением артропластики таранно-ладьевидного сочленения и пластики сухожилия задней большеберцовой мышцы.

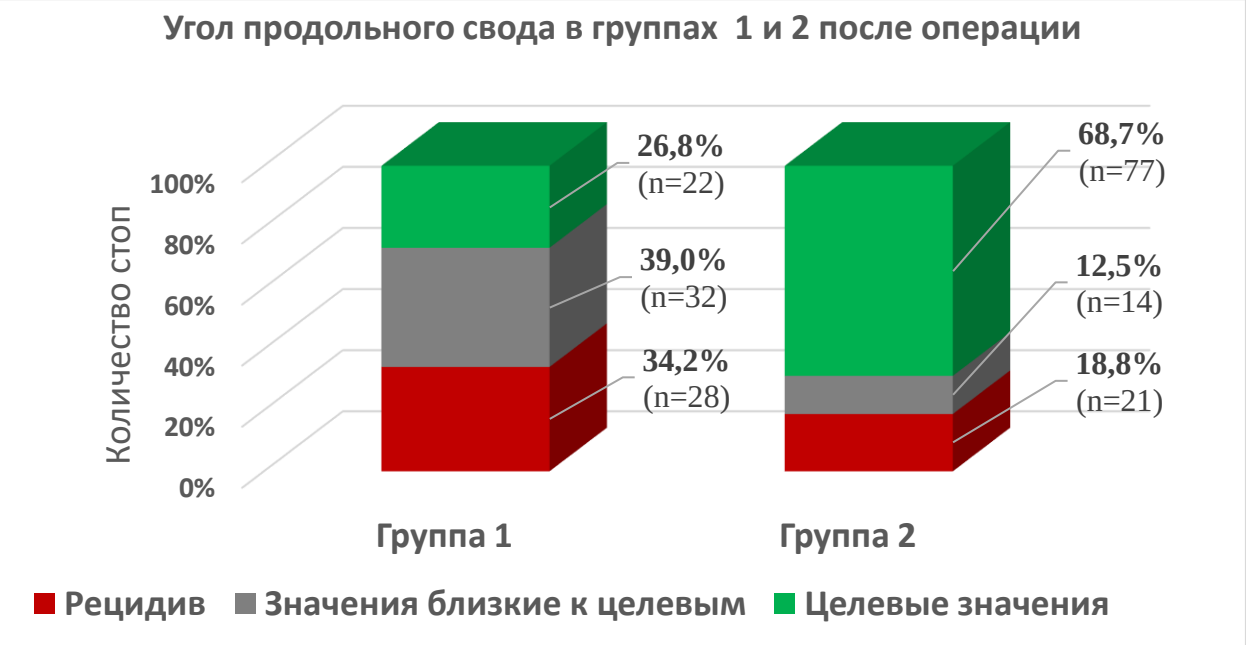


Рис. 5.1.6. Послеоперационные результаты параметра угла продольного свода в группе 1 и 2.

Угол наклона пяточной кости увеличился в среднем на 4,3° (с 6,5±5,85 до 10,8±3,92 °). Данный угловой показатель статистически отличался от целевых показателей (p <0,05), достигал таковых в 18,8% (n=21) случаев **(рис. 5.1.7)**.

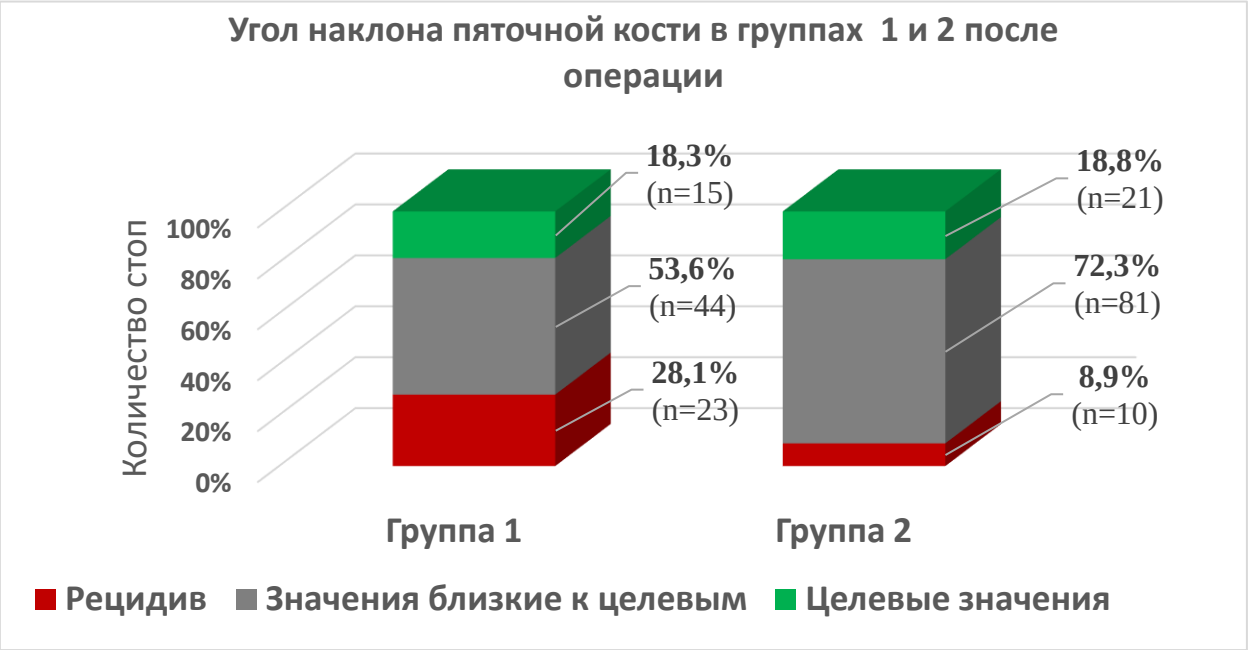


Рис. 5.1.7. Послеоперационные результаты параметра угла наклона пяточной кости в группе 1 и 2.

Попытка достичь целевых показателей угла пяточной кости (20,5±4,87°) при выполнении подтаранного артродеза в большинстве случаев не представляется возможным ввиду наклона книзу переднего отдела пяточной кости в процессе дистракции в подтаранном синусе.

Таким образом, клиническо-рентгенологическая картина спустя 32±3 месяцев послеоперационного наблюдения, свидетельствует об успешности длительной коррекции методом подтаранного артродеза. Все исследуемые параметры, кроме угла наклона пяточной кости в боковой проекции, достигали целевых показателей, статистически не отличаясь от них.

5.2 ОСЛОЖНЕНИЯ КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ.

Осложнения, выявленные в процессе катамнестического наблюдения, указаны в **таблице 5.2.1.**

Таблица 5.2.1. Осложнения в послеоперационном периоде (32±3 месяца) в группе исследования 2. (62 пациента (112 стоп))

Вид осложнения	Пациенты в % (n-количество пациентов)
Ранний рецидив на фоне резорбции трансплантата	0,89% (n=1; 1 стопа)
Гиперкоррекция	1,79% (n=2; 2 стопы)
Тендинит малоберцовых мышц	0,89% (n=1; 1 стопа)
Нестабильность межберцового синдесмоза	1,79% (n=1; 2 стопы)
Нестабильность таранно-ладьевидного сустава	7,14% (n=7; 8 стоп)
Длительный болевой синдром	1,79% (n=2; 2 стопы)
Трофические нарушения	3,57% (n=4; 4 стопы)

Ранний рецидив деформации (спустя 12 месяцев после оперативного вмешательства) на фоне резорбции трансплантата нами наблюдался в 0,89% (n=1; 1 стопа). Ребенку потребовалось повторное оперативное вмешательство. Резорбция трансплантата в послеоперационном периоде по нашим наблюдениям составила 5,36% (n=6; 6 стоп). В большинстве случаев факт резорбции малоберцового трансплантата никак не сказался на результатах оперативного лечения, поскольку сформировавшегося в подтаранном синусе фиброза было вполне достаточно для сохранения длительной коррекции.

Гиперкоррекция с приведением и супинацией переднего и среднего отделов нами наблюдалась у двух пациентов (по одной стопе у каждого). В каждом из случаев нам удалось ограничится консервативной ботулинотерапии в область передней и задней большеберцовых мышц с этапным гипсованием. Поскольку данное осложнение имело односторонний характер у обоих пациентов – они были вертикализированы сразу после наложения гипсовой повязки. Спустя четыре недели после иммобилизации была достигнута удовлетворительная степень коррекции, через 6 месяцев проводились повторные курсы ботулинотерапии в переднюю и заднюю большеберцовые мышцы. Через 31 месяц катамнестического обследования у обоих детей сохранялось нейтральное положение стоп, дискомфорта и болей не наблюдалось. Говоря о гиперкоррекции стоит упомянуть, что у одного ребенка из группы сухожильно-мышечных пластик мы наблюдали избыточный варус стопы в первые недели после вертикализации. Позже состояние самостоятельно компенсировалось после месяца осевой нагрузки и реабилитации.

Тендинит малобецовых мышц наблюдался нами в 1 случае после предшествующей пластики малоберцовых сухожилий. Была проведена консервативная терапия с положительным эффектом.

Нестабильность межберцового синдесмоза у одного ребенка на двух стопах имела место после забора малоберцового трансплантата в нижней трети голени. Данное состояние наблюдалось как клинически (подвижность латеральной лодыжки малоберцовой кости), так и на рентгенограммах в прямой проекции спустя 10 месяцев после оперативного лечения. Пациент был одним из первых прооперированных детей после внедрения методики Grice-Green в нейроортопедическом отделении. Состояние потребовало выполнения хирургической фиксации синдесмоза. Спустя 34 месяца катамнестического наблюдения – клинико- рентгенологических признаков нестабильности не определялось.

Нестабильность таранно-ладьевидного сустава определялась у 7,14% (n=7) пациентов из группы костно-пластических операций, что более чем в три раза меньше, чем в группе сухожильно-мышечных пластик 26,1% (n=12).

Трофические нарушения с формированием неглубокого пролежня на одной стопе были отмечены у трех пациентов. Как и в аналогичных случаях в группе сухожильно-мышечных пластик велась консервативная терапия до полного заживления.

5.3 ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МОТОРНЫХ НАВЫКОВ ПО GMFCS НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ.

Был проведен корреляционный анализ влияния уровня возраста и уровня моторных навыков на эффективность хирургической коррекции.

График на **рисунке 5.3.1** демонстрирует отсутствие какой-либо корреляции между возрастом параметром пронации пятки. Разницы между уровнями двигательного развития обнаружено не было (r=0,01; p=0,9).

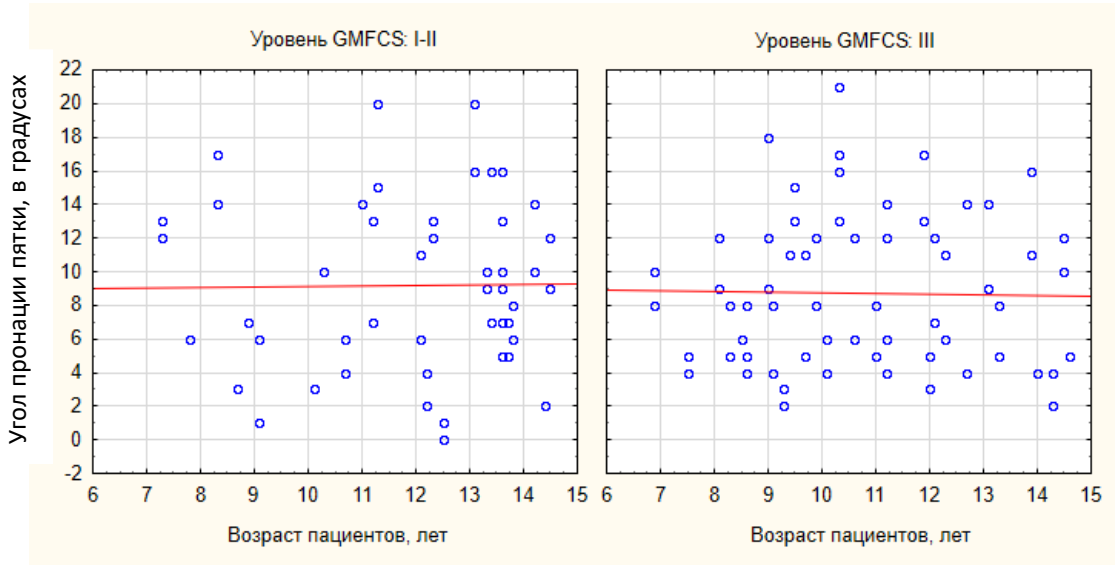


Рис. 5.3.1. График корреляции между значениями угла пронации пятки и возрастом пациентов в зависимости от уровня GMFCS после операции в группе 2.

Возраст и параметр угла Meary в прямой проекции представленный на **рисунке 5.3.2** также не имели статистически значимой связи между друг другом (r=0,02; p=0,9). Соответственно разницы между результатами оперативного лечения в группе GMFCS I-II уровня и GMFCS III уровня не определялось.

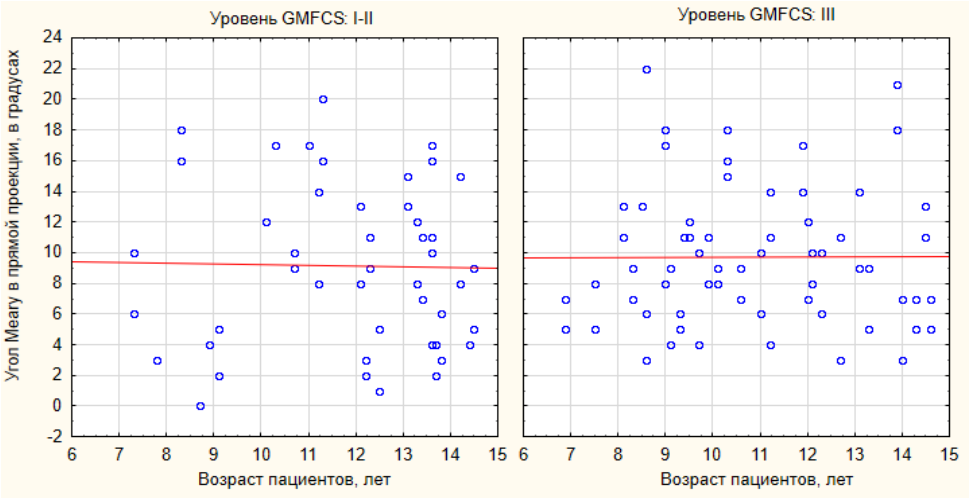


Рис. 5.3.2 График корреляции между значениями угла Meary и возрастом пациентов в зависимости от уровня GMFCS после операции в группе 2.

Аналогичная ситуация наблюдалась и при анализе корреляции между углом продольного свода и возрастом. Разницы между уровнями двигательного развития также не наблюдалось (r=0,1; p=0,6).

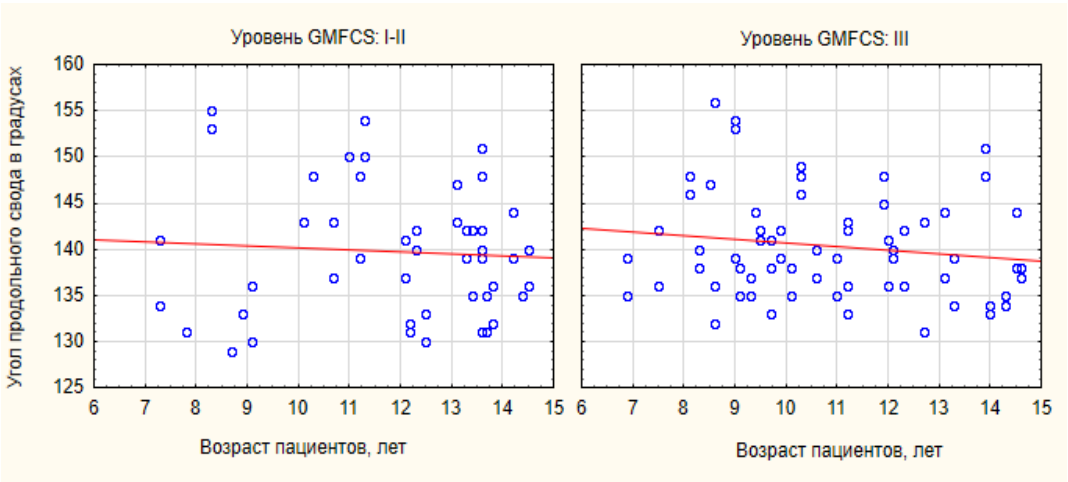


Рис. 5.3.3. График корреляции между значениями угла продольного свода и возрастом пациентов в зависимости от уровня GMFCS после операции в группе 2.

Таким образом, результаты проведенного корреляционного исследования между послеоперационными угловыми параметрами и возрастом пациентов между уровнями по GMFCS наглядно демонстрирует отсутствие какой-либо связи изучаемых признаков.

Проведенный сравнительный анализ результатов оперативного лечения детей из группы 2 разделенных по возрасту и уровню двигательных навыков (как и в предыдущих главах) приведен в **таблицах 5.3.1** и **5.3.2**.

Таблица 5.3.1. Результаты сравнительного анализа после оперативного лечения детей 4-8 и 8-12 лет из группы 2.

Рентген-ангулометрические показатели Mean±σ (min-max)	**Угловые параметры (в град.)** **Дети 4-8 лет (n=28)**	**Угловые параметры (в град.)** **Дети 8-12 лет (n=34)**	**p уровень значимости**
Пронация пятки	7,3±4,51 2 (0-19)	9,1±4,88 (0-21)	1,2
Угол Meary	6,6±5,3 (0-20**)**	9,1±5,16 (0-22)	0,8
Угол продольного свода	139,4±6,61 (127-155)	144,2±7,75 (132-156)	0,2

Статистически значимых различий между изучаемыми параметрами у детей 4-8 и 8-12 лет не было обнаружено (**таб. 5.3.1.**).

Сравнительный анализ угловых параметров стоп детей разного уровня моторных функций по GMFCS, приведен в **таблице 5.3.2.** Как и в случае с возрастом – уровень двигательных навыков не оказывал влияния на результат коррекции костно-пластическими методами оперативного лечения.

Таблица 5.3.2. Результаты сравнительного анализа после оперативного лечения детей 1I-II и III уровней по GMFCS из группы 2.

Рентген-ангулометрические показатели Mean±σ (min-max)	**Угловые параметры (в град.) GMFCS I-II (n=27)**	**Угловые параметры (в град.) GMFCS III (n=35)**	**p уровень значимости**
Пронация пятки	8,1±5,23 (0-20)	10,2±5,65 (3-21)	1,0
Угол Meary	6,9±6,42 (0-19**)**	9,5±5,85 (0-22)	0,7
Угол продольного свода	140,4±6,1 (127-154)	145,3±7,54 (132-156)	0,2

Таким образом, полученные данные говорят о том, что эффективность коррекции методом подтаранного артродеза не зависит от возраста и тяжести неврологических нарушений пациентов.

5.4 ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПО ШКАЛЕ ОПРОСНИКУ Gillette Functional Assessment Questionnaire.

Между группами 1 и 2 был проведен сравнительный анализ функционального статуса после выполненного оперативного лечения с использованием шкалы - опросника Gillette FAQ (Gillette Functional Assessment Questionnaire).

Средний балл по шкале-опроснику Gillette FAQ до оперативного лечения в группе 1 составил 5,46±1,6 баллов. Пациенты были способны пройти более 4,5-15 метров дома или в школе, а ходьба была основным способом передвижения в домашних условиях. Алогичная ситуация сложилась и в группе 2. Средняя балльная оценка по шкале Gillette FAQ до операции составила 5,44±1,4 баллов.

Соответственно в среднем дети были также способны к передвижению как на сеансах реабилитации, так и в домашних условиях. После оперативного вмешательства в группе 1 средний балл по Gillette FAQ составил 5,8±2,1 (p=0,008). Это говорит о том, что в среднем, часть пациентов (47,8% (22 пациента)) после операции уже могла пройти более 4,5-15 метров вне дома, но использовала инвалидное кресло для перемещений на улице. Изменение функционального статуса пациентов в группе 1 было статистически значимо. Большинство пациентов (65,2% 30 пациентов) группы 1 не изменили своего функционального статуса. В группе 2 положительная динамика функционального статуса по шкале-опроснику Gillette FAQ была существенно выше. Средний балл после оперативного лечения составил 6,26±1,7, а изменения балльной оценки до и после операции были статистически значимы (p=0,0006). После операции большинство пациентов группы 2 были способны пройти более 4,5-15 метров вне дома. Прирост балльной оценки по шкале Gillette FAQ в группе 2 был достоверно выше такового в группе 1, однако статистических различий между послеоперационными результатами в группах найдено не было. В **таблице 5.4.1.** даны сравнительные результаты балльной оценки функциональных способностей детей по шкале-опроснику Gillette FAQ в исследуемых группах после оперативного лечения.

Таблица 5.4.1. результаты балльной оценки функциональных возможностей по шкале-опроснику Gillette FAQ, после хирургической коррекции деформации стоп у пациентов группы 1 и группы 2.

Группы исследования	**До оперативного вмешательства**	**После оперативного вмешательства**	**Уровень значимости, p**
Группа 1	5,46±1,6 (от 2 до 8)	5,8±2,1 (от 2 до 10)	0,008
Группа 2	5,44±1,4 (от 2 до 9)	6,26±1,7 (от 3 до 10)	0,0006

На **рисунках 5.4.1** и **5.4.2.** представлены результаты балльной оценки функционального статуса по шкале-опроснику Gillette FAQ в группе 1 и 2 через 32±3 месяцев после оперативного лечения.

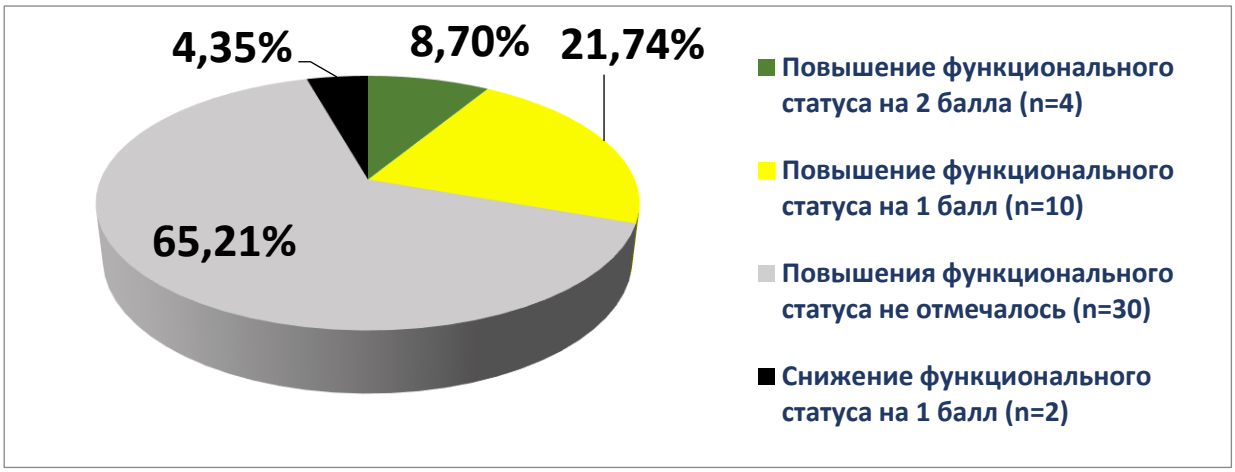


Рис. 5.4.1 Послеоперационная балльная оценка по Gillette FAQ группа исследования 1 (сухожильно-мышечные пластики) n=46 пациентов 4-12 лет, спустя 32±3 месяца после оперативного лечения.

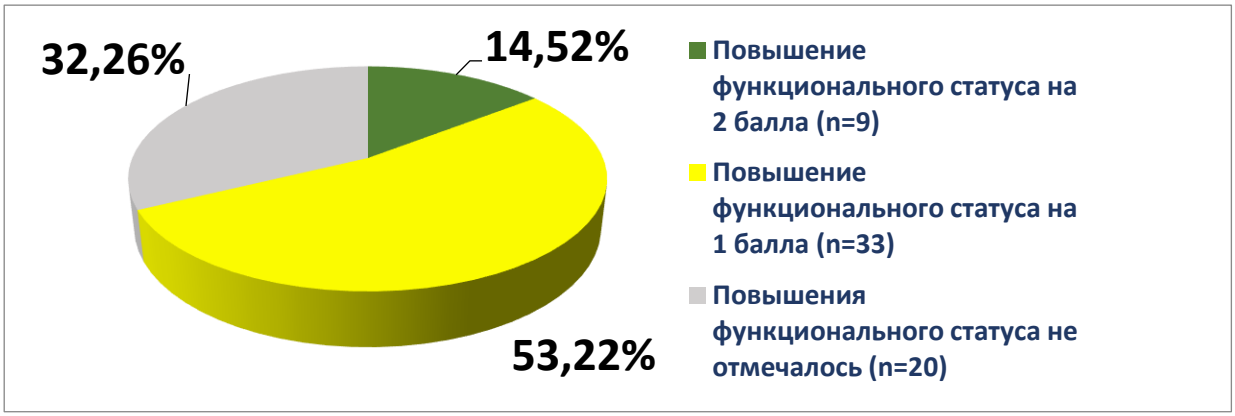


Рис. 5.4.2 Послеоперационная балльная оценка по Gillette FAQ в группе исследования 2 (костно-пластические операции) n=62 пациента 4-12 лет, спустя 32±3 месяца после оперативного лечения

Из данных диаграмм видно, что функциональный статус пациентов не изменялся у 65,2% (n=30). Повышение функционального статуса на 1 балл было отмечено у 21,5% (n=10) пациентов, в основном это были пациенты I-II уровня по GMFCS. У двоих детей I уровня моторных навыков по GMFCS балльная оценка увеличилась на 2 балла. На 2 балла увеличилась оценка и двух детей II уровня по GMFCS. Конечно, нельзя не упомянуть, что все пациенты с

увеличением балльной оценки активно реабилитировались и выполняли необходимые послеоперационные назначения (ЛФК, массаж, физиотерапия, индивидуальное ортезирование). У двоих детей 6-(4,35% пациентов) отмечалось снижение функционального статуса на 1 балл: у мальчика 6-ти лет с диплегией (GMFCS III) после z-образной ахиллопластики в послеоперационном периоде наблюдалось прогрессирование crouch походки и не смотря на ортезирование и реабилитацию, ребенок так и не смог в полной мере вернуть увеличить функциональный статус; у ребенка 9-ти лет с диплегией (GMFCS III) ухудшение функционального статуса наступило через 18 месяцев ввиду отсутствия надлежащей реабилитации.

В 32,3% случаев (n=20) функциональный статус пациентов не показал какой-либо динамики. Чуть более, чем у половины наблюдаемых детей 53,2% (n=33) функциональные возможности увеличились на 1 балл. Увеличение функциональных способностей отмечалось у пациентов всех 3-х уровней по GMFCS. На 2 балла выросла оценка функциональных способностей у 14,5% пациентов (n=9). Прирост на 2 балла, по шкале-опроснику Gillette FAQ, отмечался у семи пациентов II уровня, одного пациента I уровня и у одного пациента III уровня двигательных способностей по GMFCS. Снижения балльной оценки по шкале Gillette FAQ не отмечалось.

Таким образом, можно говорить о том, что в группе 2 отмечался больший функциональный результат оперативного лечения в сравнении с группой 1. Сравнительный анализ данных функциональных возможностей детей из исследуемых групп, свидетельствует о значимо большем потенциале абилитационном костно-пластической хирургии стопы в сравнении с мягкотканными методиками.

5.5 КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР ГРУППЫ КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ.

Пациент О. 11 лет 1 мес. Диагноз: Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп. ДЦП, спастический тетрапарез. GMFCS III.

Пациент О. поступил в июле 2018г в нейроортопедическое отделение с ортопедией ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ первично, для обследования и оперативного лечения. Диагноз при поступлении: «Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп, двусторонняя контрактура голеностопного сустава. Подвывих левого тазобедренного сустава. ДЦП, спастический тетрапарез. GMFCS III. MACS 3 уровень.». Жалобы ребенка при поступлении были связанны с выраженным напряжением мышц голени при вертикализации, трудностями в ношении обуви. Мать ребенка отметила, что деформация стоп стала активно прогрессировать за последние два года. Ребенок наблюдался в отделении неврологии «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ с июня 2018 года. Установлен уровень больших моторных функций - GMFCS III. Проходил консервативное лечение: ботулинотерапия в мышцы нижних и верхних конечностей, ЛФК и массаж с незначительной положительной динамикой. Внешний вид стоп до оперативного лечения представлен на **рисунке 5.5.1.** Рентгенография снимки стоп с нагрузкой в прямой и боковой проекции, перед оперативным вмешательством, представлены на **рисунке 5.5.2.**

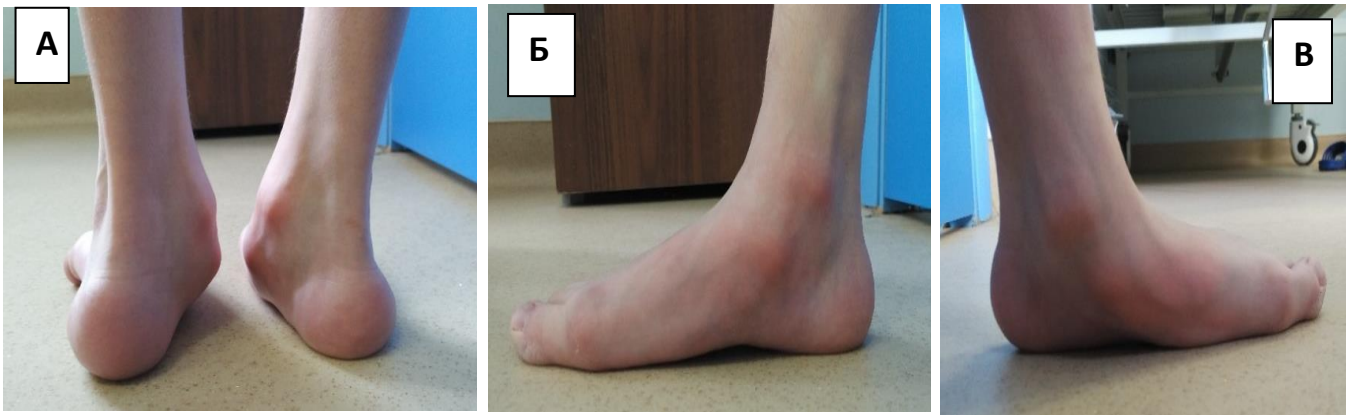


Рис. 5.5.1. А – Выраженная пронация стоп.; Б – Коллапс медиальной арки, уплощение свода правой стопы; Г – Коллапс медиальной арки, уплощение свода левой стопы



Рис. 5.5.2. А– Рентгенография стоп в прямой проекции; Б – правая стопа в боковой проекции; В – левая стопа в боковой проекции

Ортопедический статус: ходит с поддержкой, при ходьбе пятки не нагружает, опора на переднемедиальный отдел стоп. Ось позвоночника без деформаций. Ось верхних конечностей- сгибательно- пронаторные установки локтевых и лучезапястных суставов. Движения в суставах верхних конечностей и позвоночника в полном объеме. Ось нижних конечностей с приводящими установками на уровне тазобедренных суставов. Движения в тазобедренных и коленных суставах в полном объеме. Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп. Объем тыльной флексии –92° справа, 100° слева. Тест Silfverskiöld: 86° справа, 93° слева. Пронация пятки справа 27°, слева 43°. Коллапс продольной арки свода с двух сторон. Деформация мобильна. В области ладьевидных костей и первой плюсневой кости с двух сторон участки гиперкератоза. Балльная оценка по шкале-опроснику Gillette FAQ 3 балла.

За период госпитализации ребенку было выполнено оперативное лечение в объеме: таранно-пяточный артродез трансплантатом из малоберцовой кости, апоневротомия по Srtayer справа, апоневротомия по Vulpius слева, фиксация спицами. Иммобилизация нижних конечностей ребенка в циркулярных гипсовых повязках от кончиков пальцев до в/3 голеней. Гладкое течение раннего послеоперационного периода. Послеоперационный период протекал гладко, раны зажили первичным натяжением. Гипсовые повязки и металлоконструкции удалены через 8 недель

после оперативного лечения на амбулаторном приеме лечащего врача ортопеда отделения нейроортоедии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ. В дальнейшем ребенок проходил реабилитацию в отделении неврологии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ.

Контрольный осмотр проводился в процессе реабилитации в отделении неврологии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ спустя 30 месяцев после оперативного лечения. Клиническая картина и рентгенологическая картина стоп после операции представлены **на рис. 5.5.3.** и **5.5.4..** На осмотре ребенок жалоб не предъявляет, передвигается при помощи четырехопорных тростей в пределах палаты. Балльная оценка по шкале-опроснику Gillette FAQ увеличилась с 3-х до 4-х баллов.

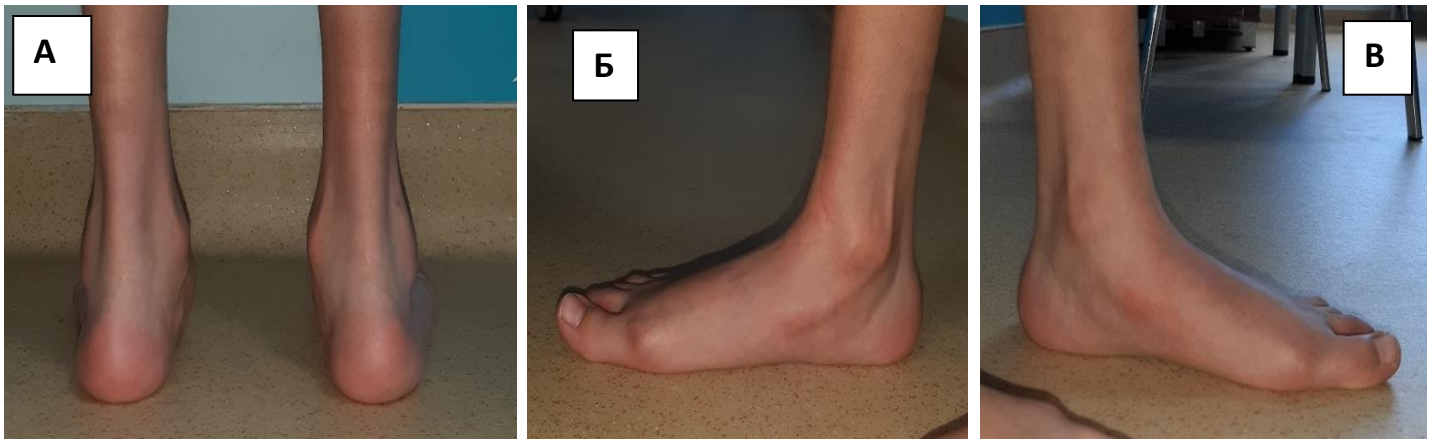


Рис. 5.5.3. А – Нормопозиция пяточных костей°; Б – свод правой стопы контурирует; В – свод левой стопы контурирует.

Клинически: левая стопы в положении коррекции. Объем тыльной флексии: 85° справа, 88° слева. Тест Silfverskiöld: 70° справа, 81° слева. Пронация пятки справа 7°, слева 2°. Пассивная эверсия заднего отдела стоп ограничена до 10° с двух сторон, инверсия во всех отделах стоп без ограничений. Ребенок увеличил свои функциональные способности, стал использовать четырехопорные трости для перемещения, 12 часов в день использовал ортезы на голеностопные суставы типа AFO.

Контрольная рентгенография стоп под нагрузкой в прямой и боковой проекции, через 30 месяцев после оперативного лечения, представлена на **рис. 4.3.4**



Рис. 5.5.4. А – Рентгенография стоп в прямой проекции; Б – Рентгенография правой стопы в боковой проекции; В - левая стопа в боковой проекции;

Данные контрольной рентгенографии стоп под нагрузкой в прямой и боковой проекции представлена в **таблице 5.5.1**. Все угловые показатели достигали достаточного уровня коррекции.

Таблица 5.5.1. Угловые рентгенографические параметры пациента С. До оперативного лечения (11 лет 1 месяц.**)** и после операции (13 лет 8 месяцев.)

Параметр (в градусах)	**Справа**		**Слева**	
	До	**После**	**До**	**После**
Таранно-пяточный угол (БП)	54	28	62	31
Угол Meary (БП)	27	6	38	7
Угол продольного свода (БП)	165	145	172	137
Угол наклона пяточной кости (БП)	7	8	12	13
Угол Meary (ПП)	29	16	32	21

5.6 РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ЭПВДС МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ ТАРАННО ПЯТОЧНОГО АРТРОДЕЗА.

В процессе сбора материала нами было отмечено достаточно высокое количество клинико-рентгенологических рецидивов деформации у детей с укорочением сухожилий малоберцовых мышц. В 26,32% (n=3; 5 стоп) случаев у 12 детей с укорочением малоберцовых сухожилий определялись те или иные признаки рецидива деформации. Учитывая этот факт, нами была разработана и внедрена в клиническую практику модификация метода подтаранного артродеза (Патент РФ №2734992). Метод подробно описан в главе 2 (2.8. «Улучшение оперативного лечения эквино-плоско-вальгусной деформации стоп»).

10 пациентам (18 стоп) было проведено оперативное лечение ЭПВДС модифицированным методом подтаранного артродеза. Для сравнительного анализа эффективности внедренного метода оперативного лечения из основных групп исследования нами было выделено две группы пациентов в возрасте 6-12 лет с ЭВПДС на фоне ДЦП и укорочением малоберцовых сухожилий. Пациенты были разделены на две группы по методу оперативного лечения: стандартная операция и модифицированная операция. Распределение пациентов по полу было практически в равных долях: 6 мальчиков и 4 девочки в группе стандартной операции, и 7 мальчиков и 3 деформаци в группе модифицированной операции. Средний возраст пациентов группы стандартной операции был 9,4±2,2 лет, а пациентов группы модифицированной операции 9,1±1,8 лет.

По топической локализации неврологических нарушений при ДЦП в обеих группах превалировали пациенты с диплегией. На **рисунке 5.6.1** представлены диаграммы распределения детей исследуемых групп по топической классификации неврологического поражения.

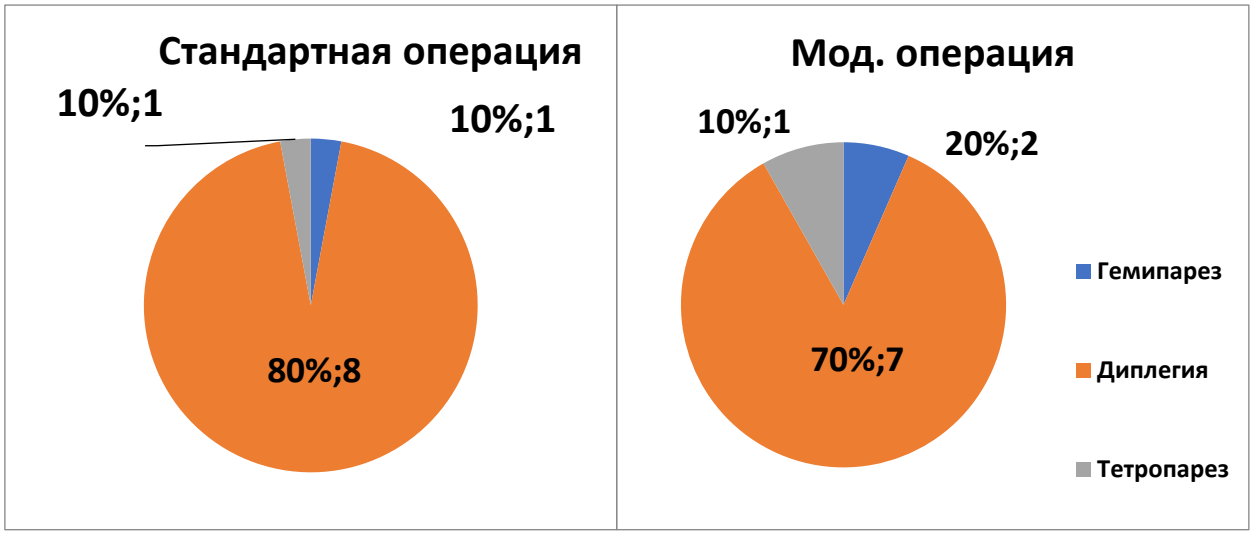


Рис. 5.6.1. Распределение пациентов из групп исследования потопике неврологического поражения

Распределение по уровням больших моторных функций по классификации GMFCS, представленное на рисунке **рис. 5.6.2.**, было также сопоставимо между группами.

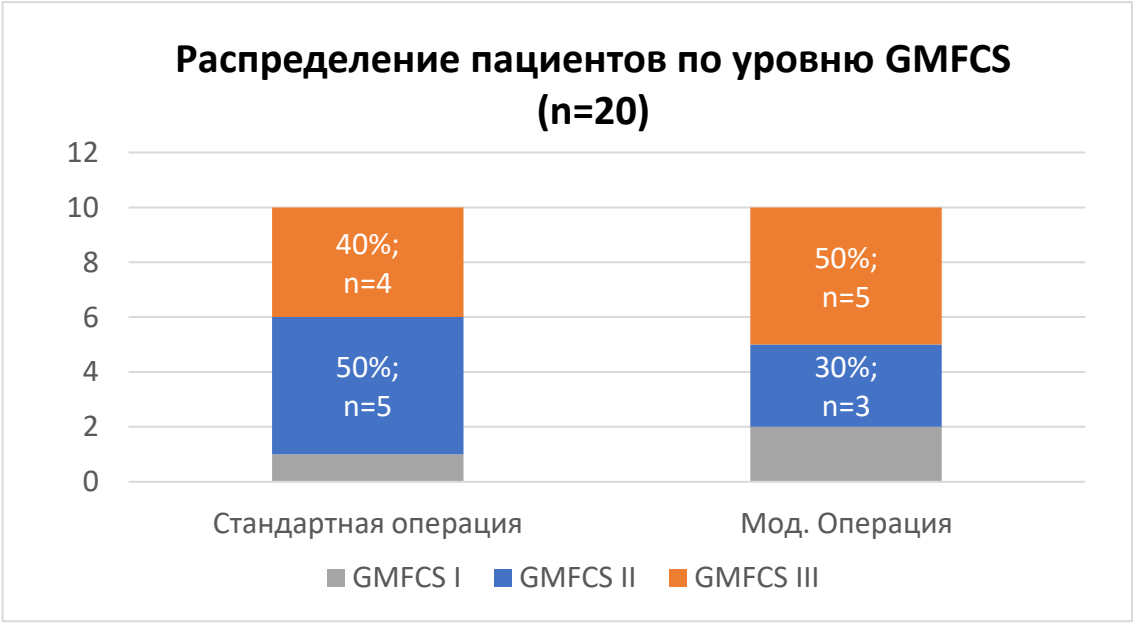


Рис. 5.6.2. Распределение пациентов из групп исследования по шкале двигательных навыков GMFCS.

Для клинико-рентгенологической оценки были использованы 4 угловых параметра: пронация пяточной кости, угол Meary (в боковой проекции), угол

продольного свода и угол наклона пяточной кости. Результаты клинических и рентгенологических параметров деформации оценивались через 32±2 месяца после оперативного лечения и представлены **в таблице 5.6.1.**

Таблица 5.6.1 Клинико-рентгенологические результаты оперативного лечения в группе стандартной операции (10 пациентов (19 стоп)) и группе модифицированной операции (10 пациентов (18 стоп)).

Угловые значения (в град. °)	**Целевые значения**	**Стандартная операция**	**Модифицированная операция**
Угол пронации пятки	5,9±2,20 (1-11)	8,1±4,65 (0-21)	7,9±4,12 (0-19)
Угол Meary (БП)	4,5±2,81 (0-12)	7,6±4,21 (2-21)	6,4±3,65 (0-17)
Угол продольного свода (БП)	137,5±6,70 (125-147)	143,2±8,57 (135-163)	138,5±7,41 (131-156)
Угол наклона пяточной кости (БП)	20,5±4,87 (12-31)	**10,8±4,46 *** (5-16)	14,3±3,32 (7-24)

В табл.: * -- статистическая значимость отличия от целевых значений, p <0,05.

В группе стандартных оперативных вмешательств только параметр угла наклона пяточной кости статистически отличался от целевых показателей (p <0,05). В группе модифицированной операции все показатели достигали целевых значений.

В целях оценки влияния оперативного вмешательства на качество управления постуральным балансом тела всем детям исследуемых групп проводилось стабилометрическое исследование на стабилоплатформе «Мера ST-150» (Мера-ТСП, Россия). Был проведен сравнительный анализ балльной

оценки качества управления балансом в режиме «статической пробы» до и через 32±2 месяца после оперативного лечения. Результаты исследования представлены в **таблице 5.6.2..**

Таблица 5.6.2 Результаты стадиометрического исследования в группе стандартной операции (10 пациентов) и группе модифицированной операции (10 пациентов).

Группы исследования	**Балльная оценка до оперативного вмешательства**	**Балльная оценка после оперативного вмешательства**	**Уровень значимости, p**
Стандартная операция	13,6±8,8	16,2±8,2	>0,05
Модифицированная операция	**14,1±8,7**	**21,9±8,9**	**0,00048**

Сравнительный анализ результатов стадиометрического исследования показывает статистически значимую разницу в балльной оценке качества управления балансом, у пациентов которым выполнялась модифицированная операция. Эти данные говорят о том, что, применение разработанного нами метода оперативного лечения ЭПВДС положительно сказывается на эффективность поддержания постурального баланса пациентами с ДЦП.

Разработанная и внедренная в клиническую практику методика оперативного лечения ЭПВДС у детей на фоне ДЦП позволила улучшить как клинико-рентгенологическую эффективность коррекции, так и постуральный баланс тела. В группе исследования клинико-рентгенологических рецидивов деформации за период катамнестического наблюдения (32±2 месяца) не наблюдалось.

5.7 КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА С ЭПВДС МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ ТАРАННО-ПЯТОЧНОГО АРТРОДЕЗА.

Пациент П. 8 лет 8 мес. Диагноз: Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп. ДЦП, спастический тетрапарез. GMFCS III.

Пациент В. поступил в апреле 2018г в нейроортопедическое отделение с ортопедией ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» первично для оперативного лечения. Диагноз при поступлении: «Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп, контрактуры голеностопных суставов. ДЦП, спастический тетрапарез. GMFCS III». Жалобы ребенка: на боль в правой стопе при ходьбе, невозможность ношение индивидуального ортеза на правый голеностопный сустав (типа AFO), трудности в подборе обуви. Деформации стоп стали прогрессировать с 4-х лет, жалобы на боли появились в последний год, в основном на сеансах реабилитации. Консервативное лечение по месту жительства без эффекта. Учитывая жалобы на болевой синдром, жалобы на трудности в ортезировании и тяжесть деформации стоп, было показано оперативное лечение. Внешний вид пациента до оперативного лечения представлен на **рисунке 5.7.1**



Рис. 5.7.1. А – Внешний вид пациента до операции спереди; Б – Внешний вид пациента до операции сзади.

Рентгенография снимки стоп с нагрузкой в прямой и боковой проекции, перед оперативным вмешательством, представлены на рисунке **5.7.2.**

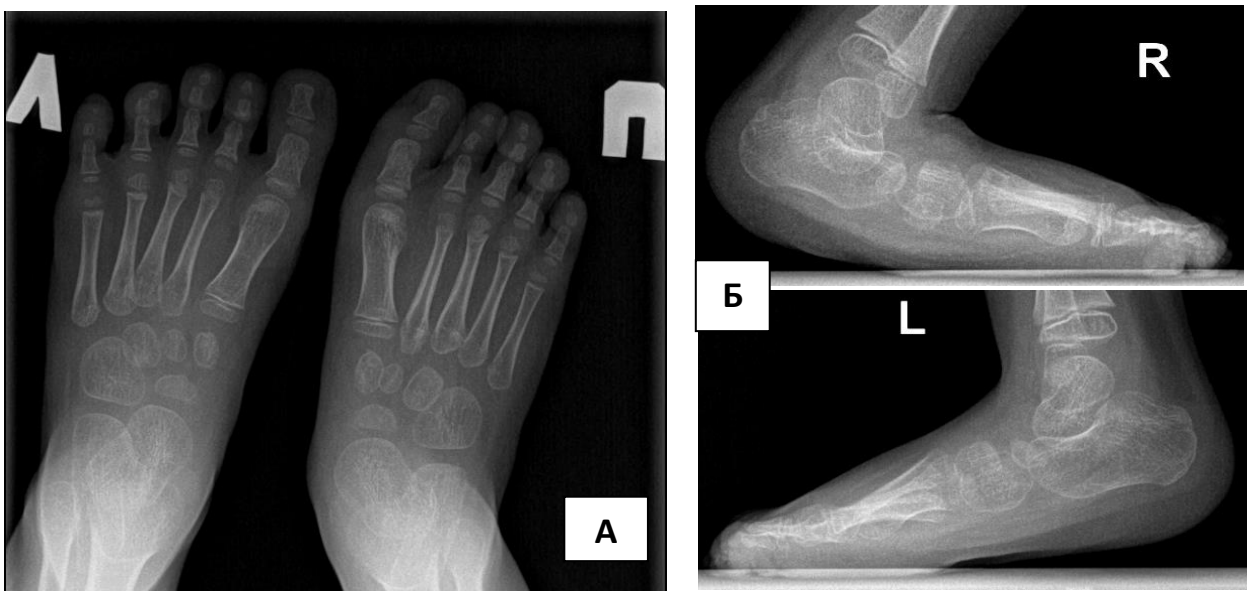


Рис. 5.7.2. А– Рентгенография стоп в прямой проекции; Б – рентгенография стоп в боковой проекции

Ортопедический статус: ходит с поддержкой, при ходьбе пятки стоп не нагружает. Ось позвоночника и верхних конечностей без грубых деформаций. Движения в суставах верхних конечностей и позвоночника в полном объеме. Ось нижних конечностей с эквинусом голеностопных суставах. Движения в тазобедренных и коленных суставах в полном объеме. Эквино-плоско-вальгусная деформация стоп. Объем тыльной флексии справа 94°, объем тыльной флексии слева 91°. Тест Silfverskiöld справа 84°, слева 82°. Пронация пятки справа 54°, слева 57°. Коллапс продольной арки сводов. Деформация мобильна. Пассивная эверсия во всех отделах стоп без ограничений, инверсия в заднем и среднем отделе до 10° с двух сторон. Определяется захожение сухожилий малоберцовых мышцу за передний край лодыжки при тыльной флексии. Балльная оценка по шкале-опроснику Gillette FAQ 3 балла (ходьба с активной поддержкой). Было проведено стабилометрическое исследование. Качество управления постуральным балансом тела оценивалось в 10 баллов.

За период госпитализации ребенку было выполнено оперативное лечение в объеме: таранно-пяточный артродез стоп трансплантатом из малоберцовой кости, апоневротомия по по Vulpius с двух сторон, реконструкция медиального связочного аппарата стоп с пластикой малоберцовых и заднего большеберцового сухожилий, фиксация спицами. Иммобилизация нижних конечностей ребенка в циркулярной гипсовой повязке от кончиков пальцев до в/3 голеней. Гипсовые повязки и металлоконструкции удалены через 8 недель после оперативного лечения на амбулаторном приеме лечащего врача ортопеда отделения нейроортоедии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей». В дальнейшем ребенок проходил реабилитацию в отделении неврологии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей».

Контрольный осмотр проводился в процессе очного приема ортопеда нейроортопедического отделения ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» спустя 32 месяца после оперативного лечения. На осмотре ребенок жалоб не предъявляет. Ребенок увеличил свои функциональные способности, стал использовать четырехопорные трости для перемещения, до 10 часов в день использовал ортезы на голеностопные суставы типа AFO. Клинически: стопы в положении коррекции (**рис 5.7.3.**).

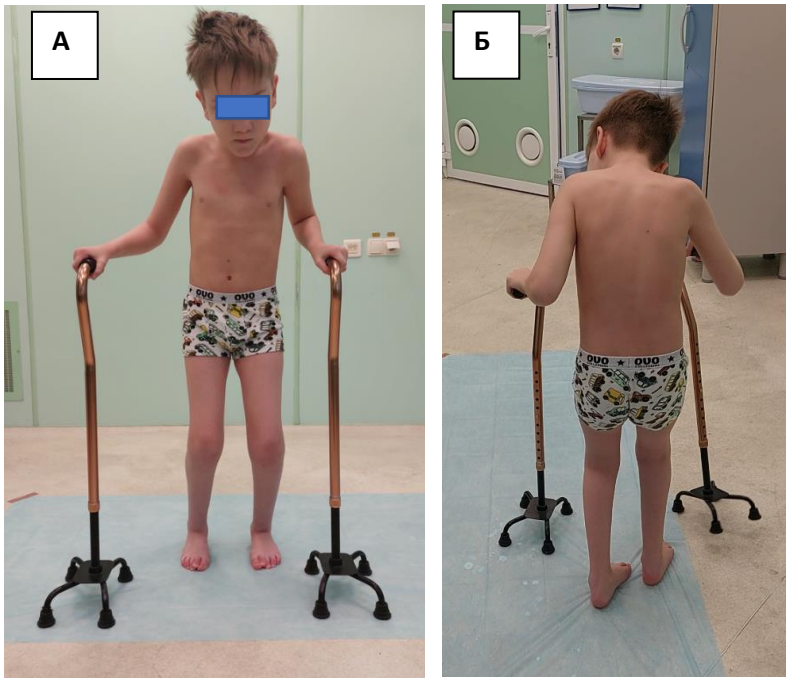


Рис. 5.7.3. А – Внешний вид пациента после операции спереди; Б – Внешний вид пациента после операции сзади.

Тыльная флексия: 82° справа, 80° слева. Тест Silfverskiöld справа 72°, слева 69°. Пронация пятки справа 11°, слева 12°. Пассивная эверсия заднего отдела стоп ограничена до 5°, инверсия без ограничений. Балльная оценка по шкале-опроснику Gillette FAQ увеличилась с 3-х до 5-ти баллов. По данным контрольного стабилометрического исследования качество управления постуральным балансом тела увеличилось с 10 до 22 баллов.

Контрольная рентгенография стоп, через 32 месяца после оперативного лечения, представлена на **рис. 5.7.4..**



Рис. 5.7.4. А – Рентгенография стоп в прямой проекции; Б – рентгенография стоп в боковой проекции

Данные предоперационной и контрольной рентгенографии стоп представлены в **таблице 5.7.1**.

Таблица 5.7.1. Угловые параметры рентгенографии стоп пациента до (8 лет 8 месяцев.) и после оперативного вмешательства (11 лет 1 месяц.)

Параметр (в градусах)	До (Справа)	После (Справа)	До (Слева)	После (Слева)
Таранно-пяточный угол (БП)	65	35	62	37
Угол Meary (БП)	46	10	43	8
Угол продольного свода (БП)	185	140	182	145
Угол наклона пяточной кости (БП)	2	12	4	14
Угол Meary (ПП)	31	12	29	9

Таким образом, сравнительный анализ результатов оперативного лечения ЭПВДС у детей с ДЦП костно-пластическими методами и сухожильно-мышечной пластикой показал несостоятельность изолированной хирургии связочного аппарата стопы в сравнении с артродезирующими вмешательствами.

Yoon H. K. et al. [199] в 2010 году исследовали пронационный компонент деформации с помощью метода динамической педобарографии. Результаты исследования говорят о надежной коррекции пронации пятки методом подтаранного артродеза до референсных показателей в течение 3-х летнего послеоперационного периода. По сравнению с 31,7 % случаев (26 из 82 стоп), в группе исследования 2 лишь в 8,04% случаев (9 из 112 стоп) угол пронации пятки рецидивировал до послеоперационных показателей. В нашем исследовании мы смогли достичь целевых показателей пронации пятки в 78,6 % (86 стоп) случаев, за аналогичный период наблюдения.

Проблема чрезмерного ослабления трицепса голени при коррекции тонической контрактуры голеностопного сустава у детей с ДЦП хорошо освещена в литературе [9, 88, 165]. Использование апоневротомии по Vulpius у детей с результатом Silfverskiöld теста от 91 до 100° благоприятно отразилось на общих исходах оперативного лечения. В группе исследования 2 ни у одного пациента не определялось формирование «приседающей походки» и дальнейшего развития Crouch синдрома. Рецидивы имели место у 5 пациентов (8 стоп) с диплегией после выполнения операции Strayer и у одного пациента (1 стопа) с гемипарезом после апоневротомии по Vulpius. Доля рецидивов при этом была ниже, чем в группе мягкотканных оперативных вмешательств (8,04% в группе 2 против 14,63% в группе 1). В исследовании Kadhim M. et al. [103] величина тыльной флексии при согнутом коленном суставе (тест Silfverskiöld) спустя 10.9±2.7 лет после оперативного лечения достигала 76,2±8,3° что сопоставимо с результатами нашего исследования. Kadhim M. et al. придерживались аналогичной схемы коррекции эквинусного

компонента деформации выполняя z-образное удлинение ахиллова сухожилия в случаях отрицательного теста Silfverskiöld. В работе Güven M. et al. [93] методика Vulpius была единственным методом устранения контрактуры у 26,6% детей, участвовавших в исследовании. Такой подход позволял добиваться отличных результатов оперативного лечения во всех случаях выполнения апоневротомии. Введение в практику метода апоневротомии по Vulpius у пациентов из группы костно-пластической хирургии, по нашим наблюдениям, снизило риск избыточного ослабления трехглавой мышцы голени. Сохранение достаточной функции трицепса голени позволило 4 из 28 детей группы 2 увеличить функциональный статус по шкале Gillette на 2 балла после апоневротомиии по Vulpius.

Большинство исследований описывают отличные рентгенологические результаты таранно-пяточного угла в боковой проекции. В работе Mazis G. A. et al. [125] описана коррекция таранно-пяточного угла с 46.7±6,9° до 34.1±6,5° ($p<0,001$) на сроке наблюдения от 2-х до 8-ми лет. Kadhim M. et al. [103] в продольном (более 6-ти лет) исследовании 2013 года описали коррекцию данного показателя на 12,2° (с 47.5±4.3° до 35.3±6.6° $p<0,008$). Аналогичных результатов достигали и отечественные исследователи [119]. Леончук С.С. с соавторами в работе 2020 года описывают коррекцию таранно-пяточного угла на 17,4° (с 63.1±3.3 до 45.7±3.6 при $p <0,05$) за период более чем 3-х летнего наблюдения [119]. Хотя в исследование были включены и дети с плоско-вальгусной деформацией без неврологических нарушений, 19 из 29 детей имели диагноз ДЦП и I-II уровень развития моторных функций по GMFCS. Сравнительное исследование 2013 года Waizy H. et al. [192] описывало достоверно большую коррекцию таранно-пяточного угла у пациентов с выполненным артродезом по Grice-Green по сравнению с удлинением пяточной кости по Evans. В нашем исследовании данный угловой параметр достигал целевых значений в обеих группах, однако в процентном отношении количество рецидивов в группе 1 было выше, чем в группе 2 (14,6% (12 стоп) против 6,3% (7 стоп)).

Угол Meary, в боковой проекции, в систематическом обзоре Suh D. H. et al. [177] был освещен в 3-х исследованиях. При предоперационных значения от 19.6° до 31°, послеоперационные результаты достигали значений от 0° до 19.1°. Объем коррекции угла Meary в систематическом обзоре Suh D. H. et al. [177] колебался в диапазоне от 11,9 до 20, в нашем исследовании коррекция данного показателя в среднем достигала 22,6°. В группе 2 угловые параметры после операции приближались к целевым значениям (4,5±2,8°), колеблясь на уровне от 0 до 21°, что можно сопоставить с данными литературы [177]. В группе 1 только 32,9% (27 стоп) угловых параметров были в пределах целевых показателей, в то время как в группе 2 этот показатель достигал 63,4% (71 стопа).

Коррекция угла Meary в прямой проекции в исследовании Güven M. et al. [93] составила 15,6° (с 22,1°±9,4° до 6,5°±2°) при наблюдении в среднем, в течении 24 месяцев. Работа Güven M. et al. имела небольшую выборку из 11 пациентов, но корректность результатов их работы подтверждается другими продольными исследованиями с большими выборками [93]. Полученные нами результаты в группах исследования были близки к описываемым в представленной литературе данным (15,3±5,78 (5-26) в группе 1, и 8,7±4,8 (0-22)) в группе 2), но только в группе костно-пластических операций полученные значения достигали целевых параметров.

В 2014 году Кенис В.М. [17] в своей работе сообщил о об успешной коррекции данного показателя методом костно-пластического артроэреза. В результате выполнения артродеза подтаранного сочленения у 34 пациентов (56 стоп) угол продольного свода удалось корригировать на 24° (с 173±18° до 149±18°). В нашем исследовании угол продольного свода изменялся с 169,2±10,89° до 142,0±7,24°. Возвращение к предоперационным значениям угла продольного свода отмечалось 8,93% (n=10 стоп) случаев.

В исследовании 2020 года Leonchuk S. S. et al. [119] при помощи метода подтаранного артродеза угол наклона пяточной кости корректировался с 8.5 ± 2.3° до 12.3 ±2.6°. Как и в нашем исследовании данный показатель не достигал

ориентировочных целевых значений (17°). Kadhim M. et al [103] в работе показали, что методика подтаранного артродеза корригирует параметр угла наклона пяточной кости на 3,9° (с 8.9 ± 7.2 до 12.8 ± 3.9) при катамнестическом наблюдении более 10 лет. Мы получили приблизительно равные результаты коррекции данного параметра для двух групп исследования (9,5±3,77 в группе 1 и 10,8±3,92 в группе 2), и в обеих группах параметр угла наклона пяточной кости не достигал целевых значений. Хотя стоит отметить, что рецидивы данного параметра в группе 1 встречались чаще, чем в группе 2 (28,1% (23 стопы) против 8,9% (10 стоп)).

Лизирование трансплантата, по данным литературы, является одной из основных проблем внесуставного подтаранного артродеза. Однако фиброзная перестройка, как следствие рубцового процесса, формирующаяся паралельно с артродезом в области sinus tarsi является в большинстве случаев достаточной для формирования надежной долговременной фиксации сустава [125, 192]. Нами отмечен ранний рецидив деформации на фоне лизирования аутотрансплантата у одного ребенка на одной стопе. Стоит отметить, что пациенту не проводилось надлежащей реабилитации и ортезирования в послеоперационном периоде. Своевременное ортезирование в послеоперационном периоде играет важную роль в сохранении результатов коррекции. По данным Mazis G. в исследовании 2012 г. [125], с долгосрочным периодом (более 9 лет) наблюдения, частота рецидивов не превышала 15%. Исследователи описывают хорошие результаты раннего (6 месяцев) послеоперационного периода отмечая важность послеоперационного ношения индивидуальных ортезов. Ортез является основным средством послеоперационной реабилитации и дает ребенку с ДЦП возможность адаптироваться к новому положению стопы в пространстве. При аналогичном объеме оперативной коррекции Hamel J. et al [95] докладывают, что из 10%

наблюдаемых рецидивов половина являлась следствием несвоевременного и/или ненадлежащего ортезирования.

Оценка функционального статуса в группе костно-пластических операций, после оперативного лечения, показала уверенную положительную динамику. Чибиров Г.М. и соавторы [42] докладывают об увеличении балльной оценки по шкале опроснику Gillette FAQ после многоуровневых операций, в том числе с использованием таранно-пяточного артродеза, в среднем на 2,8 баллов. В нашем исследовании увеличение балльной оценки по Gillette FAQ в группе костнопластических операций составляло в среднем 0,82 балла. Хорошие функциональные результаты после артродезирующих операций описывают Леончук С.С. и др. [24]. В исследовании Леончука С.С. у 29 пациентов (50,9%) балльная оценка по Gillette FAQ увеличилась на 1 уровень, у 2-х (3,5%) пациентов на 2 уровня, и увеличение функциональных способностей отсутствовало у 26 (45,6%). В нашем исследовании у 21,7% (n=10) пациентов группы 1, 53,2% (n=33) группы 2 функциональный статус увеличился на 1 балл. Нами не было найдено исследований, оценивающих функциональный статус по шкале Gillette после сухожильно-мышечных пластик.

Такие результаты подтверждают утверждения ряда исследователей [17, 95, 129, 150] о критических недостатках методов хирургической коррекции, основанных исключительно на работе со связочным аппаратом стопы. В нашем исследовании имеются данные 6-ти летнего периода наблюдения 5 пациентов с выполненными сухожильно-мышечными пластиками. В 80% случаев (n=4) данным пациентам потребовалось повторное хирургическое вмешательство. 5-ти летний период наблюдения 8 пациентов, которым был произведен подтаранный артродез выявил лишь один рецидив у ребенка, достигнувшего 15 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Более 90% нарушений опорно-двигательного аппарата, развивающихся в процессе роста у детей с ДЦП, приходятся на стопы и голеностопные суставы [64]. По самым скромным оценкам, эквино-плоско-вальгусная деформация стоп диагностируется не менее, чем у четверти детей с ДЦП [126, 160]. Деформации стоп влияют на двигательную активность детей с ДЦП, снижают абилитационный потенциал ребенка и эффективность [105]. Консервативная терапия в первую очередь направлена на замедление прогрессирования деформации и теряет свою эффективность с каждым скачком роста [78]

Задачами хирургия ЭПВДС являются: устранение контрактуры голеностопного сустава, вправление таранно-пяточного сустава и стабилизация медиальной арки. [102, 103] Техники ахиллопластики варьируются в зависимости от тяжести контрактуры [54, 122].

Методики стабилизации продольного свода крайне вариабельны [129]. К минимально инвазивным костно-пластическим операциям можно отнести остеотомии пяточной кости и артродезы суставов заднего и среднего отдела стопы [125, 133]. Операции на мяготанных структурах развивались параллельно и были направленны в основном на коррекцию врожденной и идиопатической плоско-вальгусной деформации стоп [111]. Сохранение опороспособности и амортизационной функций стопы, у детей в дошкольном и младшем школьном возрасте, является первостепенной задачей хирургической коррекции, однако артродезирующие операции снижают амортизационные способности стопы [79, 105]. Операции на мягких тканях призваны сохранить рессорные механизмы стоп, а также снизить послеоперационный период гипсовой иммобилизации для детей до 12 лет [141].

Метод Grice успешно применяться при всех видах вальгусной деформации стоп, но механизм артродеза влечет за собой перегрузку смежных суставов и снижает рессорную функцию стопы [40, 99, 192]. Операции в

основе которых лежит Kumar- Cowell-Ramsey (1982), рядом авторов, описаны как надежный и эффективный метод коррекции ЭПВДС у детей с ДЦП [5, 31]. Отсутствуют исследования, сравнивающие методику костно-пластической операции по Grice и сухожильно-мышечной коррекции по Kumar- Cowell-Ramsey у детей с ДЦП.

В исследовании принимали участие 148 детей (265 стоп) которые наблюдались в ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» в период с 2008 по 2022 год. 32±3 послеоперационных месяца.

Согласно дизайну исследования, нами были набраны две группы (группа исследования 1 – 46 детей (82 стопы); группа исследования 2 – 62 ребенка (112 стоп)) исследования по способу оперативного лечения. Для определения целевых показателей отдельно была набрана группа из 40 неврологически здоровых детей (71 стопа) не имевших деформаций стоп и диагностированной неврологической патологии. Части пациентов (20 детей) с выраженным гипертонусом малоберцовых мышц и укорочением малоберцовых сухожилий было проведено стабилометрическое исследование. 10 пациентов из группы исследования 2 были прооперированы модифицированной операцией подтаранного артродеза (Патент РФ №2734992).

В группах исследования, в среднем, было на 10% больше мальчиков, чем девочек. Средний возраст в группах исследования составлял 7,7±2,3 года. По топике неврологического поражения более 78% составляли дети с диплегией. Почти в равных долях были представлены пациентв с II и III уровнем моторных навыков по GMFCS.

Хирургические методы в группе 1 базировались на коррекции связочного аппарата стопы с применением техник транспозиции сухожилий (модификация методики Kumar-Kowel-Ramsey (1982) [111]). В группе 2 основной хирургическим методом коррекции являлся таранно-пяточного артродез по методике Grice (1952) [91]. Десяти пациентам с гипертонусом малоберцовых мышц и укорочением малоберцовых сухожилий был выполнен модифицированный метод подтаранного артроэроэреза (Патент РФ

№2734992). Контрактура голеностопного сустава в группах исследования устранялась с применениев селективных методов апоневротомии или открытой Z-образной ахиллопластики.

Оценка движений в верхних конечностях проводилась в плановом порядке всем детям исследуемых групп. Проведение функциональных тестов и объем движений в нижних конечностях проводили по методикам описанным Марксом В.О. (1978), Капанджи А.И. (2010) [13, 26]. В голеностопном суставе оценивалась тыльная и подошвенная флексия. Проводился тест вовлеченности трицепса голени в контрактуру голеностопного сустава, или Silfverskiöld тест. Угол пронации стопы определяется при осевой нагрузке. У 28,7% (n=31) пациентов из исследуемых групп был отмечен гипертонус малоберцовых мышц с укорочением сухожилий. Оценивались функциональные способности по шкале Gillette FAQ на дооперационном этапе и через 32±3 месяца после хирургической коррекции.

Рентгенографическое исследование дистальных отделов стоп производилось с функциональной нагрузкой во всех исследуемых группах. Поводились измерения угловых показателей по установленным критериям Vanderwilde R. и Садофьевой В.И. [34, 189]. Были исследованы параметры таранно-пяточного угла (в прямой и боковой проекциях), таранно-первоплюсневого угла (или угла Meary, прямая и боковая проекции), угла продольного свода, угла наклона пяточной кости. Рентгенографию стоп выполняли в стандартных – прямой и боковой проекциях с осевой нагрузкой.

Основным показанием к мультисрезовой спиральной компьютерной томографии было наличие тарзальных коалиции, os tibialis extrnum, остеохондропатий, а также наличие объемных образований костей стопы.

У части пациентов (n=20) с диагностированным укорочением сухожилий малоберцовых мышц и захождением указанных сухожилий за передний край латеральной лодыжки, для оценки функциональных исходов лечения, было проведено стабилометрическое исследование.

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического анализа. Накопление и систематизация исходной информации, а также статистическая обработка осуществлялись в программах Microsoft Office Excel 2016 и Statistica version 12 TIBCO Software Inc.

При анализе жалоб было отмечено, что большинство детей жаловались на боль и/или напряжение в мышцах голени при непродолжительной ходьбе (54%), сложности в подборе и ношении обуви и/или ортезов (60%) и различные кожные дефекты (23%).

Анализ связи между клинико-рентгенологической картиной деформации стоп и возрастом между пациентами 4-8 и 8-12 лет, а так же I-II и III уровней двигательных навыков по GMFCS показал статистически значимые отличия и корреляцию между возрастом и клинико-рентгенологическими параметрами ($r=0,3\text{-}0,7$; $p<0,05$) Связь между тяжестью рентгенологической картиной, возрастом и двигательными навыками исследовали Min J. J. et al. [130] и van de Velde S et al. [188]. Исследователи пришли к выводу, что в большинстве случаев как возраст, так и тяжесть двигательных нарушений оказывала влияние на прогрессирование деформации. В работе Смирновой Л. М. с соавторами [37] сообщалось, что пациенты 3-18 лет с III уровнем двигательных навыков по GMFCS чаще других испытывали перегрузку переднего и среднего отделов стоп.

В четвертой главе диссертации представлены результаты оперативного лечения ЭПВДС методом сухожильно-мышечной пластики у 46 детей (82 стопы) в возрасте 4-12 лет.

Угол пронации пятки после операции в 39,02% (32 стопы) случаев достигал целевых показателей, а в 31,7 % случаев (82 стопы) наблюдался рецидив данного показателя. Значения угла тыльной флексии при проведении Silfverskiöld теста, были в диапазоне целевых в 68,3% случаев (56 стоп). У 7-ти пациентов (14,63%) после проведения апоневротомии выявлен рецидив контрактуры. У двух

пациентов после открытой ахиллопластики отмечалось формирование Crouch- походки. Таранно-пяточный угол, на рентгенограммах в боковой проекции достигал целевых показателей в 80,5% (66 стоп) и рецидивировал в 14,6 % случаев (12 из 82 обследованных стоп). Параметр угла Meary сровнялся с планируемой степенью коррекции только в 30,5% (25 стоп) случаев. Аналогичная картина наблюдалась для угла Meary и в прямой проекции, в 35,4% (29 стоп) параметр достигал целевых значений. Угол Meary в боковой проекции рецидивировал в 35,4% (n=29 стопы) случаев, и в 31,7% (n=26 стоп) случаев в прямой проекции. В 26,8% (22 стопы) послеоперационных наблюдений угол продольного свода был в пределах целевых значений, а в 34,2% (28 стоп) случаев наблюдался рецидив данного параметра. Показатель угла наклона пяточной кости после операции достигал целевых значений только в 18,3% (15 стоп) случаев. Рецидив угла наклона пяточной кости отмечался в 28,1% (23 из 82) послеоперационных наблюдений.

Таким образом нами достигнута достоверная коррекция угла тыльной флексии, при выполнении Silfverskiöld теста, и таранно-пяточного угла (p=1.0). Но угол пронации пятки, угол продольного свода и углы Meary в прямой и боковой проекциии, угол наклона пяточной кости не достигли необходимых целевых значений (p <0,05).

В послеоперационном периоде отмечались признаки тендинита мышц (4,35% (2 стопы)) после сухожильных пластик. У двоих детей с диплегией 6-ти и 8-ми лет отмечалось ухудшением походки и прогрессирование Crouch-синдрома. Нестабильность таранно-ладьевидного сустава, отмечавшаяся у 26,1% детей (n=12; 19 стоп) расценивалось как рецидив деформации. Длительный болевой синдром (более 24 месяцев после оперативного лечения) наблюдался у двух пациентов (3 стопы). Неглубокие пролежневые раны мы наблюдали только у двух детей на двух стопах (8,7% (5 стоп)). Длительное заживление раны имело место у одного ребенка (2,2%).

Оценка влияния возраста и уровня развития «больших» моторных навыков на результат оперативного лечения в группе сухожильно-мышечных пластик свидетельствовала о зависимости результатов коррекции угла пронации пятки, продольно свода и угла Meary как от возраста, так и от тяжести двигательных нарушений ($p < 0,05$).

Метод сухожильно-мышечной пластики, основанный на методике Kumar-Cowell-Ramsey, для оперативного лечения ЭПВДС у детей с ДЦП скудно освещен в литературе. Рыжиков Д. В. и соавторы [33] описывают успешные клинико-рентгенологические результаты этой методики для пациентов до 6-ти лет. Основным осложнением методики отмечена нестабильность Шопарова сустава. По наблюдениям Вавилова М.А. и соавторов рецидивы операции Kumar-Cowell-Ramsey возникают вследствие неполного вправления таранной кости (2 стопы из 5-ти) [7]. Успешные результаты оперативного лечения приводят Lee S. K. et al. [117]. Исследователи доложили о 7-ми отличных (63,64%) результатах и 4-х (36,36%) рецидивах деформации. Lee S. K. et al. обращают внимание на то, что по завершению костного роста детям с рецидивами пришлось прибегнуть к артродезирующим операциям. Мацакян А. М. и соавторы [27] докладывают о 15-ти удовлетворительных и 1-ом неудовлетворительном результате оперативного лечения после пластики сухожилия задней большеберцовой мышцы. В нашем исследовании положительных результатов удалось добиться в среднем в 43% случаев, рецидивы деформаций по совокупным клинико-рентгенологическим параметрам отмечались в 27,2% случаев.

Влияние тяжести моторных нарушений и возраста на эффективность оперативного лечения деформаций стоп у детей с ДЦП описывают Cho B. et al. [68]. В их исследовании частота недостаточной коррекции ЭПВДС в группе GMFCS III/IV в 1,6 раза выше, чем в группе GMFCS I/II. Kadhim M. et al. [103] и Miller F. [126] также подчеркивают необходимость индивидуального подхода для детей раннего и старшего возраста, I-II и III-IV уровней двигательного развития по GMFCS.

В пятой главе диссертационного исследования проведен сравнительный анализ результатов оперативного лечения ЭПВДС костно-пластическими (62 пациента (112 стоп) и сухожильно-мышечными (46 пациентов (82 стопы)) методами оперативного лечения.

В группе 2 76,7% (86 стоп) достигали целевых показателей угла пронации пятки, что на 37,7% больше, чем в группе 1. Рецидив пронации пятки был отмечен в 8,04% случаев (9 стоп). Достижение целевых показателей угла тыльной флексии при выполнении Silfverskiöld теста наблюдалось в 58,9% (n=16 стоп) случаев, в группе 2 и в 68,3% (n=56) случаев в группе 1. В группе 2 целевых показателей параметра таранно-пяточный угла удалось достичь в 85,7% (96 стоп) случаев. Только в 6,25% случаев (7 стоп) отмечалось возвращение данного показателя к предоперационным значениям. Послеоперационные показатели угла Meary в боковой проекции достигали целевых значений, статистически не отличаясь от них в 63,4% (n=71) послеоперационных наблюдений. Угол Meary рецидивировал в 8,93% (n=10 стоп) случаев. Угол Meary в прямой проекции показал достижение целевых значений в 69,6% (78 стоп) случаев. В 9,82% (n=11 стоп) угол Meary в прямой проекции рецидивировал до предоперационных значений. Угол продольного свода корригировался до целевых показателей в 68,7% (77 стоп) и рецидивировал в 18,8% (21 стопа) случаев. Показатель угла наклона пяточной кости достигал целевых значений в 18,8% (n=21) случаев. Рецидивы угла наклона пяточной кости наблюдались в 8,9% (10 стоп) послеоперационных результатов.

Сравнительный анализ клинико-рентгенологических параметров после оперативного лечения ЭПВДС у детей с ДЦП костно-пластическими методами и сухожильно-мышечной пластикой свидетельствовал о большей эффективности костно-пластических операций в сравнении с мягкотканными методами хирургии.

Исследования Yoon H. K. et al. [199] свидетельствуют о надежной коррекции пронации пятки методом подтаранного артродеза. В исследовании

сообщается о 31,7 % случаев (26 из 82 стоп) положительных результатов. Мы смогли достичь целевых показателей пронации пятки в 78,6 % (86 стоп) случаев, за аналогичный период наблюдения. В группе 2 ни у одного пациента не определялось формирование «приседающей походки» и дальнейшего развития Crouch синдрома. Рецидивы имели место у 5 пациентов (8 стоп) с диплегией после выполнения операции Strayer и у одного пациента (1 стопа) с гемипарезом после апоневротомии по Vulpius. Доля рецидивов при этом была ниже, чем в группе мягкотканных оперативных вмешательств. В исследовании Kadhim M. et al. [103] величина тыльной флексии при согнутом коленном суставе (тест Silfverskiöld) спустя 10 лет после оперативного лечения достигала 76,2±8,3° что сопоставимо с результатами нашего исследования.

В работе Mazis G. A. et al. [125] и Kadhim M. et al. [103] приводятся данные о достаточной коррекции таранно-пяточного угла и угла наклона пятки после выполненого артродеза по Grice. В нашем исследовании таранно-пяточный угол в группе 2 достигал целевых значений в 85,7% (96 стоп) случаев, а угол наклона пяточной кости в 18,8% (21 стопа) случаев.

Объем коррекции угла Meary (как в прямой так и в боковой проекции) в систематическом обзоре Suh D. H. et al. [177] колебался в диапазоне от 11,9 до 20,1 в нашем исследовании коррекция данного показателя в группе 2 колеблясь на уровне от 0 до 21°, уравниваясь с целевыми показателями в 63,4% (в боковой проекции) и 69,6% (в прямой проекции) соответственно. [177].

Исследование Кениса В.М. [17] описывает успешную коррекции показателя продольного свода методом подтаранного артродеза на 24°. В нашем исследовании угол продольного свода изменялся на 27°. Рецидив угла продольного свода отмечался 8,93% случаев.

Ранний рецидив деформации (спустя 12 месяцев после оперативного вмешательства) на фоне резорбции трансплантата нами наблюдался в 0,89% (n=1; 1 стопа). Резорбция трансплантата в послеоперационном периоде по нашим наблюдениям составила 5,36% (n=6; 6 стоп). Гиперкоррекция наблюдалась у двух пациентов. Тендинит малобецовых мышц определялся в

одном случае после пластики малоберцовых сухожилий. Нестабильность межберцового синдесмоза была диагностирована у одного ребенка. Также, в 7,14% (n=7; 8 стоп), нами была отмечена послеоперационная нестабильность таранно-ладьевидного сустава. В 1,79% (n=2; 2 стопы) послеоперационных наблюдений мы регистрировали длительный болевой синдром. Пролежневые раны мы наблюдали в 3,57% случаев (4 стопы).

По данным литературы лизис трансплантата, является одной из основных проблем внесуставного подтаранного артродеза [125, 192]. Mazis G. et al. в исследовании 2012 года [125] сообщают о частоте рецидивов, не превышающей 15%. Исследователи описывают хорошие результаты раннего (6 месяцев) послеоперационного периода необходимость послеоперационного ортезирования. При аналогичном объеме оперативной коррекции Hamel J. et al [95] докладывают, что из 10% наблюдаемых рецидивов половина являлась следствием несвоевременного и/или ненадлежащего ортезирования.

Был проведен анализ влияния возраста и уровня моторных навыков на эффективность хирургической коррекции который наглядно продемонстрировал эффективность коррекции методом подтаранного артродеза вне зависимости от возраста и тяжести неврологических нарушений пациентов.

Проведенный сравнительный анализ функционального статуса по Gillette FAQ после оперативного лечения показал, что большинство пациентов (65,2%) группы 1 не изменили своего функционального статуса, в то время как у половины наблюдаемых детей из группы 2 53,2% (n=33) функциональные возможности увеличились на 1 балл. У двоих детей (4,35%) из группы 1 отмечалось снижение функционального статуса на 1 балл, в группе 2 отрицательной динамики функциональных возможностей не отмечалось. Такие результаты свидетельствует о большем абилитационном потенциале костно-пластической хирургии стопы в сравнении с мягкотканными методиками.

Оценка результата функционального статуса по Gillette FAQ освещена была освещена в работах ряда отечественных исследователей [24, 42]. По данным авторов, в среднем после артродезирующих операций, функциональный статус увеличивается у 54% пациентов с ДЦП. В нашем исследовании увеличение функциональных возможностей было отмечено у 30% пациентов группы 1, 67% пациентов группы 2.

10 пациентам (18 стоп) было проведено оперативное лечение ЭПВДС модифицированным методом подтаранного артродеза (Патент РФ №2734992). Для сравнительного анализа эффективности внедренного метода оперативного лечения мы отобрали 10 пациентов из группы 2 в возрасте 6-12 лет с ЭВПДС на фоне ДЦП и укорочением малоберцовых сухожилий, которым проводился «классический» артродез по Grice. Распределение по полу, возрасту, а также неврологическим особенностям в группах было сопоставимо**.** Сравнительная оценка рентгенологических результатов в группах показала большую эффективности разработанного нами метода для коррекции угла наклона пяточной кости. Сравнительный анализ результатов стабилометрического исследования до и после 32±2 месяцев оперативного лечения исследования показывает статистически значимую разницу (p=0,00048) в балльной оценке качества управления балансом, у пациентов которым выполнялась модифицированная операция. Применение разработанной нами методики оперативного лечения ЭПВДС положительно сказывалось на эффективность поддержания постурального баланса пациентами с ДЦП.

Таким образом результаты исследования говорят о значительных недостатках методов оперативного лечения ЭПВДС, основанных исключительно на работе со связочным аппаратом стопы и высокой надежности костно-пластической хирургии стопы.

ВЫВОДЫ

1. Значимая корреляция между клинико- рентгенологической картиной, возрастом и уровнем сформированности больших моторных функций у детей с эквино-плоско-вальгусной деформацией стопы при ДЦП свидетельствует о влиянии возраста и уровня GMFCS на тяжесть деформации стоп. Определена отрицательная зависимость параметров вальгусного отклонения пятки ($r=0,28$ для GMFCS I-II и $r=0,51$ для GMFCS III; при $p<0,05$), угла продольного свода ($r=0,34$ для GMFCS I-II и $r=0,72$ для GMFCS III; при $p<0,05$) и угла Mary в прямой проекции ($r=0,31$ для GMFCS I-II и $r=0,63$ для GMFCS III; при $p<0,05$) от возраста и уровня двигательных навыков по GMFCS.
2. Целевыми клинико-рентгенологическими угловыми параметрами при планировании хирургической коррекции у детей 4-12 лет являются: угол пронации пятки - 5,9 ±2,20°, Silfverskiöld-тест - 72,2±5,08°, таранно-пяточный угол 45,8±4,22, угол Meary (боковая проекция) - 4,5±2,81°, угол продольного свода 137,5±6,70°, угол наклона пяточной кости 20,5±4,87°, угол Meary (прямая проекция) - 5,7±3,25.
3. Разработанный и внедренный в клиническую практику способ хирургической коррекции эквино-плоско-вальгусной деформации стоп (Патент РФ №2734992) позволил улучшить постуральный баланс и приблизить основные клинико-рентгенологические параметры деформации к целевым показателям у детей с эквино-плоско-вальгусной деформации стоп на фоне ДЦП.
4. Метод сухожильно-мышечной пластики эквино-плоско-вальгусной деформации позволил корригировать контрактуру голеностопного сустава и таранно-пяточный угол, но его эффективность снижается с увеличением тяжести двигательных расстройств и возраста пациентов ($r=0,4$, и $0,5$ соответственно; $p<0,05$).

5. Костно-пластические операции имеют большую функциональную и клинико-рентгенологическую эффективность в сравнении с методами сухожильно-мышечной пластики, а их результат не зависит от возраста и уровня сформированности моторных навыков ($r=0,05$; $p>0,05$). Частота рецидивов при выполнении костно-пластических операций (10%) была в 2,7 раз ниже, чем при проведении сухожильно-мышечных пластик (27%).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1) Метод сухожильно-мышечной пластики стопы может быть показан детям до 7-ми лет с ДЦП, I-II уровня по GMFCS, при отказе родителей от выполнения операций на костях. Сухожильно-мышечная пластика детям после 7-ми летнего возраста не имеет перспективы долгосрочной коррекции.
2) Методика таранно-пяточного артродеза подходит для детей с ДЦП от 4-х лет при мобильной эквино-плоско-вальгусной деформации стоп. Подтаранный артродеза стопы эффективно корригирует эквино-плоско-вальгусную деформацию у детей с I по III уровни развития двигательных навыков по GMFCS.
3) При наличии укорочения малоберцовых сухожилий необходимо выполнять удлиняющую пластику сухожилий малоберцовых мышц, по возможности дополняя ее стабилизацией связочного аппарата медиальной колонны стопы.
4) Открытую z-образную ахиллопластику рекомендуется выполнять при наличии тяжелой контрактуры голеностопного сустава с углом тыльной флексии более 100° при выполнении Silfverskiöld теста. В случае избыточной коррекции значительно возрастает риск развития crouch синдрома и ухудшение функциональных возможностей.
5) Методики апоневротомии имеют больший риск развития рецидива контрактуры голеностопного сустава по сравнению с открытой ахиллопластикой. Рецидив контрактуры после выполнения апоневротомии трицепса голени не приводит к ухудшению функциональных способностей ребенка. Методы апоневротомии по Srayer и Vulpius могут быть повторно выполнены при наличии рецидива контрактуры голеностопного сустава.
6) Для ускорения восстановительного периода детям показана ранняя постиммобилизационная вертикализация и реабилитация. Длительный

период без вертикальной нагрузки может иметь негативное влияние на функциональные исходы оперативного лечения и являться одной из причин раннего лизиса подтаранного трансплантата.

7) Рекомендуется выполнять оперативное вмешательство у детей с ЭПВДС в возрасте 8-11 лет при отсутствии положительной динамики консервативного ведения. Проведенное оперативное вмешательство в период 4-7 ми летнего возраста имеет больший риск развития рецидива деформации.
8) Использование ортезов на голеностопный сустав в послеоперационном периоде показано детям с II- III уровнем развития двигательных навыков как в качестве профилактики рецидива деформации, так и для улучшения двигательных возможностей.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ДЦП – Детский Церебральный Паралич

РФ – Российская Федерация

ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России – Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации

США- Соединенные Шататы Америки

ЭПВДС – Эквино- плоско-вальгусная-деформация стопы

AFO - Ankle Foot Orthosis - Ортез на голеностопный сустав

GMFCS – Gross Motor Functional Sistem – Шкала больших моторных функций

GRAFO - Ground Reaction Ankle Foot Orthosis – Передне-опорный ортез на голеностопный сустав

MACS - Manual Ability Classification System – Шкала моторных навыков верхних конечностей

Gillette FAQ - Gillette Functional Assessment Questionnaire – Шкала-опросник функциональной активности

SEMLS – Single-event multilevel orthopaedic surgery – Одномоментная многоуровневая ортопедическая хирургия

Мера ST-150 – стабилоплатформа производства Мера-ТСП, Россия

STPL – программное обеспечение для работы стабилоплатформы Мера ST-150

TAL - Tendo-Achilles lengthening – Удлиняющая ахиллопластика

3D – 3-dimensional - трехмерный

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Авдеев А. К. и др. Ближайшие результаты подтаранных биодеградируемых артроэрезов у детей и подростков. *Сборник материалов X всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения». 2017;* 1: 19-24.
2. Баранов А. А. и др. Комплексная оценка двигательных функций у пациентов с детским церебральным параличом: учебно-методическое пособие. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение, Научный центр здоровья детей. *ПедиатрЪ.* 2014: 1-84.
3. Батышева Т. Т. и др. Совершенствование доступности и качества медицинской помощи и реабилитации детей с детским церебральным параличом. *Педиатр.* 2016; 7(1): 65-72.
4. Беляев А. С., Серова Н. С., Бобров Д. С. Рентгенография стопы с нагрузкой и ФМСКТ стопы с нагрузкой: сравнительный анализ стандартных угловых показателей у пациентов с приобретенным плоскостопием взрослых. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2019: 13(3): 36-44.
5. Болотов А. В. Комплексное лечение плоско-вальгусной деформации стоп у детей и подростков с учетом состояния нейромышечного аппарата нижних конечностей: *автореф. – Центр. науч.-исслед. ин-т травматологии и ортопедии им. НН Приорова МЗ РФ.* 2015: 1-22
6. Босых В. Г. Сравнительный анализ методов оперативного лечения эквино-плоско-вальгусной деформации стопы при церебральном параличе у детей дошкольного возраста. *автореф. Мос. обл. научно-исследовательский клин. инст. им. М.Ф. Владимирского ВГ Босых.* 1997: 1-24
7. Вавилов М. А. и др. Отдаленные результаты лечения детей с врожденной вертикальной таранной костью. *Гений ортопедии.* 2019; 25(3): 1-7
8. Волков А. М. Грабовский М. Б. Малоинвазивный метод хирургического лечения статической плосковальгусной деформации стоп у детей. *Московская медицина*. 2017; 2: 46-46.

9. Долганова Т. И. и др. Клинико-биомеханические результаты многоуровневых ортопедических вмешательств при crouch gait. *Гений ортопедии*. 2020; 26 (3): 325-333
10. Змановская В. А. и др. Ботулинотерапия в профилактике ортопедических осложнений и раннего оперативного вмешательства у детей с детским церебральным параличом. *Университетская медицина Урала*. 2019; 5 (4): 3-6.
11. Зубков П.А., Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Яцык С.П., Дьяконова Е.Ю., Петельгузов А.А. Оперативная коррекция сухожильно-мышечного аппарата стопы при эквино-плоско-вальгусной деформации стоп у детей с ДЦП. *Детская хирургия.* 2020; 24(3): 181-187.
12. Зубков П.А., Жердев К.В., Челпаченко О.Б. и др. Сравнительный анализ эффективности костно-пластических и сухожильно-мышечных реконструктивных оперативных вмешательств у детей с детским церебральным параличом при эквиноплосковальгусной деформации стопы. *Педиатрия.Consilium Medicum.* 2020; 4: 69-75.
13. Капанджи, Адальберт. Нижняя конечность. Функциональная анатомия. *Litres.* 2022: 54-105.
14. Кенис В. М. и др. Комбинированное оперативное лечение эквинусных контрактур у детей с ДЦП. *Новые технологии в травматологии и ортопедии детского возраста.* 2017; 137-144.
15. Кенис В. М. и др. Ультразвуковая эластография мышц у детей с детским церебральным параличом: систематический обзор литературы. *Нервно-мышечные болезни*. 2022; 12(1): 10-20.
16. Кенис В. М. Опыт применения биодеградируемых имплантатов для артроэреза подтаранного сустава при лечении мобильных плоско-вальгусных деформаций стоп у детей с ДЦП. 2010: 344-345.
17. Кенис В. М. Ортопедическое лечение деформаций стоп у детей с церебральным параличом. *автореф. – Рос. науч.-исслед. ин-т травматологии и ортопедии им. РР Вредена.* 2014: 1-48.

18. Клочкова О. А. и др. Селективная дорзальная ризотомия в лечении спастичности у пациентов с детским церебральным параличом. *Вопросы современной педиатрии*. 2022; 21(1) 19-28.
19. Клочкова, О. А., А. Л. Куренков. Ботулинотерапия при детском церебральном параличе: практические советы и ультразвуковой контроль. *МЕДпресс-информ.* 2020: 11-125
20. Клочкова, О.А. и др. Формирование контрактур при спастических формах детского церебрального паралича: вопросы патогенеза. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2018; 6(1): 58-66
21. Куренков А. Л. и др. Многоуровневая ботулинотерапия при спастических формах детского церебрального паралича с тяжелыми двигательными нарушениями (GMFCS IV-V) *Журнал неврологии и психиатрии им. СС Корсакова*. 2020; 120(12): 57-66.
22. Куренков А. Л. и др. Первый Российский консенсус по применению многоуровневых инъекций Abobotulinumtoxin A при лечении спастических форм детского церебрального паралича. *Журнал неврологии и психиатрии им. СС Корсакова.* – 2016; 116(11): 121-130.
23. Ларина Н. В. и др. Возможности реабилитации детей с синдромом ДЦП с применением роботизированных устройств и биологической обратной связи. *Бюллетень сибирской медицины.* 2020; 19(3): 156-165.
24. Леончук С. С. и др. Трехсуставной артродез для коррекции деформаций стоп и его влияние на кровоснабжение мягкотканных структур в области оперативного вмешательства у больных церебральным параличом. *Травматология и ортопедия России.* 2018; 24(4): 32-43.
25. Леончук С. С., Чибиров Г. М., Попков Д. А. Коррекция деформации стопы по методике Evans у ребенка с ДЦП в рамках одномоментного многоуровневого ортопедического вмешательства. Случай из практики. *Гений ортопедии.* 2016; 3: 77-83.

26. Маркс В. О. Ортопедическая диагностика: *Руководство-справочник.* 1978: 1-512

27. Мацакян А. М., Ширмазанян А. Г., Горохводацкий А. В. Операции на сухожилии задней большеберцовой мышцы при лечении статической плоско-вальгусной деформации. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии.* 2017; 16(4): 168-177.

28. Моренко, Екатерина Сергеевна и Владимир Маркович Кенис. Коррекция осевых деформаций коленного сустава у детей методом управляемого роста (обзор литературы). *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2016; 4(1): 57-62.

29. О.А. Клочкова, А.Л. Куренков и др. Многоуровневые инъекции ботулинического токсина типа А (Абоботулотоксина) при лечении спастических форм детского церебрального паралича: ретроспективное исследование опыта 8 российских центров. *Педиатрическая фармакология.* 2016; 13(3): 259-269.

30. Пчеляков А. В. Комплексное лечение двигательных нарушений при ДЦП. *Медицина.* 1982: 40-44

31. Рыжиков Д. В. и др. Ортопедические последствия спастических форм ДЦП: хирургическая коррекция деформаций стоп у детей и подростков. *Современные проблемы науки и образования.* 2016; 6: 206-207

32. Рыжиков Д. В. Хирургическая коррекция эквино-плано-вальгусной деформации стоп у детей с детским церебральным параличом. *автореф. – Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии.* 2011: 1-25.

33. Рыжиков Д. В. Оперативное лечение эквино-плано-вальгусной деформации стоп у детей больных детским церебральным параличом. *Гений ортопедии.* 2010; 3: 95-100

34. Садофьева В. И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы детей. *Медицина.* 1990: 1-216.

35. Сапоговский А. В. Сравнительный анализ различных методик подтаранного артроэреза у детей. *Ежегодная научно-практическая конференция по актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста. Турнеровские чтения*. 2019: 286-289.

36. Слизовский, Григорий Владимирович и др. Сравнительные результаты лечения плосковальгусной деформации стоп у детей. *Медицинская наука и образование Урала* 2018; 19(1) 58-62.

37. Смирнова Л. М., Джомардлы Э. И., Кольцов А. А. Объективные признаки деформаций стоп у детей со спастическими формами детского церебрального паралича: обоснование индивидуального подхода к обеспечению обувью. *Травматология и ортопедия России.* 2019; 25(3): 90-99.

38. Умнов В. В., Кенис В. М. Ортопедо-нейрохирургическая концепция комплексного лечения детей со спастическими параличами. *Вестник травматологии и ортопедии им. НН Приорова.* 2007; 4: 9-14.

39. Умнов, В. В., Заболотский, Д. В., Звозиль, А. В. Детский церебральный паралич. Эффективные способы борьбы с двигательными нарушениями. *СПб.: Десятка.* 2013: 166-188.

40. Умнов, Валерий Владимирович, Дмитрий Валерьевич Умнов. Ошибки и осложнения при хирургическом лечении мобильной эквино-плано-вальгусной деформации стоп у больных детским церебральным параличом с использованием методики внесуставного артродеза подтаранного сустава. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2016; 4(2): 24-28.

41. Умнов, Валерий Владимирович, Дмитрий Валерьевич Умнов. Ошибки и осложнения при хирургическом лечении мобильной эквино-плано-вальгусной деформации стоп у больных детским церебральным параличом с использованием методики корригирующей остеотомии пяточной кости. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2017; 5(1): 34-38.

42. Чибиров Г. М. и др. Изменение кинематических параметров походки у детей с ДЦП после многоуровневых вмешательств при исходных паттернах true equinus gait и jump gait. *Гений ортопедии.* 2019; 25(4): 501-509.
43. Шамик В. Б., Рябоконев С. Г. Эквинусная деформация стоп у детей с церебральным параличом: вопросы диагностики, лечения. *Медицинский вестник Юга России*. 2018; 4: 6-13.
44. Яцык С.П., Жердев К. В., Зубков П. А., Пак Л. А., Волкова М. О., Челпаченко О. Б., Петельгузов А. А.. Роль нейрогенных деформаций стоп в структуре нарушений функций нижних конечностей у пациентов с детским церебральным параличом. Стратегии хирургического лечения. *Медицинский совет.* 2018; 11: 162-167.
45. Aboelenein, Aly Mohamed, et al. Calcaneal lengthening for the pes planovalgus foot deformity in children with cerebral palsy. *Journal of clinical orthopaedics and trauma* 2020; 11(2): 245-250.
46. Accardo, Pasquale J., and William Barrow. Toe walking in autism: further observations. *Journal of Child Neurology* (2015); 30(5): 606-609.
47. Agarwal, Anil, and Indreshwar Verma. Cerebral palsy in children: An overview. *Journal of clinical orthopaedics and trauma.* (2012); 3(2): 77-81.
48. Alriksson-Schmidt A., Hägglund G. Pain in children and adolescents with cerebral palsy: a population-based registry study. *Acta paediatrica.* 2016; 105(6): 65-670.
49. Ammann Reiffer C., Bastiaenen C. H. G., Van Hedel H. J. A. Measuring change in gait performance of children with motor disorders: assessing the Functional Mobility Scale and the Gillette Functional Assessment Questionnaire walking scale. *Dev. Med. Child. Neurol*. 2019; 61(6): 717-724.
50. Ancillao A, van der Krogt M. M., Buizer A. I., Witbreuk M. M. et al. Analysis of gait patterns pre- and post- Single Event Multilevel Surgery in children with Cerebral Palsy by means of Offset-Wise Movement Analysis Profile and Linear Fit Method. *Hum Mov Sci* 2017; 55: 145-155.

51. Armand S., Decoulon G., Bonnefoy-Mazure A. Gait analysis in children with cerebral palsy. *EFORT open reviews.* 2016; 1(12): 448-460.
52. Attias, Michael, et al. Influence of different degrees of bilateral emulated contractures at the triceps surae on gait kinematics: The difference between gastrocnemius and soleus.*Gait & posture*. 2017; 58: 176-182.
53. Aversano, Michael W., et al. What's new in the orthopaedic treatment of cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2017; 37(3): 210-216.
54. Azar F. M., Canale S. T., Beaty J. H. Campbell's Operative Orthopaedics. *E-Book. – Elsevier Health Sciences.* 2020; 13: 1250-1300
55. Bailly R. et al. Relationship between 3D lower limb bone morphology and 3D gait variables in children with uni and bilateral Cerebral Palsy. *Gait & Posture.* 2022; 92: 51-59.
56. Bernasconi, Alessio, François Lintz, and Francesco Sadile. The role of arthroereisis of the subtalar joint for flatfoot in children and adults. *EFORT open reviews.* 2017; 2(11): 438-446.
57. Blumetti, Francesco C., et al. Botulinum toxin type A in the treatment of lower limb spasticity in children with cerebral palsy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019; 10: 55-59.
58. Boffeli T. J., Schnell K. R. Cotton osteotomy in flatfoot reconstruction: a review of consecutive cases. *The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2017; 56 (5): 990-995.
59. Bollmann, C., A. Franz, and J. Raabe. The Grice-Green subtalar arthrodesis using a fibular bone graft--follow-up of 92 patients. *Zeitschrift fur Orthopadie und Unfallchirurgie*. 2015; 153(1): 93-98.
60. Bonouvrié L. A. et al. The effect of intrathecal baclofen in dyskinetic cerebral palsy: the IDYS trial. *Annals of Neurology.* 2019; 86(1): 79-90.
61. Bourelle, S., Cottalorda, J., Gautheron, V., & Chavrier, Y. Extra-articular subtalar arthrodesis: a long-term follow-up in patients with cerebral palsy. *J. Bone Joint. Surg. Br.* 2004; 86(5): 737-742.

62. Brant W. E., Helms C. A. (ed.). Fundamentals of diagnostic radiology. 2012: 980-1176.
63. Brihault, Jean. Calcaneal osteotomy for hindfoot deformity. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2021; 108(1): 1-10.
64. C. Church, N. Lennon, R. Alton, et al. Longitudinal change in foot posture in children with cerebral palsy. *J Child Orthop.* 2017; 11(3): 229–236
65. Chen L. et al. Comparison of four methods for percutaneous Achilles tendon lengthening: a cadaveric study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2017; 56(2): 271-276.
66. Chen W. et al. Relationship between subtalar joint stiffness and relaxed calcaneal stance position in cerebral palsy children with valgus deformities. *BioMed research international.* 2018; 2018: 1-10.
67. Cho B. C. et al. Undercorrection of planovalgus deformity after calcaneal lengthening in patients with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics B.* 2018; 27(3): 206-213.
68. Conner B. C. et al. Relationship between ankle function and walking ability for children and young adults with cerebral palsy: A systematic review of deficits and targeted interventions. *Gait & Posture.* 2022; (91): 165-178.
69. Cook R. E. et al. Gait analysis alters decision-making in cerebral palsy. *Journal of pediatric orthopaedics.* 2003; 23(3): 292-295
70. Dai, Alper I., and Abdullah T. Demiryürek. Serial casting as an adjunct to botulinum toxin type a treatment in children with cerebral palsy and spastic paraparesis with scissoring of the lower extremities. *Journal of child neurology.* 2017: 32(7): 671-675.
71. Davids J. R. et al. Control of walking speed in children with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2019; 39(8): 429-435.
72. Davids J. R., Tabaie S. A. Foot and ankle motion in cerebral palsy. *Handbook of Human Motion. – Springer International Publishing,* 2018; 1121-1149.

73. de Retana, Pablo Fernández, Fernándo Álvarez, and Ramón Viladot. Subtalar arthroereisis in pediatric flatfoot reconstruction. *Foot and Ankle Clinics.* 2010; 15(2): 323-335.

74. Delgado M. R. et al. Efficacy and safety of abobotulinumtoxinA for upper limb spasticity in children with cerebral palsy: a randomized repeat-treatment study. *Developmental Medicine & Child Neurology.* 2021; 63(5): 592-600

75. Di Gennaro G. L. et al. Deformity progression in congenital posteromedial bowing of the tibia: a report of 44 cases. 2020: 1-11.

76. Dussa, Chakravarthy U., et al. Management of severe equinovalgus in patients with cerebral palsy by naviculectomy in combination with midfoot arthrodesis. *Foot & Ankle International.* 2017; 38(9):1011-1019.

77. Ebrahimi, Anahid, et al. Atypical triceps surae force and work patterns underlying gait in children with cerebral palsy. *Journal of Orthopaedic Research.* 2022: 1-8.

78. Eddison N., Chockalingam N. The effect of tuning ankle foot orthoses–footwear combination on the gait parameters of children with cerebral palsy. *Prosthetics and orthotics international.* 2013; 37(2): 95-107.

79. Elbarbary H. M. et al. Clinical and Radiological Outcomes of Subtalar Arthroereisis for Management of Planovalgus Foot in Children with Cerebral Palsy: 3-Year Follow-up. *Foot & Ankle Specialist.* 2020: 1-10.

80. Elnaggar, Ragab K. An Analytical Insight into How Walking Speed and Spatial and Temporal Symmetry Are Related to Ankle Dysfunctions in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* (2021); 100(5): 458-464.

81. Eng C. M., Roberts T. J. Aponeurosis influences the relationship between muscle gearing and force. *Journal of Applied Physiology.* 2018; 125(2): 513-519.

82. Evans, D. Calcaneo-valgus deformity. / D. Evans. // *The Journal of bone and joint surgery. British volume.* 1975; 57(3): 270-8.

83. Firth G. B. et al. Multilevel surgery for equinus gait in children with spastic diplegic cerebral palsy: medium-term follow-up with gait analysis. JBJS. 2013; 95(10): 931-938.

84. Frances, Jenny M., and David S. Feldman. Management of idiopathic and nonidiopathic flatfoot. *Instr Course Lect.* 2015; 64: 429-440.

85. Fucs, P. M. D. M. B., Svartman, C., de Assumpçao, R. M. C., Yamada, H. H., & Simis, S. D. Surgical technique: medial column arthrodesis in rigid spastic planovalgus feet. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470(5): 1334-1343.

86. Fulford, George E. Surgical management of ankle and foot deformities in cerebral palsy. Clinical orthopaedics and related research. 1990; 253: 55-61.

87. Galli M. et al. Foot pressure distribution in children with cerebral palsy while standing. *Research in developmental disabilities.* 2015; 41: 52-57.

88. Gendy S. et al. Current practice and preferences to management of equinus in children with ambulatory cerebral palsy: A survey of orthopedic surgeons. *SICOT-J.* 2019; 5(3): 1-8.

89. Gillani, Syed Faraz Ul Hassan Shah, et al. Effectiveness of Treatment in Children with Cerebral Palsy. *Cureus.* 2021; 13(3): 1-7.

90. Graham H. K., Selber P. Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. *The Journal of bone and joint surgery. British volume.* 2003; 85(2): 157-166.

91. Grice, David S. An extra-articular arthrodesis of the subastragalar joint for correction of paralytic flat feet in children. JBJS. 1952; 34(4) 927-956

92. Grice, David S. Further experience with extra-articular arthrodesis of the subtalar joint. *JBJS* 1955: 37(2) 246-365.

93. Güven, Melih, et al. Modified Grice–Green subtalar arthrodesis performed using a partial fibular graft yields satisfactory results in patients with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics B.* 2016; 25(2): 119-125.

94. Hägglund, Gunnar, and Philippe Wagner. Development of spasticity with age in a total population of children with cerebral palsy. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2008; 9: 11-9.

95. Hamel J. et al. A combined bony and soft-tissue tarsal stabilization procedure (Grice-Schede) for hindfoot valgus in children with cerebral palsy. *Archives of orthopaedic and trauma surgery.* 1994; 113(5): 237-243.

96. Hareb F. et al. Botulinum toxin in children with cerebral palsy: an update. *Neuropediatrics.* 2020; 51(1): 1-5.

97. Harvey, Lisa A., et al. Stretch for the treatment and prevention of contractures. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2017; 1: 4-39.

98. Heinen F. et al. The updated European Consensus 2009 on the use of Botulinum toxin for children with cerebral palsy. *European journal of paediatric neurology.* 2010; 14(1): 45-66.

99. Herrera-Pérez, Mario, et al. Comparison of cannulated screws versus compression staples for subtalar arthrodesis fixation. *Foot & ankle international.* (2015); 36(2): 203-210.

100. Horsch, Axel, et al. Recurrence of Equinus Foot in Cerebral Palsy following Its Correction—A Meta-Analysis. *Children*. 2022; 9(3): 1-14.

101. Jackman M. et al. Interventions to improve physical function for children and young people with cerebral palsy: international clinical practice guideline. *Developmental Medicine & Child Neurology.* 2022; 64(5): 536-549.

102. Kadhim M, Miller F. Pes planovalgus deformity in children with cerebral palsy: review article. *J Pediatr Orthop B.* 2014; 23(5): 400-405.

103. Kadhim M., Holmes Jr L., Miller F. Long-term outcome of planovalgus foot surgical correction in children with cerebral palsy. *The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2013; 52(6): 697-703.

104. Karamitopoulos, Mara S., and Lana Nirenstein. Neuromuscular foot: spastic cerebral palsy. *Foot and ankle clinics* 2015: 20(4): 657-668.

105. Kedem, Paz, and David M. Scher. Foot deformities in children with cerebral palsy. *Current opinion in pediatrics.* 2015; 27(1): 67-74.

106. Kelly, Barbara, et al. Casting protocols following BoNT-A injections to treat spastic hypertonia of the triceps Surae in children with cerebral palsy and Equinus gait: a

randomized controlled trial. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics.* 2019; 39(1): 77-93.

107. Khamraev FSh., Mirzaev AG. A diff erentiated approach to orthopedic surgical treatment of equinus deformities of the feet during cerebral palsy. *Doctor-graduate student.* 2009; 9(36): 789-797.
108. Kido M. et al. Reproducibility of radiographic methods for assessing longitudinal tarsal axes: Part 1: Consecutive case study. *The Foot.* 2019; 40: 1-7.
109. Klerken T. et al. Long-term results after triple arthrodesis: Influence of alignment on ankle osteoarthritis and clinical outcome. *Foot and Ankle Surgery.* 2019; 25(2): 247-250.
110. Kubo, H., et al. Radiological outcome after treatment of juvenile flatfeet with subtalar arthroereisis: a matched pair analysis of 38 cases comparing neurogenic and non-neurogenic patients. *Journal of Children's Orthopaedics.* 2019; 13(4): 346-352.
111. Kumar S. J., Cowell H. R., Ramsey P. L. Vertical and oblique talus. *Instr. Course Lect.* 1982; 31: 235-251.
112. Lambrinudi, C. A method of correcting equinus and calcaneous deformities at the sub-astragaloid joint. 1933; 788-791.
113. Lamm B. M. et al. Normal foot and ankle radiographic angles, measurements, and reference points. *The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2016; 55(5): 991-998.
114. Lashkouski U. et al. Correction of planovalgus deformity through rotational reinsertion of the lateral layers of the achilles tendons in ambulatory children with cerebral palsy. *The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2019; 58(3): 528-533.
115. Lee I. H. et al. Incidence and risk factors of allograft bone failure after calcaneal lengthening. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2015; 473(5): 1765-1774.
116. Lee K. M. et al. Reliability and validity of radiographic measurements in hindfoot varus and valgus. *JBJS.* 2010; 92(13): 2319-2327.
117. Lee S. K. et al. Congenital Vertical Talus Treated with Kumar Operation. *Journal of the Korean Orthopaedic Association.* 1995; 30(5): 1316-1323.

118. Lee, Byoung-Kwon, and Seung-Chul Chon. Effect of whole-body vibration training on mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled experimenter-blinded study. *Clinical Rehabilitation.* (2013): 27(7): 599-607.
119. Leonchuk, Sergey S., et al. Subtalar arthroereisis for treatment of children with flexible planovalgus foot deformity and analysis of CT data in long-term period. *Journal of Orthopaedics.* 2020; 22: 478-484.
120. Levitt S., Addison A. Treatment of cerebral palsy and motor delay. *John Wiley & Sons*. 2018: 11-88.
121. Luo, Chi-An, et al. Limits of calcaneal lengthening for treating planovalgus foot deformity in children with cerebral palsy. *Foot & ankle international*. 2017; 38(8): 863-869.
122. Makarewich C. A., Swarup I., Davidson R. S. A simple approach for determining tendon limb length in open Achilles lengthening. *Journal of Pediatric Orthopaedics B.* 2020; 29(4): 359-362.
123. Malek, Sandra Abdel, et al. Exploring demographic, medical, and developmental determinants of adaptive behaviour in children with hemiplegic cerebral palsy. *European Journal of Paediatric Neurology.* 2022; 36: 19-25.
124. Matsuda, Mayumi, et al. Robot-assisted training using Hybrid Assistive Limb® for cerebral palsy. *Brain and Development.* 2018; 40(8): 642-648.
125. Mazis G. A. et al. Results of extra-articular subtalar arthrodesis in children with cerebral palsy. *Foot Ankle Int.* 2012; 33(6): 469-474.
126. Miller F. Planovalgus Foot Deformity in Cerebral Palsy. *Cerebral Palsy.* 2020; 23(5): 400-405.
127. Miller F., Bachrach S. J. Cerebral palsy: A complete guide for caregiving. *JHU Press.* 2017: 29-239.
128. Miller, Freeman. Foot Deformities Impact on Cerebral Palsy Gait. *Cerebral Palsy.* 2020; 1517-1532.
129. Miller, Freeman. Foot deformities in children with cerebral palsy: An overview. *Cerebral palsy.* 2020: 2211-2221.

130. Min J. J. et al. Progression of planovalgus deformity in patients with cerebral palsy. *BMC musculoskeletal disorders.* 2020; 21(1): 1-8.
131. Molund M. et al. Proximal medial gastrocnemius recession and stretching versus stretching as treatment of chronic plantar heel pain. *Foot & ankle international.* 2018; 39(12): 1423-1431.
132. Mosca M. et al. Mini bone block distraction subtalar arthrodesis (SAMBB) in the management of acquired adult flatfoot with subtalar arthritis: a modification to the Grice–Green procedure. *Joints.* 2019; 7(2): 64-70.
133. Mosca V. S. Management of the painful adolescent flatfoot. *Techniques in Foot & Ankle Surgery.* 2014; 13(1): 3-13.
134. Mosca, V.S. Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot. Results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot. *The Journal of bone and joint surgery. American volume.* 1995; 77(4): 500-12
135. Mosca, Vincent S. Flexible flatfoot in children and adolescents. *Journal of children's orthopaedics.* 2010; 4(2): 107-121.
136. Multani I. et al. Botulinum toxin in the management of children with cerebral palsy. *Pediatric Drugs.* 2019; 1-21.
137. Muniz Filho, José Antônio Ribeiro, et al. Clinical and functional outcomes of Lambrinudi arthrodesis for correcting fixed equinus deformity. *Scientific Journal of the Foot & Ankle* 2018; 12(2): 159-163.
138. Murphy, G. A. Pes planus / G. A Murphy // *Campbell's Operative Orthope-dics. – 10th ed. – St. Louis.* 2003; 10(4) 4018–4019
139. Nahm, Nickolas J., et al. Management of hypertonia in cerebral palsy. *Current opinion in pediatrics.* 2018; 30(1): 57-64.
140. Nardon, Mauro, et al. Energetics of walking in individuals with cerebral palsy and typical development, across severity and age: A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture* 2021; 90: 388-407.

141. Nather, A., G. E. Fulford, and K. Stewart. Treatment of valgus hindfoot cerebral palsy by peroneus brevis lengthening. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 1984; 26(3): 335-340.
142. Needleman R. L. Current topic review: subtalar arthroereisis for the correction of flexible flatfoot. *Foot & ankle international*. 2005; 26(4): 336-346.
143. Nicholson K. et al. Gait analysis parameters and walking activity pre-and postoperatively in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 2018; 30(3) 203-207.
144. Novak I. et al. Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment. *JAMA pediatrics*. 2017; 171(9): 897-907.
145. O'Sullivan R. et al. The short-term effects of selective dorsal rhizotomy on gait compared to matched cerebral palsy control groups. *PloS one*. 2019; 14(7): 1-11.
146. Odding E., Roebroeck M. E., Stam H. J. The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. *Disability and rehabilitation*. 2006; 28(4): 183-191.
147. Ohuchi H., Chavez J. S., Alvarez C. A. D. Changes in calcaneal pitch and heel fat pad thickness in static weight bearing radiographs while wearing shoes with arch support and heel cup orthotics. *Asia-Pacific journal of sports medicine, arthroscopy, rehabilitation and technology*. 2019; 17: 21-24.
148. Ong C. F. et al. Predicting gait adaptations due to ankle plantarflexor muscle weakness and contracture using physics-based musculoskeletal simulations. *PLoS computational biology*. 2019; 15(10): 1-27.
149. Otjen, Jeffrey, et al. Foot and Ankle Musculoskeletal Imaging of Pediatric Patients with Cerebral Palsy. *American Journal of Roentgenology*. 2020; 214(6): 1389-1397.
150. Ozan F. et al. Symptomatic flexible flatfoot in adults: subtalar arthroereisis. *Therapeutics and clinical risk management.* 2015; 11: 1597-1602.
151. Papageorgiou E. et al. Systematic review on gait classifications in children with cerebral palsy: an update. *Gait & posture*. 2019; 69: 209-223.

152. Park K. B. et al. Architecture of the triceps surae muscles complex in patients with spastic hemiplegia: implication for the limited utility of the Silfverskiöld test. *Journal of clinical medicine.* 2019; 8(12): 1-13.

153. Park, Byeong-Seop, et al. Effects of soft tissue surgery on transverse kinematics in patients with cerebral palsy. *BMC musculoskeletal disorders* 2019; 20(1):1-7.

154. Paulson A., Vargus-Adams J. Overview of four functional classification systems commonly used in cerebral palsy. *Children.* 2017; 4(4): 1-10.

155. Pilloni, Giuseppina, et al. Use of 3D gait analysis as predictor of Achilles tendon lengthening surgery outcomes in children with cerebral palsy. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2018; 55(2): 250-257.

156. Pina S., Ferreira J. M. F. Bioresorbable plates and screws for clinical applications: a review. *Journal of Healthcare Engineering.* 2012; 3: 243-260.

157. Putz C. et al. Equinus correction during multilevel surgery in adults with cerebral palsy. *Foot & ankle international.* 2018; 39(7): 812-820.

158. Raines Jr, Robert A., and Michael E. Brage. Evans osteotomy in the adult foot: an anatomic study of structures at risk. *Foot & ankle international.* 1998; 19(11): 743-747.

159. Rajagopal A. et al. Pre-operative gastrocnemius lengths in gait predict outcomes following gastrocnemius lengthening surgery in children with cerebral palsy. *Plos one.* 2020; 15(6): 1-17.

160. Ramírez-Barragán, Ana, et al. Long-term Outcomes of Talonavicular Arthrodesis for the Treatment of Planovalgus Foot in Children with Cerebral Palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2022; 42(4): 377-383.

161. Ravi D. K., Kumar N., Singhi P. Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review. *Physiotherapy.* 2017; 103(3): 245-258.

162. Ricardo, Diogo, et al. Effects of Ankle Foot Orthoses on the Gait Patterns in Children with Spastic Bilateral Cerebral Palsy: A Scoping Review. *Children* 2021; 8(10): 903.

163. Root, Leon. Varus and valgus foot in cerebral palsy and its management. *Foot & ankle.* 1984; 4(4): 174-179.

164. Rothbart B. A. Medial column foot systems: an innovative tool for improving posture. *Journal of bodywork and movement therapies.* 2002; 6(1): 37-46.

165. Rutz, Erich, et al. Indications for gastrocsoleus lengthening in ambulatory children with cerebral palsy: a Delphi consensus study. *Journal of children's orthopaedics.* 2020; 14(5): 405-414.

166. Ryerson E. W. Arthrodesing operations on the feet. *JBJS.* 1923; 5(3): 453-471.

167. Salzman C.L., Fehrle M.J., Cooper R.R., Spencer E.C., Ponseti I.V. Triple arthrodesis: twenty-five and fortyfour-year average follow-up of the same patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81(10): 1391-1402.

168. Sartori M. et al. Toward modeling locomotion using electromyography-informed 3D models: application to cerebral palsy. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine.* 2017; 9(2): 1-23.

169. Sätilä, Heli. Over 25 years of pediatric Botulinum Toxin treatments: What have we learned from injection techniques, doses, dilutions, and recovery of repeated injections? *Toxins.* 2020; 12(7): 1-19.

170. Schasfoort, Fabienne, et al. Intramuscular botulinum toxin prior to comprehensive rehabilitation has no added value for improving motor impairments, gait kinematics and goal attainment in walking children with spastic cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine.* 2018; 50(8): 732-742.

171. Sclavos, Nicholas, et al. Ankle Dorsiflexor Function after Gastrocsoleus Lengthening in Children with Cerebral Palsy: A Literature Review. Medicina. 58(3) 2022; 58(3): 375-367.

172. Sees J. P., Miller F. Overview of foot deformity management in children with cerebral palsy. *Journal of children's orthopaedics.* 2013; 7(5): 373-377.

173. Shah, Ashish, et al. Role of bone grafts and bone graft substitutes in isolated subtalar joint arthrodesis. *Acta Ortopédica Brasileira.* 2017; 25: 183-187.

174. Shore B. J. et al. Subtalar fusion for pes valgus in cerebral palsy: results of a modified technique in the setting of single event multilevel surgery. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2013; 33(4): 431-438.

175. Shore B. J., White N., Kerr Graham H. Surgical correction of equinus deformity in children with cerebral palsy: a systematic review. *Journal of children's orthopaedics.* 2010; 4(4): 277-290.

176. Stevens, Peter M., Jason M. Kennedy, and Man Hung. Guided growth for ankle valgus. *Journal of pediatric orthopedics.* 2011; 31(8): 878.

177. Suh D. H. et al. Lateral column lengthening versus subtalar arthroereisis for paediatric flatfeet: a systematic review. *International orthopaedics.* 2019; 43(5): 1179-1192.

178. Sung, Ki Hyuk, et al. Calcaneal lengthening for planovalgus foot deformity in patients with cerebral palsy. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2013; 471(5): 1682-1690.

179. Tan, Joelle Hwee Inn, et al. The outcomes of subtalar arthroereisis in pes planus: a systemic review and meta-analysis. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery.* 2021; 141(5): 761-773.

180. Tedroff, Kristina, Gunnar Hägglund, and Freeman Miller. Long-term effects of selective dorsal rhizotomy in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology.* 2020; 62(5): 554-562.

181. Thomason P. Functional Mobility and Gait in Children and Youth with Cerebral Palsy. *Cerebral Palsy.* 2020: 2767-2795.

182. Thomason P., Selber P., Graham H. K. Single event multilevel surgery in children with bilateral spastic cerebral palsy: a 5-year prospective cohort study. *Gait & posture.* 2013; 37(1): 23-28.

183. Tinney A., Thomason P., Sangeux M., Khot F., Graham H. K. The transverse Vulpius gastrocsoleus recession for equinus gait in children with cerebral palsy. *Bone Joint J,* 2015; 97(4): 564-571.

184. Tracy J. B. et al. Dynamic stability during walking in children with and without cerebral palsy. *Gait & posture.* 2019; 72: 182-187.

185. Trehan, Samir K., Ugonna N. Ihekweazu, and Leon Root. Long-term outcomes of triple arthrodesis in cerebral palsy patients. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2015; 35(7): 751-755.

186. Tuijthof, Gabriëlle JM, et al. Overview of subtalar arthrodesis techniques: options, pitfalls and solutions. *Foot and ankle surgery.* 2010; 16(3): 107-116.

187. Turriago C. A., Arbeláez M. F., Becerra L. C. Talonavicular joint arthrodesis for the treatment of pes planus valgus in older children and adolescents with cerebral palsy. *Journal of children's orthopaedics.* 2009; 3(3): 179-183.

188. van de Velde S. K. et al. Symptomatic hallux valgus and dorsal bunion in adolescents with cerebral palsy: clinical and biomechanical factors. *Developmental Medicine & Child Neurology.* 2018; 60(6): 624-628.

189. Vanderwilde R. et al. Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *J. Bone Joint. Surg. Am.* 1988; 70(3): 407-415

190. Vedantam R., Capelli A. M., Schoenecker P. L. Subtalar arthroereisis for the correction of planovalgus foot in children with neuromuscular disorders. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 1998; 18(3): 294-298.

191. Volpon, José Batista, and Leonardo Lima Natale. Critical evaluation of the surgical techniques to correct the equinus deformity. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões* 2019; 46(1): 1-11.

192. Waizy, H., et al. Extra-articular arthroereisis according to Grice/Green versus calcaneal lengthening according to Evans: retrospective comparison for therapy of neurogenic pes planovalgus. *Der Orthopade* 2013; 42(6): 409-417.

193. Wang K. K. et al. Selective dorsal rhizotomy in ambulant children with cerebral palsy. *Journal of Children's Orthopaedics.* 2018; 12(5): 413-427.

194. Watanabe H., Kikkawa I. Comment on Sakuma et al.: Pathology and management of flexible flat foot in children. *Journal of Orthopaedic Science.* 2019; 24(4): 9-13.

195. Westberry D. E. et al. Guided Growth for Ankle Valgus Deformity: The Challenges of Hardware Removal. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2020; 40(9): 883-888.

196. Wicks, Eric D., et al. Partial or non-union after triple arthrodesis in children: does it really matter? *Journal of Children's Orthopaedics.* 2016; 10(2): 119-125.

197. Wilson N. C., Chong J., Mackey A. H., Stott N. S.. Reported outcomes of lower limb orthopaedic surgery in children and adolescents with cerebral palsy: a mapping review. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2014; 56(9): 808- 814

198. Wingstrand M., Hägglund G., Rodby-Bousquet E. Ankle-foot orthoses in children with cerebral palsy: a cross sectional population based study of 2200 children. *BMC musculoskeletal disorders.* 2014; 15(1): 1-7.

199. Yoon H. K. et al. Extraarticular subtalar arthrodesis for pes planovalgus: an interim result of 50 feet in patients with spastic diplegia. *Clinics in Orthopedic Surgery.* 2010; 2(1): 13-21.

200. Zarkou, Anastasia, et al. Foot and ankle somatosensory deficits affect balance and motor function in children with cerebral palsy. *Frontiers in Human Neuroscience* 2020; 45(14): 1-12.