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

На правах рукописи

Волкова Мария Олеговна

Оптимизация хирургического лечения сгибательных контрактур коленных суставов у детей со спастическими формами детского церебрального паралича

14.01.19 - Детская хирургия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

Доктор медицинских наук

Константин Владимирович Жердев

Москва – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 13
1.1 ВВЕДЕНИЕ 13
1.2 ПАТОГЕНЕЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР 14
1.3 ЕСТЕССТВЕННОЕ ТЕЧЕНИЕ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ С ДЦП 17
1.4 КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ 18
1.5 ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ 21
1.6 МЯГКОТКАННЫЕ ОПЕРАЦИИ 23
1.7 ДИСТРАКЦИОННЫЙ МЕТОД 28
1.8 ДИСТАЛЬНАЯ КОРРИГИРУЮЩАЯ ОСТЕОТОМИЯ БЕДРА 29
1.9 ПЕРЕДНИЙ ГЕМИЭПИФИЗИОДЕЗ 31
ГЛАВА 2. ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 38
2.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ 38
2.2 ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ 45
2.3 ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ 49
2.3.1 Рентгенография нижних конечностей 49
2.3.2 Интраоперационная рентгеноскопия 51
2.4 КЛИНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ 51
2.4.1 Оценка ортопедического статуса 53
2.4.2 Оценка вовлечения различных групп мышц в формирование сгибательной установки в коленном суставе. 54
2.4.3 Шкала-опросник Gillette FAQ 57
2.5 ОПЕРАТИВНЫЕ МЕТОДИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ИССЛЕДОВАНИИ 60
2.5.1 Методика удлинения сухожилий сгибателей голени 60
2.5.2 Методика формирования дупликатуры собственной связки надколенника (низведение надколенника) 61
2.5.3 Методика проведения переднего гемиэпифизиодеза дистального эпифиза бедренной кости 62
2.6 СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА 65
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГРУППЕ СРАВНЕНИЯ 68
3.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАССИВНОГО И АКТИВНОГО РАЗГИБАНИЯ В КОЛЕННОМ СУСТАВЕ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 7-12 ЛЕТ. 68

3.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СПАСТИЧНОСТИ МЫШЦ-СГИБАТЕЛЕЙ ГОЛЕНИ У ПАЦИЕНТОВ СО СГИБАТЕЛЬНЫМИ КОНТРАКТУРАМИ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ НА ФОНЕ ДЦП НА РАСПОЛОЖЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКОЙ ОСИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ЛИНИИ СУСТАВА. 73

ГЛАВА 4. ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ С ДЦП МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПАЛАСТИКИ И МЕТОДОМ ПЕРЕДНЕГО ГЕМИЭПИФИЗИОДЕЗА 76

4.1 РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ СО СПАСТИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ДЦП МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПЛАСТИКИ 76

4.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ СО СПАСТИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ДЦП МЕТОДОМ ПЕРЕДНЕГО ГЕМИЭПИФИЗИОДЕЗА ДИСТАЛЬНОГО ЭПИФИЗА БЕДРЕННОЙ КОСТИ 81

4.3 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ АНГУЛОМЕТРИИ В ГРУППАХ ИССЛЕДОВАНИЯ 1, 2 И В ГРУППЕ СРАВНЕНИЯ 94

4.4 ДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ К ПЕРЕДВИЖЕНИЮ ДО И ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ В ГРУППАХ 1 И 2 98

ГЛАВА 5 106

ТАКТИКА ВЫБОРА ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ СО СПАСТИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ДЦП. 106

ГЛАВА 6. КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ 109

6.1 КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР №1 109

6.2 КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР №2 113

ГЛАВА 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ 116

ВЫВОДЫ 132

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 133

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 136

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

ДЦП – основная причина детской неврологической инвалидности в мире [30]. Контрактуры и деформации коленных суставов устойчиво занимают 2-3 место среди всех деформаций конечностей у больных ДЦП [18]. Сгибательная контрактура коленных суставов сопутствует в 47-53% случаев ДЦП [14] и является одной из основных причин инвалидности детей с этим заболеванием [40]. Установлена прямая зависимость между стадией развития органических мышечных контрактур и выраженностью миофасциального болевого синдрома [56]. Сгибательные контрактуры коленных суставов значительно повышают энергозатраты ходьбы [123], затрудняют удерживание равновесия в положении сидя, приводят к регрессу, торможению развития или полной утрате навыков вертикального передвижения [11]. Вертикализация при наличии сгибательных контрактур приводит к развитию дегенеративного артрита [95] или раннего гонартроза [49]. Ряд авторов сообщают о возможности стресс-перелома надколенника вследствие прогрессирования сгибательных контрактур коленных суставов [68, 145, 163]. Встречаются также компенсаторные или сопутствующие деформации, такие как сгибательная контрактура тазобедренного сустава, функциональный эквинус [83]. Сгибательные контрактуры коленных суставов у детей с ДЦП – это комплексная патология, которая включает в себя формирование hamstring-синдрома (спастичность внутренних мышц-сгибателей коленного сустава: m.semitendinosus, m.semimembranosus, m.gracilis); и тесно связана с формированием rectus-синдрома (высокое стояние надколенника и спастичность прямой мышцы бедра). Спастичность и укорочение определенных групп мышц в комплексе со сгибательными контрактурами коленных суставов и патологическими двигательными установками приводят к типовым нарушениям походки [61]. Hamstring-синдром наряду со сгибательной контрактурой коленных суставов приводит к наклону таза кзади, сглаживанию поясничного лордоза и компенсаторному кифозу грудопоясничного отдела [47, 48, 126]. Все это в комплексе с контрактурами тазобедренных суставов приводит к дисбалансу сагиттального профиля позвоночника [47]. Что касается пациентов, передвигающихся в инвалидных колясках, сгибательные контрактуры коленных суставов могут приводить к трудностям передвижения, одевания, мытья и бытового ухода [114]. Это также может приводить к появлению анталгической (вынужденной) позы, ранней инвалидизации и социальной дезадаптации детей [150].

В научной литературе не представлено достойной альтернативы хирургическим методам лечения сгибательных контрактур коленных суставов. В отличие от динамических

контрактур, консервативные методы лечения сформировавшихся стойких деформаций по мнению различных авторов при данной патологии в большинстве случаев неэффективны [5, 11, 52, 95]. Оперативное лечение подразумевает устранение деформаций и контрактур на многих уровнях с целью сохранения двигательных возможностей у детей с уровнем двигательной активности GMFCS I-III, а так же облегчения укладки, позиции «сидя», вертикализации пациента, ухода за ним, применения ортопедических изделий для детей с уровнем двигательной активности GMFCS IV-V [12].

Несмотря на достигнутый прогресс в хирургической помощи детям с ДЦП, лечение контрактур и деформаций нижних конечностей остается сложной и многогранной проблемой современной ортопедии [123]. Остаются характерными рецидивы контрактур (до 75% от всех оперированных сегментов) или формирование обратных деформаций (12,5 – 25% случаев) коленного сустава после сухожильно-мышечных пластик или транспозиций мышц [49]. Ряд авторов указывают на высокую частоту осложнений дистракционного метода [73, 166]. Дистальная разгибающая остеотомия бедра - это высокоинвазивная процедура, и частота осложнений достаточно высока [166]. Высокий риск осложнений хирургического лечения фиксированных контрактур и деформаций нижних конечностей у детей с ДЦП свидетельствуют о необходимости развития миниинвазивных методов лечения [18]. Несмотря на многолетний опыт применения различных оперативных методик управляемого роста, остается открытым вопрос выбора наиболее оптимальной из них. Поэтому сообщения об эффективности каждого метода и возможных его осложнениях, особенностях предоперационного планирования и послеоперационного ведения являются актуальными. Особенно редки работы с группой сравнения и достаточным количеством пациентов со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне ДЦП. Остается открытым и требует дальнейшего изучения вопрос об особенностях, влияющих на скорость коррекции деформации методом управляемого роста. В научной литературе не известны конкретные показания для удаления металлоконструкций и методика их определения. Также не описаны нормальные значения активного и пассивного разгибания в коленных суставах у детей по возрастам. В научной литературе встречаются данные о референсных значениях пассивного и активного разгибания в коленном суставе только у взрослых.

По литературным данным, результаты хирургического лечения контрактур суставов у детей с ДЦП достаточно часто омрачаются развитием рецидивов и вторичных деформаций. Поэтому остаются открытыми вопросы выбора тактики лечения больных с ДЦП. Нет четко разработанного алгоритма выбора оперативного лечения, этапности выполнения симультанных оперативных вмешательств у детей с ДЦП. Показания к оперативному

лечению сгибательных контрактур коленных суставов различаются у разных авторов или подробно не приводятся. Нет единой концепции, минимализирующей тактические ошибки. В связи с этим актуальна проблема объективизации и формализации показаний к хирургическому лечению двигательных нарушений при ДЦП. Исследования эффективности каждой оперативной методики для лечения ортопедической патологии ДЦП актуальны с учетом их многообразия и сложности выбора для лечения каждого конкретного пациента.

Ввиду того, что распространенность контрактур коленных суставов у детей с ДЦП занимает III место в структуре ортопедической патологии нижних конечностей, тема ортопедо-хирургического лечения данной патологии наименее освещена в научной периодической печати.

Степень разработанности темы исследования

Описания различных сухожильно-мышечных пластик для хирургического лечения сгибательных контрактур коленных суставов на фоне ДЦП публикуются с 1924 года (N. Silverskiold, 1924) [41, 57]. Характерными остаются рецидивы контрактур и формирование обратных деформаций коленного сустава [49]. Дистракционный метод, применяемый с 1970 г, сопряжен с высокой частотой осложнений [1, 73, 152, 166]. Применяющаяся с середины 1990х годов [75], дистальная разгибающая остеотомия бедра сопряжена с риском развития серьезных осложнений [2, 22, 62, 106, 137, 135, 158] и не рекомендуется для лечения растущих детей из-за высокого риска неправильного ремоделирования кости [44]. Kramer, Stevens (2001) опубликовали первые результаты лечения методом переднего стэплинга, основанного на блокировании передней части метаэпифиза бедренной кости [115]. Этот принцип вошел в основу дальнейших разработок. Klatt и Stevens (2008) впервые опубликовали результаты переднего гемиэпифизиодеза с помощью пластин с винтами [114]. Пластины Hinge Plate (Pega Medical) с петлевым механизмом выпускаются с 2009 года [26, 110], о применении их в лечении сгибательных контрактур у детей с ДЦП имеются единичные публикации [94]. Чрескожный передний эпифизиодез с использованием трансфизарных винтов (PETS) применяется с 2015 года [111]. На данный момент передний гемиэпифизиодез - единственная миниинвазивная альтернатива разгибающей остеотомии бедренной кости при наличии артрогенного компонента у детей с потенциалом роста. В публикациях различных авторов встречаются противоречивые мнения о факторах, влияющих на скорость коррекции и определяющих недостаточную коррекцию [141, 163]. Расходятся мнения авторов о том, каких целевых значений разгибания в коленном суставе стоит добиваться при выполнении переднего гемиэпифизиодеза [5, 114, 156, 166]. Противоречивы мнения о максимальном возрасте пациента на момент начала лечения [119,

141, 156]. Дискутабельна последовательность применения комбинированного оперативного лечения [44]. Большинство исследований опубликовано зарубежными коллегами [114, 119, 128, 141, 152, 156, 163, 166]. Российские публикации, освещающие тему гемиэпифизиодеза, редки [27, 28]. Работы с группой сравнения – единичные [119, 163].

Таким образом, несмотря на достигнутый прогресс в ортопедическом лечении контрактур и деформаций, развивающихся на фоне ДЦП, множество вопросов требует решений. Исследования эффективности каждой оперативной методики для лечения ортопедической патологии ДЦП актуальны с учетом их многообразия и сложности выбора для лечения каждого конкретного пациента.

Цель исследования

Усовершенствовать тактику оперативного лечения детей со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне детского церебрального паралича

Задачи исследования

1. Определить целевые значения пассивного и активного разгибания в коленном суставе при оперативном лечении сгибательных контрактур коленных суставов у детей в возрасте 7-12 лет.
2. Разработать малотравматичный способ хирургической коррекции сгибательной контрактуры коленного сустава у детей со спастическими формами ДЦП.
3. Определить общую скорость коррекции деформации методом переднего гемиэпифизиодеза.
4. Проанализировать взаимосвязь между дефицитом разгибания до операции и результатом коррекции методом сухожильно-мышечной пластики и методом переднего гемиэпифизиодеза.
5. Провести сравнительный анализ двигательной активности пациентов после коррекции деформации методом переднего гемиэпифизиодеза в сравнении с методом сухожильно-мышечной пластики.

Научная новизна:

1) Впервые определены целевые значения пассивного разгибания в коленном суставе по данным гониометрии и рентгенографии, целевые значения активного разгибания по данным гониометрии при оперативном лечении сгибательных контрактур коленных суставов у детей в возрасте 7-12 лет.

2) Впервые определено влияние спастичности мышц-сгибателей голени у пациентов со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне ДЦП на расположение анатомической оси бедренной кости по отношению к линии сустава.
3) Разработан и внедрен в клиническую практику способ хирургической коррекции сгибательных контрактур коленных суставов, который позволяет максимально приблизить значения пассивного разгибания в коленном суставе к целевым параметрам, и значимо повысить функциональные способности ребенка к передвижению.
4) Впервые определена не только скорость общей коррекции деформации методом переднего гемиэпифизиодеза, но и скорость коррекции за счет мягкотканного и костного компонента.
5) Впервые определено соотношение мягкотканного и костного компонента в коррекции деформации методом переднего гемиэпифизиодеза.
6) Впервые определены факторы, влияющие на скорость коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза, дифференцированно за счет костного и мягкотканного компонента коррекции.
7) Впервые определена взаимосвязь дефицита разгибания до операции и результата коррекции методом сухожильно-мышечной пластики и методом переднего гемиэпифизиодеза.
8) Впервые оценена эффективность коррекции деформации методом переднего гемиэпифизиодеза в сравнении с коррекцией методом сухожильно-мышечной пластики.

Теоретическая и практическая значимость

1) Выявлены целевые значения пассивного разгибания в коленном суставе по данным гониометрии и рентгенографии у детей в возрасте 7-12 лет для коррекции сгибательных контрактур коленных суставов методом переднего гемиэпифизиодеза у детей с ДЦП. (Патент РФ на изобретение №2746974 от 22.04.2021 Жердев К.В., Волкова М.О., Челпаченко О.Б., Зубков П.А., Никитенко И.Е. «Способ определения достижения коррекции сгибательной контрактуры в коленном суставе у детей со спастическими формами ДЦП при выполнении гемиэпифизиодеза у детей 7-12 лет»)
2) Установлено, что расположение анатомической оси бедренной кости по отношению к линии сустава у детей не меняется под влиянием спастичности мышц и, следовательно, спастичность мышц у пациентов с ДЦП не влияет на темпы изменения оси бедренной кости методом переднего гемиэпифизиодеза.

3) Разработанный и внедренный в клиническую практику способ хирургической коррекции сгибательных контрактур коленных суставов (Патент РФ на изобретение №2698218 «Способ коррекции сгибательных контрактур коленных суставов у детей со спастическими формами ДЦП») позволил максимально приблизить значения пассивного разгибания в коленном суставе к целевым параметрам и значимо повысить функциональные способности ребенка к передвижению.
4) Выявленная скорость общей коррекции сгибательных контрактур коленных суставов на фоне ДЦП методом переднего гемиэпифизиодеза, скорость коррекции за счет мягкотканного и костного компонента позволили определить критерии выбора оперативного лечения в зависимости от дефицита разгибания до операции и укорочения мышц, вовлеченных в формирование контрактуры.
5) Установлено, что средняя доля коррекции за счет костного компонента составила 72% (±28%), средняя доля коррекции за счет мягкотканного компонента составила 27% (±20%).
6) Установлено, что в отличие от метода сухожильно-мышечной пластики, результат коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза не зависит от объема деформации до операции.
7) Установлено, что метод переднего гемиэпифизиодеза для коррекции сгибательных контрактур коленных суставов позволяет получить значимо больший объем коррекции, достоверно больше приблизить результат к целевым параметрам по сравнению с методом сухожильно-мышечной пластики не зависимо от дефицита разгибания до операции.

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); внедрены в клиническую практику III отделения костно-суставного туберкулеза и травматологии-ортопедии ФГБУ «Детский туберкулезный санаторий «Кирицы» Минздрава России; внедрены в практическую работу отделения травматологии ГБУЗ «ДГКБ им. З.А. Башляевой ДЗМ»; включены в педагогический процесс кафедры детской хирургии и урологии-андрологии им. профессора Л.П. Александрова ФГАОУ ВО Первого МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Методология и методы исследования

При выполнении работы был осуществлен тщательных анализ современных научных литературных данных по вопросу оперативного лечения сгибательных контрактур коленных суставов у детей с ДЦП. В одноцентровом двунаправленном (ретро– и проспективном) исследовании были оценены данные 60 детей со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне ДЦП и проведено сравнение результатов лечения с данными обследования группы сравнения, включавшей 40 человек. Объем движений в коленном суставе до и после операции определялся гониометрией с использованием транспортира-гониометра и рассчитывался по рентгенограммам в боковой проекции. Оценка функциональных способностей к движению до и после оперативного лечения проводилась по шкале Gillette Functional Assessment Questionnaire (Gillette FAQ) Рассчитанный по формуле Лера для средних величин объем выборки достаточен для проведения исследования. 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. Для сравнения частоты признака между двумя разными группами пациентов применялся точный критерий Фишера.

Положения, выносимые на защиту

1) Расположение анатомической оси бедренной кости по отношению к линии сустава у детей не меняется под влиянием спастичности мышц, и, следовательно, спастичность мышц не влияет на скорость изменения оси бедренной кости методом переднего гемиэпифизиодеза.
2) Показания к оперативному лечению сгибательных контрактур коленных суставов у детей на фоне спастических форм ДЦП включают следующие критерии: ограничение пассивного разгибания голени любого объема при наличии жалоб на быструю утомляемость при вертикализации и ходьбе; наличие вторичной ортопедической патологии; неэффективность консервативных методов лечения, включая ботулинотерапию, в течение шести месяцев.
3) Успешность выполнения переднего гемиэпифизиодеза определяется наличием открытых зон роста, темпами роста пациента, соблюдением ортопедического режима пациентом, правильным расположением металлоимплантов, регулярностью контроля врачом их расположения по данным рентгенографии.
4) Успешность коррекции сгибательных контрактур коленных суставов на фоне ДЦП методом сухожильно-мышечной пластики определяется наличием артрогенной

контрактуры, степенью укорочения сухожилий и дефицитом разгибания голени, соблюдением ортопедического режима пациентом.

Степень достоверности результатов

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается репрезентативной выборкой пациентов, объем которой достаточен для проведения исследования согласно формуле Лера для средних величин. 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. Проведено сравнение полученных результатов с данными зарубежных авторов.

Апробация работы

Основные результаты работы доложены и обсуждены на XII научно-практической конференции «Специализированная медицинская помощь детям: актуальные вопросы педиатрии, детской хирургии и психоневрологии». Москва, 14-15 мая 2019 г.; «Первом Всероссийком педиатрическом форуме студентов и молодых ученых с международным участием». Москва, 15-17 мая 2019 г.; Евразийском ортопедическом форуме. Москва, 28-29 июня 2019г.; Научно-практической конференции студентов и молодых ученых "Студеникинские чтения". ФГАУ "НМИЦ здоровья детей" Минздрава России. 2 декабря 2019 года.; VII Всероссийской научно-практической конференции Приоровские чтения 2019 и конференции молодых ученых 12-13 декабря 2019г., ЦИТО; XXI конгрессе педиатров России с международным участием «Актуальные проблемы педиатрии». Москва, 15–17 февраля 2019 г.; XXVI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» 8-12 апреля 2019 г.; Евразийском ортопедическом форуме. Технопарк-Сколково, 24-26 июня 2021г.

Публикации

По теме диссертации всего опубликовано 10 научных работ. Из них 4 статьи опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикаций основных научных результатов диссертационных исследований, 1 статья опубликована в журнале, индексируемом в Scopus. По материалам диссертации получен Патент РФ на изобретение №2698218 «Способ коррекции сгибательных контрактур коленных суставов у детей со спастическими формами ДЦП». По результатам диссертации получен Патент РФ на

изобретение №2746974 от 22.04.2021 «Способ определения достижения коррекции сгибательной контрактуры в коленном суставе у детей со спастическими формами ДЦП при выполнении гемиэпифизиодеза у детей 7-12 лет».

Личный вклад автора

Автор принимала непосредственное участие в исследовательской работе, как на этапе постановки цели и задач, разработки методических подходов и их выполнения, ведения пациентов в стационаре, проведения оперативных вмешательств как в роли ассистента, так и в роли оперирующего хирурга, также и при обработке медицинской документации, формировании базы данных, проведении исследований, статистической обработке, анализе и обобщении полученных результатов, 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 146 страниц машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием материалов и методов исследования, четырех глав собственных наблюдений, двух клинических примеров, заключения, выводов и практических рекомендаций. Работа иллюстрирована 22 таблицами и 39 рисунками. Список использованной литературы включает 167 источников: 58 отечественных и 109 зарубежных. Из них 50 опубликованы в течение 5-ти лет до написания диссертации.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ[1]

1.1 ВВЕДЕНИЕ

ДЦП – одна из самых частых причин детской неврологической инвалидности. Этот термин объединяет группу стабильных нарушений развития моторики и поддержания позы, которые приводят к ограничению функциональной активности и двигательным нарушениям, обусловленным непрогрессирующим повреждением и/или аномалией развивающегося головного мозга у плода или новорожденного ребенка. При ДЦП двигательная патология часто сочетается с нарушениями чувствительности и перцепции, когнитивными и коммуникативными дисфункциями, нарушениями речи и развития ребенка, симптоматической эпилепсией [30, 65]. Распространенность ДЦП в детской популяции в мире варьирует от 2 до 5 (в среднем 2,5) случаев на 1000 родов. В России распространенность зарегистрированных случаев ДЦП составляет 2,2–3,3 случая на 1000. По данным Федеральной службы государственной статистики РФ в 2018 году зарегистрировано всего 900 случаев ДЦП у детей первого года жизни. Заболеваемость ДЦП детей в возрасте 0–14 лет в 2018 году составила 7,2 тыс., что составляет 27,8 случаев на 100 тыс. детей. Впервые диагноз ДЦП установлен у 800 детей в возрасте 15-17 лет в 2018 году, что составило 18,1 случаев на 100 тыс. детей [21]. Многие связывают возрастающую распространенность ДЦП с широкими возможностями выхаживания недоношенных и новорожденных детей с низкой массой тела. Распространенность ДЦП среди мальчиков выше в 1,33 раза по сравнению с распространенностью среди девочек [107]. На долю спастических форм ДЦП приходится до 80% [18, 159]. Для достижения единообразия во взглядах на оценку двигательных возможностей пациентов с ДЦП были разработаны различные шкалы [87]. Функциональная классификация GMFCS (Gross Motor Function Classification System) является общепринятым мировым стандартом оценки функциональных возможностей ребенка с ДЦП, его потребности во вспомогательном реабилитационном оборудовании и средствах для

---

1. [1] При написании настоящего раздела использованы фрагменты собственного текста, впервые опубликованные ранее в работах: Жердев К.В., Пак Л. А., Волкова М. О., Зубков П. А., Челпаченко О. Б. Актуальные направления оптимизации хирургического лечения опорно-двигательных нарушений при спастических формах детского церебрального паралича. Российский педиатрический журнал. 2018; 21(3): 175-181. Волкова М.О., Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Яцык С.П. Анализ эффективности сухожильно-мышечной пластики коленного сустава у пациентов со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне спастических форм детского церебрального паралича. Детская хирургия. 2020; 24(4): 272-277.

передвижения. Это описательная система, учитывающая степень развития моторики и ограничения движений в повседневной жизни для разных возрастных групп пациентов с ДЦП. Согласно шкале GMFCS, выделяют 5 уровней развития больших моторных функций: уровень I – ходьба без ограничений; уровень II – ходьба с ограничениями; уровень III – ходьба с использованием ручных приспособлений для передвижения; уровень IV – самостоятельное передвижение ограничено, могут использоваться моторизированные средства передвижения; уровень V – полная зависимость ребенка от окружающих, перевозка в коляске / инвалидном кресле. Существуют подробные описания навыков, свойственных для каждого из уровней в каждой возрастной группе, а также перечень принципиальных различий между соседними уровнями [30]. Преимуществом данной классификации является ее относительная стабильность. Возможность перехода в другой функциональный класс минимальна даже после успешного выполнения оперативного лечения [17, 146]. Определение класса GMFCS позволяет персонализированно расставить приоритеты ортопедической хирургии для конкретного пациента, которые могут быть смещены в сторону: улучшения ходьбы и функции – у пациентов с GMFCS I- III; коррекции позы, профилактики и лечения контрактур – у пациентов с GMFCS III- V; уменьшения выраженности болевого синдрома и/или дискомфорта, а также облегчения ухода за пациентом, применения ортопедических изделий, сохранения принудительной позы (сидя) – у пациентов с GMFCS V. Знание класса по GMFCS помогает ориентировать представителей пациента на реально достижимые результаты терапии, что является залогом продуктивного взаимодействия и позитивного восприятия эффекта, достигнутого в результате лечения [17, 150, 166].

1.2 ПАТОГЕНЕЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР

Даже с учетом активных мер профилактики, формирование патологических установок, множественных контрактур и деформаций суставов и костей в период роста и развития ребёнка, ухудшение двигательных возможностей считаются неизбежными и прогрессирующими как часть естественного течения ДЦП [11, 113, 159, 166]. Механизм формирования сгибательных контрактур коленных суставов у детей с ДЦП имеет мультифакторный характер [14]. Одним из наиболее ярких проявлений ДЦП, играющим ведущую роль в формировании двигательных расстройств более чем у 85% пациентов, является спастичность [31]. Доказана прямая зависимость между степенью изменения мышечного тонуса и степенью контрактур коленных суставов у пациентов с ДЦП [14]. Под влиянием спастичности рост мышечной ткани отстает от роста костной ткани, что вызывает

динамическое напряжение у детей с ДЦП и ограничение движений [11, 160]. Наиболее быстрое формирование контрактур и нарастание их тяжести характерно для возрастного периода интенсивного роста пациентов от 7 до 12 лет [14]. Наличие аномально коротких саркомеров и мышечных волокон у детей с ДЦП подтверждено исследованиями с проведением биопсии [93, 161]. Явления структурной перестройки мышечной ткани являются универсальным процессом, происходящим в спастичных мышцах. Они обусловлены трофическими нарушениями мышечной ткани за счет уменьшения микроциркуляции в результате постоянного тонического напряжения [32]. Дистрофические процессы в скелетной мускулатуре приводят к формированию фиброза мышечной ткани [11, 32, 55, 56, 113]. Для мышечной ткани пациентов с ДЦП характерны конституционально обусловленная предрасположенность к микротравматизации мышц при сдавлении, растяжении, физической нагрузке; особая реактивность тканей, их повышенная способность к выделению биологически активных веществ; склонность к развитию соединительной ткани; низкая способность к повышению кислородного обмена при физической нагрузке; нарушения обмена коллагена и серотонина [55]. Установлено, что дистрофические изменения тяжелой степени в мышечной ткани могут сформироваться уже во внутриутробном периоде при осложненном течении беременности. В таких случаях врожденное нарушение структуры скелетных мышц предрасполагает к более раннему и тяжелому нарушению их функции, низкой эффективности восстановительного лечения [56].

У детей с ДЦП сохраняются рефлексы и движения, утрачиваемые при физиологическом развитии ребенка, повышен тонус мышц-сгибателей, характерный для новорожденных. Фиброз обуславливает слабость мышц-антагонистов [11, 113]. Являясь «балансиром» между двумя смежными суставами, коленный сустав очень уязвим для формирования, прежде всего, сгибательных контрактур. Этому способствует любой мышечный дисбаланс в голеностопном и тазобедренном суставах, а также недостаточность активного разгибания бедра и голени [14, 49]. Установлено, что в возрастном периоде до 6 лет основное влияние на формирование контрактур у большинства больных оказывают компенсаторные установки в коленных суставах в ответ на сгибательно-приводящие контрактуры бедер. В дальнейшем основным фактором становится преобладание силы действия мышц сгибателей голени [14, 166]. Доказана высокая зависимость сгибательной контрактуры коленного сустава от повышения тонуса мышц сгибателей голени [49]. Преобладание силы действия мышц сгибателей голени обусловлено двусторонней их фиксацией по отношению к горизонтальной проекции суставной щели коленного сустава и наличием большего плеча силы. Среднее значение длины мышечной части и площади поперечного сечения мышц сгибателей голени больше аналогичных показателей

четырехглавой мышцы бедра на 6-7%, что является дополнительным фактором в формировании сгибательных контрактур коленных суставов [14]. Следующей причиной миогенных контрактур коленных суставов является длительное компенсирование эквинусной деформации при ходьбе за счет сгибания в коленном суставе. Это усугубляется значительной силой икроножной мышцы (участвующей в формировании эквинуса), также способствующей сгибанию коленного сустава [49]. Также формированию сгибательных контрактур коленных суставов способствует компенсация укорочения пораженной конечности у детей со спастической гемиплегией подгибанием здоровой ноги в коленном суставе. В результате длительного нахождения конечности в вынужденном положении формируется миогенная контрактура [7]. Косвенным фактором является сниженная комплаентность родителей пациентов. По данным Т.Т. Батышевой (2010), приверженность родителей к терапии составляет: до 1 года — 94 %, с 1 года до 3 лет — 82 %, с 3 до 7 лет — 69 %, с 7 до 18 лет — 54 %. То есть по мере взросления ребенка родители перестают выполнять рекомендации врача. Со временем это приводит к перерастанию синдрома патологической мышечной спастичности в тяжелые многокомпонентные контрактуры и деформации конечностей [11].

На начальном этапе контрактуры коленного сустава обнаруживаются выпадением дополнительных движений голени, к числу которых относится переразгибание голени. Референсных значений амплитуды движений в коленном суставе у детей не представлено. По данным различных источников, в норме объем переразгибания у взрослых составляет 5-12° [25, 140]. В норме амплитуда движений в коленном суставе по нейтральному 0-проходящему методу равна: разгибание/сгибание -5°/0/140° [34]. В формировании мышечных контрактур выделяют 2 стадии: функциональную (мышечно-дистоническую) и органическую (мышечно-дистрофическую). При пальпации мышц в состоянии физиологической или медикаментозной релаксации «функциональные» контрактуры исчезают, а «органические» сохраняются в виде болезненного при пальпации укороченного уплотненного тяжа в связи со структурными изменениями, наличие которых подтверждается данными клинического, морфологического, электромиографического и ультразвукового исследования мышц [55, 56]. Без лечения эти процессы приводят к фиксированным (артрогенным) контрактурам суставов, когда изменениям подвергается капсула сустава [86, 95, 160]. При этом по МРТ коленных суставов отмечается неравномерное сморщивание и утолщение задней капсулы сустава, наружно - боковой связки [54].

Классификация, предложенная Брытовым А. В. (2009), включает степени коленного сустава: легкая (до 15°), средней степени тяжести (15° - 30°), тяжелая (свыше 30°) [8]. L. Staheli (2008) и соавторы разделяли сгибательные контрактуры в коленных суставах по

степени тяжести на очень легкую (0–20°), легкую (20–40°), среднюю (40–60°), тяжелую (60–80°) и крайне тяжелую (более 80°) [38].

1.3 ЕСТЕССТВЕННОЕ ТЕЧЕНИЕ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ С ДЦП

Контрактуры и деформации коленных суставов устойчиво занимают 2-3 место среди всех деформаций конечностей у больных ДЦП [18]. Сгибательная контрактура коленных суставов сопутствует в 47-53% случаев ДЦП и является одной из основных причин инвалидности детей с этим заболеванием [14, 40].

Установлена прямая зависимость между стадией развития органических мышечных контрактур и выраженностью миофасциального болевого синдрома [56]. Сгибательные контрактуры коленных суставов значительно повышают энергозатраты ходьбы [123], затрудняют удерживание равновесия в положении сидя, приводят к регрессу, торможению развития или полной утрате навыков вертикального передвижения [11, 66, 86, 114, 115, 131, 132, 166]. Деформации, превышающие 10-15°, компрометируют кинематику походки. Возникают такие симптомы, как снижение выносливости из-за слабости четырехглавой мышцы, боли по передней поверхности коленного сустава [131, 166]. Вертикализация при наличии сгибательных контрактур приводит к развитию дегенеративного артрита [95] или раннего гонартроза [49]. Вследствие прогрессирования сгибательных контрактур коленных суставов возникает стресс-перелом надколенника [68, 131, 145, 163]. Патологическое действие спастичных мышц на большеберцовую кость образует деформацию ее проксимального метадиафиза. Основные компоненты деформации – наружная торсия большеберцовой кости на границе между метафизом и диафизом, а также изгиб кости в этой зоне, обращенный выпуклостью в латеральную сторону. Сочетание сгибательных контрактур коленных суставов и наружной торсии большеберцовой кости создает взаимоусиливающий эффект и способствует нарастанию двигательной недостаточности [14]. Встречаются компенсаторные или сопутствующие деформации, такие как сгибательная контрактура тазобедренного сустава, функциональный эквинус. Односторонняя сгибательная контрактура коленного сустава обусловливает функциональное укорочение нижней конечности, которое приводит к развитию вторичной ортопедической патологии, в том числе перекосу таза, способствующему формированию сколиоза [83]. Ряд авторов считают hamstring-синдром непосредственной причиной развития кифоза у пациентов с ДЦП, поскольку hamstring-синдром приводит к наклону таза кзади, сглаживанию поясничного лордоза и компенсаторному кифозу грудопоясничного отдела [47, 48, 126].

Установлена взаимосвязь между степенью выраженности сгибательной контрактуры коленного сустава и сглаженностью поясничного лордоза, усилением кифоза [48]. Все это в комплексе с контрактурами тазобедренных суставов приводит к дисбалансу сагиттального профиля позвоночника [47].

Что касается пациентов, передвигающихся в инвалидных колясках, сгибательные контрактуры коленных суставов могут приводить к трудностям передвижения, одевания, бытового ухода [114]. Это также может приводить к появлению анталгической (вынужденной) позы, ранней инвалидизации и социальной дезадаптации детей [150].

Сгибательные контрактуры коленных суставов у детей с ДЦП – это комплексная патология, которая включает в себя формирование hamstring-синдрома (спастичность внутренних мышц-сгибателей коленного сустава: m.semitendinosus, m.semimembranosus, m.gracilis); и тесно связана с формированием rectus-синдрома (высокое стояние надколенника и спастичность прямой мышцы бедра). Спастичность и укорочение определенных групп мышц в комплексе со сгибательными контрактурами коленных суставов и патологическими двигательными установками приводят к типовым нарушениям походки [61]. Ряд авторов указывают на то, что сгибательные контрактуры более 10-15° могут привести к развитию болезненной «crouch-походки» и ее прогрессированию [131, 153, 166]. В возникновении crouch-походки играет роль как уменьшение длины задней группы мышц и сухожилий бедра, так и их патологическое возбуждение, обусловленное спастичностью, которое замедляет растяжение мышц во время ходьбы [61]. Доказанными факторами формирования crouch-походки являются слабость разгибателей бедра [66], ротационные деформации голени [149]. Ходьба при наличии «crouch-походки» может приводить к нестабильности, перелому надколенника [96, 133], феморо-пателлярному артрозу, болевому синдрому [96].

1.4 КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Восстановительное лечение при ДЦП до настоящего времени может быть эффективно у детей первых месяцев и лет жизни. У детей старшего дошкольного, школьного возраста, а тем более у подростков оно малоэффективно [56]. За последние два десятилетия были опубликованы соглашения нескольких международных консенсусов по лечению пациентов с ДЦП [99, 101, 102, 121]. В соглашении последнего Европейского консенсуса по применению ботулинотерапии при ДЦП [101] выделены основные подходы к лечению ДЦП: функциональная терапия (лечебная физкультура, массаж, аппаратная кинезиотерапия и другие); консервативное ортопедическое лечение (ортезирование, гипсование и другие); оральные антиспастические препараты; ботулинотерапия;

интратекальная баклофенотерапия; ортопедическая хирургия, функциональная нейрохирургия [30]. Помимо классических способов лечения детей с ДЦП с 2004 года [16] исследуются нейропротективные вмешательства с использованием различных типов стволовых клеток в неонатальном периоде, которые снижают апоптотический клеточный каскад [104].

Для восстановления и развития физиологических движений у детей с ДЦП необходимо создать равнозначный тонус и силу мышц-антагонистов. Препарат ботулотоксина типа А (БТА) с 1981 года широко применяется для лечения пациентов с ДЦП. За это время накоплен большой практический и научный опыт, опубликованы соглашения нескольких международных консенсусов, определяющих основные принципы ботулинотерапии. Ботулинотерапия является эффективным средством лечения спастичности с уровнем доказательности А. Механизм действия препаратов БТА обусловлен развитием хемоденервации, когда на пресинаптическом уровне происходит нарушение высвобождения ацетилхолина. Локальное применение БТА может менять патологический двигательный стереотип в целом, поскольку меняются взаимодействия между мышцами-синергистами и антагонистами. Эффект длится от 4 до 6 месяцев [101]. Ботулинотерапия при ДЦП применяется с 2-летнего возраста. При лечении БТА максимальная возможность модификации заболевания отмечается на этапе формирования и закрепления патологического двигательного стереотипа, в возрасте 2–5 лет. Ботулинотерапия достоверно позволяет отсрочить начало хирургического лечения [11]. В более старшем школьном возрасте применение ботулинотерапии позволяет решать локальные двигательные проблемы, уменьшить боль вследствие спастичности, облегчить уход за пациентом, обеспечить удержание положения тела сидя или стоя. Побочные эффекты у данного препарата не отмечены [102]. Наличие артрогенной контрактуры или локальной скелетной деформации является противопоказанием к ботулинотерапии [30].

Такие консервативные методы как укладки, механотерапия, тепловые физиопроцедуры, коррекция в гипсовой повязке, ЛФК и массаж, ортезирование применяются для торможения патологической тонической активности, нормализации реципрокных взаимоотношений мышц-антагонистов, улучшения функциональной мышечной активности у больных младшего возраста до тех пор, пока эти методы сохраняют свою эффективность [3, 5, 41, 49]. Придание пораженной конечности правильной позы снижает возбудимость проприорецепторов мышц и сухожилий и уменьшает поток патологических импульсов от периферии к центру [32]. Длительная укладка конечности в таком положении, когда спастичные мышцы растянуты, уменьшает тоническую (динамическую и статическую) рефлекторную активность и способствует снижению

мышечного гипертонуса [6]. Брейсинг, или ортезирование, приносят непостоянные и краткосрочные результаты [95]. При фиксированных контрактурах и деформациях отезирование противопоказано. Применение аппаратов при сформировавшихся контрактурах болезненно из-за рефлекторного усиления мышечного напряжения [5]. При наложении циркулярной гипсовой повязки или ортезов после оперативного лечения сгибательной контрактуры коленных суставов в положении максимального разгибания в коленном суставе есть риск растяжения седалищного нерва [106]. Двусуставные аппараты, лонгеты или туторы стабилизируют голеностопный и коленный суставы, но несколько ограничивают свободные движения ног и затрудняют сохранение равновесия во время ходьбы [5]. Ряд авторов считают применение ортезов бессмысленным, поскольку ребенок практически не может полностью разогнуть ногу в тяжелом ортезе из-за слабости мышц-разгибателей голени и повышенного тонуса сгибателей [49].

Этапные гипсовые повязки показаны в случаях формирования фиксированных контрактур в суставах [5] и подходят для лечения небольшого дефицита разгибания [163]. По данным Бадалян Л.О. (1988), сохранность эластичности мышц и отсутствие выраженных дистрофических изменений в мягких тканях опорно-двигательного аппарата — обязательное условие для наложения этапных гипсовых повязок [5]. Кушнир Г.М. (2015) и соавторы отмечают выраженное снижение спастичности по данным электромиографии после проведения этапного гипсования. Авторы получили восстановление физиологических объемов движений в суставах нижних конечностей у пациентов при наличии структурно не измененной мышечной ткани и восстановление объема движений до 50% от физиологической нормы у группы больных с гистологически доказанным фиброзом мышечной ткани [32]. Исследование Westberry и соавторов (2006) продемонстрировало уменьшение контрактуры в среднем на 9,5° у 45 детей [118]. Этапное гипсование применяется и как дополнение к хирургическим методам лечения [28, 118]. Novacheck, T. F., Stout, J.L. (2009) предлагают проводят предварительное этапное гипсование пациентам со сгибательными контрактурами более 30° перед операцией корригирующей остеотомии бедра [131]. При ограничении разгибания голени 20-30° Умнов В.В. и соавторы (2016) дополняют удлинение сгибателей голени коррекцией в гипсовой повязке [49]. Впоследствии после лечения легких контрактур гипсованием могут возникать контрактуры задней капсулы сустава и рецидивы [163]. В нескольких источниках указывается срок рецидивирования патологических установок в суставах конечностей после проведенного этапного гипсования до 1 года [5, 11, 32]. Среди осложнений отмечены случаи формирования фликтен и пролежней в результате сдавления мягких тканей гипсовой повязкой [4, 133]. В исследовании J. Long (2019) временная нейропраксия малоберцового нерва, проявлявшаяся

слабостью тыльного сгибания и снижением чувствительности подошвы стопы, возникла у одного из 19-ти пациентов, которым проводилось удлинение сгибателей голени в сочетании с этапным гипсованием [118].

1.5 ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

С.В. Власенко (2012) пишет о том, что в среднем у 43% детей, которым проводились регулярные курсы консервативного лечения, к 5-6 годам отмечались фиксированные контрактуры и деформации, требующие хирургического вмешательства [10, 11]. По данным Умханова Х.А. (2015), из 116 пациентов с ДЦП 44% были резистентны к консервативному лечению и требовали оперативного лечения [52]. В научной литературе не представлено достойной альтернативы хирургическим методам лечения сгибательных контрактур коленных суставов [77]. В отличие от динамических контрактур, консервативные методы лечения сформировавшихся стойких деформаций по мнению различных авторов при данной патологии в большинстве случаев неэффективны [5, 10, 11, 32, 52, 95].

Всё большее развитие и распространение получают нейрохирургические методы, которые используются как изолированно, так и в сочетании с ортопедохирургическими методами [45]. Они позволяют облегчить уход за больным и создать условия для ортезирования [139, 165]. Использование методов функциональной нейрохирургии целесообразно в период от нарушения мышечного тонуса до формирования вторичных деформаций скелета [70, 139]. Функциональные нейрохирургические операции представлены двумя основными группами: деструктивные и нейромодулирующие операции. К деструктивным операциям относятся дорсальная селективная ризотомия (ДСР) и селективная деструкция глубинных структур головного мозга. Из них, наиболее распространенная - ДСР, суть которой заключается в пересечении фасцикул дорсальных корешков [15]. Опубликованный Умновым В.В. (2013) анализ результатов поясничной ДСР показал уменьшение сгибательной контрактуры коленного сустава до 10° среди больных младшей возрастной группы в 96% случаев, в старшей возрастной группе - в 71% случаев [49]. Из преимуществ данного метода отмечают одномоментное селективное снятие патологического мышечного тонуса, необратимый эффект, снижение потребности в фармакотерапии и ортопедической хирургии. К недостаткам относят необратимый эффект, ограниченный оптимальный возраст – от 2 до 5 лет, частые расстройства чувствительности, в том числе со стороны тазовых органов, ликворею, эпидуриты, нейропатический болевой синдром, вялые парезы, постламинэктомические деформации позвоночника [139], спинальный менингит, менингоэнцефалит, нестабильность позвоночника, выраженную

мышечную слабость при избыточном рассечении корешков, обратные деформации [45]. Описано развитие кифоза после ламинэктомии при выполнении ДСР [48]. Умнов В.В. и соавторы (2013), напротив, указывают на то, что количество послеоперационных осложнений в результате ДСР незначительное, и они носят преимущественно временный характер [50].

Из нейромодулирующих хирургических операций самой популярной является имплантация баклофеновой помпы. Баклофен подавляет патологическую активность двигательных нейронов спинного мозга. Интратекальная баклофенотерапия позволяет обратимо снизить дозировку антиспастического препарата, нивелировать его побочные эффекты, снизить болевой синдром. Из недостатков стоит отметить необходимость регулярно заполнять помпу, зависимость эффекта от длительности применения помпы; высокая стоимость помпы и препарата, риск миграции катетера, нахождение инородного тела в позвоночном канале, общехирургические осложнения, влияние на помпу окружающих физических факторов [165]. Остальные функциональные нейрохирургические операции, такие как тотальная ризотомия, миелотомия, хроническая эпидуральная электростимуляция, считаются устаревшими и применяются редко [85].

В настоящее время концепция оперативного ортопедического лечения детей с ДЦП подразумевает выполнение многоуровневых вмешательств (SEMLS – single-event multilevel orthopaedic surgery). SEMLS подразумевают две и более хирургических процедуры на сухожильно-мышечном аппарате и/или костях двух и более анатомических областей во время одного оперативного вмешательства/одной госпитализации с перерывом в 3-6 недель, сопровождающейся одним реабилитационным периодом [4, 134].

Расходятся мнения относительно оптимального возраста для начала оперативного лечения [5, 160]. Существует мнение о том, что многоуровневые оперативные вмешательства, оказывающие влияние на походку, проводимые в раннем возрасте, связаны с повышенным риском неудачи и рецидива и имеют менее предсказуемый результат [45, 72, 91, 160], приводят к формированию грубых деформаций в результате выраженной рефлекторной тонической активности [5]. Противники этой теории объясняют неблагоприятные отдаленные результаты оперативных вмешательств у детей младшего возраста их изначально более тяжелым течением болезни [160]. Ряд авторов считают начало оперативного лечения детерминированным, в первую очередь, развитием ортопедических осложнений и отсутствием эффекта от консервативного лечения [3, 4, 5, 160].

Сложность лечения ортопедической патологии коленного сустава у больных ДЦП заключается в том, что возникновение деформаций обусловлено спастичностью мышечного

аппарата, которая остается у больного и после операции. Некорригированными остаются также и патологические позно-тонические реакции, провоцирующие сгибательный образец походки и положения коленного сустава [18, 49]. В научной литературе нет чётких критериев выбора ортопедических методов лечения [54]. Популярен подход, согласно которому первоочередное устранение ведущей деформации обуславливает снижение компенсаторных биомеханических изменений в других суставах [5, 54]. Существует также мнение о том, что применение оперативных методов коррекции «сверху вниз» дает значительно лучшие результаты, чем коррекция только в области одного сустава или «снизу вверх» (Х.А. Умханов, 1985) [5]. Zaid, Bjarne, Niels (2012) считают показанием к оперативному лечению наличие дефицита разгибания более 10° как у пациентов, способных к вертикализации, так и у пациентов, передвигающихся в инвалидном кресле. Сгибательные контрактуры до 10° авторы считают допустимыми без хирургического лечения [166]. По мнению Андреева А.В. (2016), сгибательные контрактуры коленного сустава подлежат устранению при разгибании голени не более 120° при положении бедра в сгибании 90° [3].

1.6 МЯГКОТКАННЫЕ ОПЕРАЦИИ

Возможности коррекции сгибательной контрактуры почти любой степени тяжести с помощью операций на мягких тканях довольно велики, и их использование существенно улучшает двигательные возможности пациентов [49]. Удлинение сгибателей голени с целью устранения сгибательной контрактуры коленного сустава у больных ДЦП при наличии hamstring-синдрома является базовой операцией. Она заключается в Z-образном удлинении дистальных сухожилий полусухожильной, полуперепончатой, тонкой мышц и при необходимости длинной головки двуглавой мышцы бедра из дополнительного разреза [49, 61, 86, 147]. Чаще удлинению подвергается только медиальная группа сгибателей голени. Dhawlikar S.H. (1992) считает показаниями для апоневротомии латеральной группы сгибателей измеряемый интраоперационно угол пассивного подъема прямой ноги менее 70°, а также положительный хамстринг-тест после удлинения медиальной группы сгибателей [86]. Андреев А.В. (2016) пишет о том, что двуглавая мышца бедра может быть безопасно удлинена только у пациентов старше 6–8 лет с формирующейся артрогенной контрактурой [3]. В исследовании Kay, Robert M. (2002) и соавторов статистически значимых различий по статическим и кинематическим показателям в группах изолированного и комбинированного удлинения медиальной и латеральной группы сгибателей выявлено не было [112]. Фищенко П.Я. (2002) и соавторы считают удлинение медиальной группы сгибателей голени методом выбора у детей младшей возрастной группы [53]. В публикациях демонстрируется эффективность удлинения сгибателей голени по таким параметрам как улучшение

разгибания и пассивного объема движений, улучшение параметров шага по данным компьютерного анализа походки [142]. Умнов В.В. (2013) пишет о том, что применяемая в самостоятельном варианте операция удлинения сгибателей голени позволяет устранить контрактуру в пределах 175° [49]. Данная операция не позволяет добиться полного разгибания при лечении фиксированной контрактуры, так как лечение направлено только на сухожильно-мышечный, а не на артрогенный компонент деформации [5, 100, 133, 166]. В исследовании Dhawlikar (1992) рецидивы потребовали повторного оперативного лечения в 17% случаев в среднем за 6 лет наблюдения. Легкая рекурвация была отмечена у 10-ти пациентов как осложнение [86]. Atar D. и соавторы (1993) сообщают о частоте рецидивов 12,5% за период наблюдения 2,5 года [118]. В исследовании Rethlefsen (2013) были изучены результаты повторного удлинения сгибателей голени. Авторы пришли к выводу, что в случае рецидива после удлинения сгибателей голени предпочтительно проводить другие оперативные вмешательства, нежели повторное удлинение сгибателей голени [142]. Тракционный неврит (нейропраксия) седалищного нерва и его ветвей может возникнуть при максимальном разгибании в коленном суставе во время операции [4, 45]. Также отмечают послеоперационный гиперлордоз, увеличение наклона таза в сагиттальной плоскости (pelvic tilt) после любой процедуры, связанной с удлинением сгибателей голени, [80, 118]. Повышенный наклон таза кпереди может привести к дальнейшему нарушению баланса походки и развитию контрактур тазобедренного сустава [118]. Наблюдаются случаи походки stiff knee (уменьшения сгибания голени в фазу переноса опоры шага) после изолированного удлинения сгибателей голени [19, 134]. Это обусловлено достаточным тонусом прямой мышцы бедра до оперативного вмешательства [27]. Ряд авторов отмечают ослабление мышц-сгибателей голени после операции удлинения [133]. Ослабление мышц-антагонистов вызывает гиперфункцию разгибательного аппарата голени. В таких ситуациях удлинение сгибателей голени рекомендуют проводить в сочетании с переносом прямой мышцы бедра на сгибатели голени – на полусухожильную мышцу медиально, либо на межмышечную перегородку латерально [134], либо с релизом прямой мышцы бедра [86]. В исследовании Dhawlikar S.H. (1992) дополнительные оперативные вмешательства для устранения походки stiff knee после удлинения сгибателей голени потребовались 22 из 45 пациентов, имевших возможность ходить. У данных пациентов был положительный «Ely-тест» (или «rectus-тест»), указывающий на напряжение и укорочение прямой мышцы бедра [86]. Удлинение сгибателей голени применяется как для восстановления объема пассивного разгибания в случаях сгибательных контрактур [53], так и для лечения «crouch-походки» [61, 86, 142]. Операция ослабляет спастическую реакцию мышцы на растяжение, тем самым позволяет мышцам быстрее растягиваться в определенные фазы шага [61]. В случаях, когда прямая

мышца бедра перерастянута и ослаблена, после выполнения изолированного удлинения сгибателей голени встречается усиление «crouch-походки» (усиление сгибания в коленном суставе в фазу опоры) [4, 100, 147].

Операция Эггерса (Eggers, G.W.N., 1952) заключается в отсечении дистальных сухожилий двуглавой мышцы бедра, полусухожильной и полуперепончатой мышц и фиксации их свободных концов на внутренний и наружный мыщелки бедренной кости. Операция упрощает координирование активности мышц за счет превращения двусуставных мышц в односуставные [49, 86, 89]. При этом ограничивается сгибание колена и возможность самостоятельно приседать [8, 45]. При наличии внутренней ротации бедра и голени эти сухожилия перемещают на заднюю поверхность внутреннего мыщелка бедра, а при выраженной ротации - на задненаружную поверхность наружного мыщелка бедра (деротационная миопластика) (G. Eggers, E. Evans, 1963) [18, 90]. Тонкую мышцу отсекают у проксимальной точки ее прикрепления. Общим недостатком этих методов является возможность нарушения стабильности коленного сустава [45]. И.А. Мовшович (Мовшович И.А., 1983) модифицировал заключительный этап операции Эггерса, фиксируя пересаживаемые мышцы к мыщелкам бедра с помощью лавсановой ленты [35, 36, 45]. C. Pollok (1962) видоизменил операцию Эггерса, пересаживая на внутренний мыщелок бедра сухожилия только полуперепончатой, полусухожильной и тонкой мышц, дополняя её удлинением двуглавой мышцы бедра при тяжёлых сгибательных контрактурах [45, 138]. При контрагировании всех сгибателей голени, особенно если имеется слабость икроножной мышцы, и при удовлетворительной функции ягодичных мышц, может быть выполнена пересадка комплекса мышц сгибателей голени с седалищного бугра на бедро [45]. Все эти способы позволяют увеличить амплитуду движений в коленном суставе, но их нельзя считать физиологичными в связи с риском развития нестабильности и гипермобильности тазобедренного и коленного суставов, рекурвации коленного сустава. Их применение не обеспечивает устранения или уменьшения приведения коленных суставов и внутреннего вращения голеней [4, 45, 46].

Операция по Журавлеву (А.М. Журавлев, 1986) выполняется при слабости икроножной мышцы и заключается во вживлении отсеченных сухожилий задних двусуставных мышц бедра в икроножную мышцу [5, 20]. При проведении этой операции существенно меняется геометрия скелетно-мышечной системы и образуется “трехсуставный” мышечный тракт. Происходит подтягивание слабой мышцы голени за счет перенапряженной задней мышцы бедра [8]. Фищенко П.Я. (2002) и соавторы применяют перемещение сухожилий медиальной группы сгибателей голени на икроножную мышцу по

А.М. Журавлеву у детей младшего возраста. Данная операция имеет существенные преимущества перед удлинением сгибателей голени или операцией Эггерса, практически исключает избыточную рекурвацию или ходьбу с прямыми ногами вследствие формирования слабости сгибателей голени. Восстановление силы и объема активных движений в коленных суставах, как правило, происходит через 1.5 года от момента операции [53]. Недостатками этой операции являются невозможность одновременно с устранением сгибательной контрактуры коленного сустава корригировать и сопутствующие приведение коленного сустава, и внутреннее вращение голени. Кроме этого, контрагированная двуглавая мышца препятствует полному устранению сгибательной контрактуры коленного сустава и достижению оптимального послеоперационного результата, увеличивая риск рецидива. Устранение этих недостатков требует дополнительных операций [45].

В.Б. Ульзибатом (Патент РФ RU 2124864 C1, 1999) разработан метод фибротомии в условиях стационара одного дня без наложения гипсовых повязок [45]. Технология основана на поэтапном подкожном пересечении фиброзно-измененных мышечных волокон в зоне их прикрепления к кости с помощью специального скальпеля [55]. Преимуществами технологии являются миниинвазивность; отсутствие гипсовой иммобилизации, короткий восстановительный период и ранняя активизация пациента; возможность работы в амбулаторных условиях. Лечение проводится не ранее 6 месяцев после сеанса ботулинотерапии. Такой метод лечения применим до возникновения стойких деформаций и не подходит для лечения фиксированных контрактур коленных суставов. Оптимальный возраст начала лечения – от 3 до 5 лет [56]. Анализ отдаленных результатов лечения 146 пациентов с ДЦП с периодом наблюдения от 1 до 5 лет, показал увеличение объема движений, уменьшение болевого синдрома и гиперкинезов, появление новых и совершенствование имевшихся ранее навыков в 95% случаев. Однако отсутствует статистика по прооперированным группам мышц, степени поражения сегментов конечностей и не приведены осложнения [39]. За рубежом в свою очередь успешно проводят удлинение сгибателей голени перкутанно [97, 129]. В проспективном рандомизированном контролируемом исследовании была изучена эффективность и безопасность перкутанного удлинения сухожилий медиальной группы сгибателей голени у 18 пациентов (прооперирован 31 коленный сустав). Было выявлено, что при выполнении операции хирург повреждает мышечные волокна в более половины случаев, поэтому авторами было рекомендовано выполнение открытых операций [124].

Контрактуры тяжелой степени требуют, как правило, задней капсулотомии [49]. Показаниями для данной операции у Dhawlikar SH (1992) является недостаточный эффект от удлинения медиальной и латеральной группы сгибателей голени. Авторы стремятся достичь

интраоперационно пассивного подъема прямой ноги до 70° у пациентов, способных ходить, до 60° у пациентов, не удерживающих собственный вес при опоре на нижние конечности [86]. В.В. Умнов дополняет задней капсулотомией удлинение сгибателей голени в случаях, когда возможность пассивного разгибания голени менее 150°. При этом также рассекаются связки заднего отдела сустава, при необходимости – головки икроножной мышцы. По мнению Умнова В.В. (2013) применение задней капсулотомии имеет особенно большое значение для устранения значительной контрактуры. Оно не только увеличивает степень одномоментного устранения контрактуры, но и существенно облегчает последующую коррекцию [49]. Однако, задняя капсулотомия отличается сложным глубоким доступом в подколенной области с повышенным риском повреждения сосудисто-нервного пучка. Вмешательство на капсуле коленного сустава может привести к ее рубцеванию и впоследствии к рецидиву деформации. Операция сопряжена с риском дестабилизации коленного сустава [166] и может привести к ослаблению четырехглавой мышцы [66].

Операция низведения надколенника в самостоятельном варианте практически не применяется для хирургического лечения сгибательных контрактур коленных суставов. Однако часто применяется у данной категории больных либо изолированно для улучшения активного разгибания голени [141], либо в комбинации с удлинением сгибателей голени [24, 66], корригирующей остеотомией бедра [131], а также в комплексе операций для лечения crouch-походки в сочетании с patella alta – патологически высокой позицией надколенника [24, 96]. Низведение надколенника производится различными способами - с формированием дупликатуры собственной связки надколенника для детей раннего возраста и переносом бугристости для пациентов более старшего возраста [18]. Фиксация надколенника производится винтом [133], шовным материалом [141] или проволокой [158]. Находясь в правильном положении, надколенник является точкой опоры четырехглавой мышцы бедра [24] и смещает кпереди направление действия ее силы, увеличивает плечо рычага и эффективность работы [49]. Л.О. Бадалян (1988) рекомендует дистальную пересадку связки надколенника сочетать с ослаблением прямой мышцы бедра во избежание увеличения сгибания бедер. При выраженном укорочении сухожилий сгибателей голени, паретичности четырехглавой мышцы бедра, перерастяжении ее сухожилия, несостоятельности собственной связки надколенника и смещении его вверх прибегают к пересадке части сгибателей голени на переднюю поверхность коленного сустава - операции Краснова (1956) [5, 29]. Операция низведения надколенника изолированно или в комбинации с другими операциями рекомендована в случаях недостаточного активного разгибания голени 10° и более. Данный параметр определяется как разница между пассивным и активным

разгибанием голени в положении сидя [75, 131, 141]. Если когнитивный дефицит пациента не позволяет определить этот параметр, то слабость связки надколенника определяется пальпаторно в положении сгибания голени [141]. Novacheck, T. F., Stout, J. L. (2009) проводят усиление собственной связки надколенника во всех случаях операции дистальной разгибающей остеотомии бедра [131]. В работе Умханова Х.А. (2015) в случаях, когда наблюдается недостаточность активного разгибания голени, осуществляется пластика четырехглавой мышцы путем пересадки на нее части сгибателей голени или обеспечивается ее натяжение с использованием лавсановой ленты [51]. Корольков А.И. и Рахман П.М. (2018) выполняли тенодез связки надколенника с его низведением при сгибательной контрактуре коленных суставов менее 30° у детей с закрытыми зонами роста [27]. Осложнения, связанные с усилением связки надколенника - персистирующая боль, нейропатия, раневая инфекция, потеря фиксации, арест проксимальной зоны роста большеберцовой кости - встречались в 18% (у 10-ти из 57 пациентов) случаев в исследовании J. L. Stout (2008) и соавторов [158].

Кроме мышц сгибателей голени, в сгибании конечности в коленном суставе участвуют также икроножные головки трехглавой мышцы голени [49]. Операция Сильвершельда (N. Silverskiold, 1924) заключается в рассечении головок m.gastrocnemius и превращении мышцы из двусуставной в односуставную [49, 57]. Данной операцией по показаниям Умнов В.В. (2013) дополняет удлинение сгибателей голени с задней капсулотомией [49].

Большинство авторов сообщают об эффективности устранения сгибательной контрактуры с помощью сухожильно-мышечных пластик или транспозиций мышц на фоне тренировки разгибательного аппарата. Однако, характерными остаются рецидивы контрактур (до 75% от всех оперированных сегментов) или формирование обратных деформаций (12,5 – 25% случаев) коленного сустава после оперативного лечения [49].

1.7 ДИСТРАКЦИОННЫЙ МЕТОД

Дистракционно-компрессионные аппараты Илизарова (А.С. 98471 СССР МКИ4 А 61 В 17/60), впервые примененные в 1970 г для лечения контрактур у больных ДЦП, в дальнейшем стали широко применяться. По мнению Л.О. Бадалян (1988), метод менее травматичен и более функционален, чем другие виды оперативного лечения, обеспечивает оптимальную управляемость процессом коррекции, позволяет одновременно устранять контрактуры в нескольких суставах. По данным Х. А. Умханова (1984), с помощью дистракционно-компрессионных аппаратов контрактуры удается устранить у 30 % больных,

а в 70 % случаев аппаратные методы коррекции приходится комбинировать с оперативными [5]. Способы устранения контрактур коленного сустава с помощью аппарата Илизарова с наружными шарнирами или специальными шарнирно-дистракционными аппаратами типа Волкова — Оганесяна (М.В. Волков, 1986) нередко приводят к подвывихам в коленном суставе. Во избежание данного осложнения Ю.А. Плаксейчук, Р.З. Салиховым (2014) была предложена компоновка бесшарнирного аппарата внешней фиксации для лечения тяжелой спастической контрактуры коленного сустава в комбинации с перемещением точек прикрепления мышц сгибателей голени [49]. При дистракции в аппарате Илизарова у детей с ДЦП происходит принудительная травматизация мышц и капсулы коленного сустава, что приводит к их рубцеванию. Это приводит к еще большему снижению силы и эластичности мышц, усугубляя их изначально неблагополучное состояние ввиду спастичности. Так же стоит отметить, что рубцовая ткань не поддается ботулинотерапии, что очень важно для пациентов с ДЦП [12]. Ряд авторов указывают на высокую частоту осложнений дистракционного метода [73, 166]. Среди них выделяют вегетативно-трофические нарушения, нейропраксию малоберцового нерва, переломы, болевой синдром, ограничения амплитуды и нарушения координации движения, контрактуры, порочные установки в суставах и позвоночнике, дефекты осанки, генерализованное снижение силовых и координационных возможностей пациента, нарушения опорно-локомоторных функций с измененной биомеханикой и ритмом ходьбы и т.д. [1, 152]. В отдаленных результатах различных исследований прослежены от 3,6% до 30% случаев рецидивов сгибательной контрактуры коленного сустава [41, 152]. По мнению Тупикова В. А. (2018) применение высокотехнологического способа с использованием дистракционных и шарнирно - дистракционных аппаратов может быть ограничено у детей со сниженным интеллектом [45].

1.8 ДИСТАЛЬНАЯ КОРРИГИРУЮЩАЯ ОСТЕОТОМИЯ БЕДРА

Применения изолированных операций на мягких тканях недостаточно при выраженных сгибательных контрактурах и фиксированных контрактурах коленных суставов [5, 100, 133]. Впервые примененная в середине 1990х [75], дистальная разгибающая остеотомия бедра рассматривается в течение последнего десятилетия как эффективный хирургический вариант коррекции сгибательной контрактуры коленного сустава на фоне ДЦП [133]. Novacheck T. F., Stout J. L. (2009) в качестве абсолютного показания для дистальной корригирующей остеотомии приводят наличие сгибательной контрактуры 10-30°. Сгибательные контрактуры более 30° авторы считают противопоказанием для корригирующей остеотомии, так как больший объем коррекции приводит к значительной деформации дистального отдела бедренной кости с риском чрезмерной нагрузки на

суставной хрящ [131]. Корольков А.И. и Рахман П.М. (2018), напротив, при сгибательной ригидной контрактуре коленных суставов более 30° выполняли разгибающую клиновидную остеотомию бедренной кости [27]. Противопоказанием является низкое расположение надколенника (patella baja) [131]. Большинство авторов указывают на необходимость симультанной коррекции высокого стояния надколенника и восстановления активного разгибания в коленном суставе путем усиления связки надколенника. Это необходимо для предупреждения рецидива сгибательной контрактуры после разгибающей остеотомии бедренной кости [66, 75, 78, 79, 82, 120, 131, 141, 143, 158], во избежание переднего наклона таза [131], а также для устранения сопутствующей недостаточности четырехглавой мышцы и собственной связки надколенника, связанной с длительной приседающей crouch-походкой [75, 141]. При выполнении клиновидной остеотомии бедра, оставляя заднюю кортикальную пластинку интактной, хирурги создают дополнительный фактор стабильности зоны остеотомии [64, 106, 127, 158]. При этом может произойти натяжение седалищного нерва из-за недостаточного укорочения бедренной кости. Формируется костный выступ по задней поверхности кости, который может привести к неврологическим осложнениям, требующим повторной операции для ревизии малоберцового нерва и резекции заднего костного выступа [106]. Поэтому помимо разгибающей применяется укорачивающая остеотомия бедра, при которой удаляемый фрагмент кости имеет прямоугольную или трапециевидную форму [133, 167]. Укорачивающая остеотомия позволяет избежать инконгруэнтности коленного сустава и повреждения суставного хряща с течением времени. Hoon Park (2019) и соавторы рекомендуют применение данной операции для пациентов с crouch-походкой на фоне фиксированной контрактуры коленных суставов более 30°. В публикации средний угол деформации у 33 пациентов уменьшился с 38 ± 6° до 12 ± 7° ($p < 0.001$). После данной операции авторы отмечают у пациентов повышение наклона таза кпереди и походку stiff knee [133]. Встречаются также поверхностные раневые инфекции и формирование пролежней вследствие гипсовой иммобилизации [133], несоответствие длин нижних конечностей [106]. Дистальная разгибающая остеотомия бедра - это высокоинвазивная процедура, и частота осложнений достаточно высока [166]. Среди осложнений встречаются стойкая контрактура сустава, глубокая инфекция, артралгия, тромбоэмболические осложнения, асептическая нестабильность, несращение и формирование псевдоартроза в зоне остеотомии [2, 22], компартмент-синдром, гипо- и гиперкоррекция [135, 137]. Разгибающие остеотомии не рекомендуется применять у растущих детей из-за высокого риска неправильного ремоделирования кости [44]. Тем не менее, в публикациях упоминается средний возраст пациентов 12-13 лет [106, 133, 158], минимальный возраст на момент оперативного лечения – 8,4 лет [158]. Встречаются вальгусные, варусные и рекурвационные

деформации после корригирующей остеотомии [64, 131, 166], угловое смещение, рецидив контрактуры [106, 158]. Имеются сообщения о том, что, несмотря на симультанное выполнение усиления собственной связки надколенника, у большинства пациентов в катамнезе выявляется низкое расположение надколенника, которое приводит к сложностям вставания из положения сидя [75]. Необходимость послеоперационной гипсовой иммобилизации увеличивает период реабилитации и может привести к ухудшению двигательных возможностей, а также затрудняет диагностику неврологических осложнений в раннем послеоперационном периоде [106, 166]. Частота неврологических осложнений корригирующей остеотомии по данным разных авторов занимает от 3 до 19%, включая паралич седалищного, малоберцового нерва, транзиторные чувствительные и двигательные расстройства [62, 106, 158]. О влиянии степени деформации до оперативного вмешательства на развитие послеоперационных неврологических осложнений складывается неоднозначное мнение. Ряд авторов считает объем коррекции более 30° фактором риска развития неврологических осложнений [103, 158]. Другие же, наоборот, не нашли этому обоснованного подтверждения [63, 106].

1.9 ПЕРЕДНИЙ ГЕМИЭПИФИЗИОДЕЗ

Высокий риск осложнений хирургического лечения фиксированных контрактур и деформаций нижних конечностей у детей с ДЦП свидетельствуют о необходимости развития миниинвазивных методов лечения [18]. Особенный интерес представляет технология постепенной коррекции деформации кости путем временного блокирования зоны роста длинных трубчатых костей [125]. Она основана на применении закона Hueter-Volkmann (1862), согласно которому, увеличение нагрузки на ростовую пластинку приводит к замедлению роста кости в длину [26]. При этом важную роль в торможении роста играет апоптоз и аутофагия хондроцитов, обратимые после удаления пластин [87]. Зона роста кости блокируется по выпуклой стороне деформации, в результате чего формируется ось вращения. В процессе роста длинной трубчатой кости в длину достигается коррекция ее оси [18]. Методика получила название «temporary hemiepiphysiodesis», или «временного гемиэпифизеодеза», а концепция коррекции деформаций у детей путем воздействия на рост кости названа «guided growth» или «управляемый рост» [26]. Встречаются такие синонимы как аррест зоны роста или growth arrest [44, 114]. Данная технология стала особенно популярна и активно развивается последние 20 лет [44, 60, 114, 115, 132, 153, 156, 166]. Миниинвазивность и отсутствие необходимости послеоперационной иммобилизации позволяют начать реабилитационные мероприятия в кратчайшие сроки и вертикализировать пациента на вторые-третьи сутки [115].

Метод коррекции угловых деформаций у детей с применением скоб, или «стэплинг», впервые был применен у детей Blount и Clarke (1949) [26, 69]. В дальнейшем метод стали применять и для коррекции сгибательных контрактур коленных суставов [115, 155, 166]. Kramer, Stevens (2001) опубликовали первые результаты лечения сгибательной контрактуры коленных суставов методом переднего стэплинга. В исследование включено 28 пациентов (47 коленных суставов) со сгибательными контрактурами коленных суставов, развившихся на фоне различных неврологических заболеваний, в том числе ДЦП. Средний дооперационный угол деформации 10°–25° (максимальный 45°) уменьшился до 0°–11° после лечения [115]. В австралийском госпитале The Royal Children's Hospital передений стэплинг дистального эпифиза бедренной кости проводят для лечения сгибательной контрактуры коленных суставов 25° и более. Менее выраженные деформации корригируют удлинением сгибателей голени [122]. Описаны такие осложнения стэплинга как закрытие зоны роста, перелом металлоконструкции, выпадение скобы. Выпадение скоб встречалось довольно часто, что приводило к повторным операциям и поиску новых конструкций имплантов [115, 134, 155].

P. M. Stevens (2006) впервые описал результаты применения гибкой «стягивающей» пластины 8-образной формы 8-plate (Orthofix), в русском переводе 8-пластины, с двумя винтами для лечения деформаций во фронтальной плоскости [155]. Винты придают металлоконструкции устойчивость к выдавливанию, в отличие от гладких лезвий скоб [26, 92]. В дальнейшем на рынке стали появляться и другие импланты, основанные на том же принципе, например Pediplate (OrthoPediatrics), Peanut plate (Biomet), пластина с угловой стабильностью винтов (РНПЦ, г. Минск, Беларусь) [26, 110]. Klatt и Stevens (2008) впервые опубликовали результаты переднего гемиэпифизиодеза с помощью 8-пластин для коррекции сгибательных контрактур коленных суставов. Были прооперированы 18 пациентов с нейромышечными заболеваниями, в том числе 8 пациентов с ДЦП [114]. В исследование K. Wang (2019) были включены 26 детей (42 коленных сустава) со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне ДЦП, которым был проведен передний гемиэпифизиодез 8- пластинами за 10-летний период. Средний угол деформации до оперативного вмешательства 13° (±8°) уменьшился после достижения коррекции до 8° (±7°). Среди осложнений отмечены раневая инфекция, вследствие которой коррекция не была достигнута, разгибательная контрактура коленного сустава, потребовавшая открытого артролиза [163]. В исследовании Zaid (2012) включены 21 пациент с фиксированными сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне различных неврологических заболеваний, из них пятеро с ДЦП. Средний угол деформации до лечения составил 20° (10–40°) и уменьшился после удаления пластин до 10° (0–30°). Средняя длительность

гемиэпифизиодеза составила 24 (6–42) месяца. Были отмечены осложнения: раневая инфекция, боль в коленном суставе и надмыщелковый стресс-перелом в случае лечения 8-пластиной. Частота осложнений составила 10% [166]. Корольков А.И. и Рахман П.М. (2018) выполняли передний гемиэпифизиодез 8-пластинами детям с 6 до 11 лет при сгибательной контрактуре коленных суставов менее 30° [27].

По мере накопления опыта применения гемиэпифизиодеза как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскости, были опубликованы данные об осложнениях, наблюдавшихся при использовании «стягивающих» пластин с винтами для временного блокирования ростковых зон костей у детей [26]. Многие авторы сообщают о поломке канюлированных винтов в процессе роста кости, особенно у детей с избыточной массой тела [26, 76, 157]. Единственное сообщение о переломе самой 8-образной пластины у пациента с варусной деформацией большеберцовой кости было опубликовано в 2015 году [81]. Z. Al-Aubaidi (2010) и соавт. описали случай развития стрессового перелома дистального отдела бедренной кости на уровне отверстий, сформированных под винты «стягивающей» пластины [26]. Ряд авторов признают риск рецидива после гемиэпифизиодеза у детей с большим потенциалом роста [156, 166]. Согласно систематическому обзору, феномен «рикошета» - увеличения скорости роста после удаления нагрузки на зону роста – встречается в 4% случаев использования 8-образных пластин и в 6% использования скоб для коррекции деформаций во фронтальной плоскости [105]. Ни в одном из опубликованных на сегодня исследований нет сообщений о преждевременном закрытии зоны роста вследствие лечения с использованием «стягивающей» пластины и винтов [26]. Так как импланты являются частично внутрисуставными, они могут оказывать раздражающее воздействие на ткани сустава, что способствует их фиброзированию и ограничению максимального сгибания в коленном суставе [163]. Минусом техники переднего гемиэпифизиодеза является то, что коррекция сгибательной контрактуры и связанных с ней двигательных нарушений происходит медленно в процессе роста, в отличие от других видов лечения [109].

P. Stevens (2014) указывает на то, что в результате неполного прилегания имплантов возникает концентрация напряжения в не погруженной в кость части винта, что может приводить к его разрушению [154] и считает более физиологичным использование гибкой пластины [155]. Исследование под руководством В.М. Кенис (2018) показало, что при увеличении расстояния неполного прилегания пластины скорость коррекции деформации во фронтальной плоскости значительно снижается [23]. Пластины Hinge Plate (Pega Medical) отличаются наличием петлевого механизма, который обеспечивает более анатомичное прилегание пластины в процессе роста, что может снизить количество осложнений.

Шарнирное соединение позволяет вынести точку вращения кнаружи, что теоретически увеличивает максимально возможный угол коррекции и рычаг при действии корригирующих сил. Пластины применяются с 2009 года для лечения деформаций во фронтальной плоскости [26, 110]. О применении данных имплантов в лечении сгибательных контрактур у детей с ДЦП имеются единичные публикации [94].

Чрескожный эпифизиодез с использованием трансфизарных винтов (PETS) также получил развитие. Впервые эта методика была описана Métaizeau (1998) для лечения деформаций во фронтальной плоскости [88]. Kay R. M., Rethlefsen S. A. (2015) впервые был опубликован клинический случай применения PETS у пациента с ДЦП [111]. В 2020 году тем же коллективом авторов были опубликованы результаты лечения сгибательных контрактур коленных суставов на фоне ДЦП у 25 пациентов (42 коленных сустава). Для облегчения удаления винтов, их устанавливали с запасом в 3-4 мм. Винты удаляли только при наличии жалоб на боль в коленном суставе, или по достижении полной коррекции раньше достижения скелетной зрелости. В исследовании проводилось сравнение результатов в двух группах – выполнение PETS изолированно и в сочетании с усилением собственной связки надколенника. Авторы пришли к выводу, что предпочтительно выполнение PETS в сочетании с усилением собственной связки надколенника у пациентов с дефицитом разгибания 30-35° [141]. В 2020 году опубликовано исследование (Long J., 2020), в котором авторы дополняли удлинение сгибателей голени передним гемиэпифизиодезом перкутанно двумя винтами для профилактики рецидива контрактуры [119]. В 2020 году (Nazareth A., 2020) впервые опубликована статья с результатами лечения сгибательных контрактур методом PETS одним канюлированным винтом у 11-ти пациентов с ДЦП. Винт при этом проходит через четырехглавую мышцу по центру метаэпифиза во фронтальной плоскости. Средний объем коррекции составил 12° [128]. Есть сообщения об осложнениях перкутанного гемидеза, таких как отек мягких тканей, гиперкоррекция, раздражение мягких тканей в месте стояния винта [134]. Ряд авторов выражают сомнения по поводу обратимости данного вида эпифизеодеза [37, 71, 155]. Однако, многие авторы сообщают о том, что эффективность перкутанного гемиэпифизиодеза не уступает эффективности использования пластин [128, 134, 141]. Сами авторы рекомендуют применение данной методики у пациентов, близких к достижению скелетной зрелости, без удаления импланта [128].

Особый интерес вызывает вопрос о факторах, которые влияют на скорость коррекции, и о факторах, которые определяют недостаточный эффект от гемиэпифизиодеза. S. Rethlefsen (2020) и соавт. выявили положительную корреляцию между скоростью коррекции деформации и степенью деформации до операции [141]. В то же время в исследовании K.

Wang (2018), напротив, более высокая степень деформации до операции выступила предиктором неэффективности оперативного лечения. Помимо степени деформации предикторами низкой эффективности операции были названы возраст и двигательная активность. Были выявлены взаимосвязи между более старшим возрастом, меньшим уровнем двигательной активности по шкале Gillete FAQ, большей степенью деформации на момент начала коррекции и неадекватной коррекцией, потребовавшей разгибающей остеотомии или коррекцией менее 50% от первоначального дефицита разгибания. Также была выявлена взаимосвязь между скоростью коррекции и возрастом на момент начала гемиэпифизиодеза и взаимосвязь между скоростью коррекции и расположением имплантов по передней поверхности дистального эпифиза бедренной кости. Чем более кпереди были установлены пластины, тем выше была скорость коррекции деформации [163].

Остается открытым вопрос, каких целевых значений разгибания в коленном суставе стоит добиваться при выполнении переднего гемиэпифизиодеза. N. Stiel (2018) и соавторы рекомендуют проводить коррекцию до достижения около 5° рекурвации только для пациентов со значительным потенциалом роста на момент удаления импланта, чтобы избежать рецидива деформации [156]. Klatt, Stevens (2008), напротив, акцентируют внимание на том, что они удаляют пластины, избегая рекурвации в коленном суставе [114]. Известно доведение объема разгибания в коленном суставе до 180° [5, 166]. Во всех представленных примерах не учитывается физиологический угол разгибания в коленном суставе у детей, наиболее оптимальный для наименьших энергозатрат во время вертикализации. Поэтому исследования, раскрывающие эти вопросы, актуальны на сегодняшний день.

С учетом того, что применение переднего гемиэпифизиодеза недостаточно широко распространено, его роль в лечении сгибательных контрактур коленных суставов для детей различных возрастных групп дискутабельна. Одни авторы считают противопоказанием для выполнения переднего гемиэпифизиодеза остаточный рост менее 12 месяцев по табличным данным [156]. Другие авторы выполняют гемиэпифизиодез детям, у которых остаточный рост составляет 2 года, конкретизируя возраст операции - 14 лет для мальчиков и 12 лет для девочек [119]. Третьи считают единственно важным критерием наличие открытой зоны роста, поскольку даже частичная коррекция дает такие преимущества как снижение риска осложнений при выполнении дальнейшей корригирующей остеотомии бедра, а темпы роста у детей с хроническими заболеваниями зачастую отличаются от табличных значений [141]. Трофимова С. И. (2016) пишет о том, что при выборе метода лечения пациентов со сгибательными контрактурами коленных суставов необходимо оценивать, могут ли функциональные ограничения, вызванные контрактурой, подождать, пока происходит постепенная коррекция с помощью метода временного гемиэпифизеодеза, или требуется

незамедлительная коррекция. В случае тяжелых контрактур коленных суставов предлагается использовать дополнительные методы коррекции контрактур, чтобы перевести их в средние и легкие, и только затем применять метод гемиэпифизеодеза [44].

Таким образом, несмотря на достигнутый прогресс в ортопедическом лечении контрактур и деформаций, развивающихся на фоне ДЦП, множество вопросов требует решений [123]. По литературным данным, хирургическое лечение контрактур суставов у детей с ДЦП достаточно часто сопряжено с развитием рецидивов и вторичных деформаций. Поэтому остаются открытыми вопросы выбора тактики лечения больных с ДЦП. Нет четко разработанного алгоритма выбора оперативного лечения, этапности выполнения симультанных оперативных вмешательств у детей с ДЦП. Показания к оперативному лечению сгибательных контрактур коленных суставов различаются у разных авторов или подробно не приводятся. Каждый врачебный коллектив ориентируется на собирательный профессиональный опыт. Нет единой концепции, минимализирующей тактические ошибки. В связи с этим актуальна проблема объективизации и формализации показаний к хирургическому лечению двигательных нарушений при ДЦП. Исследования эффективности каждой оперативной методики для лечения ортопедической патологии ДЦП актуальны с учетом их многообразия и сложности выбора для лечения каждого конкретного пациента.

По нашему мнению, наиболее развивающимся и перспективным на данный момент методом лечения сгибательной контрактуры коленных суставов у детей с ДЦП является передний гемиэпифизиодез. Метод обладает рядом преимуществ – не требует гипсовой иммобилизации, не требует остеотомий или отсечения сухожилий и мышц, предоставляя врачу возможность оставить более травматичные варианты лечения на случай рецидива в старшем возрасте после закрытия зон роста. На данный момент это единственная миниинвазивная альтернатива разгибающей остеотомии бедренной кости при наличии артрогенного компонента деформации у детей с потенциалом роста. Несмотря на многолетний опыт применения различных оперативных методик управляемого роста, остается открытым вопрос выбора наиболее оптимальной из них. Поэтому сообщения об эффективности каждого метода и возможных его осложнениях, особенностях предоперационного планирования и послеоперационного ведения являются актуальными. Применение переднего гемиэпифизиодеза у детей с ДЦП в научных публикациях освещено очень скудно. Большинство исследований опубликовано зарубежными коллегами [114, 119, 128, 141, 152, 156, 163, 166]. Российские публикации, освещающие тему гемиэпифизиодеза, редки [27, 28]. Работы с применением переднего гемиэпифизиодеза у детей с ДЦП с группой сравнения – единичные [119, 163]. Технология требует изучения множества нюансов,

которые оказывают влияние на результат. Остается открытым и требует дальнейшего изучения вопрос об особенностях, влияющих на скорость коррекции деформации методом управляемого роста. Исследования факторов, влияющих на скорость и эффективность коррекции являются трудоемкими и длительными, поскольку коррекция происходит не одномоментно, а в процессе роста, и изолировать каждый фактор в условиях фонового заболевания не представляется возможным. В научной литературе не известны конкретные показания для удаления пластин и методика их определения. Также не описаны нормальные значения активного и пассивного разгибания в коленных суставах у детей по возрастам. В научной литературе встречаются данные о референсных значениях пассивного и активного разгибания в коленном суставе только у взрослых. Ввиду того, что распространенность контрактур коленных суставов у детей с ДЦП занимает III место в структуре ортопедической патологии нижних конечностей, тема ортопедо-хирургического лечения данной патологии наименее освещена в научной периодической печати.

ГЛАВА 2. ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ

В одноцентровом двунаправленном (ретро– и проспективном) исследовании проведена комплексная оценка результатов клинического, инструментального обследования и оперативного лечения детей, направленных из различных Федеральных округов Российской Федерации на госпитализацию в нейроортопедическое отделение с ортопедией (заведующий отделением – д.м.н., К.В. Жердев), Федерального Государственного Автономного Учреждения «Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации (директор – д.м.н., профессор А.П. Фисенко). В период с января 2014 г. по март 2021 г. Всего в исследование было включено 100 детей. Обследование и лечение всех пациентов проводилось после подписания добровольного информированного согласия на него родителя или опекуна. Проведение исследования одобрено локальным независимым этическим комитетом при ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России.

В основу работы положен анализ объема движений в коленном суставе и функциональных способностей к передвижению до и после оперативного лечения. В зависимости от вида проведенного оперативного лечения были сформированы две группы. Группу 1 составили 40 пациентов с диагнозом сгибательная контрактура коленных суставов на фоне ДЦП, которым была проведена сухожильно-мышечная пластика - в период с 2014 по 2019 гг. Структура проведенных в группе 1 оперативных вмешательств отражена в рис.2.1.1. Показанием для проведения удлинения сгибателей голени был положительный тест Тардье (120° и менее). Показанием для формирования дупликатуры собственной связки надколенника (низведения надколенника) были определяемая в ходе осмотра слабость собственной связки надколенника, и также дефицит активного разгибания голени 10° и более. Структура сочетанных многоуровневых оперативных вмешательств, проведенных в исследовании, представлена в таблице 2.1.1. При сравнении групп по объему сочетанных многоуровневых оперативных вмешательств, отмечается их преобладание в группе 1. Это связано с тем, что комплексную реабилитацию детей со спастическими формами детского церебрального паралича, включая применение ботулинотерапии, начали проводить на базе отделения восстановительного лечения детей с болезнями нервной системы в ФГАУ «НМИЦ Здоровья Детей» с 2012 года. Пациенты группы 2 наблюдаются в ФГАУ «НМИЦ Здоровья Детей» с младшего возраста, регулярно проходят ботулинотерапию, что позволяет отсрочить или уменьшить формирование деформаций нижних конечностей.



Рис. 2.1.1 Оперативные вмешательства, проведенные в группе 1.

Так как сгибательные контрактуры коленных суставов имеют как двусторонний (у 35 пациентов группы), так и односторонний характер (у пяти пациентов группы), всего в группе 1 прооперировано 75 коленных суставов. 80% Детей группы 1 (32 пациента) имели диагноз ДЦП, спастическая диплегия; 17,5% (7 пациентов) имели диагноз ДЦП, спастический тетрапарез и 2,5% - 1 ребенок - имел диагноз ДЦП, спастическая гемиплегия (см. рис. 2.1.3). По уровням двигательного развития пациенты группы 1 распределились следующим образом: уровень II (передвижение самостоятельное с ограничениями: ребенок самостоятельно ходит на большие расстояния, но в привычной обстановке, на улице использует приспособления, бегает и прыгает плохо) имел место у двух больных (5%), III уровень (ходьба с использованием ручных приспособлений и ортезов для передвижения) – у 17ти пациентов (42,5%), IV(самостоятельное передвижение ограничено, могут использоваться моторизированные средства передвижения, возможна вертикализация с поддержкой) - у 21го пациента (52,5%) (см. рис. 2.1.2). Среди пациентов группы было 22 мальчика (55%) и 18 девочек (45%). Средний возраст составил 10 (±2) лет, от 7 до 12 лет. Средний период наблюдения составил 3 года 11 мес (±16 мес) от 17 мес до 7 лет.

Таблица 2.1.1. Структура сочетанных многоуровневых оперативных вмешательств, проведенных в исследовании

Сочетанные операции, проведенные в одну госпитализацию в группе 1	
Элемент операции	Количество операций
Таранно-пяточный артродез стопы по Grice-Green (1952)	3
Корригирующая остеотомия 1 плюсневой кости стопы	2
Транспозиция порции сухожилия передней большеберцовой мышцы на наружный край стопы	2
Удлинение сухожилия задней большеберцовой мышцы	1
Удлинение ахиллова сухожилия	7
Миотомия аддукторов бедра	11
Апоневротомия m. Psoas	1
Деторсионно - варизирующая остеотомия бедренной кости (ДВО)	2
Удаление металлоконструкций после ДВО, остеотомии таза	3
Остеотомия таза по Pemberton (1965)	1
Дорсальная коррекция и фиксация деформации позвоночника системой Expedium	1
Сочетанные операции, проведенные за период гемиэпифизиодеза в группе 2	
Апоневротомия аддукторов бедра	4
Апоневротомия икроножной мышцы по Strayer (1958)	1

В группе 2 один пациент выбыл из исследования через 8 месяцев после оперативного вмешательства по причине отказа родителей от продолжения лечения. Таким образом, в группу 2 включены 20 детей (без учета выбывшего из исследования пациента) с диагнозом сгибательная контрактура коленных суставов на фоне ДЦП, которым было проведено модернизированное оперативное лечение по запатентованной методике (Патент РФ на изобретение №2698218): передний гемиэпифизиодез дистального эпифиза бедренной кости (здесь и далее – передний гемиэпифизиодез).

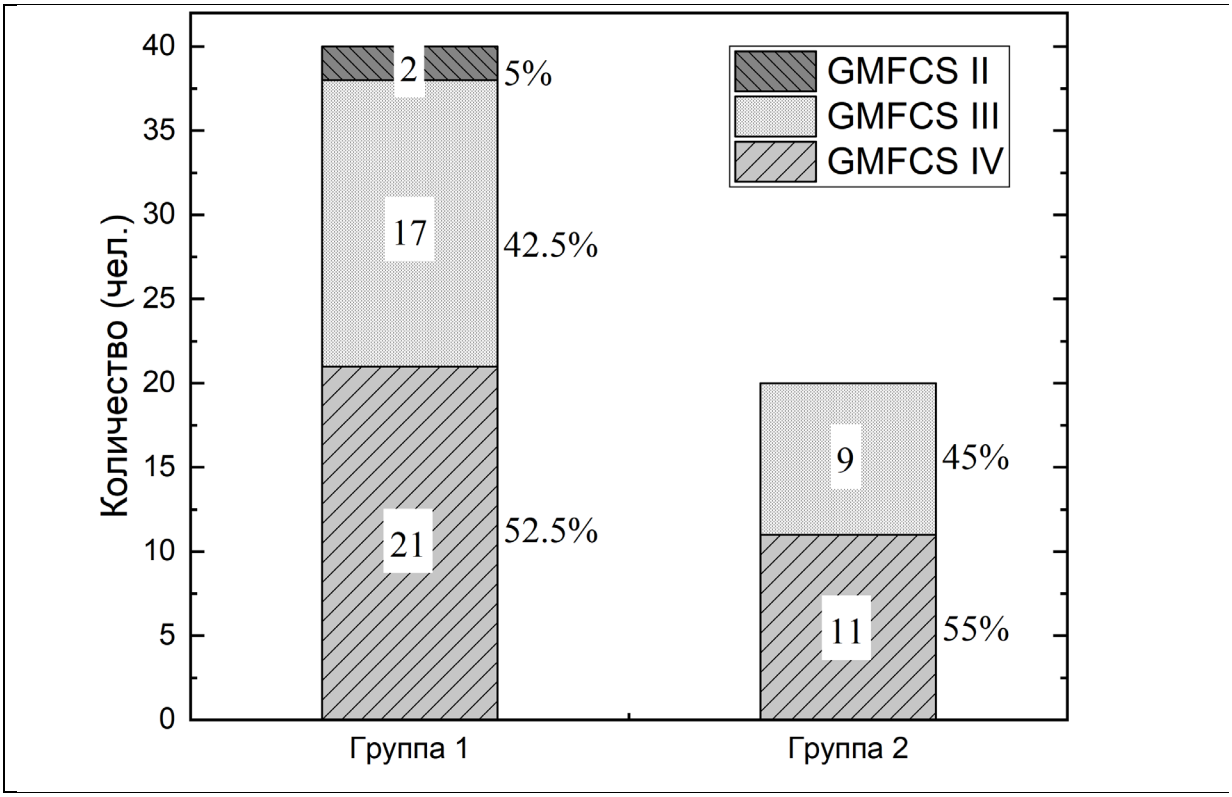


Рис.2.1.2. Структура распределения пациентов по шкале больших моторных функций в группах 1 и 2.

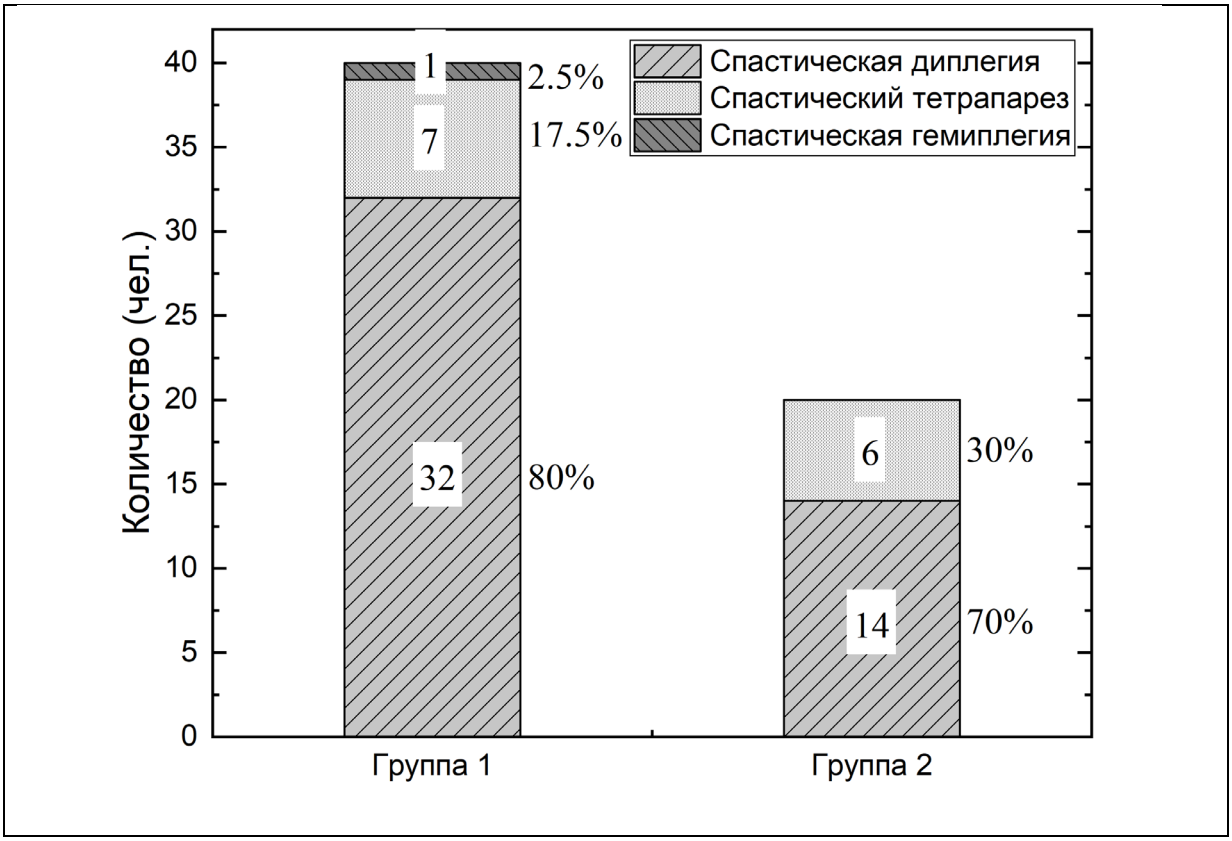


Рис. 2.1.3. Структура распределения пациентов по формам ДЦП в группах 1 и 2.

Лечение сгибательной контрактуры коленных суставов, развившейся на фоне ДЦП, методом переднего гемиэпифизиодеза проводится на базе отделения с 2018 года. Так как сгибательная контрактура коленных суставов имела как двусторонний (у 17 пациентов), так и односторонний характер (у троих пациентов группы), всего в группе 2 прооперировано 37 коленных суставов. 70% Детей группы 2 (14 пациентов) имели диагноз ДЦП, спастическая диплегия; 30% детей (6 пациентов) имели диагноз ДЦП, спастический тетрапарез (см. рис. 2.1.3). По шкале больших моторных функций распределение было следующим: 45% группы (9 пациентов) составляли дети с GMFCS III; 55% группы (11 пациентов) составляли пациенты с GMFCS IV (см. рис. 2.1.2). Среди пациентов группы 2 было 11 мальчиков (55%), 9 девочек (45%). Средний возраст пациентов на момент оперативного лечения составил 10 лет 6 мес. (±1 год 8 мес.), от 7 до 12 лет. Средний период наблюдения - 2 года 1 мес. (±7 мес.), от 1 года до 3 лет 3 мес.

Критериями включения в группы 1 и 2 были: возраст пациентов от 7 до 12 лет; подтвержденный диагноз сгибательная контрактура коленных суставов на фоне ДЦП (спастические формы) на основании клинико-рентгенологической картины; дефицит разгибания голени любого объема, приводящий к быстрой утомляемости и ограничениям вертикализации и ходьбы; неэффективность консервативных методов лечения, включая ботулинотерапию, в течение шести месяцев; отсутствие аномалий развития коленного сустава; отсутствие противопоказаний к хирургической коррекции деформации. Критериями исключения из групп 1 и 2 были: наличие противопоказаний к проведению операции под общим обезболиванием (наличие выраженной коагулопатии, заболеваний сердечно – сосудистой и дыхательной систем в стадии декомпенсации); отказ родителя от продолжения участия в исследовании на любом его этапе; ухудшение соматического состояния пациента, не позволяющее выполнить оперативное лечение; иные независимые от задействованных лиц обстоятельства, препятствующие участию пациента в исследовании.

Так как для методики переднего гемиэпифизиодеза в научной литературе не обозначены конкретные показания для удаления пластин, а также не описаны нормальные значения активного и пассивного разгибания в коленных суставах у детей по возрастам, не описаны нормы углов, образуемых референтными линиями нижних конечностей, нами была набрана группа сравнения. В группу сравнения было включено 40 детей, без контрактуры хотя бы одного коленного сустава на фоне ДЦП, с ортопедической патологией одной нижней конечности. Таким пациентам в рутинной практике всегда обследуют обе конечности. В рамках обследования пациентов группы сравнения собраны данные обоих коленных суставов у 19-ти пациентов, одного коленного сустава - у 21 пациента. Всего собраны

данные 59-ти коленных суставов. Данные обследования группы сравнения позволили определить целевые значения ангулометрии коленного сустава при выполнении оперативного лечения сгибательных контрактур коленных суставов, а также определить влияние спастики на конфигурацию дистального сегмента бедренной кости у детей с ДЦП в возрасте 7-12 лет.

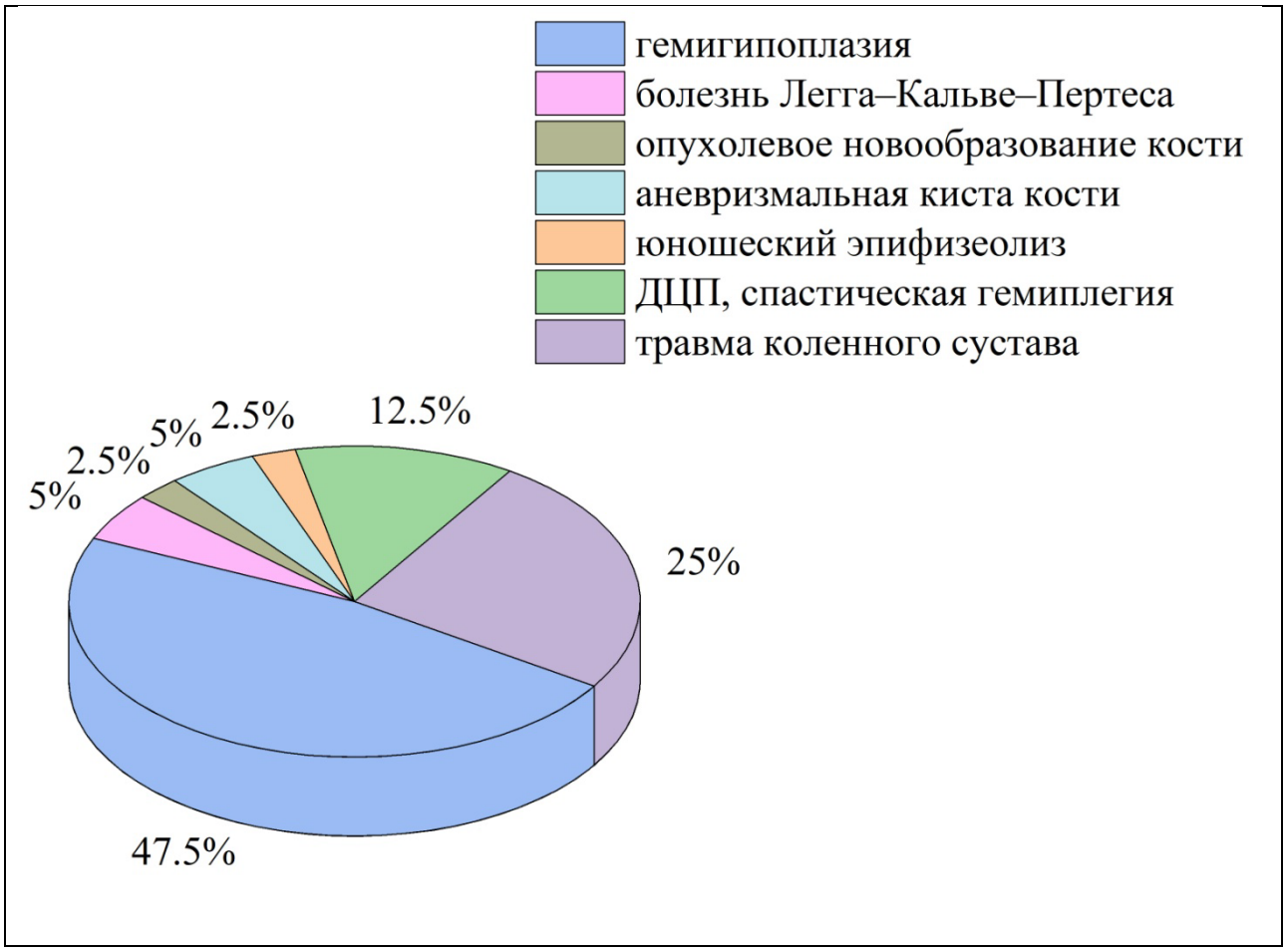


Рис.2.1.**4.** Нозологическая структура пациентов группы сравнения

Среди пациентов группы сравнения было 19 девочек (47,5%) и 21 мальчик (52,5%). Средний возраст пациентов данной группы составил 10 лет (±2 года), от 7 до 12 лет. В группу включены пациенты с диагнозами: неравенство длин нижних конечностей вследствие гемигипоплазии (19 пациентов – 47,5%), болезни Легга–Кальве–Пертеса в стадии исхода (2 пациента – 5%), опухолевого новообразования кости (1 пациент – 2,5%); после оперативного лечения по поводу аневризмальной кисты в верхней трети бедренной кости (2 пациента – 5%), оперативного лечения по поводу юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости (1 пациент – 2,5%); вследствие спастической гемиплегии при ДЦП (односторонняя форма поражения) (5 пациентов – 12,5%); а так же с диагнозом травма одного коленного сустава без

ограничения объема движений в здоровой конечности (10 пациентов – 25%). Нозологическая структура группы сравнения представлена на диаграмме (рис.2.1.4).

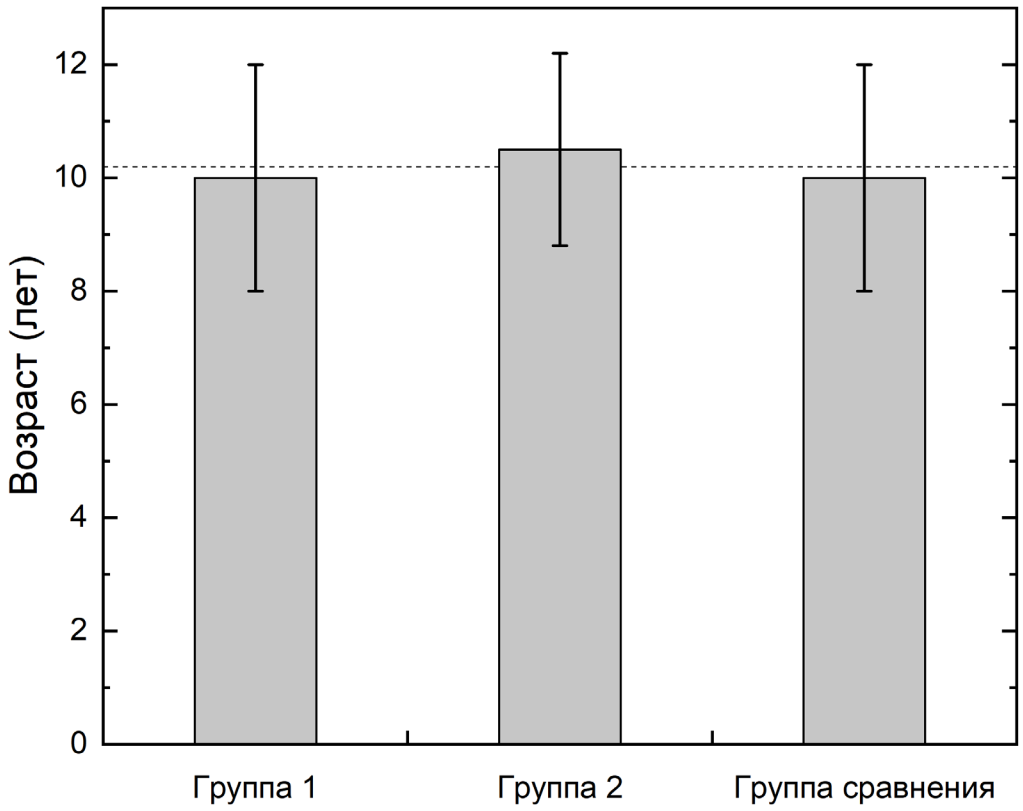


Рис.2.1.5. Средний возраст пациентов в исследуемых группах.

Критериями включения в группу сравнения были: наличие патологии одной нижней конечности, требующей проведения рентгенологического обследования; отсутствие у ребенка сопутствующей патологии коленных суставов или двусторонней формы поражения ДЦП; наличие информированного согласия родителя/законного представителя. Критериями не включения в группу сравнения были: сопутствующий диагноз ДЦП с двусторонним поражением; сопутствующая патология обоих коленных суставов; высокое стояние надколенника; регулярные занятия (3 и более раз в неделю) в спортивной секции, влияющие на связочный аппарат коленного сустава; наличие синдрома гипермобильности суставов, определяемого по критериям P. Beighton (1973) [43, 67, 140] (от 3-х баллов по выявлению симптомов - рекурвация более 10° в коленных суставах, возможность пассивного приведения большого пальца к предплечью, переразгибание мизинца на угол более 90° при горизонтальном расположении предплечья, переразгибание в локтевых суставах более 10°, возможность касания ладонями пола при наклоне туловища вперед с выпрямленными коленями); наличие экзостозной хондродисплазии; наличие контрактур смежных суставов.

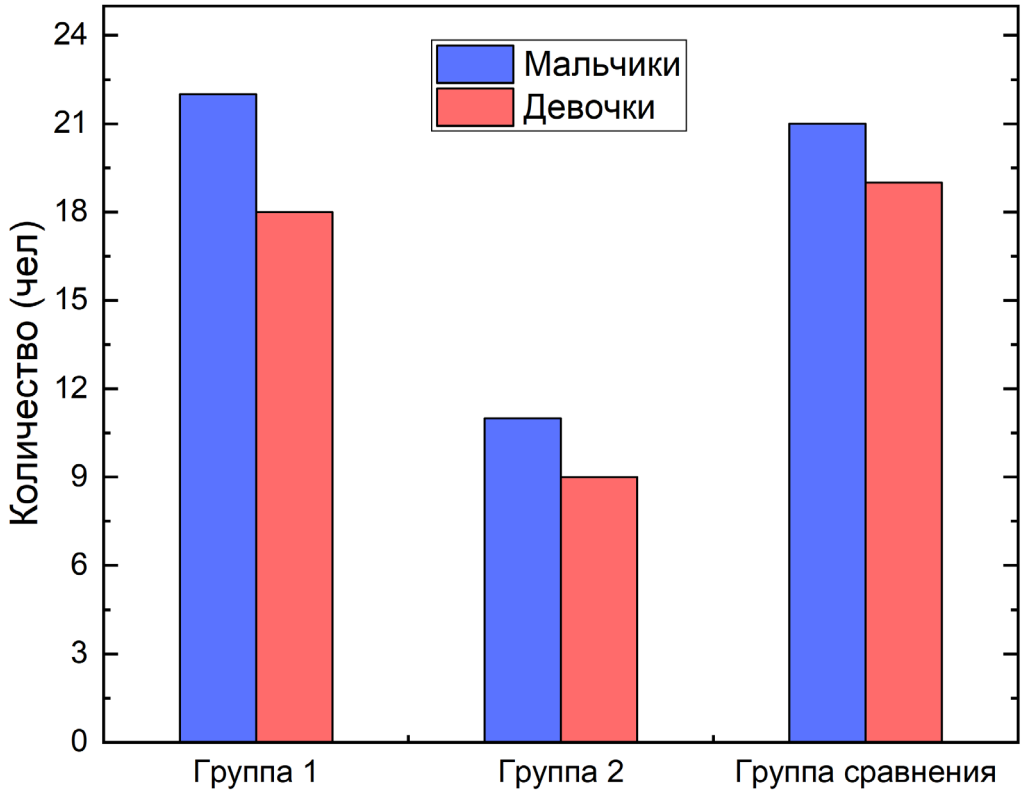


Рис.2.1.6. Распределение по полу в исследуемых группах.

На рис.2.1.5 представлен средний возраст пациентов каждой группы. Все пациенты в исследовании сопоставимы по возрасту. На рис.2.1.6 представлено распределение по полу в каждой группе. В группах 1 и 2, в которые включены пациенты с ДЦП, превалируют мальчики в соотношении 1,22:1. Это сопоставимо с эпидемиологическими данными о распространенности ДЦП в детской популяции (распространенность ДЦП среди мальчиков преобладает в соотношении 1,33:1 [107]). В группе сравнения соотношение мальчиков-девочек составляет 1,1:1. Следовательно, все три группы репрезентативны генеральным совокупностям по гендерному распределению.

2.2 ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

Дизайн исследования представлен на рисунке 2.2.1. На предоперационном этапе все пациенты групп 1 и 2 были комплексно обследованы: проведена рентгенография нижних конечностей в группе 2, в ходе осмотра в группах 1 и 2 определен дефицит разгибания в коленном суставе, проведена оценка функциональных способностей к движению по шкале Gillette Functional Assessment Questionnaire (Gillette FAQ) (см. табл.2.4.3.1). После достижения коррекции и периода реабилитации 4 мес. были определены те же показатели.

Проведено сравнение показателей до и после операции в каждой группе, между группами и сопоставление результатов лечения с показателями группы сравнения.



Рис. 2.2.1 Дизайн исследования

На основании объема полученной коррекции деформации по данным гониометрии была проведена оценка эффективности оперативного лечения в группах 1 и 2. Для ее оценки были выбраны два критерия эффективности – доля корригированной деформации и степень коррекции. Доля корригированной деформации позволяет оценить, какую часть от имеющейся деформации позволяет корригировать изучаемый метод оперативного лечения.

Угол деформации до операции в обеих группах рассчитывался по 0-проходящему методу, где за 0 принимался угол разгибания в коленном суставе 180°.

Степень коррекции показывает в процентном соотношении, насколько приближенный к целевым параметрам результат можно получить, применяя изучаемый метод оперативного лечения. Этот критерий важен потому, что при наличии даже минимальной сгибательной контрактуры в коленных суставах, вертикализация пациента требует увеличения энергетических затрат и способствует прогрессированию формирования контрактур за счет растяжения связочного аппарата. Для расчета степени коррекции необходимо выбрать целевой угол пассивного разгибания в коленном суставе после оперативного лечения. Для каждого метода оперативного лечения целевой угол коррекции для расчета ее эффективности выбирался, исходя из актуальных для данного метода критериев оценки. В группе 1 целевой угол максимального пассивного разгибания в коленном суставе составил 180°, поскольку исследование в группе 1 имело ретроспективный характер, и именно такого разгибания в коленном суставе ожидали оперировавшие хирурги. Для метода переднего гемиэпифизиодеза целевые значения коррекции разнятся по данным литературы, поэтому в группе 2 искомый угол максимального пассивного разгибания в коленном суставе определялся, исходя из результатов обследования группы сравнения, и был равен среднему углу пассивного разгибания по данным гониометрии. Далее в группах 1 и 2 был проведен корреляционный анализ для выявления зависимости степени коррекции от степени деформации до операции.

В группе 2 определены средний дефицит разгибания по данным гониометрии и рентгенографии, средний период до удаления пластин, процент удовлетворительных результатов. Определена средняя скорость общей коррекции деформации в месяц (за исключением случаев, когда эпифизиодез не имел положительного результата). Проведен корреляционный анализ для выявления зависимости общей скорости коррекции от возраста. Приведены осложнения. Отсутствие коррекции деформации или ее прогрессирование на момент удаления пластины расценивались как неудовлетворительные результаты.

Для того, чтобы дифференцировать мягкотканый компонент коррекции (коррекция за счет ЛФК, ботулинотерапии и гипсования) при выполнении гемиэпифизиодеза от костного (изменение оси бедренной кости методом переднего гемиэпифизиодеза), учитывалась ориентация суставной линии бедренной кости относительно ее анатомической оси в дистальной трети. Для этого определялся задний дистальный эпидиафизарный бедренный угол, образуемый анатомической осью бедренной кости и суставной линией бедренной

кости. Задний дистальный бедренный угол определялся в группе 2 до и после коррекции. Пример построения заднего дистального бедренного угла см. на рис. 2.3.1.1 Б. В группе 2 была определена доля корригированной деформации за счет костного компонента и мягкотканного компонента. Проведен корреляционный анализ для выявления взаимосвязи доли коррекции за счет мягкотканного и костного компонента коррекции с возрастом и дефицитом разгибания до операции по данным рентгенографии.

Параллельно с исследованием в группе 2 проводилось исследование в группе сравнения. В рутинной практике всем пациентам группы сравнения была проведена рентгенография обеих нижних конечностей в ходе обследования по основному заболеванию. В рамках научной работы пациентам группы сравнения было проведено клинико-рентгенологическое обследование здоровой конечности: проведена гониометрия, Rg-ангулометрическая оценка объема движений в коленном суставе. Рентгенография здоровой конечности проводилась в положении лежа на боку с максимальным пассивным разгибанием голени. Гониометрия проводилась с помощью транспортира-гониометра по методике, описанной Маркс В.О. (1976) [34] в положении лежа на спине с определением максимального пассивного разгибания в коленном суставе и в положении стоя с определением максимального активного разгибания. На основании данных обследования пациентов группы сравнения и их сопоставления с данными исследуемых групп 1 и 2 были определены целевые значения пассивного разгибания в коленном суставе по данным гониометрии и рентгенографии и целевые значения активного разгибания по данным гониометрии у детей в возрасте 7-12 лет при выполнении оперативного лечения сгибательных контрактур коленных суставов. Также были определены критерии достижения целевой коррекции сгибательных контрактур коленных суставов методом переднего гемиэпифизиодеза, которые вошли в основу алгоритма завершения коррекции сгибательных контрактур коленных суставов у детей с ДЦП от 7 до 12 лет методом переднего гемиэпифизиодеза (Патент РФ на изобретение №2746974 от 22.04.2021 «Способ определения достижения коррекции сгибательной контрактуры в коленном суставе у детей со спастическими формами ДЦП при выполнении гемиэпифизиодеза у детей 7-12 лет»).

Пациентам группы сравнения проводилось измерение заднего дистального бедренного угла. На основании сравнения этого параметра с данными, полученными в группе 2 до оперативного лечения, был сделан вывод о влиянии спастичности мышц-сгибателей голени у пациентов со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне ДЦП на конфигурацию дистального сегмента бедренной кости и на темпы коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза у данной категории пациентов. Заключительным

этапом исследования, на основании полученных результатов разработана тактика хирургического лечения сгибательных контрактур коленных суставов.

2.3 ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

2.3.1 Рентгенография нижних конечностей

Всем детям группы 2 до оперативного лечения проводилась рентгенография нижних конечностей в прямой и боковой проекции в положении лежа на спине с целью определения потенциала роста дистального эпифиза бедренной кости и дооперационного угла деформации на уровне коленного сустава. Центрация снимка проводилась на область суставной щели коленного сустава.

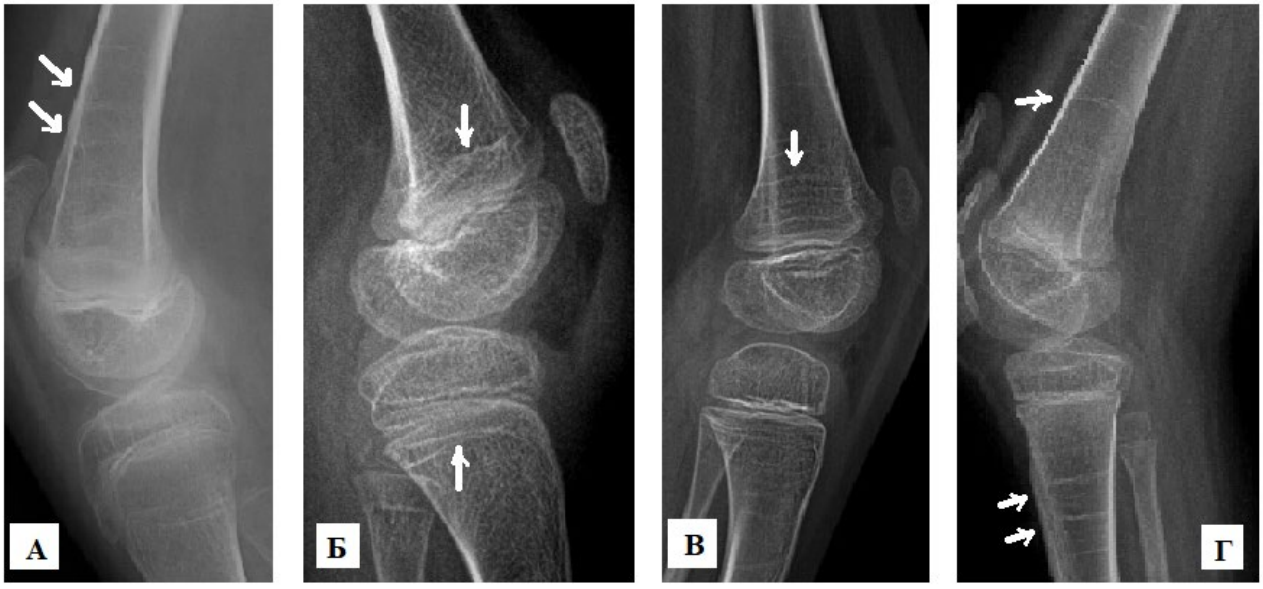


Рис. 2.3.1.1 А-Г. Рентгенограммы пациентов группы 2. Стелками указаны зоны перестройки костной ткани.

Процедура проводилась в присутствии врача, поскольку спастичность мышц, подверженность панике пациентов с ДЦП создают трудности в укладке, особенно в боковой проекции. В укладке использовались рентген-негативные подушки-разделители, которые подкладывались под контрлатеральную ногу для того, чтобы исключить заваливание ребенка на живот и ротацию исследуемой конечности. Разгибание конечности в тазобедренном и коленном суставе проводилось давлением на переднюю поверхность бедра в проксимальном отделе и давлением на заднюю поверхность голени в дистальном отделе. Очень важно исключить ротацию мыщелков бедренной кости при выполнении рентгенографии в боковой проекции для уменьшения погрешности измерений – контуры мыщелков должны совпадать на рентгенограмме. Для достижения такого результата использовалось наведение в режиме скопии. При оценке рентгенограмм учитывалось наличие открытой зоны роста, что является

обязательным условием для выполнения временного гемиэпифизиодеза. На рентгенограмме коленных суставов в прямой проекции зона роста может выглядеть узкой или закрытой, потому что она не перпендикулярна направлению рентгеновских лучей. Боковые рентгенограммы в этом отношении более информативны. Измерения угла пассивного разгибания в коленном суставе проводились по среднедиафизарным линиям, проведенным в средних третях бедренной и большеберцовой костей, с выполнением рентгенограмм от середины бедренной кости до середины большеберцовой кости (см. рис.2.3.1.1 А). Измерения углов проводились в программе Synapse 4.2.1 (производитель FUJIFILM Medical Systems, U.S.A., Inc.) с помощью встроенных измерительных инструментов.

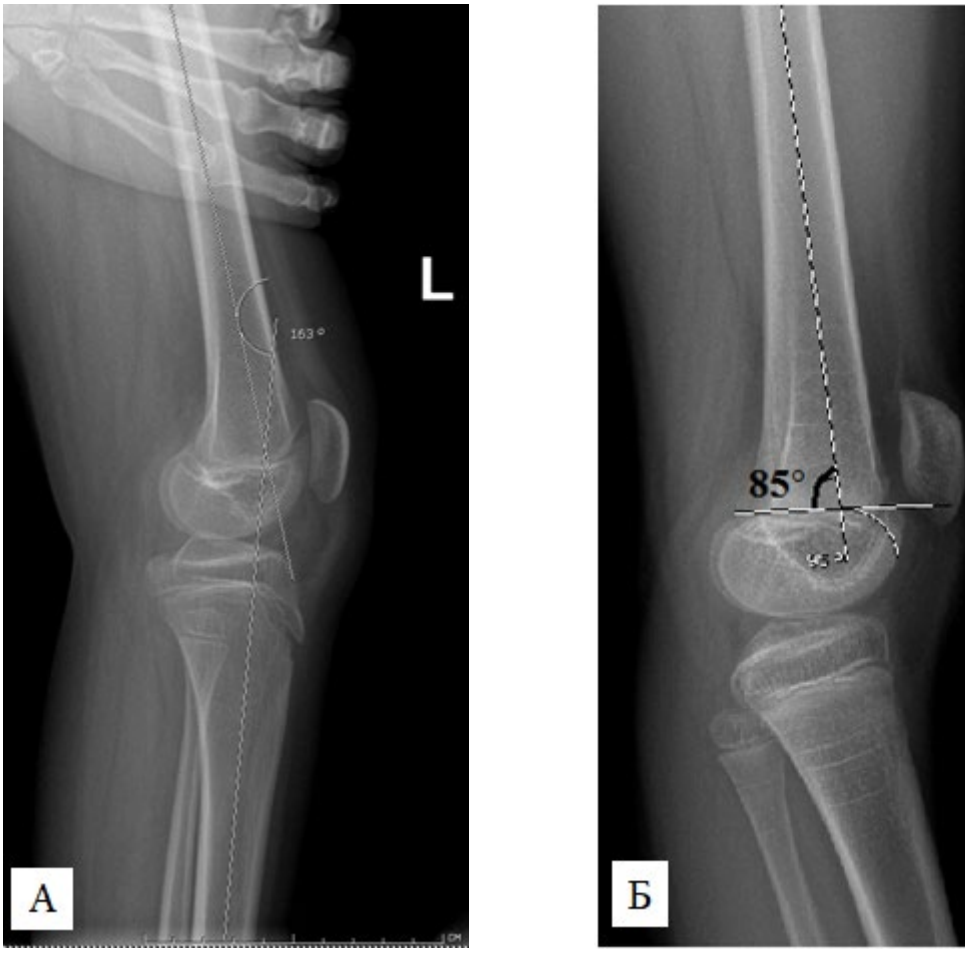


Рис. 2.3.1.2 А - Пример построения большеберцово-бедренного угла в программе Synapse. Б - Пример построения заднего дистального бедренного угла в программе Synapse.

В первые послеоперационные сутки рентгенография проводилась для послеоперационного контроля. В межгоспитальный период пациентам выполнялась

рентгенография нижних конечностей в прямой проекции лежа на спине и в боковой проекции в положении лежа на боку с максимальным пассивным разгибанием в коленном суставе каждые 4 месяца по месту жительства амбулаторно. Рентгенограммы высылались лечащему врачу с помощью интернет-ресурсов.

Пациентам группы сравнения рентгенография нижних конечностей проводилась до операции в прямой проекции лежа на спине и боковой проекции лежа на боку в положении максимального разгибания в коленном суставе.

2.3.2 Интраоперационная рентгеноскопия

Контроль правильности установки имплантов в группе 2 на каждом этапе проводили с применением электронно-оптического преобразователя (С-дуга OEC 9900 Elite GE Healthcare) в двух проекциях (см. рис.2.3.2.1). На рентгенограммах мы получаем двухмерную проекцию, поэтому при проведении интраоперационной рентгеноскопии важно соблюдать правильную ориентацию С-дуги относительно операционного поля. Учитывая вариативность форм эпифиза бедренной кости у пациентов со сгибательными контрактурами коленных суставов, в расположении инструментов, меток, укладок конечности для рентгеноскопии следует ориентироваться на плоскость операционного стола и плоскость экрана С-дуги. Ренгтен-позитивные метки в зоне роста желательно располагать строго параллельно либо перпендикулярно плоскости операционного стола. При выполнении рентгенографии желательно стремиться к тому, чтобы метка располагалась строго перпендикулярно плоскости экрана С-дуги (в таком случае ее двухмерная проекция будет стремиться к форме точки). Такая ориентировка позволит в большинстве случаев избежать погрешности установки металлоконструкции, связанной с неправильно выбранной двухмерной проекцией.

2.4 КЛИНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

При обследовании применялись общепринятые методы клинического обследования, с помощью которых оценивали общее состояние пациентов. Пациентам с ДЦП до операции и при необходимости в раннем послеоперационном периоде проводился осмотр врачом-неврологом. Врач-невролог определял форму и уровень сформированности «больших» моторных функций с помощью GMFCS (Gross Motor Function Classification System) – описательной системы, учитывающей степень развития моторики и ограничения движений в повседневной жизни. В раннем послеоперационном периоде при усилении гиперкинезов, спастичности мышц, тревожности ребенка врачом-неврологом назначалась соответствующая



Рис.2.3.2.1. А Проведение интраоперационной рентгеноскопии. Б – контрольный снимок в сагиттальной плоскости после установки пластин. В - контрольный снимок во фронтальной плоскости после установки пластин. Стрелками указана зона роста.

симптоматическая терапия. Вместе с врачом-неврологом планировались объем и время реабилитации и дальнейшая ботулинотерапия.

При сборе жалоб у пациентов групп 1 и 2 отмечалось ограничение и болезненность движений в коленных суставах, нарушение походки по спастическому типу, быстрая утомляемость при вертикализации и ходьбе, трудности в уходе, утрата имевшихся двигательных навыков, связанная с деформацией нижних конечностей.

В ходе сбора анамнеза внимание уделялось следующим его аспектам: перинатальный анамнез, анамнез жизни, темпы раннего психического и моторного развития, возраст начала ходьбы. Обращали внимание на возраст первичной постановки диагноза ДЦП. Выяснялся возраст манифестации сгибательной контрактуры коленных суставов, связь со скачком роста ребенка, особенности клинических проявлений, полученная медикаментозная терапия, наличие проведенных оперативных вмешательств, объем и кратность немедикаментозных реабилитационных мероприятий. Важно выяснить, когда проводилась ботулинотерапия в мышцы-сгибатели голени, чтобы избежать необоснованного оперативного вмешательства. Выяснение наличия коморбидных состояний, в особенности, псевдобульбарного синдрома, эпилепсии, особенно важно для правильного ведения пациента на всех этапах его госпитализации – до операции, во время проведения анестезиологического пособия и в

послеоперационном периоде. Не менее важно выявление коморбидных заболеваний, которые могут служить противопоказанием для проведения хирургического вмешательства.

2.4.1 Оценка ортопедического статуса

Ортопедический статус пациентов проспективной группы определялся при каждой госпитализации или консультации. Оценивались двигательные навыки – может ли пациент ходить самостоятельно или с поддержкой, или со вспомогательными средствами опоры. Двигательные возможности детей исследуемых групп 1 и 2 ограничивались как фоновым заболеванием, так и выраженностью сгибательной контрактуры коленных суставов. В группе 1 самостоятельно передвигались 2 пациента (5%); передвигались с помощью взрослого с поддержкой за одну руку - 3 пациента (7,5%); с поддержкой за обе руки – 14 пациентов (35%); передвигались в кресле при помощи взрослого - 21 пациент (52,5%).

В группе 2 передвигались самостоятельно с ходунками - 1 пациент (5%); самостоятельно с четырехопорной тростью - 1 пациент (5%); самостоятельно на четвереньках – 1 пациент (5%); с помощью взрослого с поддержкой за одну руку - 3 пациента (15%); с поддержкой за обе руки – 3 пациента (15%); в кресле без посторонней помощи - 4 пациента (20%); в кресле при помощи взрослого - 7 пациентов (35%).

Проводилась видеозапись походки в двух проекциях. Имеет значение, может ли пациент стоять самостоятельно или с поддержкой. Также имеет значение, сидит ли пациент самостоятельно или с опорой. Удерживает ли самостоятельно голову. Обращалось внимание на оси верхних, нижних конечностей и позвоночника. Измерение абсолютной длины нижних конечностей проводилось посегментарно с помощью сантиметровой ленты – от большого вертела до латерального мыщелка бедренной кости и от латерального мыщелка до латеральной лодыжки большеберцовой кости. В случае гемиплегии нередко длина пораженной конечности бывает меньше контрлатеральной (из 20 пациентов в исследовании с диагнозом спастическая гемиплегия у 19-ти – 95% -присутствует укорочение нижней конечности на стороне поражения). Измерение относительной длины нижних конечностей проводилось также с помощью сантиметровой ленты от большого вертела бедренной кости до латеральной лодыжки. В случае выявления относительного укорочения одной нижней конечности особенно важно обращать внимание на сопутствующий перекос таза и возможное формирование вторичного сколиоза. У всех детей проверялся тест Адамса, при положительном тесте проводилась рентгенография позвоночника, стоя в ортезах в прямой и боковой проекции от седьмого шейного позвонка до средней трети бедер. При выявлении

рентгенологических признаков сколиоза проводилась консультация вертебролога. В группе 1 у одного пациента из 20-ти выявлен юношеский идиопатический правосторонний поясничный сколиоз 3 степени, рекомендовано оперативное лечение.

Гониометрия проводилась с помощью транспортира- гониометра по методике, описанной Маркс В.О. (1957): «В коленном суставе происходят движения в сагиттальной плоскости, и в этой же плоскости устанавливают угломер, приложенный к наружной поверхности ноги. Шарнир угломера располагается в области суставной щели, одна бранша идет вдоль голени, параллельно гребню большой берцовой кости, другая — по оси бедра» (Маркс, В. О. (1978). Ортопедическая диагностика: Руководство-справочник. С91 [34]). С помощью транспортира-гониометра определялся объем движений в каждом суставе для определения ортопедического статуса ребенка в положении лежа на спине (см. рис.2.4.1.1). При оценке ортопедического статуса акцентировали внимание на выявлении контрактур тазобедренных, коленных и голеностопных суставов. Объем движений в суставах и дефицит разгибания измерялся по нейтральному ноль-проходящему методу, где за 0° принималось положение разгибания в коленном суставе 180°.

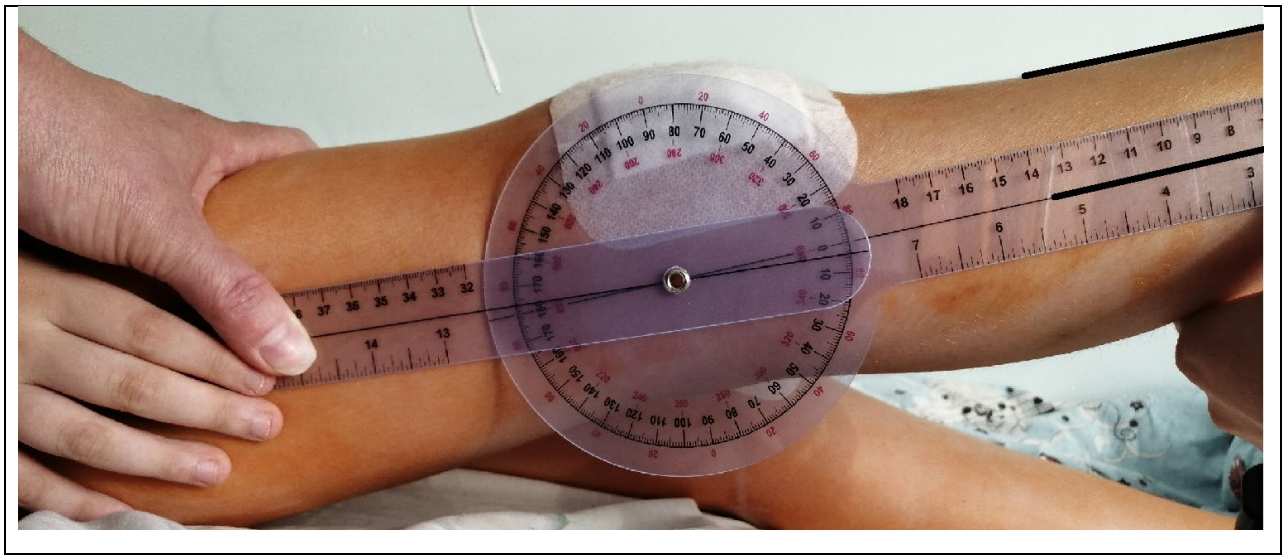


Рис. 2.4.1.1 Ангулометрия движений в коленном суставе с транспортиром-гониометром

Пациентам группы сравнения проводилось также определение объема активного разгибания голени в положении стоя.

2.4.2 Оценка вовлечения различных групп мышц в формирование сгибательной установки в коленном суставе.

Хамстринг-тест или тест Тардье

Для определения степени участия медиальной группы сгибателей голени (m.semitendinosus, m.semimembranosus) в формировании сгибательной контрактуры коленных суставов мы пользуемся следующим тестом. Больной лежит на спине с выпрямленными в тазобедренных и коленных суставах ногами, таз не должен отрываться от плоскости кушетки во время исследования. Исследующий сгибает ногу больного в тазобедренном суставе до угла 90˚, после чего пассивно разгибает голень. Родитель пациента в это время прижимает противоположную ногу ребенка к плоскости кушетки. Если угол возможного пассивного разгибания не превышает 120°, тест считается положительным (см. рис.2.4.2.1). Измерение угла разгибания в коленном суставе проводится между вертикальной линией, проходящей вдоль бедра через коленный сустав, и линией, проходящей вдоль оси голени через коленный сустав (угол, образуемый бедром и голенью). Неподвижное плечо гониометра помещают на латеральную поверхность бедра вдоль его продольной оси, проходящей от большого вертела к латеральному мыщелку бедра. Подвижное плечо гониометра располагают на латеральной поверхности голени, вдоль ее оси от головки малоберцовой кости к латеральной лодыжке. Ось гониометра должна совпадать с центром коленного сустава.

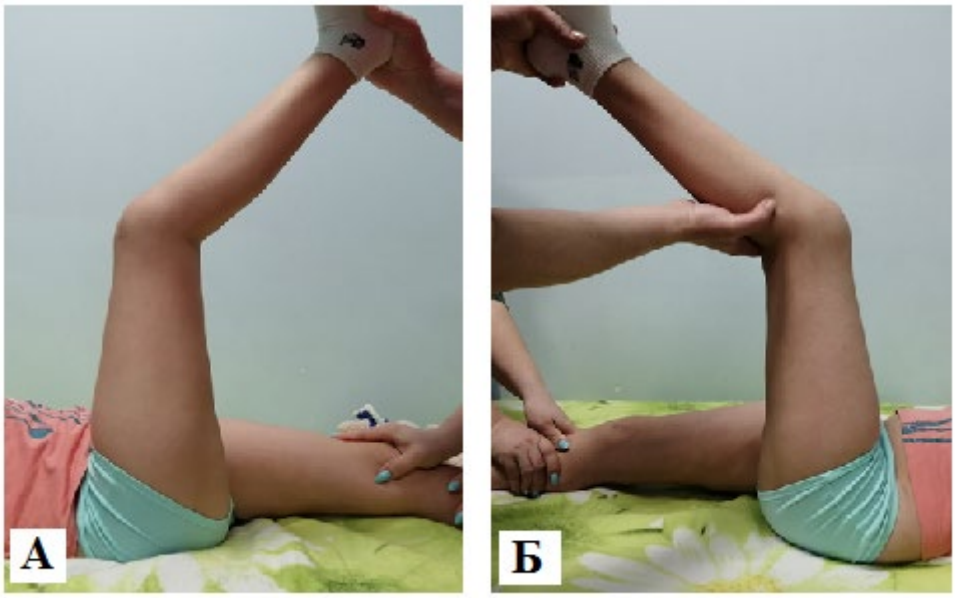


Рис.2.4.2.1 проведение хамстринг-теста. А – правая нога, Б – левая нога.

Дифференциацию между фиксированной контрактурой коленного сустава и спастичностью медиальной группы сгибателей бедра осуществляют по параметрам теста при медленном и быстром пассивном разгибании в коленном суставе: разница более 15° указывает на наличие спастичности.



А Б В

Рис.2.4.2.2 проведение Дункан-Эли теста. А – исходное положение. Б – сгибание левой ноги в коленном суставе, В – сгибание правой ноги в коленном суставе. Тест положительный, т.к. при сгибании конечности приподнимается таз.

Дункан-Эли тест (или «rectus-тест») позволяет определить спастичность и/или укорочение прямой мышцы бедра (m. rectus femoris). Больной лежит на животе с выпрямленными в тазобедренных и коленных суставах ногами (см. рис.2.4.2.2). Врач сгибает исследуемую конечность в коленном суставе. При спастичности или укорочении прямой мышцы бедра во время выполнения теста будет происходить сгибание в тазобедренном суставе, что приведет к приподниманию таза (тест положительный). Это объясняется тем, что m. rectus femoris является двусуставной мышцей.

Учитывая то, что при ДЦП в той или иной степени спастичности и образованию контрактур подвержены мышцы всех сегментов нижних конечностей, обследование пациента не ограничивается изучением состояния коленных суставов, а проводится комплексно. А с учетом того, что ортопедическая патология у детей с ДЦП прогрессирует в процессе роста и на начальном этапе не вызывает жалоб, комплексное обследование проводится при каждом посещении врача для своевременного ее выявления.

Тест Сильвершельда (или трицепс-тест) проводится в положении пациента лежа на спине (см. рис.2.4.2.3). Врач сгибает тестируемую ногу в тазобедренном и коленном суставах. На нетестируемой стороне нога удерживается родителем в разогнутом положении в коленном и тазобедренном суставах. Проводится измерение тыльного сгибания стопы при согнутом положении ноги в коленном и тазобедренном суставах и при разогнутом положении в коленном и тазобедренном суставах. Уменьшение объема тыльного сгибания в голеностопном суставе при разгибании конечности говорит о спастичности/укорочении

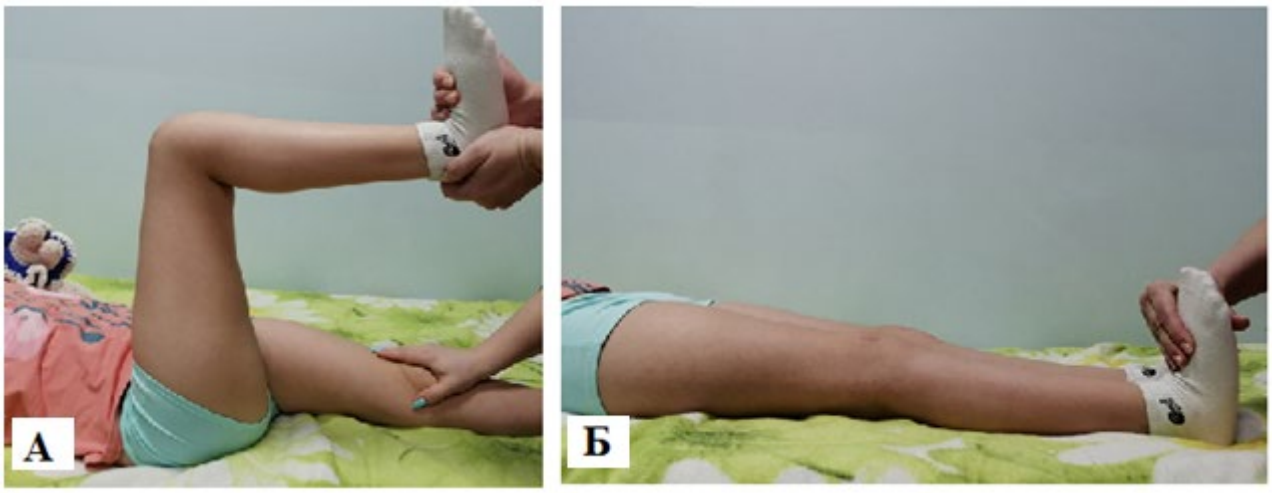


Рис.2.4.2.3 А – оценка спастичности/укорочения камбаловидной мышцы. Б – оценка спастичности/укорочения трехглавой мышцы.

икроножных мышц, а недостаточное тыльное сгибание в согнутом в тазобедренном и коленном суставах положении конечности говорит о вовлечении камбаловидной мышцы.

Проводилось определение объема **отведения в тазобедренных суставах** при выпрямленных коленных суставах для оценки вовлеченности всех мышц, приводящих бедро, в том числе двусуставных мышц-сгибателей голени в положении пациента лежа на спине. Определение объема отведения в тазобедренных суставах при согнутых под 90° коленных суставах проводилось для оценки вовлеченности приводящих мышц бедра (mm, adductor magnus, adductor longus, adductor brevis). При достижении отведения менее 40° за счет спастичности мышц (Разница более 15° между измерениями с проведением медленного и быстрого разведения бедер) было рекомендовано проведение ботулинотерапии. При достижении отведения менее 40° за счет формирования истинной контрактуры проводилась апоневротомия приводящих мышц бедра. В группе 2 закрытая апоневротомия приводящих мышц бедра с двух сторон была двум пациентам с приводящей контрактурой тазобедренных суставов.

2.4.3 Шкала-опросник Gillette FAQ

С целью стандартизированной оценки функциональных способностей пациентов к передвижению до и после оперативного лечения применяли шкалу-опросник Gillette FAQ (Gillette Functional Assessment Questionnaire), (см таблицу 2.4.3.1).

Таблица 2.4.3.1 Оценка двигательной активности пациентов по шкале-опроснику Gillette FAQ.

Баллы	Уровень двигательной активности по шкале Gillette FAQ
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

Опросник заполняется врачом во время сбора анамнеза с родителями. Представленная шкала была впервые разработана в лаборатории Gillette Children's Specialty Healthcare (США) в 2000 году. Изначально она была разработана для стандартизированной оценки исходов ортопедо-хирургических вмешательств и функциональных нейрохирургических операций (в основном - дорсальных селективных ризотомий). В настоящее время шкала-опросник широко используется для оценки результатов лечения детей с двигательными нарушениями [9], в том числе – с ДЦП, в российской [4, 13, 33, 58, 162] и зарубежной литературе [74, 98, 108, 116, 130, 136, 164]. Шкала-опросник подходит даже для детей с ДЦП IV уровня по шкале больших моторных функций GMFCS

(самостоятельное передвижение ограничено, могут использоваться моторизированные средства передвижения, возможна вертикализация с поддержкой).

Таким образом, всем детям группы 2 и пациентам группы сравнения проводилась рентгенография нижних конечностей в прямой и боковой проекции в положении лежа на спине с максимальным пассивным разгибанием. Измерения угла разгибания в коленном суставе проводились по среднедиафизарным линиям, проведенным в средних третях бедренной и большеберцовой костей, с выполнением рентгенограмм от середины бедренной кости до середины большеберцовой кости. Контроль правильности установки имплантов в группе 2 на каждом этапе проводили с применением рентгеноскопии в двух проекциях.

При обследовании применялись общепринятые методы клинического обследования, с помощью которых оценивали общее состояние пациентов. При обследовании пациентов исследуемой проспективной группы учитывались такие факторы как форма ДЦП, уровень сформированности моторных функций по GMFCS, возраст пациента, жалобы, анамнез заболевания, фаза роста скелета, наличие и степень выраженности контрактур нижних конечностей, клинико-рентгенологическая оценка сгибательной контрактуры коленного сустава, наличие коморбидных состояний, заболеваний. При сборе жалоб у пациентов групп 1 и 2 отмечалось ограничение и болезненность движений в коленных суставах, нарушение походки по спастическому типу, быстрая утомляемость при вертикализации и ходьбе, трудности в уходе, утрата имевшихся двигательных навыков, связанная с деформацией нижних конечностей. Ортопедический статус пациентов проспективной группы определялся при каждой госпитализации или консультации. Проводилась видеозапись походки в двух проекциях. Гониометрия проводилась с помощью транспортира- гониометра по методике, описанной Маркс В.О. (1957) [34]. Для оценки вовлечения различных групп мышц в формирование сгибательной установки в коленном суставе проводился Хамстринг-тест (или тест Тардье), Дункан-Эли тест (или «rectus-тест»), тест Сильвершельда (или трицепс-тест). При выявлении сочетанной ортопедической патологии проводились сочетанные оперативные вмешательства или была рекомендована их плановая коррекция отдельным этапом. С целью стандартизированной оценки функциональных способностей пациентов к передвижению до и после оперативного лечения применяли шкалу-опросник Gillette FAQ (Gillette Functional Assessment Questionnaire). Пациентам группы сравнения проводилось также определение объема активного разгибания голени в положении стоя.

2.5 ОПЕРАТИВНЫЕ МЕТОДИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ИССЛЕДОВАНИИ

2.5.1 Методика удлинения сухожилий сгибателей голени

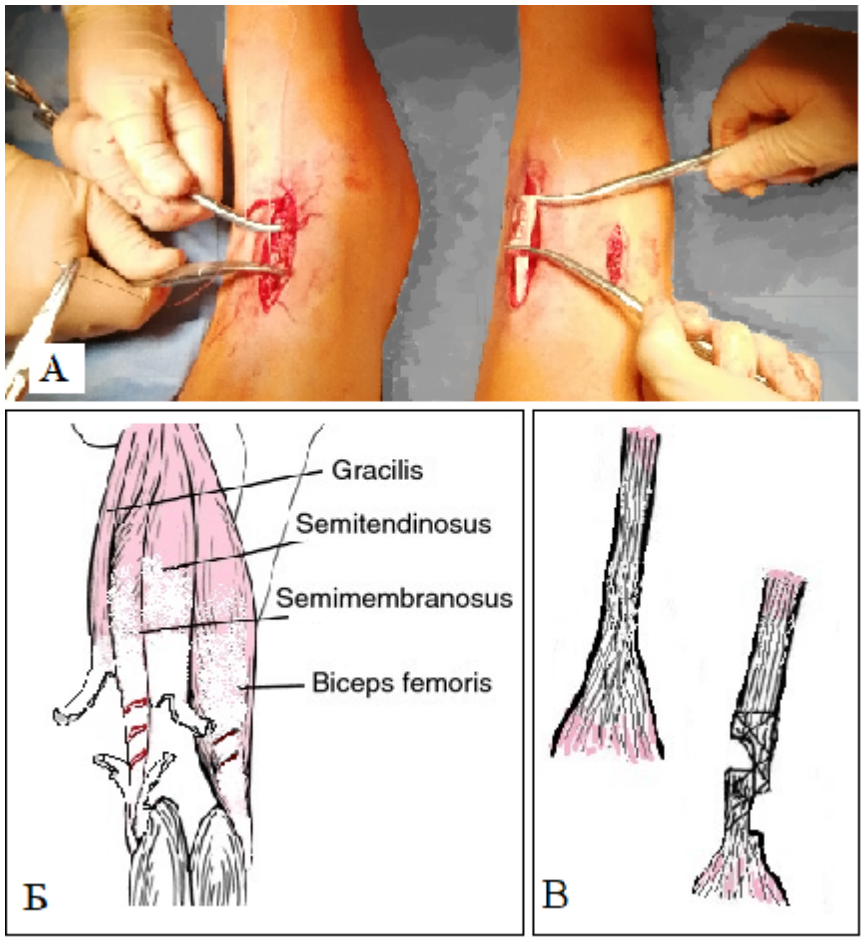


Рис. 2.5.1.1 А – удлинение медиальной группы сгибателей и m.biceps femoris двумя бригадами, прошивание z-образно удлиненных сухожилий. Б - Схема оперативного удлинения сухожилий медиальной группы сгибателей голени и m.biceps femoris. В – схема Z-образного удлинения сухожилия.

Операция выполняется двумя бригадами в случае двустороннего поражения (см. рис. 2.5.1.1 А). Положение больного на животе с валиком под голеностопные суставы. После трехкратной обработки по заднемедиальной поверхности бедра в нижней трети производится линейный разрез кожи длинной 6 см. Проводился гемостаз. Частично тупым, частично острым способом выполняется доступ к сухожильной части m. Semimembranosus, выполняется тенотомия сухожильной части (см. рис. 2.5.1.1 Б). Последовательно выполняется доступ к сухожильной части m. semitendinosus, m. gracilis. Выполняется Z-образное удлинение сухожилий m. semitendinosus, m. gracilis (см. рис. 2.5.1.1 В). Проверяется натяжение в медиальной группе сгибателей голени, объем движений в коленном суставе. Контроль на гемостаз. При необходимости (недостаточном эффекте от удлинения

медиальной группы сгибателей голени) из дополнительного разреза аналогичным образом проводят тенотомию сухожильной части m.biceps femoris. Послеоперационные раны ушиваются послойно. На раны накладываются спиртовые повязки. Нижняя конечность иммобилизуется в циркулярной гипсовой повязке от в/3 бедра до кончиков пальцев в положении коррекции на 6 недель. После снятия гипса рекомендованы массаж, ЛФК, направленные на разработку движений в коленных суставах.

2.5.2 Методика формирования дупликатуры собственной связки надколенника (низведение надколенника)

Операция выполняется двумя бригадами в случае двустороннего поражения. Накладывается жгут в верхней трети бедра. В положении больного на спине с валиком под коленными суставами, по передней поверхности коленного сустава, осуществляется прямой разрез длиной около 10 см. Частично тупым, частично острым путем осуществляется доступ к собственной связке надколенника до начала брюшка прямой мышцы бедра. Собственная связка надколенника выделяется, прошивается кисетным швом по периметру надколенника нерассасывающимся полифиламентным шовным материалом. Во время выделения собственной связки надколенника особенное внимание уделяется сохранности синовиальной

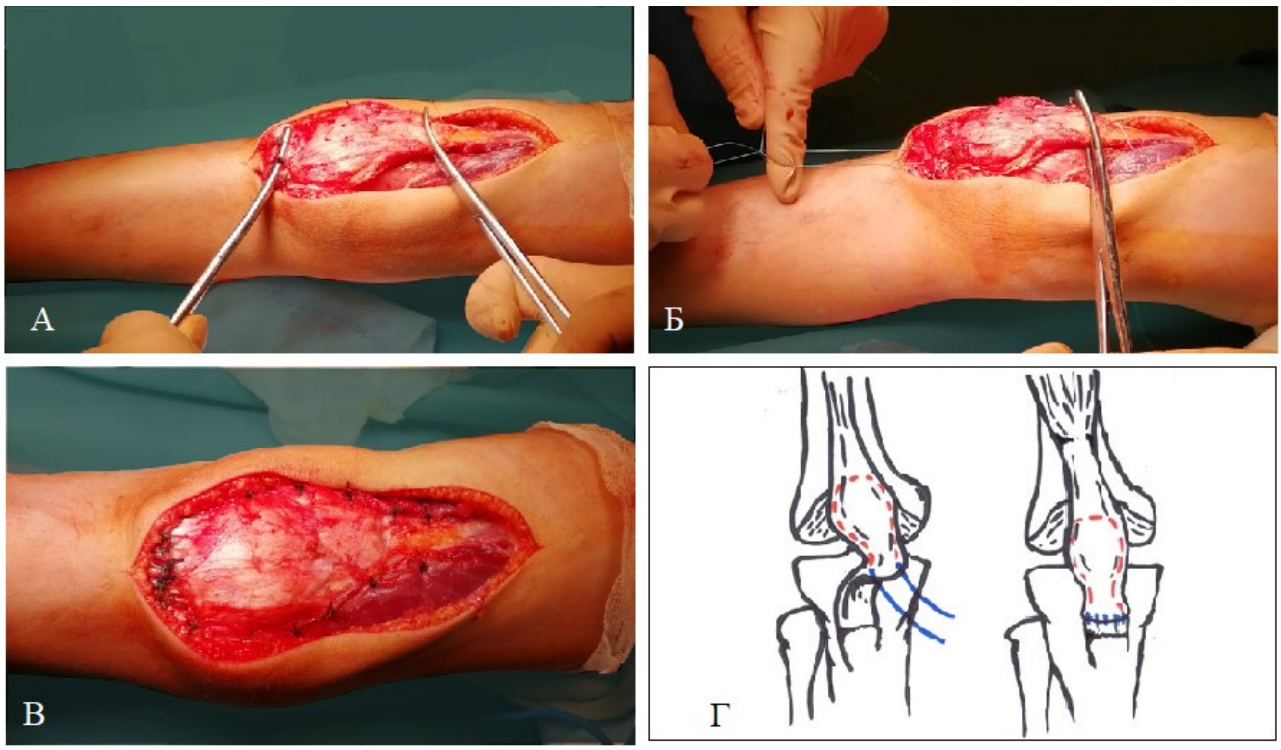


Рис.2.5.2.1 А - формирование дупликатуры собственной связки надколенника. Б - прошивание дупликатуры собственной связки надколенника. В - внешний вид перед ушиванием раны. Г - схема формирования дупликатуры собственной связки надколенника.

оболочки коленного сустава. При ее повреждении накладывается узловой шов. Собственная связка надколенника с надколенником натягиваются вниз, с помощью зажима Кохера

формируется ее дупликатура (рис.2.5.2.1 А). Дупликатура прошивается непрерывным швом, фиксируется шовным материалом к бугристости большеберцовой кости (см. рис.2.5.2.1 Б). Узловыми швами по периметру надколенника ушиваются боковые связки надколенника. Послеоперационные раны ушиваются послойно. Накладываются асептические повязки. Нижняя конечность иммобилизуется в циркулярной гипсовой повязке от в/3 бедра до кончиков пальцев в положении коррекции на 6 недель. После снятия гипса рекомендованы массаж, ЛФК, направленные на разработку движений в коленных суставах.

2.5.3 Методика проведения переднего гемиэпифизиодеза дистального эпифиза бедренной кости

Операцию производят под комбинированным наркозом: масочный наркоз препаратом Севофлуран (Севоран) + спинальная либо регионарная анестезия по выбору анестезиолога-реаниматолога. Операция проводится на рентгеннегативном столе. Положение больного - на спине. После трехкратной обработки кожи раствором антисептика с помощью инъекционной иглы под рентгеноскопией верифицируется зона роста дистального эпифиза бедренной

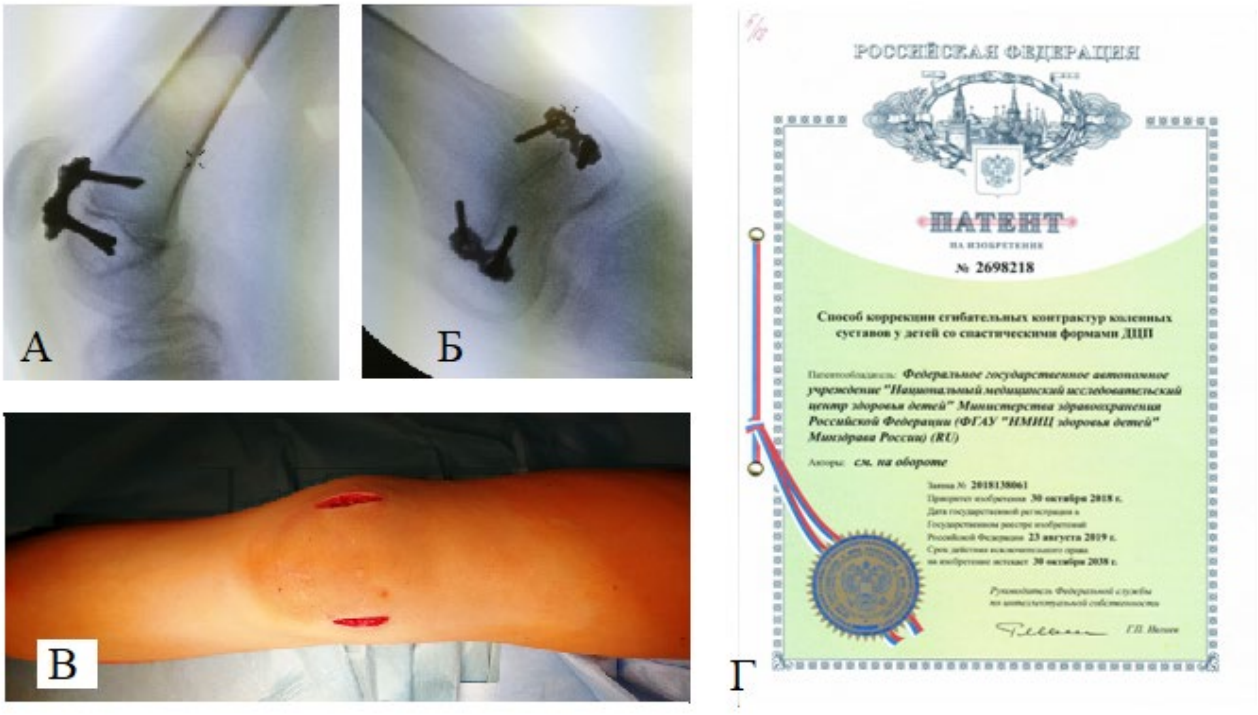


Рис.2.5.3.1 А – интраоперационная ренгеноскопия в боковой проекции, Б - интраоперационная ренгеноскопия в прямой проекции, В – внешний вид перипателлярных разрезов, Г – Патент РФ на изобретение.

кости. Выполняют перипателлярный разрез кожи по латеральной стороне надколенника длиной до 3,5 – 5,0 см в зависимости от размеров коленного сустава в проекции зоны роста, вдоль оси бедра, таким образом, что метка зоны роста располагается по центру разреза (см рис. 2.5.3.1). Затем рассекают подкожную клетчатку, капсулу и синовиальную оболочку коленного сустава для визуализации эпиметафизарной области. На всех этапах доступа проводится тщательный гемостаз. При хирургическом доступе важным условием является сохранение надкостницы интактной для профилактики возможных осложнений в виде преждевременного закрытия зоны роста. Под рентгеноскопией формируют каналы под винты, параллельно друг другу либо с небольшим расхождением и параллельно плоскости зоны роста в переднезаднем направлении, в эпифизе и метафизе выше и ниже зоны роста, причем длина винтов должна соответствовать 1/2 - 2/3 поперечника кости. Каналы под винты необходимо правильно сформировать с первого раза, поскольку кровотечение из костного канала затрудняет визуализацию. Размещают пластину на передней поверхности бедренной кости латерально от надколенника. Особое внимание необходимо уделять сохранности зоны роста и правильности введения винта в эпифиз, избегая пенетрации суставной поверхности. Винты не затягивают окончательно, чтобы не спровоцировать закрытие зоны роста. Для детей старшего возраста окончательное затягивание винтов допустимо для создания большего напряжения в зоне роста с учетом уже небольшого временного интервала активного роста ребенка. Проводится рентгеноскопия в прямой и боковой проекции для подтверждения правильности постановки винтов. Перед ушиванием раны необходимо убедиться, что сгибание в коленном суставе не затруднено. Аналогичным образом устанавливается металлоконструкция по медиальной стороне надколенника. Рану промывают и ушивают послойно. Детям с дефицитом разгибания до 15° накладывают гипсовую лонгету в положении максимального разгибания сроком до одной недели с возможностью вертикализации и разработкой движений в суставе. Детям с дефицитом разгибания более 15° проводилось гипсование нижней конечности с максимальным разгибанием в коленном суставе сроком до трех недель с возможностью вертикализации. В послеоперационном периоде рекомендованы массаж, ЛФК, направленные на разработку движений в коленном суставе. Детям, способным сидеть самостоятельно без поддержки, рекомендованы аппараты на всю нижнюю конечность с замковым шарниром на коленный сустав для вертикализации и ходьбы. Детям, не способным сидеть без поддержки, рекомендованы аппараты на нижнюю конечность с замковым шарниром на коленный сустав с отстегивающимся поясом на туловище для вертикализации и ходьбы. Всем пациентам после операции рекомендованы ночные туторы на нижнюю конечность.

В результате использования предлагаемого способа малотравматичной хирургической коррекции сгибательных контрактур коленных суставов происходит блокирование зоны роста эпифиза двумя пластинами, каждая из которых фиксируется двумя винтами, на передней поверхности дистального эпифиза бедренной кости в перипателлярной зоне коленного сустава. В процессе роста кости в части эпифизарного хряща, который прилежит к пластине, формируется зона избыточного давления, что ведет к снижению скорости роста в ней, в отличие от сгибательной поверхности коленного сустава. Пластина, связывая эпифиз и метафиз в зоне имплантации, становится точкой вращения и способствует появлению вращающего момента в процессе роста, ведущего к коррекции деформации. Центром вращательной оси коррекции являются передние пластины. Таким образом, с ростом коленного сустава дистальный эпифиз бедренной кости принимает угол наклона книзу, и угол деформации коленного сустава уменьшается. Физическая нагрузка и полная вертикализация больного допускаются через сутки после оперативного вмешательства. Обязательно выполнение рентгенографии коленного сустава в прямой и боковой проекции в положении максимального пассивного разгибания для фиксации стартовых ангулометрических показателей коленного сустава и элементов металлоконструкции и возможности оценивать рентгенограммы в динамике. Боль в послеоперационном периоде обусловлена, помимо собственно вмешательства, еще и спастикой [4]. При возникновении повышенной спастичности проводится консультация нерволога с целью назначения антиспастических препаратов. В послеоперационном периоде обязательным требованием является регулярный, 1 раз в 4 месяца, врачебный контроль для определения динамики изменения угловых параметров нижней конечности и походки пациента, правильности стояния элементов металлоконструкции, отслеживания состояния костной ткани дистального эпифиза бедренной кости, отслеживания появления деформаций бедренной кости во фронтальной плоскости.

По достижении полной коррекции деформации необходимо решать вопрос об удалении металлофиксаторов. В спорных ситуациях окончательное решение об удалении пластин рекомендуется принимать под наркозом, который позволяет оценить объем движений в коленном суставе без влияния спастики. В раннем послеоперационном периоде после операции удаления пластин болевой синдром не выражен. Однако, если у пациента отмечается повышенная эмоциональная лабильность, сопутствующий диагноз эпилепсия, то масочный наркоз дополняется спинальной либо регионарной анестезией. Решение об объеме анестезии принимает анестезиолог-реаниматолог.

Детям с уровнем двигательных возможностей I-III GMFCS, детям с избыточной массой тела рекомендовано выбирать длинные винты (более половины поперечника кости), регулярно проводить рентгенографию для контроля положения винтов ввиду высокого риска их выкручивания во время движений в коленном суставе. ЛФК на коленные суставы проводить в щадящем режиме с акцентом на разгибание. Сгибать голень желательно в пределах 80°.

2.6 СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Основываясь на данных предыдущих исследований оперативного лечения сгибательных контрактур коленных суставов у детей с ДЦП [152], мы имеем возможность рассчитать минимальный объем выборки для выявления клинически значимой разности средних величин в 10° при мощности исследования 80%, уровне значимости (α), равном 0,05, и значении среднего квадратического отклонения для основного изучаемого показателя (σ), равном 12°. Рассчитанный по Формуле Лера для средних величин [117] минимальный объем выборки в каждой группе составляет 24 измерения коленных суставов. Следовательно, объем нашей выборки достаточен для проведения исследования.

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016 и с помощью программы ORIGIN PRO-2018. Статистическая обработка полученных данных выполнена с помощью программы Statistica version 13.5.0.17 TIBCO Software Inc.

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению. Для этого использовался критерий Шапиро-Уилка, сравнение медианы и среднего арифметического, а также оценивались показатели асимметрии и эксцесса частотных гистограмм статистического распределения. Количественные показатели объединялись в вариационные ряды, в которых проводился расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ). Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Таблица 2.6.1 Выбор статистического критерия в исследовании.

Признаки и распределение	**определение достоверности различий**		**корреляционный анализ**
	независимые группы	**одна группа до и после оперативного лечения**	
Количественный, Нормальное распределение	t-критерий Стьюдента	парный t-критерий Стьюдента	коэффициент корреляции r Пирсона
Количественный, Ненормальное распределение	U-критерий Манна-Уитни	W-критерий Уилкоксона	коэффициент ранговой корреляции ρ Спирмена
Качественный признак	Точный p - критерий Фишера		

Для сравнения результатов до и после оперативного лечения в одной группе исследования для выборок с нормальным распределением использовался парный критерий Стьюдента. Полученные значения парного t-критерия Стьюдента сравнивались с критическими значениями. Существенные изменения показателя признавались при значении рассчитанного t выше критического. Для проверки различий между двумя сравниваемыми парными выборками с распределением, отличающимся от нормального, нами применялся W-критерий Уилкоксона.

Таблица 2.6.2 Шкала Чеддока для интерпретации значения коэффициента корреляции.

Абсолютное значение критерия	**Теснота (сила) корреляционной связи**
менее 0,3	слабая
от 0,3 до 0,5	умеренная
от 0,5 до 0,7	заметная
от 0,7 до 0,9	высокая
более 0,9	весьма высокая

Если рассчитанное значение W было меньше или равно критическому, заключался вывод о наличии статистической значимости различий сравниваемых выборок.

Для сравнения результатов между группами использовался критерий Стьюдента для выборок с нормальным распределением. Полученные значения t-критерия Стьюдента оценивались путем сравнения с критическими значениями. Для сравнения независимых совокупностей в случаях отсутствия признаков нормального распределения данных использовался U-критерий Манна-Уитни. Рассчитанные значения U-критерия Манна-Уитни сравнивались с критическими при заданном уровне значимости: в том случае, если рассчитанное значение U было равно или меньше критического, признавалась статистическая значимость различий.

В качестве показателя тесноты связи между количественными показателями, имеющими нормальное распределение, использовался коэффициент корреляции r Пирсона. Значения коэффициента корреляции r интерпретировались в соответствии со шкалой Чеддока. С целью изучения связи между явлениями, представленными количественными данными, распределение которых отличалось от нормального, использовался непараметрический метод – расчет коэффициента ранговой корреляции ρ Спирмена. Значения коэффициента корреляции ρ интерпретировались также в соответствии со шкалой Чеддока (см. табл. 2.6.2).

Для сравнения частоты признака между двумя разными группами пациентов применялся точный критерий Фишера в тех случаях, когда число ожидаемых наблюдений в любой из ячеек четырехпольной таблицы было менее 5. Полученное значение точного критерия Фишера p более 0,05 свидетельствовало об отсутствии статистически значимых различий. Значение p менее 0,05 – об их наличии. Тактика выбора статистического критерия описана в таблице 2.6.1. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке всех нулевых гипотез принималось равным 5% (p = 0,05).

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГРУППЕ СРАВНЕНИЯ

3.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАССИВНОГО И АКТИВНОГО РАЗГИБАНИЯ В КОЛЕННОМ СУСТАВЕ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 7-12 ЛЕТ.

Среди пациентов группы сравнения средний угол разгибания в коленном суставе в положении лежа с пассивным разгибанием голени составил 6° рекурвации (±2°), от -1 до -11°, по данным гониометрии; и 13° рекурвации (±4°), от -4° до -20°, по данным рентгенографии в положении лежа на боку. Средний угол активного разгибания в положении стоя по данным гониометрии составил 4° рекурвации (±2°), от 180° до 9° рекурвации (см. Таблицу 3.1 и рис.3.1).

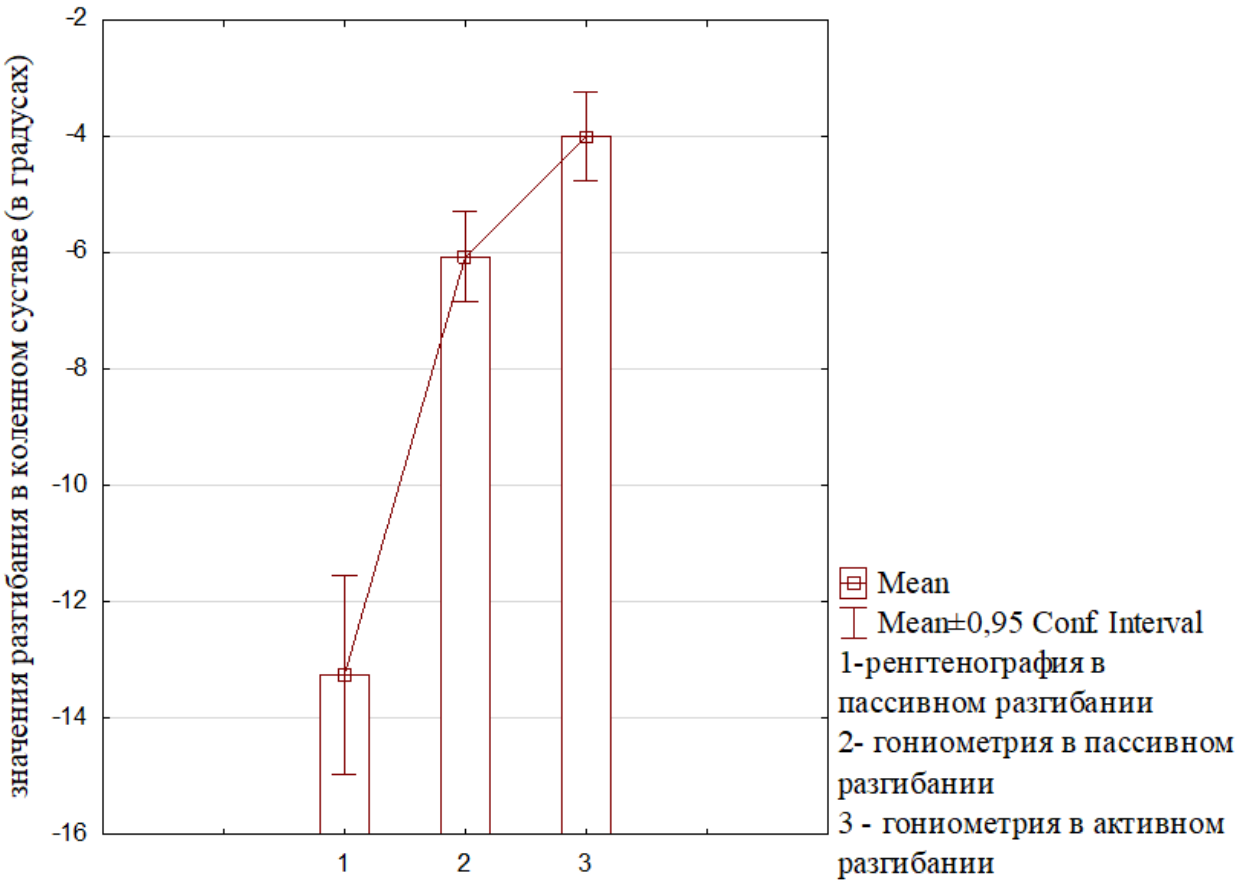


Рис. 3.1.1 Средние значения ангулометрии коленного сустава пациентов группы сравнения.

Не выявлено статистически значимой связи между углом разгибания по результатам рентгенографии и гониометрии и возрастом ребенка в группе ($p>0.05$). На рис. 3.3 приведен

клинический пример активного и пассивного разгибания голени у девочки 11 лет, которая проходила лечение укорочения одной нижней конечности на 1,5 см.

Сравнение результатов обследования группы сравнения со средними значениями ангулометрии в исследуемых группах 1 и 2 представлено в Таблице 3.1. 19-ти Пациентам группы 1 было проведено низведение надколенника для коррекции активного разгибания голени. Средний дефицит активного разгибания голени составил 13°(±6°), от 10 до 20°. Различия с данными активного разгибания пациентов группы сравнения статистически значимы ($p<0,05$). Все показатели, определяемые в группе сравнения, статистически значимо отличаются от аналогичных показателей исследуемых групп 1 и 2 ($p<0,05$).

Таблица 3.1.1 Сравнение значений ангулометрии в группах 1 и 2 со значениями в группе сравнения

	Группа сравнения	Группа 1 до операции	Группа 2 до операции
Пассивное разгибание по данным рентгенографии	- 13°(±4°), от -4° до -20°	-	17°(±9°), от 7° до 36° *
Пассивное разгибание по данным гониометрии	-6°(±2°), от -1° до -11°	24,6°(±7°), от 10° до 40° *	22°(±7°), от 10° до 38° *
Активное разгибание по данным гониометрии	-4°(±2°), от -180° до -9°	32,3°(±5°), от 23° до 40° *	-
Задний дистальный бедренный угол	88° ±3°, от 82° до 95°	-	89,5° (±2,5°), от 88 до 92°

Примечание: * - критерий достоверности ($p<0,05$) в сравнении со значениями ангулометрии в группе сравнения.

На основании результатов группы сравнения нами определен целевой объем пассивного разгибания у детей 7-12 лет при выполнении хирургической коррекции сгибательных контрактур коленных суставов на фоне ДЦП, в том числе методом временного переднего гемиэпифизиодеза (см. Таблицу 3.2). Целевой объем пассивного разгибания составляет по данным гониометрии в положении лежа на спине от 8° до 4° рекурвации и от

17° до 9° рекурвации по данным рентгенографии коленного сустава в боковой проекции в положении лежа на боку. Целевой объем активного разгибания у детей 7-12 лет с ДЦП при выполнении временного переднего гемиэпифизиодеза составляет от 6° до 2° рекурвации в положении стоя по данным гониометрии. Меньшие значения максимального пассивного разгибания по данным рентгенографии и гониометрии могут служить поводом отложить удаление металлоконструкций при выполнении переднего гемиэпифизиодеза. Для расчетов показателей эффективности оперативного лечения в группе 2 целевым значением угла максимального пассивного разгибания в коленном суставе после достижении коррекции ($ПР_{иск,}$ °) было выбрано -6° рекурвации.

Таблица 3.1.2 Целевые значения ангулометрии при выполнении хирургической коррекции сгибательных контрактур коленных суставов, в том числе методом переднего гемиэпифизиодеза 7-12 лет с диагнозом ДЦП

	Пассивное разгибание	Активное разгибание
Рентгенография	от -17° до -9°	-
Гониометрия	от -8 до -4°	от -6° до - 2°

Поскольку объем активных движений у большинства пациентов с ДЦП ограничен по причине спастичности мышц, гониометрия и рентгенография проводится с оценкой объема пассивных движений. В этой связи особенно ценны данные группы сравнения об объеме пассивного разгибания в коленном суставе по данным гониометрии и рентгенографии.

Полученные данные были взяты за основу алгоритма завершения постепенной коррекции сгибательных контрактур коленных суставов у детей с ДЦП от 7 до 12 лет методом переднего гемиэпифизиодеза. (Патент РФ на изобретение №2746974 от 22.04.2021 «Способ определения достижения коррекции сгибательной контрактуры в коленном суставе у детей со спастическими формами ДЦП при выполнении гемиэпифизиодеза у детей 7-12 лет») – см. рис. 3.2). Способ определения достижения коррекции после выполнения переднего гемиэпифизиодеза заключается в следующем. В послеоперационном периоде, каждые 4 месяца, амбулаторно, по месту жительства пациентам проводят рентгенографию в прямой и боковой проекции оперированной конечности с захватом бедра и голени, с центрацией на коленном суставе, в положении пассивного разгибания, и отправляют лечащему врачу с использованием интернет-ресурсов. С учетом специфической укладки для детей с ДЦП при выполнении рентгенографии (положение пассивного разгибания конечности в коленном суставе в боковой проекции при наличии спастики, паники у ребенка, зачастую сниженные когнитивные способности на фоне основного заболевания), и технических сложностей выполнения такой укладки, при достижении разгибания примерно

180° в коленном суставе, ребенок обследуется непосредственно лечащим врачом. Выполняют рентгенографию в прямой и строго боковой

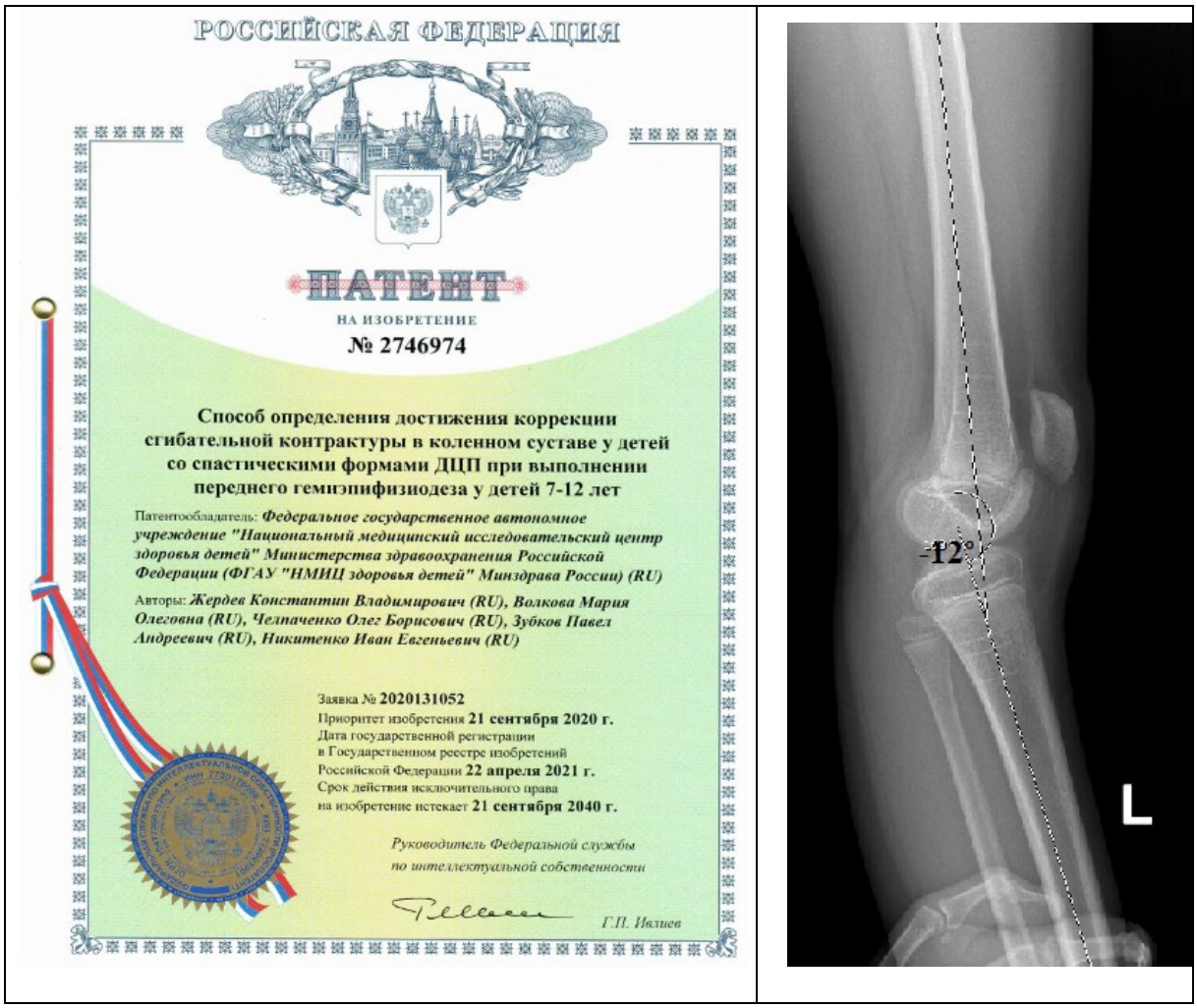


Рис. 3.1.2 А – Патент РФ на изобретение №2746974. **Б** - Объем пассивного разгибания по данным рентгенографии у ребенка 11-ти лет.

проекции оперированной конечности с захватом бедра и голени, с центрацией на коленном суставе, в положении лежа с максимальным пассивным разгибанием в коленном суставе. Проводят осмотр и гониометрию оперированной конечности в положении лежа с пассивным разгибанием и в положении стоя с активным разгибанием голени (для пациентов с ДЦП, способных вертикализироваться с активным разгибанием голени). При достижении целевых значений изучаемых параметров (объем пассивного разгибания по данным гониометрии в положении лежа от 8° до 4° рекурвации и от 17° до 9° рекурвации по данным рентгенографии коленного сустава в боковой проекции, в положении лежа, объеме активного разгибания от 6° до 2° рекурвации в положении стоя по данным гониометрии) ребенку показано удаление пластин**.** Использование предлагаемого способа позволяет точно

достичь физиологического объема движений в коленном суставе для данной возрастной группы, при котором энергозатраты вертикализации пациента будут оптимальными, а также

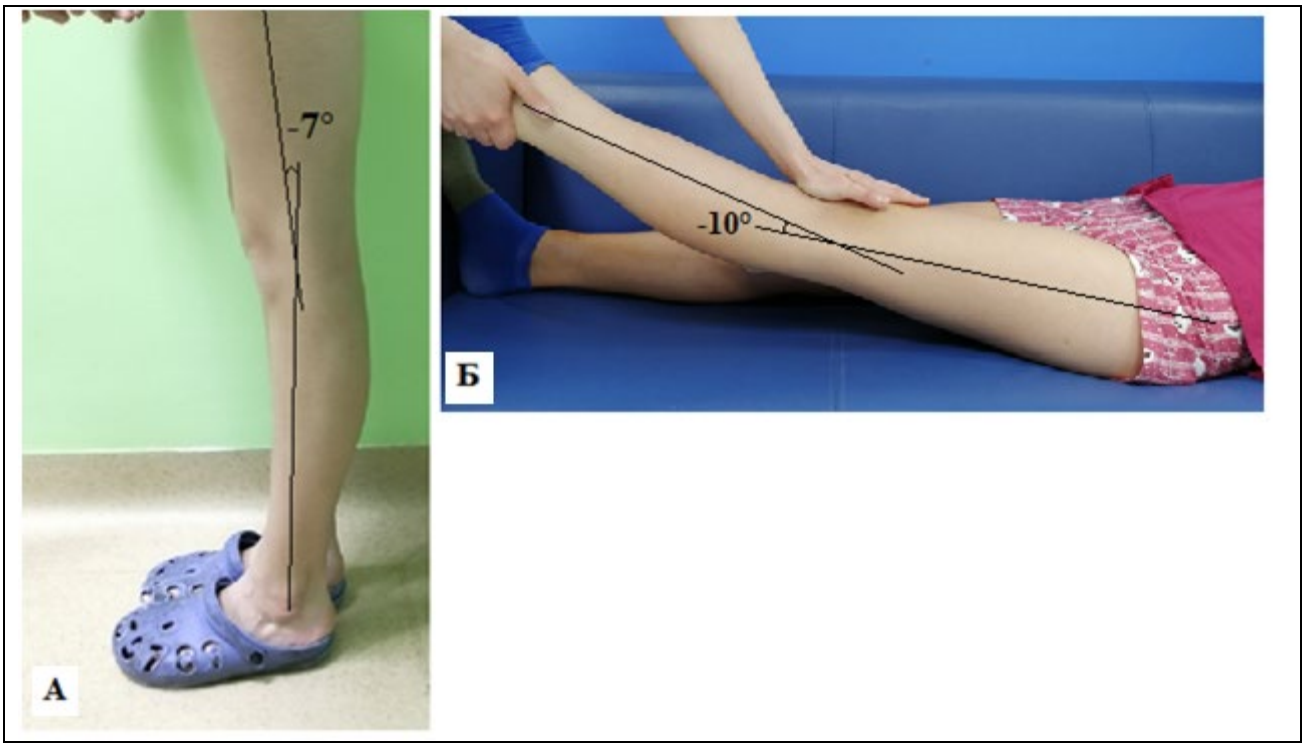


Рис.3.1.3 Объем активного и пассивного разгибания у ребенка 11 лет (гониометрия).

отсрочить рецидив сгибательной контрактуры в коленных суставах у детей с большим потенциалом роста.

Несмотря на то, что технологии блокирования зоны роста дистального метаэпифиза бедренной кости для лечения сгибательных контрактур коленных суставов развиваются уже 20 лет [115], остается открытым вопрос, каких целевых значений разгибания в коленном суставе стоит ожидать, используя данный метод лечения. N. Stiel и соавторы [156] рекомендуют проводить коррекцию до достижения около 5° рекурвации для пациентов со значительным потенциалом роста на момент удаления импланта, чтобы избежать рецидива деформации. Klatt, Stevens, напротив, акцентируют внимание на том, что они удаляют пластины, избегая рекурвации в коленном суставе [114]. Известно доведение объема разгибания в коленном суставе до 180° [166]. Во всех представленных примерах не учитывается физиологический угол разгибания в коленном суставе у детей, наиболее оптимальный для наименьших энергозатрат при вертикализации. Целевые значения ангулометрии при выполнении временного переднего гемиэпифизиодеза, были определены нами на основании результатов исследования группы сравнения. Анализируя полученные результаты группы сравнения, мы можем сравнить их только с референсными значениями у

взрослых. По данным Букуп К. [25] в норме объем пассивного переразгибания в коленном суставе у взрослых составляет 5-10°. По данным Маркс В.О. из разогнутого положения коленного сустава пассивно возможно получить переразгибание в пределах 12°. Начинающиеся контрактуры коленного сустава обнаруживаются выпадением дополнительных движений голени, к числу которых относится переразгибание голени [34]. При этом переразгибание в коленном суставе ≥ 10° уже является одним из пяти критериев определения гипермобильности суставов по R. Beighton [43, 67, 140]. Резюмируя вышесказанное, полученный нами средний угол максимального пассивного переразгибания в коленном суставе у детей 7-12 лет без диагноза ДЦП не превышает таковой по общеизвестным данным у взрослых.

3.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СПАСТИЧНОСТИ МЫШЦ-СГИБАТЕЛЕЙ ГОЛЕНИ У ПАЦИЕНТОВ СО СГИБАТЕЛЬНЫМИ КОНТРАКТУРАМИ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ НА ФОНЕ ДЦП НА РАСПОЛОЖЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКОЙ ОСИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ЛИНИИ СУСТАВА.

Для того, чтобы определить влияние спастичности мышц на расположение анатомической оси бедренной кости по отношению к линии сустава, пациентам группы сравнения и пациентам группы 2 до операции проводилось измерение заднего дистального эпидиафизарного бедренного угла по боковым рентгенограммам. На рис. 3.2.1 приведены рентгенограммы пациента группы сравнения (А) и группы 2 до операции (Б) и значения заднего дистального бедренного угла. В группе сравнения средний задний дистальный бедренный угол составил 88° ±3°, от 82° до 95°. В норме у взрослых данный показатель составляет 83°±4°, от 79° до 87° [42]. Учитывая погрешность измерений и малую выборку, данные в группе сравнения не превышают таковых у взрослых. В группе 2 средний задний дистальный бедренный угол до операции ($ЗДБУ_{до}$) составил 89,5° (±2,5°), от 88 до 92°. Различия с данными группы сравнения статистически не значимы ($p = 0,139$) (см. Таблицу 3.1). То есть при формировании сгибательных контрактур у детей с ДЦП не меняется расположение анатомической оси бедренной кости по отношению к линии сустава, и следовательно, спастичность мышц не влияет на темпы коррекции методом гемиэпифизиодеза. Этот вывод важен для правильного ведения пациента на этапе коррекции. К примеру, в исследовании Z.Al-Aubaidi,B. Lundgaard, 2012 [166] у одного пациента в возрасте 7,5 лет не было получено какой-либо коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза. Авторы пишут, что причины неизвестны, и что возможно это произошло из-за прогрессирования деформации во время гемиэпифизиодеза. Мы рекомендуем измерять

задний дистальный бедренный угол по рентгенограммам в боковой проекции в течение всего периода наблюдения пациента, чтобы контролировать процесс коррекции и иметь представление о том, эффективно ли положение металлоконструкции. В случае прогрессирования деформации при одновременном постоянном увеличении заднего дистального бедренного угла следует присоединить методы лечения, направленные на сухожильно-мышечный компонент деформации. В случае отсутствия изменений конфигурации бедренной кости в течение длительного периода времени, возможно, стоит переустановить металлоконструкцию.

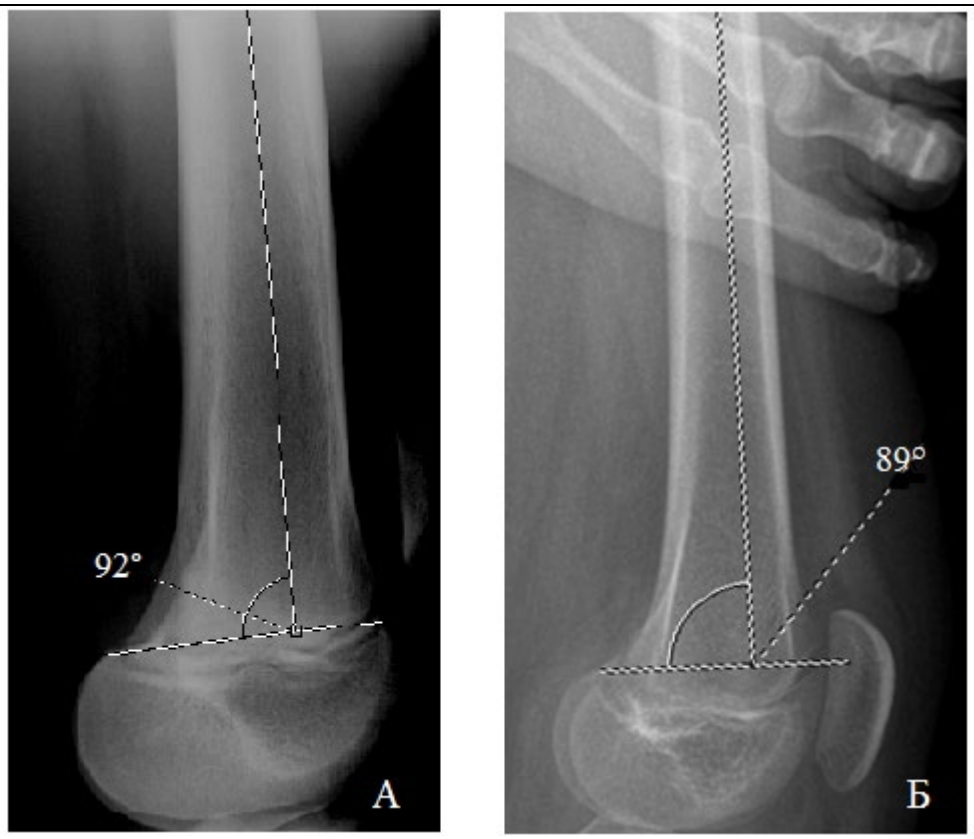


Рис. 3.2.1 А – ребенок 12 лет с травмой одного коленного сустава (здоровая конечность) из группы сравнения. Б – ребенок 12 лет со сгибательной контрактурой коленных суставов из группы 2.

Таким образом, среди пациентов группы сравнения средний угол разгибания в коленном суставе в положении лежа на спине с пассивным разгибанием голени составил 6° рекурвации (±2°), от -1 до -11°, по данным гониометрии; и 13° рекурвации (±4°), от -4° до -20°, по данным рентгенографии. Средний угол активного разгибания в положении стоя по данным гониометрии составил 4° рекурвации (±2°), от 180° до 9° рекурвации. Не выявлено сатистически значимой связи между углом разгибания по результатам рентгенографии и гониометрии и возрастом ребенка в группе ($p>0.05$). Это говорит о том, что интервал от 7 до

12 лет является однородным по изучаемому признаку. Все показатели, определяемые в группе сравнения, статистически значимо отличаются от аналогичных показателей исследуемых групп 1 и 2 ($p<0,05$). Целевые значения хирургической коррекции сгибательных контрактур коленных суставов составляют по данным гониометрии в положении лежа с пассивным разгибанием в коленном суставе от 8° до 4° рекурвации, и от 17° до 9° рекурвации по данным рентгенографии коленного сустава в боковой проекции в положении лежа, объем активного разгибания от 6° до 2° рекурвации в положении стоя по данным гониометрии. Полученные данные были взяты за основу для формирования алгоритма завершения постепенной коррекции сгибательных контрактур коленных суставов у детей с ДЦП от 7 до 12 лет методом переднего гемиэпифизиодеза. Получен Патент РФ на изобретение №2746974 от 22.04.2021 «Способ определения достижения коррекции сгибательной контрактуры в коленном суставе у детей со спастическими формами ДЦП при выполнении гемиэпифизиодеза у детей 7-12 лет». На основании сравнительного анализа измерений заднего дистального эпидиафизарного бедренного угла пациентов группы сравнения и пациентов группы 2 до операции выявлено, что расположение анатомической оси бедренной кости по отношению к линии сустава у детей не меняется под влиянием спастичности мышц, ($p<0,05$), и следовательно, спастичность мышц не влияет на темпы коррекции методом гемиэпифизиодеза.

ГЛАВА 4. ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ С ДЦП МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПАЛАСТИКИ И МЕТОДОМ ПЕРЕДНЕГО ГЕМИЭПИФИЗИОДЕЗА

4.1 РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ СО СПАСТИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ДЦП МЕТОДОМ СУХОЖИЛЬНО-МЫШЕЧНОЙ ПЛАСТИКИ

Дефицит разгибания в коленном суставе до операции в группе 1 варьировался от 10 до 40°. Средний угол деформации до оперативного лечения составил 24,6° (±7°) по данным гониометрии. Средний угол деформации после оперативного лечения составил 5° (±5°), диапазон от -5° до 15° (рис.4.1.1), различия средних значений до и после операции статистически значимы (p<0,05).

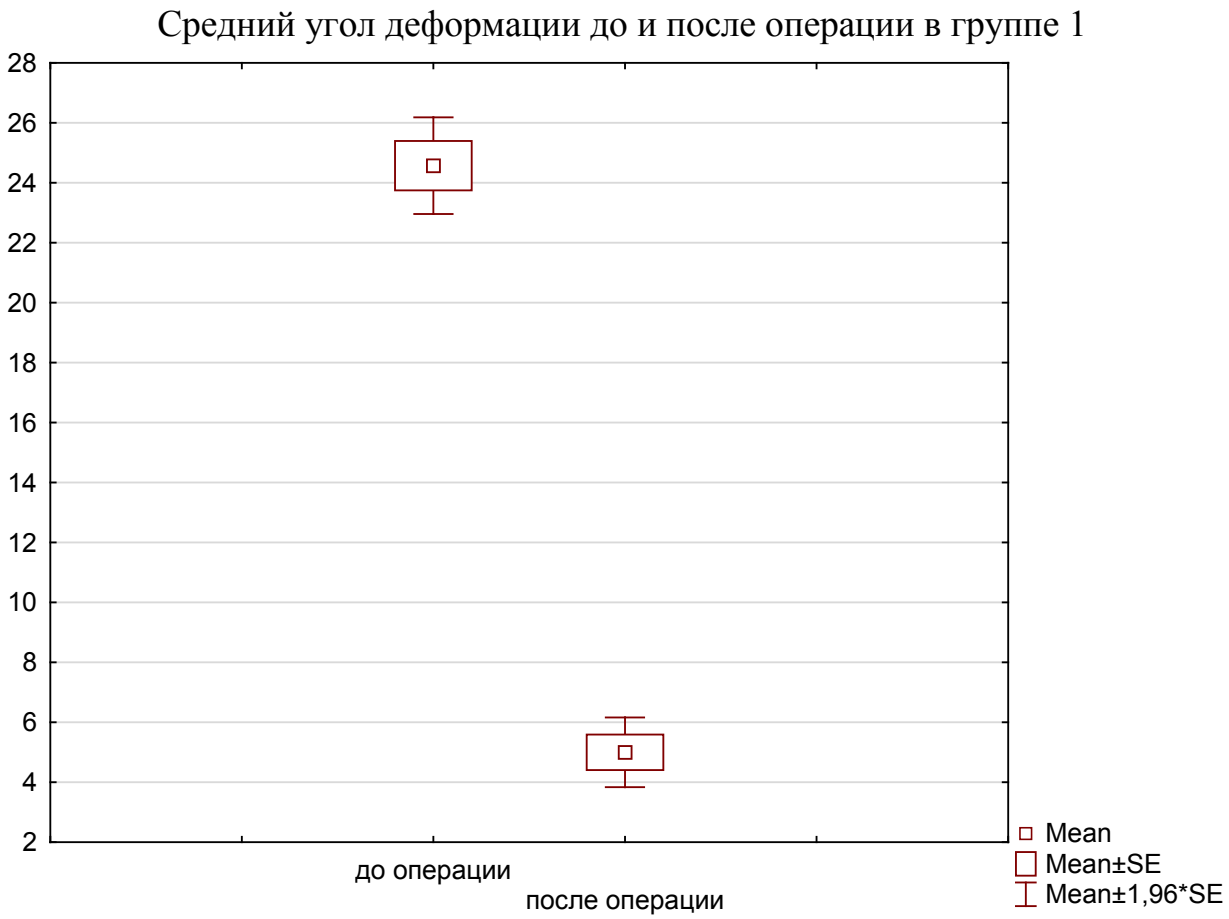


Рис. 4.1.1 Средний угол деформации в группе 1 до и после операции

Средний угол после операции в группе 1 достоверно отличался от среднего угла пассивного разгибания по данным гониометрии в группе сравнения (p<0.05) (см. рис.4.1.2).

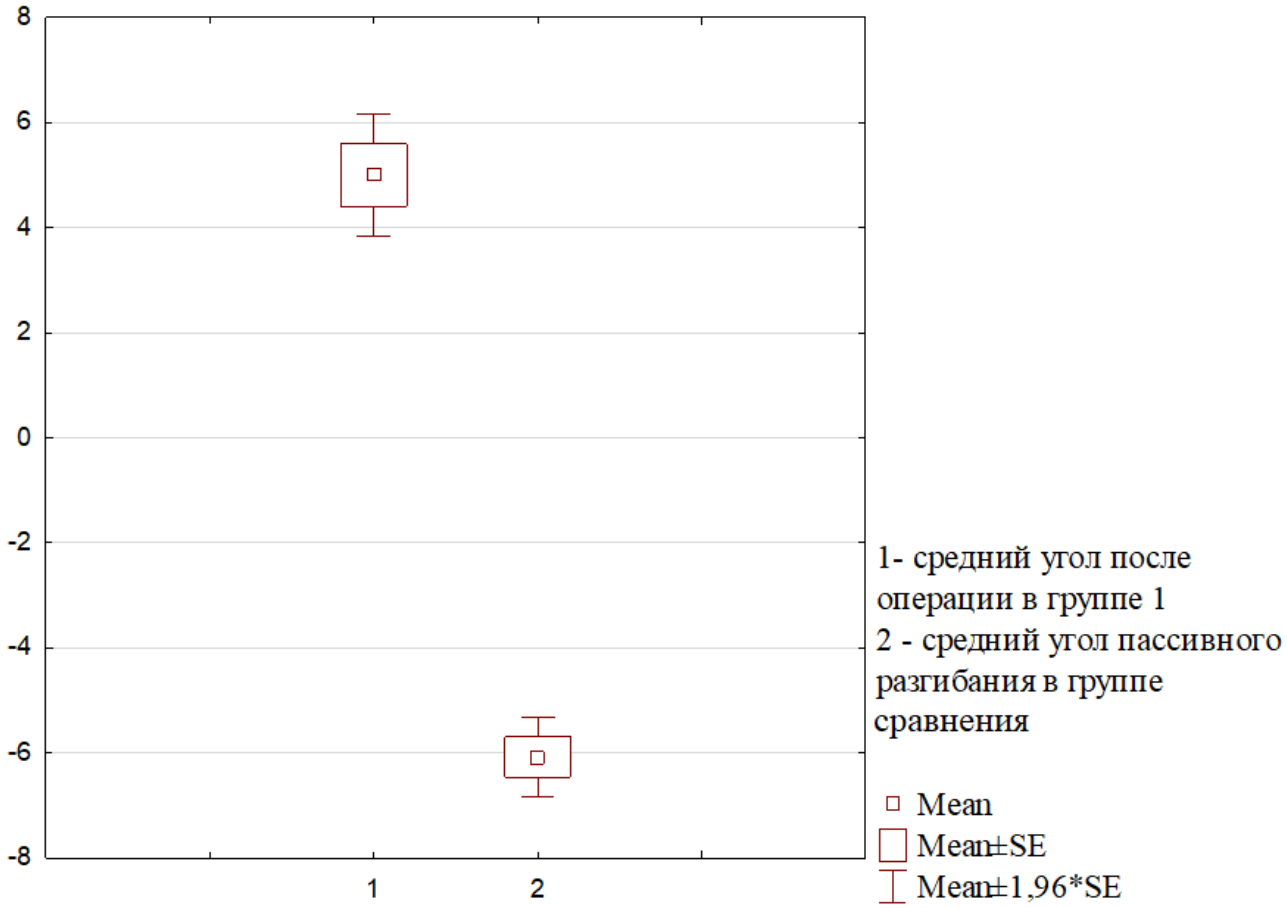


Рис. 4.1.2 Различия между средним углом разгибания в коленном суставе в группе 1 после оперативного лечения и в группе сравнения.

Формулы для расчета параметров эффективности оперативного лечения в группе 1 представлены в Таблицах 4.1.1 и 4.1.2.

Объем корригированной деформации V составил в среднем 19,6°(±3°), диапазон от 14 до 25°. На основании объема полученной коррекции деформации была проведена оценка эффективности оперативного лечения в группе 1. Для ее оценки были выбраны два критерия эффективности – доля корригированной деформации (КД) и степень коррекции (СК). Доля корригированной деформации позволяет оценить, какую часть от имеющейся деформации позволяет корригировать изучаемый метод оперативного лечения. Средняя доля корригированной деформации (КД) в группе 1 составила 84% (±19%), от 60 до 150%.

Таблица 4.1.1 Формулы расчета параметров в исследовании группы 1

Рассчитываемый параметр	**Формула расчета**
Объем коррекции	$V = ПРпо - ПРдо$
Доля корригированной деформации	$КД = \frac{V}{ДР} \times 100\%$
Степень коррекции	$СК = \frac{ПРпо}{ПРиск} \times 100\%$

Таблица 4.1.2 Параметры, определяемые в исследовании и их обозначения

Обозначение (мера исчисления)	**расшифровка**
V (°)	Объем коррекции
КД (%)	Доля корригированной деформации
Степень коррекции (%)	Степень коррекции
$ПР_{по}$ (°)	угол пассивного разгибания в коленном суставе после коррекции
$ПР_{до}$ (°)	угол пассивного разгибания в коленном суставе до коррекции
ДР (°)	дефицит разгибания до операции
$ПР_{иск}$ (°)	целевой угол максимального пассивного разгибания в коленном суставе после операции

Степень коррекции (СК) показывает в процентном соотношении, насколько приближенный к целевым параметрам результат можно получить, применяя изучаемый метод оперативного лечения. В группе 1 целевой угол максимального пассивного разгибания в коленном суставе ($ПР_{иск}$), необходимый для расчета степени коррекции (СК) составил 180°, поскольку исследование в группе 1 имело ретроспективный характер. Именно такой угол разгибания в коленном суставе был эталоном на момент оперативного лечения в ретроспективной группе 1. В группе 2 целевой угол разгибания в коленном суставе ($ПР_{иск}$), необходимый для оценки эффективности после оперативного лечения, определялся, исходя из результатов обследования группы сравнения, и был равен среднему углу пассивного разгибания по данным гониометрии в группе сравнения. Средняя степень коррекции (СК) в группе 1 составила 97% (±3%), от 92% до 102%.

Проведен корреляционный анализ для выявления зависимости степени коррекции от степени деформации до операции. Выявлена статистически значимая высокая обратная связь между значениями гониометрии до оперативного лечения (ДР) и значениями степени коррекции (СК) (то есть большему значению дефицита разгибания до операции соответствует меньшее значение степени коррекции), ($p<0,05$). (см. рис. 4.1.3). Таким образом, чем сильнее выражена деформация до оперативного лечения, тем меньше было возможностей у ребенка для вертикализации после оперативного лечения. Наилучшего результата можно достичь при дефиците разгибания 10-24°.

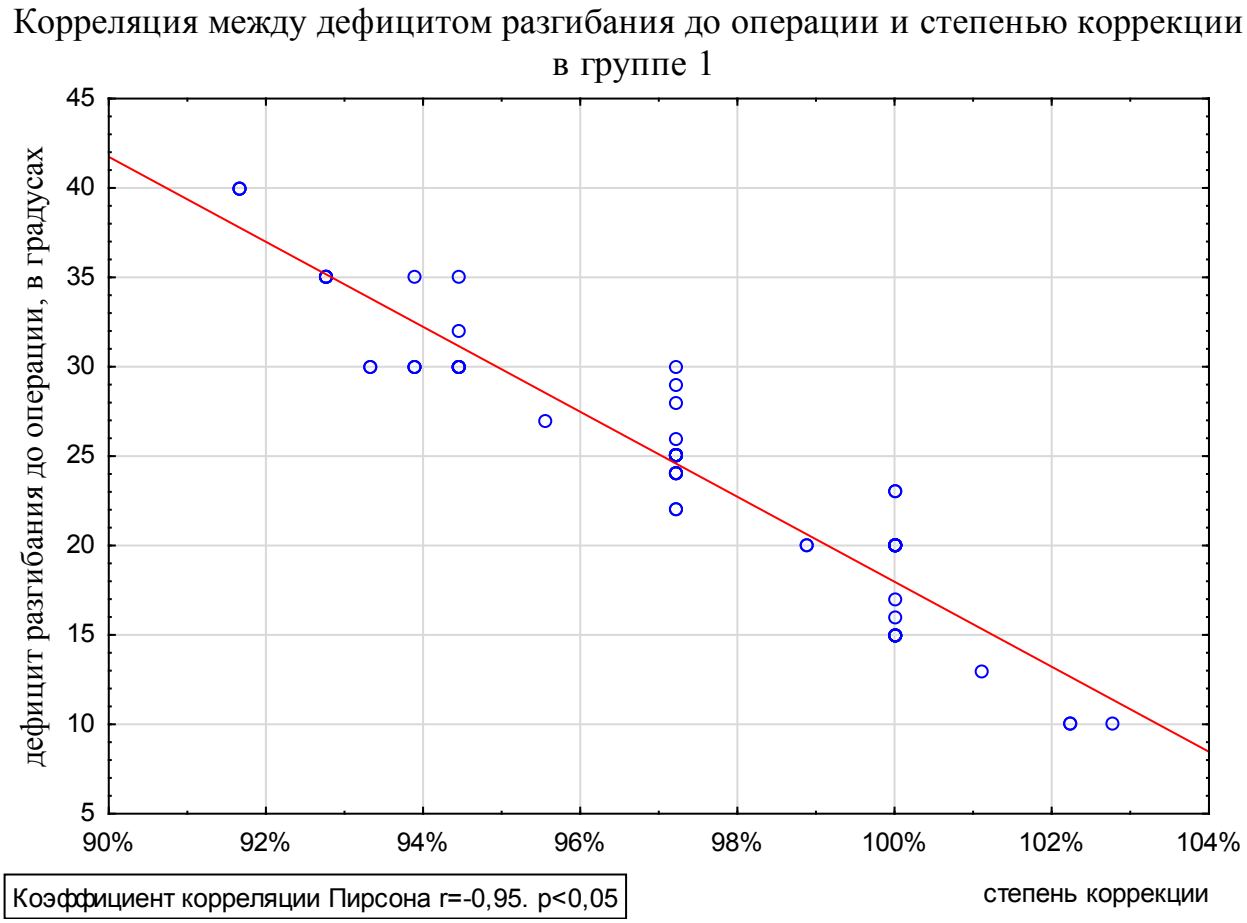


Рис. 4.1.3 Корреляция между дефицитом разгибания до операции и степенью коррекции в группе 1.

У четверых пациентов возникли следующие осложнения: синовит обоих коленных суставов в постиммобилизационном периоде (1 пациент), разгибательные контрактуры коленных суставов с дефицитом сгибания 20° (1 пациент) и 60° (1 пациент) при осмотре через год после оперативного лечения, пролежни в проекции пяточных бугров (1 пациент). Все перечисленные осложнения были следствием отсутствия ухода, не выполнения рекомендаций (ортопедический режим, разработка движений в коленных суставах).

Таким образом, дефицит разгибания в коленном суставе до операции в группе 1 варьировался от 10 до 40°. Средний угол деформации до оперативного лечения составил 24,6° (±7°), средний угол деформации после оперативного лечения составил 5° (±5°), различия до и после операции статистически значимы ($p<0,05$). Однако, средний угол после операции в группе 2 достоверно отличался от среднего угла пассивного разгибания по данным гониометрии в группе сравнения ($p<0,05$). В исследовании группы из 19 пациентов с ДЦП (средний возраст составил 9 лет), проведенном в австралийском госпитале The Royal Children's Hospital (F. Ma, 2005), средний угол деформации до операции составил справа 17˚

и слева 18.2˚. После удлинения сгибателей голени средний угол деформации составил 2.7˚ справа и 3.5˚слева (p< 0.0001) [122]. В исследовании J. Long (2019) проводилось удлинение сгибателей голени в сочетании с этапным гипсованием у 19 пациентов с ДЦП. Средний возраст пациентов составил 11.1 ± 3.6 лет. Средний угол деформации уменьшился на 8.3˚(с 12.3˚± 12.5˚до 4.0˚± 5.5˚) [118]. Оба примера показывают, как и результаты исследования группы 1, что в случае фиксированных контрактур коленных суставов, при лечении методом сухожильно-мышечной пластики имеет место небольшая остаточная деформация.

Объем корригированной деформации в исследуемой группе 1 составил в среднем 19,6°(±3°), что в процентном соотношении составляет в среднем 84% (±19%) от изначальной деформации. Средняя степень коррекции (СК) в группе 1 составила 97% (±3%), то есть, применяя изучаемый метод оперативного лечения, можно получить результат, на 97% (±3%) приближенный к желаемым параметрам (т.к. исследование имело ретроспективный характер, целевой уровень пассивного разгибания в коленном суставе принимался за 180°). Корреляционный анализ показал, что чем сильнее была выражена деформация до оперативного лечения, тем менее приближен результат к 180° (p<0,05, r=-0,95), и соответственно, было меньше возможностей у ребенка для вертикализации после оперативного лечения. Наилучшего результата можно достичь при дефиците разгибания 10-24°. Наши результаты подкрепляются подходом австралийских авторов (F. Ma, 2005) проводить сухожильно-мышечную пластику пациентам со сгибательными контрактурами коленных суставов до 25°. В случаях, где необходим больший объем коррекции, авторы применяют корригирующую остеотомию [122]. В исследовании J. Long у одного из 19-ти пациентов в послеоперационном периоде возникла временная нейропраксия малоберцового нерва [118]. В нашем исследовании этого серьезного осложнения удалось избежать у всех пациентов. В группе исследования 1 у одного пациента встретилось такое осложнение как пролежни в проекции пяточных бугров. В исследовании J. Long это осложнение отмечено у двух пациентов [118]. Учитывая то, что разгибательные контрактуры после гипсовой иммобилизации встретились у двоих пациентов исследуемой группы 1, особенное внимание следует уделять соблюдению в послеоперационном периоде ортопедического режима и разработке движений в коленных суставах.

4.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ СО СПАСТИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ДЦП МЕТОДОМ ПЕРЕДНЕГО ГЕМИЭПИФИЗИОДЕЗА ДИСТАЛЬНОГО ЭПИФИЗА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Все пациенты группы 2 с уровнем GMFCS III вертикализированы на 2-3 сутки после операции. Ни у одного пациента не отмечено деформаций во фронтальной плоскости по рентгенограммам нижних конечностей в прямой проекции до и после коррекции. В группу исследования включено 18 пациентов с завершенной коррекцией (35 коленных суставов), 2 - с продолжающейся коррекцией (2 коленных сустава). Статистической обработке были подвергнуты результаты с завершенной коррекцией. Средний угол деформации до операции по данным гониометрии составил 22° (±7°), от 10 до 38°. Средний угол разгибания в коленном суставе после достижения коррекции составил 4° рекурвации (±3°), от 177° до 8° рекурвации, различия статистически значимы (p<0,05) (см. рис.4.2.1).

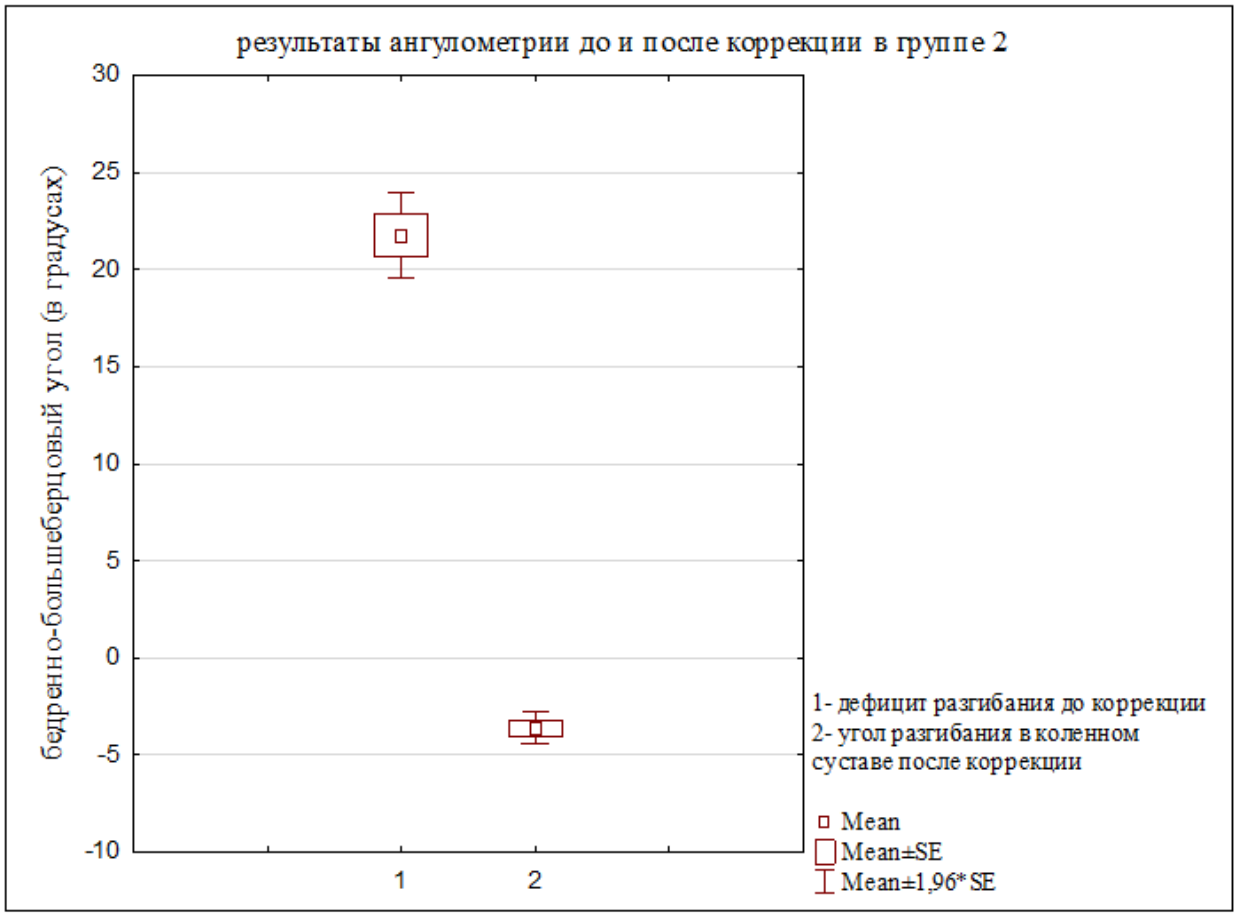


Рис.4.2.1 Результаты ангулометрии до и после коррекции в группе 2

Однако, средний угол после достижения коррекции в группе 2 достоверно отличался от среднего угла пассивного разгибания по данным гониометрии в группе сравнения (p=0,000034) (см. рис.4.2.2).

На основании объема полученной коррекции деформации была проведена оценка эффективности оперативного лечения в группе 2. Для ее оценки были выбраны два критерия эффективности – доля корригированной деформации (КД) и степень коррекции (СК). Формулы расчета параметров, используемых в исследовании, приведены в Таблицах 4.2.1 и 4.2.2. Средний объем общей корригированной деформации (V) составил 25°(±8), диапазон от 12° до 44°. Средняя доля общей корригированной деформации (КД) составила 117% (±11%), от 87 до 140%.

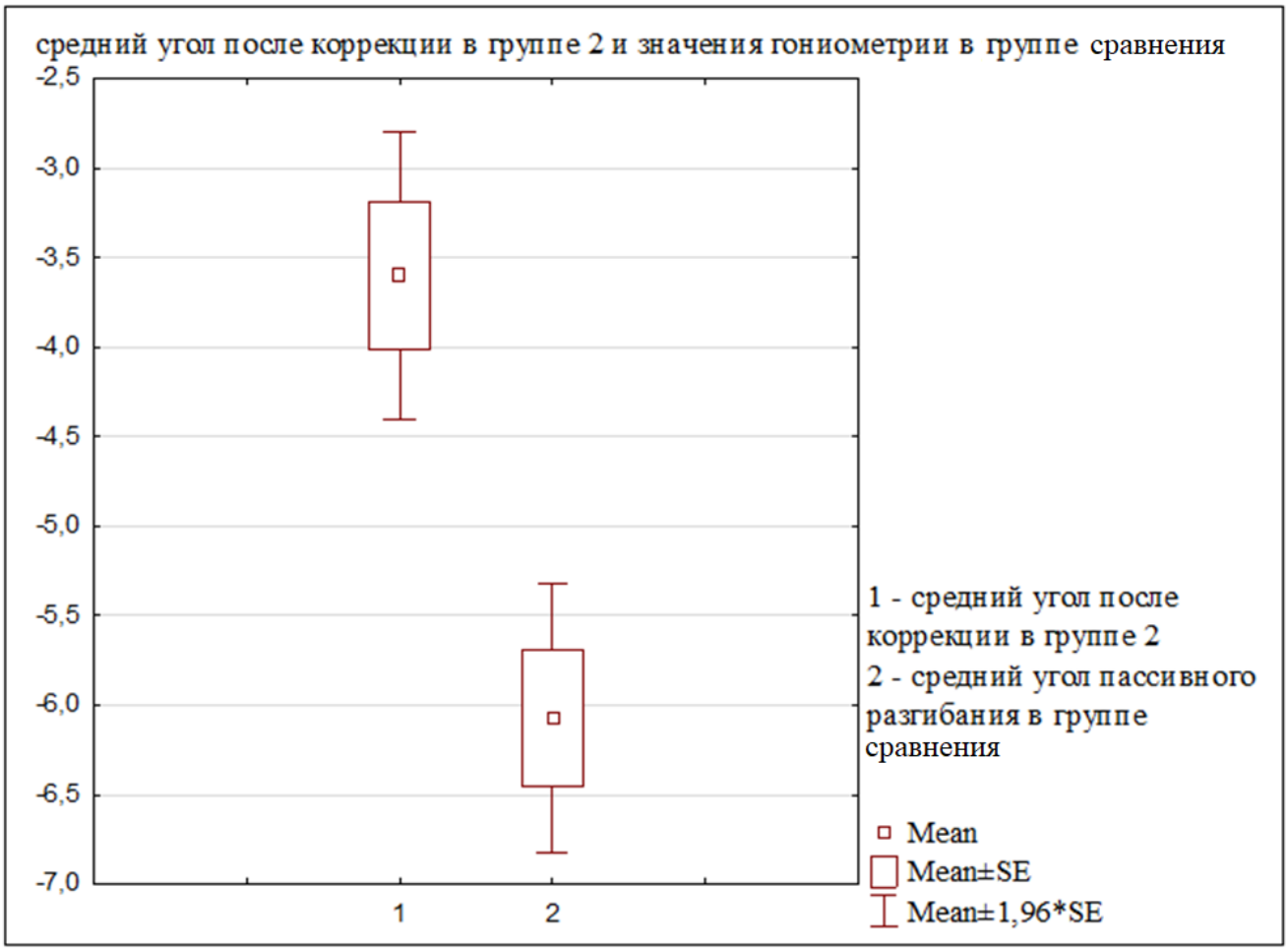


Рис.4.2.2 Различия среднего угла пассивного разгибания после коррекции в группе 2 и в группе сравнения.

Степень коррекции показывает в процентном соотношении, насколько приближенный к желаемым параметрам результат можно получить, применяя изучаемый метод оперативного лечения. Степень коррекции (СК) рассчитывалась как отношение угла пассивного разгибания после операции ($ПР_{по}$) к целевому углу пассивного разгибания

($ПР_{иск}$), выраженное в процентах. В группе 2 целевое значение угла максимального пассивного разгибания в коленном суставе

Таблица 4.2.1 Формулы расчета параметров в исследовании группы 2

Рассчитываемый параметр	**Формула расчета**
Доля корригированной деформации (%)	$КД = \frac{V}{ДР} \times 100\%$
Степень коррекции (%)	$СК = \frac{ПРпо}{ПРиск} \times 100\%$
Скорость общей коррекции деформации (°/мес)	$v = \frac{V}{t}$
Дефицит разгибания, корригированной за счет изменения оси бедренной кости (°)	$Vк = ЗДБУпо - ЗДБУдо$
Скорость коррекции деформации за счет костного компонента (°/мес)	$vк = \frac{Vк}{t}$
Доля корригированной деформации за счет костного компонента (%)	$КДк = \frac{Vк}{ДРрг} \times 100\%$ Причем, значения больше 100% приравнивались к 100%, поскольку нас интересует именно соотношение костного и мягкотканного компонентов в общей коррекции деформации.
Доля коррекции за счет мягкотканого компонента(%)	$КДм = 100 - КДк$
Объем коррекции за счет мягкотканного компонента(°)	$Vм = ДРрг - Vк$ Причем, отрицательные значения приравнивались к нулю.
Скорость коррекции деформации за счет мягкотканого компонента (°/мес)	$vм = \frac{Vм}{t}$ Причем, дефицит разгибания, корригированной за счет мягкотканого компонента, равный нулю, в расчете скорости коррекции не учитывался

Таблица 4.2.2 Параметры, определяемые в исследовании группы 2, и их обозначения

Обозначение (мера исчисления)	**расшифровка**
КД (%)	доля общей корригированной деформации
ДР (°)	дефицит разгибания до операции по данным гониометрии.
V (°)	объем общей корригированной деформации
СК (%)	степень общей коррекции
$ПР_{по}$ (°)	угол пассивного разгибания в коленном суставе после операции
$ПР_{иск}$ (°)	целевой угол максимального пассивного разгибания в коленном суставе после операции
v (°/мес.)	скорость общей коррекции деформации
t (мес.)	период между первым и крайним обследованием
$V_к$(°)	дефицит разгибания, корригированной за счет изменения оси бедренной кости
$ЗДБУ_{по}$ (°)	задний дистальный бедренный угол после операции
$ЗДБУ_{до}$ (°)	задний дистальный бедренный угол до операции.
$v_к$ (°/мес.)	скорость коррекции деформации за счет костного компонента
$КД_к$ (%)	доля коррекции деформации за счет костного компонента
$ДР_{рг}$ (°)	дефицит разгибания до операции по данным рентгенографии
$КД_м$ (%)	доля коррекции за счет мягкотканого компонента
$V_м$ (°)	дефицит разгибания, корригированной за счет мягкотканого компонента
$v_м$ (°/мес.)	скорость коррекции деформации за счет мягкотканого компонента

($ПР_{иск}$) определялось, исходя из результатов обследования группы сравнения, поскольку исследование в группе 2 имело проспективный характер, и составило -6° рекурвации. Средняя степень общей коррекции (СК) в группе 2 составила 98% (±1), от 95% до 101%. Статистически значимой корреляции между значениями гониометрии до оперативного лечения (ДР) и значениями степени коррекции (СК) не обнаружено ($p=0,1$) (см.рис.4.2.3).

Средняя скорость общей коррекции среди пациентов с завершенной коррекцией составила 2,4 (±1,9) °/мес., от 0,6 до 6,1 °/мес. Средний период до удаления пластин составил 16 (±9) мес., от 5 до 31 мес. Выявлена умеренная обратная связь между скоростью коррекции и возрастом пациента на момент оперативного лечения ($p<0,05$) (см. рис.4.2.4).



Рис.4.2.3 Дефицит разгибания до операции и степень коррекции в группе 2.

Помимо выполнения переднего гемиэпифизиодеза в группе 2 всем пациентам проводили массаж и ЛФК, направленные на разработку движений в коленных суставах, проводилось гипсование нижних конечностей в положении коррекции сроком на 3 недели у большинства пациентов. Части пациентов проводилась ботулинотерапия после операции (ботулинотерапия в межгоспитальном периоде не учитывалась при сборе данных для исследования). Поэтому для того, чтобы дифференцировать мягкотканый компонент коррекции от костного, учитывалась ориентация суставной линии бедренной кости относительно ее анатомической оси в дистальной трети. Для этого определялся задний дистальный бедренный угол, образуемый анатомической осью бедренной кости и суставной линией бедренной кости. Задний дистальный бедренный угол определялся в группе 2 до и после коррекции. На рис.4.2.5 представлен клинический случай лечения сгибательных контрактур коленных суставов у пациентки 8 лет 7 мес. Деформация была корригирована на 40° справа и на 36° слева. Между тем, ось бедренной кости (костный компонент коррекции) была корригирована всего на 20° справа и на 24° справа. Таким образом, костный компонент коррекции составил 50% справа и 67% слева.

В группе 2 средний задний дистальный бедренный угол до операции ($ЗДБУ_{до}$) составил 89,5° (±2,5°), от 88 до 92°. Средний задний дистальный бедренный угол после



Рис.4.2.4. Умеренная обратная корреляция между возрастом пациентов и скоростью общей коррекции в группе 2. Большему значению возраста соответствует меньшее значение скорости коррекции, меньшему значению возраста соответствует большее значение скорости коррекции. (ρ Спирмена = - 0,39, p< 0,05)

достижения коррекции ($ЗДБУ_{по}$) стал статистически значимо больше и составил 100° (±7°) от 91 до 120° (p=0,00003). Это подтверждает то, что коррекция деформации произошла в том числе за счет изменения оси бедренной кости. Средний объем коррекции за счет костного компонента ($V_к$) составил 12,5° (± 4,5°), от 4 до 27°. Средняя скорость изменения оси бедренной кости в группе 2 (скорость коррекции деформации за счет костного компонента $v_к$) составила 1 (± 0,5) °/мес., от 0,15 до 5,4°/мес. Средняя доля коррекции за счет костного компонента ($КД_к$) составила 72% (±28%), от 20 до 100%. Проведен корреляционный анализ для выявления взаимосвязи доли и скорости коррекции за счет мягкотканного и костного компонента коррекции с возрастом и дефицитом разгибания до операции по данным рентгенографии, по итогам которого были выявлены следующие взаимосвязи (см. в Таблице

4.2.3). Выявлена умеренная прямая связь между скоростью коррекции деформации за счет костного компонента и дефицитом разгибания до операции по данным рентгенографии ($ДР_{рг}$) (ρ Спирмена =0,45, p = 0,04). Выявлена заметная прямая связь между возрастом пациентов и долей коррекции за счет

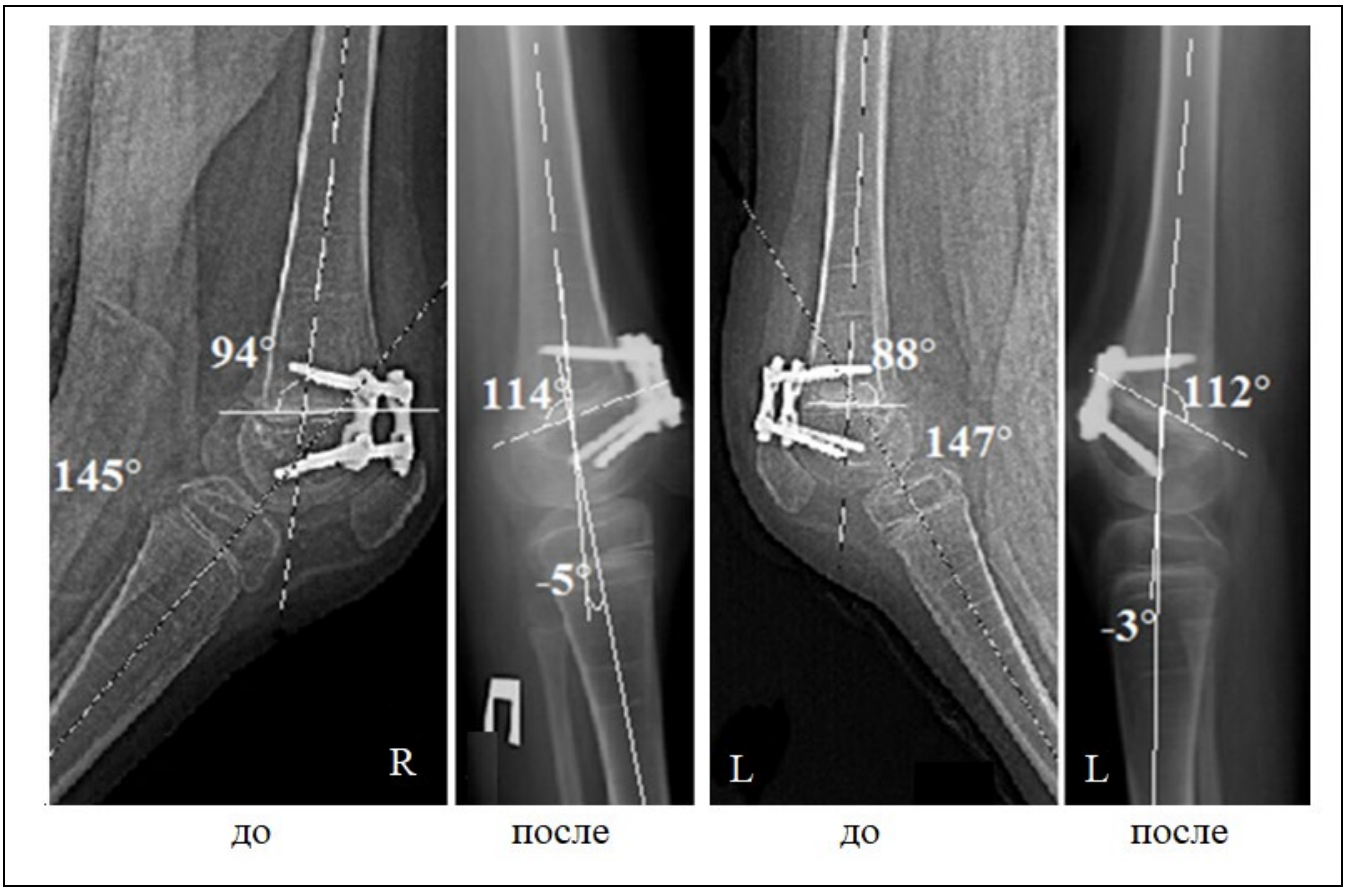


Рис.4.2.5 Рентгенография ребенка 8 лет 7 мес в 1 сутки после операции и перед удалением металлоконструкций через 8 мес.

костного компонента ($КД_к$) (ρ Спирмена равен 0,5, p = 0,025). То есть чем старше пациент, тем больше доля коррекции за счет костного компонента и меньше доля коррекции за счет мягкотканого компонента. По этим данным можно сделать предположение, что гипсование в положении коррекции дает больший эффект у детей младшего возраста. Так же была выявлена заметная обратная связь между дефицитом разгибания до операции по рентгенографии и долей коррекции за счет костного компонента, то есть чем больше был дефицит разгибания до операции, тем меньшая часть деформации была корригирована за счет гемиэпифизиодеза и большая часть была корригирована за счет мягкотканого компонента (ρ Спирмена равен -0,54, p = 0,01). Была выявлена, соответственно, умеренная прямая связь между дефицитом разгибания до операции по рентгенографии и долей коррекции за счет мягкотканого компонента ($КД_м$), (ρ Спирмена равен 0,45, p = 0,04). Эти

две взаимосвязи объясняются тем, что у пациентов с выраженной контрактурой артрогенная деформация составляла малую ее часть.

Таблица 4.2.3 Результаты исследования в группе 2

	Общие параметры	Костный компонент коррекции	Мягкотканый компонент коррекции
Скорость коррекции, °/мес	2,4 (±1,9), от 0,6 до 6,1	1 (± 0,5), от 0,15 до 5,4	1,2(± 0,5), от 0,08 до 3,17
Связь скорости коррекции с возрастом	умеренная обратная связь (ρ Спирмена = - 0,39, p<0,05)	Нет (p >0,05)	Нет (p=0,42)
Связь скорости с дефицитом разгибания до операции	Нет	Прямая Умеренная (ρ=0,45, p=0,04).	Заметная прямая (ρ =0,63, p = 0,01)
доля коррекции, %	-	72 (±28), от 20 до 100	27 (±20), от 0 до 80
связь между долей коррекции и возрастом	-	заметная прямая (ρ = 0,5, p = 0,025)	умеренная обратная (ρ = -0,49, p = 0,02)
связь между долей коррекции и дефицитом разгибания до операции	-	заметная обратная (ρ = -0,54, p = 0,01).	умеренная прямая (ρ = 0,45, p = 0,04).
Связь между объемом деформации до операции и степенью коррекции	нет	-	-

В ходе лечения были выявлены гематома мягких тканей нижней трети бедра в одном случае; боль в коленном суставе – у двоих пациентов; синовит, купированный приемом НПВС в течение пяти дней, – у троих пациентов; разгибательная контрактура коленного сустава, для коррекции которой был выполнен передний артролиз, – у одного пациента; миграция винтов, потребовавшая перемонтажа металлоконструкции – у одного пациента. В последнем случае пациент был подопечным детского дома, в котором не было возможности оказывать пациенту должный уход в послеоперационном периоде. Ребенок имел избыточную массу тела, что является фактором риска, не соблюдал ортопедический режим, ползал на четвереньках. К моменту повторной госпитализации для переустановки металлоконструкций ребенка усыновила приемная семья. Под присмотром приемной мамы ребенок соблюдал ортопедический режим, также у него нормализовался вес. Полная коррекция деформации была достигнута за 12 месяцев после перемонтажа металлоконструкций.

В группе 2 один пациент выбыл из исследования через 8 месяцев после оперативного вмешательства по причине отказа родителей от продолжения лечения. Это была семья из села в отдаленном регионе. Помимо языкового барьера мы столкнулись с низкой доступностью выполнения контрольной рентгенографии по месту жительства. Мама ребенка после двух просьб сделать ребенку рентгенографию перестала отвечать на звонки и письма. В этой связи мы рекомендуем еще до оперативного лечения убедиться в доступности рентгенологической службы по месту жительства ребенка, убедиться в том, что родители понимают необходимость регулярного наблюдения за положением металлоконструкции у лечащего врача с помощью интернет-ресурсов, что родители понимают, что коррекция будет происходить постепенно в процессе роста, а не одномоментно. В противном случае проведение гемиэпифизиодеза не рекомендуется.

Таким образом, средний угол деформации до операции по данным гониометрии в группе 2 составил 22° (±7°), от 10 до 38°. Средний угол разгибания в коленном суставе после достижения коррекции по данным гониометрии составил 4° рекурвации (±3°), от 177° до 8° рекурвации, различия статистически значимы ($p<0,05$). Однако, средний угол разгибания в коленном суставе после достижения коррекции в группе 2 достоверно отличался от среднего угла пассивного разгибания по данным гониометрии в группе сравнения ($p=0,000034$). Из всех представленных на момент написания работы исследований с применением переднего гемиэпифизиодеза у детей с ДЦП наиболее подходящим для сравнения оказалось исследование с применением перкутанного гемиэпифизиодеза, поскольку только в этом исследовании мы имеем возможность найти данные для сравнения результатов коррекции у

детей с диагнозом ДЦП сопоставимого возраста и объема исходной контрактуры коленных суставов. Поскольку механизм действия обоих видов оперативного вмешательства единый, мы имеем возможность сравнивать результаты коррекции между собой. В исследовании Long (2020) [119] 10-ти пациентам со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне ДЦП проводили перкутанный передний гемиэпифизиодез двумя канюлированными винтами в сочетании с удлинением медиальной группы сгибателей и этапным гипсованием. Средний возраст пациентов составил 11,7 лет (от 7 до 17 лет). Средний возраст пациентов группы 2 на момент оперативного лечения составил 10 лет 6 мес. (±1 год 8 мес.), от 7 до 12 лет. Обе группы сопоставимы по возрасту. Средний угол до операции в группе исследования Long (2020) составил 21.72±9.45°. Средний угол после операции составил 3.80±10.54° ($p<0.001$). Данные гониометрии до операции в группе исследования Long (2020) сопоставимы с данными исследуемой группы 2, однако показатели после операции в группе исследования 2 ближе к целевым значениям, полученным в нашем исследовании. В исследовании Long (2020) не было группы сравнения. Средний объем коррекции в группе исследования Long (2020) составил 15.8±16.6°. Средний объем коррекции в группе исследования 2 оказался выше и составил 25°(±8°).

В группе 2 целевое значение угла максимального пассивного разгибания в коленном суставе определялось, исходя из результатов обследования группы сравнения, поскольку исследование в группе 2 имело проспективный характер, и составило -6° рекурвации (медиана объема пассивного разгибания в группе сравнения). Так как исследования в группе 2 и в группе сравнения шли параллельно, результаты лечения в группе 2 отличаются от целевых значений. На основании объема полученной коррекции деформации была проведена оценка эффективности оперативного лечения в группе 2. Средний объем коррекции составил 25°(±8), что в процентном соотношении составляет в среднем 117% (±11%) от объема изначального дефицита разгибания. Несмотря на то, что целевые значения угла максимального пассивного разгибания, рассчитанные в группе сравнения, составляют 6° рекурвации, дефицит разгибания традиционно рассчитывается по 0-проходящему методу, где за 0 принимается объем разгибания 180°. Так как при выполнении переднего гемиэпифизиодеза мы получали рекурвацию в коленном суставе, показатели эффективности в группе 2 оказываются более 100%. Средняя степень коррекции в группе 2 составила 98% (±1%), то есть, применяя изучаемый метод оперативного лечения, можно получить результат, в среднем на 98% (±1%), приближенный к целевым параметрам. Средний период до удаления пластин составил 16 (±9) мес., от 5 до 31 мес., то есть коррекции деформации при выполнении данной операции стоит ожидать в среднем через 1 год и 4 мес, от полугода

до 1 года 9 месяцев. Этот период сопоставим с данными, приведенными в исследованиях зарубежных коллег (14-17 мес) [114, 128, 141, 166]. Средняя скорость общей коррекции деформации среди пациентов с завершенной коррекцией составила 2,4 (±1,9) °/мес., что является достаточно высоким показателем по сравнению с исследованиями зарубежных коллег [114, 128, 156, 163, 166] (см. табл. 5.4). При этом средний возраст пациентов группы 2 составляет 10 лет 6 мес. (±1 год 8 мес.), от 7 до 12 лет, в то время как в большинстве других исследований средний возраст был выше [114, 141, 152, 156, 163]. В исследовании J. Long, 2020 [119] приведена только средняя скорость коррекции счет костного компонента – 0,8°/мес., что соотносится со скоростью коррекции за счет костного компонента в нашем исследовании (1 (± 0,5) °/мес) и с общей скоростью коррекции в большинстве других исследований (от 0,7°/мес до 1,1°/мес) [114, 141, 152, 163, 166]. Сравнительная характеристика исследований коррекции сгибательных контрактур коленных суставов у пациентов с ДЦП методом переднего гемиэпифизиодеза дистального эпифиза бедренной кости представлена в Таблице 4.2.4.

Нами выявлена умеренная обратная связь между скоростью общей коррекции и возрастом пациента на момент оперативного лечения ($p<0,05$) (см. рис.5.4). Подобную корреляционную связь выявили Stiel N., Babin K. (2018) [156], Wang, Novachek (2019) [163], Spiro, Stenger (2012) [152].

Проведен корреляционный анализ для выявления взаимосвязи доли и скорости коррекции за счет мягкотканного и костного компонента коррекции с возрастом и дефицитом разгибания до операции по данным рентгенографии, по итогам которого были выявлены следующие взаимосвязи (см. в Таблице 4.2.3). В нашем исследовании была выявлена умеренная прямая связь между скоростью коррекции деформации за счет костного и мягкотканного компонента и дефицитом разгибания до операции по данным рентгенографии ($ДР_{рг}$) ($p < 0,05$). Такая взаимосвязь была получена в исследовании S. A. Rethlefsen, A. M. Hanson, 2020 ($p = 0.02$) [141].

Выявлена заметная прямая связь между возрастом пациентов и долей коррекции за счет костного компонента ($КД_к$) (ρ Спирмена равен 0,5, $p = 0,025$), и наоборот, умеренная обратная связь между долей коррекции за счет мягкотканного компонента и возрастом пациентов ($\rho = -0,49$, $p = 0,02$). То есть чем старше пациент, тем больше доля коррекции за счет костного компонента и меньше доля коррекции за счет мягкотканого компонента. По этим данным можно сделать предположение, что гипсование в положении коррекции дает больший эффект у детей младшего возраста.

Так же была выявлена заметная обратная связь между дефицитом разгибания до операции по рентгенографии и долей коррекции за счет костного компонента, то есть чем больше был дефицит разгибания до операции, тем меньшая часть деформации была корригирована за счет гемиэпифизиодеза и большая часть была корригирована за счет мягкотканого компонента (ρ Спирмена равен -0,54, p = 0,01). Была выявлена, соответственно, умеренная прямая связь между дефицитом разгибания до операции по рентгенографии и долей коррекции за счет мягкотканого компонента ($КД_м$), то есть чем больше был дефицит разгибания до операции, тем большая часть была корригирована за счет мягкотканого компонента (ρ Спирмена равен 0,45, p = 0,04). Эти две взаимосвязи объясняются тем, что у пациентов группы 2 с большим дефицитом разгибания основную часть деформации составлял сухожильно-мышечный компонент. Также пациентам с большим дефицитом разгибания активнее проводили ЛФК с акцентом на разгибание в коленном суставе.

В исследовании J. Long, 2020 [119] средний задний дистальный бедренный угол до операции составил 88.2°, что соответствует данным группы сравнения и группы 2 нашего исследования. После достижения коррекции средний задний дистальный бедренный угол в исследовании J. Long, 2020 [119] статистически значимо увеличился на 20.9° и составил 109.1° (p<0,05). В нашем исследовании средний задний дистальный бедренный угол в группе 2 после достижения коррекции составил 100° (±7°) от 91° до 120° (p=0,00003). Изменение заднего дистального бедренного угла в нашем исследовании не так велико, как в исследовании J. Long, 2020 [119], однако, авторы приводят только среднее значение без стандартного отклонения, поэтому корректно сравнить эти значения не представляется возможным. Примечательно то, что на момент написания данной работы исследование J. Long, 2020 [119] – это единственное исследование с приведением данных об изменении заднего дистального бедренного угла и расчетом скорости коррекции именно по изменению этого угла. Такой способ расчета скорости коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза является более точным, чем по изменению большеберцовобедренного угла.

В ходе лечения были выявлены гематома мягких тканей нижней трети бедра в одном случае; боль в коленном суставе при сгибании – у двоих пациентов; синовит, купированный приемом НПВС в течение пяти дней, – у троих пациентов; разгибательная контрактура коленного сустава, для коррекции которой был выполнен передний артролиз, – у одного пациента; миграция винтов, потребовавшая перемонтажа металлоконструкции – у одного пациента.

Таблица.4.2.4 Сравнительная характеристика всех исследований коррекции сгибательных контрактур коленных суставов у пациентов с ДЦП методом переднего гемиэпифизиодеза дистального эпифиза бедренной кости, опубликованных до 2020 года.

Авторы	**Вид импланта**	**Пациентов (суставов)**	**Средний возраст до операции (лет)**	**Средний период гемиэпифизиодеза (мес.)**	**Дополнительные сухожильно-мышечные операции**	**Скорость коррекции, °/мес.**	**Корреляция скорости коррекции от возраста**
Stiel N., Babin K.,2018 [156]	пластины	14 (25)	13 (9-16)	38 (от 6 до 72)	не было	0.20	Выявлена
Wang, Novachek, 2019 [163]	пластины	26 (42)	12,2 (±2.1)	не указано	не было	0.7 (±0.6)	Выявлена
Klatt, Stevens, 2008 [114]	пластины	7 (7)	12 (±3)	17 (±3)	были	0.9	не указано
Spiro,Stenger, 2012 [152]	скобы	7 (7)	12,7 (±2.4)	25.7 (±8.1)	не указано	0,6	Выявлена
Z.Al-Aubaidi,B. Lundgaard, 2012 [166]	пластины, скобы	5 (9)	11	14	не было	1,1	не указано
S. A. Rethlefsen A. M. Hanson, 2020 [141]	2 винта, перкутанно	25 (42)	12,9	17.4 (±7.1)	были	от 0.5 до 1.0	не указано
J. Long, 2020 [119]	Перкутанно, 2 винта	10	11,7 (от 7 до 17)	26	Были, +этапное гипсование	0,8 (от 0,48 до 1,75)	не указано
Nazareth, A., 2020 [128]	пластины	8 (8)	12.1 (± 2.7)	16.1 (±7.4)	были	1.5 (± 1.1)	не указано
Корольков А. И., 2020 [28]	пластины	19	от 6 до 9	от 8 до 12	были	от 1,25 до 2,5	не указано
Данное исследование	пластины	20 (37)	10,5 (±1,7)	16 (±9), от 5 до 31	гипсование	2,4 (±1,9), от 0,6 до 6,1	Выявлена

В исследовании Wang, 2019 разгибательная контрактура коленного сустава, потребовавшая артролиза, встретилась у двух пациентов, выпот в коленном суставе – у одного пациента [163]. Боль в коленном суставе встречается в статьях нескольких авторов, ее

распространенность в исследуемых группах достигает 40% пациентов [119, 128, 166]. Миграция металлоконструкции потребовала перемонтажа у одного пациента в исследовании Nazareth, A., 2020 [128]. У двух пациентов в исследовании Wang, Novachek, деформация осталась без изменений и потребовала проведения корригирующей остеотомии [163]. В нашем исследовании у двух пациентов продолжается коррекция, поскольку желаемый результат пока не достигнут, однако у обоих произошло увеличение заднего дистального бедренного угла.

В группе 2 один пациент выбыл из исследования через 8 месяцев после оперативного вмешательства по причине отказа родителей от продолжения лечения. В этой связи мы рекомендуем еще до оперативного лечения убедиться в доступности рентгенологической службы по месту жительства ребенка, в высокой заинтересованности родителей в лечении и их правильном представлении о том, как оно должно проводиться. В противном случае проведение гемиэпифизиодеза не рекомендуется.

4.3 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ АНГУЛОМЕТРИИ В ГРУППАХ ИССЛЕДОВАНИЯ 1, 2 И В ГРУППЕ СРАВНЕНИЯ

Сравнительная характеристика значений гониометрии в исследуемых группах 1 и 2 представлена в таблице 4.3.1. Из представленных в таблице результатов можно сделать вывод о том, что после оперативной коррекции значения гониометрии в каждой группе продемонстрировали статистически значимое улучшение пассивного разгибания ($p<0,05$), однако значимо отличались от целевых значений. Значения гониометрии после оперативного лечения в группе 2 были достоверно более приближены к целевым значениям по сравнению с данными гониометрии после оперативного лечения в группе 2 ($p<0,05$), что демонстрирует более высокую эффективность лечения в группе 2. Это различие иллюстрирует рис.4.3.1, на котором изображены средние значения гониометрии до и после оперативного лечения во всех трех группах исследования. На рисунке мы видим, что результаты после оперативного лечения в группе 2, в которой выполнялся передний гемиэпифизиодез, максимально приближены к целевым значениям.

Сравнительная характеристика показателей эффективности оперативного лечения в исследуемых группах 1 и 2 представлена в Таблице 4.3.2. Для ее оценки были подсчитаны два критерия эффективности – доля корригированной деформации (КД) и степень коррекции (СК).

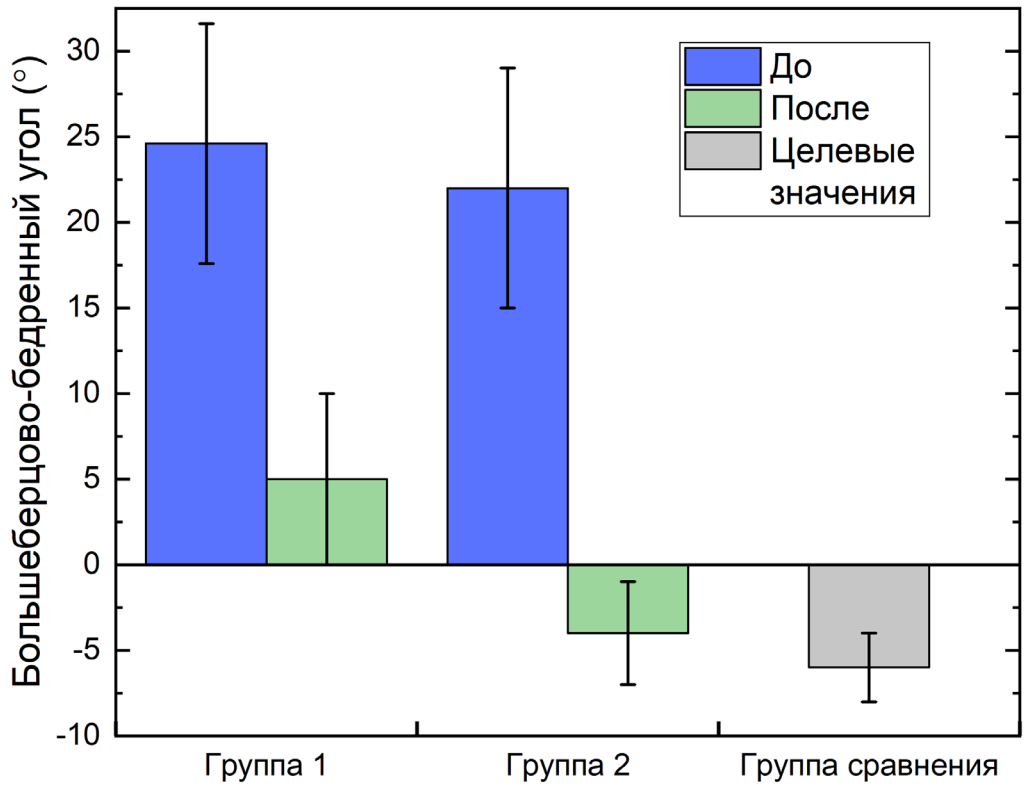


Рис. 4.3.1 Значения гониометрии с пассивным разгибанием в коленном суставе до и после операции в группах 1 и 2, значение гониометрии с пассивным разгибанием в группе сравнения.

Таблица 4.3.1 Сравнительная характеристика значений гониометрии с пассивным разгибанием в группах исследования 1,2 и в группе сравнения.

	До оперативного лечения	После достижения коррекции
Группа 1	24,6° (±7°), от 10° до 40° *	5° (±5°), от -5° до 15° *, **
Группа 2	22° (±7°), от 10° до 38° *,***	- 4° (±3°), от 177° до - 8° *,**,***
Группа сравнения	- 6° (±2°), от -1° до -11°	-

Примечание: *- достоверность различий со значениями группы сравнения, ** - достоверность различий до и после операции в одной группе, *** - достоверность различий по данному признаку между группами 1 и 2.

Доля корригированной деформации (КД) позволяет оценить, какую часть от имеющейся деформации позволяет корригировать изучаемый метод оперативного лечения. Степень коррекции (СК) показывает в процентном соотношении, насколько приближенный к желаемым параметрам результат можно получить, применяя изучаемый метод оперативного лечения.

Таблица 4.3.2 Сравнительная характеристика показателей эффективности в исследуемых группах 1 и 2.

	Группа 1	Группа 2	p-value
Доля корригированной деформации (КД)	84% (±19%), от 60 до 150%	117% (±11%), от 87 до 140%	**<0,05**
Степень коррекции (СК)	97% (±3%), от 92% до 102%	98% (±1%), от 95% до 101%	1,00
Связь между объемом деформации до оперативного лечения (ДР) и степенью коррекции (СК)	да	нет	-
Степень коррекции с поправкой на целевые значения ($СК_ц$)	94% (±3%), от 89% до 99%	98% (±1%), от 95% до 101%	**<0,05**
Объем корригированной деформации (V)	19,6°(±3°), от 14 до 25°	25°(±8), от 12° до 44°	**<0,05**
Осложнения (пациенты)	синовит -1 (2,5%) разгибательная контрактура – 2 (5%) пролежни в проекции пяточных бугров – 1 (2,5%)	гематома – 1 (5%) боль в суставе – 2 (10%) синовит – 3 (15%) разгибательная контрактура – 1(5%) миграция винтов – 1(5%)	-

Особенно данный критерий важен для оценки возможности вертикализации пациента с минимальными энергетическими затратами, поскольку любое отклонение от нормы повышает энергетические затраты при вертикализации и создает условия для развития вторичной ортопедической патологии.

Различия доли корригированной деформации в группе 1 и 2 статистически значимы, то есть метод переднего гемиэпифизиодеза позволяет корригировать значимо большую часть

от имеющейся деформации (p<0,05). Достоверных различий, определяемых критерием Манна-Уитни, между степенью коррекции (СК) в группах 1 и 2 выявлено не было (p>0,05). Однако, стоит отметить, что при расчете степени коррекции (СК) для группы 1 мы условно принимали целевой угол максимального пассивного разгибания в коленном суставе ($ПР_{иск}$) за 180°, поскольку исследование в группе 1 имело ретроспективный характер. Чтобы сравнить степень коррекции между группами, нами был посчитан данный критерий с учетом данных группы сравнения ($СК_{ц}$) по формуле:

$$СКц = \frac{ПРпо}{ПРиск} \times 100\%$$

где $ПР_{иск}$ (°) – целевой угол максимального пассивного разгибания в коленном суставе после операции, определенный исходя из результатов обследования группы сравнения, который составил -6° рекурвации.

При сравнении средних значений степени коррекции с поправкой на целевые значения ($СК_{ц}$) выявлено значимое повышение эффективности оперативного лечения в группе 2 (p<0,05).

Объем корригированной деформации в группах 1 и 2 достаточно высоки, однако в группе 2 он достоверно выше (p<0,05). Оба метода оперативного лечения позволяют корригировать большую часть имеющейся у пациента деформации. Однако в процентном соотношении метод переднего гемиэпифизиодеза, примененный в группе 2, позволяет достоверно больше приблизить результат к целевым параметрам по сравнению с группой 1 (<0,05).

В группе 1 выявлена статистически значимая высокая обратная связь между значениями гониометрии до оперативного лечения (ДР) и значениями степени коррекции (СК) (то есть большему значению дефицита разгибания до операции соответствует меньшее значение степени коррекции), (p<0,05). Статистически значимой корреляции между значениями гониометрии до оперативного лечения (ДР) и значениями степени коррекции (СК) в группе 2 не обнаружено (p=0,1), то есть результат операции не зависел от объема деформации до операции в данной группе пациентов. В сравнении с результатами группы 1, где применялись сухожильно-мышечные операции, и объем коррекции определялся степенью укорочения сухожилий и наличием либо отсутствием сопутствующей артрогенной контрактуры, методом переднего гемиэпифизиодеза можно добиться большего объема коррекции, так как при данном методе происходит изменение оси кости до тех пор, пока у ребенка сохраняется потенциал роста.

Процент осложнений в группе 2 оказался выше по сравнению с группой 1. Это связано и с различиями в методиках оперативного вмешательства, и с тем, что исследование в группе 2 проводилось в проспективном порядке, в отличие от группы 1. Все жалобы

пациентов группы 2 и их родителей, не зависимо от выраженности проявлений, тщательно отслеживались лечащим врачом как во время госпитализации, так и в течение всего периода наблюдения. Осложнения в группе 1 отслеживались по записям в историях болезни и заключениям амбулаторных приемов. Вероятно, что записывались только выраженные проявления.

Таким образом, после оперативной коррекции значения гониометрии в каждой группе продемонстрировали статистически значимое улучшение пассивного разгибания ($p<0,05$), однако значимо отличались от целевых значений. Эффективность оперативного лечения методом переднего гемиэпифизиодеза была достоверно выше эффективности лечения методом сухожильно-мышечной пластики по данным гониометрии после оперативного лечения, которые достоверно ближе к целевым значениям ($p<0,05$). Объем коррекции в группе 2 был статистически значимо выше, чем в группе 1 ($p<0,05$). В отличие от метода сухожильно-мышечной пластики ($r =-0,95$, $p<0,05$), результат коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза не зависел от объема деформации до операции в данной группе пациентов ($r =0,27$, $p=0,1$). Объем коррекции сухожильно-мышечными операциями определяется степенью укорочения сухожилий и наличием либо отсутствием сопутствующей артрогенной контрактуры. Методом переднего гемиэпифизиодеза можно добиться большего объема коррекции, так как при данном методе происходит изменение оси бедренной кости до тех пор, пока у ребенка сохраняется потенциал роста. Процент осложнений в группе 2 оказался выше по сравнению с группой 1. Это связано и с различиями в методиках оперативного вмешательства, и с тем, что исследование в группе 2 проводилось в проспективном порядке, в отличие от группы 1.

4.4 ДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ К ПЕРЕДВИЖЕНИЮ ДО И ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ В ГРУППАХ 1 И 2

Проведена сравнительная функциональная оценка физической активности пациентов до и после оперативного лечения в исследуемых группах 1 и 2 по шкале - опроснику Gillette FAQ (Gillette Functional Assessment Questionnaire), (см. в Таблицах 4.4.1, 4.4.2). Результаты балльной оценки функциональных способностей к передвижению до и после оперативного лечения пациентов исследуемых групп 1 и 2 по шкале Gillette FAQ графически представлены на рис. 4.4.1. На диаграммах прослеживается большее количество высоких оценок после оперативного лечения в группе 2 по сравнению с результатами группы 1. Сравнительная характеристика результатов балльной оценки функциональных способностей к передвижению после оперативного лечения пациентов исследуемых групп 1 и 2 по шкале

Gillette FAQ приведена в Таблице 4.4.3. В группе 1 средний балл до операции по шкале Gillette FAQ составил 2 (±1,3), то есть в большинстве случаев пациент не мог удерживать собственный вес при опоре на конечности. Средний балл после операции по шкале Gillette FAQ составил 2,9 (±1,3), то есть пациенты начинали ходить во время сеансов реабилитации с посторонней помощью, различия показателей до и после операции статистически значимы ($p<0,05$). В группе 2 средний балл по шкале Gillette FAQ до оперативного лечения составил 3,1(±1,6), то есть большинство пациентов ходили во время сеансов реабилитации с посторонней помощью. Средний балл по шкале Gillette FAQ после оперативного лечения составил 4,3(±1,6), то есть пациент способен ходить уже в домашних условиях, но ходьба не является основным способом передвижения дома. Улучшение функционального статуса после оперативного лечения у пациентов группы 2 статистически значимы ($p=0,0004$). При сравнении средних величин изменения балльной оценки между группами (Δбаллов до и после операции в Таблице 4.4.3) статистически значимых различий выявлено не было ($p=0,45$), однако прослеживается тенденция более высокой эффективности оперативного лечения в группе 2 по указанному признаку.

Мы получили следующее распределение пациентов по изменению количества баллов Gillette FAQ у пациентов исследуемых групп 1 и 2, после хирургического лечения (см. рис.4.4.3). Повышение функциональных способностей к передвижению отмечено у 26 (65%) пациентов группы 1, и у 16 (80%) пациентов группы 2. Отсутствие динамики функционального статуса по данному показателю отмечено у 14 пациентов (35%) группы 1, и у 4 (20%) группы 2. Различия статистически не значимы (точный критерий Фишера $p=0,1861$). На диаграммах (рис.4.4.3) отображено, что в группе 2 на 15% больше детей продемонстрировали повышение функциональной активности на 2 балла, чем в группе 1, различия статистически не значимы (точный критерий Фишера $p= 0,1893$). В группе 2 отмечено повышение функционального статуса на 3 балла у одного пациента, в группе 1 – ни у одного из пациентов группы. Различия статистически не значимы (точный критерий Фишера $p=0,3333$). У пациента группы 2, который продемонстрировал повышение функциональных способностей к передвижению на 3 балла, отмечен отличный клинический результат. В то время как до операции он мог передвигаться только с поддержкой за подмышечные впадины, после коррекции сгибательных контрактур коленных суставов он передвигается с использованием четырехопорных тростей самостоятельно.

Таким образом, в обеих исследуемых группах 1 и 2 отмечено статистически значимое улучшение функциональных способностей к передвижению после оперативного лечения ($p<0,05$), что подтверждает их высокую эффективность. Статистически значимых различий в

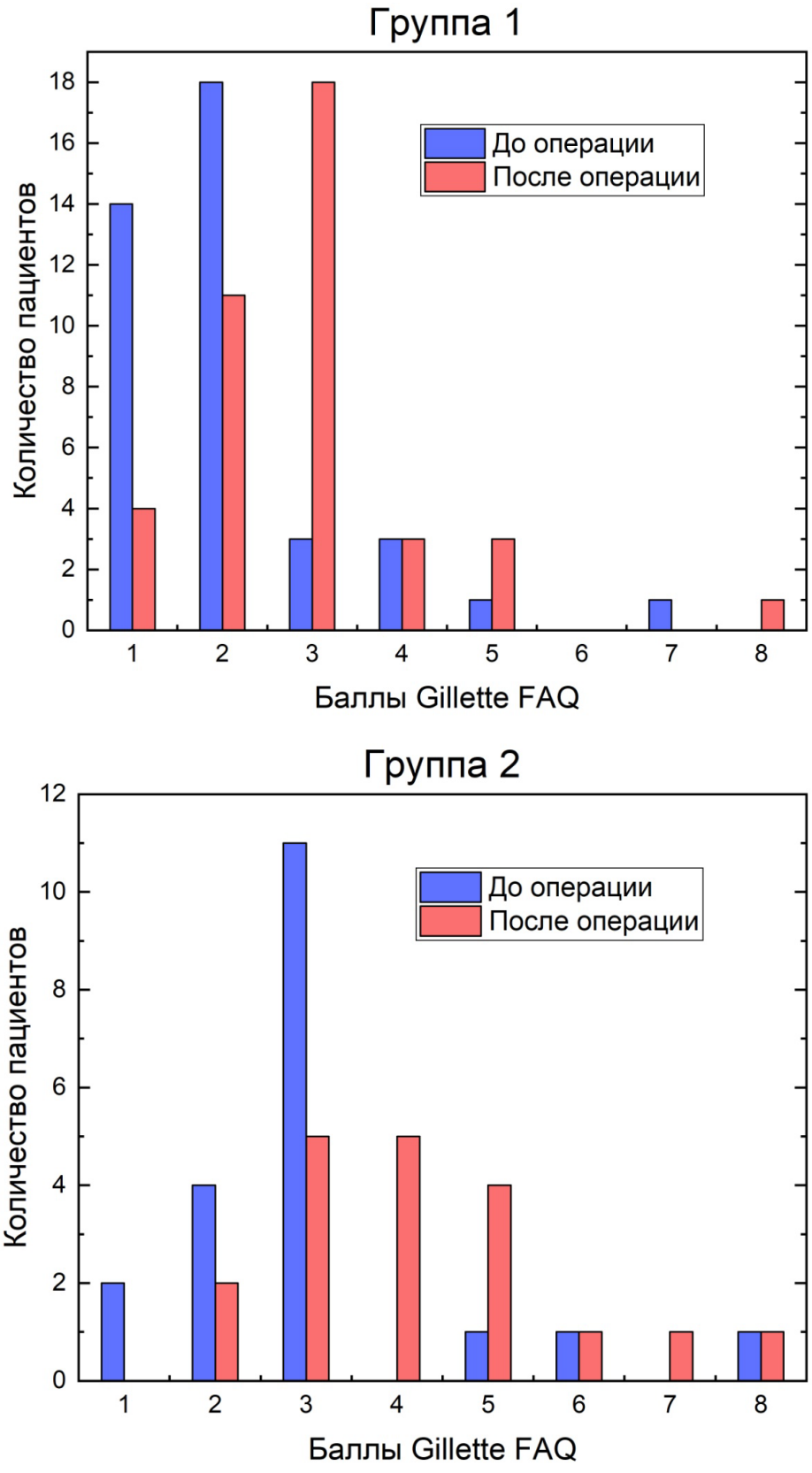


Рис. 4.4.1. Результаты балльной оценки функциональных способностей к передвижению до и после оперативного лечения пациентов исследуемой групп 1 и 2 по шкале Gillette FAQ.

Таблица 4.4.1 Динамическая оценка функционального результата оперативного лечения пациентов исследуемой группы 1.

Баллы	Уровень двигательной активности по шкале Gillette	До оперативного лечения (n=40)	После оперативного лечения (n=40)
1	Не может сделать шага ни при каких условиях	14	4
2	Может сделать несколько шагов с посторонней помощью. Не может удерживать собственный вес при опоре на конечности	18	11
3	Ходит во время сеансов реабилитации, но не при перемещении в помещении. Для перемещения требуется посторонняя помощь	3	18
4	Способен ходить в домашних условиях, но медленно. Не использует ходьбу как предпочтительный способ перемещения в домашних условиях	3	3
5	Способен пройти более 4,5-15 метров дома или в школе. Ходьба – основной способ передвижения в домашних условиях	1	3
6	Способен пройти более 4,5-15 метров вне дома, но использует обычно инвалидное кресло для перемещений на улице и общественных местах	0	0
7	Перемещается вне домашних условий самостоятельно, но только по ровной поверхности (для преодоления ступенек и других неровностей необходима помощь посторонних лиц)	1	0
8	Перемещается вне дома самостоятельно по ровной поверхности и преодолевает ступеньки и неровности, но требуется минимальная помощь или лишь наблюдение третьих лиц	0	1
9	Свободно перемещается вне дома по ровной поверхности и преодолевает ступеньки и неровности, помощь третьих лиц нужна при беге и преодолении высоких лестничных пролетов	0	0
10	Свободно перемещается вне дома, бегает, поднимается по лестницам без посторонней помощи	0	0

Таблица 4.4.2 Динамическая оценка функционального результата оперативного лечения пациентов исследуемой группы 2.

Баллы	Уровень двигательной активности по шкале Gillette	До оперативного лечения (n=20)	После оперативного лечения (n=20)
1	Не может сделать шага ни при каких условиях	2	0
2	Может сделать несколько шагов с посторонней помощью. Не может удерживать собственный вес при опоре на конечности	4	2
3	Ходит во время сеансов реабилитации, но не при перемещении в помещении. Для перемещения требуется посторонняя помощь	11	5
4	Способен ходить в домашних условиях, но медленно. Не использует ходьбу как предпочтительный способ перемещения в домашних условиях	0	5
5	Способен пройти более 4,5-15 метров дома или в школе. Ходьба – основной способ передвижения в домашних условиях	1	4
6	Способен пройти более 4,5-15 метров вне дома, но использует обычно инвалидное кресло для перемещений на улице и общественных местах	1	1
7	Перемещается вне домашних условий самостоятельно, но только по ровной поверхности (для преодоления ступенек и других неровностей необходима помощь посторонних лиц)	0	1
8	Перемещается вне дома самостоятельно по ровной поверхности и преодолевает ступеньки и неровности, но требуется минимальная помощь или лишь наблюдение третьих лиц	1	1
9	Свободно перемещается вне дома по ровной поверхности и преодолевает ступеньки и неровности, помощь третьих лиц нужна при беге и преодолении высоких лестничных пролетов	0	0
10	Свободно перемещается вне дома, бегает, поднимается по лестницам без посторонней помощи	0	0

динамике двигательных возможностей между группами 1 и 2 не было выявлено, однако прослеживается тенденция более высокой эффективности оперативного лечения в группе 2 по указанному признаку и ярко выраженный положительный клинический результат у отдельных пациентов группы 2. В группе 1 средний балл до операции по шкале Gillette FAQ составил 2 (±1,3). Средний балл после операции по шкале Gillette FAQ составил 2,9 (±1,3), различия показателей до и после операции в 0,8 баллов статистически значимы ($p<0,05$). В исследовании J. Long (2019), в котором проводилось удлинение сгибателей голени в сочетании с этапным гипсованием 19-ти пациентам с ДЦП, получены сопоставимые функциональные результаты. В исследовании J. Long было отмечено улучшение функциональных способностей к передвижению по шкале Gillette FAQ (до операции средний балл составил 6,9, то есть пациент способен пройти более 4,5-15 метров вне дома, но использует обычно инвалидное кресло для перемещений на улице и общественных местах. После коррекции средний балл составил 7,4, то есть пациент перемещается вне домашних

Таблица 4.4.3 Сравнительная характеристика результатов балльной оценки функциональных способностей к передвижению после оперативного лечения пациентов исследуемых групп 1 и 2 по шкале Gillette FAQ.

	до операции	после операции	p-value	Δ баллов до и после операции, p=0,45
Группа 1	2(±1,3), от 1 до 7	2,9(±1,3), от 1 до 8	**0,000008**	0,8 (±0,7), от 0 до 2
Группа 2	3,1(±1,6), от 1 до 8	4,3(±1,6), от 2 до 8	**0,0004**	1,2 (±0,8), от 0 до 3

условий самостоятельно, но только по ровной поверхности. Для преодоления ступенек и других неровностей необходима помощь посторонних лиц). Это улучшение в 0,5 баллов не достигло порога статистической значимости ($p = 0,2636$), однако прослеживается тенденция улучшения функционального результата. Стоит отметить, что 84% пациентов в исследовании J. Long имели уровень GMFCS I-III [118], в то время как в группе исследования 1 всего 47,5% составляют дети GMFCS II- III. Так же у пациентов в исследовании J. Long в среднем была менее выражена сгибательная контрактура коленных суставов до оперативного лечения − 12.3±12.5 [118], в то время как в исследуемой группе 1 средний угол деформации до оперативного лечения составил 24,6° (±7°). Это объясняет

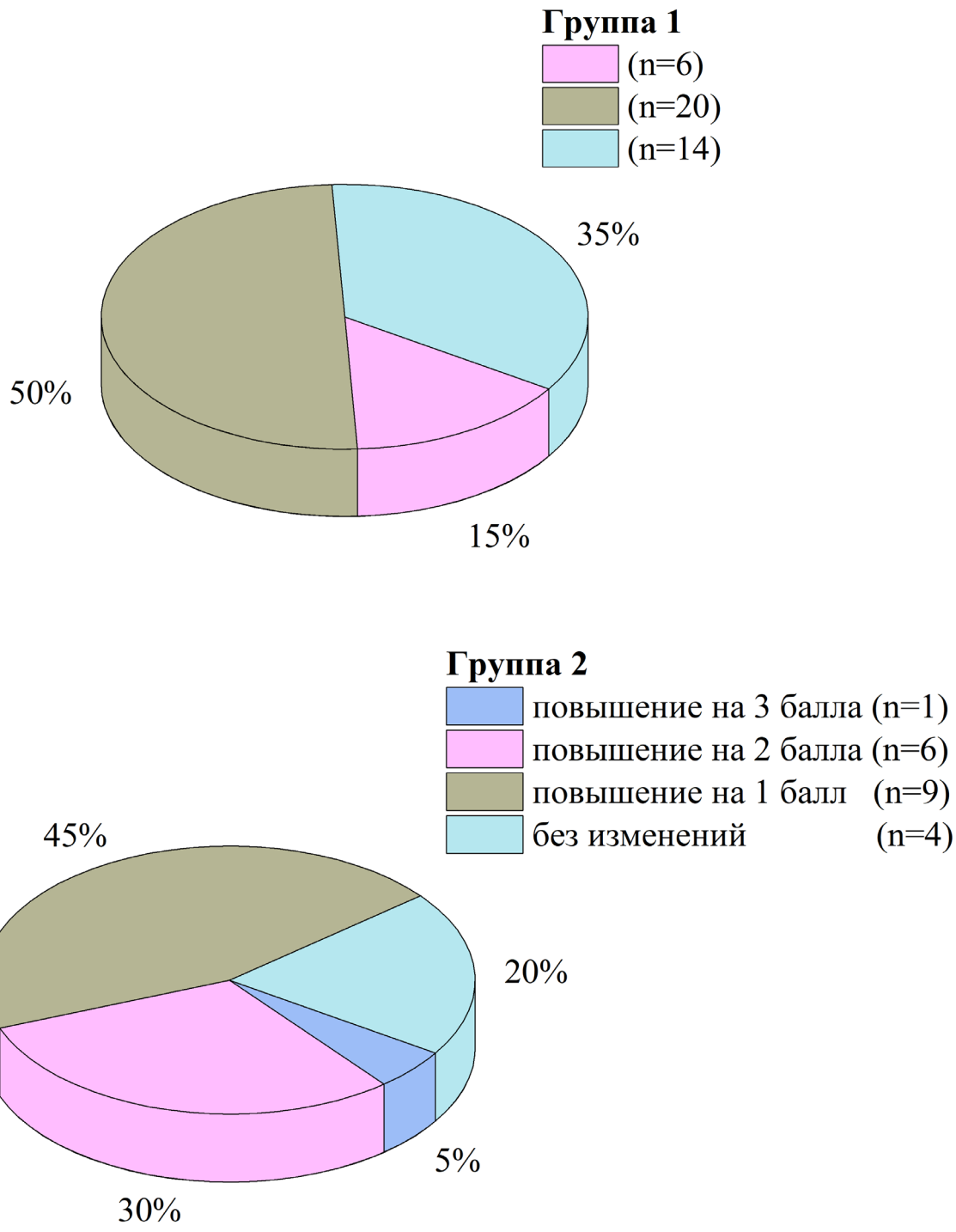


Рис 4.4.3 Распределение пациентов по изменению количества баллов Gillette FAQ после хирургического лечения.

более высокий средний балл по шкале Gillette среди пациентов исследования J. Long до операции по сравнению со средним баллом пациентов группы 1.

В группе 2 средний балл до операции по шкале Gillette FAQ составил 3,1 (±1,6). Средний балл после операции по шкале Gillette FAQ составил 4,3 (±1,6), различия показателей до и после операции в 1,2 балла статистически значимы ($p<0,05$). Такая динамика баллов по шкале Gillette FAQ является достаточно высокой. В 2020 году опубликовано исследование J. Long, в котором 10 пациентам с ДЦП проводили перкутанно передний гемиэпифизиодез двумя винтами в сочетании с удлинением сгибателей голени и этапным гипсованием [119]. Средний балл до операции по шкале Gillette FAQ составил 6.78 ± 1.48. Средний балл после операции по шкале Gillette FAQ увеличился до 7.33 ± 1.22, различия на 0.4 ±0.9 баллов статистически не значимы ($p= 0.5$). Тенденция более высокой эффективности оперативного лечения в группе 2 прослеживается по повышению функциональных способностей к передвижению у большего числа пациентов, повышению функциональной активности на 2 и на 3 балла у большего числа пациентов, отсутствию динамики функционального статуса у меньшего числа пациентов, чем в группе 1.

ГЛАВА 5

ТАКТИКА ВЫБОРА ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ СГИБАТЕЛЬНЫХ КОНТРАКТУР КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ У ДЕТЕЙ СО СПАСТИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ДЦП.

На основании сравнительного анализа эффективности и факторов, влияющих на эффективность коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза, определены критерии выбора метода оперативного лечения (см. рис.5.1). Так как в группе 2 средняя доля коррекции за счет мягкотканного компонента составила 27% (±20), от 0 до 80%, мы рекомендуем проводить передний гемиэпифизиодез после того, как будут использованы все методы воздействия на сухожилия и мышцы-сгибатели голени. На первом этапе обязательно необходимо убедиться, что пациенту проводилась ботулинотерапия в течение последних шести месяцев без удовлетворительного эффекта. Стоит проверить медицинскую документацию, проконсультироваться с врачом-неврологом, у которого наблюдается пациент. В случае, если пациент не проходил ботулинотерапию, необходимо его направить. После того, как мы убедились, что ботулинотерапия действительно не оказала эффекта, в случае положительного хамстринг-теста ребенку показано оперативное удлинение сгибателей голени. Если интраоперационно не удается достигнуть полного разгибания голени, то при дефиците разгибания до 10° проводится этапное гипсование. Если дефицит разгибания более 10°, то дальнейшая оперативная тактика зависит от наличия открытых зон роста. Детям с открытыми зонами роста и дефицитом разгибания до 15° мы рекомендуем проводить передний гемиэпифизиодез без этапного гипсования, поскольку деформация небольшого объема будет корригироваться постепенно в процессе роста без болевых ощущений, связанных с натяжением в гипсовых повязках, в среднем за 7 мес при выявленной нами по результатам исследования общей скорости коррекции 2,4 °/мес. При одновременном применении переднего гемиэпифизиодеза и этапного гипсования для коррекции деформаций до 10-15° применение гемиэпифизиодеза может оказаться краткосрочным и излишним, а выполнение этапного гипсования при объеме деформации более 10° может стать причиной нейропатии седалищного нерва. При дефиците разгибания более 15° во избежание прогрессирования контрактуры за счет вовлечения в процесс капсулы сустава, растяжения собственной связки надколенника, рекомендуется проводить комбинированное лечение - передний гемиэпифизиодез в сочетании с этапным гипсованием.

Пациентам с закрытыми зонами роста при неэффективности удлинения сгибателей голени показано проведения заднего артролиза коленного сустава в сочетании с этапным

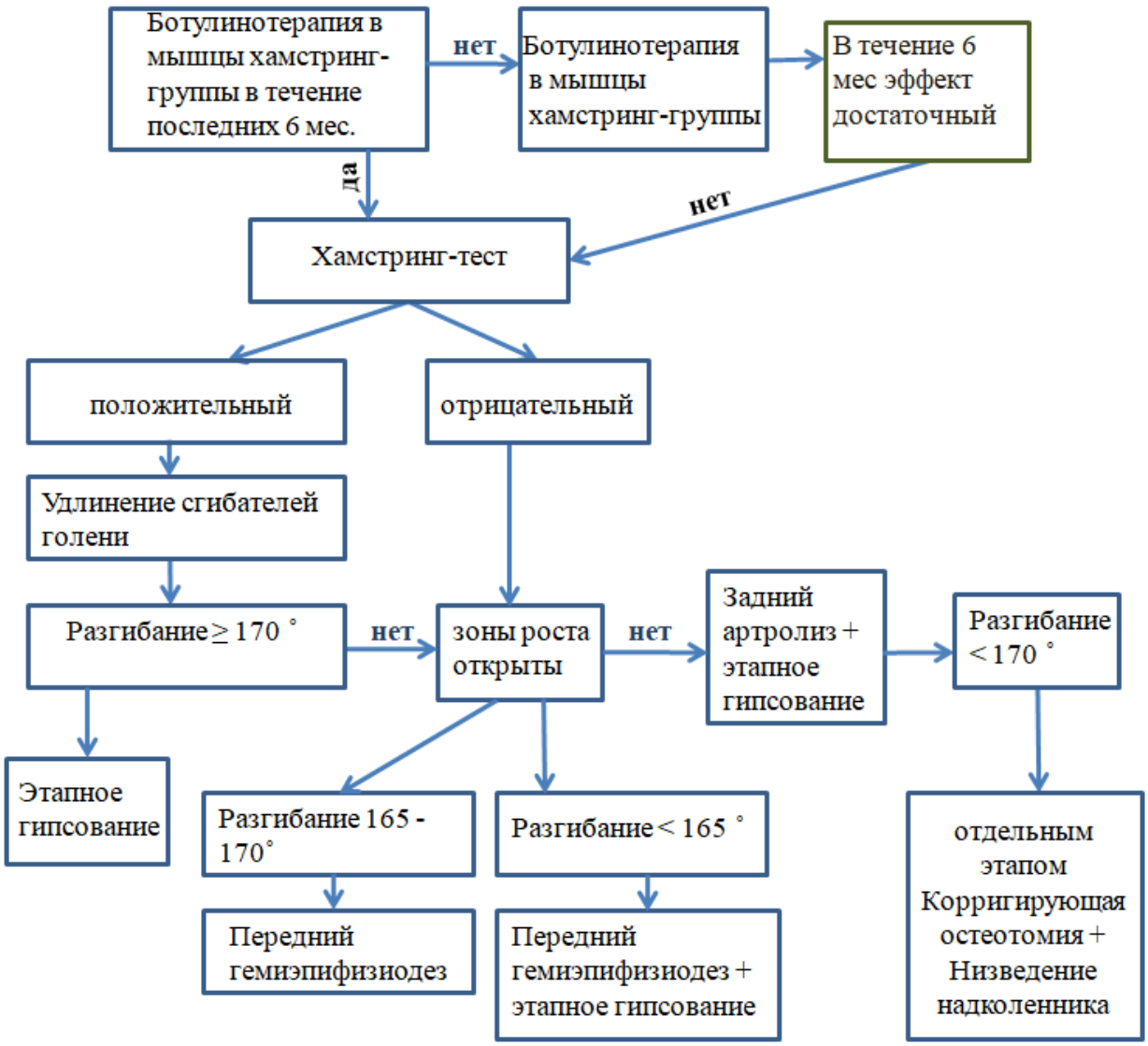


Рис. 5.1 Тактика выбора оперативного лечения сгибательных контрактур коленных суставов на фоне ДЦП

гипсованием. Если сохраняется дефицит разгибания более 10°, то рекомендуется отдельным этапом провести корригирующую остеотомию бедренной кости в сочетании с низведением надколенника. Учитывая риски, связанные с проведением корригирующей остеотомии, мы не рекомендуем проводить ее пациентам с дефицитом разгибания до 10°. Операцию следует комбинировать с низведением надколенника, поскольку одним из ее эффектов является укорачивание бедренной кости и относительное удлинение прямой мышцы бедра и ее ослабление. С учетом объема данного оперативного вмешательства рекомендуется проводить его отдельным этапом.

Таким образом, на основании сравнительного анализа эффективности и факторов, влияющих на эффективность и скорость коррекции модернизированным методом лечения, определена тактика выбора метода оперативного лечения. Так как в группе 2 средняя доля коррекции за счет мягкотканного компонента составила 27% (±20), от 0 до 80%, мы рекомендуем проводить передний гемиэпифизиодез после того, как будут использованы все методы воздействия на сухожилия и мышцы-сгибатели голени. После того, как мы убедились, что ботулинотерапия не оказала эффекта в течение последних 6 месяцев, в случае положительного хамстринг-теста ребенку показано оперативное удлинение сгибателей голени. Если интраоперационно не удается достигнуть полного разгибания голени, то при дефиците разгибания до 10° проводится этапное гипсование. Если дефицит разгибания более 10°, то дальнейшая оперативная тактика зависит от наличия открытых зон роста. Детям с открытыми зонами роста и дефицитом разгибания до 15° мы рекомендуем проводить передний гемиэпифизиодез без этапного гипсования, поскольку деформация небольшого объема будет корригироваться в среднем за 7 мес при выявленной нами по результатам исследования общей скорости коррекции 2,4 °/мес. При одновременном применении переднего гемиэпифизиодеза и этапного гипсования для коррекции деформаций до 10-15° применение гемиэпифизиодеза может оказаться краткосрочным и излишним, а выполнение этапного гипсования при объеме деформации более 10° может стать причиной нейропатии седалищного нерва. При дефиците разгибания более 15° во избежание прогрессирования контрактуры за счет вовлечения в процесс капсулы сустава, растяжения собственной связки надколенника, рекомендуется проводить передний гемиэпифизиодез в сочетании с этапным гипсованием.

Пациентам с закрытыми зонами роста при неэффективности удлинения сгибателей голени показано проведения заднего артролиза коленного сустава в сочетании с этапным гипсованием. Если сохраняется дефицит разгибания более 10°, то рекомендуется отдельным этапом провести корригирующую остеотомию бедренной кости в сочетании с низведением надколенника.

ГЛАВА 6. КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

6.1 КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР №1

Оперативное лечение сгибательной контрактуры коленных суставов на фоне ДЦП методом переднего гемиэпифизиодеза у ребенка 7 лет 9 мес.

Пациент К. поступил в апреле 2019г в нейроортопедическое отделение с ортопедией ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ планово первично для обследования и оперативного лечения в возрасте 7 лет 9 мес с диагнозом: «Сгибательная контрактура обоих коленных суставов. Эквинусная деформация обеих стоп. Фоновое заболевание: Детский церебральный паралич, спастическая диплегия. GMFCS IV. MACS 4 уровень. Дисплазия тазобедренных суставов. Симптоматическая эпилепсия, ремиссия с 10.2018г. Системное недоразвитие речи, начало 2 уровня, дизартрия». Жалобы при поступлении мама предъявляла на деформацию нижних конечностей, быструю утомляемость при вертикализации, нарушение походки ребенка, ограничение движений в коленных и голеностопных суставах.

Из анамнеза жизни известно, что ребенок от второй беременности, вторых родов. Беременность протекала на фоне угрозы прерывания в 3 триместре. Роды на 32-33 неделе, самостоятельные, стремительные. Вес при рождении 2240 г. Рост при рождении 47 см. Оценка по шкале Апгар 7/9 баллов. После рождения находился в ОРИТ, далее находился в отделении патологии новорожденных. Начал держать голову с 1,5 лет. Сидит с 3 лет. Развитие речи с 6 лет. Ребенок с рождения наблюдается неврологом с диагнозом: Детский церебральный паралич, спастическая диплегия. В возрасте 4-х лет установлен уровень больших моторных функций GMFCS IV. Постоянно получает противоэпилептические препараты. За последние 1,5 года перед госпитализацией мама отмечает значительное прогрессирование сгибательной деформации нижних конечностей на уровне коленных суставов, ограничение движений в нижних конечностях. Проводилось консервативное лечение – ботулинотерапия, ЛФК, без существенной динамики.

При осмотре ребенок ходит с поддержкой за обе руки. Голову удерживает. Сидит, кифозируя спину. Переворачивается. Стоит с поддержкой (см. рис.6.1.2). Оценка по шкале Gillette FAQ 3 балла (ходит во время сеансов реабилитации, но не при перемещении в помещении. Для перемещения требуется посторонняя помощь). Оси верхних конечностей правильные, длина одинаковая. Движения в тазобедренных суставах в полном объеме

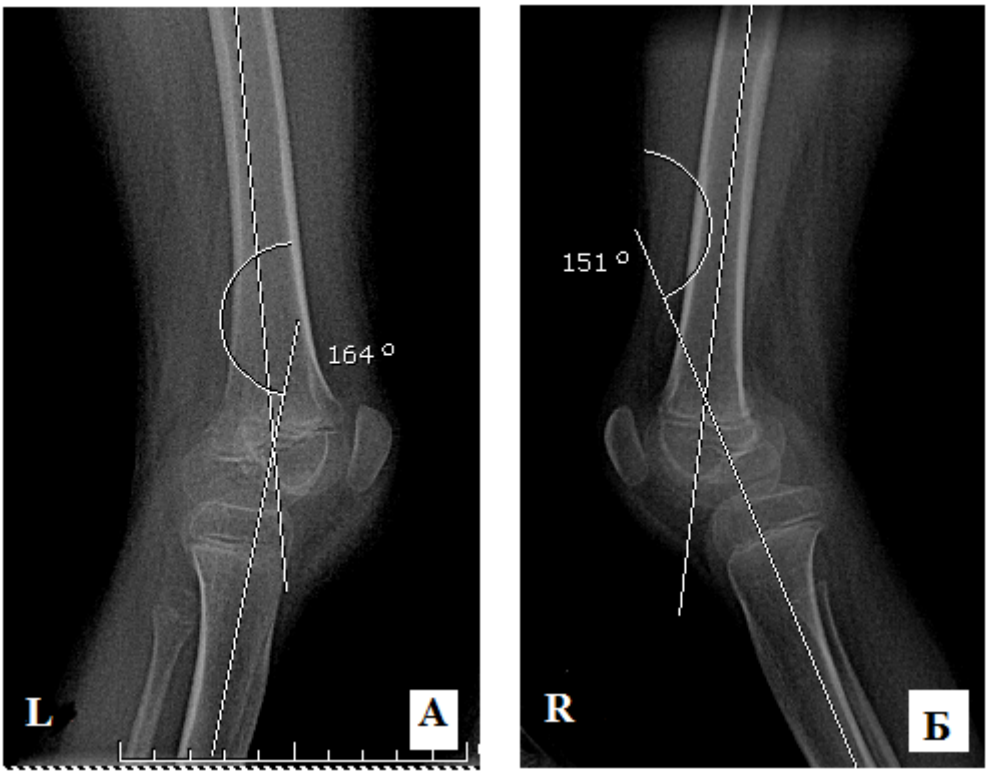


Рис.6.1.1. Рентгенография нижних конечностей в боковой проекции до операции. А – объем разгибания в левом коленном суставе 164°. Б - объем разгибания в правом коленном суставе 151°.

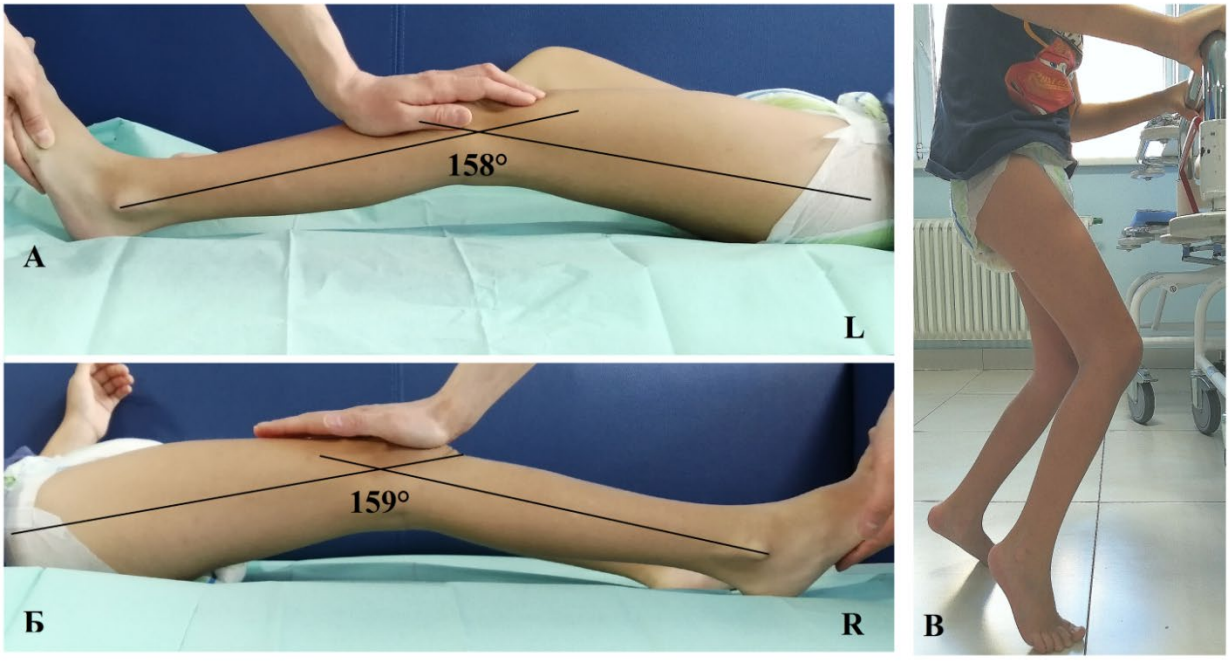


Рис. 6.1.2 А- объем разгибания левой нижней конечности до операции по данным гониометрии. Б - объем разгибания правой нижней конечности по данным гониометрии. В – Внешний вид до оперативного лечения. Пациент стоит, держась за перила.

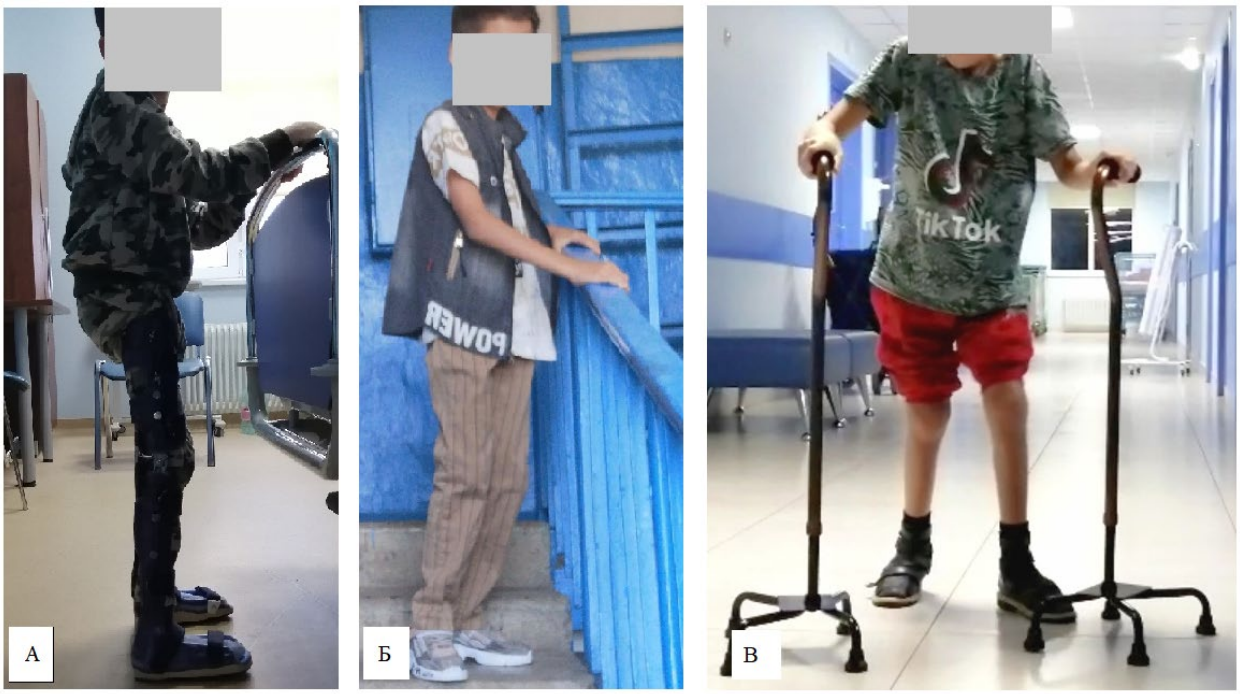


Рис. 6.1.3. А – Внешний вид пациента перед удалением пластин. Б – внешний вид через 6 мес после удаления пластин. Пациент самостоятельно поднимается на второй этаж жилого дома по лестнице. В – внешний вид через год после удаления пластин. Пациент самостоятельно передвигается с четырехопорными тростями.

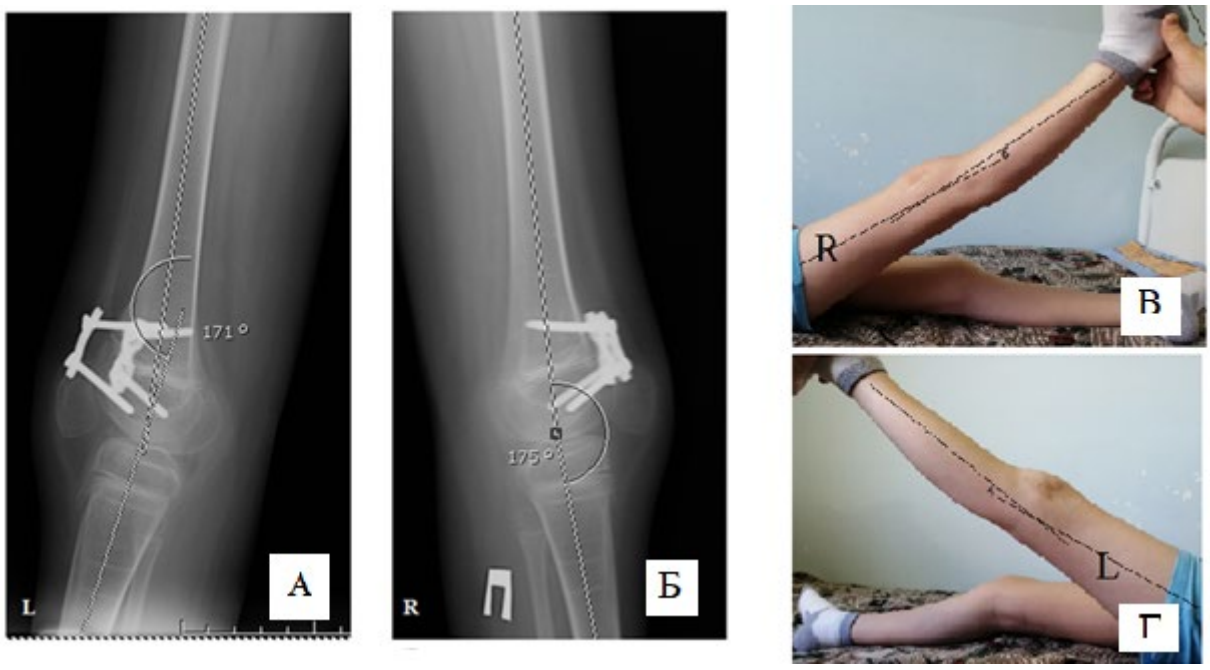


Рис. 6.1.4 А – пассивное разгибание в левой нижней конечности составило 9° рекурвации по данным рентгенографии. Б – пассивное разгибание в правой нижней конечности составило 5° рекурвации по данным рентгенографии. В – разгибание в правой нижней конечности составило 6° рекурвации по данным гониометрии. Г – разгибание в левой нижней конечности составило 5° рекурвации по данным гониометрии.

безболезненные. Движения в коленных суставах: разгибание/сгибание справа 159/0/40, слева 158/0/40. Хамстринг-тест слева 130°, справа 150°. Дункан-Эли-тест отрицательный.

Эквинусная установка стоп, в нормокоррекцию выводится левая стопа. Трицепс-тест демонстрирует укорочение трехглавой мышцы голени справа. По данным рентгенографии нижних конечностей у пациента определяются зоны роста, объем пассивного разгибания в коленных суставах составил слева 164° и справа 151° (см. рис. 6.1.1).

В апреле 2019г пациенту проведено оперативное лечение в объеме: Передний гемиэпифизиодез дистального эпифиза правой и левой бедренной кости. Апоневротомия икроножной мышцы по Strayer (1958). Ранний послеоперационный период протекал гладко. Нижние конечности иммобилизованы в циркулярных гипсовых повязках от верхней трети бедра до кончиков пальцев в положении коррекции сроком на 3 недели с возможностью опоры на нижние конечности. По данным контрольной рентгенографии стояние элементов металлоконструкции правильное. На вторые послеоперационные сутки была начата вертикализация в гипсовых повязках. На восьмые послеоперационные сутки ребенок в удовлетворительном состоянии выписывается под наблюдение невролога, педиатра, ортопеда-травматолога по месту жительства. В межгоспитальном периоде ребенок жалоб не предъявлял. С интервалом в 4 месяца по месту жительства выполнялась рентгенография коленных суставов в прямой и боковой проекции в положении максимального пассивного разгибания, рентгенограммы отсылались лечащему врачу.

Полная коррекция была достигнута за 10 месяцев. В феврале 2020г ребенок поступил в стационар для обследования. Пациент передвигается с поддержкой за одну руку взрослого, а также самостоятельно с четырехопорными тростями (фактически уровень больших моторных функций повысился с GMFCS IV до GMFCS III) (см. рис. 6.1.3). Оценка по шкале Gillette FAQ 6 баллов (способен пройти более 4,5-15 метров вне дома, но использует обычно инвалидное кресло для перемещений на улице в общественных местах). Объем пассивного разгибания в коленном суставе по данным гониометрии составил 5° рекурвации слева и 6° рекурвации справа (рис. 6.1.4.В, Г). Выполнена рентгенография боковой проекции с определением угла максимального пассивного разгибания в коленном суставе (рис. 6.1.4.А, Б), который составил 9° рекурвации слева и 5° рекурвации справа. По результатам обследования было принято решение об удалении металлоконструкций. Операция проведена без осложнений. Ранний послеоперационный период протекал гладко. На 7-ые послеоперационные сутки ребенок в удовлетворительном состоянии выписывается под наблюдение невролога, педиатра, ортопеда-травматолога по месту жительства.

6.2 КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР №2

Оперативное лечение сгибательной контрактуры коленных суставов на фоне ДЦП методом сухожильно-мышечной пластики у ребенка 12 лет.

Пациент Л. поступил в ноябре 2017 года в нейроортопедическое отделение с ортопедией ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России планово первично для обследования и оперативного лечения в возрасте 12 лет с диагнозом: «Сгибательные контрактуры коленных суставов. Детский церебральный паралич: спастический тетрапарез. GMFCS IV». Ребенок предъявляет жалобы на ограничение движений и болезненность в коленных суставах, снижение толерантности к вертикализации и ходьбе.

Из анамнеза жизни известно, что ребенок родился от 1-й беременности, протекавшей с угрозой прерывания в 1 триместре, ОРВИ на 5-м мес. беременности. Роды первые, преждевременные, в 28-29 недель, самостоятельные. Вес при рождении 1290 г, рост 40 см. Оценка по шкале Апгар 7/7 баллов. На ИВЛ находился 14 суток, из реанимации был переведен в отделение патологии новорожденных, где находился до 2-х мес. с диагнозом: «Бактериальная пневмония. Гипоксически-ишемическое поражение ЦНС 2-3 степени. Судорожный синдром». Наблюдался неврологом по месту жительства с раннего возраста с диагнозом: ДЦП, спастический тетрапарез. GMFCS IV. Неоднократно проходил стационарное лечение в неврологическом отделении. Начал держать голову с 1 года. Сидит с 2,5 лет. Развитие речи с 5 лет.

Ботулинотерапия проводилась однократно в 2014 году. В 2017 году, в возрасте 12 лет на фоне скачка роста у ребенка появились ограничение движений и болезненность в коленных суставах, ребенок стал быстро уставать при вертикализации. Проводились курсы ЛФК, массажа, которые не имели эффекта. При осмотре в отделении ребенок самостоятельно вес не удерживает, не стоит. Вертикализация с поддержкой затруднена. Оценка по шкале Gillette 1 балл (Не может сделать шага ни при каких условиях). Голова по средней линии. Движения в шейном отделе позвоночника в полном объеме. Осанка кифотическая. Ось позвоночника правильная. Тест Адамса отрицательный. Грудная клетка обычной формы. Ось верхних конечностей правильная, длина одинаковая. Объем активных и пассивных движений ограничен из-за выраженного мышечного тонуса. Нижние конечности одинаковой длины.

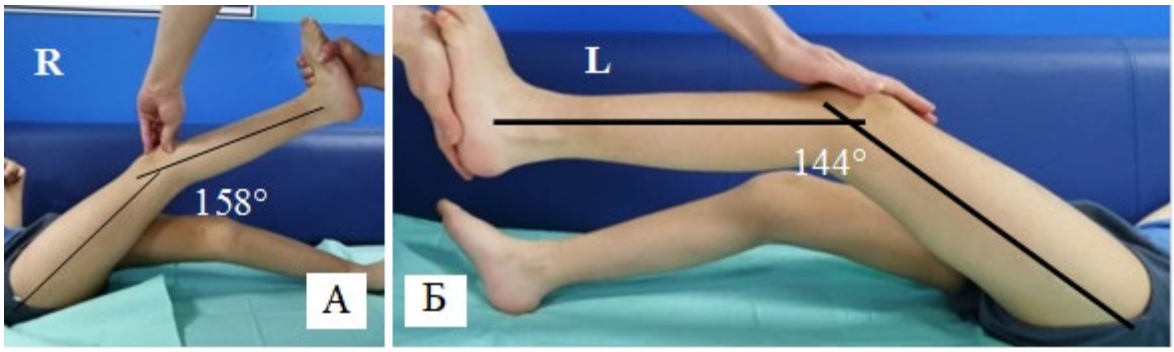


Рис. 6.2.1 А - дефицит разгибания в правом коленном суставе до операции. Б – дефицит разгибания в левом коленном суставе.



Рис.6.2.2 А – разгибание в правом коленном суставе после операции. Б - разгибание в левом коленном суставе после операции. В - внешний вид через 2 года после оперативного лечения

Движения в тазобедренных суставах в полном объеме безболезненные. Движения в коленных суставах ограничены. Сгибание полное, разгибание до 144° слева, 158° справа (см.рис.6.2.1). Хамстринг-тест 110° слева, 115° справа. Ректус-тест отрицательный с двух сторон. Трицепс-тест отрицательный.

Пациенту проведено оперативное лечение в объеме удлинение медиальной группы сгибателей голени с двух сторон. Нижние конечности иммобилизованы в циркулярных гипсовых повязках сроком на 6 недель. Снятие гипсовых повязок проводилось амбулаторно. После снятия гипсовых повязок проводилась ЛФК, направленная на разработку движений в коленных суставах. На рис. 6.2.2. представлен внешний вид и объем разгибания в коленных суставах через 2 года после оперативного лечения. Ребенок вертикализируется в ортезах с поддержкой за руки и при помощи ортопедических дополнительных средств опоры, удерживает свой вес при опоре на нижние конечности с поддержкой. Оценка по шкале Gillette 3 балла (Ходит во время сеансов реабилитации, но не при перемещении в помещении. Для перемещения требуется посторонняя помощь).

ГЛАВА 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По литературным данным, хирургическое лечение контрактур суставов у детей с ДЦП достаточно часто сопряжено с развитием рецидивов и вторичных деформаций. Исследования эффективности каждой оперативной методики для лечения ортопедической патологии ДЦП актуальны с учетом их многообразия и сложности выбора для лечения каждого конкретного пациента. По нашему мнению, наиболее развивающимся и перспективным на данный момент методом лечения сгибательной контрактуры коленных суставов у детей с ДЦП является передний гемиэпифизиодез. Метод обладает рядом преимуществ – не требует гипсовой иммобилизации, остеотомий или отсечения сухожилий и мышц, предоставляя врачу возможность оставить более травматичные варианты лечения на случай рецидива после достижения скелетной зрелости. На данный момент это единственная и миниинвазивная альтернатива разгибающей остеотомии бедренной кости при наличии артрогенного компонента у детей с потенциалом роста. Применение переднего гемиэпифизиодеза у детей с ДЦП в научных публикациях освещено очень скудно. Большинство исследований опубликовано зарубежными коллегами [114, 119, 128, 141, 152, 156, 163, 166]. Российские публикации, освещающие тему гемиэпифизиодеза, редки [27, 28]. Работы с применением переднего гемиэпифизиодеза у детей с ДЦП с группой сравнения – единичные [119, 163]. Технология требует изучения множества нюансов, которые оказывают влияние на результат. Остается открытым и требует дальнейшего изучения вопрос об особенностях, влияющих на скорость коррекции деформации методом управляемого роста. Исследования факторов, влияющих на скорость и эффективность коррекции, являются трудоемкими и длительными, поскольку коррекция происходит не одномоментно, а в процессе роста, и изолировать каждый фактор в условиях фонового заболевания не представляется возможным. В научной литературе не известны конкретные показания для удаления пластин и методика их определения. Также не описаны нормальные значения активного и пассивного разгибания в коленных суставах у детей по возрастам. Ввиду того, что распространенность контрактур коленных суставов у детей с ДЦП занимает III место в структуре ортопедической патологии нижних конечностей, тема ортопедо-хирургического лечения данной патологии наименее освещена в научной периодической печати. Все это послужило основанием для проведения исследования.

В основу работы положен анализ объема движений в коленном суставе и функциональных способностей к передвижению до и после оперативного лечения. В

зависимости от вида проведенного оперативного лечения были сформированы две группы. Так как для методики переднего гемиэпифизиодеза в научной литературе не обозначены конкретные показания для удаления пластин, а также не описаны нормальные значения активного и пассивного разгибания в коленных суставах у детей по возрастам, нами была набрана группа сравнения. В Таблицах 7.1 и 7.2 приведены критерия включения, не включения и исключения в группы 1, 2 и в группу сравнения. В Таблице 7.3 приведены основные демографические показатели групп исследования.

Таблица 7.1. Критерии включения и исключения в группы 1 и 2

Критерии включения в группы 1 и 2	Критерии исключения из групп 1 и 2
возраст пациентов от 7 до 12 лет	наличие противопоказаний к проведению операции под общим обезболиванием (выраженной коагулопатии, заболеваний сердечно – сосудистой и дыхательной систем в стадии декомпенсации)
подтвержденный диагноз сгибательная контрактура коленных суставов на фоне ДЦП (спастические формы) на основании клинико-рентгенологической картины	отказ родителя от продолжения участия в исследовании на любом его этапе
дефицит разгибания голени любого объема, приводящий к быстрой утомляемости и ограничениям вертикализации и ходьбы	ухудшение соматического состояния пациента, не позволяющее выполнить оперативное лечение
неэффективность консервативных методов лечения, включая ботулинотерапию, в течение шести месяцев	иные независимые от задействованных лиц обстоятельства, препятствующие участию пациента в исследовании.
отсутствие аномалий развития коленного сустава	
отсутствие противопоказаний к хирургической коррекции деформации.	

Все пациенты в исследовании сопоставимы по возрасту. Все три группы репрезентативны генеральным совокупностям по гендерному распределению. Исследуемые группы 1 и 2 пациентов с диагнозом сгибательные контрактуры коленных суставов на фоне ДЦП сопоставимы по клинической картине и тяжести неврологических нарушений, что позволило провести сравнительную характеристику применённых подходов к хирургическому лечению данной категории пациентов. На предоперационном этапе в ходе осмотра в группах 1 и 2 была проведена гониометрия, оценка функциональных способностей к движению по шкале Gillette Functional Assessment Questionnaire (Gillette FAQ). Проведена рентгенография нижних конечностей в группе 2. После достижения коррекции и периода реабилитации 4 мес. были определены те же показатели. Проведено сравнение показателей до и после операции в каждой группе и между группами. Также было проведено сопоставление результатов лечения с показателями группы сравнения.

Таблица 7.2. Критерии включения и не включения в группу сравнения.

Критерии включения в группу сравнения	Критерии исключения из группы сравнения
наличие патологии одной нижней конечности, требующей проведения рентгенологического обследования	сопутствующий диагноз ДЦП с двусторонним поражением;
отсутствие у ребенка сопутствующей патологии коленных суставов или двусторонней формы поражения ДЦП	сопутствующая патология обоих коленных суставов
наличие информированного согласия законных родителей/представителей	высокое стояние надколенника
	наличие синдрома гипермобильности суставов
	регулярные занятия (3 и более раз в неделю) в спортивной секции влияющие на связочный аппарат коленного сустава
	наличие экзостозной хондродисплазии
	наличие контрактур смежных суставов

На основании объема полученной коррекции деформации по данным гониометрии была проведена оценка эффективности оперативного лечения в группах 1 и 2. Для ее оценки были выбраны два критерия эффективности – доля корригированной деформации и степень коррекции. Проведен корреляционный анализ для выявления зависимости степени коррекции от степени деформации до операции в группах 1 и 2.

В группе 2 определены средний угол деформации по данным гониометрии и рентгенографии, средний период до удаления пластин, процент удовлетворительных результатов. Определена средняя скорость общей коррекции деформации в месяц. Проведен корреляционный анализ для выявления зависимости общей скорости коррекции от возраста. Приведены осложнения. Для того, чтобы достоверно отслеживать коррекцию деформации во время проведения переднего гемиэпифизиодеза, учитывалась ориентация суставной линии бедренной кости относительно ее анатомической оси в дистальной трети. Для этого определялся задний дистальный эпидиафизарный бедренный угол, образуемый анатомической осью бедренной кости и суставной линией бедренной кости. Задний дистальный бедренный угол определялся в группе 2 до и после коррекции. Была определена доля корригированной деформации за счет костного компонента (изменения оси бедренной кости методом переднего гемиэпифизиодеза) и мягкотканного компонента (за счет

ботулинотерапии, ЛФК и гипсования). Проведен корреляционный анализ для выявления взаимосвязи доли коррекции за счет мягкотканного и костного компонента коррекции с возрастом и дефицитом разгибания до операции по данным рентгенографии.

Таблица 7.3. Демографические параметры и основные оперативные вмешательства в группах исследования

	Группа 1	Группа 2	Группа сравнения
Количество детей	40	20	40
Обследовано коленных суставов	75	37	59
Распределение по полу, мальчиков/девочек	22(55%)М/18(45%)Д	11(55%)М/9(45%)Д	21 (52,5%)М/ 19(47,5%)Д
Возраст, лет	10 (±2), от 7 до 12	10,5 (±1,7), от 7 до 12	10 (±2), от 7 до 12
Распределение по GMFCS			
Уровень II	2 (5%)	-	-
Уровень III	17 (42,5%)	9 (45%)	-
Уровень IV	21 (52,5%)	11 (55%)	-
Распределение по формам ДЦП			
Спастическая гемиплегия	1 (2,5%)	-	-
Спастическая диплегия	32 (80%)	14 (70%)	-
Спастический тетрапарез	7 (17,5%)	6 (30%)	-
Количество основных оперативных вмешательств	Удлинение сгибателей голени изолированное - 37 + низведение надколенника - 38	Передний гемиэпифизиодез - 37	-

Параллельно с исследованием в группе 2 проводилось исследование в группе сравнения. Пациентам группы сравнения были проведены гониометрия, Rg-ангулометрическая оценка. На основании данных обследования пациентов группы сравнения были определены целевые значения объема движений в коленном суставе при оперативной коррекции сгибательных контрактур коленных суставов. Также были определены критерии достижения целевой коррекции сгибательных контрактур коленных суставов методом переднего гемиэпифизиодеза, которые вошли в основу Патента РФ на изобретение №2746974 от 22.04.2021 «Способ определения достижения коррекции сгибательной контрактуры в коленном суставе у детей со спастическими формами ДЦП при выполнении

гемиэпифизиодеза у детей 7-12 лет». Для того, чтобы оценить возможное влияние спастичности мышц на расположение анатомической оси бедренной кости по отношению к линии сустава и на коррекцию методом гемиэпифизиодеза, пациентам группы сравнения проводилось измерение заднего дистального бедренного угла. На основании сравнения этого параметра с дооперационными данными группы 2 были сделаны выводы о влиянии спастичности мышц-сгибателей голени на расположение анатомической оси бедренной кости по отношению к линии сустава у пациентов со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне ДЦП и о влиянии спастичности мышц на темпы коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза у данной категории пациентов. Заключительным этапом исследования на основании полученных результатов разработана тактика хирургического лечения сгибательных контрактур коленных суставов.

Из инструментальных методов обследования применялась рентгенография нижних конечностей и рентгеноскопия. При обследовании применялись общепринятые методы клинического обследования, с помощью которых оценивали общее состояние пациентов. При сборе жалоб у пациентов групп 1 и 2 отмечалось ограничение и болезненность движений в коленных суставах, нарушение походки по спастическому типу, быстрая утомляемость при вертикализации и ходьбе, трудности в уходе, утрата имевшихся двигательных навыков, связанная с деформацией нижних конечностей. Гониометрия проводилась с помощью транспортира- гониометра по методике, описанной Маркс В.О. (1957) [34]. Для оценки вовлечения различных групп мышц в формирование сгибательной установки в коленном суставе проводился Хамстринг-тест, Дункан-Эли тест, тест Сильвершельда. С целью стандартизированной оценки функциональных способностей пациентов к передвижению до и после оперативного лечения применяли шкалу-опросник Gillette FAQ (Gillette Functional Assessment Questionnaire).

Если говорить о статистических методах, то рассчитанный по Формуле Лера для средних величин [117] объем выборки достаточен для проведения исследования. Статистическая обработка полученных данных выполнена с помощью программы Statistica version 13.5.0.17 TIBCO Software Inc. Применялись парный критерий Стьюдента, критерий Стьюдента, коэффициент корреляции r Пирсона для выборок с нормальным распределением. Для выборок с распределением, отличающимся от нормального, применялся W-критерий Уилкоксона, U-критерий Манна-Уитни, коэффициент ранговой корреляции ρ Спирмена. Для сравнения частоты признака между двумя разными группами пациентов применялся точный критерий Фишера. Критическое значение уровня статистической значимости принималось равным 5% ($p = 0,05$).

В ходе обработки полученных данных нами получены следущие результаты. Среди пациентов группы сравнения средний угол разгибания в коленном суставе в положении лежа на спине с пассивным разгибанием голени составил 6° рекурвации (±2°), от -1 до -11°, по данным гониометрии; и 13° рекурвации (±4°), от -4° до -20°, по данным рентгенографии. Средний угол активного разгибания в положении стоя по данным гониометрии составил 4° рекурвации (±2°), от 180° до 9° рекурвации. Не выявлено сатистически значимой связи между углом разгибания по результатам рентгенографии и гониометрии и возрастом ребенка в группе ($p>0.05$). Полученные данные были взяты за основу для формирования алгоритма завершения постепенной коррекции сгибательных контрактур коленных суставов у детей с ДЦП от 7 до 12 лет методом переднего гемиэпифизиодеза. Получен Патент РФ на изобретение №2746974 от 22.04.2021. «Способ определения достижения коррекции сгибательной контрактуры в коленном суставе у детей со спастическими формами ДЦП при выполнении гемиэпифизиодеза у детей 7-12 лет». Выявлены следующие целевые значения оперативной коррекции сгибательных контрактур коленных суставов: объем пассивного разгибания по данным гониометрии в положении лежа - от 8° до 4° рекурвации и от 17° до 9° рекурвации по данным рентгенографии коленного сустава в боковой проекции в положении лежа, объем активного разгибания - от 6° до 2° рекурвации в положении стоя по данным гониометрии**.**

Несмотря на то, что технологии блокирования зоны роста дистального метаэпифиза бедренной кости для лечения сгибательных контрактур коленных суставов развиваются уже 20 лет [115], целевые значения разгибания в коленном суставе варьируют у разных авторов. Одни добиваются коррекции 180° [166], другие рекомендуют проводить коррекцию до достижения около 5° рекурвации для пациентов со значительным потенциалом роста [156], чтобы избежать рецидива деформации. Третьи, напротив, избегают рекурвации в коленном суставе и считают ее осложнением [114, 118, 128]. Во всех представленных примерах не учитывается физиологический угол разгибания в коленном суставе у детей данного возраста, который должен быть оптимальным для наименьших энергозатрат при вертикализации. Целевые значения ангулометрии при выполнении временного переднего гемиэпифизиодеза, были определены нами на основании результатов исследования группы сравнения. Т.к. в научной литературе не встречаются данные о норме объема движений в коленных суставах у детей, мы можем сравнить полученные нами данные с референсными значениями у взрослых. Полученный нами средний угол максимального пассивного переразгибания в коленном суставе у детей 7-12 лет без диагноза ДЦП не превышает таковой по общеизвестным данным у взрослых [25, 34, 43, 67, 140]. В группе сравнения средний задний

дистальный бедренный угол составил 88° ±3°, от 82° до 95°, что не превышает нормы данного параметра у взрослых [42].

В группе 2 средний задний дистальный бедренный угол до операции составил 89,5° (±2,5°), от 88 до 92°. Различия с данными группы сравнения статистически не значимы (p = 0,139). То есть при формировании сгибательных контрактур у детей с ДЦП не меняется расположение анатомической оси бедренной кости по отношению к линии сустава, и следовательно, спастичность мышц не влияет на темпы коррекции методом гемиэпифизиодеза. Этот вывод важен для правильного ведения пациента на этапе коррекции. К примеру, в исследовании Z.Al-Aubaidi,B. Lundgaard, 2012 [166] у одного пациента в возрасте 7,5 лет не было получено какой-либо коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза. Авторы пишут, что причины неизвестны, и что возможно это произошло из-за прогрессирования деформации во время гемиэпифизиодеза. Мы рекомендуем измерять задний дистальный бедренный угол по рентгенограммам в боковой проекции в течение всего периода наблюдения пациента, чтобы контроллировать процесс постепенной коррекции и иметь представление о том, эффективно ли положение металлоконструкции. В случае прогрессирования деформации при одновременном постоянном увеличении заднего дистального бедренного угла следует присоединить методы лечения, направленные на сухожильно-мышечный компонент деформации. В случае отсутствия изменений конфигурации бедренной кости в течение длительного периода времени, возможно, стоит переустановить металлоконструкцию.

В ходе обследования и лечения пациентов группы 1 получены следующие результаты. Дефицит разгибания в коленном суставе до операции в группе 1 варьировался от 10 до 40°. Средний угол деформации до оперативного лечения составил 24,6° (±7°), средний угол деформации после оперативного лечения составил 5° (±5°), различия до и после операции статистически значимы (p<0,05). Однако, средний угол после операции в группе 1 достоверно отличался от среднего угла пассивного разгибания по данным гониометрии в группе сравнения (p<0,05). Для сравнения, в исследовании группы из 19-ти пациентов с ДЦП (средний возраст 9 лет), проведенном в австралийском госпитале The Royal Children’s Hospital (F. Ma, 2005), средний угол деформации до операции составил справа 17° и слева 18.2°. После удлинения сгибателей голени средний угол деформации составил 2.7° справа и 3.5° слева (p<0.0001) [122]. В исследовании J. Long (2019) проводилось удлинение сгибателей голени в сочетании с этапным гипсованием у 19-ти пациентов с ДЦП. Средний возраст пациентов составил 11.1 ± 3.6 лет. Средний угол деформации увеличился на 8.3° (с 12.3° ± 12.5° до 4.0° ± 5.5°) [118]. Оба примера показывают, как и результаты исследования

группы 1, что в случае фиксированных контрактур коленных суставов, при лечении методом сухожильно-мышечной пластики имеет место небольшая остаточная деформация.

Объем корригированной деформации в исследуемой группе 1 составил в среднем 19,6°(±3°), что в процентном соотношении составляет в среднем 84% (±19%) от изначальной деформации. Средняя степень коррекции в группе 1 составила 97% (±3%), то есть, применяя изучаемый метод оперативного лечения, можно получить результат, на 97% (±3%) приближенный к желаемым параметрам (т.к. исследование имело ретроспективный характер, целевой уровень пассивного разгибания в коленном суставе принимался за 180°). Корреляционный анализ показал, что чем сильнее была выражена деформация до оперативного лечения, тем менее приближен результат к 180° ($p<0,05$), и соответственно, было меньше возможностей у ребенка для вертикализации после оперативного лечения. Наилучшего результата можно достичь при дефиците разгибания 10-24°. Наши результаты подкрепляются подходом австралийских авторов (F. Ma, 2005) проводить сухожильно-мышечную пластику пациентам со сгибательными контрактурами коленных суставов до 25°. В случаях, где необходим больший объем коррекции, авторы применяют костные операции [122]. В исследовании J. Long у одного из 19-ти пациентов в послеоперационном периоде возникла временная нейропраксия малоберцового нерва [118]. В нашем исследовании этого серьезного осложнения удалось избежать у всех пациентов. В группе исследования 1 у одного пациента встретилось такое осложнение как пролежни в проекции пяточных бугров. В исследовании J. Long это осложнение отмечено у двух пациентов [118]. Учитывая то, что разгибательные контрактуры после гипсовой иммобилизации встретились у двоих пациентов исследуемой группы 1, особенное внимание следует уделять соблюдению в послеоперационном периоде ортопедического режима и разработке движений в коленных суставах.

Этап исследования группы 2 показал, что оперативное лечение методом переднего гемиэпифизиодеза позволяет вертикализировать пациента на 2-3 сутки после операции. Данные обследования 35-ти коленных суставов у 18ти пациентов с завершенной коррекцией были подвергнуты статистической обработке. Средний угол деформации до операции по данным гониометрии в группе 2 составил 22° (±7°), от 10 до 38°. Средний угол разгибания в коленном суставе после достижения коррекции по данным гониометрии составил 4° рекурвации (±3°), от 177° до 8° рекурвации, различия статистически значимы ($p<0,05$). Однако, средний угол разгибания в коленном суставе после достижения коррекции в группе 2 достоверно отличался от среднего угла пассивного разгибания по данным гониометрии в группе сравнения ($p=0,000034$). В исследовании Long (2020) [119] 10 пациентам со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне ДЦП проводили передний

гемиэпифизиодез в сочетании с удлинением медиальной группы сгибателей и этапным гипсованием. Средний возраст пациентов составил 11.7 лет (от 7 до 17 лет). Средний возраст пациентов группы 2 на момент оперативного лечения составил 10 лет 6 мес. (±1 год 8 мес.), от 7 до 12 лет. Средний угол до операции в группе исследования Long (2020) составил 21.72±9.45°. Средний угол после операции составил 3.80±10.54° ($p<0.001$). Данные гониометрии до операции в группе исследования Long (2020) сопоставимы с данными исследуемой группы 2, однако показатели после операции в группе исследования 2 ближе к целевым значениям, полученным в нашем исследовании. В исследовании Long (2020) группы сравнения не представлено. Средний объем коррекции в группе исследования Long (2020) составил 15.8±16.6°. Средний объем коррекции в группе исследования 2 оказался выше и составил 25°(±8).

В группе 2 целевое значение угла максимального пассивного разгибания в коленном суставе ($ПР_{иск}$) определялось, исходя из результатов обследования группы сравнения, поскольку исследование в группе 2 имело проспективный характер, и составило -6° рекурвации (медиана объема пассивного разгибания в группе сравнения). Так как исследования в группе 2 и в группе сравнения шли параллельно, результаты лечения в группе 2 отличаются от целевых значений. На основании объема полученной коррекции деформации была проведена оценка эффективности оперативного лечения в группе 2. Средний объем коррекции составил 25°(±8), что в процентном соотношении составляет в среднем 117% (±11%) от объема изначального дефицита разгибания. Несмотря на то, что целевые значения угла максимального пассивного разгибания, рассчитанные в группе сравнения, составляют 6° рекурвации, дефицит разгибания традиционно рассчитывается по 0-проходящему методу, где за 0 принимается объем разгибания 180°. Так как при выполнении переднего гемиэпифизиодеза мы получали рекурвацию в коленном суставе, показатели эффективности в группе 2 ожидаемо оказываются более 100%. Средняя степень коррекции в группе 2 составила 98% (±1%), то есть, применяя изучаемый метод оперативного лечения, можно получить результат, в среднем на 98% (±1%), приближенный к целевым параметрам. Средний период до удаления пластин составил 16 (±9) мес., от 5 до 31 мес., то есть коррекции деформации при выполнении данной операции стоит ожидать в среднем через 1 год и 4 мес, от полугода до 1 года 9 месяцев. Этот период сопоставим с данными, приведенными в исследованиях зарубежных коллег (14-17 мес) [114, 128, 141, 166]. Средняя скорость коррекции деформации среди пациентов с завершенной коррекцией составила 2,4 (±1,9) °/мес., что является достаточно высоким показателем по сравнению с исследованиями зарубежных коллег [114, 128, 156, 163, 166]. Это объясняется тем, что средний возраст пациентов группы 2 составляет 10 лет 6 мес. (±1 год 8 мес.), от 7 до 12 лет, в

то время как в большинстве других исследований средний возраст был выше [114, 141, 152, 156, 163]. Нами выявлена умеренная обратная связь между скоростью общей коррекции и возрастом пациента на момент оперативного лечения ($p<0,05$) (см. рис.5.4). Подобную корреляционную связь выявили Stiel N., Babin K. (2018) [156], Wang, Novachek (2019) [163], Spiro, Stenger (2012) [152]. Для того, чтобы дифференцировать мягкотканый компонент коррекции от костного, в нашем исследовании учитывалась ориентация суставной линии бедренной кости относительно ее анатомической оси в дистальной трети. Для этого определялся задний дистальный бедренный угол, образуемый анатомической осью бедренной кости и суставной линией бедренной кости. В исследовании J. Long, 2020 [119] приведена только средняя скорость коррекции счет костного компонента – 0,8°/мес., что соотносится со скоростью коррекции за счет костного компонента в нашем исследовании (1 (± 0,5) °/мес) и с общей скоростью коррекции в большинстве других исследований (от 0,7°/мес до 1,1°/мес) [114, 141, 152, 163, 166].

Проведен корреляционный анализ для выявления взаимосвязи доли и скорости коррекции за счет мягкотканного и костного компонента коррекции с возрастом и дефицитом разгибания до операции по данным рентгенографии, по итогам которого были выявлены следующие взаимосвязи. В нашем исследовании была выявлена умеренная прямая связь между скоростью коррекции деформации за счет костного и мягкотканного компонента и дефицитом разгибания до операции по данным рентгенографии ($ДР_{рг}$) ($p< 0,05$). Такая взаимосвязь была получена в исследовании S. A. Rethlefsen, A. M. Hanson, 2020 ($p = 0.02$) [141]. Выявлена заметная прямая связь между возрастом пациентов и долей коррекции за счет костного компонента ($КД_к$) (ρ Спирмена равен 0,5, $p = 0,025$). То есть чем старше пациент, тем больше доля коррекции за счет костного компонента и меньше доля коррекции за счет мягкотканого компонента. По этим данным можно сделать предположение, что гипсование в положении коррекции дает больший эффект у детей младшего возраста. Так же была выявлена заметная обратная связь между дефицитом разгибания до операции по рентгенографии и долей коррекции за счет костного компонента, то есть чем больше был дефицит разгибания до операции, тем меньшая часть деформации была корригирована за счет гемиэпифизиодеза и большая часть была корригирована за счет мягкотканого компонента (ρ Спирмена равен -0,54, $p = 0,01$). Эта взаимосвязь объясняется тем, что у пациентов группы 2 с большим дефицитом разгибания основную часть деформации составлял сухожильно-мышечный компонент. Также пациентам с большим дефицитом разгибания активнее проводили ЛФК с акцентом на разгибание в коленном суставе.

В исследовании J. Long, 2020 [119] средний задний дистальный бедренный угол до операции составил 88.2°, что соответствует данным группы сравнения и группы 2 нашего исследования. После достижения коррекции средний задний дистальный бедренный угол в исследовании J. Long, 2020 [119] статистически значимо увеличился на 20.9° и составил 109.1° ($p<0,05$). В нашем исследовании средний задний дистальный бедренный угол в группе 2 после достижения коррекции составил 100° (±7°) от 91° до 120° ($p=0,00003$). Изменение заднего дистального бедренного угла в нашем исследовании не так велико, как в исследовании J. Long, 2020 [119], однако, авторы приводят только среднее значение без стандартного отклонения, поэтому корректно сравнить эти значения не представляется возможным. Примечательно то, что на момент написания данной работы исследование J. Long, 2020 [119] – единственное исследование с приведением данных об изменении заднего дистального бедренного угла и расчетом скорости коррекции именно по изменению этого угла, что является более точным способом расчета скорости коррекции, чем по изменению большеберцово-бедренного угла.

В ходе лечения пациентов группы 2 были выявлены гематома мягких тканей нижней трети бедра в одном случае; боль в коленном суставе при сгибании – у двоих пациентов; синовит, купированный приемом НПВС в течение пяти дней, – у троих пациентов; разгибательная контрактура коленного сустава, для коррекции которой был выполнен передний артролиз, – у одного пациента; миграция винтов, потребовавшая перемонтажа металлоконструкции – у одного пациента. Для сравнения, в исследовании Wang, 2019 разгибательная контрактура коленного сустава, потребовавшая артролиза, встретилась у двух пациентов, выпот в коленном суставе – у одного пациента [163]. Боль в коленном суставе встречается в статьях нескольких авторов, ее распространенность в исследуемых группах достигает 40% пациентов [119, 128, 166]. Миграция металлоконструкции потребовала перемонтажа у одного пациента в исследовании Nazareth, A., 2020 [128]. У двух пациентов в исследовании Wang, Novachek, деформация осталась без изменений и потребовала проведения корригирующей остеотомии [163]. В нашем исследовании у двух пациентов продолжается коррекция, поскольку желаемый результат пока не достигнут, однако у обоих произошло увеличение заднего дистального бедренного угла.

В группе 2 один пациент выбыл из исследования через 8 месяцев после оперативного вмешательства по причине отказа родителей от продолжения лечения. В этой связи мы рекомендуем еще до оперативного лечения убедиться в доступности рентгенологической службы по месту жительства ребенка, в высокой заинтересованности родителей в лечении и

их правильном представлении о том, как оно должно проводиться. В противном случае проведение гемиэпифизиодеза не рекомендуется.

Результаты обследования до и после операции в группах 1 и 2 приведены в Таблице 7.4. Различия результатов до - после коррекции в группах 1 и 2 приведены в Таблице 7.5.

Таблица 7.4. Результаты обследования до и после операции в группах 1 и 2

Результаты измерений в группе 1			
	До коррекции	После коррекции	p-value
Гониометрия пассивное разгибание	24,6° (±7°), от 10° до 40°	5° (±5°), от -5° до 15°	**<0,05**
Gillette FAQ	2(±1,3), от 1 до 7	2,9(±1,3), от 1 до 8	**0,000008**
Результаты измерений в группе 2			
	До коррекции	После коррекции	p-value
Гониометрия пассивное разгибание	22° (±7°), от 10° до 38°	- 4° (±3°), от 177° до - 8°	**<0,05**
Gillette FAQ	3,1(±1,6), от 1 до 8	4,3(±1,6), от 2 до 8	**0,0004**

После оперативной коррекции значения гониометрии в каждой группе продемонстрировали статистически значимое улучшение пассивного разгибания ($p<0,05$), однако значимо отличались от целевых значений. Эффективность оперативного лечения методом переднего гемиэпифизиодеза была достоверно выше эффективности лечения методом сухожильно-мышечной пластики по данным гониометрии после оперативного лечения, которые достоверно ближе к целевым значениям ($p<0,05$). Объем коррекции в группе 2 был статистически значимо выше, чем в группе 1 ($p<0,05$). В отличие от метода сухожильно-мышечной пластики ($r =-0,95$, $p<0,05$), результат коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза не зависел от объема деформации до операции в данной группе пациентов

(r =0,27, p=0,1). Объем коррекции сухожильно-мышечными операциями определяется степенью укорочения сухожилий и наличием либо отсутствием сопутствующей артрогенной контрактуры. Методом переднего гемиэпифизиодеза можно добиться большего объема коррекции, так как при данном методе изменение оси бедренной кости достижимо до тех пор, пока у ребенка сохраняется потенциал роста.

Таблица 7.5. Различия результатов до - после коррекции в группах 1 и 2

	Группа 1	Группа 2	p-value
Степень коррекции (СК)	97% (±3%), от 92% до 102%	98% (±1%), от 95% до 101%	1,00
Степень коррекции с поправкой на целевые значения ($СК_ц$)	94%(±3%), от 89% до 99%	98% (±1%), от 95% до 101%	**<0,05**
Доля корригированной деформации (КД)	84% (±19%), от 60 до 150%	117% (±11%), от 87 до 140%	**<0,05**
Δ Гониометрия пассивное разгибание (объем коррекции)	19,6°(±3°), от 14 до 25°	25°(±8), от 12° до 44°	**<0,05**
Δ FAQ	0,8 (±0,7), от 0 до 2	1,2 (±0,8), от 0 до 3	p=0,45
Осложнения (пациенты)	синовит -1 (2,5%) разгибательная контрактура – 2 (5%) пролежни в проекции пяточных бугров – 1 (2,5%)	гематома – 1 (5%) боль в суставе – 2 (10%) синовит – 3 (15%) разгибательная контрактура – 1(5%) миграция винтов – 1(5%)	

Процент осложнений в группе 2 оказался выше по сравнению с группой 1. Это связано и с различиями в методиках оперативного вмешательства, и с тем, что исследование в группе 2 проводилось в проспективном порядке, в отличие от группы 1.

В обеих исследуемых группах 1 и 2 отмечено статистически значимое улучшение функциональных способностей к передвижению после оперативного лечения ($p<0,05$), что подтверждает их высокую эффективность. Статистически значимых различий в динамике двигательных возможностей между группами 1 и 2 не было выявлено, однако прослеживается тенденция более высокой эффективности оперативного лечения в группе 2 по указанному признаку и ярко выраженный положительный клинический результат у отдельных пациентов группы 2. В группе 1 средний балл до операции по шкале Gillette FAQ составил 2 (±1,3). Средний балл после операции по шкале Gillette FAQ составил 2,9 (±1,3), различия показателей до и после операции в 0,8 баллов статистически значимы ($p<0,05$). Для сравнения, в исследовании J. Long (2019), в котором проводилось удлинение сгибателей голени в сочетании с этапным гипсованием 19-ти пациентам с ДЦП, получены сопоставимые функциональные результаты. Средний возраст пациентов составил 11.1 ± 3.6 лет, что позволило нам провести сравнение с результатами группы 1. В исследовании J. Long было отмечено улучшение функциональных способностей к передвижению по шкале Gillette FAQ (до операции средний балл составил 6,9, то есть пациент способен пройти более 4,5-15 метров вне дома, но использует обычно инвалидное кресло для перемещений на улице и общественных местах. После коррекции средний балл составил 7,4, то есть пациент перемещается вне домашних условий самостоятельно, но только по ровной поверхности. Для преодоления ступенек и других неровностей необходима помощь посторонних лиц. Это улучшение в 0,5 баллов не достигло порога статистической значимости ($p = 0,2636$), однако прослеживается тенденция улучшения функционального результата. Стоит отметить, что 84% пациентов в исследовании J. Long имели уровень GMFCS I- III [118], в то время как в группе исследования 1 всего 47,5% составляют дети GMFCS II- III. Так же у пациентов в исследовании J. Long в среднем была менее выражена сгибательная контрактура коленных суставов до оперативного лечения − 12.3±12.5 [118], в то время как в исследуемой группе 1 средний угол деформации до оперативного лечения составил 24,6° (±7°). Это объясняет более высокий средний балл по шкале Gillette среди пациентов исследования J. Long до операции по сравнению со средним баллом пациентов группы 1.

В группе 2 средний балл до операции по шкале Gillette FAQ составил 3,1 (±1,6). Средний балл после операции по шкале Gillette FAQ составил 4,3 (±1,6), различия показателей до и после операции в 1,2 балла статистически значимы ($p<0,05$). Такая динамика баллов по шкале Gillette FAQ является достаточно высокой. В 2020 году

опубликовано исследование J. Long, в котором 10 пациентам с ДЦП проводили перкутанно передний гемиэпифизиодез двумя винтами в сочетании с удлинением сгибателей голени и этапным гипсованием [119]. Средний балл до операции по шкале Gillette FAQ составил 6.78 ± 1.48. Средний балл после операции по шкале Gillette FAQ увеличился до 7.33 ± 1.22, различия на 0.4 ±0.9 баллов статистически не значимы (p= 0.5).

Тенденция более высокой эффективности оперативного лечения в группе 2 прослеживается по повышению функциональных способностей к передвижению у большего числа пациентов, повышению функциональной активности на 2 и на 3 балла у большего числа пациентов, отсутствию динамики функционального статуса у меньшего числа пациентов, чем в группе 1. Выраженный положительный клинический результат у одного пациента группы 2 подтверждался также повышением функционального класса по шкале больших моторных функций GMFCS с IV до III уровня.

На основании сравнительного анализа эффективности и факторов, влияющих на эффективность и скорость коррекции модернизированным методом лечения, определена тактика выбора метода оперативного лечения. Так как в группе 2 средняя доля коррекции за счет мягкотканного компонента составила 27% (±20), от 0 до 80%, мы рекомендуем проводить передний гемиэпифизиодез после того, как будут использованы все методы воздействия на сухожилия и мышцы-сгибатели голени. После того, как мы убедились, что ботулинотерапия не оказала эффекта в течение последних 6 месяцев, в случае положительного хамстринг-теста ребенку показано оперативное удлинение сгибателей голени. Если интраоперационно не удается достигнуть полного разгибания голени, то при дефиците разгибания до 10° проводится этапное гипсование. Если дефицит разгибания более 10°, то дальнейшая оперативная тактика зависит от наличия открытых зон роста. Детям с открытыми зонами роста и дефицитом разгибания до 15° мы рекомендуем проводить передний гемиэпифизиодез без этапного гипсования, поскольку деформация небольшого объема будет корригироваться в среднем за 7 мес при выявленной нами по результатам исследования общей скорости коррекции 2,4 °/мес. При одновременном применении переднего гемиэпифизиодеза и этапного гипсования для коррекции деформаций до 10-15° применение гемиэпифизиодеза может оказаться краткосрочным и излишним, а выполнение этапного гипсования при объеме деформации более 10° может стать причиной нейропатии седалищного нерва. При дефиците разгибания более 15° во избежание прогрессирования контрактуры за счет вовлечения в процесс капсулы сустава, растяжения собственной связки надколенника, рекомендуется проводить передний гемиэпифизиодез в сочетании с этапным гипсованием.

Пациентам с закрытыми зонами роста при неэффективности удлинения сгибателей голени показано проведения заднего артролиза коленного сустава в сочетании с этапным гипсованием. Если сохраняется дефицит разгибания более 10°, то рекомендуется отдельным этапом провести корригирующую остеотомию бедренной кости в сочетании с низведением надколенника.

Ограничения исследования

Данное исследование имело следующие ограничения. Первым ограничением является ретроспективный характер исследования первой группы больных. Второе ограничение исследования заключается во множестве этапов, в которых имел место человеческий фактор – различная степень комплаентности родителей и опекунов пациентов, измерение пассивного объема движений в суставах и проведение ренгтенографии в условиях спастичности мышц пациента; эмоциональный фон пациента, влияющий на силу сокращения мышц во время осмотра. Определенную долю погрешности в исследование вносило то, что коррекция методом гемиэпифизиодеза происходит постепенно в процессе роста. Темпы роста у детей варьируют индивидуально, особенно у детей с тяжелыми фоновыми заболеваниями, что влияло на продолжительность гемиэпифизиодеза. Рентгенография каждые 4 месяца проводилась амбулаторно по месту жительства в условиях спастичности мышц ребенка, повышенного эмоционального фона и страха медицинских манипуляций. Следующим ограничивающим фактором является то, что оперативные вмешательства выполнялись разными хирургами. Однако стоит еще раз отметить, что исследование имело в том числе проспективный, пилотный, характер. С учетом того, что тема является актуальной, мы планируем дальнейшие исследования с узко направленным выявлением факторов, влияющих на эффективность лечения методом переднего гемиэпифизиодеза.

ВЫВОДЫ

1) Целевые значения пассивного разгибания в коленном суставе при оперативном лечении сгибательной контрактуры коленных суставов у детей 7-12 лет по данным гониометрии в положении лежа составляют -6° (±2°), по данным рентгенографии коленного сустава в боковой проекции в положении лежа составляют -13° (±4°), ($p<0,05$). Целевые значения активного разгибания у детей 7-12 лет в положении стоя составляют -4° (±2°), ($p<0,05$).
2) Разработанный и внедренный в клиническую практику способ хирургической коррекции сгибательных контрактур коленных суставов (Патент РФ на изобретение №2698218) позволяет максимально приблизить значения пассивного разгибания в коленном суставе к целевым параметрам ($p<0,05$), и значимо повысить функциональные способности ребенка к передвижению ($p<0,05$).
3) Средняя скорость общей коррекции деформации методом переднего гемиэпифизиодеза составляет 2,4 (±1,9) °/мес., что свидетельствует о том, что на коррекцию 10° деформации требуется в среднем 5 мес.
4) Результат коррекции методом переднего гемиэпифизиодеза не зависит от дефицита разгибания до операции ($r =0,27$, $p=0,1$), в отличие от метода сухожильно-мышечной пластики ($r =-0,95$, $p<0,05$), что характеризует передний гемиэпифизиодез как альтернативу корригирующей разгибающей остеотомии бедренной кости.
5) Сравнительный анализ двигательной активности пациентов до и после коррекции деформации демонстрирует тенденцию более высокой эффективности оперативного лечения методом переднего гемиэпифизиодеза по сравнению с методом сухожильно-мышечной пластики

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1) Детям со сгибательной контрактурой одного коленного сустава на фоне спастической гемиплегии необходимо своевременное оперативное лечение во избежание формирования вторичной ортопедической патологии, вызванной перекосом таза.
2) Применение переднего гемиэпифизиодеза не рекомендовано детям, живущим в условиях низкой доступности рентгенологической службы и осмотров специалистом, низкой комплаентности родителей. Необходимо контролировать выполнение рекомендаций при выполнении переднего гемиэпифизиодеза детям подопечным детского дома.
3) При планировании коррекции сгибательных контрактур коленных суставов методом переднего гемиэпифизиодеза следует ориентироваться на среднюю скорость изменения оси бедренной кости, которая составляет 1 (±0,5) °/мес.
4) Контроль рентгенограмм каждые 4 месяца после выполнения переднего гемиэпифизиодеза должен включать в себя измерение динамики заднего дистального бедренного угла. В случае прогрессирования деформации при одновременном постоянном увеличении заднего дистального бедренного угла следует присоединить методы лечения, направленные на сухожильно-мышечный компонент деформации. В случае отсутствия изменений конфигурации бедренной кости в течение длительного периода времени следует рассмотреть вопрос перемонтажа металлоконструкции.
5) Рекомендуется настоятельно информировать родителей о важности регулярных обследований, а также вести базу данных о прооперированных пациентах с календарем плановых рентгенографий и телефонными номерами для дистанционного контроля.
6) По достижении полной коррекции деформации методом переднего гемиэпифизиодеза в спорных ситуациях окончательное решение об удалении пластин рекомендуется принимать после осмотра ребенка под наркозом, который позволяет оценить объем движений в коленном суставе без влияния спастики.
7) Детям с уровнем двигательных возможностей I-III GMFCS, детям с избыточной массой тела при выполнении переднего гемиэпифизиодеза рекомендовано выбирать винты длиной более половины поперечника кости ввиду высокого риска их выкручивания во время движений в коленном суставе. ЛФК на коленные суставы проводить в щадящем режиме с акцентом на разгибание.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ДЦП – Детский Церебральный Паралич

РФ – Российская Федерация

США – Соединенные Штаты Америки

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

GMFCS – Gross Motor Functional Sistem – шкала больших моторных функций

Gillette FAQ - Gillette Functional Assessment Questionnaire

ДСР - Дорсальная селективная ризотомия

SEMLS – Single-event multilevel orthopaedic surgery

PETS - Percutaneous epiphysiodesis using transphyseal screws

ДВО - Деторсионно - варизирующая остеотомия бедренной кости

V - Объем общей коррекции

КД - Доля общей корригированной деформации

СК - Степень коррекции

$ПР_{по}$ - Угол пассивного разгибания в коленном суставе после коррекции

$ПР_{до}$ - Угол пассивного разгибания в коленном суставе до коррекции

ДР - Дефицит разгибания до операции по данным гониометрии.

$ПР_{иск}$ - Целевой угол максимального пассивного разгибания в коленном суставе после операции

v - Скорость общей коррекции деформации

t - Период между первым и крайним обследованием

$V_к$ - Дефицит разгибания, корригированной за счет изменения оси бедренной кости

$ЗДБУ_{по}$ - Задний дистальный бедренный угол после операции

$ЗДБУ_{до}$ - Задний дистальный бедренный угол до операции.

$v_к$ - Скорость коррекции деформации за счет костного компонента

$КД_к$ - Доля коррекции деформации за счет костного компонента

$ДР_{рг}$ - Дефицит разгибания до операции по данным рентгенографии

$КД_м$ - Доля коррекции за счет мягкотканого компонента

$V_м$ - Дефицит разгибания, корригированной за счет мягкотканого компонента

$v_м$ - Скорость коррекции деформации за счет мягкотканого компонента

НПВС – Нестероидные противовоспалительные средства

ОРВИ – острая респираторная вирусная инфекция

ИВЛ – искусственная вентиляция легких

ЦНС – центральная нервная система

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров В. И., Скворцов А. П., Тумакаев Р. Ф., Трофимова А. А. Нейрофизиологический аспект при контрактурах крупных суставов нижних конечностей. Практическая медицина. 2013; 2. (1-2): 69.
2. Алабут А. В., Сикилинда В. Д., Чесников С. Г., Тимошенко М. Е., Скаржинский А. А., Хаммад М.О. Анализ осложнений эндопротезирования коленного сустава. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2015; 1(185): 96-100.
3. Андреев А.В., Рыжиков Д.В., Губина Е.В., Анастасиева Е.А. Хирургическая коррекция контрактур конечностей при последствиях спастических форм ДЦП у детей и подростков. Современные проблемы науки и образования. 2016; 6.; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?Id=25764
4. Аранович А. М., Попков А. В., Щукин А. А., Медведева С. Н., Евреинов В. В., Третьякова А. Н. и др. Результаты многоуровневых одномоментных оперативных вмешательств у пациентов с детским церебральным параличом. Гений ортопедии. 2013; 4: 53-59.
5. Бадалян Л.О., Л.Т. Журба, О.В. Тимонина. Детские церебральные параличи. Киев «Здоровья» 1988.
6. Белова А.Н. Нейрореабилитация: Руководство для врачей М. Медицина . 2011: 566
7. Бобожонов Б. Ю., Бабажанов Д. Э., Клиника и лечение деформаций коленного сустава у детей с последствиями остеомиелита. Проблемы биологии и медицины. 2011; 4(67): 26-28.
8. Брытов А. В. Ортопедохирургическое лечение детей с приобретенными деформациями коленного сустава. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Санкт-Петербург 2009. 34.
9. Бурцев М. Е., А. В. Фролов, А. Н. Логвинов, Д. О. Ильин, А. В. Королев Хирургическое лечение оскольчатого внутрисуставного перелома дистальной трети бедренной кости у пациента с несовершенным остеогенезом I типа. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2019; 7(1): 87-97.
10. Власенко С.В. Особенности терапии нейроортопедического синдрома у больных детским церебральным параличом различными методами с позиции фармакоэкономического и клинического эффектов. Таврический медико-биологический вестник. 2011; 1 (53):14.
11. Власенко С.В., Кушнир Г.М., Бунчук М.М., Немировская А.А., Мазур Е.Н. Диспортотерапия в системе комплексного медикореабилитационного обеспечения больных со спастическими формами детского церебрального паралича (результаты годичной программы бесплатного обеспечения больных ДЦП препаратом Диспорт в Крыму). Международный неврологический журнал. 2012; 7 (53): 75-84.
12. Волкова М.О., Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Яцык С.П. Анализ эффективности сухожильно-мышечной пластики коленного сустава у пациентов со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне спастических форм детского церебрального паралича. Детская хирургия. 2020; 24(4): 272-277.
13. Гатамов, О. И. О., Чибиров, Г. М., Борзунов, Д. Ю., Попков, Д. А. Хирургическое ортопедическое лечение взрослых пациентов с ДЦП: обзор литературы и

предварительный анализ собственных результатов. Гений ортопедии. 2018. 24(4):538-548.

14. Данилов А. А., Балицкая Ю. Л., Моця М. А. Механизм формирования и клиническое течение сгибательных контрактур коленных суставов у детей с церебральным параличом. Хірургія дитячого віку. 2013; 4: 8-15.
15. Декопов А.В., Томский А.А., Шабалов В.А., Мачевская О.Е., Зиненко Д.Ю. Клинические рекомендации по нейрохирургическому лечению детского церебрального паралича. Москва 2015; 28.
16. Евтушенко С.К., Попандопуло А.Г., Яновская Н.В., Турчин В.А. Клеточные технологии в лечении детей с церебральным параличом.m Международный неврологический журнал. 2014; 3(65): 141-142.
17. Жердев К.В. Оптимизация хирургической помощидетям соспастической нестабильностью тазобедренного сустава на фоне детского церебрального паралича. Диссертацияна соискание ученой степени доктора медицинских наук. Москва – 2018:193.
18. Жердев К.В., Пак Л. А., Волкова М. О., Зубков П. А., Челпаченко О. Б. Актуальные направления оптимизации хирургического лечения опорно-двигательных нарушений при спастических формах детского церебрального паралича. Российский педиатрический журнал. 2018; 21(3): 175-181.
19. Жердев К.В., Челпаченко О.Б., Унанян К.К., Овечкина А.А., Анисимов М.В., Малахов О.А. Нейроортопедические аспекты оперативного лечения опорно-двигательных нарушений нижних конечностей на фоне спастической диплегии у детей с детским церебральным параличом. Детская хирургия. 2015; 19(4): 8-13.
20. Журавлев, А.М. Хирургическая коррекция позы и ходьбы при детском церебральном параличе. А.М. Журавлев, И.С. Перхурова, К.А. Семенова. Ереван: Айастан, 1986. 231 с.
21. Здравоохранение в России. 2019: Стат.сб. Росстат. Москва, З-46 2019. 170.
22. Игнатенко, В. Л., Корнилов, Н. Н., Куляба, Т. А., Селин, А. В., Петухов, А. И., Кроитору, И. И., Сараев, А. В. Эндопротезирование при вальгусной деформации коленного сустава (обзор литературы). Травматология и ортопедия России. 2011; 4(62): 140-146.
23. Кенис, В.М., Моренко Е.С., Сапоговский. А.В. Зависимость расположения восьмиобразных пластин при гемиэпифизеодезе от рентгенометрических параметров эпиметафизарного перехода кости. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста 2018; 6.(2): 37-43.
24. Киселевский, Ю. М., А. В. Иванцов. Структурно-функциональные особенности коленного сустава. Журнал Гродненского государственного медицинского университета.2008; 1(21): 109-112.
25. Клаус Букуп. Йоханнес Букуп. Клиническое исследование костей, суставов и мышц. М.: Медицинская литература; 2018.
26. Корж Н. А., Хмызов С. А., Корольков А. И., Ершов Д. В. Метод временного блокирования зон роста при лечении деформаций нижних конечностей у детей (обзор литературы). Ортопедия, травматология и протезирование.2013; (2): 114-121.

27. Корольков А.И., Рахман П.М. Оценка эффективности применения технологии одномоментных многоуровневых хирургических вмешательств у детей с ДЦП. Травма. 2018; 19(6): 61-69.
28. Корольков, А. И., Трутяк, И. Р., Рахман, П. М., Громов, А. Б. Дифференцированное хирургическое лечение сгибательных контрактур коленных суставов в системе комплексного ортопедического лечения детей с ДЦП. Ежегодная научно-практическая конференция, посвященная актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста «ТУРНЕРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ», 08–09 октября 2020 года. Сборник статей. Санкт-Петербург. 2020: 194-197.
29. Краснов А. Ф., Чернов А. П., Лосев И. И., Мельченко С. С. Нейромышечные заболевания: проблемы оказания специализированной помощи. Международный медицинский журнал. 2003; 9(4): 79-82
30. Куренков А.Л., Клочкова О.А., Бурсагова Б.И., Кузенкова Л.М., Х.М., Каримова, Мамедьяров А.М., Артеменко А.Р., Петрова С.А. Применение препарата ботулинического токсина типа А (Ботокс) в лечении детского церебрального паралича. Нервно-мышечные болезни 2014; 3: 28-41.
31. Куренков, А. Л., Клочкова, О. А., Каримова, Х. М., Бурсагова, Б. И., Намазова-Баранова, Л. С., Кузенкова, Л. М., Петрова, С. А. Выбор дозы препарата ботулинического токсина типа А при лечении спастических форм детского церебрального паралича. Журнал неврологии и психиатрии им. СС Корсакова. Спецвыпуски, 2015; 115(5): 35-41.
32. Кушнир, Г. М., Власенко, С. В., Шульга, И. Н., Бильщук, В. И., Пономаренко, Е. Н., Мазур, Е. Н., Османов, Э. А. Реабилитационным потенциал спастичных мышц у больных детским церебральным параличом: диагностические и прогностические аспекты, дифференцированные подходы к восстановительному лечению. Вестник физиотерапии и курортологии, 2015;21(2): 21-27.
33. Леончук С.С., Щурова Е.Н., Попков Д.А., Чибиров Г.М., Бидямшин Р.Р., Гатамов О.И. 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.
34. Маркс В. О. Ортопедическая диагностика: Руководство-справочник. 1978.
35. Мовшович И.А. Оперативная ортопедия. М.: Медицина, 1983; с. 414.
36. Мовшович И.А. Оперативная ортопедия: Руководство для врачей. - М.: Медицина, 1983 С.231
37. Моренко Е.С., Кенис В. М. Коррекция осевых деформаций коленного сустава у детей методом управляемого роста (обзор литературы). Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста, 2016: 4(1); 57-62.
38. Мулеванова С. А., Агранович О. Е. Тактика лечения сгибательной контрактуры коленного сустава у детей с артрогрипозом. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2016; 4(2). DOI: 10.17816/PTORS4254-60
39. Назаркин, А. Я. Влияние поэтапных фибротомий на двигательное развитие пациентов с ДЦП. Вопросы современной педиатрии S (2006). 405.

40. Ненько А.М. Хирургическое лечение сгибательных контрактур коленных суставов у детей с детским церебральным параличом. Актуальные вопросы лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата, центральной и периферической нервной системы, респираторных аллергозов у детей. Материалы юбилейной научно-практической конференции. Евпатория, 1995; 72-73.
41. Плаксейчук Ю.А., Салихов Р.З., Соловьев В.В. Опыт применения дистракционных аппаратов в хирургическом лечении спастических контрактур коленного сустава. Практическая медицина. 2014; 4 (80): 115-117.
42. Соломин Л.Н., Щепкина Е .А ., Кулеш П .Н ., Виленский В. А., Корчагин К. Л., Скоморошко П. В. Определение референтных линий и углов длинных трубчатых костей: пособие для врачей. Санкт-Петербург: РНИИТО им. Р.Р. Вредена. 2010: 48.
43. Спивак Е. М. Диагностика синдрома гипермобильности суставов в детском возрасте. Вестник Ивановской медицинской академии. 2009; 14 (4): 28-30.
44. Трофимова, С. И., Буклаев, Д. С., Петрова, Е. В., Мулеванова, С. А. Использование метода управляемого роста для устранения сгибательной контрактуры коленного сустава у пациентов с артрогрипозом: предварительные результаты. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста; 2016; 4(4): 64-70.
45. Тупиков В. А. Система хирургической коррекции двигательных нарушений у детей с детским церебральным параличом. Диссертация на соискание учёной степени доктора медицинских наук. Ростов-на-Дону. 2018.
46. Тупиков В. А. Способ хирургического лечения сгибательной контрактуры коленного сустава у детей с ДЦП. Патент РФ № RU2315577C1; 2008.
47. Умнов В. В., Звозиль А. В., Умнов Д. В., Новиков В. А. Взаимосвязь сгибательных контрактур в суставах нижних конечностей и сагиттального профиля позвоночника у больных детским церебральным параличом: предварительное сообщение. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2016; (4): 71-76.
48. Умнов, В. В. Кифоз у больных ДЦП - причины его развития и возможности коррекции (обзор литературных источников). Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2015; 3(3): 48-51.
49. Умнов, В.В. Основные подходы к устранению сгибательной контрактуры коленного сустава у больных ДЦП. Травматология и ортопедия России. 2013; 3 (69): 119-124.
50. Умнов, В.В. Умнов Д.В., А.В. Звозиль, Д.В. Детский церебральный паралич. Эффективные способы борьбы с двигательными нарушениями. Санкт-Петербург: Десятка. 2013; 236.
51. Умханов Х. А. Некоторые инновационные оперативные вмешательства, применяемые нами в клинике детской ортопедии. Вестник физиотерапии и курортологии. 2015; 21(2):161.
52. Умханов Х. А. Некоторые клинические аспекты проблемы ДЦП. Вестник физиотерапии и курортологии. 2015; 21(2):161.
53. Фищенко, П. Я., Босых, В. Г., Сологубов, Е. Г., Виноградов, А. В. Ортопедо-хирургическое лечение деформации нижних конечностей у детей с церебральными параличами. Альманах клинической медицины. 2002; (5): 119-123.
54. Хамраев Ш. Ш., Хамроев Ф. Ш. Выбор метода лечения контрактур и деформаций нижних конечностей у больных с ДЦП. Илмий-амалий тиббиёт журнали. 2015; 2: 60-64.

55. Цой Е. В. Особенности восстановительного лечения пациентов с ортопедической патологией после оперативной коррекции по медицинской технологии «Поэтапная фибротомия в ортопедии». Комплексная реабилитация: наука и практика. 2010; 2 (10): 39-43.
56. Цой, Е. В. О результатах использования оперативной медицинской технологии «Поэтапная фибротомия в ортопедии» в реабилитации пациентов с детским церебральным параличом и патологией опорно-двигательного аппарата. Комплексная реабилитация: наука и практика 2010; 1(9): 61-69.
57. Чаклин В.Д. Основы оперативной ортопедии и травматологии. М.: Медицина, 1964; 671-672
58. Чибиров Г. М., Долганова Т. И., Долганов Д. В., Ducič S., Попков Д. А. 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): 501-510.
59. Abel M.F. , D.L. Damiano, M. Pannunzio, J. Bush. Muscle-tendon surgery in diplegic cerebral palsy: functional and mechanical changes. J. Pediatr. Orthop. 1999; 19(3): 366-375.
60. Al-Aubaidi Z, Engell V, Lundgaard B. Stress fracture following femoral epiphysiodesis. Ugeskr Laeger 2010; 172(41): 2847–2848
61. Arnold, A. S., Liu, M. Q., Schwartz, M. H., Õunpuu, S., Dias, L. S., Delp, S. L. Do the hamstrings operate at increased muscle–tendon lengths and velocities after surgical lengthening? Journal of biomechanics, 2006; 39(8): 1498-1506.
62. Aroojis, A., Patel, M., Shah, A. et al. Distal Femoral Extension Osteotomy with 90° Pediatric Condylar Locking Compression Plate and Patellar Tendon Advancement for the Correction of Crouch Gait in Cerebral Palsy. JOIO. 2019; 53: 45–52
63. Asirvatham R, Mukherjee A, Agarwal S, et al. Supracondylar femoral extension osteotomy: its complications. J Pediatr Orthop. 1993; 13: 642–645.
64. Asirvatham R, Mukherjee A, Agarwal S, Rooney RJ, Ellis RD, Watts HG (1993) Supracondylar femoral extension osteotomy: its complications. J Pediatr Orthop 13(5): 642–645
65. Bax M., Goldstein M., Rosenbaum P. et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 2005; 47(8): 571–6.
66. Beals RK Treatment of knee contracture in cerebral palsy by hamstring lengthening, posterior capsulotomy, and quadriceps mechanism shortening. Dev Med Child Neurol 2001; 43(12): 802–805
67. Beighton P., Solomon L., Soskolne C.L. Articular mobility in an African population. Ann Rheum Dis 1973;32:413–8.doi:10.1136/ard.32.5.413
68. Bell KJ, Ounpuu S, DeLuca PA, et al. Natural progression of gait in children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop. 2002; 22: 677–682.
69. Blount W. P. , G. R. Clarke. Control of bone growth by epiphyseal stapling; a preliminary report . J. Bone Joint Surg. 1949; 31-A (3): 464–478.
70. Blumetti F.C., Wu J.C., Bau K.V., Martin B., Hobson S.A., Axt M.W, et al. Orthopedic surgery and mobility goals for children with cerebral palsy GMFCS level IV: What are we setting out to achieve? J Child Orthop. 2012; 6(6): 485–490.

71. Boero S, Michelis MB, Riganti S. Use of the eight-Plate for angular correction of knee deformities due to idiopathic and pathologic physis: initiating treatment according to etiology. J Child Orthop. 2011; 5: 209–216. doi: 10.1007/s11832-011-0344-4.
72. Borton DC, Walker K, Pirpiris M, Nattrass GR, Graham HK. Isolated calf lengthening in cerebral palsy. Outcome analysis of risk factors. J Bone Joint Surg Br 2001; 83: 364–370.
73. Bosse van HJ, H. J., Feldman, D. S., Anavian, J., & Sala, D. A. Treatment of knee flexion contractures in patients with arthrogryposis. J Pediatr Orthop. 2007; 27: 930–937
74. Boyer E. R., Novacheck T. F., Schwartz M. H. Changes in hip abductor moment 3 or more years after femoral derotation osteotomy among individuals with cerebral palsy Developmental Medicine & Child Neurology. 2017; 59 (9): 912-918.
75. Boyer, E. R., Stout, J. L., Laine, J. C., Gutknecht, S. M., Oliveira, L. H., Munger, M. E., Novacheck, T. F. Evidence of knee extensor dysfunction during sit-to-stand following distal femoral extension osteotomy and patellar tendon advancement in young adults with cerebral palsy: A pilot study. Gait & posture. 2017; 58: 527-532.
76. Burghardt RD, Specht SC, Herzenberg JE. Mechanical failures of eight-plate guided growth system for temporary hemiepiphysiodesis. J Pediatr Orthop. 2010; 30: 594–597.
77. Campbell, R., Tipping, N., Carty, C., Walsh, J., Johnson, L. Orthopaedic Management of knee joint impairment in Cerebral Palsy: a systematic review and meta-analysis. Gait & Posture, 2020; (80): 347-360. doi:10.1016/j.gaitpost.2020.06.020
78. Chandler FA. Patellar advancement operation: a revised technique. J Int Coll Surg. 1940; 3:433-437.
79. Chandler FA. Re-establishment of normal leverage of the patella in knee flexion deformity in spastic paralysis. Surg Gynecol Obstet. 1933; 57: 523-527.
80. Chang, W. N., Tsirikos, A. I., Miller, F., Lennon, N., Schuyler, J., Kerstetter, L., Glutting, J. Distal hamstring lengthening in ambulatory children with cerebral palsy: primary versus revision procedures. Gait & posture. 2004; 19(3): 298-304.
81. Clement, A. E., Vanderby Jr, R., Halanski, M. A., Noonan, K. J. Guided growth implant failure is a result of cyclic fatigue: explant analysis with scanning electron microscopy. Journal of Pediatric Orthopaedics, 2017; 37(1): e37-e42.
82. Cleveland M, Bosworth DM. Surgical correction of flexion deformity of knees due to spastic paralysis. Surg Gynecol Obstet. 1936; 63: 659-664.
83. Dabash S., Prabhakar G., Potter E., Thabet A.M., Abdelgawad A., Heinrich S. Management of growth arrest: Current practice and future directions. Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma. 2018; 9(1): S58-S66.
84. Damiano D.L. , K.E. Alter, H. Chambers New clinical and research trends in lower extremity management for ambulatory children with cerebral palsy. Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am. 2009; 20 (3): 469–491.
85. Delgado M.R., Hirtz D., Aisen M. Practice Parameter: Pharmacologic treatment of spasticity in children and adolescents with cerebral palsy (an evidence-based review): Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. Neurology. 2010; 74: 336-343.
86. Dhawlikar SH, Root L, Mann RL. Distal lengthening of the hamstrings in patients who have cerebral palsy. Long-term retrospective analysis. J Bone Joint Surg Am. 1992; 74:1385–1391.

87. Ding, J., Jin, F., Zhao, X., Zhao, L., Wu, Z., Li, J. Hemiepiphysiodesis stapling induces ER stress apoptosis and autophagy in rat growth plates. Am J Transl Res, 2019; 11(3): 1486-1497.
88. Dodwell E. R. , M. R. Garner, E. M. Luderowski et al. Percutaneous Epiphysiodesis Using Transphyseal Screws: a Case Series Demonstrating High Efficacy. HSS J. 2017; 13(3): 255–262. HSSJ DOI 10.1007/s11420-017-9549-5
89. Eggers, G. W. N. Transplantation of hamstring tendons to femoral condyles in order to improve hip extension and to decrease knee flexion in cerebral spastic paralysis. JBJS 34.4 (1952): 827-830.
90. Eggers, G.W.N. Surgery in Cerebral Palsy / G.W.N. Eggers., E. B. Evans. J. Bone Jt. Surg.(Am). 1963; 45(6): 1275-1305.
91. Fabry G, Liu XC, Molenaers G. Gait pattern in patients with spastic diplegic cerebral palsy who underwent staged operations. J Pediatr Orthop B 1999; 8: 33–8.
92. Fillingham, Y. A., Luthringer, T., Erickson, B. J., Kogan, M. Does physical therapy prevent post-operative delay in return of function following tension-band plating? Journal of Children's Orthopaedics. 2015; 9(6): 483-487.
93. Friden, J., Lieber, R.L., Spastic muscle cells are shorter and stiffer than normal cells. Muscle and Nerve. 2003; 26: 157–164.
94. Galban, M., Villanueva, R., Carpio, A., Santana, A., De Pace, F. Guided growth with hinge plates for lack of extension and fixed flexion of the knee. In Poster presented at the 6th International Conference on Children's Bone Health. Rotterdam, Netherlands. 2013; 22-25.
95. Galey, S. A., Lerner, Z. F., Bulea, T. C., Zimbler, S., Damiano, D. L. Effectiveness of surgical and non-surgical management of crouch gait in cerebral palsy: A systematic review. Gait & posture. 2017; 54: 93-105.
96. Galli, M., Cimolin, V., Vimercati, S., Albertini, G., Brunner, R. Quantification of patellar tendon shortening in a patient with cerebral palsy. Journal of applied biomaterials & functional materials. 2014; 12(1): 57-63.
97. Gordon AB, Baird GO, McMulkin ML, et al. Gait analysisoutcomes of percutaneous medial hamstring tenotomies in childrenwith cerebral palsy.J Pediatr Orthop. 2008; 28: 324–329.
98. Gorton GE , JL Stout, AM Bagley. Gillette Functional Assessment Questionnaire 22-item skill set: factor and Rasch analyses. Dev Med Child Neurol. 2011; 53 (3): 250-255.
99. Graham H.K., Aoki K.R., Autti-Ramo I. et al. Recommendations for the use of botulinum toxin type A in the management of cerebral palsy. Gait Posture 2000; 11: 67–79.
100. Gulenc, B., Kuchimov, S., Temelli, Y. Clinical and gait analysis of isolated soft tissue release surgery in crouch gait patients. Annals of Medical Research. 2019; 26(8): 1600-1604.
101. Heinen F., Desloovere K., Schroeder A.S. et al. The updated European Consensus 2009 on the use of Botulinum toxin for children with cerebral palsy. Eur J Paediatr Neurol 2010; 14(1): 45–66.
102. Heinen F., Molenaers G., Fairhurst C. et al. European consensus table 2006 on botulinum toxin for children with cerebral palsy. Eur J Paediatr Neurol 2006; 10(5–6): 215–225.
103. Herzenberg JE, Davis JR, Paley D, et al. Mechanical distraction for treatment of severe knee flexion contractures. Clin Orthop Relat Res. 1994; 301: 80–88.

104. Hoon A.H., Faria A.V. Pathogenesis, Neuroimaging and Management in Children with Cerebral Palsy Born Preterm. Developmental disabilities research reviews. 2010; 16(4): 302-312. doi:10.1002/ddrr.127.
105. Hosainy, E., Refaat, M., Kazem, G., Farag, H. Systematic Review Study of The Using of "Guided Growth" For Correction of Coronal Deformities Around The Knee in Skeletal Immature Children. Benha Medical Journal. 2020; 37(2): 382-390. DOI:10.21608/bmfj.2020.16358.1043
106. İnan M, Sarikaya İA, Yildirim E, Güven MF. Neurological complications after supracondylar femoral osteotomy in cerebral palsy. J Pediatr Orthop. 2015; 35(3): 290-295.
107. Johnson A. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. Developmental Medicine & Child Neurology. 2002; 44(09):633-640.
108. Jones M. D. et al. Long-term Outcomes Following Multilevel Surgery in Cerebral Palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2020; 40 (7): 351-356.
109. Journeau, P. Update on guided growth concepts around the knee in children. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. 2019; doi:10.1016/j.otsr.2019.04.025
110. Kadhim, M., Gauthier, L., Logan, K., El-Hawary, R., Orlik, B. Guided growth for angular correction in children: a comparison of two tension band plate designs. Journal of Pediatric Orthopaedics B, 2018; 27(1): 1-7.
111. Kay R. M., Rethlefsen S. A. Anterior Percutaneous Hemiepiphysiodesis of the Distal Aspect of the Femur: A New Technique, JBJS Case Connector: November 11, 2015; 5 (4). e95 doi: 10.2106/JBJS.CC.O.00057
112. Kay, Robert M. M.D. Rethlefsen, Susan A. P.T. Skaggs, David M.D. Leet, Arabella M.D. Outcome of medial versus combined medial and lateral hamstring lengthening surgery in cerebral palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2002; 22(2): 169-172.
113. Kim H. T., Jang J. H., et al. Early results of one-stage correction for Hip instability in Cerebral Palsy Clin Orthop Surg. 2012; 4(2): 139–148
114. Klatt J, Stevens PM. Guided growth for fixed knee flexion deformity. J Pediatr Orthop. 2008; 28:626-631. doi: 10.1097/BPO.0b013e318183d573.
115. Kramer A, Stevens PM. Anterior femoral stapling. J Pediatr Orthop 2001; 21(6): 804–807
116. 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.
117. Lehr R. Sixteen s squared over d squared: a relation for crudesample size estimates. Statistics in Medicine. 1992; 11: 1099-1102.
118. Long, J. T., Cobb, L., Garcia, M. C., McCarthy, J. J. Improved clinical and functional outcomes in crouch gait following minimally invasive hamstring lengthening and serial casting in children with cerebral palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2020; 40(6): e510-e515.
119. Long, J. T., Laron, D., Garcia, M. C., McCarthy, J. J. Screw Anterior Distal Femoral Hemiepiphysiodesis in Children With Cerebral Palsy and Knee Flexion Contractures: A Retrospective Case-control Study. Journal of Pediatric Orthopaedics, 2020; 40(9), e873–e879. doi:10.1097/bpo.0000000000001634
120. Lotman DB. Knee flexion deformity and patella alta in spastic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1976; 18: 315-319.

121. Love S.C., Novak I., Kentish M. et al. Botulinum toxin assessment, intervention and after-care for lower limb spasticity in children with cerebral palsy: international consensus statement. Eur J Neur 2010; 17(2): 9–37.
122. Ma, F. Y. P., Selber, P., Nattrass, G. R., Harvey, A. R., Wolfe, R., & Graham, H. K. Lengthening and transfer of hamstrings for a flexion deformity of the knee in children with bilateral cerebral palsy: technique and preliminary results. The Journal of bone and joint surgery. British volume. 2006; 88(2): 248-254.
123. MacWilliams B.A. , B. A., B. Harjinder, P. M. Stevens. Guided growth for correction of knee flexion deformity: a series of four cases. Strategies in trauma and limb reconstruction 2011; 6.2: 83-90.
124. Mansour T, Derienne J, Daher M, et al. Is percutaneous medial hamstring myofascial lengthening as anatomically effective and safe as the open procedure? J Child Orthop 2017; 11: 15-19. DOI 10.1302/1863-2548.11.160175
125. Martínez, G., Gündel, A., Ruiz, P., Cañete, I., Hodgson, F. Distal femoral hemiepiphysiodesis with screws and suture versus 8-plate for the treatment of genu valgum in children. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2019; 105(4): 751-755.
126. McCarthy, J. J. Betz, R. R. Betz. The relationship between tight hamstrings and lumbar hypolordosis in children with cerebral palsy. Spine. 2000; 25(2), 211.
127. Miller F. Surgical techniques. In: Miller F, ed. Cerebral Palsy. New York: Springer; 2005: 865–1024.
128. Nazareth, A., Gyorfi, M. J., Rethlefsen, S. A., Wiseley, B., Noonan, K., Kay, R. M. Comparison of plate and screw constructs versus screws only for anterior distal femoral hemiepiphysiodesis in children. Journal of Pediatric Orthopaedics B, 2020; 29(1), 53–61. doi:10.1097/bpb.0000000000000661
129. Nazareth, A., Rethlefsen, S., Sousa, T. C., Mueske, N. M., Wren, T. A., Kay, R. M. Percutaneous hamstring lengthening surgery is as effective as open lengthening in children with cerebral palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2019; 39(7): 366-371.
130. Novacheck T.F. , J.P. Trost, S. Sohrweide. Examination of the child with cerebral palsy. Orthop. Clin. North Am. 2010; 41 (4): 469-88
131. Novacheck, T. F., Stout, J. L., Gage, J. R., Schwartz, M. H. Distal Femoral Extension Osteotomy and Patellar Tendon Advancement to Treat Persistent Crouch Gait in Cerebral Palsy. The Journal of Bone and Joint Surgery 2009; 91(2): 271–286. doi:10.2106/jbjs.i.00316
132. Palocaren T, Thabet AM, Rogers K, Holmes L Jr, Donohoe M, King MM, Kumar SJ. Anterior distal femoral stapling for correcting knee flexion contracture in children with arthrogryposis— preliminary results. J Pediatr Orthop. 2010; 30(2):169–173
133. Park, H., Park, B. K., Park, K. B., Abdel-Baki, S. W., Rhee, I., Kim, C. W., Kim, H. W. Distal Femoral Shortening Osteotomy for Severe Knee Flexion Contracture and Crouch Gait in Cerebral Palsy. Journal of clinical medicine. 2019; 8(9): 1354.
134. Park, H., Park, M., Kim, S. M., Kim, H. W., Lee, D. H. Hemiepiphysiodesis for Idiopathic Genu Valgum: Percutaneous Transphyseal Screw Versus Tension-band Plate. Journal of Pediatric Orthopaedics, 2018: 38(6), 325–330. doi:10.1097/bpo.0000000000000821
135. Park, K.-H., Oh, C.-W., Kim, J.-W., Park, I.-H., Kim, H.-J., Choi, Y.-S. Angular deformity correction by guided growth in growing children: Eight-plate versus 3.5-mm reconstruction plate. Journal of Orthopaedic Science, 2017; 22(5): 919–923. doi:10.1016/j.jos.2017.06.004

136. Pinero J. R. et al. Hip flexion contracture and diminished functional outcomes in cerebral palsy. Journal of pediatric orthopaedics. 2012; 32 (6): 600-604.
137. Pinkowski, J. L., Weiner, D. S. Complications in proximal tibial osteotomies in children with presentation of technique. Journal of Pediatric Orthopaedics. 1995; 15(3): 307-312.
138. Pollock G.A. Surgical treatment of cerebral palsy. J. Bone Jt. Surg. Vol. 44-B. 1962; 68-81.
139. Pron G, Chan B. Tu H. Anh X. XuanqianW.,Wells M. et al. Lumbosacral Dorsal Rhizotomy for Spastic Cerebral Palsy: A Health Technology Assessment. Ontario Health Technology Assessment Series. 2017; 17(10): 1-186.
140. Rejeb A, Fourchet F., Materne O., Johnson A., Horobeanu C., Farooq A., et al. Beighton scoring of joint laxity and injury incidence in Middle Eastern male youth athletes: a cohort study. BMJ Open Sport Exerc Med. 2019; 5:e000482. doi:10.1136/bmjsem-2018-000482
141. Rethlefsen S. A. , A. M. Hanson, T.A. L. Wren, O. Abousamra, R.M. Kay. Anterior distal femoral hemiepiphysiodesis with and without patellar tendon shortening for fixed knee flexion contractures in children with cerebral palsy. Journal of Children's Orthopaedics 2020; 14.5.: 415-420.
142. Rethlefsen, S. A., Yasmeh, S., Wren, T. A. L., Kay, R. M. Repeat Hamstring Lengthening for Crouch Gait in Children with Cerebral Palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics, 2013; 33(5): 501–504.
143. Roberts WM, Adams JP. The patellar-advancement operation in cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. 1953; 35:958-66;
144. Rodda J.M. , H.K. Graham, G.R. Nattrass, M.P. Galea, R. Baker, R. Wolfe. Correction of severe crouch gait in patients with spastic diplegia with use of multilevel orthopaedic surgery J. Bone Joint Surg. Am. 2006; 88, (12): 2653-2664.
145. Rose GE, Lightbody KA, Ferguson RG, et al. Natural history of flexed knee gait in diplegic cerebral palsy evaluated by gait analysis in children who have not had surgery. Gait Posture. 2010; 31: 351–354.
146. Rutz E. , O. Tirosh, P. Thomason, A. Barg, H.K. Graham. Stability of the Gross Motor Function Classification System after single-event multilevel surgery in children with cerebral palsy. Dev. Med. Child. Neurol. 2012; 54 (12): 1109-1113.
147. Salami, F., Brosa, J., Van Drongelen, S., Klotz, M. C., Dreher, T., Wolf, S. I., Thielen, M. Long term muscle changes after hamstring lengthening in children with bilateral cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2019; 61(7): 791-797.
148. Schroerlucke S, Bertrand S, Clapp J, et al. Failure of Orthofix eightplate for the treatment of Blount disease. J Pediatr Orthop. 2009; 29: 57–60.
149. Schwartz, M., Lakin, G., The effect of tibial torsion on the dynamic function of the soleus during gait. Gait and Posture 2003; 17: 113–118.
150. Sharan D. Orthopedic surgery in cerebral palsy: Instructional course lecture Indian J Orthop. May-Jun; 2017; 51(3): 240–255.
151. Silverskiold, N. Reduction of the uncrossed two-joints muscles of the leg to one-joint muscles in spastic conditions. Acta Chir. Scand. 1924; 56. 315-330.
152. Spiro A. S. , P. Stenger, M. Hoffmann, E. Vettorazzi, K. Babin , S. Lipovac, J. P. Kolb, A. Novo de Oliveira, J. M. Rueger, R. Stuecker. Treatment of fixed knee flexion deformity by anterior distal femoral stapling. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2012; 20:2413–2418 DOI 10.1007/s00167-012-1915-8

153. Spiro A.S., Babin K, Lipovac S, Rupprecht M, Meenen NM, Rueger JM, Stuecker R Anterior femoral epiphysiodesis for the treatment of fixed knee flexion deformity in spina bifida patients. J Pediatr Orthop. 2010; 30(8): 858–862
154. Stevens P.M. The broken screw dilemma. J Pediatr Orthop. 2014; 34(3):e5. doi: 10.1097/BPO.0b013e31829aaf1a.
155. Stevens, P. M. Guided growth: 1933 to the present. Strategies in Trauma and Limb Reconstruction. 2006; 1(1): 29-35.
156. Stiel N., Babin K., Vettorazzi E., Breyer S., Ebert N., Rupprecht M., Spiro A. S. Anterior distal femoral hemiepiphysiodesis can reduce fixed flexion deformity of the knee: a retrospective study of 83 knees. Acta orthopaedica. 2018; 89(5): 555-559.
157. Stitgen A, Garrels K, Kobayashi H, et al. Biomechanical comparison between 2 guided-growth constructs. J Pediatr Orthop. 2012; 32:206–209.
158. Stout J. L., Gage J. R., Schwartz M. H., Novacheck T. F. Distal Femoral Extension Osteotomy and Patellar Tendon Advancement to Treat Persistent Crouch Gait in Cerebral Palsy. The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume, 2008; 90(11): 2470–2484.
159. Streja E, Miller JE, Wu C, et al. Disproportionate Fetal Growth and the Risk for Congenital Cerebral Palsy in Singleton Births. Baud O, ed. PLoS ONE. 2015; 10(5) e0126743.
160. Svehlík M. , G. Steinwender, T. Kraus, V. Saraph, T. Lehmann, W.E. Linhart, E.B. Zwick. The influence of age at single-event multilevel surgery on outcome in children with cerebral palsy who walk with flexed knee gait. Dev. Med. Child. Neurol. 2011; 53 (8): 730-735.
161. Tardieu, C., Huet de la Tour, E., Bret, M.D., Tardieu, G., Muscle hypoextensibility in children with cerebral palsy: I. Clinical and experimental observations. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 1982; 63: 97–102.
162. Tomov, A., Bidjamshin, R., Evreinov, V., Leonchuk, S., Popkov, D. Results of single-event multilevel orthopedic surgery in children with cerebral palsy. Adv Pediatr Res. 2015; 2: 25. doi:10.12715/apr.2015.2.25
163. Wang, K. K., Novacheck, T. F., Rozumalski, A., Georgiadis, A. G. Anterior guided growth of the distal femur for knee flexion contracture: clinical, radiographic, and motion analysis results. Journal of Pediatric Orthopaedics, 2019; 39(5): e360-e365.
164. Wilson N. C. et al. Reported outcomes of lower limb orthopaedic surgery in children and adolescents with cerebral palsy: a mapping review. Developmental Medicine & Child Neurology. 2014; 56 (9): 808-814.
165. Yoon Y.K., Lee K.C., Cho H.E., Chae M., Chang J.W., Chang W.S, et al. Outcomes of intrathecal baclofen therapy in patients with cerebral palsy and acquired brain injury. Medicine. 2017; 96(34): e7472.
166. Zaid Al-Aubaidi, Bjarne Lundgaard, Niels Wisbech Pedersen. Anterior distal femoral hemiepiphysiodesis in the treatment of fixed knee flexion contracture in neuromuscular patients. J Child Orthop 2012; 6: 313–318
167. Zimmerman MH, Smith CF, Oppenheim WL. Supracondylar femoral extension osteotomies in the treatment of fixed flexion deformity of the knee. Clin Orthop Relat Res. 1982; 171:87–93.