

*На правах рукописи*

ФЕДОРОВА

Юлия Андреевна

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С ВРОЖДЕННЫМ  
РАДИОУЛЬНАРНЫМ СИНОСТОЗОМ

3.1.8. Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург

2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор

**Виссарионов Сергей Валентинович**

**Официальные оппоненты:**

**Выборнов Дмитрий Юрьевич** – доктор медицинских наук, профессор, ГБУЗ города Москвы «Детская городская клиническая больница имени Н.Ф. Филатова» Департамента здравоохранения города Москвы, заместитель главного врача по медицинской части.

**Кожевников Олег Всеволодович** – доктор медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Минздрава России, 10-е травматолого-ортопедическое детское отделение, заведующий.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится «01» октября 2024 года в \_\_\_\_ часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.0.008.02 в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России (195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, дом 8).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБУ «НМИЦ ТО имени Р. Р. Вредена» Минздрава России и на сайте <https://dissovet.rniito.ru/>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 года

Ученый секретарь диссертационного совета 99.0.008.02

доктор медицинских наук



Денисов А. О.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Врожденный радиоульнарный синостоз (ВРУС) относится к аномалиям развития верхней конечности с относительно невысокой частотой встречаемости в общей популяции – до 0,47–1,29 на 100 000 населения в некоторых регионах Европейской части России (Зинченко Р. А., Гинтер Е. К., 2012). Несмотря на это данная патология оказывает существенное влияние на функциональные возможности верхней конечности и, как результат, обычную жизнедеятельность человека (Ogino T. et Hikino K., 1987; Barik S. et al., 2020). Наличие такого врожденного порока развития верхней конечности у ребенка значительно затрудняет процесс самообслуживания: прием пищи, удерживание предметов и проведение гигиенических процедур (Hwang J. H. et al., 2015; Simcock X. et al., 2015; Satake H. et al., 2018).

Следует отметить, что данная патология манифестирует и становится более выраженной в процессе роста и развития ребенка в связи с приобретением им более сложных мануальных навыков (Bhatt C. R. et Mehta C. D., 2011; Керенек-Varol B. et Hoşbay Z., 2020). Ограничения функции верхней конечности, характерные для врожденного лучелоктевого синостоза, становятся наиболее значимыми с трехлетнего возраста (Bhatt C. R. et Mehta C. D., 2011). Объективная оценка двигательной активности со стороны верхней конечности в повседневной жизни у детей затруднена.

Консервативное лечение при данной патологии не является достаточно эффективным в связи с имеющимися у пациентов анатомическими нарушениями (Barik S. et al., 2020). Основным вариантом лечения детей с ВРУС на сегодняшний день остается оперативное вмешательство. Представленные в научных публикациях реконструктивные техники с разделением зоны синостоза и попытками восстановления ротационных движений предплечья сопровождаются большим количеством неудовлетворительных результатов, являются технически трудоемкими и имеют неопределенный прогноз для пациентов с точки зрения восстановления функциональной активности (Абакаров А. А., 1984;

Андрианов В. Л. с соавт., 1988; Поздеев А. П. и Сосненко О. Н. 2009; Kanaya F. et Ibaraki K., 1998; Funakoshi T. et al. 2004; Barrera-Ochoa S. et al., 2019). Ключевые варианты хирургического лечения детей с ВРУС на сегодняшний день представлены деротационными остеотомиями костей предплечья, которые позволяют расширить спектр выполняемых пациентом повседневных действий за счет изменения положения предплечья на функционально более выгодное (El-Adl W., 2007; Horii E. et al., 2014; Bishay S. N. G., 2016; Satake H. et al., 2018; Barik S. et al., 2020; Cai H. et Wang Z., 2021). При большом разнообразии предложенных методик оперативных вмешательств у большинства из них сохраняется высокий риск развития послеоперационных осложнений – до 17,9% наблюдений (Barik S. et al., 2020).

### **Степень разработанности темы исследования**

На сегодняшний день опубликовано небольшое число исследований аналитической направленности, посвященных изучению проблемы лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом. Дизайн подавляющего большинства представленных в научной литературе работ соответствует описаниям единичных клинических наблюдений или их серий. Анализ функциональных результатов хирургического лечения детей с ВРУС с использованием объективных международных шкал проводился лишь в отдельных исследованиях (Fujimoto M. et al., 2005; Shingade V. U. et al., 2014; Satake H. et al., 2018; Pei X. et Han J., 2019; Cai H. et Wang Z., 2021). Единый подход к оценке функции верхней конечности при данной аномалии развития верхней конечности не разработан.

Наиболее часто применяемые на сегодняшний день классификации являются описательными и не позволяют выбрать оптимальную тактику лечения пациентов с ВРУС, как с точки зрения оценки функции верхней конечности, так и с позиции определения необходимости хирургического лечения (Cleary J. E. et Omer G. E. Jr., 1985). Не сформулированы однозначные показания к оперативному вмешательству у детей с ВРУС.

Несмотря на хорошо прогнозируемый функциональный результат операций, направленных на коррекцию патологического положения предплечья у детей с данной аномалией развития верхней конечности, остается высокой частота послеоперационных осложнений (Barik S. et al., 2020; Nema S. K. et al., 2022). Первое место среди них занимают нейропатии лучевого нерва (Прокопович Е. В. с соавт., 2016; Pei X. et Han J., 2019; Barik S. et al., 2020). Сравнительный анализ различных хирургических техник представлен в отдельных научных работах с малым размером выборок. До настоящего времени обсуждаются вопросы уровня проведения корригирующих остеотомий костей предплечья, величины допустимой безопасной деротации костей предплечья, оптимального возраста пациента для проведения операции, целевого положения предплечья после хирургической коррекции. Все поставленные вопросы обуславливают актуальность данной темы, ее практическую значимость с точки зрения совершенствования хирургических методов лечения для достижения лучших анатомо-функциональных результатов у детей с данной врожденной аномалией развития верхней конечности.

**Цель исследования** – улучшить результаты хирургического лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом путем разработки алгоритма диагностики и выбора тактики лечения, усовершенствования методов оперативного вмешательства.

### **Задачи исследования**

1. Оценить клинико-рентгенологические особенности анатомии предплечья, функцию верхней конечности и качество жизни у детей с врожденным радиоульнарным синостозом при естественном течении патологии до проведения оперативного вмешательства.

2. Определить показания к хирургическому лечению детей с врожденным радиоульнарным синостозом.

3. Разработать методику деротационной остеотомии костей предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом.

4. Провести сравнительный анализ функции верхней конечности, частоты и структуры послеоперационных осложнений, качества жизни пациентов с врожденным радиоульнарным синостозом после хирургической коррекции патологического пронационного положения предплечья различными методами.

5. Разработать алгоритм диагностики и выбора тактики лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом в зависимости от возраста ребенка, анатомических изменений, выраженности пронационной установки предплечья и функциональных ограничений.

### **Научная новизна исследования**

1. Впервые изучены клинико-рентгенологические особенности предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом на всем его протяжении. На основании лучевых данных и результатов магнитно-резонансной томографии выявлена гипоплазия супинатора, патологические изменения на уровне средней трети предплечья и его дистальных отделов: уменьшение просвета костномозгового канала лучевой и локтевой костей; дугообразная деформация средней трети диафиза лучевой кости; тыльный подвывих головки локтевой кости в 28% наблюдений; гипоплазия лучевой поверхности дистальной зоны роста локтевой кости с уменьшением размера ядра окостенения дистального эпифиза локтевой кости и асимметрией его расположения; увеличение лучелоктевого индекса. Установлено субклиническое поражение глубокой ветви лучевого нерва по типу аксонопатии в 57% наблюдений, ранее не описанное в научных публикациях. Установлена взаимосвязь выявленных структурных изменений со степенью функциональных нарушений пораженной верхней конечности и качеством жизни пациентов.

2. На основании выявленных клинико-рентгенологических и функциональных особенностей верхних конечностей определены и научно обоснованы показания к хирургическому лечению детей с врожденным радиоульнарным синостозом.

3. Разработана методика хирургической деротационной остеотомии костей предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом (патент на изобретение РФ № 2774786).

4. Проведен сравнительный анализ методов хирургического лечения пациентов детского возраста с врожденным радиоульнарным синостозом с учетом функции верхней конечности, качества жизни пациентов, послеоперационных осложнений и удовлетворенности результатами лечения.

5. Разработан алгоритм диагностики и выбора тактики лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом в зависимости от возраста ребенка, анатомических особенностей верхней конечности, выраженности пронационной установки предплечья и функциональных ограничений, лучевых данных и результатов нейрофизиологического обследования.

### **Практическая и теоретическая значимость работы**

1. Оценка клинико-лучевых и функциональных особенностей предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом, а также их влияния на качество жизни и функцию верхних конечностей позволила уточнить и научно обосновать показания к хирургическому лечению.

2. Показанием к хирургическому лечению детей с врожденным радиоульнарным синостозом является фиксированное положение предплечья более 45 градусов пронации в сочетании с жалобами пациента и/или его родителей на ограничение повседневной активности.

3. Разработанная методика деротационной остеотомии костей предплечья на разных уровнях позволила вывести предплечье в функционально выгодное физиологическое положение, статистически

значимо снизить частоту неврологических осложнений в послеоперационном периоде ( $p=0,0424$ ), а также исключить нестабильность металлофиксации.

4. Комплексный анализ результатов различных вариантов хирургического лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом позволил оценить эффективность методик и разработать лечебно-диагностический алгоритм для данной категории пациентов.

5. Алгоритм диагностики и выбора тактики лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом включает оценку возраста пациента, выраженности пронационной установки предплечья и прогноза возникновения жалоб, функциональных возможностей верхней конечности, лучевых данных обследования и нейрофизиологических показателей.

### **Методология и методы исследования**

Диссертационное исследование включало два последовательных этапа. В первой части работы проведен анализ результатов обследования 127 пациентов с врожденным радиоульнарным синостозом за период с 2010 по 2022 год включительно. С учетом невысокой частоты встречаемости данной патологии проанализирован весь доступный материал, включая архивные данные медицинской документации и архивные записи лучевых методов диагностики. Во второй части работы проанализированы результаты хирургического лечения 103 детей с ВРУС на 116 предплечьях. Пациенты были разделены на три группы в зависимости от уровня проведения остеотомии костей предплечья. В ретроспективную группу 1 включены 22 пациента (28 прооперированных предплечий), которым была выполнена остеотомия через зону синостоза. В ретроспективную группу 2 вошли 52 пациента (55 прооперированных предплечий), которым осуществляли остеотомию проксимального отдела лучевой кости. В 3 проспективную группу вошли 28 пациентов (33 прооперированных предплечья), которым проводили оперативное вмешательство по разработанной методике (патент на изобретение РФ № 2774786).



В соответствии с дизайном исследования, пациенты проходили клиническое обследование, рентгенографию, КТ и МРТ, а также нейрофизиологическое исследование и анкетирование по шкалам ADL, ABILHAND, Failla et al., PedsQL, а также была проведена оценка общей удовлетворенности результатом лечения оперированных пациентов по пятибалльной шкале. Функциональные возможности верхней конечности и качество жизни до операции оценивали у всех пациентов в проспективной группе исследования, после – во всех группах исследования. Результаты лечения пациентов ретроспективных групп оценивались в сроки от 7 до 12 лет, проспективной группы - от 12 до 30 месяцев.

В ходе ретроспективной части исследования были уточнены показания к хирургическому лечению детей с ВРУС, что легло в основу принятия формирования алгоритма диагностики и выбора тактики лечения пациентов проспективной группы данного диссертационного исследования. В ходе проспективной части работы был разработан и успешно апробирован клинической практикой метод хирургической коррекции положения предплечья (патент на изобретение РФ № 2774786) для достижения лучших анатомо-функциональных результатов операции и уменьшения риска развития известных послеоперационных осложнений. Был выполнен сравнительный анализ полученных данных в проспективной и ретроспективных группах, позволивший оценить эффективность практического использования предложенного метода оперативного вмешательства.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Показания к хирургическому лечению пациентов с врожденным радиоульнарным синостозом определяются сочетанием фиксированного пронационного положения предплечья более 45 градусов и наличием активно предъявляемых пациентом и/или его родителями жалоб на функциональные ограничения со стороны верхней конечности.

2. Применение разработанного способа хирургического лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом позволяет эффективно улучшить анатомо-функциональное состояние предплечья, а также снизить частоту неврологических осложнений и исключить нестабильность металлофиксации.

### **Апробация и степень достоверности результатов диссертационной работы**

Достоверность исследования определяется достаточным числом наблюдений, строгим соблюдением научной методологии, применением современных методов статистического анализа.

Основные положения и результаты диссертационного исследования доложены на Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов с международным участием «VolgaMedScience» (Нижний Новгород, 2021); VI Съезде травматологов-ортопедов Сибирского федерального округа (Барнаул, 2022); Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Современные компетенции в травматологии, ортопедии и протезировании» в рамках Съезда травматологов-ортопедов Кузбасса (Прокопьевск, 2023); Ежегодной научно-практической конференции «Турнеровские чтения» (Санкт-Петербург, 2023); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2023); IX Форуме детских хирургов России с международным участием, посвященном 100-летию академика Ю.Ф. Исакова (Москва, 2023).

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, из них 3 статьи в журналах, рецензируемых ВАК РФ и получен патент РФ на изобретение «Способ хирургической коррекции пронационной деформации предплечья при врожденном радиоульнарном синостозе у детей» № 2774786 от 22.06.2022.

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России.

### **Личное участие автора в получении результатов**

Диссертационная работа представляет собой самостоятельный труд автора, основанный на сборе и анализе данных пациентов с врожденным радиоульнарным синостозом до и после хирургического лечения. Автором самостоятельно подготовлен аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационного исследования, выполнен анализ извлеченных данных литературных источников, осуществлен сбор материала, изучены и проанализированы результаты обследования пациентов с врожденным радиоульнарным синостозом. Автор принимал участие в хирургическом лечении детей с врожденным радиоульнарным синостозом, а также осуществлял динамическое наблюдение и клиническую оценку пациентов проспективной группы исследования до операции и в послеоперационном периоде. Автором был выполнен анализ результатов оперативного вмешательства различными методиками, осуществлена статистическая обработка данных, сформулированы выводы и практические рекомендации, написаны все главы диссертационного исследования и автореферат.

### **Объем и структура диссертации**

Материалы диссертации представлены на 171 странице. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка литературы. Основное содержание работы изложено на 142 страницах машинописного текста, иллюстрировано 34 таблицами и 45 рисунками. Библиографический список включает 102 источника литературы – 17 отечественных и 85 иностранных.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, освещены его научная новизна и практическая значимость, изложены основные положения, вынесенные на защиту, представлены сведения о реализации и апробации работы, объеме и структуре диссертации.

**В первой главе** представлен аналитический обзор отечественных и зарубежных публикаций, посвященных проблеме лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом. Выполненный мета-анализ извлеченных данных литературы по ряду показателей (оптимальный возраст пациента для проведения операции, целевое положение предплечья, сроки консолидации фрагментов после выполнения остеотомии костей предплечья, показания к хирургическому лечению детей с ВРУС, частота и структура послеоперационных осложнений) позволил обобщить мировой опыт лечения пациентов с данной аномалией развития верхней конечности, подчеркнул актуальность проблемы и необходимость дальнейшего совершенствования диагностических и лечебных концепций с учетом отсутствия консенсуса в мировом сообществе относительно ведения пациентов данной категории.

**Во второй главе** представлены материалы и методы диссертационного исследования, включавшего две последовательные части. Первая часть исследования была нацелена на выявление и оценку клинических данных, лучевых показателей и функциональных особенностей верхней конечности у 127 детей с ВРУС при естественном течении патологии до хирургического лечения. Для оценки ряда лучевых параметров (длина лучевой и локтевой костей, угол инклинации лучевой кости во фронтальной плоскости, лучелоктевой индекс, деформация лучевой кости на уровне средней трети диафиза, соотношения в дистальном лучелоктевом суставе в виде наличия либо отсутствия подвывиха головки локтевой кости, протяженность зоны синостоза, пронационный угол между костями предплечья, просвет костномозгового канала лучевой и локтевой костей на уровне средней трети предплечья) проводили сравнение со здоровой контралатеральной

конечностью. Для сопоставления лучевой картины заболевания и клинико-функциональных показателей выборка первой части работы была разделена на группы по наличию либо отсутствию активно предъявляемых жалоб со стороны пациента и/или его родителей на ограничение активности в повседневной жизни. В соответствии с дизайном исследования, пациенты проходили клиническое обследование, рентгенографию, КТ и МРТ, а также нейрофизиологическое исследование, анкетирование по шкалам ADL, ABILHAND, Failla et al., PedsQL, а также была проведена оценка общей удовлетворенности оперированных пациентов результатом лечения по пятибалльной шкале. Функциональные возможности верхней конечности и качество жизни до операции оценивали у всех пациентов в проспективной группе исследования, после – во всех группах исследования. Первая часть работы основана на анализе рентгенограмм 127 пациентов, компьютерных томограмм 64 пациентов, а также включала оценку результатов нейрофизиологических методов исследования 30 пациентов, данные магнитно-резонансной томографии 34 пациентов.

Вторая часть работы была нацелена на анализ результатов хирургического лечения 103 детей с ВРУС на 116 предплечьях. Пациенты были разделены на три группы в зависимости от уровня выполнения остеотомии костей предплечья. Часть пациентов (n=21) не испытывали затруднений в повседневной жизни, функциональное состояние верхних конечностей полностью устраивало пациентов и их родителей, в связи с чем хирургическое лечение. В ретроспективную группу 1 были включены пациенты, которым выполняли деротационную остеотомию костей предплечья через зону синостоза (ОГ-I; n=22, N=28); во 2 ретроспективную группу вошли пациенты, которым проводили остеотомию лучевой кости в проксимальном отделе (ОГ-II; n=52, N=55); в 3 проспективную группу (ОГ III; n=28, N=33) – пациенты, которым осуществляли остеотомию обеих костей предплечья на разных уровнях (дистального метафиза лучевой кости и проксимального отдела локтевой кости) по разработанной нами методике (патент на изобретение РФ № 2774786 от 22.06.2022). Результаты операции

оценивали по показателям удовлетворенности результатом лечения; качеству жизни пациента по данным вопросника PedsQL; функции верхней конечности в соответствии со шкалами ADL, ABILHAND и Failla et al.; частоте и структуре послеоперационных осложнений. Выборки пациентов обеих частей исследования были сопоставимы между собой по показателям пола, возраста и стороне поражения предплечья, что позволило провести сравнительный анализ внутри и между группами.

**В третьей главе** диссертации представлены результаты первой части исследования, определены клинично-функциональные особенности верхней конечности при данной аномалии развития на всем протяжении предплечья, уточнены показания к хирургическому лечению детей с ВРУС.

В ходе исследования установлены статистически значимые различия между пациентами, полностью удовлетворенными функцией верхней конечности, и пациентами, испытывавшими ограничения в повседневной жизни по шкалам ADL ( $p=0,018$ ), Failla et al. ( $p=0,013$ ), ABILHAND ( $p=0,027$ ). Положение предплечья у пациентов, активно не предъявлявших жалобы, было близко к среднефизиологическому ( $p<0,001$ ).

Статистически значимые корреляционные связи между функциональными ограничениями и стороной поражения, полом, возрастом, качеством жизни детей с ВРУС по данным вопросника PedsQL выявлены не были ( $p>0,05$ ). Следует отметить, что указанный вопросник включал оценку не только повседневной активности ребенка и его физического состояния, но также анализ когнитивных функций, эмоциональной сферы, социального взаимодействия, отношений в семье.

Установлена статистически значимая заметная прямая корреляционная связь между активно предъявляемыми жалобами на ограничение повседневной активности (затруднение умывания, приема пищи, схвата предметов, личной гигиены) и положением предплечья ( $p<0,01$ ;  $r=0,5$ ). А также выявлены статистически значимые умеренные обратные корреляционные связи между положением предплечья и баллами

функциональных шкал ADL ( $p=0,020$ ;  $\rho=-0,444$ ), ABILHAND ( $p=0,024$ ;  $\rho=-0,433$ ) и Failla et al. ( $p=0,007$ ;  $\rho=-0,474$ ).

Определены следующие патологические изменения на всем протяжении предплечья, характерные для данной патологии: уменьшение просвета костномозгового канала лучевой и локтевой костей на уровне средней трети диафиза в пределах 15–20% в сравнении с интактным предплечьем ( $p<0,05$ ); наличие дугообразной деформации лучевой кости на уровне средней трети диафиза, превышающее референтные значения в 4–5 раз ( $p<0,01$ ); тыльный подвывих головки локтевой кости в 28% наблюдений, наличие которого прямо коррелировало с протяженностью зоны костного синостоза ( $p=0,0044$ ,  $\rho=0,303$ ), выраженностью деформации лучевой кости ( $p<0,01$ ;  $\rho=0,343$ ), пронационным углом между костями предплечья ( $p<0,01$ ;  $\rho=0,360$ ) и величиной пронационной установки предплечья в градусах ( $p<0,01$ ;  $\rho=0,526$ ); увеличение лучелоктевого индекса в сравнении со здоровой конечностью ( $p<0,05$ ); изменение структуры и уменьшение объема *m. supinator* по данным МРТ в сравнении со здоровой конечностью в 3,7 раз в среднем ( $p=0,011$ ); субклиническое поражение глубокой ветви лучевого нерва по типу аксонопатии в 57% наблюдений, что могло быть предрасполагающим фактором к развитию послеоперационных неврологических осложнений. Выявленная особенность имела статистически значимую прямую корреляционную связь с положением предплечья ( $p=0,049$ ;  $\rho=-0,355$ ). Более чем в трети случаев были обнаружены аналогичные изменения со стороны срединного и локтевого нервов (38% и 43% соответственно).

По результатам ROC-анализа установлено пороговое значение пронационного положения предплечья, при превышении которого прогнозировался статистически значимо более высокий риск наличия жалоб на функциональные ограничения в повседневной жизни ( $p<0,001$ , чувствительность – 90%, специфичность – 88%). Порог отсечения составил 45 градусов пронации. На основе полученных данных были уточнены показания к хирургическому лечению детей с ВРУС.

**В четвертой главе** изложены показания к хирургическому лечению пациентов детского возраста с ВРУС, детали техник наиболее распространенных вариантов деротационных остеотомий костей предплечья по данным литературы и исходя из нашего опыта, приведены осложнения и проанализированы их возможные причины, представлено сравнение потенциала величины безопасной деротации костей предплечья при применении методик.

В ретроспективной группе 1 (ОГ-I) 22 пациентам (28 прооперированных предплечий) была выполнена корригирующая деротационная остеотомия костей предплечья через зону синостоза. Потенциал величины деротации костей предплечья при применении данного варианта операции составил 80 (70–80) градусов. Медиана сроков консолидации костных фрагментов после остеотомии – 8 недель (7–11 недель). Полное восстановление функциональных возможностей верхней конечности наблюдали в сроки от 4 до 6 месяцев после операции.

В ретроспективной группе 2 (ОГ-II) 52 пациентам (55 прооперированных предплечий) была выполнена остеотомия лучевой кости в проксимальном отделе. Потенциал деротации костей предплечья при применении данного варианта оперативного вмешательства составил 75 (40–80) градусов. Медиана сроков консолидации костных фрагментов после остеотомии лучевой кости в проксимальном отделе составила 7 недель (6–8 недель). Полное восстановление функциональных возможностей верхней конечности наблюдали в аналогичной группе 1 сроки (от 4 до 6 месяцев после операции).

В проспективной группе 3 (ОГ-III) 29 пациентам (33 прооперированных предплечья) была выполнена разноуровневая остеотомия обеих костей предплечья (дистального метафиза лучевой кости и проксимального отдела локтевой кости) в соответствии с полученным патентом на изобретение РФ № 2774786. Преимуществом методики было потенциальное уменьшение рисков неврологических осложнений в раннем послеоперационном периоде. Метод исключал манипуляции хирургическим инструментарием вблизи



анатомического расположения лучевого нерва с его интраоперационным сдавлением или тракционным повреждением вследствие натяжения мягких тканей при выполнении деротации костей предплечья. Потенциал деротации костей предплечья при применении данного варианта оперативного вмешательства составил 90 (70–100) градусов. Медиана сроков консолидации лучевой и локтевой костей после корригирующей разноуровневой остеотомии у пациентов с ВРУС в данной группе исследования (ОГ-III) составила 7 недель (5–9 недель). Восстановление функции верхней конечности и адаптацию пациента к новому анатомо-функциональному положению предплечья наблюдали в аналогичные ретроспективным группам сроки – от 4 до 6 месяцев после операции.

Установлены статистически значимые различия между группами по показателю потенциала величины деротации костей предплечья (рисунок 1).

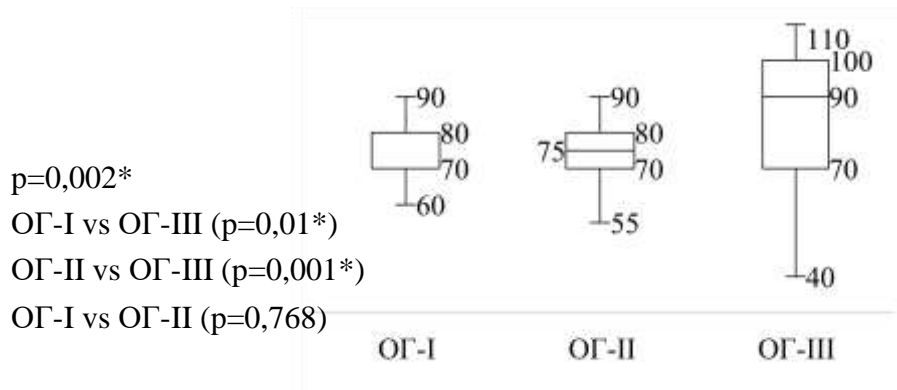


Рисунок 1 – Результаты сравнительного анализа потенциала деротации костей предплечья различными методами

Потенциал деротации костей предплечья при выполнении разноуровневой остеотомии обеих костей предплечья (ОГ-III) был статистически значимо выше ( $p=0,002$ ) в сравнении с проксимальными корригирующими деротационными остеотомиями костей предплечья через зону синостоза (ОГ-I) и лучевой кости в проксимальном отделе (ОГ-II).

Структура выявленных послеоперационных осложнений соответствовала данным литературных источников и подчеркивала большую долю нейроваскулярных нарушений в группах остеотомий костей предплечья

в проксимальном отделе. Разработанный способ оперативного вмешательства исключил возникновение неврологического дефицита в раннем послеоперационном периоде и обеспечил надежное сохранение достигнутого результата положения предплечья в послеоперационном периоде наблюдения за счет стабильной металлофиксации.

**В пятой главе** представлены результаты сравнительного анализа эффективности и безопасности вариантов деротационных остеотомий костей предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом. Оценена частота и структура послеоперационных осложнений, описаны мероприятия по их устранению. Проанализированы факторы риска возникновения нейропатии в послеоперационном периоде, сформирован алгоритм диагностики и выбора тактики лечения детей с ВРУС.

Установлено положительное влияние разработанной хирургической методики (патент РФ на изобретение № 2774786) со статистически значимым ( $p < 0,01$ ) улучшением функции верхней конечности и расширением спектра действий повседневной активности в сроки не ранее, чем через 12 месяцев после операции (рисунок 2).

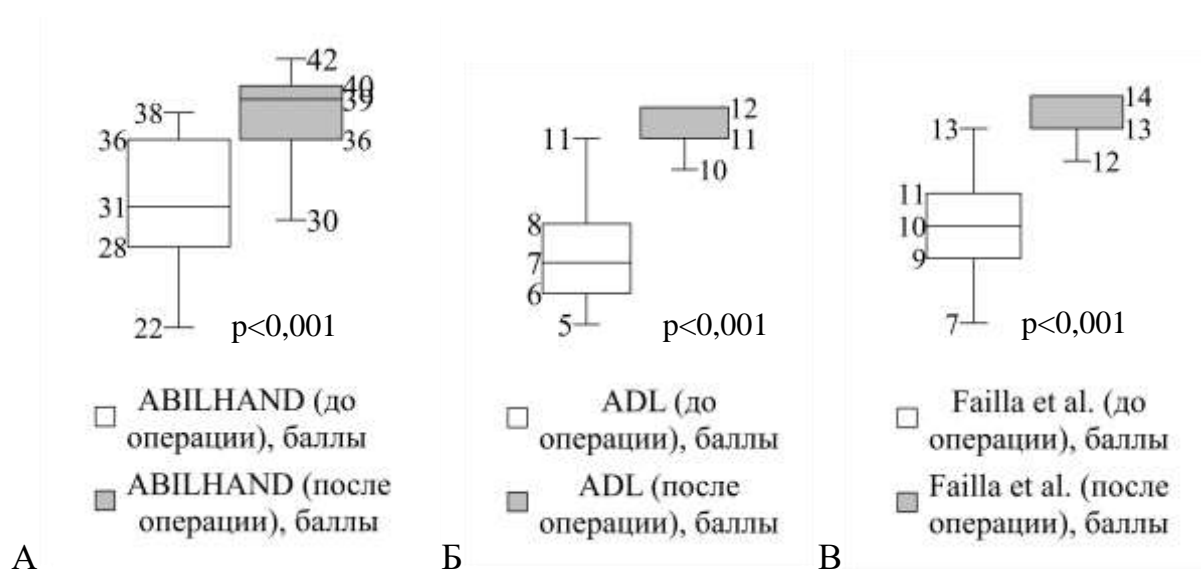


Рисунок 2 – Результаты сравнительного анализа функции верхней конечности до и после хирургического лечения в проспективной группе исследования:

А – по шкале ABILHAND, Б – по шкале ADL, В – по шкале Failla et al.

При сопоставимой субъективной удовлетворенности лечением и схожем с другими представленными оперативными техниками функциональном результате разработанной методики хирургической коррекции патологического пронационного положения предплечья у детей с ВРУС (патент на изобретение РФ № 2774786) в соответствии со шкалами ADL, ABILHAND, Failla et al. ( $p > 0,05$ ) установлено статистически значимое ( $p = 0,0424$ ) снижение частоты неврологических осложнений в раннем послеоперационном периоде в 18,9 раз по сравнению с вариантами проксимальных остеотомий костей предплечья (через зону остеотомии и лучевой кости в проксимальном отделе), кроме того удалось исключить нестабильность металлофиксации при использовании разработанного метода оперативного вмешательства.

Статистически значимые изменения качества жизни у детей с ВРУС после хирургического лечения не были выявлены. Это соответствовало полученными ранее данным, отражающим отсутствие корреляционных связей между положением предплечья и качеством жизни пациентов с врожденным лучелоктевым синостозом в баллах вопросника PedsQL.

Структура и частота послеоперационных осложнений у детей с ВРУС после хирургической коррекции положения предплечья соответствовала литературным данным. Частота неврологических осложнений в группе пациентов, которым выполняли остеотомию через зону синостоза (ОГ-I), составила 21,4%; среди детей с ВРУС, которым выполняли остеотомию лучевой кости в проксимальном отделе, – 21,8%; в проспективной группе с применением разработанного метода разноуровневой остеотомии обеих костей предплечья (ОГ-III) нейропатии не наблюдались. Риск возникновения послеоперационных неврологических осложнений статистически значимо увеличивали возраст ребенка старше 6 лет ( $p = 0,0081$ ) и величина деротации костей предплечья более 70 градусов ( $p = 0,0034$ ). Общая продолжительность стационарного пребывания пациентов была статистически значимо выше ( $p < 0,001$ ) при наличии неврологических послеоперационных осложнений за

счет увеличения продолжительности послеоперационного наблюдения и лечения пациентов данной категории (таблица 2).

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа продолжительности госпитализации пациентов с ВРУС в зависимости от наличия неврологических послеоперационных осложнений

Продолжительность госпитализации, количество койко-дней	Наличие неврологических осложнений	Отсутствие неврологических осложнений	Уровень статистической значимости (p)
Общая, Me (Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> )	21 (17–25)	14 (10–18)	0,000154*
До операции, Me (Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> )	7 (4–14)	6 (3–8)	0,076
После операции, Me (Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> )	13 (10–6)	9 (5–11)	0,000213*

В нашем исследовании были отмечены осложнения общехирургического характера, которые встречались при использовании металлоконструкций, в виде локализованных инфекционных процессов в местах выхода спиц (3,6-6%), замедленной консолидации костных фрагментов в местах остеотомии (3,6-6%), миграции металлоконструкций (3,6-5,5%), не наблюдавшейся при применении разработанной нами методики.

На основании полученных результатов комплексного обследования, оценки функциональных исходов оперативного вмешательства у детей с ВРУС и послеоперационных осложнений был разработан алгоритм диагностики и выбора тактики лечения пациентов детского возраста с ВРУС. Алгоритм учитывал положение предплечья, наличия активно предъявляемых жалоб на функциональный дефицит с ограничением повседневной активности, факторы риска послеоперационных неврологических осложнений и данные нейрофизиологического исследования (рисунок 3).

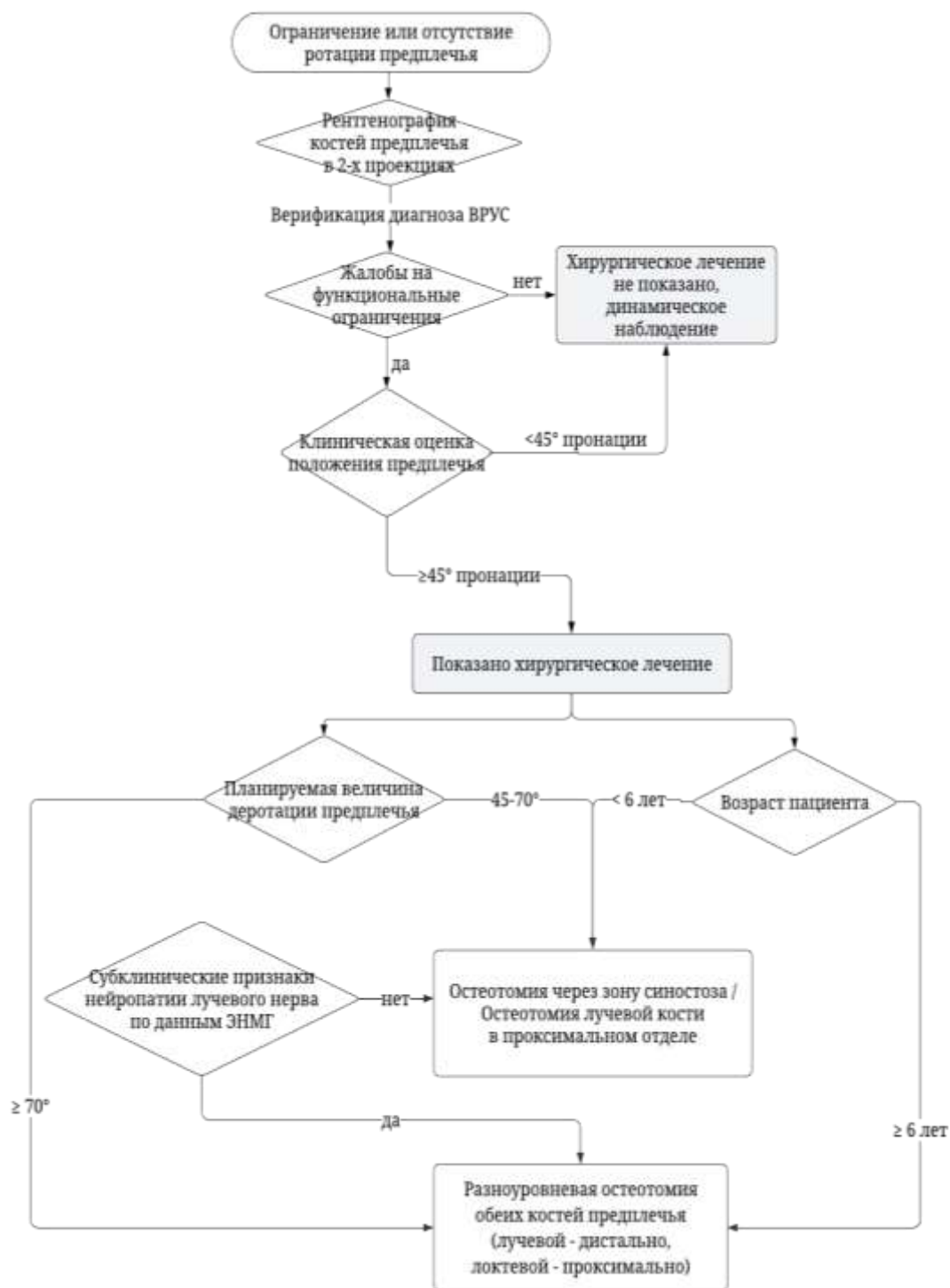


Рисунок 3 – Алгоритм диагностики и выбора тактики лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом

**В заключении** подведены общие итоги проведенной работы, представлены сведения по решению всех пяти задач диссертационного исследования и кратко обсуждены полученные результаты.

## ВЫВОДЫ

1. У детей с врожденным радиоульнарным синостозом выявлены патологические изменения структур предплечья на всем протяжении: уменьшение просвета костномозгового канала лучевой ( $p \leq 0,001$ ) и локтевой костей ( $p=0,045$ ) на уровне средней трети диафиза; дугообразная деформация средней трети диафиза лучевой кости ( $p=0,021$ ); гипоплазия лучевой поверхности дистальной зоны роста локтевой кости в 29,9% наблюдений ( $p=0,005$ ); увеличение лучелоктевого индекса ( $p < 0,01$ ); изменение структуры и уменьшение объема *m. supinator* в 3,7 раз ( $p=0,011$ ); субклиническое поражение глубокой ветви лучевого нерва по типу аксонопатии в 57% наблюдений; тыльный подвывих головки локтевой кости в 28% наблюдений.

2. Абсолютными показаниями для хирургического лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом является патологическое пронационное положение предплечья более 45 градусов в сочетании с жалобами на ограничение функциональной активности со стороны пациента и/или его родителей. В ходе исследования разработана прогностическая модель взаимосвязи функциональных ограничений и жалоб пациента на затруднение повседневной активности ( $p < 0,001$ , чувствительность 90%, специфичность 88%).

3. Разработанная хирургическая методика разноуровневой деротационной остеотомии костей предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом (патент на изобретение РФ № 2774786 от 22.06.2022) позволила добиться выведение предплечье в более выгодное физиологическое положение, снизить частоту неврологических осложнений в 18,9 раз и полностью исключить нестабильность металлофиксации.

4. На основании сравнительного анализа результатов хирургического лечения установлена и научно подтверждена эффективность предложенной методики разноуровневой остеотомии костей предплечья для расширения функциональных возможностей верхней конечности по шкалам ADL, ABILHAND и Failla et al. ( $p < 0,001$ ) в отдаленном послеоперационном

периоде. Выявлены достоверные различия частоты послеоперационных неврологических осложнений и отсутствие нестабильности металлоконструкции при использовании разработанной хирургической технологии по сравнению с ретроспективными группами исследования ( $p=0,0424$ ).

5. Разработанный алгоритм диагностики и выбора тактики лечения детей с врожденным радиоульнарным синостозом включает оценку возраста пациента, выраженности пронационной установки предплечья и прогноза возникновения жалоб, функциональных возможностей верхней конечности, лучевых данных обследования, нейрофизиологических показателей.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Обследование детей с врожденным радиоульнарным синостозом должно включать рентгенографию костей предплечья в двух проекциях с захватом кистевого и локтевого сустава, осмотр невролога с целью исключения поражения глубокой ветви лучевого нерва, нейрофизиологическое исследование.

2. Показанием к хирургической коррекции патологического пронационного положения предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом являются жалобы пациента, ограничение самообслуживания и фиксированное пронационное положение предплечья более 45 градусов. Оптимальным возрастом для операции является дошкольный период.

3. Разработанная хирургическая методика разноуровневой деротационной остеотомии костей предплечья с фиксацией фрагментов интрамедуллярно и трансоссально спицами Киршнера у детей с врожденным радиоульнарным синостозом показана при величине пронационного положения костей предплечья более 70 градусов, а также наличие субклинических признаков аксонопатии лучевого нерва.

4. Проксимальные деротационные корригирующие остеотомии костей предплечья могут быть предложены пациентам младше 6 лет и при планируемой величине деротации костей предплечья от 45 до 70 градусов.

5. При полной удовлетворенности пациента и его родителей функциональными возможностями верхней конечности, а также отсутствии жалоб хирургическое лечение не рекомендовано.

## **ОСНОВНЫЕ ПЕЧАТНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. **Визуализация пронационно-супинационных движений предплечья как залог понимания ротационной подвижности локтевой кости в дистальном лучелоктевом суставе / Проценко Я.Н., Семенов С.Ю., Сигарева Ю.А. // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – №1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30526>.**

2. **Хирургическая коррекция положения предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом: систематический обзор литературы / Федорова Ю.А., Виссарионов С.В., Проценко Я.Н., Геворгиз С.А., Захарьян Е.А. // Травматология и ортопедия России. – 2022. – Т. 28. – № 3. – С. 83-96.**

3. **Клинико-лучевые особенности состояния предплечья у детей с врожденным радиоульнарным синостозом: когортное исследование / Федорова Ю. А., Виссарионов С. В., Проценко Я. Н., Зорин В. И. // Гений ортопедии. – 2024. – Т. 30. – №2. – С. 182-190.**

4. **Патент № 2774786 Российская Федерация, МПК А61В 17/56 (2006.01). Способ хирургической коррекции пронационной деформации предплечья при врожденном радиоульнарном синостозе у детей : № 2021134224: заявлено 23.11.2021 : опубликовано 22.06.2022/ Федорова Ю.А., Проценко Я.Н., Виссарионов С.В.; патентообладатель ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России. –8 с. :**