

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ДЕТСКОЙ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ ИМЕНИ Г.И. ТУРНЕРА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

СЕМЕНОВ

Сергей Юрьевич

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ
ДИСТАЛЬНОГО ЛУЧЕЛОКТЕВОГО СУСТАВА
ТРАВМАТИЧЕСКОГО ГЕНЕЗА

3.1.8. Травматология и ортопедия

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

академик РАН, доктор медицинских наук,
профессор Баиндурашвили Алексей Георгиевич

Санкт-Петербург

2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1.1 Анатомия и особенности строения дистального лучелоктевого сустава у детей.....	14
1.2 Биомеханика дистального лучелоктевого сустава	21
1.3 Определение, классификация, этиология, механизмы развития и клиническая картина нестабильности дистального лучелоктевого сустава травматического генеза у детей	23
1.4 Роль клинического осмотра и инструментальных методов визуализации в диагностике травматической нестабильности дистального лучелоктевого сустава у детей	34
1.4.1 Клинический осмотр	34
1.4.2 Рентгенография.....	38
1.4.3 Мультиспиральная компьютерная томография.....	41
1.4.4 Магнитно-резонансная томография.....	43
1.5 Принципы лечения детей с травматической нестабильностью дистального лучелоктевого сустава.....	45
1.5.1 Консервативное лечение нестабильности дистального лучелоктевого сустава травматического характера у пациентов детского возраста.....	45
1.5.2 Оперативное лечение нестабильности дистального лучелоктевого сустава травматического генеза у детей.....	46
1.6 Резюме	50
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ.....	52
2.1 Планирование исследования	52
2.2 Характеристика клинического материала.....	56
2.3 Методы исследования	59
2.3.1 Клиническое исследование.....	59
2.3.2 Рентгенологическое исследование.....	60

2.3.3	Мультиспиральное компьютерно-томографическое исследование	65
2.3.4	Магнитно-резонансное исследование	67
2.3.5	Статистический метод исследования	68
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С		
НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ДИСТАЛЬНОГО ЛУЧЕЛОКТЕВОГО СУСТАВА		
3.1	Результаты клинического обследования	70
3.2	Результаты методов исследования.....	74
3.2.1	Результаты рентгенологического исследования	74
3.2.2	Результаты компьютерно-томографического исследования.....	85
3.2.3	Результаты магнитно-резонансной томографии	87
3.3	Обсуждение полученных результатов.....	92
ГЛАВА 4. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С ТРАВМАТИЧЕСКОЙ		
НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ДИСТАЛЬНОГО ЛУЧЕЛОКТЕВОГО СУСТАВА		
4.1	Хирургическое лечение пациентов основной группы I (ОГ-I)	94
4.2	Хирургическое лечение пациентов основной группы II (ОГ-II).....	96
ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С		
ТРАВМАТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ДИСТАЛЬНОГО		
ЛУЧЕЛОКТЕВОГО СУСТАВА.....		
5.1	Оценка результатов лечения пациентов с острой нестабильностью	
	дистального лучелоктевого сустава (ОГ-I)	103
5.2	Оценка результатов лечения пациентов с хронической нестабильностью	
	дистального лучелоктевого сустава (ОГ-II).....	111
5.3	Ошибки и осложнения хирургического лечения пациентов с	
	нестабильностью дистального лучелоктевого сустава травматического генеза..	124
5.4	Обсуждение результатов лечения	125
5.5	Алгоритм хирургического лечения детей с нестабильностью дистального	
	лучелоктевого сустава с учетом типов деформаций костей предплечья.....	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		
127		
ВЫВОДЫ		
133		
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ		
135		

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	137
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	138
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	160

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Согласно данным отечественной и зарубежной литературы, переломы дистального отдела костей предплечья являются одними из наиболее частых скелетных повреждений в педиатрической популяции (Шастин Н.П. с соавт., 2009; Баиндурашвили А.Г. с соавт., 2010; Петрушин А.Л. и соавт., 2021; Bailey D.A. et al., 1989; Ryan L.M. et al., 2010; Korup L.R. et al., 2022). Распространенность переломов дистальной трети костей предплечья составляет 180 на 10 000 у детей младше 16 лет (Hedstrom E.M. et al. 2010; Randsborg P.H. et al. 2013; Pannu G.S. et al. 2015). В свою очередь, переломы дистальных отделов костей предплечья являются наиболее частой причиной формирования нестабильности дистального лучелоктевого сустава (ДЛЛС) травматического генеза у детей (Прощенко Я.Н., 2015; Andersson J.K. et al., 2014; Marrannes S. et al., 2020).

По данным литературы, частота встречаемости нестабильности ДЛЛС у подростков и взрослых после переломов дистального отдела лучевой кости варьирует от 39% до 84% (Lindau T. et al., 2000; Fujitani R. et al., 2011; Pajares S. et al., 2021). Распространенность нестабильности ДЛЛС травматического генеза у детей в анализируемой литературе не описана.

Авторы J. Imatani et al. (1996), S.M. Cha et al. (2016), A. Miller et al. (2017) считают, что низкий уровень формирования нестабильности ДЛСС у детей связан с наличием функционирующих дистальных зон роста костей предплечья. При воздействии травмирующей силы на ростковые пластины происходит перелом, а не повреждение структур, стабилизирующих ДЛСС, так как физисы являются биомеханически более слабыми по сравнению с эластичными мягкотканными стабилизаторами (Imatani J. et al., 1996; Cha S.M. et al., 2016; Miller A. et al., 2017). Именно поэтому акцент диагностики и лечения смещен в сторону определения и устранения костных деформаций костей предплечья у детей (Terry C.L. et al., 1998; Wu M. et al., 2019).

Степень разработанности темы исследования

Анализ данных научных публикаций показал, что существуют различные причины, приводящие к развитию нестабильности ДЛЛС у детей (Проценко Я.Н., 2015; Andersson J.K. et al., 2014). Однако в литературе отсутствует подробное описание типов костных деформаций, которые, учитывая временной интервал, обуславливают формирование нестабильности ДЛЛС травматического генеза у детей.

Рентгенография является наиболее широко описываемым в литературе инструментальным методом диагностики нестабильности ДЛЛС (Скороглядов А.В. с соавт., 2010; Bowers W.H. et al., 2012). При этом отсутствуют количественные рентгенометрические параметры, не описаны особенности лучевой картины дистальных отделов костей предплечья, формирующих нестабильность ДЛЛС.

При острой нестабильности ДЛЛС вследствие переломов костей предплечья у детей наиболее распространенным является консервативный способ лечения – закрытая репозиция переломов с вправление вывиха локтевой кости и гипсовой иммобилизацией (Rothe M. et al., 2001; Eberl R. et al., 2008; Chae S.B. et al., 2019). Однако при значительном смещении отломков костей, в особенности у подростков с закрытыми зонами роста, отмечено большое количество неудовлетворительных результатов применения этого метода лечения (Nhanoucha Y. et al., 2018; Chae S.B. et al., 2019).

Для устранения разницы длины костей предплечья у детей при хронической нестабильности ДЛЛС авторами описаны различные варианты корригирующих остеотомий костей предплечья, методика дистракционного остеогенеза с применением аппарата внешней фиксации (АВФ) (Page W.T. et al., 2009; Gündes H., 2011; Kim B.S. et al., 2011; Chimenti P. et al., 2013; Andersson J.K. et al., 2014; Samora J.B. et al., 2021). В изученной литературе также рассматривается возможность восстановления мягкотканых стабилизаторов: треугольного фиброзно-хрящевого комплекса (ТФХК) с помощью артроскопии на основе данных проведенной предоперационной магнитно-резонансной диагностики

(Andersson J.K. et al., 2014; Wu M. et al., 2019; Schachinger F. et al., 2021). Однако, по данным литературы, повреждение ТФХК у детей возникает намного реже, чем у взрослых, и вопрос о необходимости применения артроскопических техник у детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза в настоящее время остается открытым (Kapoor V. et al., 2004; Bowers W.H. et al., 2012; Miller A. et al. 2018).

Проведенный обзор литературы показал, что публикации, касающиеся использования хирургических внесуставных методик мягкотканной стабилизации ДЛЛС, как изолированного метода лечения нестабильности ДЛЛС у детей, так и в сочетании с костными этапами реконструктивных вмешательств, немногочисленны (Adams B.D. et al., 2001; Seo K.N. et al., 2009; Andersson J.K. et al., 2014; Wu M. et al., 2019). В зарубежной литературе также имеются единичные публикации о применении внесуставных техник стабилизации головки локтевой кости у детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза (Bauer A.S., 2020, Aly A.M. et al. 2022).

В настоящее время в отечественной и зарубежной литературе не представлен комплексный подход к выбору оптимального варианта лечения детей с травматической нестабильностью ДЛЛС, с учетом типа деформаций дистального отдела костей предплечья.

Таким образом, изучение доступной литературы показало, что на сегодняшний день остается дискуссионным вопрос о выборе метода лечения детей с травматической нестабильностью ДЛЛС, что определяет актуальность настоящего диссертационного исследования (Waters P.M. et al., 2002; Kang H.G. et al., 2010; Kim B.S. et al., 2011; Chimenti P. et al., 2013; Miyamura S. et al., 2018; Roh Y.H. et al., 2018).

Несмотря на значительное количество научных работ, посвященных изучению переломов дистальных отделов костей предплечья у детей, в литературе мало уделяется внимания нестабильности ДЛЛС травматического генеза у детей, сформировавшейся на фоне переломов костей предплечья.

Цель исследования – Оптимизировать результаты лечения детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава травматического генеза, обусловленной деформациями костей предплечья.

Задачи исследования

1. Уточнить типы переломов дистальных отделов костей предплечья у детей, приводящие к развитию острой нестабильности дистального лучелоктевого сустава, и причины формирования хронической нестабильности дистального лучелоктевого сустава на основании оценки клинического и лучевого методов исследования.

2. Определить клинико-рентгенологические и МР-признаки, характерные для детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава травматического генеза.

3. Установить показания к хирургической методике стабилизации головки локтевой кости у детей с хронической нестабильностью дистального лучелоктевого сустава.

4. Оценить результаты лечения детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава травматического генеза.

5. Разработать алгоритм хирургического лечения детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава с учетом типов деформаций костей предплечья.

Научная новизна исследования

1. Выявлены причины, приводящие к хронической нестабильности ДЛЛС, на основании оценки отдаленных результатов лечения детей с острыми костно-травматическими повреждениями дистального отдела предплечья, исходя из клинико-лучевых данных исследования.

2. Впервые установлены особенности рентгенометрических параметров дистальных отделов костей предплечья у детей, которые необходимо учитывать для объективной оценки структурных изменений костей предплечья при

травматических повреждениях с целью предоперационного планирования оптимального варианта хирургического лечения.

3. Впервые на основании клинического, рентгенологического методов, а также МРТ, определены анатомо-функциональные нарушения, характерные для детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза.

4. Предложен способ стабилизации головки локтевой кости у пациентов с хронической нестабильностью ДЛЛС травматического характера (Патент РФ №2769070 от 28.07.2021 г.)

5. Разработан комплексный подход к выбору метода хирургического лечения детей в соответствии с вариантом клинико-рентгенологических изменений, типом острой и хронической нестабильности ДЛЛС травматического генеза.

6. Доказано, что дифференцированный подход к диагностике и выбору метода лечения пациентов с острой и хронической нестабильностью ДЛЛС травматического генеза с учетом возраста ребенка и типа деформаций костей предплечья позволяет получить хорошие анатомо-функциональные результаты.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Оценка рентгенометрических параметров дистальных отделов костей предплечья у пациентов с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза позволяет практикующим врачам травматологам-ортопедам определить тактику лечения пациентов детского возраста.

2. Научно-обоснованный подход к диагностике и выбору метода хирургического лечения детей с нестабильностью ДЛЛС, обусловленной травматическими деформациями костей предплечья, позволяет снизить частоту диагностических и тактико-технических ошибок.

3. Хирургическая стабилизация головки локтевой кости у детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза позволяет обеспечить высокую эффективность лечения.

4. Предложенная тактика лечения пациентов с нестабильностью ДЛЛС на фоне травматических деформаций костей предплечья расширяет функциональные возможности травмированной конечности, повышает качество жизни пациентов.

Методология и методы исследования.

Исследование выполнено на основе данных обследования и лечения 76 пациентов в возрасте от 7 до 17 лет с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза.

Пациенты с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза были разделены по типу нестабильности на две группы. В основную группу I (ОГ-I) включен 31 ребенок с острой нестабильностью ДЛЛС, в основную группу II (ОГ-II) включены 45 детей с хронической нестабильностью ДЛЛС.

Всем пациентам исследования было проведено комплексное обследование, включающее клинический осмотр, рентгенографию костей предплечья и кистевого сустава. Детям с хронической нестабильностью также были выполнены МСКТ костей предплечья и лучезапястного сустава, МРТ лучезапястного сустава.

Для анализа рентгенометрических параметров дистальных отделов костей предплечья была сформирована контрольная группа, которая включала 98 детей без травматических изменений костей предплечья. У данной группы пациентов проведено изучение рентгенометрических показателей дистальных отделов лучевой и локтевой костей по результатам выполненного рентгенографического обследования в прямой и боковой проекциях.

Данные, полученные в ходе диссертационного исследования, были проанализированы с помощью современных статистических методов. На основании полученных результатов был разработан дифференцированный подход к выбору метода лечения детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава травматического генеза.

Положения, выносимые на защиту

1. Обследование пациентов с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза должно включать оценку рентгенометрических показателей дистальных отделов костей предплечья для определения оптимального метода лечения.
2. Основными объективными показателями нестабильности ДЛЛС, выявляемыми по данным рентгенологического обследования, являются изменение лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния на рентгенограммах костей предплечья.
3. Выделенные причинно-следственные типы нестабильности дистального лучелоктевого сустава позволяют врачу правильно сформулировать диагноз и применить эффективный вариант лечения.
4. Предложенный дифференцированный подход к диагностике и выбору метода хирургического лечения детей с нестабильностью ДЛЛС, с учетом типа деформации костей предплечья, позволяет восстановить стабильность в ДЛЛС и улучшить функциональные возможности всей конечности.

Степень достоверности, апробация и реализация работы

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены на:

- ежегодной научно-практической конференции по актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста «Турнеровские чтения» (СПб, 2019);
- VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Неотложная детская хирургия и травматология» (М., 2020);
- Всероссийской конференция молодых ученых «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии» (СПб, 2020);
- шестом Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощь при травмах. Новое в организации и технологиях. Роль национальной общественной профессиональной организации травматологов в системе здравоохранения РФ» (СПб., 2021);

- национальном конгрессе с международным участием «Здоровые дети – будущее страны» (СПб., 2021);
- XIV международном конгрессе «Невский радиологический форум» (СПб., 2023).

По теме диссертационного исследования опубликовано 10 печатных работ, из них 4 – в научных журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикаций результатов диссертационных исследований, и получен патент РФ на изобретение «Способ стабилизации головки локтевой кости в дистальном лучелоктевом суставе у детей» №2769070 от 28.07.2021 г.

Результаты диссертационного исследования внедрены в клиническую работу ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера».

Материалы исследования используются при обучении клинических ординаторов и аспирантов в ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России, а также травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

Личное участие автора и получении результатов

Автор разработал идею диссертационного исследования, определил его дизайн, на основании которого были сформированы группы исследования. Автор провел аналитический обзор научной литературы по теме диссертационной работы, на основании которого обозначил актуальность научного исследования, лично доказал необходимость включения в анализ рентгенологического предоперационного планирования оценку рентгенометрических параметров дистальных отделов лучевой и локтевой костей. В клинической части исследования автор занимался подбором пациентов профильной патологии, лично занимался лечением 52 (68,4%) пациентов с травматической нестабильностью ДЛЛС, провел оценку результатов хирургического лечения. Диссертант провел статистическую обработку полученных в ходе выполнения исследования данных, сформулировал выводы и практические рекомендации.

Объем и структура диссертации.

Диссертация изложена на 163 страницах машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы, включающего 198 источников, (из них 29 отечественных и 169 – на иностранных языках) и приложения. Работа иллюстрирована 19 таблицами, 53 рисунками.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Анатомия и особенности строения дистального лучелоктевого сустава у детей

ДЛЛС является частью кистевого сустава, который, в свою очередь, образован 15 костями: дистальные эпифизы локтевой и лучевой костей, кости проксимального ряда запястья (ладьевидная, полулунная, трехгранная, гороховидная), кости дистального ряда запястья (трапецевидная, головчатая, крючковидная и кость-трапеция) и основания 5 пястных костей (Голубев И.О., 2001; Кадубовская Е.А., 2010; Eschweiler J. et al., 2022).

ДЛЛС – это диартродиальный одноостный цилиндрический сустав опорного типа, который образован головкой локтевой кости и сигмовидной вырезкой лучевой кости, и обладает только одной степенью свободы, а именно ротацией (Капанджи А.И., 2023, Huang J.I., 2012).

Дистальный эпифиз лучевой кости имеет две суставные поверхности: вогнутая запястная суставная поверхность лучевой кости для соединения с полулунной костью и ладьевидной костью, и суставная поверхность локтевой вырезки лучевой кости – для соединения с головкой локтевой кости (Гайворонский И.В. с соавт., 2006; Huang J.I., 2012). Головка локтевой кости округлая, на 1/3 покрыта гиалиновым хрящом, сочленяется с суставной поверхностью сигмовидной вырезки лучевой кости, при этом степень наклона суставной поверхности головки локтевой кости соответствует выраженности наклона вырезки лучевой кости, которая, по данным ряда авторов, направлена дистально и ульнарно и составляет около 20° (Jaffe K. et al., 1996). С локтевой стороны от головки определяется шиловидный отросток. Локтевая кость контактирует с костями запястья посредством треугольного фиброзно-хрящевого комплекса (ТФХК), расположенного на головке локтевой кости и прикрепляющегося к основанию шиловидного отростка локтевой кости (Голубев И.О., 2022; Palmer A. K. et al., 1981).

Стабильность и нормальное функционирование дистального лучелоктевого сустава обеспечивается благодаря правильному взаиморасположению дистальных отделов костей предплечья и окружающего мышечно-связочного аппарата (Голубев И.О., 2001, 2020).

Сочленяющиеся поверхности дистальных отделов локтевой и лучевой костей относительно не конгруэнтны между собой - радиус кривизны сигмовидной вырезки лучевой кости превышает радиус головки локтевой кости в среднем на 4 -7 мм, с небольшой площадью оппозиционного контакта, за счет чего допускается вращение и перемещение дистальных отделов лучевой и локтевой костей относительно друг друга во время пронации и супинации предплечья (Ekenstam F. et al., 1985; Jung, H.-S. et al., 2020). Длина дорзальной части сигмовидной вырезки лучевой кости больше, чем ладонной части, что может объяснять склонность головки локтевой кости располагаться в дорзальной части вырезки (De Smet L. et al., 1993; Daneshvar P. et al., 2016). В 20 - 30% стабильность ДЛЛС обеспечивается формой сигмовидной вырезки, которая, в свою очередь, вариабельна (Stuart P.R. et al., 2000; Kakar S. et al., 2010) (Рисунок 1).

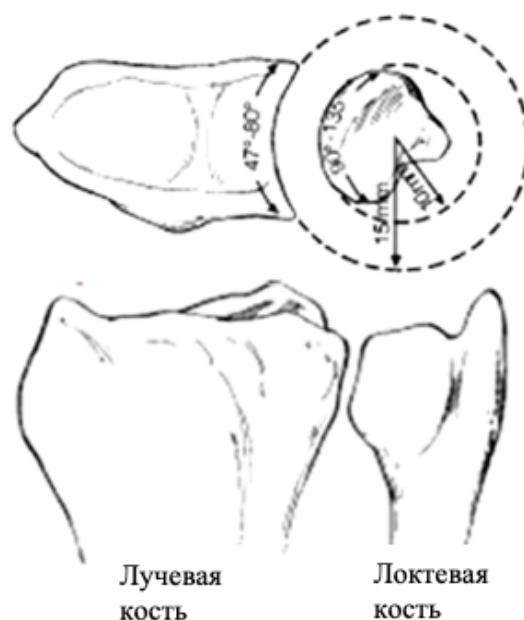


Рисунок 1 – Анатомические особенности строения костных структур дистального лучелоктевого сустава (Zimmerman R. M. et al. 2014)

Различают три типа наклона сигмовидной вырезки в коронарной плоскости:

параллельный, косой (угол вырезки «открыт» дистально относительно длинной оси костей предплечья) или обратный косой (угол вырезки «открыт» проксимально) (Tolat A.R. et al., 1996).

Описаны четыре основные типа сигмовидной вырезки по виду суставной поверхности локтевой вырезки лучевой кости в аксиальной плоскости, обозначаемые первыми четырьмя буквами латинского алфавита (Tolat A.R. et al., 1996; Jung H.-S. et al., 2020):

- А – «плоская» вырезка (flat face sigmoid) – практически отсутствует вогнутость вырезки, локтевая вырезка имеет линейную форму;
- В – по типу «лыжного склона» (ski-slope sigmoid) – определяется как вырезка, имеющая наклонную вогнутую поверхность от ладонной к тыльной поверхности с почти прямой линейной формой вблизи тыльной стороны вырезки;
- С – «С»-образная форма вырезки – характеризуется наличием правильной вогнутой формой локтевой вырезки лучевой кости;
- D – «S» - образная форма вырезки – локтевая вырезка имеет вид двух разнонаправленных кривых одинакового размера (Рисунок 2).

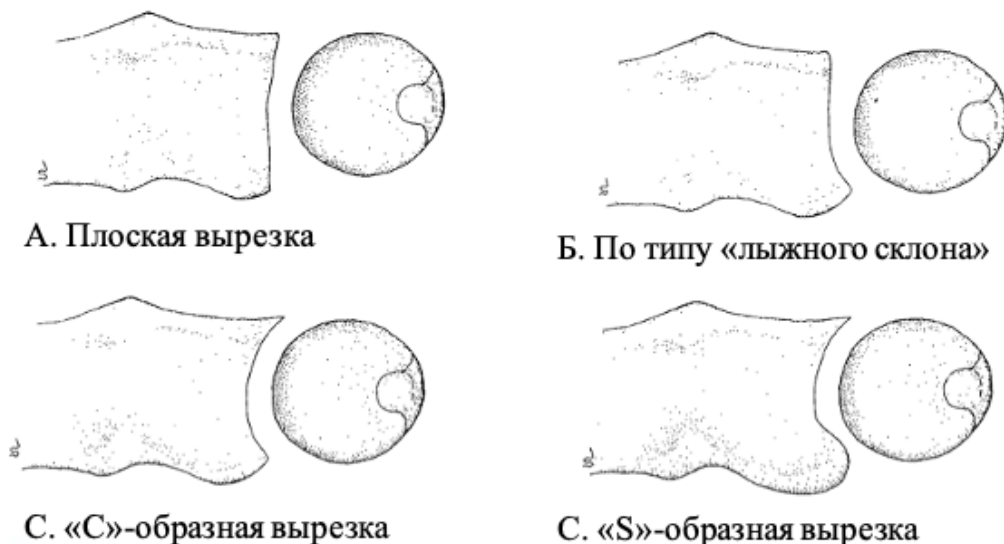


Рисунок 2 – Классификация типов сигмовидной вырезки (Tolat A.R. et al., 1996)

Различные типы и наклон сигмовидной вырезки определяют степень распределения нагрузки в ДЛС при его подвижности и могут являться

предикторами возникновения его нестабильности (Tsukuda Y. et al., 2019; Jung H.-S. et al., 2020). Так, при типе А сигмовидной вырезки лучевой кости имеется максимальная неконгруэнтность сочленяющихся дистальных суставных поверхностей лучевой и локтевой костей, при этом, ДЛЛС является потенциально нестабильным (Jung H.-S. et al., 2020; Kim B.S. et al., 2021). По данным исследований A.R. Tolat et al. (1996) и R. N. Kamal et al. (2018), исходя из общей выборки в 44 пациента, тип А сигмовидной вырезки встречается чаще всего, и составляет до 50%, тип В – 14%, тип С – 32%, тип D – 14%. S.A. Shivdas et al. (2018) проанализировали компьютерную томографию 102 запястий 51 здорового человека и выявили варианты S-типа у 52%, С-типа у 26,4% и «лыжного склона» у 21,6% обследованных.

ТФХК является первичным мягкотканым стабилизатором ДЛЛС, его целостность, локтевая дисперсия, конгруэнтность и стабильность ДЛЛС взаимосвязаны (Lee S.J. et al., 2021).

ТФХК представлен следующими структурами (Кадубовская Е.А. с соавт., 2010; Магдиев Д.А. с соавт., 2010; Skalski M.R., 2016; Semisch M. et al., 2016; Casadei K. et al., 2022):

- фиброзный диск треугольной формы – фиброзно-хрящевая структура, локтевая сторона которой кровоснабжаемая, в остальных отделах – аваскулярная;
- тыльная и ладонная лучелоктевые связки, которые подразделяются на глубокие и поверхностные связки, при этом поверхностные лучелоктевые связки прикрепляются к основанию шиловидного отростка, тогда как глубокие лучелоктевые связки прикрепляются к ямке головки локтевой кости;
- синовиальное влагалище локтевого разгибателя запястья (*flexor carpi ulnaris*), состоящее из коллагеновых волокон;
- ладонные локтезапястные связки – локте-трехгранная и локте-полулунная связки; локте-полулунная связка менее эластичная, чем локтетрехгранная за счет меньшего процента эластических волокон в ней;
- локтевая коллатеральная связка;
- ульнокарпальный мениск, состоящий из рыхлой соединительной

ткани.

Глубокие тыльные и ладонные лучелоктевые связки считаются наиболее важными структурами, обеспечивающими ладонно-дорсальную стабильность ДЛЛС. Поверхностные ладонные и дорсальные лучелоктевые связки ограничивают супинацию и пронацию предплечья, соответственно, и менее важны для стабильности ДЛЛС (Xu J. et al., 2009; Hagert E., 2013; Poppler L.H. et al., 2020).

Остальная часть ТФХК вторично стабилизирует ДЛЛС, способствует амортизации головки локтевой кости от костей запястья (фиброзный диск треугольной формы, ульнокарпальный мениск) (Poppler L.H. et al., 2020).

ТФХК начинается от дистального отдела лучевой кости дистальнее сигмовидной вырезки, направляется в локтевую сторону, где его глубокие волокна прикрепляются к ямке локтевой кости и дополнительно к основанию шиловидного отростка локтевой кости, и дистально, прикрепляясь к костям запястья (полулунная, трехгранная, крючковидная кости) и к основанию пятой пястной кости (Omokawa Sh. et al., 2017; Lee S.J. et al., 2021). При этом прикрепление ТФХК к гиалиновому хрящу локтевой вырезки лучевой кости менее прочное, чем его прикрепление к костным структурам с локтевой стороны кисти (Skalski M.R., 2016).

К вторичным мягкотканым стабилизаторам ДЛЛС относят межкостную мембрану, капсулу ДЛЛС, которые являются статическими стабилизаторами, а также квадратный пронатор предплечья и сухожилие локтевого разгибателя запястья – динамические стабилизаторы ДЛЛС (Голубев И.О. с соавт., 2020, 2022; Poppler L.H. et al., 2020). Имея в своем составе две головки – поверхностную и глубокую, квадратный пронатор предплечья участвует в стабилизации ДЛЛС в большей степени за счет своей глубокой головки, которая препятствует тыльному смещению локтевой кости, располагаясь между дистальными отделами лучевой и локтевой костей, и прикрепляясь к тыльному краю локтевой кости. Поверхностная головка квадратного пронатора предплечья участвует в осуществлении пронации предплечья (Максимов Б.И. с соавт., 2018; Johnson R.K., 1976; Poppler L.H. et al.,

2020).

Межкостная мембрана предплечья привносит вклад в стабильность ДЛЛС за счет наличия дистального косо́го пучка в своем составе – наиболее плотной структуры в ее дистальном отделе (Голубев И.О. с соавт., 2020; Noda K. et al., 2009; Poppler L.H. et al., 2020). По данным различных авторов, дистальный косо́й пучок межкостной мембраны (ДКПММ) имеются у 29-40% пациентов (Голубев И.О. с соавт., 2020; Noda K. et al., 2009; Okada K. et al., 2014; Kim Y.H. et al., 2017; Hohenberger G.M. et al., 2018; Trehan S.K. et al., 2019). ДКПММ проходит косо́ от лучевого края дистальной трети диафиза локтевой кости, направляется к лучевой кости, и прикрепляется в области капсулы ДЛЛС, дорзальной и ладонной лучелоктевых связок ТФХК, квадратного пронатора предплечья. ДКПММ способствует стабилизации головки локтевой кости в сигмовидной вырезке лучевой кости, натяжение пучка уменьшается при травматическом укорочении лучевой кости вследствие перелома дистального отдела костей предплечья (Poppler L.H. et al., 2020).

Капсула ДЛЛС прикреплена к сигмовидной вырезке лучевой кости в проксимальном ее отделе, к межкостной мембране, влагалищу локтевого разгибателя запястья и надкостнице и имеет неравномерную толщину – наиболее выражена и структурно однородна на тыльной стороне, в связи с чем меньшую стабилизирующую функцию капсулы ДЛЛС играет на ладонной поверхности (Голубев И.О. с соавт., 2022; Naugstvedt J.R. et al., 2017). При пронации суставная капсула натягивается с тыльной стороны, при супинации – с ладонной (Nakamura T., 2012). Роль капсулы как стабилизатора ДЛЛС заключается в обеспечении ограничения чрезмерных ротационных движений предплечья (Watanabe H. et al., 2004; Nakamura T., 2012) (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Анатомическое строение стабилизаторов дистального лучелоктевого сустава (Wijffels M. et al., 2012)

Значимость вторичных стабилизаторов ДЛЛС в обеспечении стабильности сустава описывается в работах Н. Kihara et al. (1995), W.B. Kleinman (2007), P. Chimenti et al. (2013), в которых демонстрируется отсутствие развития нестабильности ДЛЛС при повреждении радиоульнарных связок ТФХК и сохранении целостности сухожилия локтевого разгибателя запястья, обеих головок квадратного пронатора предплечья и межкостной мембраны, в частности, ее дистального пучка (Kihara H. et al., 1995; Kleinman W.B. et al., 2007, Chimenti P. et al., 2013).

У детей из-за непрерывного ремоделирования дистальных зон роста костей предплечья, эти сегменты костей являются наиболее уязвимыми при возникновении травмирующего события, что объясняет частоту переломов в области дистальных зон роста (Suthar J. et al., 2014). Многие авторы отмечают, что у детей с функционирующими зонами роста анатомические образования являются наименее прочными по отношению к остальным костным и мягкотканым структурам дистальных отделов предплечья (Rodríguez-Merchán E C., 2005; Eberl R. et al., 2008; Little J.T. et al., 2014; Pannu G.S. et al., 2015; Kraan R. B. J. et al., 2020; Saugy C.A. et al., 2022).

1.2 Биомеханика дистального лучелоктевого сустава

ДЛЛС играет ведущую роль как в осуществлении кистью силовой нагрузки, так и в движении всей верхней конечности. Учитывая цилиндрический тип сустава, в ДЛЛС возможны только ротационные движения (Капанджи И.А., 2023).

Пронация и супинация предплечья осуществляется за счет относительно кругового движения между лучевой и локтевой костями, и регулируется статическими и динамическими силами (Nakamura T. et al., 1999, 2012). Статические силы – это проксимальные и дистальные суставные поверхности локтевой и лучевой костей, динамические – связочный аппарат дистального и проксимального лучелоктевых суставов (ТФХК, межкостная мембрана, кольцевидная связка) и мышцы – ротаторы предплечья: квадратный пронатор предплечья, круглый пронатор предплечья, сгибатели пальцев, супинатор предплечья, двуглавая мышца плеча (Nakamura T. et al, 20012). Кроме того, плечелучевой сустав также оказывает влияние на вращение предплечья за счет трансляции ротационного момента от плечевой кости (Капанджи А.И., 2023; Soubeyrand M. et al., 2017).

Относительность кругового движения при вращении предплечья обусловлена инконгруэнтностью суставных поверхностей ДЛЛС. Таким образом, механизм пронации и супинации предплечья предполагает комбинацию вращения и поступательного движения лучевой и локтевой костей друг относительно друга, при этом ось вращения предплечья направлена от центра головки лучевой кости до ямки головки локтевой кости (Голубев И.О. с соавт., 2022; Ekenstam F. et al., 1985; Matsuki K.O. et al., 2010). Положение центра вращения не является фиксированным, а изменяется при пронации и супинации предплечья (Akhbari B. et al., 2021).

А.И. Капанджи (2023) в своих трудах описывает, что в ДЛЛС ротационное движение осуществляется за счет вращения нижних отделов лучевой кости вокруг округлой головки локтевой кости, при этом сустав имеет максимальную стабильность в нейтральном положении за счет максимально возможной конгруэнтности дистальных эпифизов костей предплечья и максимального

натяжения стабилизирующих структур ДЛЛС. Однако, учитывая то, что ДЛЛС не может изолированно обеспечивать ротацию предплечья, так как он находится в неразрывной связи с проксимальными лучелоктевым суставом и плечелучевым суставом, А.И. Капанджи предлагает гипотезу о наличии подвижности головки локтевой кости в ДЛЛС, а именно, ее наружного смещения, за счет одновременной наружной ротации плечевой кости вокруг своей продольной оси. Таким образом, при пронации и супинации амплитуда вращательных движений достигает 150-180⁰ (Прощенко Я.Н., 2014; Голубев И.О. с соавт., 2022; Капанджи А.И., 2023; Wijffels M. et al., 2012).

За средние показатели амплитуды движений кисти и ротационных движений предплечья приняты данные, которые при пронации/супинации предплечья составляют 85-90⁰; амплитуда движений в кистевом суставе при отведении и приведении кисти соответствует 45⁰ (отведение не > 15⁰, приведение – 30⁰), при активном сгибании и разгибании кисти – 85⁰, при пассивном сгибании – до 90⁰ (Капанджи А.И., 2023).

Определяя нарушение функции предплечья, приводящее к ограничению самообслуживания, за функциональное положение принимали положение предплечья между нейтральным и полупронацией (Капанджи А.И., 2023).

И.А Козлов с соавт. (1989) описывают, что головка локтевой кости не имеет подвижности в ДЛЛС, объясняя это ее анатомическими особенностями строения в этом суставе.

Доказательством наличия подвижности головки локтевой кости в ДЛЛС явились исследования, направленные на детальную визуализацию биомеханических особенностей ДЛЛС (Matsuki K.O. et al., 2010; Chen Y.R. et al., 2013; Omori S. et al., 2016; Daneshvar P. et al., 2020). Учитывая то, что основная роль при движениях в ДЛЛС отводится мягкотканым стабилизаторам, большинство из авторов проводили исследования *in vivo*, используя для этих целей лучевые методики – рентгенографию (стандартную, флюороскопию), мультиспиральную компьютерную томографию. Так, группа ученых во главе с P. Daneshvar (2020) с помощью 3D-реконструкций компьютерных томограмм

определили, что головка локтевой кости совершает вращение на $8,4^{\circ} \pm 14,9^{\circ}$ по отношению к локтевой вырезке лучевой кости (диапазон: $50,3^{\circ}$ пронации и 22° супинации). Y.R Chen et al. (2013) выявили, что перемещение головки локтевой кости в ДЛЛС составляет 4,7 мм при совершении пронационных движений и 2,3 мм при супинационных движениях. С помощью фотограмметрии методом циклографии также было показано, что головка локтевой кости у детей совершает ротацию в пределах 8° - 9° (Прощенко Я.Н. с соавт., 2021).

Таким образом, кинематика ротационных движений в ДЛЛС происходит за счет движения как лучевой, так и локтевой костей. Нормальное функционирование локтевой кости зависит от правильных анатомических взаимоотношений в плечелучевом, проксимальном и дистальном лучелоктевом суставах. Понимание роли каждого элемента, осуществляющего ротационные движения предплечья, позволяет выработать тактику лечения детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза при деформациях костей предплечья.

1.3 Определение, классификация, этиология, механизмы развития и клиническая картина нестабильности дистального лучелоктевого сустава травматического генеза у детей

Термин «нестабильность ДЛЛС» остается не до конца определенным понятием в травматологии и ортопедии. По определению Прощенко Я.Н. (2014), нестабильность ДЛЛС – это дисгармоничное взаимодействие структур кистевого сустава на уровне ДЛЛС, которое приводит к нарушению функции вследствие патологической дислокации локтевой или лучевой кости, и может являться причиной как болевого синдрома, так и раннего развития артроза кистевого сустава. Под «нестабильностью сустава», И.О. Голубев (2022) понимает «нарушение гармоничного функционирования сустава, ведущее к потере состояния устойчивости, постоянства и прочности в результате травм и заболеваний». Других более конкретных определений нестабильности ДЛЛС в доступной научной литературе нам не удалось найти.

В зарубежной литературе имеются публикации, касающиеся нестабильности ДЛЛС у детей травматического генеза (Andersson J.K., 2014; Miller A. et al., 2018; Wu M. et al., 2018; Fishman F.G. et al., 2018; Schachinger F. et al., 2020; Saugy C.A. et al., 2022). В отечественной литературе нестабильность ДЛЛС травматического генеза у детей описана в исследованиях Прощенко Я.Н. (2010, 2014, 2015, 2021). В диссертационном исследовании И.О. Еренкова (2010) упоминается о нарушении соотношения дистальных отделов костей предплечья у детей вследствие переломов. Также в обзорной статье Ю.Ф. Дисмультхаметовой с соавт. (2017) отмечено возникновение нестабильности ДЛЛС у детей на фоне посттравматического закрытия дистальных зон роста костей предплечья.

Частота распространенности нестабильности ДЛЛС травматического генеза у детей в анализируемой литературе не описана. Авторы (Imatani J., 1996; Cha S.M., 2016; Miller A. et al., 2017) считают, что низкий уровень формирования таких повреждений у лиц младше 18 лет, связан с наличием функционирующих дистальных зон роста костей предплечья, которые при воздействии травмирующей силы являются биомеханически более слабыми по сравнению с эластичными мягкотканными стабилизаторами, что приводит к переломам в области ростковых пластин, а не повреждению структур, стабилизирующих ДЛСС.

Одним из первых описаний нестабильности ДЛЛС травматического генеза, представлено в работе А. Коопер (1822) (цит. по R. Galleazzi (1934)). Работа R. Galleazzi основана на данных 18 пациентов с переломами лучевой кости в средней и дистальной трети в сочетании с вывихом головки локтевой кости в ДЛЛС. В дальнейшем в литературе это повреждение стали именовать переломовывихом Галеацци, кроме того, ряд авторов указывал, что данный тип повреждения встречается не только у взрослых, но и у детей (Свердлов Ю.М., 1978; Баиров Г.А., 2000; Колунин Е.Т. с соавт., 2020; Atesok K.I. et al., 2011).

Повреждение Галеацци у детей является редким видом травматических изменений костей предплечья, составляя от 0,3% до 2,8% случаев от всех переломов костей предплечья, и чаще встречается в возрасте от 9 до 13 лет (Walsh

Н.Р. et al., 1987; Schlickewei W. et al., 2005; Eberl R. et al., 2008). Механизм травмы включает в себя осевую нагрузку на кистевой сустав (падение на выпрямленную руку) с одновременным чрезмерным вращением предплечья (Chae S.B. et al., 2019). У взрослых и подростков описаны два типа повреждения Галеацци в зависимости от механизма травмы (Ateok K.I. et al., 2011):

- 1 тип – вызван осевой нагрузкой на кистевой сустав с супинацией предплечья – возникает перелом лучевой кости с тыльным смещением отломка и ладонным вывихом головки локтевой кости;

- 2 тип – возникает при осевой нагрузке на кистевой сустав с пронацией предплечья, в результате чего происходит перелом лучевой кости с волярным смещением отломка и дорзально направленным вывихом головки локтевой кости.

В литературе, посвящённой травматическим изменениям костей предплечья у детей с открытыми зонами роста, описаны эквиваленты повреждения Галеацци (Шасти́н Н.П.с соавт., 2009, Imatani J. et al., 1996; Little J.T. et al, 2014, Cha S.M. et al., 2016; Chae S.B. et al., 2019), имеющие аналогичный с классическим переломовывихом Галеацци механизм повреждения: падение на вытянутую руку, в сочетании с гиперпронацией предплечья. Авторы объясняют возникновение таких повреждений относительной биомеханической слабостью ростковых пластин у детей по сравнению со связочным аппаратом ДЛЛС. Вследствие этого при одинаковом механизме травмы происходит не вывих головки локтевой кости вследствие повреждения мягкотканых стабилизаторов с одновременным переломом лучевой кости, а перелом в области зоны роста локтевой кости с сохранением целостности ТФХК (Letts M. et al., 1993; Imatani J., 1996; Cha S.M., 2016; Miller A. et al., 2017). По данным M.Letts et al. (1993) перелом локтевой кости с вовлечением дистальной зоны роста по значимости сопоставим с повреждениями ТФХК (Letts M., Rowhani N., 1993). Исследователи утверждают, что при переломах в области дистальных зон роста костей предплечья происходит вовлечение связочного аппарата дистального лучелоктевого сустава в процесс повреждения (Шасти́н Н.П. и соавт., 2009; Little J.T. et al, 2014; Saugy C.A. et al., 2022)

В зависимости от направления переломов дистальных отделов костей предплечья М. Letts et al. (1993) была разработана классификация эквивалентов повреждения Галеацци:

Тип А – Перелом лучевой кости на границе средней и дистальной трети в сочетании с:

i - тыльным вывихом дистального отдела локтевой кости (истинное повреждение Галеацци);

ii – эпифизеолизом головки локтевой кости с тыльным смещением метафиза локтевой кости (эквивалент повреждения Галеацци).

Тип В – Перелом лучевой кости в дистальной трети в сочетании с:

i – тыльным вывихом дистального отдела локтевой кости (истинное повреждение Галеацци);

ii - эпифизеолизом головки локтевой кости с тыльным смещением метафиза локтевой кости (эквивалент повреждения Галеацци).

Тип С – Перелом лучевой кости по типу «зеленой ветки» с искривлением лучевой кости к тылу в сочетании с:

i – тыльным вывихом дистального отдела локтевой кости (истинное повреждение Галеацци);

ii - эпифизеолизом головки локтевой кости с тыльным смещением метафиза локтевой кости (эквивалент повреждения Галеацци).

Тип D - Перелом дистального отдела лучевой кости с искривлением лучевой кости волярно в сочетании с:

i - ладонным вывихом дистального отдела локтевой кости (истинное повреждение Галеацци);

ii - эпифизеолизом головки локтевой кости с ладонным смещением метафиза локтевой кости (эквивалент повреждения Галеацци) (Рисунок 4).

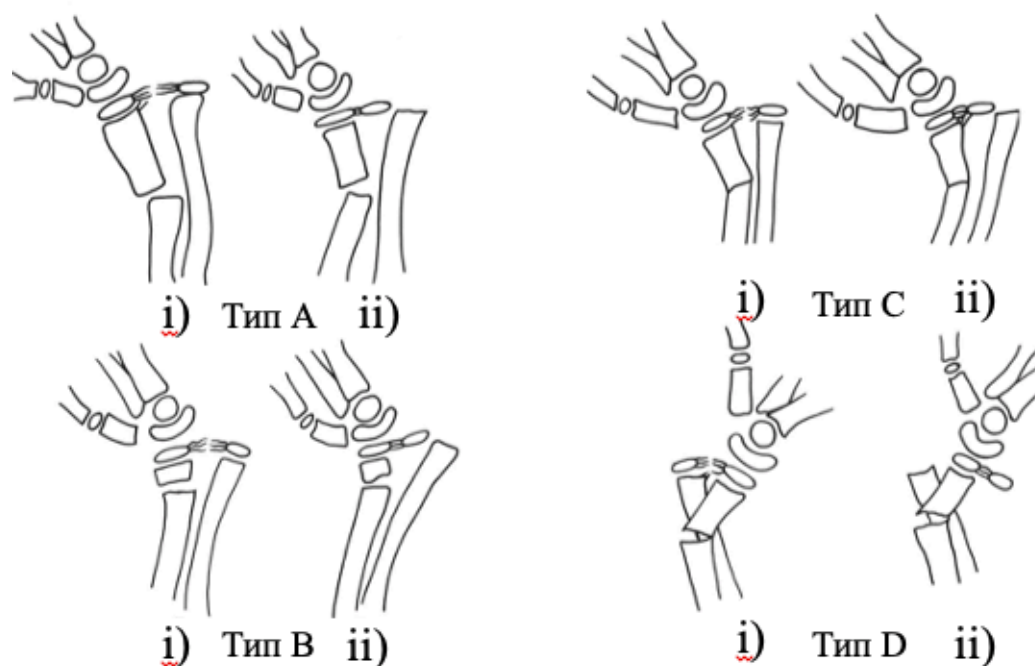


Рисунок 4 – Классификация переломов, эквивалентных повреждению Галеацци для детей с открытыми зонами роста костей предплечья (Letts M., Rowhani N., 1993)

R.J. Golz et al. (1991) сообщили о частом (в 55% случаев) преждевременном посттравматическом закрытии дистальной зоны роста локтевой кости вследствие травмы, эквивалентной повреждению Галеацци, что, при условии сохранения существенного потенциала роста (в среднем более двух лет), приводит к значимому нарушению соотношения дистальных отделов костей предплечья в ДЛЛС из-за укорочения локтевой кости с одновременным продолженным ростом лучевой кости (Chimenti P. et al., 2013; Cha S.M. et al., 2016; Chae S.B. et al., 2019). А.Г. Баиндурашвили с соавт. (2010) указывает на довольно большой процент (46%) неудовлетворительных результатов лечения переломовывихов Галеацци у детей.

Нестабильность ДЛЛС травматического генеза у детей чаще всего развивается при переломах и переломовывихах в дистальных отделах костей предплечья (Прощенко Я.Н., 2015; Andersson J.K. et al., 2014). Примерно в трети случаев от всех переломов костей предплечья дистальная зона роста лучевой кости оказывается вовлечена в процесс травмы (Mann D.C., 1990; Andersson J.K. et

al., 2014). Переломы дистальных отделов локтевой кости (в том числе с вовлечением ее дистального физиса, встречаются у детей редко, составляя от 2% до 5% всех переломов (Mann D.C. et al., 1990; Chimenti P. et al., 2013; Marrannes S. et al., 2020). Вместе с тем, переломы в области дистальной зоны роста лучевой кости имеют наибольший потенциал ремоделирования, что объясняется наибольшей степенью ростовой нагрузки на нее (Friberg K.S., 1979; Houshian et al., 2004; Johari A.N. et al., 1999; Zimmermann R. et al., 2004).

По данным J.K. Andersson et al. (2014) наибольший процент нестабильности ДЛЛС развивался у детей после переломов дистальных зон роста костей предплечья II типа по Salter-Harris (SH) и переломов дистального метадиафиза лучевой кости со смещением отломков. Также авторы описывали случаи нестабильности ДЛЛС без костных повреждений, причиной которых являлось изолированное повреждение мягкотканых стабилизаторов, а именно, ТФХК. Остальные причины (с показателями менее 10%) – последствия переломов костей предплечья в средней трети диафиза, изолированных переломов шиловидного отростка локтевой кости и переломов III-IV типа по SH (Andersson J.K. et al., 2014).

По данным И.О. Голубева (1998) при переломах шиловидного отростка локтевой кости следует обращать внимание на каком уровне находится перелом – повреждение вершины отростка не вызывает нестабильности ДЛЛС, в то время как перелом основания шиловидного отростка должен рассматриваться как причина развития нестабильности в результате отрыва ТФХК от локтевой кости.

Травматическую нестабильность ДЛЛС можно подразделить на остро возникшую (раннюю) и позднюю (хроническую) (Andersson J.K. et al., 2014; Wu M. et al., 2019). Под «острой» травмой, приводящей к нестабильности ДЛЛС, T. Nakamura et al. (2014) понимают травматического повреждения в анамнезе, произошедшее менее 6 месяца назад. Соответственно «хроническая» нестабильность развивается при сроке более 6 месяцев после первоначальной травмы.

Механизм травмы при всех повреждениях, связанных с переломами костей

предплечья и приводящих либо в момент травмы, либо спустя время к нестабильности ДЛЛС у детей, заключается в возникновении высокоэнергетического травматического события, приложенного к предплечью. Наиболее частой причиной является падение с высоты с осевой нагрузкой на область запястья с чрезмерным вращением предплечья (Moniz S. et al., 2021).

По данным различных авторов (Liebling M.S. et al., 1995; Ray T.D. et al., 1996; Tang C.W. et al., 2002; Waters P.M. et al., 2002; Suganuma S. et al., 2017), причинами формирования нестабильности ДЛЛС на фоне преждевременного закрытия дистальных зон роста костей предплечья после травмы являются:

- переломы SH III-V типов с нарушением нормального эпифизарного кровоснабжения;
- многократные или повторные попытки репозиции переломов в области зоны роста на поздних сроках (более 7 суток);
- чрезмерно длительная иммобилизация;

По данным некоторых авторов вероятность закрытия дистальной зоны роста лучевой кости зависит от типа перелома в области ростковой пластины по классификации SH (Ellanti P. et al., 2012; Gauger E.M. et al., 2017; Moon D.K. et al., 2018):

- переломы I и II типов являются причиной преждевременной остановки функционирования дистального физиса в 1-7% случаев;
- переломы III-IV типа являются предикторами закрытия дистальных зон роста;
- переломы V типа наиболее часто обуславливают остановку роста дистальной эпифизарной пластинки костей предплечья.

Частота закрытия дистальных зон роста для переломов SH III-V типов в анализируемой литературе не описана.

По данным авторов T.D. Ray et al. (1996), S. Marrannes et al. (2020) остановка роста локтевой кости влечет за собой деформацию лучевой кости или чрезмерную локтевую инклинацию дистального эпифиза лучевой кости за счет тетеринг-эффекта интактного ТФХК.

J.M. Abzug et al. (2014) представили классификацию преждевременного закрытия дистальных физисов костей предплечья, которая основана на локализации синостоза. Авторы выделяют центральное закрытие зоны роста, которое является наиболее распространенным типом – зона синостозирования расположена в центральной части физиса, окружена нормальной зоной роста, и периферическое закрытие ростковой пластинки. В зависимости от размеров и локализации синостоза в области физиса, рост кости может быть или полностью остановлен, или может продолжаться с развитием деформации дистального метаэпифиза костей предплечья. При периферической локализации зоны синостоза, рост кости прекращается в этой области, с развитием деформации вследствие продолжающегося роста на противоположной стороне кости (Abzug J.M. et al., 2014)

По данным В. Carsi et al. (2003) и А. Vanheest (2006), в результате дистального эпифизеолиза лучевой кости происходит замедление роста лучевой кости, либо реже – стимулирование роста дистального эпифиза, что способствует развитию удлинения неповрежденной локтевой кости с последующим вывихом в ДЛЛС (Little J.T. et al, 2014).

Стимулирующее влияние перелома на эпифизарную пластинку и переудлинение пораженной кости, по данным некоторых авторов, возникает редко и объясняется ускоренной митотической активностью не только в месте перелома, но и по всей надкостнице, и в ее физисе (Jacobsen S., 1997; Carsi V. et al., 2003).

Дегенеративные изменения ТФХК, выявляемые при удлинении локтевой кости относительно лучевой, описаны как "ulna+" вариант, и "ульнокарпальный импинджмент". В этом случае нагрузка в суставе перераспределяется на локтевую кость, а её взаимодействие с костями запястья приводит к боли в локтевой части кистевого сустава, ограничению ротации предплечья и нарушению функции связок кистевого сустава (Ahn A.K. et al., 2006; Saffar P., 2007).

По данных G. Cannata et al. (2003) нарушение роста после переломов локтевой кости в области дистальной зоны роста встречаются достоверно чаще (50%), чем при повреждении физиса лучевой кости (4,4%).

А.В. Кацубо с соавт. (2012) с помощью методики ультразвукового исследования установили, что при переломах обеих костей предплечья у детей имеется повреждение межкостной мембраны, которая является одним из стабилизаторов, удерживающих и синхронизирующих правильное взаимоположение лучевой и локтевой кости, в связи с этим ее разрыв может приводить к нестабильности в ДЛЛС.

Исследователи K.J Noonan et al. (1998) указывают, что угловые деформации лучевой кости с нарушением взаимоотношения длины лучевой и локтевой костей у детей могут сопровождаться анатомо-функциональными нарушениями в ДЛЛС. Также в публикациях некоторых авторов (Kappor V. et al., 2002; Bowers W.H. et al., 2012; Roth K.C. et al. 2017; Miller A., 2018; Stocker-Downing T. et al., 2021) сообщается о развитии нестабильности в ДЛЛС у детей старше 10 после переломов нижней трети и диафиза лучевой кости из-за неправильного сращения перелома и возникновения угловой деформации лучевой кости в связи с отсутствием адекватного ремоделирования.

Впервые травматический вывих головки локтевой кости без сопутствующих переломов костей предплечья был описан М. Desault (1777), (цит. по Dameron T.B. Jr., 1972). Изолированный вывих головки локтевой кости встречается у детей редко и возникает вследствие повреждения ТФХК и дистальной части межкостной мембраны, обычно после гиперэкстензии и гиперпронации предплечья (Dello Russo B. et al., 2009; Artiaco S. et al., 2020; Moniz S. et al., 2021).

Авторы (Terry C.L. et al., 1998; Bae D.S. et al., 2006; Lee S.J. et al., 2021) описывают, что частота повреждений ТФХК у детей и подростков значительно увеличилась в последние годы, что, по их мнению, связано с повышением спортивных нагрузок в педиатрической популяции. При этом, согласно работам зарубежных авторов, частота выявления повреждения ТФХК у детей низкая из-за того, что акцент диагностики и лечения у таких пациентов смещен на выявление и устранение костных деформаций, которые в большинстве случаев сопровождают повреждения ТФХК (Terry C.L. et al., 1998; Wu M. et al., 2019). Кроме того, отсутствие активных жалоб по прошествии времени после травмирующего

события, восстановление двигательной активности пораженной конечности, также является причиной низкой выявляемости повреждения ТФХК у детей, в то время как симптомы этого повреждения, по данным авторов, развиваются значительно позже первоначальной травмы (от двух до 22 лет) (Terry C.L. et al., 1998).

Для определения характера повреждений ТФХК используют классификацию по Palmer (Palmer A.K., 1989), используемую им у взрослых. Согласно этой классификации, основанной на разделении всех повреждений ТФХК по причине возникновения – травматическая и дегенеративная (1 и 2 класс соответственно), в детской популяции травматические разрывы составляют подавляющее большинство (Bae D.S. et al., 2006; Lee S.J. et al., 2021). При этом, учитывая дополнительное деление травматического класса повреждения ТФХК (А – центральный разрыв, В – отрыв ТФХК от шиловидного отростка локтевой кости, С – дистальный отрыв, D - отрыв ТФХК от лучевой кости), у детей наиболее распространены разрывы ТФХК 1В типа по Palmer (Terry C.L. et al., 1998). Это обусловлено большой частотой сопутствующего перелома шиловидного отростка локтевой кости у детей (Bae D.S. et al., 2006). Вторым по частоте возникновения повреждения ТФХК у детей является разрыв по типу 1D согласно классификации по Palmer.

Более подробная классификация повреждений ТФХК, разработанная итальянским хирургом А. Atzei (2009, 2011, 2017), основана на клинорентгенологических и артроскопических критериях, однако мы не нашли сведений об ее использовании для диагностики нестабильности ДЛЛС у детей.

Изучая отдаленные результаты лечения переломов дистального физиса лучевой кости авторы Ф.И. Бабич (1969), G. Cannata et al., (2003) определили, что разница в длинах между лучевой и локтевой костями менее 1 см является бессимптоматической. Тем не менее известно, что при увеличении длины локтевой кости на 2,5 мм происходит перераспределение около 41,9% от общей осевой нагрузки на локтевую кость (Abzug J.M. et al., 2014). В настоящее время имеются данные о том, что отсутствие коррекции несоответствия длин локтевой и лучевой

костей приводит к развитию дегенеративных изменений мягкотканых стабилизаторов ДЛЛС (Kleinman W. B., 2007; França Bisneto E. de N., 2017; Cha S.M. et al., 2022).

У детей с нестабильностью ДЛЛС на первый план выступают такие жалобы как болевой синдром и нарушение ротационной функции предплечья (Bae D.S. et al., 2006).

Описано, что болевой синдром при нестабильности ДЛЛС может быть как диффузным в области запястья, так и локализованным в области локтевого края запястья. Боль при нестабильности ДЛЛС может быть нагрузочной, то есть, возникать только при ротационных движениях предплечья во время занятий спортом, или может быть постоянной (Terry C.L. et al., 1998; Bae D.S. et al., 2006; Lee S.J. et al., 2021). Кроме того, болевой синдром при нестабильности ДЛЛС может быть прогрессирующим – боль возникает через какое-то время после травмы и усиливается со временем (Прощенко Я.Н. и соавт., 2021; Andersson J.K. et al., 2014).

Нарушение ротационной функции предплечья у детей с нестабильностью ДЛЛС может проявляться в виде ограничения пронации в случаях с тыльным вывихом головки локтевой кости, и ограничения супинации при ладонном вывихе головки локтевой кости (Moniz S. et al., 2021).

Симптом «щелчка» в ДЛЛС также является одной из жалоб, предъявляемой детьми с нестабильностью ДЛЛС, который объясняется вывихом головки локтевой кости при совершении ротационных движений предплечья (Omotkawa S., 2017; Schachinger F. et al., 2020).

Жалобы на лучевую девиацию кисти, деформацию в области локтевого края дистального отдела предплечья, как проявление вывиха головки локтевой кости могут возникать у ребенка в следствии укорочения лучевой кости в результате преждевременного посттравматического закрытия дистальной зоны роста и продолжения роста локтевой кости (Abzug J.M. et al., 2014).

Д. А. Магдиев с соавт. (2010) указывают на мультифакторность причин повреждения ДЛЛС: свежие, срастающиеся или сросшиеся со смещением

переломы дистального эпиметафиза или диафиза лучевой кости, врожденные или посттравматические укорочения лучевой кости, синостозы радиооуго сояч рекдплечья, изолированные вывихи головки локтевой кости.

Таким образом, анализ данных научной литературы показал, что имеются различные типы деформаций и причины, которые могут приводить к нестабильности в ДЛЛС у детей и сопровождаться вывихом головки локтевой кости (Прощенко Я.Н., 2015; Andersson J.K. et al., 2014):

- переломовывихи Галеацци и эквиваленты повреждения Галеацци;
- переломы дистальных и средних отделов костей предплечья с повреждением стабилизаторов ДЛЛС;
- преждевременное посттравматическое закрытие дистальных зон роста костей предплечья;
- изолированное повреждение стабилизаторов ДЛЛС.

Знание патогенетических механизмов, обуславливающих развитие нестабильности ДЛЛС, позволяет оптимизировать тактику обследования и лечения детей с данной патологией.

1.4 Роль клинического осмотра и инструментальных методов визуализации в диагностике травматической нестабильности дистального лучелоктевого сустава у детей

1.4.1 Клинический осмотр

Основными методами обследования для диагностики нестабильности ДЛЛС травматического генеза у детей являются клинический, рентгенологический (рентгенография, мультиспиральная компьютерная томография), и магнитно-резонансная томография (Прощенко Я.Н., 2015; Dello Russo B. et al., 2009; Andersson J.K. et al., 2014; Squires J.H. et al., 2014; Miller A. et al., 2018; Schachinger F. et al., 2020). Изучение доступной литературы показало, что на сегодняшний день алгоритм обследования детей с данной патологией отсутствует, информация

о диагностике нестабильности ДЛЛС у этой возрастной категории пациентов представлена только в работах Я.Н. Проценко (2015).

При клиническом осмотре пациента с острой травмой области ДЛЛС можно наблюдать наличие деформации, отека, болезненности при пальпации кистевого сустава, головка локтевой кости может визуально располагаться более дорзально и быть более подвижной по сравнению с контрлатеральной здоровой конечностью (Letts M. et al., 1993). Для получения объективной информации рекомендуется оценивать стабильность ДЛЛС при острой травме предплечья у детей под наркозом из-за выраженного болевого синдрома (Eberl R. et al., 2008; Wijffels M. et al., 2012).

Для диагностики хронической травматической нестабильности ДЛЛС у детей при клиническом осмотре проводят оценку амплитуды движений, а также используют клинические тесты, которые используют и во взрослой практике (Andersson J.K. et al., 2014; Hidajat N.N. et al., 2022).

F. Schachinger et al. (2020) упоминают о первостепенном значении клинического осмотра для оценки стабильности ДЛЛС у детей.

J.M. Abzug et al. (2014) рекомендуют оценивать стабильность ДЛЛС при полной супинации, полной пронации, в нейтральном положении и при компрессии ДЛЛС, используя при этом для сравнения контрлатеральную конечность.

Наиболее часто применяемыми в клинической практике тестами являются (Lindau T. et al., 2000; Rodríguez-Merchán E.C. et al., 2022): «стресс-тест», «пресс-тест», тест на «глухой звук», тест для оценки локтевого разгибателя запястья, симптом «ямки», ульнокарпальный «стресс-тест», двусторонний тест.

«Стресс-тест» - с помощью него оценивается стабильность ладонных и тыльных радиоульнарных связок. Проводится в положении сгибания руки в локтевом суставе (90^0), пальцы направлены кверху – травматологом осуществляется фиксация дистального отдела лучевой кости в одной плоскости с последующей попыткой смещения дистального отдела локтевой кости в тыльном/ладонном направлении относительно кисти и лучевой кости.

Возникновение болевого синдрома и патологической подвижности головки локтевой кости описывается как положительный результат теста. Специфичность этого теста по данным T. Lindau et al. (2000) достигает 96%, чувствительность – 59%. По данным M. Wijffels et al. (2012) данный тест имеет более низкие показатели специфичности и чувствительности – 68% и 66%, соответственно. В 2009 г. K.N. Seo et al. предложили систему оценки результатов стресс теста, основанную на цифровых значениях: 0 – нормальная стабильность; 1 – избыточная подвижность (гипермобильность) локтевой кости без клинических симптомов; 2 – повышенная трансляция локтевой кости (динамическая нестабильность), отсутствует отчетливая конечная точка при патологической подвижности в суставе; 3 – подвывих локтевой кости в ДЛЛС при активной ротации предплечья. По данным ряда авторов синонимами названия «стресс-тест» является «фортепианный» тест, или симптом «клавиши пианино» (Wijffels M. et al., 2012). В то же время, другие исследователи используют другой тест «клавиши пианино» для диагностики данного патологического состояния (Quazi S. et al., 2021). Данный тест выполняют следующим образом. Предплечье и кисть пациента находятся на столе в положении пронации, а врач совершает нажатие на головку локтевой кости в ладонную и в тыльную сторону. Результат считают положительным при возникновении болевого синдрома и повышенной подвижности головки локтевой кости.

«Пресс-тест» – тест направлен на выявление повреждения ТФХК. Проводится при положении «сидя на стуле» – пациент осуществляет упор ладонями с попыткой принять вес тела на кистевой сустав (приподняться). Тест считается положительным при появлении локальной болезненности в области локтевого края запястья. Клиническая ценность данного теста неясна, так как не каждое повреждение ТФХК связано с нестабильностью ДЛЛС (Palmer A.K., 1990; Lester B. et al., 1995).

Тест для оценки локтевого разгибателя запястья – проводится при просьбе осуществить активные вращательные движения предплечья. Тест считается

положительным при визуальном фиксировании аномального движения сухожилия локтевого разгибателя запястья (Wijffels M. 2012).

При клиническом осмотре у пациентов с нестабильностью ДЛЛС описан симптом «ямки» - наличие локальной болезненности в области углубления, расположенного между шиловидным отростком локтевой кости и сухожилием локтевого сгибателя запястья. Тест проводится путем фиксации запястья с лучевой стороны при одновременном прижатии большого пальца другой рукой исследователя в мягкотканное углубление с локтевой стороны (Quazi S. et al., 2021). Повышенная чувствительность в этой области может иметь постоянный характер, поэтому этот признак необходимо сравнивать со здоровым кистевым суставом (Tay S.C. et al., 2007; Carr L.W. et al., 2020).

Описан клинический тест для определения стабильности межкостной мембраны (Wijffels M. et al., 2012) – тест на «глухой звук». Он проводится при пассивной ротации предплечья с одновременной компрессией головки локтевой кости. Тест считается положительным при субъективном ощущении глухого звука пациентом в области кистевого сустава.

Ульнокарпальный «стресс тест» – пассивный тест, для его проведения врач производит максимальное отклонение запястья пациента в локтевую сторону (врач как бы пожимает руку пациента в приветствии) с одновременной попыткой осуществления проно-супинационных движений предплечья. Наличие болевого синдрома с локтевой стороны ДЛЛС означает положительный результат теста (Nakamura R. et al., 1997; Quazi S. et al., 2021).

В 2013 году P.Nahn et al. предложили клинический тест, который назвали двусторонним тестом, так как исследованию подвергаются обе руки пациента одновременно. При проведении этого теста руки пациента согнуты на 90° в локтевых суставах. Врач обхватывает кисть пациента и помещает свой указательный палец на область ДЛЛС, а средний на головку локтевой кости, при этом совершая пассивную пронацию и супинацию предплечий пациента, чтобы спровоцировать потенциальный вывих/подвывих головки локтевой кости. Авторы выявили, что из 20 обследованных пациентов с нестабильностью ДЛЛС тест

оказался чувствительным в 90% случаев, и подтверждался в дальнейшем с помощью компьютерной томографии.

В тоже время Н. Nagata et al. (2013) указывают, что клинические тесты часто субъективны и во многом зависят от опыта врача, выполняющего обследование (Nagata H. et al., 2013).

1.4.2 Рентгенография

Основным методом инструментальной диагностики нестабильности ДЛЛС у детей является традиционная рентгенография, благодаря своей доступности и простоте использования (Andersson J.K. et al., 2014). С помощью рентгенографии удается определить наличие и классифицировать переломы дистальных отделов костей предплечья, выявить нарушение взаимоотношения костей в ДЛЛС (Кадубовская Е.А., 2010; Труфанов Г.Е. с соавт., 2013). Использование сравнительной рентгенографии позволяет оценить состояние костей предплечья и ДЛЛС здоровой конечности в затруднительных случаях (Скороглядов А.В. и соавт., 2010). При хронической нестабильности ДЛЛС у детей необходимо выполнять рентгенографию костей предплечья в положении пронации и супинации для оценки деформации костей предплечья, послужившей причиной развития нестабильности в суставе (Bowers W.H. et al., 2012).

В своей работе S. Moniz et al. (2021) указывает на важность получения истинной боковой проекции при выполнении рентгенографии при нестабильности ДЛЛС, так как вращение предплечья во время проведения исследования способствует изменению положения локтевой кости, что затруднит диагностику вывиха в суставе. Для выполнения строго боковой проекции следует обращать внимание на положение гороховидной кости на рентгенограммах – ее ладонная поверхность должна располагаться на равном расстоянии между ладонными краями дистальных отделов ладьевидной и головчатой костей (Mino D.E. et al., 1983; Szabo R.M., 2006; Schachinger F. et al., 2020).

Подробного алгоритма рентгенологического обследования детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза в анализируемой научной литературе не описано.

У взрослых описаны как прямые, так и косвенные рентгенологические признаки нестабильности ДЛЛС (Nakamura R. et al., 1995; Wijffels M.M.E. et al., 2012). К прямым признакам относится увеличение расстояния между дистальными отделами лучевой и локтевой костей на рентгенограммах в передне-задней проекции относительно здоровой конечности, увеличение радиоульнарного расстояния более 6 мм на рентгенограммах в боковой проекции. Косвенными признаками, которые могут указывать на нестабильность ДЛЛС, считаются перелом основания шиловидного отростка локтевой кости, тыльная инклинация дистального отдела лучевой кости на 15° и более, авульсионный перелом эпифиза локтевой кости в области локтевой ямки, укорочение локтевой кости более 4 мм (Pogue D.J. et al., 1990; Watanabe H. et al., 2005). У детей рентгенологических критериев нестабильности ДЛЛС не описано.

При острой нестабильности ДЛЛС у детей, обусловленной переломами костей предплечья, использование рентгенографии в двух стандартных проекциях с захватом локтевого и лучезапястного суставов позволяет правильно поставить диагноз, однако, до сих пор локтевой компонент этих повреждений и нарушение взаимоотношения костей предплечья в ДЛЛС часто пропускаются, так как на первый план выступает перелом дистального отдела лучевой кости, как наиболее распространенный тип скелетного повреждения у детей (Letts M. et al., 1993). Так, в исследовании R. Eberl et al. (2008) только у 8 из 26 (в 31% случаев) детей с повреждениями Галеацци первоначально был выявлен вывих головки локтевой кости.

В работе J.H. Squires et al. (2014) кроме клинических наблюдений взрослых пациентов демонстрируются также данные обследования подростков с нестабильностью ДЛЛС. Авторы указывают на необходимость измерения радиоульнарного индекса, отражающего относительную длину костей предплечья на рентгенограммах в передне-задней проекции.

J.M. Abzug et al. (2014) сообщают, что проведение стандартной рентгенографии костей предплечья является предпочтительным методом диагностики для оценки дистальных зон роста лучевой и локтевой костей и определения лучелоктевого индекса.

B. Dello Russo et al. 2009 указывают на необходимость периодического рентгенологического обследования костей предплечья у детей после эквивалентов повреждений Галеацци до момента закрытия дистальных зон роста лучевой и локтевой костей с целью оценки адекватности соотношения костных структур в ДЛЛС.

S.M. Cha et al. (2016) в своем исследовании, посвященном эквивалентам повреждения Галеацци, описывали этапное выполнение рентгенографии для оценки формирования костной мозоли: каждые три недели после оперативного лечения переломов до удаления металлоконструкций, а затем каждые три месяца в течение 2 лет после операции. Авторы утверждают, что контрольную рентгенографию костей предплечья следует выполнять с периодичностью один раз в 6 месяцев и до 2 лет после первоначальной травмы. Такой динамический рентгенологический контроль, по мнению авторов, с одновременным сравнением с контралатеральной здоровой конечностью, необходим для определения соответствия роста костей предплечья после переломов в области дистальных фазисов и для оценки окончания роста костей предплечья. В исследовании описано, что измерение дисперсии локтевой кости выполняли с помощью построений перпендикуляров на рентгенограммах, при которых проводится линия, перпендикулярная продольной оси лучевой кости в ее дистальной локтевой части, с последующей оценкой расстояния между этой линией и линией, проведенной в области дистального края локтевой кости перпендикулярно ее длине.

A. Miller et al., 2018 в своем исследовании отмечают, что целью проведения стандартной рентгенографии костей предплечья являлась оценка локализации перелома, состояния дистальных зон роста и определения некоторых показателей дистальных отделов локтевой и лучевой костей: угол наклона эпифиза лучевой

кости в сагиттальной и коронарной плоскостях, длин лучевой и локтевой костей, локтевой дисперсии. Объяснения, как интерпретировались данные рентгенологические показатели, для детей в данном исследовании нет.

1.4.3 Мультиспиральная компьютерная томография

Использование мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) при нестабильности ДЛЛС травматического характера позволяет получить дополнительную информацию об изменении соотношений костных структур в ДЛЛС, в частности, более детально оценить степень дислокации головки локтевой кости (Dello Russo B. et al., 2009; Squires J.H. et al., 2014). Также описано использование МСКТ в качестве инструмента предоперационного планирования с помощью построения 3D-моделей на основе томографических данных у пациентов с деформацией и частичным нарушением функции дистальной зоны роста лучевой кости (Miyamura S. et al., 2018).

В работах, посвященных нестабильности ДЛЛС у детей, подробного описания использования МСКТ, в том числе особенностей укладок, режимов при проведении исследования, нет.

Наиболее часто в публикациях, касающихся нестабильности ДЛЛС у взрослых, упоминается о применении МСКТ для количественного определения вывиха головки локтевой кости (Wijffels M. et al., 2012; Squires J.H. et al., 2014). При этом в работе J.H. Squires et al. (2014) демонстрируются примеры оценки для пациентов подросткового возраста. Описаны несколько методов количественного определения нестабильности ДЛЛС с помощью КТ-томограмм в аксиальной плоскости, с различной их чувствительностью (от 55 до 100%) (Nakamura R. et al., 1996; Park M.J. et al., 2008; Squires J.H. et al., 2014; Dumonteil S. et al., 2016):

1. Метод Мино (Mino D.E. et al., 1983) – метод радиоульнарной линии – на МСКТ-изображениях осуществляют проведение двух параллельных линий вдоль ладонной и тыльной поверхности дистального эпифиза (сигмовидной вырезки) лучевой кости, которые простираются медиально, пересекая головку локтевой кости. При стабильном ДЛЛС головка локтевой кости должна

располагаться между этими двумя линиями. Смещение более 25% окружности головки локтевой кости в тыльную или ладонную сторону относительно этих линий указывает на нестабильность ДЛЛС.

2. Метод коэффициента подвывиха – как и в предыдущем методе проводят две линии, параллельные ладонному и тыльному краю сигмовидной вырезки лучевой кости, удлиняя их до уровня головки локтевой кости. Далее рассчитывают соотношение расстояния «выступающей» части головки локтевой кости за ту или иную (тыльную или ладонную) линию к длине сигмовидной вырезки.

3. Метод конгруэнтности (Wechsler R.J. et al., 1987; Coggins C.A., 2006) – на МСКТ-изображениях проводят дугообразные линии, соответствующие изгибам сочленяющихся поверхностей дистальных отделов сигмовидной вырезки лучевой и головки локтевой костей. Признаком нестабильности считается изменение расстояния между этими линиями в любой точке полученных кривых.

4. Метод эпицентра – заключается в построении перпендикуляра от прямой между ладонным и тыльным краем сигмовидной вырезки лучевой кости к центру вращения ДЛЛС. Точка центра вращения сустава находится на половине расстояния линии, проведенной от центра шиловидного отростка локтевой кости к центру головки локтевой кости. При нахождении перпендикуляра в средних отделах линии сигмовидной вырезки, сустав считается стабильным. При смещении перпендикуляра в тыльную или ладонную сторону, фиксируется вывих головки локтевой кости. Этот метод считается наиболее предпочтительным для определения вывиха головки локтевой кости, так как при его проведении учитывается величина нормативных значений трансляция костей в ДЛЛС (Squires J.H. et al., 2014).

5. Метод лучелоктевого соотношения (Lo I.K.Y. et al., 2001). С помощью концентрических окружностей определяется местоположение центра головки локтевой кости. Далее проводится перпендикуляр от центра головки локтевой кости к линии, соединяющей тыльный и ладонный края сигмовидной вырезки лучевой кости. Лучелоктевое соотношение – это отношение расстояний от

ладонного края сигмовидной вырезки до точки пересечения линии, соединяющей тыльный и ладонный края сигмовидной вырезки, с проведенным перпендикуляром к общей длине этой линии.

Из особенностей использования МСКТ в диагностике нестабильности ДЛЛС во взрослой популяции также стоит отметить рекомендации проведения динамической МСКТ – в различных положениях – в пронации, супинации, и в нейтральной позиции, а также, по возможности, в сравнении с непораженной конечностью (Lo I.K.Y. et al., 2001; Dumonteil S. et al., 2016).

Работ, посвященных определению нестабильности ДЛЛС с помощью КТ-томограмм у пациентов детского возраста, нет.

1.4.4 Магнитно-резонансная томография

По данным Е.А. Кабудовской с соавт. (2010) магнитно-резонансная томография (МРТ) позволяет оценить степень и уровень поражения связочного аппарата лучезапястного сустава, изменения суставных взаимоотношений и перестройки костной ткани. Учитывая отсутствие ионизирующего излучения, и, соответственно, безвредность метода, хороший межтканевой контраст, благодаря использованию различных импульсных последовательностей, МРТ активно используется в качестве диагностического инструмента при нестабильности ДЛЛС травматического характера как у взрослых, так и у детей для визуализации мягкотканых и костных структур сустава (Zimmerman R.M. et al., 2014; Schachinger F. et al., 2020).

В работе A. Vachinskas et al. (2019), посвященной консервативному лечению острой нестабильности ДЛЛС, авторы отмечают, что МРТ не является необходимым этапом диагностики при остром характере травмы, так как метод не влияет на тактику лечения, но должен использоваться при хронической нестабильности сустава.

По данным S. Ochman et al. (2017), A.W. H. Ng et al. (2017), F. Schachinger et al. (2020) использование сверхвысокопольных томографов позволяет получать более качественные и детальные изображения повреждения мягкотканых структур при

нестабильности ДЛЛС травматического характера у детей. Однако, диагностика повреждений основного стабилизатора сустава – ТФХК по-прежнему остается неудовлетворительной. J.K. Andersson et al. (2014) также отмечают недостаточную чувствительность и специфичность МРТ в диагностике разрывов ТФХК у детей с нестабильностью ДЛЛС. A. Chhabra et al. (2023), A.W.H. Ng et al. (2017) описывают, что локальные перфорации и неполные разрывы ТФХК, которые наиболее часто невозможно визуализировать с помощью МРТ, являются незначительными и не оказывают влияния на стабильность ДЛЛС у большинства пациентов. Использование прямой МР-артрографии, чувствительность и точность которой максимальна по мнению большинства авторов для определения повреждений ТФХК, у детей ограничена инвазивным характером проведения (Schweitzer M.E. et al., 2000; Herold T. et al., 2001; Squires J.H. et al., 2014; Schachinger F. et al., 2020).

F. Schachinger et al. (2020) в своем исследовании указывают на возможность МРТ не только для выявления повреждений мягкотканых структур ДЛЛС, но и для оценки соотношений дистальных эпифизов костей предплечья посредством использования модифицированного метода оценки лучелоктевого соотношения, описанного для КТ.

J.M. Abzug et al. (2014) сообщают об использовании МРТ для определения толщины, размеров и визуализации костных синостозов дистальных фиссов локтевой и лучевой костей как признаков преждевременного закрытия зон роста.

К ограничениям использования МРТ для оценки нестабильности ДЛЛС авторы относят зависимость качества изображения от оборудования и комплектующих томографа, опыта специалиста в укладке, получении изображений и интерпретации МР-томограмм, неудобства исследования (замкнутость пространства в туннеле томографа, необходимость в длительной неподвижности в неудобном положении (лежа на животе в позе «супермена» – рука вытянута вперед) во время проведения исследования (Berquist T.H., 2003; Zimmerman R.M. et al., 2014; Ng A.W.H. et al., 2017).

1.5 Принципы лечения детей с травматической нестабильностью дистального лучелоктевого сустава

Имеются немногочисленные публикации, посвященные лечению детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза, отсутствуют стандартизированные подходы к использованию тех или иных методик восстановления стабильности ДЛЛС у пациентов детского возраста.

1.5.1 Консервативное лечение нестабильности дистального лучелоктевого сустава травматического характера у пациентов детского возраста

Лечение детей с большинством травм, связанных с острой патологией ДЛЛС вследствие переломов костей предплечья (переломовывихи Галеацци и эквиваленты повреждения Галеацци), осуществляют с помощью закрытой репозиции перелома и гипсовой иммобилизации в положении супинации с захватом кистевого и локтевого суставов в течение 4-6 недель (Rothe M. et al., 2001; Eberl R. et al., 2008; Andersson J.K. et al., 2014; Chae S.B. et al., 2019, Moniz S. et al., 2021). Полная супинация предплечья при иммобилизации служит вспомогательным механизмом, придающим дополнительную стабильность суставу за счет силы напряжения квадратного пронатора предплечья (Letts M. et al., 1993). Выбор данной тактики лечения у детей обусловлен относительной быстротой консолидации перелома и возможности ремоделирования остаточных деформаций костей предплечья после травмы.

Однако в случаях со значительным смещением отломков, неустранимым вывихом головки локтевой кости или при неудачных попытках закрытой репозиции перелома в дистальной зоне локтевой кости, вследствие интерпозиции мягких тканей, должны применяться оперативные техники лечения (Nhanoucha Y. et al., 2018; Chae S.B. et al., 2019).

M.Letts et al. (1993) отмечают плохой прогноз консервативного лечения для эквивалентов повреждений Галеацци по сравнению с классическим переломовывихом Галеацци из-за большой вероятности осложнений, связанных с эпифизеоллизом головки локтевой кости. Авторы рекомендуют долгосрочное

наблюдение за пациентами (с интервалом от 4 до 6 месяцев в течение как минимум 1 года после травмы) с целью раннего выявления преждевременной остановки роста локтевой кости (Letts, M. et al., 1993; Kamano M. et al., 2005; Suthar J. et al., 2014).

1.5.2 Оперативное лечение нестабильности дистального лучелоктевого сустава травматического генеза у детей

Несоответствие длин лучевой и локтевой костей, приводящее к нарушению соотношения в ДЛЛС у детей инициирует формирование проблем не только по окончании роста костей предплечья у детей, но и в долгосрочной перспективе: развитие ранних дегенеративных изменений в суставе с прогрессированием болевого синдрома (Cha S.M. et al., 2016).

В случаях неэффективного консервативного лечения острой нестабильности ДЛЛС после переломов костей предплечья у детей авторы рекомендуют выполнять закрытую или открытую репозицию переломов с фиксацией спицами Киршнера (Suganuma S. et al., 2017). При открытой репозиции может потребоваться релиз интерпоната мягких тканей между костными отломками – надкостница, локтевой разгибатель запястья, структуры ТФХК (Mitsui Y. et al., 2009; Cha S.M. et al., 2016). Кроме того, если сустав остается нестабильным после закрытого вправления вывиха при повреждениях Галеацци авторы рекомендуют рассмотреть вопрос о диафиксации дистальных отделов костей предплечья поперечной спицей Киршнера (Dello Russo B. et al., 2009; Suthar J. et al., 2014).

Внутрисуставные переломы дистального отдела костей предплечья нуждаются в точном анатомическом сопоставлении отломков (Sinikumpu J.J. et al., 2015). Так, по данным литературы, смещение отломков при внутрисуставных переломах более чем на 2,0 мм приводит к развитию ранних дегенеративных изменений в ДЛЛС у молодых пациентов (Lutz M. et al, 2010; Abzug, J. M. et al., 2014). К методам остеосинтеза, используемым при лечении пациентов с данной патологией относятся: фиксация спицами Киршнера, монтаж АВФ, накостный остеосинтез пластинами (Dello Russo B. et al., 2009; Storelli D.A. et al., 2015).

Авторы утверждают, что при нестабильности ДЛЛС травматического генеза, обусловленной преждевременным закрытием дистальных зон роста костей предплечья с формированием положительной или отрицательной локтевой дисперсии, могут быть выполнены различные варианты хирургических вмешательств (Abzug J. M. et al., 2014).

При выявлении с помощью лучевых методов костной «перегородки» в области дистального физиса (частичный вариант преждевременной остановки роста, когда закрытию подвергается менее 50% от площади ростовой пластинки) описана методика резекции «ареста» зоны роста, которая выполняется при отсутствии других изменений соотношения костей предплечья, с целью предотвращения прогрессирующей деформации и попытки восстановить функцию ростковой зоны (Kang H.G. et al., 2010; Miyamura S. et al., 2018).

Эпифизиодез в зависимости от возраста пациента, вида и степени деформации рекомендуется выполнять как при частичной (более 50% поверхности ростковой зоны), так и при полной остановке роста физиса лучевой кости (Waters P.M. et al., 2002; Abzug, J.M. et al., 2014): эпифизиодез дистального отдела лучевой кости при частичной остановке с целью предотвращения угловой деформации; блокировании дистальной зоны роста при полной остановке физиса лучевой для предотвращения разницы между длинами костей предплечья.

Корректирующая остеотомия лучевой кости может быть выполнена с целью устранения различных вариантов деформаций как результата парциального закрытия дистальной зоны роста лучевой кости (Waters P.M. et al., 2002; Abzug, J. M. et al., 2014; Samora J.B. 2021).

Методика дистракционного остеогенеза с применением аппарата внешней фиксации, которую используют при больших расхождениях в длине костей предплечья, позволяет одновременно удлинить кость и провести коррекцию многоплоскостных деформации (Page W.T. et al., 2009; Gündes H., 2011; Chimenti P. et al., 2013).

При нестабильности ДЛЛС, возникшей после неправильно консолидированных переломов костей предплечья и формированием деформаций,

которые впоследствии приводят к нарушению взаимоотношения дистальных отделов костей предплечья, W.H Bowers et al. (2012), J.K. Andersson et al. (2014) рекомендуют выполнять корригирующую остеотомию на уровне вершины деформации, что будет способствовать рестаблизации ДЛЛС. При этом обычно такая хирургическая тактика оказывается успешна, однако, в последующем, следует рассматривать необходимость хирургического восстановления мягкотканых стабилизаторов ДЛЛС (Капоор V. et al., 2004; Bowers W.H. et al., 2012). К подобным реконструкциям относят: восстановление дистальных радиоульнарных связок в сочетании с корригирующей остеотомией костей предплечья у пациентов детского возраста по методике Адамса (артротомия сустава с проведением сухожилия длинной ладонной мышцы через сформированные туннели в дистальных отделах и запястных суставных поверхностях лучевой и локтевой костей) (Adams B.D. et al., 2001; Seo K.N. et al., 2009; Andersson J.K. et al., 2014).

При диагностированном псевдоартрозе шиловидного отростка локтевой кости описывают необходимость выполнения у детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза резекции зоны ложного сустава, репозиции с внутренней фиксацией шиловидного отростка локтевой кости, при невозможности восстановления – иссечение шиловидного отростка (Wu M. et al., 2019).

Имеются публикации об артроскопическом восстановлении ТФХК у пациентов детского возраста с нестабильностью НДЛЛС, возникшей как без костной травматической патологии, так и с сопутствующими переломами костей предплечья. Авторы рекомендуют шов периферических разрывов ТФХК, либо дебридмент в ситуациях с центральными разрывами ТФХК (Andersson J.K. et al., 2014; Wu M. et al., 2019). Большая часть пациентов из описанных в данных исследованиях имели костные повреждения, и лечение было комбинированным – с реконструкцией костей предплечья и ТФХК. Большинство пациентов детского возраста, данные которых представлены в публикациях, посвященных артроскопическим техникам лечения нестабильности с реконструкцией ТФХК, имели разрывы 1В по классификации Palmer, по поводу которых было выполнено

ушивание разрывов, значительно меньшей части - дебридмент ТФХК (Farr S. et al., 2015; Wu M. et al., 2019; Trehan S.K. et al., 2019; Fishman F.G. et al., 2019; Schachinger F. et al., 2021). При этом авторы описывают, что разрывы ТФХК в области локтевой ямки не приводят к нестабильности ДЛЛС и при их наличии рекомендовано выполнение дебридмента (Berger R.A., 2001; Dy C.J. et al., 2012). В ситуациях с комбинированными разрывами ТФХК Wu M. et al. (2019) сообщают о возможности одновременного восстановления и дебридмента поврежденных частей ТФХК. При разрывах типа 1С у детей выполняли дебридмент, а при менее распространенных разрывах типа 1D в зависимости от размеров, локализации – дебридмент или ушивание (Schachinger F. et al., 2021).

В проведенном анализе литературы относительно артроскопических восстановлений ТФХК у детей и подростков, описано, что в трети всех случаев артроскопическое лечение было единственным необходимым для восстановления стабильности ДЛЛС, большинству же пациентов требовались другие отличные от артроскопии сопутствующие хирургические костные вмешательства (Schachinger F., Farr S., 2021).

В послеоперационном периоде данные о сроках иммобилизации предплечья различные – от 2 до 6 недель. Авторы рекомендуют использовать гипсовую повязку – первые 4 недели с захватом двух смежных суставов, последующие 2 недели – ортез без захвата локтевого сустава (McAdams T.R. et al., 2009; Farr S. et al., 2015; Wu M. et al., 2020).

Для определения эффективности результатов хирургического лечения авторы оценивают амплитуду движений до и после оперативного вмешательства, используют модифицированную шкалу запястья Мейо (боль, сила захвата, диапазон движений, функциональное состояние конечности), опросник исходов и неспособности руки и кисти – DASH (Disability of the Arm, Sholder and Hand Outcome Measure), визуально-аналоговую шкалу ВАШ для измерения интенсивности болевого синдрома при клиническом осмотре (Terry C.L. et al., 1992; Shinohara T. et al., 2013; Farr S. et al., 2015).

1.6 Резюме

Представленный обзор литературы показал, что проблема нестабильности ДЛЛС травматического генеза у пациентов детского возраста является малоизученной. Частота распространения нестабильности ДЛЛС травматического генеза у детей в анализируемой литературе не описана. Актуальность данной темы обусловлена недостаточным количеством информации о применении клинико-инструментальных методов диагностики нестабильности ДЛЛС травматического генеза у пациентов детского возраста. В научной литературе не отражены особенности рентгенометрических параметров дистальных костей предплечья у детей, необходимые для объективной оценки посттравматических структурных изменений костей с целью предоперационного планирования хирургического вмешательства.

Учитывая сложное строение ДЛЛС, наличие различных уникальных структур, формирующих ДЛЛС, визуализация и интерпретация полученных данных являются сложной задачей. Главной целью применения различных методов диагностики нестабильности ДЛЛС травматического генеза является получение максимально точных данных на предоперационном этапе для формирования эффективной тактики лечения детей с данной патологией.

Требуют уточнения выбор оптимальных методик лечения детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза в зависимости от возраста и типа деформации костей предплечья, что диктует необходимость разработки комплексного, дифференцированного подхода диагностики и лечения пациентов детского возраста с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза.

Несвоевременная диагностика и лечение нестабильности ДЛЛС на фоне деформаций костей предплечья приводит к развитию дегенеративных изменений костно-хрящевых структур и стабилизаторов ДЛЛС с развитием болевого синдрома и нарушения функции предплечья и кисти.

Относительно осложнений, результатов хирургического лечения с нестабильностью ДЛЛС у детей, публикации характеризуются ограниченными единичными ретроспективными данными, малыми размерами выборки, а также

наличием многообразия комбинированных техник или неоднократных попыток восстановления стабильности ДЛС, что свидетельствует об отсутствии единых количественных данных этих рассматриваемых параметров.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

2.1 Планирование исследования

Работа основана на анализе результатов обследования и лечения 76 пациентов с травматической нестабильностью ДЛЛС, находившихся в клинике последствий травм и ревматоидного артрита ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России за период с 2015 по 2022 год, в травматологическом отделении ДГМКЦ ВМТ им. К.А. Раухфуса за период с 2017 по 2022 год, в травматолого-ортопедическом отделении СПб ГБУЗ Детской городской больницы №22 за период с 2018 по 2022 год. Собственные наблюдения включали 52 пациента, архивный материал – 24 пациента. Диссертационное исследование являлось когортным ретро- и проспективным, состояло из двух взаимосвязанных частей.

Все пациенты были разделены по типу травматической нестабильности ДЛЛС. Для формирования группы с острой нестабильностью ДЛЛС травматического генеза (ОГ-I) проанализированы истории болезни и лучевые данные 382 пациентов детского возраста с переломами дистального отдела костей предплечья, проходивших обследование и лечение на базе ДГМКЦ ВМТ им. К.А. Раухфуса и СПб ГБУЗ Детской городской больницы №22. Первую группу составил 31 ребенок (ОГ-I). Для формирования группы с хронической нестабильностью ДЛЛС травматического генеза (ОГ-II) изучены истории болезни и данные лучевого обследования 144 детей с последствиями переломов костей предплечья. Во вторую группу (ОГ-II) были включены 45 пациентов.

Первая часть исследования заключалась в определении варианта с выявлением причин формирования нестабильности ДЛЛС травматического генеза.

Учитывая отсутствие данных сравнительной рентгенографии костей предплечья у пациентов ОГ-I, была сформирована контрольная группа (КГ) – 98 пациентов, проходивших рентгенологическое обследование костей предплечья на базе ДГМКЦ ВМТ им. К.А. Раухфуса и СПб ГБУЗ Детской городской больницы

№22 по различным причинам, в том числе при подозрении на травматические повреждения.

У пациентов ОГ-II для сопоставления полученных рентгенологических параметров были проанализированы аналогичные рентгенометрические показатели контралатеральных предплечий (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Дизайн первой части исследования

В первой части исследования:

- оценивали данные анамнеза (характер полученной травмы – в обеих группах; данные о проведенном ранее консервативном или оперативном лечении);
- проводили ортопедическое обследование детей: определение амплитуды ротационных движений и движений в кистевом суставе (в том числе осуществлялось сопоставление полученных данных с функциональным состоянием здоровой конечности), выполнение клинических тестов у пациентов ОГ-II;
- оценивали рентгенометрические показатели дистального отдела костей предплечья у детей без признаков нестабильности ДЛЛС и анализировали

данные предоперационного рентгенологического исследования (результаты рентгенографии и МСКТ – при наличии) детей с определением рентгенометрических параметров дистального отдела костей предплечья, результаты МРТ у пациентов ОГ-II;

В зависимости от использованных методик лечения пациенты обеих групп были разделены на подгруппы.

Среди пациентов ОГ-I были выделены 3 подгруппы. Дети, которым после первичной закрытой репозиции была произведена иммобилизация гипсовой лонгетой (ОГ-IA) – 11 пациентов: с повреждениями Галеацци (2 пациента), с эквивалентами повреждения Галеацци (4 пациента), переломовывихами локтевой кости (5 пациентов). Вторую подгруппу (ОГ-IB) составили пациенты, которым производили закрытую и/или открытую репозицию и металлостеосинтез костных фрагментов спицами или пластин – 9 пациентов (ОГ-IB): переломовывихи Галеацци (3 пациента), эквиваленты повреждения Галеацци (4 пациента), переломовывихи локтевой кости (2 пациента). Пациенты 3 подгруппы (ОГ-IV), которым выполняли закрытую и/или открытую репозицию с металлостеосинтезом костных фрагментов спицами или пластин, а также биоссальную фиксацию ДЛЛС спицей Киршнера распределились следующим образом: переломовывихи Галеацци (1 пациент), эквиваленты повреждения Галеацци (4 пациента), переломовывихи локтевой кости (6 пациентов).

В зависимости от применяемой методики лечения дети ОГ-II были также разделены на подгруппы. ОГ-IIА составили пациенты, которым для устранения нестабильности ДЛЛС выполняли только коррекцию деформаций костей предплечья – 31 детей; пациентам ОГ-IIБ коррекцию деформаций костей предплечья сочетали со стабилизацией ДЛЛС с применением методик: аутогендопластика ДЛЛС сухожилием локтевого разгибателя запястья – 14 пациентов.

Во второй части работы проводили анализ результатов хирургического лечения детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза с оценкой жалоб, амплитуды движений в ДЛЛС, стабильности сустава, а также функциональных

возможностей кисти при самообслуживании, лучевых данных, данных МР-исследования до и после хирургического лечения (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Дизайн второй части исследования

С целью отбора пациентов в исследование применяли следующие критерии включения.

Критерии включения в диссертационное исследование:

1. Пациенты с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза
2. Проведение всех этапов хирургического лечения пациентам ОГ-II в условиях клиники последствий травм и ревматоидного артрита ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава РФ.
3. Период хирургических вмешательств пациентов с нестабильностью ДЛЛС – январь 2015 года – 31 декабря 2022 года.
4. Возраст пациентов – от 7 до 17 лет.
5. Наличие данных послеоперационного катамнеза детей не менее 6 месяцев.

Критерии не включения в диссертационное исследование:

1. Пациенты с наличием острой соматической патологии, что служило противопоказанием к проведению планового оперативного лечения на верхней конечности.
2. Пациенты с нестабильностью ДЛЛС, обусловленной изолированным повреждением стабилизаторов ДЛЛС.
3. Наличие сопутствующей патологии опорно-двигательного аппарата, врожденных пороков развития верхней конечности, нестабильности ДЛЛС нетравматического генеза (деформация Маделунга).
4. Отказ пациента или его законных представителей от выполнения хирургического лечения/участия в исследовании.

Пациенты исключались из исследования при недостаточности клиничко-инструментальных данных (отсутствие в истории болезни данных анамнеза заболевания, инструментальных исследований и т.д.).

2.2 Характеристика клинического материала

Объектом исследования в работе являлись данные медицинской документации 76 пациентов с травматической нестабильностью ДЛЛС в возрасте от 7 до 18 лет. Распределение пациентов по возрасту, полу представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Распределение пациентов по полу

Пол	Количество всех пациентов		ОГ-I		ОГ-II	
	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)
Мужской	50	65,8	24	77,4	26	57,8
Женский	26	34,2	7	22,6	19	42,2
Всего	76	100	31	100	45	100

Из таблицы 1 следует, что в обеих группах преобладали мальчики, при этом во второй группе преобладание пациентов мужского пола было не так

значительно, как в первой.

Таблица 2 – Распределение пациентов по возрасту

Возраст пациентов (полных лет)	Количество всех пациентов		ОГ-I		ОГ- II	
	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)	Абс. число	Доля (%)
7-11	16	21,0	8	25,8	8	17,8
12-14	28	36,8	13	41,9	15	33,3
15-17	32	42,2	10	32,3	22	48,9

Согласно таблице 2, среди всех пациентов исследования преобладали пациенты в возрасте от 15 до 17 лет, при этом наибольшее количество пациентов в ОГ-I – от 12 до 14 лет, во второй группе преобладали пациенты в возрасте от 14 до 17 лет. Средний возраст всех пациентов, включенных в исследовании – $13,53 \pm 2,68$ (M \pm SD), средний возраст пациентов ОГ-I - $13,10 \pm 2,71$, ОГ-II - $13,96 \pm 2,66$ (Рисунок 7).

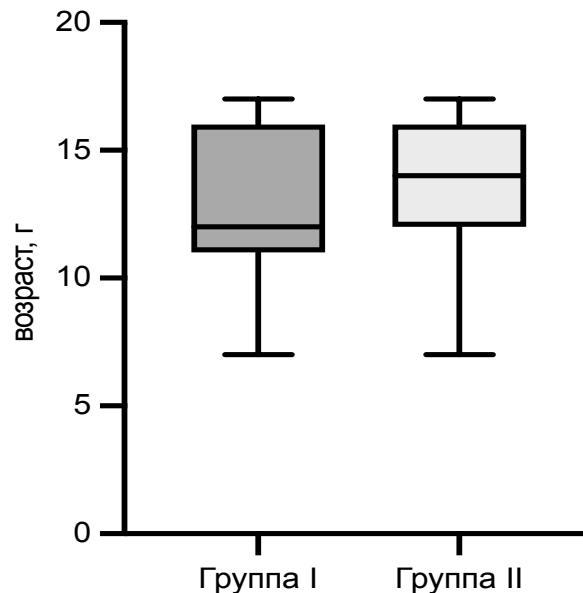


Рисунок 7 – Распределение пациентов ОГ-I и ОГ-II по возрасту

Согласно тесту Д'Агостино-Пирсона (D'Agostino & Pearson test) среди пациентов каждой отдельной группы исследования наблюдалась гомогенность данных относительно распределения исследуемых по возрасту (группа I –

$p=0,5663$, группа II – $p= 0,1852$) (Рисунок 8).

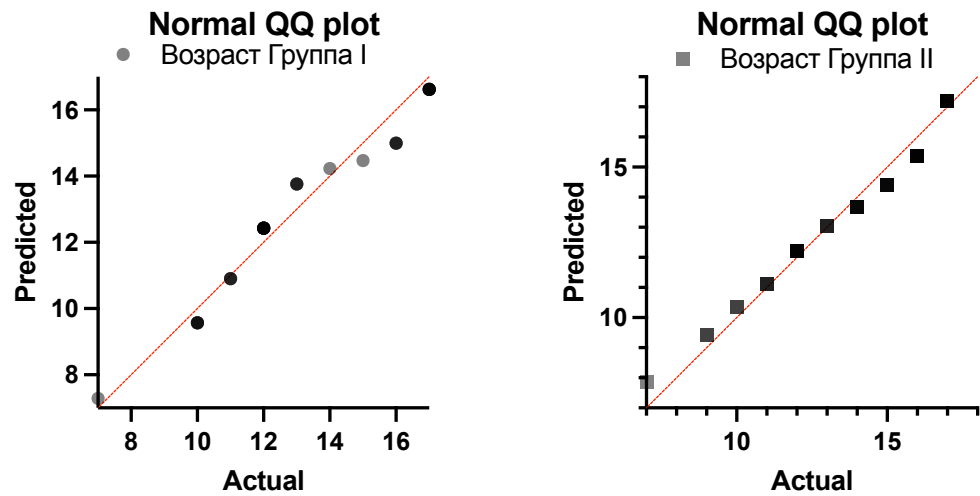


Рисунок 8 – Графики D'Agostino & Pearson test на нормальность распределения

Для возможности проведения внутригруппового сравнительного анализа пациентов ОГ-I и ОГ-II, был выполнена оценка возраста в подгруппах (Таблица 3).

Таблица 3 – Распределение пациентов подгрупп исследования по возрасту

Группы исследования		Возраст (в годах)			Итого	
Группы	Подгруппы	7-11	12-14	15-17	Абс. число	Доля (%)
ОГ-I	ОГ-IA	5	4	2	11	35,5
	ОГ-IB	1	5	3	9	29
	ОГ-IV	0	6	5	11	35,5
ОГ-II	ОГ-IIA	2	9	10	21	46,6
	ОГ-IIB	0	8	6	14	31,1

По данным таблицы 3, среди пациентов подгрупп ОГ-I в возрасте 7-11 наблюдалось преобладание детей в возрасте 7-11 лет в подгруппе ОГ-IA, в возрастных категориях 12-14 и 15-17 лет преобладали дети в подгруппах ОГ-IB и ОГ-IV. Пациенты обеих подгрупп ОГ-II отличались по возрасту с преобладанием детей в возрасте 12-14 и 15-17 лет.

Нестабильность ДЛЛС правого предплечья была выявлена у 40 пациентов (52,6%), левого ДЛЛС – у 36 (47,4%), при этом процент поражения доминантной

конечности среди всех пациентов составил 56,6% (у 43 детей), не доминантной – 43,4 (у 33 детей).

Срок наблюдения пациентов в послеоперационном периоде составил от 1 года до 11 лет.

2.3 Методы исследования

2.3.1 Клиническое исследование

Анализ историй болезни включал изучение субъективных и объективных параметров:

- Жалобы пациента.
- Анамнез развития заболевания.
- Данные ортопедического статуса (осмотр и определение амплитуды движения в суставах верхней конечности).
- Проведение клинических тестов нестабильности ДЛЛС.
- Наличие неврологических нарушений.

Субъективные методы исследования в ОГ-II позволили определить длительность течения заболевания с установлением давности первичного травматического события, подробности ранее выполненного объема хирургической коррекции и срока появления первых признаков нестабильности ДЛЛС. В группе пациентов ОГ-I оценка обстоятельств травмы и описание жалоб пациента позволили определить механизм повреждения и объем выполненного оперативного вмешательства.

При выполнении клинического осмотра верхней конечности (в сравнении с контралатеральной) у детей ОГ-II оценивали ось и положение предплечья и кисти, определяли длину предплечья и амплитуду активных и пассивных ротационных движений предплечья, движений в кистевом суставе, направление вывиха головки локтевой кости (тыльный или ладонный).

При наличии жалоб на ухудшение косметического вида предплечья, результаты были распределены следующим образом – хороший,

удовлетворительный и неудовлетворительный.

Клинические тесты использовали у пациентов второй группы исследования, и включали проведение «стресс»-теста, «пресс»-теста. Положительными результаты тестов считали: наличие болевого синдрома и патологической подвижности головки локтевой кости («стресс»-тест), возникновение локальной болезненности в области локтевого края запястья при осевой нагрузке («пресс»-тест).

Согласно предложенной авторами (Seo K.N. et al, 2009) цифровой системы оценки результатов «стресс-теста», пациенты ОГ-II были разделены на 4 группы: 0 – нормальная стабильность; 1 – избыточная подвижность (гипермобильность) локтевой кости без клинических симптомов; 2 – повышенная трансляция локтевой кости (динамическая нестабильность - отсутствует отчетливая конечная точка при патологической подвижности в суставе; 3 – подвывих в суставе при активной ротации предплечья.

Неврологическая оценка включала определение тонуса и силы мышц предплечья (в том числе симметричность по сравнению со здоровой конечностью), физиологических рефлексов с верхних конечностей.

Для субъективной оценки состояния предплечья и кисти у пациентов ОГ-II был использован вопросник DASH (Ягджян Г.В. с соавт., 2005; Disability of the Arm, Sholder and Hand Outcomes Measure, 2006), из которого был исключен пункт 21 (см. Приложение А). Таким образом, пациентам необходимо было ответить на 29 вопросов из 30. В данном случае результаты по шкале DASH могли быть подсчитаны, так как по правилам оценки результатов, баллы могут быть определены при условии наличия ответов как минимум на 27 вопросов анкеты.

2.3.2 Рентгенологическое исследование

Рентгенологическое обследование выполняли всем пациентам исследования (n=76) на предоперационном этапе, в раннем и позднем послеоперационных периодах. Также, пациентам ОГ-II при наличии ретроспективно анализировались данные рентгенографии первичной травмы.

Рентгенодиагностические исследования пациентам ОГ-I выполняли на аппаратах фирмы Samsung (Ю. Корея) в ДГМКЦ ВМТ им. К.А. Раухфуса и Quantum Medical Imaging (США) в СПб ГБУЗ ДГБ № 22, пациентам ОГ-II – на аппарате фирмы Phillips (Нидерланды) в ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» МЗ РФ.

Рентгенологический метод являлся основным диагностическим инструментом, который применяли для определения типа деформации костей предплечья, соотношения костных структур на уровне ДЛЛС, послеоперационного контроля.

Рентгенографию лучезапястного сустава с обязательным захватом костей запястья, средней трети пястных костей, локтевого сустава и нижней трети плечевой кости выполняли в передне-задней и боковой проекциях в следующем положении: пациент сидит или стоит лицом к столу рентгеновского аппарата, предплечье согнуто под углом 90^0 и прилежит к столу волярной поверхностью при получении изображений в передне-задней проекции, и ульнарной поверхностью при получении изображений в боковой проекции. Центральный луч направляли перпендикулярно столу на проекцию головки локтевой кости, фокусное расстояние до лучезапястного сустава – 100 см.

Всем пациентам ОГ-II на предоперационном этапе для сравнительной оценки имеющихся изменений проводили рентгенографию здоровой конечности.

Дополнительно пациентам ОГ-II в зависимости от направления вывиха головки локтевой кости выполняли функциональную рентгенографию лучезапястного сустава в положении вывиха головки локтевой кости, при этом предплечье укладывалось либо в пронации, либо в супинации.

На полученных рентгеновских изображениях оценивали длину и ось костей предплечья, состояние дистальных зоны роста лучевой и локтевой костей, соотношение костей предплечья в ДЛЛС, а именно их следующие рентгенометрические параметры: лучелоктевой угол, волярный угол, радиоульнарное расстояние, лучелоктевой индекс. У пациентов ОГ-II также оценивался параметр «разница между радиоульнарными расстояниями в обеих

конечностях».

Измерение длины костей предплечья проводили пациентам ОГ-II, при этом полученные результаты сравнивали с противоположной здоровой конечностью.

Всем пациентам на основании результатов лучевого обследования выполняли оценку состояния дистальных зон роста локтевой и лучевой кости. Определяли их наличие, ширину, непрерывность, четкость контуров, соответствие возрастной норме, согласно данным Садофьевой В.И. (1990), и у пациентов ОГ-II – в сравнении со здоровой конечностью.

Лучелоктевой угол (ЛЛУ) или инклинация лучевой кости в корональной плоскости – угол, образованный линией, которая перпендикулярна длиннику лучевой кости и косой линией вдоль дистальной суставной поверхности лучевой кости (между вершиной шиловидного отростка лучевой кости до нижней точки на локтевом крае суставной поверхности лучевой кости) (Рисунок 9).

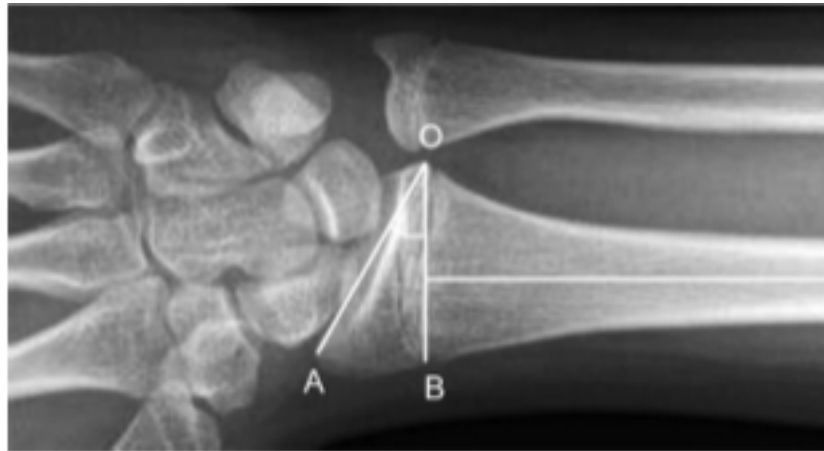


Рисунок 9 – Пациент К., 15 лет. Пример измерения лучелоктевого угла ($\angle AOB$)

В норме средняя величина ЛЛУ составляет $22-24^{\circ}$ (Medoff R.J., Koehler S.M., 2021).

Волярный угол или инклинация лучевой кости в сагиттальной плоскости – угол, образованный линией, которая перпендикулярна длиннику лучевой кости и линией между волярной и дорзальной суставной поверхностью лучевой кости (Рисунок 10).



Рисунок 10 – Пациентка Г., 17 лет. Пример измерения волярного угла ($\angle BOC$)

По данными литературных источников величина волярного угла в среднем в норме составляет от 10^0 до 12^0 (Zyluk A. et al., 2013).

Радиоульнарное расстояние – это величина между контурами дистальных эпифизов костей предплечья по их дорзальной поверхности на рентгеновских изображениях в боковой проекции (Рисунок 11).



Рисунок 11 – Пациентка А., 14 лет. Пример измерения радиоульнарного расстояния

Лучелоктевой индекс (ЛЛИ) – определяет соотношение величины длин локтевой и лучевой костей на рентгеновских изображениях в передне-задней проекции, и в среднем составляет от -2,5 мм до +3,1 мм. Оценку величины ЛЛИ

проводили с помощью двух параллельных линий, проведенных вдоль дистальных суставных поверхностей локтевой и лучевой кости. В зависимости от соотношения дистальных отделов костей предплечья выделяют:

- «ноль-вариант», когда дистальные суставные поверхности лучевой и локтевой костей находятся на одном уровне;
- положительный вариант / «ульна-плюс», когда дистальная суставная поверхность локтевой кости находится дистальнее суставной поверхности лучевой кости;
- отрицательный вариант или «ульна-минус», когда дистальная суставная поверхности головки локтевой кости находится проксимальнее суставной поверхности лучевой кости (Рисунок 12).



Рисунок 12 – Пример измерения лучелоктевого индекса и варианты расположения дистальных отделов костей предплечья: а – отрицательный вариант; б – нейтральный вариант; в – положительный вариант

Учитывая возрастные особенности дистальных отделов костей предплечья, а именно отсутствие полной оссификации дистального конца локтевой кости у детей до 12 лет, измерение ЛЛИ детям до 11 лет проводили по методике Hafner R. et al. (1989), при которой ЛЛИ измеряется как расстояние от наиболее проксимальной точки метафиза локтевой кости до наиболее проксимальной точки метафиза лучевой кости или как расстояние от наиболее дистальной точки метафиза локтевой кости до наиболее дистальной точки метафиза лучевой кости (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Пациент С., 9 лет. Пример измерения лучелоктевого индекса по Hafner

Детям старше 12 лет измерение ЛЛИ проводили как у взрослых.

Таким образом, у всех пациентов исследования были оценены рентгенометрические параметры дистальных отделов костей предплечья - лучелоктевой угол, волярный угол, радиоульнарное расстояние, лучелоктевой индекс.

2.3.3 Мультиспиральное компьютерно-томографическое исследование

С целью детального предоперационного планирования и оценки взаимоотношения костных структур в дистальном лучелоктевом суставе наряду со стандартным рентгенологическим исследованием части пациентам (10 пациентам ОГ-I и 38 пациентам из ОГ-II) выполнялось проведение мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). Исследование осуществляли на компьютерном томографе фирмы Phillips «Brilliance» 64 (США) с получением срезов толщиной 0,5 мм, пациентам из первой группы – на 16-срезовой томографе фирмы Siemens (Германия) (спиральный режим, поле сканирования 180 мм, ширина пикселя – 0,35 мм, питч 0,656, средняя лучевая нагрузка – 1,5 мЗв) с получением срезов толщиной 0,5 мм.

Всем пациентам выполняли исследование лежа на животе с заведением обеих рук над головой (руки вытянуты вперед), предплечья находятся в положении разгибания в локтевых суставах, в состоянии пронации. С помощью

такой укладки пациента достигалось получение изображений костей предплечья в коронарной плоскости, в зону сканирования входили обе кисти, оба предплечья.

Учитывая возраст пациентов исследуемых групп, медикаментозную седацию при проведении МСКТ не применяли.

После получения первичных данных 2D-изображения подвергали постпроцессорной обработке с получением сканов с различной толщиной среза, с построением изображений в различных плоскостях путем применения технологии мультипланарных реконструкций (MPR – multiplanar reformation/reconstruction). Также использовали методы объемной визуализации (VR-volume rendering), с помощью которых получали объемные модели предплечья с целью анализа взаиморасположения костей предплечья относительно друг друга, с одновременным сравнением со здоровой конечностью.

На изображениях оценивали наличие деформаций костей предплечья, измеряли угол деформации, определяли состояние костной ткани на вершине деформации. С помощью изображений в аксиальной плоскости проводили количественную оценку положения головки локтевой кости относительно сигмовидной вырезки лучевой кости в сравнении со здоровой конечностью. Был использован метод эпицентра, как наиболее надежный для диагностики нарушений взаимоотношения дистальных отделов костей предплечья в ДЛЛС по данным литературы (Wechsler R.J. et al., 1987; Wijffels M. et al., 2016). На уровне дистального лучелоктевого сустава проводили линию между дорзомедиальным и венстромедиальным краями сигмовидной вырезки лучевой кости. От центра ротации ДЛЛС, который располагается на середине расстояния между центром головки локтевой кости и центром шиловидного отростка локтевой кости, проводили перпендикуляр к описываемой линии на медиальном крае сигмовидной вырезки и оценивали расположение точки пересечения на хорде сигмовидной вырезки. При наличии децентрации точки пересечения, определяли направление вывиха головки локтевой кости – тыльный или волярный тип вывиха (Рисунок 14).

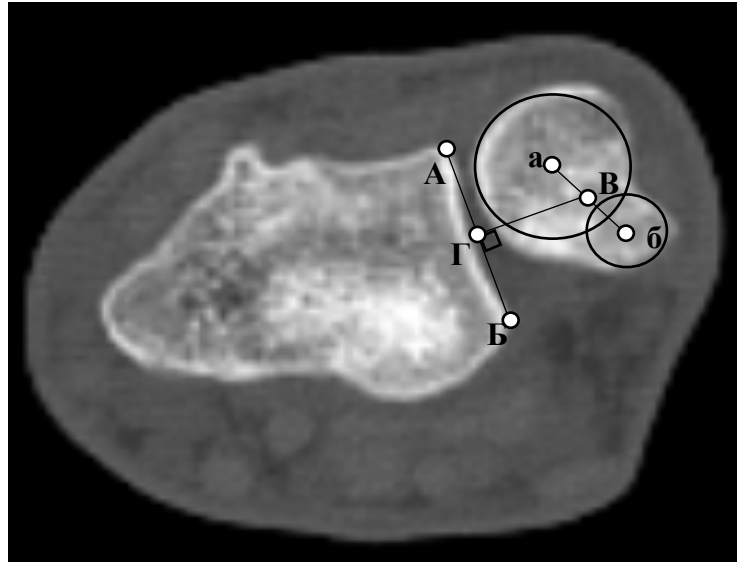


Рисунок 14 – Пример определения центрации головки локтевой кости методом эпицентра. Центр ротации – точка В, которая расположена на середине расстояния отрезка «а-б»: от центра головки локтевой кости и центра шиловидного отростка локтевой кости. От центра ротации опущен перпендикуляр к отрезку АВ (точка Г), который соединяет тыльный и ладонный края сигмовидной вырезки лучевой кости. При нормальном соотношении головки локтевой кости и сигмовидной вырезки точка Г совпадает с центром отрезка АВ; при ее расположении ближе к тыльному краю вырезки имеется дорзальная децентрация, к ладонному краю – волярная децентрация головки локтевой кости

С целью создания анатомической модели при сложных деформациях дистальных отделов костей предплечья у пациентов из группы с хронической нестабильностью ДЛЛС применяли 3D-моделирование с использованием данных МСКТ и оборудования – 3D-принтер Fortus 450mc (Stratasys, США).

На основе данных, которые были получены при проведении МСКТ, выполняли планирование хирургического лечения, определяли уровень установки металлических конструкций.

2.3.4 Магнитно-резонансное исследование

МРТ кистевого сустава была выполнена 33 пациентам ОГ-II. Исследования осуществляли на томографе открытого типа фирмы Phillips «Panorama HFO» (США) с индукцией магнитного поля 1,0 Тл, и на высокопольном аппарате закрытого типа Phillips «Ingenia Elition» (США), 3 Тл с использованием либо мягкотканых матричных катушек для тела, либо жесткой объемной 16-

канальной катушки для исследования суставов.

Укладку осуществляли в положении пациента на животе с вытянутой вперед рукой, при этом предплечье и кисть были в положении pronации, ладонная поверхность кисти прилежала к столу томографа. Получали изображения в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, взвешенных по T1-, T2- и протонной плотности, в том числе с использованием методики подавления сигнала от жировой ткани. Исследования проводили без применения внутривенного или внутрисуставного введения контрастирующего препарата.

На полученных МР-сканах проводили оценку состояния мягкотканых структур ДЛЛС – ТФХК, тыльной и ладонной радиоульнарных связок, межкостной мембраны, жировой клетчатки; а также костных структур – дистальных отделов костей предплечья, костей проксимального ряда запястья (ладьевидная, полулунная, трехгранная) с визуализацией их положения относительно друг друга, формы, размеров, контуров, целостности и структуры. Определяли состояние дистальных зон роста лучевой и локтевой кости с оценкой равномерности их ширины на всем протяжении и соответствие возрастной норме, контуров, однородности сигнала от зон роста, наличие участков прерывистости.

2.3.5 Статистический метод исследования

В программе Microsoft Excel была сформирована база 76 пациентов, включенных в исследование, в которую вносили паспортные данные, данные анамнеза жизни и заболевания, лучевого и МР-исследований.

Статистическую обработку проводили с применением пакетов программ Statistica 10 и GraphPad Prism 9.4.1 с использованием параметрических и непараметрических методов в зависимости от нормальности распределения анализируемых данных (по критериям Шапиро-Уилкса и Колмагорова-Смирнова).

Описательная статистика включала анализ числовых данных с определением средних значений и отклонений, анализ количественных признаков с расчетом медианы с 95% доверительным интервалом (ДИ).

Сравнение двух групп между собой проводили с использованием критерия Манна-Уитни, трех – с применением критерия Краскела-Уоллиса для определения равенства медиан, использовали поправку Тьюки при оценке значения p .

Статистически значимыми на всех этапах анализа признавали результаты при $p < 0,05$.

Таким образом, с целью планирования хирургического лечения в исследовании проводили комплекс диагностических мероприятий 76 пациентам, включающих клинический и лучевые методы исследования (рентгенография и МСКТ), МРТ, которые позволили оценить состояние костных, мягкотканых структур верхних конечностей у пациентов детского возраста с нестабильностью ДЛЛС травматического характера.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ДИСТАЛЬНОГО ЛУЧЕЛОКТЕВОГО СУСТАВА

Нами изучены результаты обследования 76 пациентов с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава (ДЛЛС), составивших основную группу - ОГ, которая, в свою очередь, разделена на 2 группы в зависимости от типа травматической нестабильности. Первую группу – ОГ-I составили 31 пациент с острой нестабильностью ДЛЛС, во вторую - ОГ-II – вошли 45 детей с хронической нестабильностью ДЛЛС. Контрольная группа (КГ) представлена 98 пациентами без костно-травматических изменений.

3.1 Результаты клинического обследования

При анализе клинических данных 31 пациента ОГ -I было установлено, что дети предъявляли жалобы на наличие болевого синдрома и деформации поврежденного предплечья. При осмотре определяли отек мягких тканей предплечья, более выраженный на уровне деформации (в области перелома), из-за которого визуально невозможно было оценить положение головки локтевой кости.

Большинство пациентов ОГ-I – 29 детей (93,5%) обратились в стационар в первые сутки после получения травмы, двое детей (6,5%) – в течение первых 20 дней после травматического события.

У 11 пациентов ОГ-I в связи с выраженным болевым синдромом «стресс-тест» проводили интраоперационно, у всех он оказался положительным. Двадцати детям тест на стабильность не выполняли.

При клиническом осмотре пациентов подгруппы ОГ-I отмечали увеличение объема мягких тканей пораженной конечности вследствие отека мягких тканей. В ситуациях с выраженным смещением костей предплечья определяли различные виды деформаций предплечья. При выяснении вида травмы оказалось, что среди пациентов обеих групп (ОГ-I и ОГ-II) бытовая или уличная травма преобладала над спортивной (Таблица 4).

Таблица 4 – Характер травмы среди всех пациентов исследования

Вид травмы	Спортивная	Бытовая
ОГ- I	9 детей (29%)	22 детей (71%)
ОГ- II	7 детей (15,5%)	38 детей (84,5%)

При оценке сроков обращения пациентов ОГ-II было установлено, что время от момента получения травмы до поступления детей в стационар составляло от 7 до 116 месяцев, средний срок – $35,7 \pm 4,6$ (M \pm SE). Распределение пациентов ОГ-II по сроку обращения в стационар со времени полученной травмы представлено на рисунке 15.

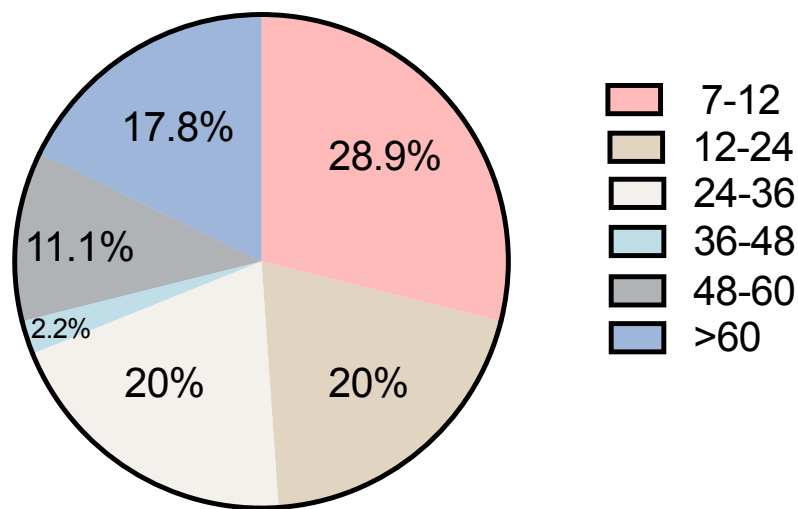


Рисунок 15 – Диаграмма. Распределение пациентов ОГ-II по сроку обращения в стационар со времени полученной травмы

На диаграмме видно, что 28,9% (13 пациентов) обратились за помощью в срок до 12 месяцев, 20% (9 детей) – в промежутке от 12 до 24 месяцев, также 20% (9 человек) – в период 24-36 месяцев, 2,2% (1 ребенок) в срок 36-48 месяцев, а именно через 41 месяц, 11,1% (5 пациентов) – в промежуток от 48 до 60 месяцев и 17,8% (8 пациентов) (17,8%) – спустя 60 месяцев после травмы.

При анализе историй болезни детей ОГ-II были определены следующие жалобы:

- болевой синдром в дистальном отделе предплечья;
- деформация дистального отдела предплечья;
- нарушение функции предплечья и кисти;

- чувство нестабильности, «щелчки» при ротации предплечья;
- повышенная утомляемость в пораженной конечности при движениях.

Все пациенты подгруппы ОГ-II предъявляли жалобы на наличие болевого синдрома в кистевом суставе. У 31 пациента (68,9%) боль возникала только на фоне физических нагрузок (во время занятий спортом), у 14 (31,1%) – болевой синдром был постоянным. Кроме того, при уточнении особенностей болевого синдрома было установлено, что у 32 пациентов (71,1%) боль в кистевом суставе была диффузной, у 13 (28,9%) – болевой синдром был локализован в области локтевого края запястья.

У всех пациентов ОГ-II при проведении визуального осмотра были выявлены различные типы деформаций с нарушением косметического вида дистального отдела предплечья. Укорочение предплечья было выявлено у всех пациентов. У 9 пациентов была определена лучевая девиация кисти (20%), у 2 пациентов – локтевая девиация кисти (4,4%).

При клиническом осмотре пациентов ОГ-II до оперативного лечения проводили оценку амплитуды ротационные движения предплечья и движений в кистевом суставе (Таблица 5).

Таблица 5 – Оценка амплитуды движений в кистевом суставе и ротационной функции предплечья у пациентов ОГ - II

Показатель		n	%
Сгибание в кистевом суставе	не нарушено	35	77,8
	нарушено	10	22,2
Разгибание в кистевом суставе	не нарушено	28	62,2
	нарушено	17	37,8
Приведение/отведение кисти	нарушено приведение	9	20,0
	нарушено отведение	5	11,1
	не нарушено	31	68,9
Ротация предплечья	нарушена супинация	5	11,1
	нарушена пронация	1	2,2
	нарушены супинация и пронация	28	62,2
	нет ограничения ротации	11	24,5

Согласно таблице 5, у большинства пациентов ОГ-II преобладало нарушение ротационной функции предплечья, а именно – нарушение как пронации, так и супинации предплечья - 28 пациентов (62,2%).

Анализ цифровых значений ротационных движений костей предплечья у пациентов ОГ-II представлен в таблице 6, проиллюстрирован на рисунке 16.

Таблица 6 – Распределение пациентов ОГ-II по величине нарушения супинации и пронации предплечья

Ротация предплечья	Супинация		Пронация	
	N (количество пациентов)	% (величины нарушения)	N (количество пациентов)	% (величины нарушения)
0°	14	31,1	10	22,2
5-30°	7	15,6	7	15,6
30-60°	6	13,3	7	15,6
60-90°	6	13,3	5	11,1
90°	12	26,7	16	35,5

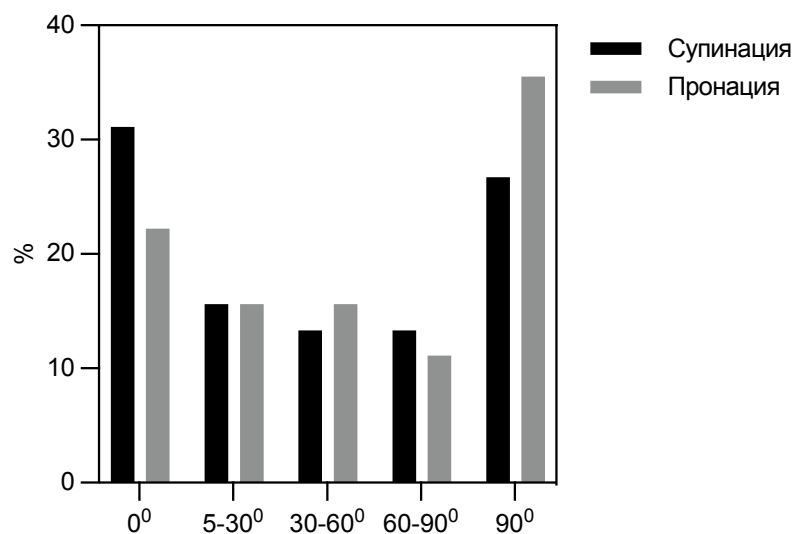


Рисунок 16 – Гистограмма. Анализ степени нарушения пронации и супинации предплечья

Исходя из таблицы 6 и рисунка 15, можно сделать вывод, что среди пациентов у большинства ОГ-II наблюдалась более высокая степень нарушения супинации по сравнению с пронацией.

При клиническом осмотре всем пациентам ОГ-II проводили «стресс-тест» и «пресс-тест».

У большинства пациентов был выявлен положительный «стресс-тест» с болевым синдромом (Рисунок 17).

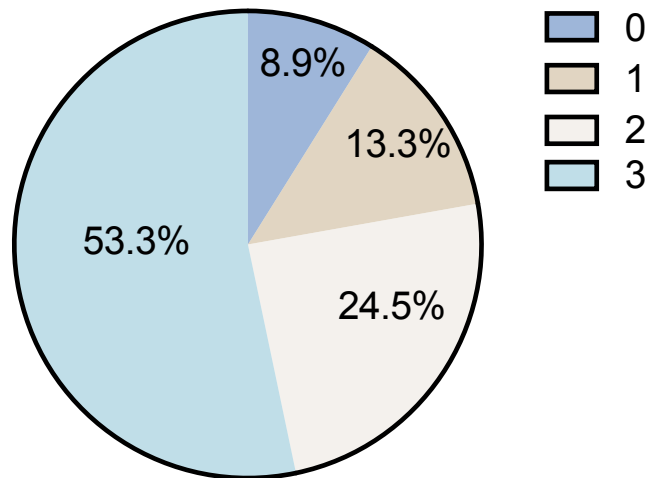


Рисунок 17 – Диаграмма. Результаты «стресс-теста» пациентов ОГ-II (Seo K.N.et al, 2009)

Из рисунка 16 видно, что большинство пациентов – 24 (53,3%) имели подвывих головки локтевой кости при активных ротационных движениях предплечья.

«Пресс-тест» считался положительным при возникновении локальной болезненности вдоль локтевого края запястья при попытке «поднять» вес тела с помощью упора ладоней о края стула. У 21 пациента (46,7%) результаты теста были отрицательными, у 24 пациентов (53,3%) – положительными.

3.2 Результаты методов исследования

3.2.1 Результаты рентгенологического исследования

На рентгенограммах костей предплечья пациентов ОГ-I у 7 детей (22,6%) дистальные зоны роста костей предплечья были закрыты, у 24 (77,4 %) – открыты.

В таблице 7 представлены типы повреждений дистальных отделов костей предплечья детей ОГ-I по данным рентгенографического метода исследования.

Таблица 7 – Типы повреждений дистальных отделов костей предплечья у детей
ОГ-I на основании рентгенографического метода

Тип повреждения	n (абс.)	%
Переломовывихи Галеацци	6	19,3
Эквиваленты повреждения Галеацци	14	45,2
Переломы дистального отдела локтевой кости	11	35,5

Из таблицы 7 следует, что в ОГ-I преобладали пациенты с эквивалентами повреждения Галеацци (45,2%), что объясняется большим количеством детей с открытыми дистальными зонами костей предплечья.

У 10 пациентов (32,3%) ОГ-I в дополнение к основному повреждению был установлен перелом основания шиловидного отростка локтевой кости.

При выполнении рентгенологических исследований у пациентов подгруппы ОГ-I в 26 случаях (83,9%) был определен вывих головки локтевой кости, в 5 (16,1%) - подвывих головки локтевой кости, при этом у 4 (12,9%) детей был выявлено ладонное смещение головки локтевой кости, у 27 (87,1%) – тыльное (Рисунок 18).

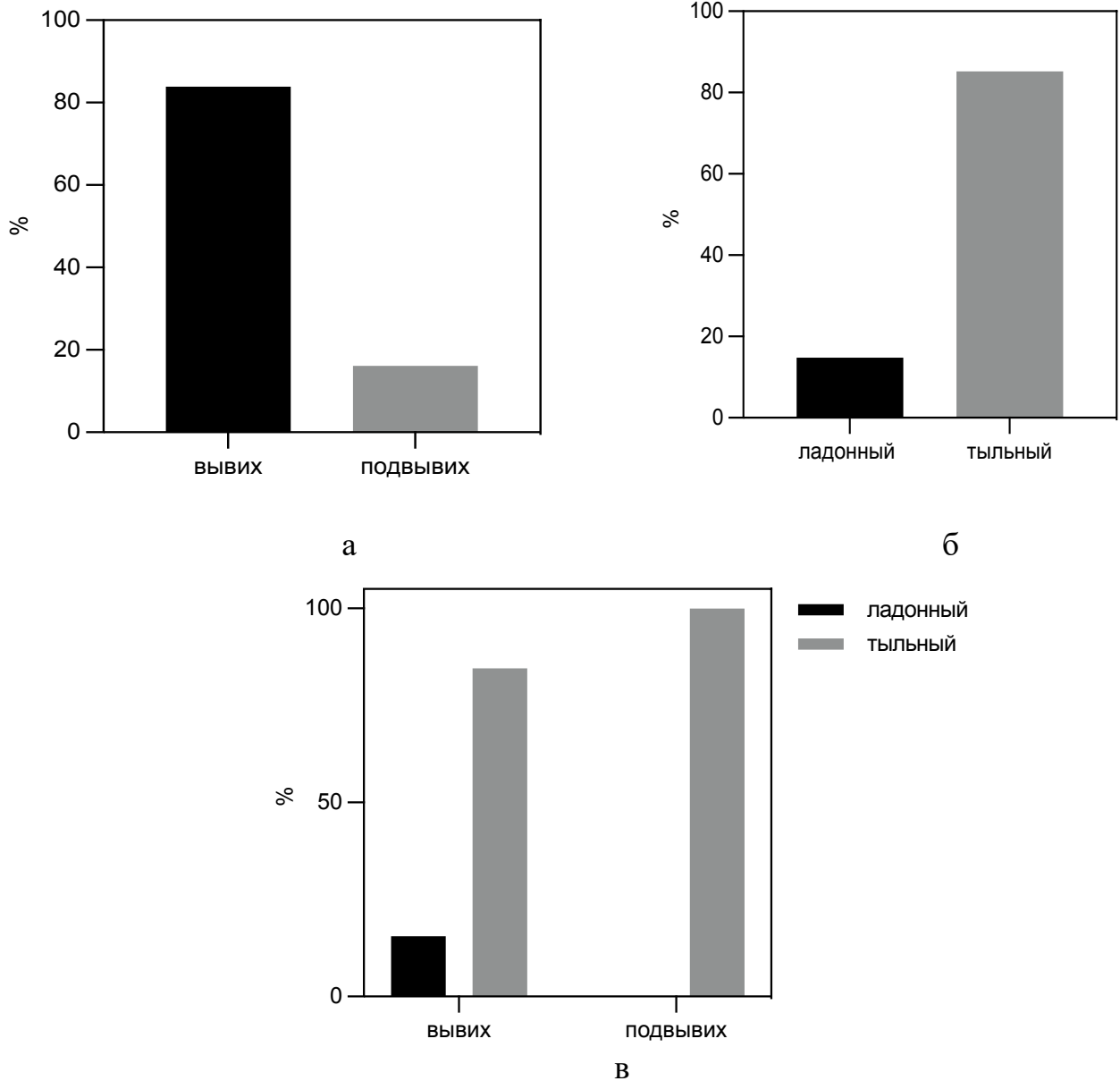


Рисунок 18 – Гистограммы: а – наличие вывиха/подвывиха головки локтевой кости; б – направление вывиха/подвывиха; в – обобщенная гистограмма наличия и направление вывиха/подвывиха головки локтевой кости у пациентов ОГ-I

Исходя из данных, представленных на рисунке 19, у большинства пациентов ОГ-I наблюдался тыльный вывих головки локтевой кости.

Анализ рентгенологических данных пациентов ОГ-II относительно характера первичной травмы представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристика первичной травмы у пациентов ОГ-II

Тип первичной травмы	Пациенты (n)	Неправильно консолидированные переломы	Преждевременное закрытие дистальной зоны роста лучевой кости	Преждевременное закрытие дистальной зоны роста локтевой кости
SH-II	18	-	16	2
SH III-IV	3	-	2	1
Повреждение Галеацци	5	5	-	-
Эквивалент повреждения Галеацци	4	2	-	2
Изолированный перелом локтевой кости	4	4	-	-
Метафизарные и диафизарные переломы костей предплечья	11	11	-	-
Всего	45	22	18	5

Согласно таблице 8, у 35% пациентов ОГ-II первичной травмой являлись переломы костей предплечья с повреждением дистальной зоны роста лучевой кости. У 10 детей первичной травмой были метафизарные и метадиафизарные переломы костей предплечья.

При выполнении рентгенографии костей предплечья пациентам ОГ-II на этапе предоперационного планирования у 21 ребенка (46,7%) дистальные физисы локтевой и лучевой костей на изображениях не определялись, у 24 (53,3%) – были открыты. При этом у 12 пациентов (26,7%) было выявлено асимметричное закрытие зон роста – более раннее неравномерное завершение роста лучевой кости с положительной дисперсией локтевой кости.

Среди всех пациентов ОГ-II на рентгенограммах в стандартной боковой проекции у 13 (28,9%) был выявлен вывих головки локтевой кости, у 24 (53,3%) – подвывих, у 8 (17,8%) не было определено нарушения соотношения дистальных

суставных поверхностей лучевой и локтевой костей. По направлению вывиха у 33 (89,2%) детей имело место тыльное смещение головки локтевой кости, у 4 (10,8%) – ладонное (Рисунок 19).

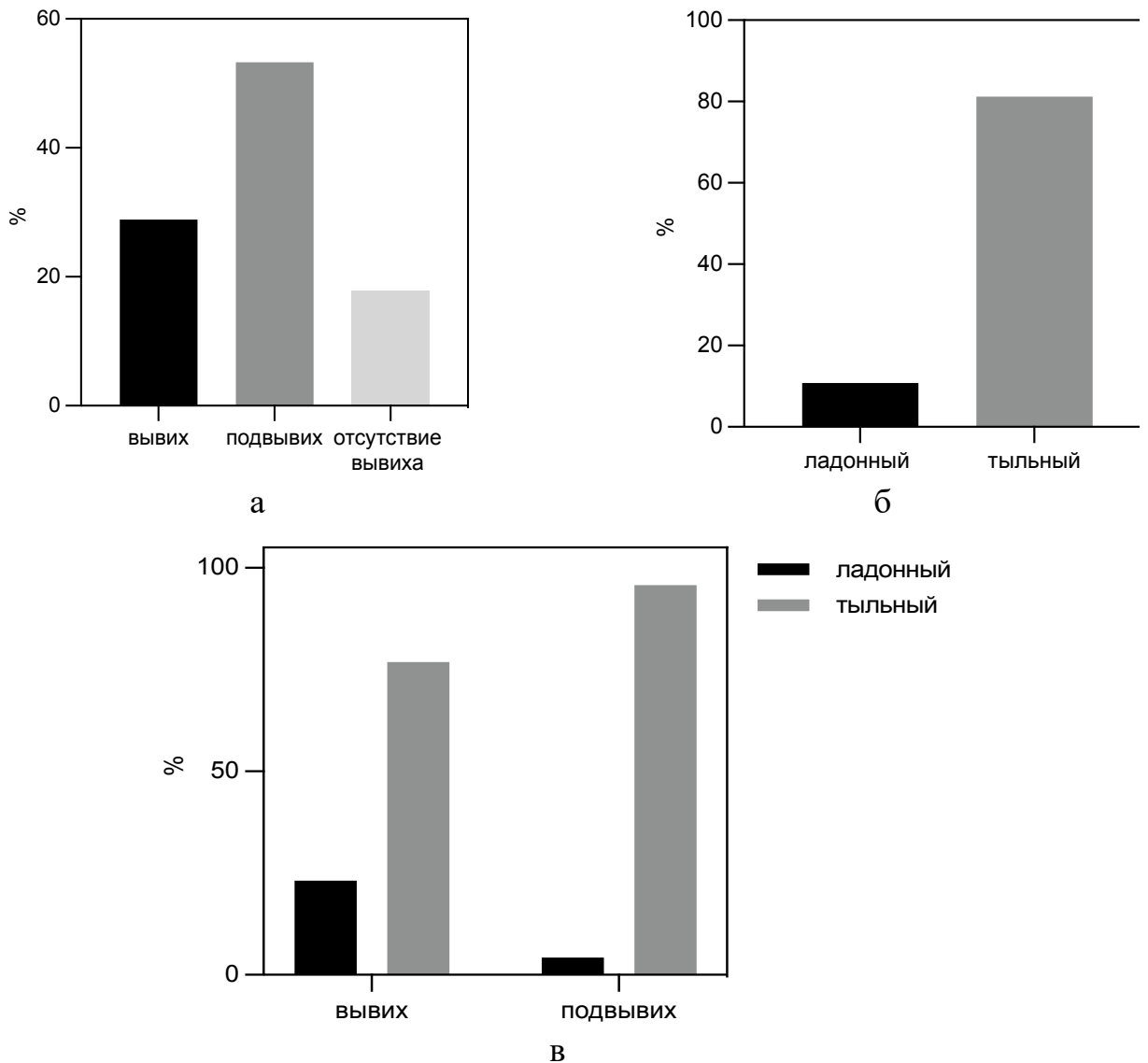


Рисунок 19 – Гистограммы: а – наличие вывиха/подвывиха головки локтевой кости; б – направление вывиха/подвывиха; в – обобщенная гистограмма наличия и направление вывиха/подвывиха головки локтевой кости у пациентов ОГ-II по данным рентгенографии костей предплечья в боковой проекции

17 (37,8%) детям ОГ-II было выполнено функциональное рентгенологическое исследования костей предплечья в положении вывиха головки локтевой кости. При этом среди пациентов, у которых на рентгенограммах в строго боковой проекции не определялся вывих или подвывих головки локтевой кости (5 пациентов из 8 от общего числа детей с хронической

нестабильностью ДЛЛС), у всех на функциональных рентгенограммах определялось нарушение взаимоотношения головки локтевой кости и сигмовидной вырезки лучевой кости. По результатам рентгенографий, выполненных в положении вывиха, у 2 (11,8%) детей имелся ладонный вывих, у 15 (88,2%) – тыльный.

Таким образом, учитывая данные рентгенограмм в стандартной боковой проекции и в положении вывиха локтевой кости, среди пациентов, у которых был выявлен вывих или подвывих головки локтевой кости (42 пациента), у 38 (90,5%) пациентов с хронической нестабильностью ДЛЛС определяли тыльное смещение локтевой кости, у 4 (9,5%) - ладонное (Рисунок 20).

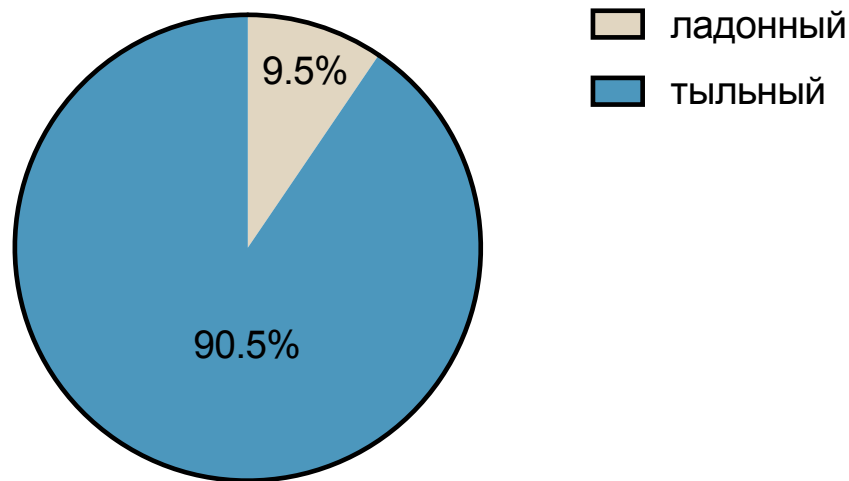


Рисунок 20 – Секторно-круговая диаграмма. Направление вывиха головки локтевой кости у пациентов ОГ-II по данным рентгенограмм костей предплечья в боковой проекции и рентгенограмм, выполненных в положении вывиха головки локтевой кости

Был проведен анализ рентгенометрических параметров дистальных отделов костей предплечья у пациентов ГК (n=98).

Учитывая отсутствие полного окостенения дистальных эпифизов лучевой и локтевой костей у детей до 12 лет, пациенты группы контроля были разделены на две возрастные подгруппы – 7-11 лет и 12-17 лет. Полученные данные приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Рентгенометрические показатели дистальных отделов костей предплечья у детей КГ

Параметры	Группа контроля (n=98)		Взрослые пациенты по данным литературы
	7-11 лет (n=39) M±σ*	12-17 лет (n=59) M±σ*	
Лучелоктевой угол (град.)	18,6±2,93	21,4±2,07	22-24
Волярный угол (град.)	10,5±2,79	11,0±1,54	10-12
Радиоульнарное расстояние (мм)	-2,3±3,05	-2,2±3,58	< 6 мм
Разница между радиоульнарными расстояниями в обеих конечностях (мм) **	2,1±1,16	1,5±0,44	2,0±1,7
Лучелоктевой индекс, мм	0,21±1,09	0,16±1,17	-2,5...+3,1

Примечание: * - M±σ - среднее значение ± стандартная девиация; ** - выполнен подсчет у 12 пациентов в возрастной группе 12-18 лет, у 14 пациентов в возрастном диапазоне 7-11 лет

Согласно полученным данным, представленным в таблице 9, можно сделать вывод, что значения волярного угла, радиоульнарного расстояния, разницы между радиоульнарными расстояниями, лучелоктевого индекса соответствуют аналогичным показателям во взрослой популяции. При этом, учитывая анализ рентгенометрических показателей дистальных отделов костей предплечья в обеих возрастных группах (7-11 лет и 12-17 лет), определено, что:

- по мере увеличения возраста определяется увеличение значения волярного угла, которое не достигает статистической значимости;
- значения лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния аналогично в обеих возрастных категориях.

Показатель лучелоктевого угла среди пациентов различных групп детского возраста (7-11 лет и 12-17 лет) статистически значимо увеличивался с возрастом ($p < 0,0001$). Это можно объяснить анатомическими особенностями формы дистального эпифиза лучевой кости у детей – меньшим наклоном суставной поверхности лучевой кости у детей младше 12 лет вследствие неполного

окостенения эпифиза (Рисунок 21).

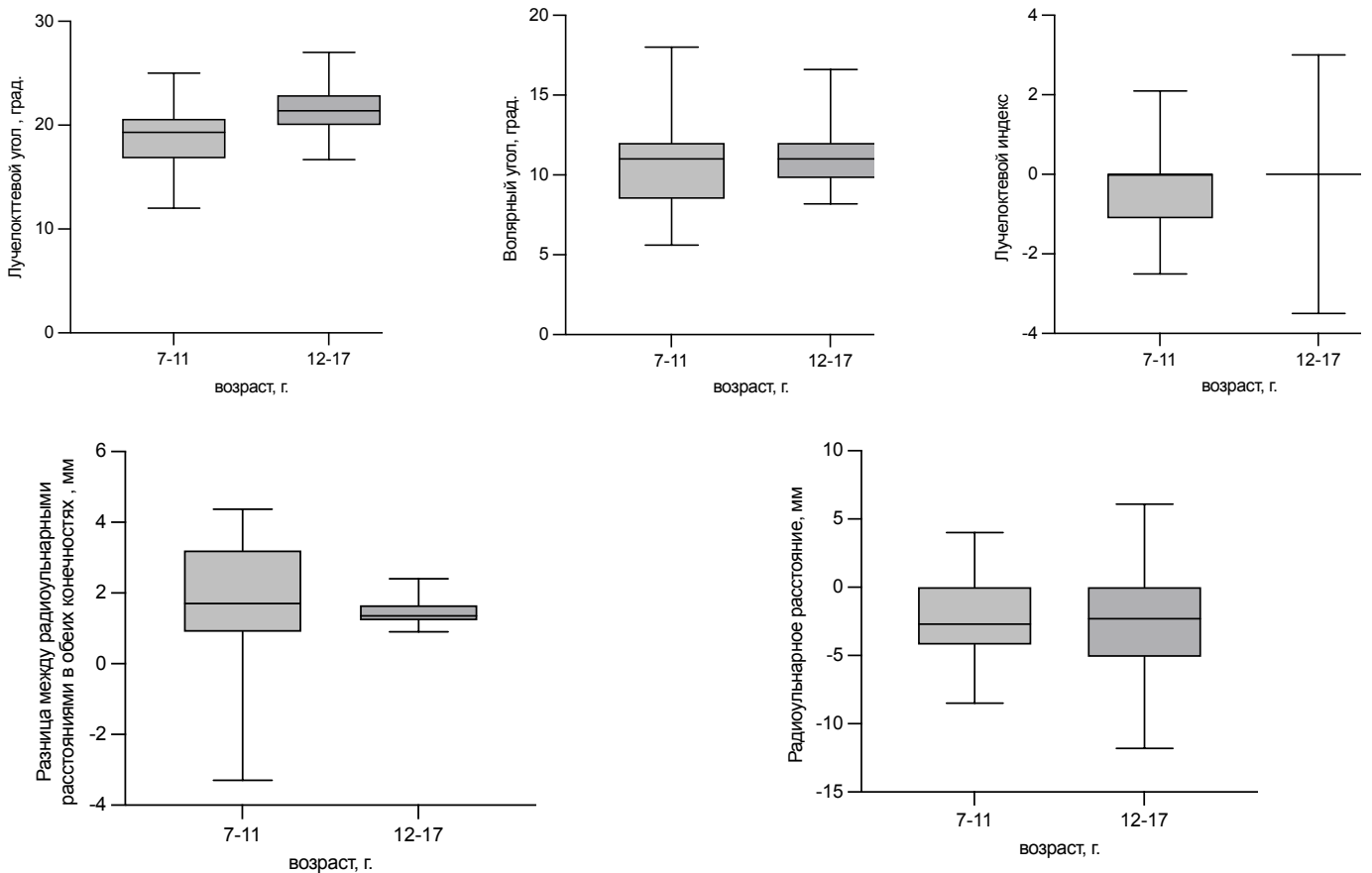


Рисунок 21 – Диаграммы. Рентгенометрические параметры дистальных отделов костей предплечья у пациентов группы контроля в зависимости от возраста

Клинический пример 1.

Пациент П., 14 лет с диагнозом: Перелом лучевой кости по типу пластической деформации и перелом локтевой кости в нижней трети по типу «зеленой ветки», острая нестабильность ДЛЛС. На рентгенограммах определяется тыльный вывих головки левой локтевой кости – рисунок 22.

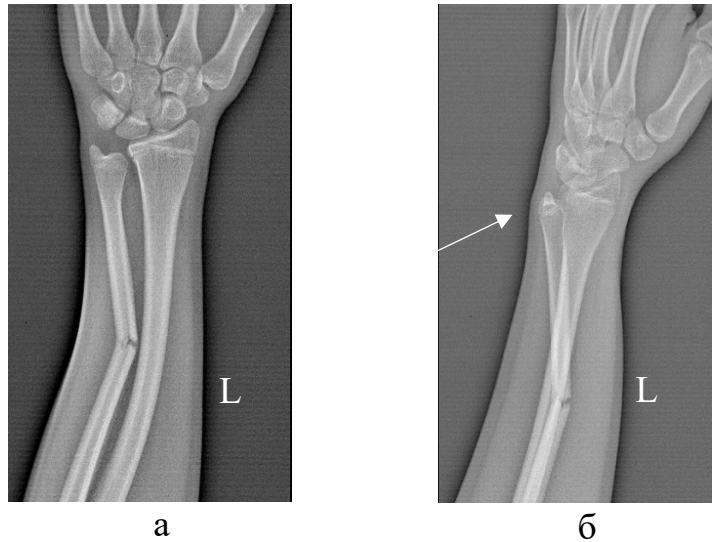


Рисунок 22 – Рентгенологическая картина переломов костей предплечья слева. Сплошной стрелкой указан тыльный вывих головки левой локтевой кости (а – прямая проекция, б – боковая проекция)

Клинический пример 2.

Пациент К., 13 лет. Диагноз: Последствие перелома дистальных отделов костей предплечья. Хроническая нестабильность левого дистального лучелоктевого сустава. На рисунке 23 представлены рентгенограммы с визуализацией тыльного вывиха локтевой кости.

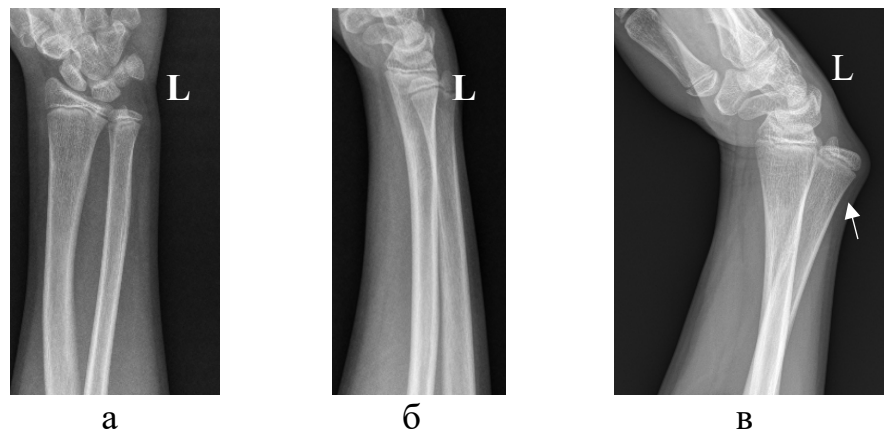


Рисунок 23 (а – прямая проекция левого предплечья, б – боковая проекция левого предплечья, в – функциональная рентгенограмма в положении пронации (вывиха головки левой локтевой кости)). Рентгенологическая картина хронической нестабильности левого ДЛЛС у пациента после перелома костей предплечья. Стрелкой указан тыльный вывих головки левой локтевой кости

Всем пациентам основной группы исследования было проведено измерение рентгенометрических показателей дистальных отделов костей предплечья.

Учитывая различные типы повреждений и величину смещений дистальных отделов костей предплечья, полученные значения рентгенометрических параметров у пациентов с нестабильностью ДЛЛС характеризовались вариабельностью.

Выявленные значения лучелоктевого угла, волярного угла, лучелоктевого индекса, радиоульнарного расстояния пациентов ОГ- I приведены в таблице 10 и проиллюстрированы на рисунке 24.

Таблица 10 – Значения рентгенометрических параметров дистальных отделов костей предплечья у пациентов ОГ- I

Рентгенометрический параметр	Пациенты ОГ- I (n=31)		
	Пациенты с повреждением Галеацци (n=6) M±σ (95% ДИ) **	Пациенты с эквивалентом повреждения Галеацци (n=14) M±σ (95% ДИ) **	Пациенты с переломовывихом локтевой кости (n=11) M±σ (95% ДИ) **
ЛЛУ*	22,22±2,50 (95%ДИ 24,839-19,595)	22,04±1,81 (95%ДИ 21,0-23,09)	21,39±2,94 (95%ДИ 19,41-23,37)
Волярный угол	11,23±2,53 (95%ДИ 8,581-13,89)	11,27±1,43 (95%ДИ 10,45-12,10)	11,73±1,235 (95%ДИ 10,9-12,56)
ЛЛИ*	1,28±4,15 (95%ДИ -3,069-5,635)	-1,68±3,96/1,06 (ДИ -3,965-0,6075)	-0,69±3,89 (95%ДИ -3,305-1,923)
РУР*	14,52±7,86 (95%ДИ 6,273-22,76)	7,14±7,047 (95%ДИ 3,074-11,21)	9,78±6,41 (95%ДИ 5,48-14,09)

Примечание: *ЛЛУ – лучелоктевой угол, ЛЛИ – лучелоктевой индекс, РУР – радиоульнарное расстояние; **- M±σ (95% ДИ) - среднее значение ± стандартная девиация (95% доверительный интервал)

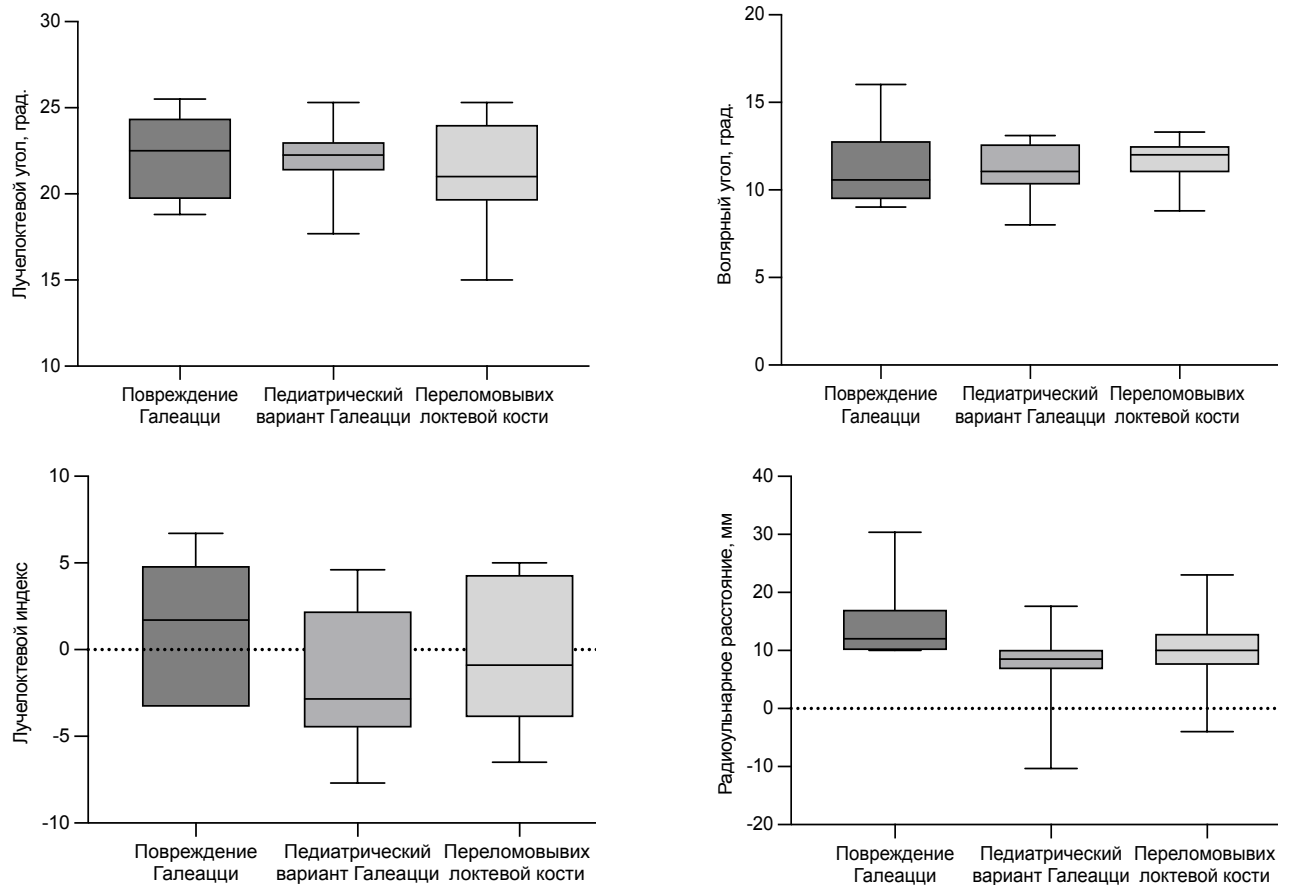


Рисунок 24 – Диаграммы размаха. Рентгенометрические параметры дистальных отделов костей предплечья у пациентов ОГ-I

Исходя из таблицы 10 и рисунка 23, можно сделать вывод, что у всех пациентов ОГ-I определялось изменение радиоульнарного расстояния, при этом наиболее существенно – у пациентов с повреждением Галеацци.

У части пациентов имелись изменения лучелоктевого угла и волярного угла как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что объясняется наличием переломов в области дистального эпифиза лучевой кости. У большинства пациентов не было выявлено изменений этих рентгенометрических параметров.

Показатели ЛЛИ у детей ОГ-I характеризовались выраженной вариабельностью, и у большинства имелись изменения этого показателя как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Однако, при подсчете среднего значения лучелоктевого индекса у пациентов данной группы не определяется его несоответствие нормальным значениям из-за наличия у пациентов как отрицательных, так и положительных значений этого параметра.

Таким образом, можно сделать вывод, что основными рентгенологическими признаками, которые характеризуют нестабильность в ДЛЛС при острой травме дистальных отделов костей предплечья, являются смещение дистальных отделов лучевой кости относительно локтевой кости в сочетании или без наличия дистального или проксимального смещения головки локтевой кости относительно дистальной суставной поверхности лучевой кости. Рентгенометрический параметр «разница между радиоульнарными расстояниями» был проанализирован только в группе пациентов с хронической нестабильностью ДЛЛС, так как у пациентов с острой нестабильностью не проводилась рентгенография контралатеральной конечности.

Значения всех рентгенометрических параметров дистальных отделов костей представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Значения рентгенометрических параметров дистальных отделов костей предплечья у пациентов ОГ-II

Рентгенометрический параметр	$M \pm \sigma$	95% ДИ
ЛЛУ	$22,98 \pm 7,72$	20,66-25,3
Волярный угол	$1,80 \pm 10,99$	-1,5-5,104
ЛЛИ	$5,69 \pm 4,86$	4,233-7,153
РУР	$-4,307 \pm 6,33$	-6,209 - -2,404
Разница между РУР	$5,90 \pm 3,88$	4,737-7,071

Примечание: * - ЛЛУ – лучелоктевой угол, ЛЛИ – лучелоктевой индекс, РУР – радиоульнарное расстояние; **- $M \pm \sigma$ (95% ДИ) - среднее значение \pm стандартная девиация (95% доверительный интервал)

Как видно из таблицы 11, у пациентов ОГ-II имелось изменение показателей лучелоктевого индекса, радиоульнарного расстояния и увеличение значения разницы между радиоульнарными расстояниями.

3.2.2 Результаты компьютерно-томографического исследования

Анализ данных МСКТ костей предплечья пациентов ОГ-I показал, что у всех 4 детей имелся тыльный вывих локтевой кости, который в двух случаях сочетался с переломом лучевой кости (повреждение Галеацци), в двух – с

переломом локтевой кости в нижней трети и переломом дистального отдела лучевой кости. На рисунке 25 представлены реконструированные КТ-изображения костей предплечья пациента с повреждением Галеацци.

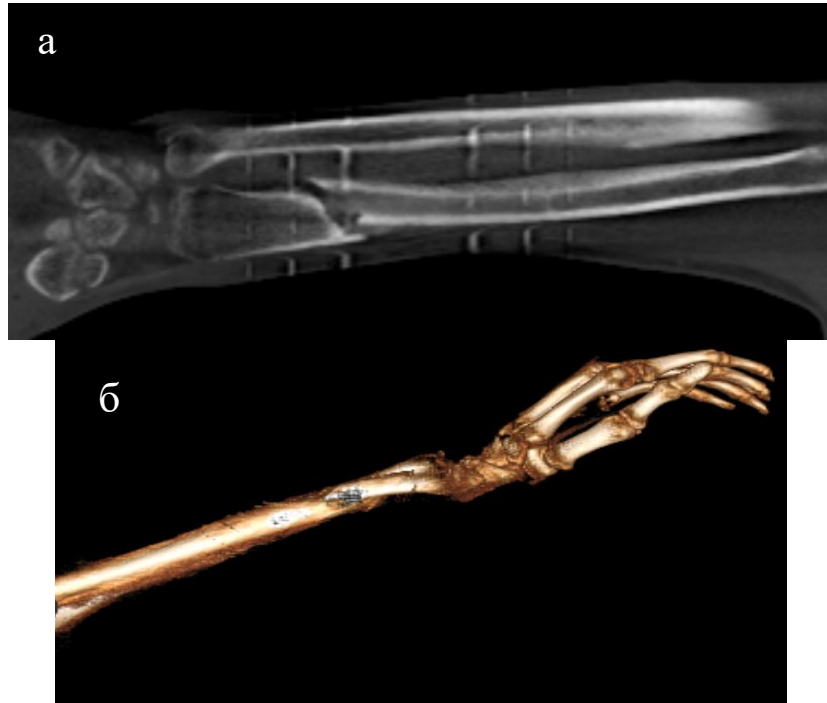


Рисунок 25 – Пациент Я., 16 лет. Диагноз – Повреждение Галеацци (перелом левой лучевой кости в нижней трети, тыльный вывих левой локтевой кости). МСКТ левого предплечья в режимах постпроцессорной обработки: а – мультипланарная реконструкция (MPR – Multiplanar Reformation) во фронтальной плоскости, б – поверхностно-оттененные изображения (SSD – Shaded Surface Display)

При выполнении МСКТ пациентам подгруппы ОГ-II установлено, что у всех детей обнаружены деформации дистальных отделов костей предплечья. При проведении анализа расположения головки локтевой кости относительно сигмовидной вырезки лучевой кости выявили, что также у всех 38 пациентов имеется нарушение взаимоотношения костей предплечья в дистальном лучелоктевом суставе. Анализ расположения головки методом эпицентра показал, что у 19 детей (50%) имелся подвывих головки локтевой кости, у 10 (26,3%) - вывих головки локтевой кости, у 9 (23,7%) пациентов невозможно было применить данный метод измерения вследствие несоответствия длин лучевой и

локтевой костей из-за асимметричного расположения дистальных зон роста лучевой и локтевой костей.

Клинический пример 5.

Пациент Т., 17 лет. Диагноз: Хроническая нестабильность левого дистального лучелоктевого сустава. На рисунке 26 представлено КТ-изображение в аксиальной плоскости с визуализацией тыльного подвывиха локтевой кости.

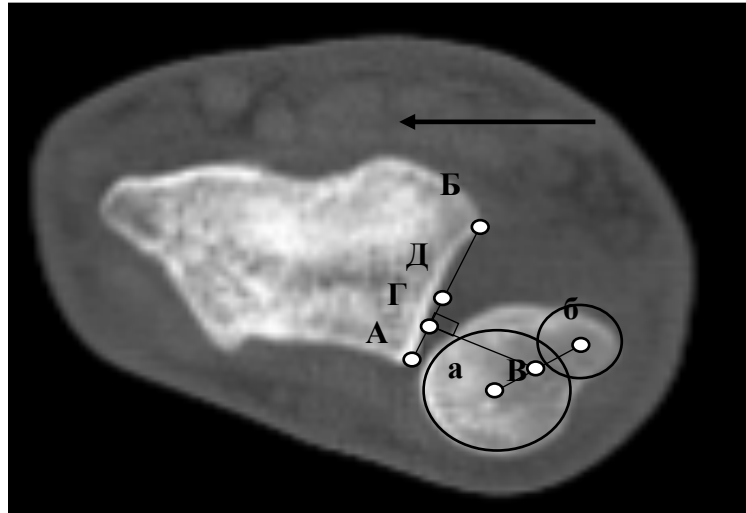


Рисунок 26 – КТ – картина тыльного подвывиха головки левой локтевой кости. С помощью метода эпицентра было выявлено, что имеется нарушение взаимоотношения костей предплечья в дистальном лучелоктевом суставе: перпендикуляр (отрезок ВГ), опущенный от центра (точка В) отрезка двух эпицентров дистальных отделов локтевой кости (отрезок аб), на отрезок АБ, который соединяет тыльный и ладонный края сигмовидной вырезки лучевой кости, не совпадает с центром отрезка АБ (точка Д), и расположен ближе к тыльному краю сигмовидной вырезки. Стрелкой указана ладонная поверхность предплечья

Таким образом, использование МСКТ позволило более детально определить характер деформаций дистальных отделов костей предплечья у пациентов ОГ-П, выбрать и спланировать метод и объем оперативного вмешательства с учетом индивидуальных особенностей.

3.2.3 Результаты магнитно-резонансной томографии

В анализ МР-данных было включено 33 пациента ОГ- П в возрасте от 10 до 17 лет.

Исследование методом МРТ начинали с получения «ориентировочных» изображений (Localizer) в трех ортогональных плоскостях – это быстрая импульсная последовательность, не предназначенная для оценки структур анализируемой области, но используемая для определения зоны сканирования и разметки последующих программ (Рисунок 27).

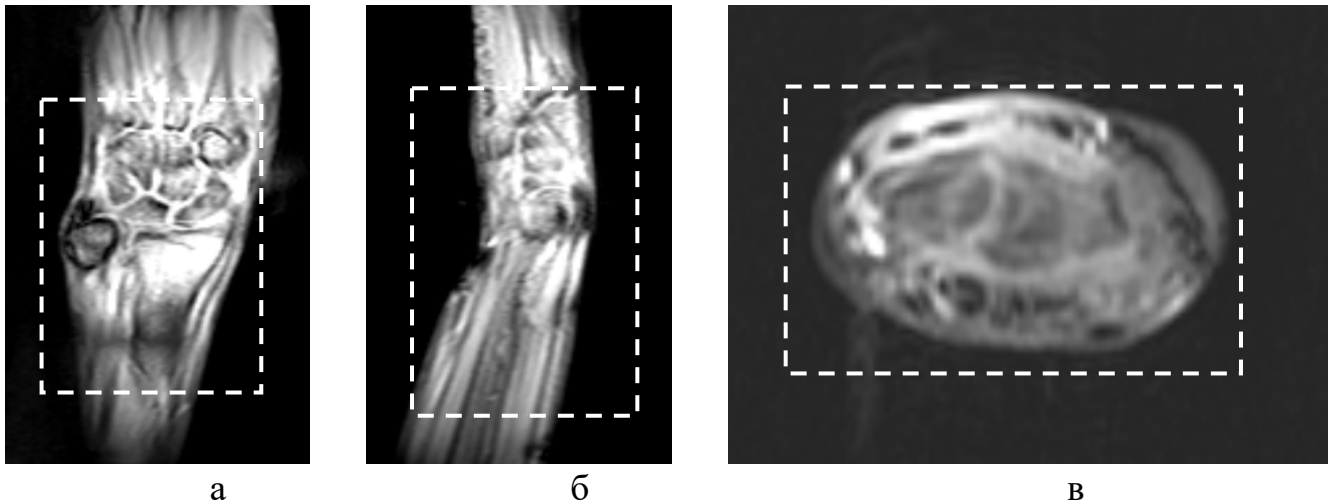


Рисунок 27 – Импульсная последовательность Localizer в корональной (а), сагиттальной (б) и аксиальной (в) плоскостях. На рисунке область исследования обозначена прямоугольниками со штрих-линиями

Время исследования составляло примерно 30 минут. МР-протокол при обследовании кистевого сустава приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Протокол МР-обследования, применяемый в исследовании кистевого сустава

ИП	Плоскость	КС	ТС (мм)	TR (мс)	TE (мс)	ПО (мм)	ВС (сек)
pd tse fs	корональная	11	3	3000	27	120	266
pd tse fs	сагиттальная	15	3	656	9,53	100	291
pd tse fs	аксиальная	20	3	3200	27	100	258
T1 se	аксиальная	15	3	550	13	100	279
T1 tse	корональная	11	3	550	14	120	248
T2 tse	аксиальная	15	3	4000	80	100	286

Примечание: ИП – импульсная последовательность, КС – количество срезов, ТС – толщина среза, TR – time of repetition – время повторения, TE – time of echo – время эхо, ПО – поле обзора, ВС – время сканирования, pd – proton density – протонная плотность, se – spin echo – спин-эхо, tse – turbo spin echo – турбо-спин эхо, fs – fat saturatio – подавление жировой ткани

Характеристика пациентов и выявленные патологические изменения в области кистевого сустава при проведении МРТ представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристика пациентов ОГ-II и патологические изменения в области кистевого сустава по данным МРТ

Анализируемые параметры		Количество пациентов (абс.)	%
Возраст (в годах)	10-11	9	27,3
	12-17	24	72,7
Пол	мужской	16	48,5
	женский	17	51,5
Исследуемая конечность	правая	17	51,5
	левая	16	48,5
ТФХК	разрывы	4	12,1
	дегенеративные изменения	26	78,8
	не изменен	3	9,1
Межкостная мембрана	ДКПММ «←→»*	18	54,5
	ДКПММ «+»*	15	45,5
	признаки повреждения	14	42,4
	не повреждена	19	57,5
Нарушение лучелоктевого взаимоотношения в ДЛЛС	есть	33	100
Квадратный пронатор предплечья	не изменен		100

Примечание: * - ДКПММ – дистальный косо́й пучо́к межкостной мембраны: «+» - определяется на МР-изображениях; «←→» - не определяется на МР-изображениях

Согласно таблице 13, большинство пациентов, которым было выполнено МРТ кистевого сустава, находились в возрастной категории 12-17 лет; количество мальчиков и девочек было одинаковым; также равное количество детей было обследовано с нестабильностью правого и левого ДЛЛС.

Относительно выявленных изменений, как продемонстрировано в таблице 11, у 4 пациентов были выявлены локальные участки повреждения ТФХК в

области локтевого края без отрыва ТФХК от основания шиловидного отростка локтевой кости. У 26 детей были определены дегенеративные изменения ТФХК в виде его истончения и избыточное натяжение из-за увеличения лучелоктевого индекса (Рисунок 28).



Рисунок 28 – Пациент Р., 14 лет. МР-изображение левого кистевого сустава в режиме протонной взвешенности с подавлением сигнала от жировой ткани в коронарной плоскости. Сплошными стрелками указано истончение и избыточное натяжение ТФХК (дегенеративные изменения), пунктирная стрелка указывает на нарушение лучелоктевого взаимоотношения в ДЛЛС в виде положительной локтевой дисперсии

Дегенеративные изменения ТФХК были классифицированы как ПА класс, согласно классификации Palmer (истончение, разволокнение диска без перфорации) (Palmer А.К., 1989).

Для оценки структуры межкостной мембраны использовали МР-изображения в аксиальной плоскости, на которых определяли наличие или отсутствие визуализации ДКПММ, а также его повреждение. Согласно описанным данным в публикациях отечественных и зарубежных авторов, нормальной толщину дистального отдела межкостной мембраны (у пациентов без ДКПММ) считали в диапазоне от 0,3 до 0,7 мм, у пациентов с ДКПММ – 1-2 мм,

(Голубев И.О. с соавт., 2020; Kim Y.H. et al., 2017). У 18 пациентов (54,5%) не выявлен ДКПММ. У 14 детей (42,4%) были определены признаки нарушения структуры ДКПММ в виде истончения, неровности и прерывистости контуров (Рисунок 29).

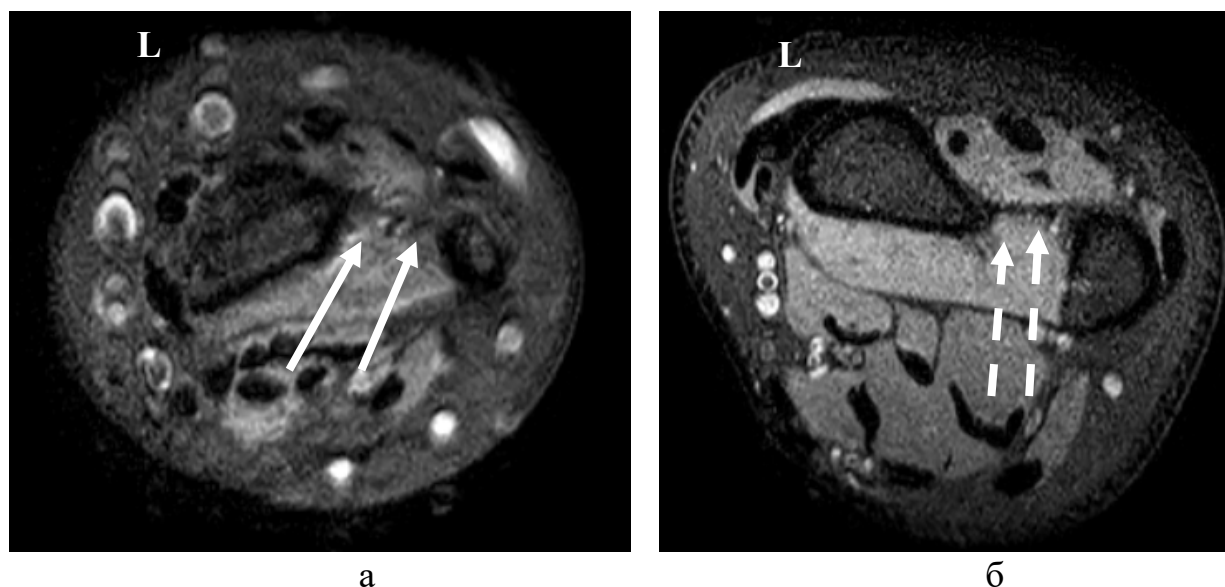


Рисунок 29 – МР-изображения левых лучезапястных суставов двух пациентов с хронической нестабильностью ДЛЛС в режиме протонной взвешенности с подавлением сигнала от жировой ткани в аксиальной плоскости. На изображении а – сплошные стрелки указывают на прерывистость и неравномерное истончение дистальных отделов межкостной мембраны (признаки повреждения межкостной мембраны). На изображении б – пунктирные стрелки обозначают гипоинтенсивную линейную структуру с четкими контурами, расположенную между внутренними отделами костей предплечья (неповрежденная межкостная мембрана). а - Пациент П, 17 лет, б – пациент К., 15 лет

Описанный в таблице 13 параметр «нарушение лучелоктевого взаимоотношения в ДЛЛС» определен у всех пациентов, которым было выполнено МРТ, в виде изменения показателя лучелоктевого индекса с подвывихом головки локтевой кости (Рисунок 30).

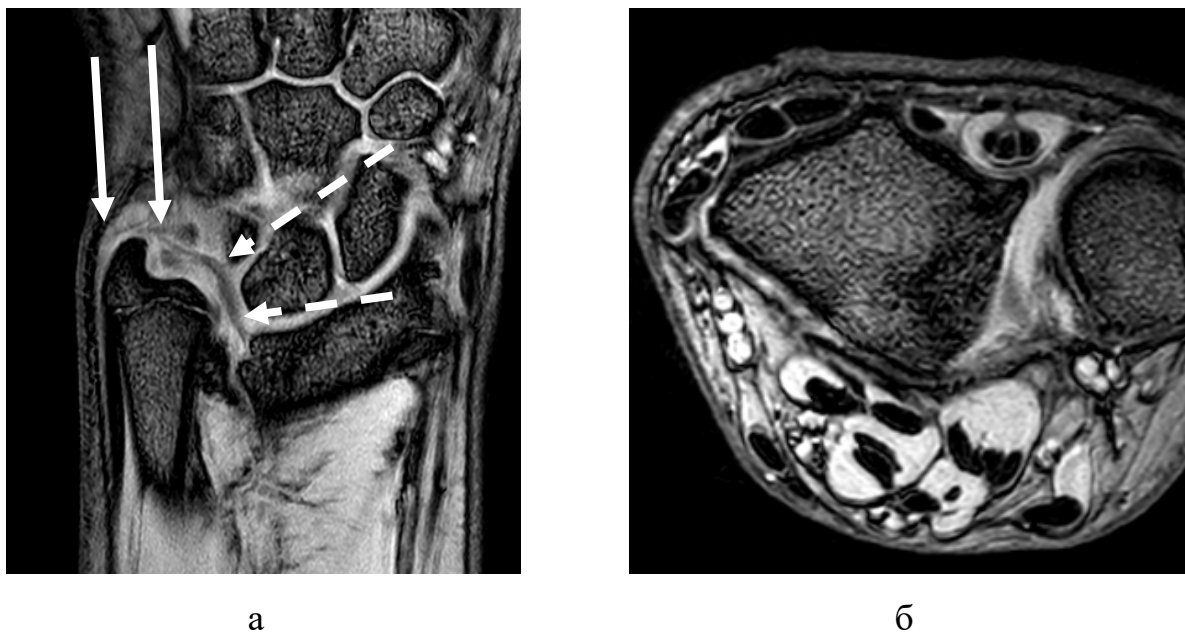


Рисунок 30 – Пациент К., 16 лет. МР-изображения левого лучезапястного сустава в режиме Т2-взвешенности в коронарной (а) и в аксиальной (б) плоскостях. Сплошными стрелками указано нарушение лучелоктевого взаимоотношения в ДЛЛС в виде положительной локтевой дисперсии в сочетании с подвывихом локтевой кости. Пунктирной стрелкой указан избыточное натяжение диска ТФХК с признаками разволокнения (зоны повышенного сигнала в структуре диска, без признаков прерывистости его контуров)

3.3 Обсуждение полученных результатов

Таким образом, в ходе клинического исследования было установлено, что подавляющая часть пациентов подгруппы ОГ-I обратились за медицинской помощью в первые сутки после травматического события. По данным рентгенологического исследования среди пациентов ОГ-I преобладали дети с эквивалентами повреждения Галеацци, что объясняется превалированием в этой группе пациентов с открытыми зона роста костей предплечья.

Среди исследуемых ОГ- II у большинства пациентов длительность анамнеза составляла от 1 года до 3 лет – полученные результаты сопоставимы с данными литературы и указывают на длительный анамнез заболевания у пациентов с данной патологией.

В ОГ-II примерно равное количество пациентов было с открытыми и закрытыми дистальными зонами роста, а у трети пациентов выявлено асимметричное замыкание зон роста с положительной локтевой дисперсией.

Согласно данным рентгенологических исследований костей предплечья, среди всех исследуемых основной группы преобладали пациенты с тыльным направлением смещения дистальных отделов локтевой кости, при этом у большинства пациентов ОГ-I был выявлен вывих, у пациентов ОГ-II – подвывих головки локтевой кости.

Результаты проведенных рентгенологических исследований костей предплечья у пациентов КГ позволили сделать выводы, что все рентгенометрические показатели дистальных отделов костей предплечья, кроме значения лучелоктевого угла у здоровых пациентов до 12 лет, сопоставимы с аналогичными рентгенометрическими параметрами во взрослой популяции. Показатель лучелоктевого угла у детей до 12 лет оказался меньше, что связано с неполной оссификацией дистального эпифиза лучевой кости.

Основными рентгенометрическими показателями дистальных отделов костей предплечья, которые указывают на нестабильность в ДЛЛС у пациентов как с острой, так и с хронической нестабильностью ДЛЛС явились показатели лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния, которые у исследуемых были изменены в связи с дислокацией дистальных отделов локтевой кости.

Полученные результаты МСКТ предплечий у пациентов ОГ-II эффективно дополнили и подтвердили данные рентгенологического исследования.

По результатам МРТ лучезапястного сустава у всех пациентов ОГ-II было определено нарушение лучелоктевого взаимоотношения в ДЛЛС. Среди повреждений мягкотканых структур у 14 пациентов были выявлены признаки застарелого повреждения межкостной мембраны, у 26 пациентов – дегенеративные изменения ТФХК, у 4 – поверхностные разрывы ТФХК.

ГЛАВА 4. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С ТРАВМАТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ДИСТАЛЬНОГО ЛУЧЕЛОКТЕВОГО СУСТАВА

4.1 Хирургическое лечение пациентов основной группы I (ОГ-I)

При первоначальном обращении пациентов ОГ-I с переломами дистальных отделов костей предплечья 20 детям было проведено лечение в первые сутки после травматического события. Остальным 11 пациентам ОГ-I хирургическое лечение было проведено в сроки от 6 до 25 дней после получения травмы в связи с наличием смещения костных отломков костей предплечья и невправленного вывиха головки локтевой кости по результатам контрольного лучевого исследования. Выбор метода лечения пациентов ОГ-I определяли на основании клинического осмотра и рентгенографического исследования.

В зависимости от возраста и степени смещения костных отломков пациентам требовалось выполнение различных видов хирургических вмешательств. Данные о видах хирургического вмешательства пациентов ОГ-I представлены в таблице 14, проиллюстрированы на рисунке 31.

Таблица 14 – Виды хирургических вмешательств у пациентов ОГ-I

Параметры		Количество пациентов (n=31, 100%)	
		n (абс.)	%
Вид оперативного вмешательства	Закрытая репозиция переломов костей предплечья	11	35,5
	Закрытая репозиция переломов костей предплечья, фиксация спицами Киршнера	7	22,6
	Открытая репозиция переломов костей предплечья, остеосинтез накостной пластиной	2	6,4
	Закрытая репозиция переломов костей предплечья с фиксацией спицами Киршнера, стабилизация ДЛЛС биоссальной спицей Киршнера	8	25,8
	Открытая репозиция переломов костей предплечья, металлостеосинтез накостной пластиной, стабилизация ДЛЛС биоссальной спицей Киршнера	3	9,7

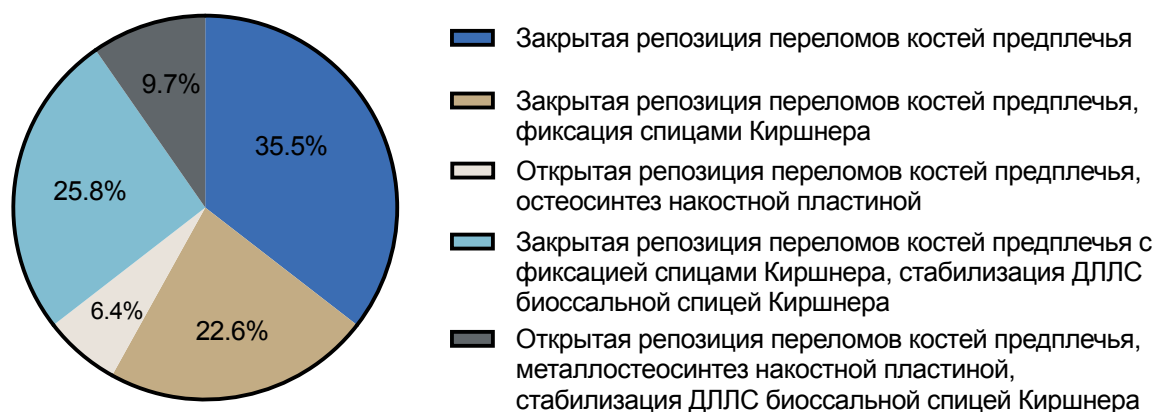


Рисунок 31 – Виды лечебных манипуляций у пациентов ОГ-I

Одиннадцати пациентам интраоперационно после репозиции и металлофиксации с восстановлением анатомической оси и длины костей предплечья проводили «стресс-тест» на стабильность ДЛЛС: 8 пациентам после выполнения закрытой репозиции с фиксацией костных отломков спицами и 3 пациентам после открытой репозиции и металлоостеосинтеза фрагментов накостной пластиной выполняли стабилизацию ДЛЛС биоссальной спицей Киршнера.

Следует отметить, что средний возраст пациентов, которым была выполнено только закрытая репозиция переломов, составил $10,23 \pm 1,75$, а средний возраст пациентов с хирургическим этапом коррекций деформации – $14,23 \pm 2,87$.

После выполнения лечения всем пациентам ОГ-I осуществляли иммобилизацию гипсовой лонгетой с фиксацией смежных суставов – от уровня пястно-фаланговых суставов до средней трети плеча в положении сгибания в локтевом суставе 90° , среднефизиологическом положении предплечья и нейтральном положении кисти. Фаланги пальцев кисти оставляли свободными от гипсовой повязки с целью обеспечения контроля кровоснабжения конечности после выполнения оперативного лечения.

Для профилактики отека верхней конечности придавали возвышенное положение на протяжении 3-4 суток. С целью обезболивания использовали нестероидные противовоспалительные средства в возрастной дозировке.

Лечебную гимнастику применяли на протяжении всего периода гипсовой

иммобилизации после уменьшения болевого синдрома для стимуляции мышечной силы поврежденной конечности.

Период гипсовой иммобилизации составлял от 4 до 6 недель, затем конечность переводили на фиксацию в мягкую функциональную повязку сроком 2-3 недели. Разработку ротационных движений предплечья рекомендовали начинать с 6 недели от момента проведенного лечения.

Биоссальную спицу удаляли через 4-6 недель после операции. Сроки удаления металлоконструкций составляли от 2 до 6 месяцев после лечения с учетом консолидации переломов по результатам контрольного лучевого обследования.

Таким образом, в нашем исследовании подавляющей части пациентов ОГ-I (67,8%) потребовалось проведение хирургического вмешательства, что связано с величиной смещения отломков костей предплечья и возрастом пациентов, так как большинство из них (74,2%) относились к подростковому возрасту. Ремоделирующий потенциал остаточных смещений дистальных отделов костей предплечья и стабилизации ДЛЛС у пациентов старше 10 лет снижен, что говорит о необходимости хирургической коррекции деформаций.

4.2 Хирургическое лечение пациентов основной группы II (ОГ-II)

Всем пациентам ОГ-II были проведены реконструктивно-хирургические вмешательства с устранением нестабильности ДЛЛС путем восстановления анатомической оси и длины костей предплечья. Части пациентов ОГ-II потребовалось двухэтапное лечение с выполнением мягкотканых методов стабилизации ДЛЛС.

После детального анализа результатов комплексного клинико-инструментального обследования пациентов ОГ-II определяли вид и объем (этапность) хирургического вмешательства.

Оперативное лечение у пациентов ОГ-II проводили с применением жгута в условиях комбинированного анестезиологического пособия, включающего общее обезболивание и региональную анестезию. Гемостаз осуществляли с

применением электрокоагулятора.

Все виды хирургических вмешательств у пациентов ОГ-II были разделены на два этапа:

- 1 этап (основной) включал устранение посттравматических деформаций дистальных отделов костей предплечья - различные варианты остеотомий костей предплечья;
- 2 этап (дополнительный) – оперативные вмешательства проводили после устранения костных деформаций и полной консолидации фрагментов костей предплечья. Стабилизацию головки локтевой кости в дистальном радиоульнарном сочленении выполняли с помощью аутогендопластики сухожилием локтевого разгибателя запястья (патент на изобретение РФ №2769070 от 28.07.2021 «Способ стабилизации головки локтевой кости в дистальном лучелоктевом суставе у детей»).

Виды хирургических вмешательств представлены в таблице 15, проиллюстрированы на рисунке 32.

Таблица 15 – Виды хирургических вмешательств у пациентов ОГ-II

Виды хирургических вмешательств		Количество операций (n=45, 100%)	
		n (абс.)	%
Корректирующая остеотомия лучевой кости (n=11; 24,4%)	osteotomy	8	17,8
	osteotomy + аутогендопластика ДЛС	3	6,7
Корректирующая остеотомия локтевой кости (n=24; 53,3%)	osteotomy	17	37,8
	osteotomy + аутогендопластика ДЛС	7	15,5
Корректирующая остеотомия обеих костей предплечья (n=10; 22,2%)	osteotomy	6	13,3
	osteotomy + аутогендопластика ДЛС	4	8,9

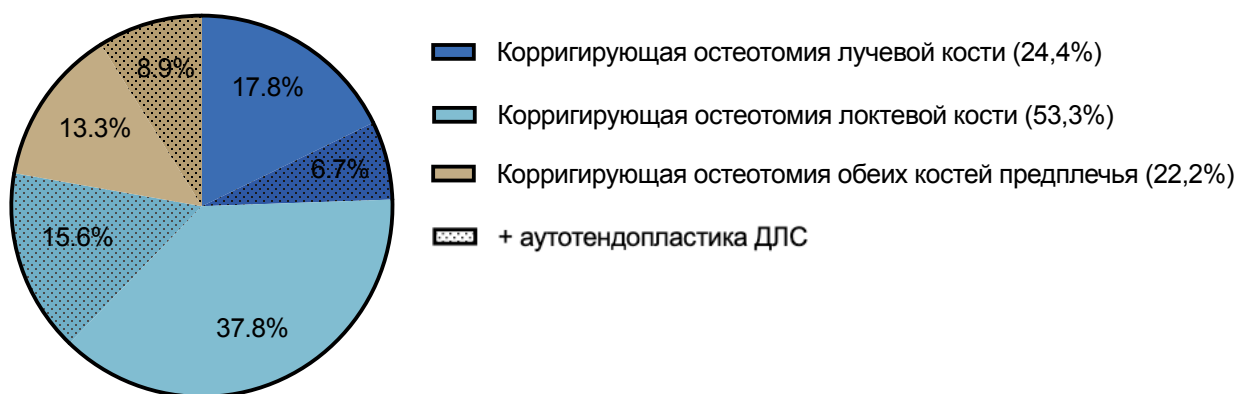


Рисунок 32 – Секторно-круговая диаграмма. Виды оперативных вмешательств у пациентов ОГ-II

Согласно таблице 15 и рисунку 32, на основном этапе наиболее часто выполняли корригирующую остеотомию локтевой кости, стабилизацию головки локтевой кости с помощью аутосухожилия локтевого разгибателя кисти.

Корригирующие остеотомии проводили на вершинах деформаций одной или обеих костей предплечья.

Укорачивающую остеотомию выполняли в дистальном отделе локтевой кости, проксимальнее места прикрепления дистальной межкостной мембраны предплечья с целью предупреждения повреждения ее дистального косоого пучка.

Четырнадцать пациентам после устранения посттравматических деформаций костей предплечья выполняли стабилизацию головки локтевой кости в дистальном радиоульнарном сочленении.

Для обеспечения стабильности головки локтевой кости нами был разработан и применен у 14 детей «Способ стабилизации головки локтевой кости в дистальном лучелоктевом суставе» (патент на изобретение РФ №2769070 от 28.07.2021).

Данная методика позволяет выполнить реконструкцию дистального отдела межкостной мембраны предплечья при наличии клинических и МР-признаков повреждения ДКПММ. Предложенная стабилизация ДЛЛС предполагает внесуставное выполнение оперативного вмешательства, что, в свою очередь, уменьшает объем хирургического лечения.

Разработанная методика стабилизации ДЛЛС может быть использована как

изолированный метод лечения ДЛЛС, однако, с учетом наличия посттравматических деформаций костей предплечья, мы применяли данный способ лечения после реконструктивных вмешательств на костях предплечья.

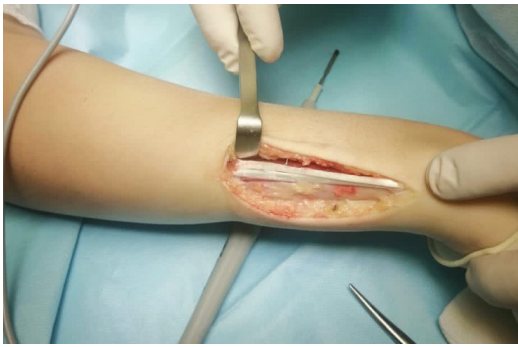
Показания:

1. Анамнестические данные за переломы и переломовывихи дистального отдела костей предплечья
2. Клинико-рентгенологические признаки тыльного подвывиха/вывиха головки локтевой кости, выявленные по результатам обследования после реконструктивных вмешательств на костях предплечья.
3. МРТ признаки застарелого повреждения дистального косоого пучка межкостной мембраны.

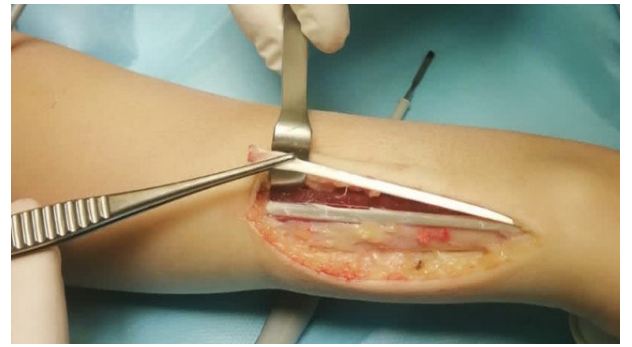
Техника операции.

Выполняли линейный разрез по наружной поверхности дистального отдела локтевой кости. После мобилизации мягких тканей осуществляли доступ к сухожилию локтевого разгибателя запястья (*ex. carpi ulnaris*), затем производили его продольное расщепление с забором части сухожилия, сохраняя дистальное прикрепление сухожилия. С помощью викриловой нити выполняли армирование сухожилия. Затем последовательно выходили на дистальные отделы локтевой кости в зоне ее метафиза (~1-1,5 см от суставной поверхности головки локтевой кости) для выполнения под рентгеновским контролем сквозных внутрикостных каналов в поперечном направлении в локтевой и лучевой костях. Используя спицу-направитель через сформированные каналы проводили порцию сухожилия локтевого разгибателя запястья. Затем фиксировали выделенную порцию сухожилия на локтевой кости в положении натяжения. Далее с помощью спицы Киршнера биоссально фиксировали дистальные метадиафизы костей предплечья в нейтральном положении. Выполняли гемостаз. Операцию завершали послойным ушиванием раны, наложением асептической повязки и фиксацией верхней конечности гипсовой лонгетой.

Пример применения разработанного способа стабилизации головки локтевой кости в ДЛЛС представлен на рисунках 33-35.



а



б



в

Рисунок 33 – а – выделение сухожилия локтевого разгибателя запястья; б – продольное расщепление сухожилия локтевого разгибателя запястья; в – армирование сухожилия локтевого разгибателя запястья

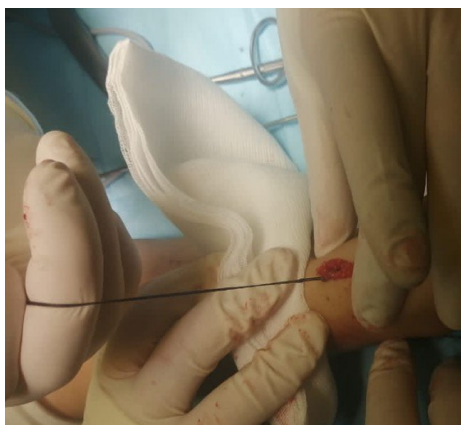


а



б

Рисунок 34 – а – формирование внутрикостных каналов в дистальных метафизах локтевой и лучевой костей; б – проведение направляющей спицы через сформированные внутрикостные каналы костей предплечья



а



б

Рисунок 35 – а – проведение порции аутосухожилия локтевого разгибателя кисти через сформированные каналы; б – фиксация нитей аутосухожилия на локтевой кости

После операции пациентам назначали обезболивающие препараты группы нестероидных противовоспалительных средств. Перевязку осуществляли на вторые сутки после проведенного оперативного лечения и далее 1 раз в 3 дня. На 14 сутки снимали швы. Спицу удаляли через 3 недели. Имобилизацию гипсовой лонгетой в послеоперационном периоде проводили в течение 4 недель. После удаления гипсовой лонгеты рекомендовали ношение конечности на косыночной повязке сроком 7-10 дней. Реабилитацию проводили в объеме лечебной физкультуры – разработка ротационных движений в пассивном и активном режимах. Ротационные движения предплечья рекомендовали начинать после удаления деротационной спицы; сначала пассивно, затем в течение 6-8 недель активно с постепенным расширением диапазона движений при условии нормального течения послеоперационного периода.

Занятия физической культурой, спортом рекомендовали начинать не ранее 6 месяцев после оперативного лечения при отсутствии болевого синдрома в области кистевого сустава, при условии полного восстановления функции верхней конечности.

Таким образом, выбор метода хирургического вмешательства у пациентов основных групп (ОГ-I и ОГ-II) должен учитывать клиническую картину, лучевые признаки повреждений костей предплечья. Дополнительные методы исследования, такие как, МРТ позволяют выявить характер патологических

изменений мягкотканых структур верхней конечности у пациентов ОГ-II, что определяет наиболее оптимальный вариант оперативного лечения. Тип хирургического вмешательства направлен на коррекцию деформаций с восстановлением нормальной анатомии дистального отдела костей предплечья, т.е. нивелирование анатомической нестабильности ДЛЛС и восстановление функции верхней конечности с коррекцией функциональной нестабильности ДЛЛС.

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ТРАВМАТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ДИСТАЛЬНОГО ЛУЧЕЛОКТЕВОГО СУСТАВА

В данной главе представлены результаты лечения 76 детей с травматической нестабильностью ДЛЛС, приведен сравнительный анализ до и после хирургических вмешательств относительно состояния костных структур по данным рентгенологического метода, амплитуд ротационных движений предплечья и движений в кистевом суставе, согласно клиническому осмотру. Проанализированы данные субъективной оценки функции конечности по вопроснику DASH до и после оперативного лечения, а также ошибки и осложнения, которые возникли у пациентов ОГ-I и ОГ-II после проведенного лечения.

5.1 Оценка результатов лечения пациентов с острой нестабильностью дистального лучелоктевого сустава (ОГ-I)

Оценку результатов лечения пациентов ОГ-I проводили по данным рентгенологического метода всем пациентам после оперативного вмешательства, на 5 и 10 сутки после лечения для оценки положения костных фрагментов. У 20 пациентов оценены рентгенограммы через 1-4 месяца, у 11 пациентов – в сроки до 12 месяцев. 11 пациентам также выполнена клиническая оценка результатов лечения через 12 месяцев. У 14 детей результаты расценены как хорошие (45,1%). При контрольном осмотре по данным рентгенологического метода не выявлено смещения костных отломков и деформаций поврежденных костей у 14 пациентов ОГ-I. По результатам клинического осмотра у 2 пациентов с переломовывихом локтевой кости определено ограничение амплитуды движений активной ротации предплечья, а именно, супинации, при этом пассивная ротация предплечья не нарушена. Данное нарушение функции предплечья, связано с отсутствием адекватной реабилитационной программы; пациенты продолжают находиться под наблюдением.

В качестве критериев, которые подлежали сравнительной оценке с целью определения результативности проведенного лечения у всех пациентов были выбраны рентгенометрические показатели, а именно лучелоктевой индекс и радиоульнарное расстояние, так как эти параметры у большинства пациентов ОГ-I были изменены. Сравнительные результаты измерения ЛЛИ у всех пациентов ОГ-I представлены в таблицах 16 и 17.

Таблица 16 – Лучелоктевой индекс по данным рентгенографии у пациентов ОГ-I до и после лечения

Подгруппы	До	После
ОГ-IA	-0,2±3,293 [-2,412; 2,012] *	-0,09±1,073 [-0,812; 0,63]
ОГ-IB	-2,89±4,042 [-5,996; 0,218]	-0,21±0,73 [-0,773; 0,35] #
ОГ-IB	0,44±4,23 [-2,405; 3,278] *	-0,05±0,478 [-0,367; 0,276]
<p>Данные представлены в виде M±SD [95% CI]. ANOVA, Tukey's multiple comparisons test; различия статистически значимы (p<0,05): * - при сравнении с группой ОГ-IB в той же временной точке; # - при сравнении внутри групп между точками «до» и «после»</p>		

Таблица 17 – Радиоульнарное расстояние по данным рентгенографии у пациентов ОГ-I до и после лечения

Подгруппы	до	после	p
ОГ-IA	10,27±2,22 [8,782; 11,764]	5,05±1,274 [4,19; 5,901]	<0,0001
ОГ-IB	10,1±7,847 [4,068; 16,132]	4,11±1,9 [2,65; 5,572]	<0,0001
ОГ-IB	10,83±6,794 [6,263; 15,392]	2,66±1,058 [1,949; 3,371]	<0,0001

Согласно таблицам 16 и 17 видно, что в отдаленном послеоперационном периоде наблюдается изменение показателей ЛЛИ и РУР в виде уменьшения значений и степени их дисперсии, приближение их нормальным значениям. При этом отмечается, что после хирургического вмешательства уменьшение показателя РУР значимо снижалось во всех трех подгруппах (уровень статистической значимости <0,0001), при этом снижение РУР в ОГ-IA составило 51%, в ОГ-IB – 59%, а наибольшая степень снижения наблюдалась в ОГ-IB – на 75%.

По данным клинического осмотра отмечено изменение амплитуды активных ротационных движений предплечья после проведенного лечения (Таблица 18).

Таблица 18 – Сравнительный анализ амплитуды активных ротационных движений до и после лечения у пациентов ОГ-I

Период наблюдения	Пронация	Супинация
До лечения	6,45±7,164 [3,824; 9,079]	3,06±3,577 [1,752; 4,377]
После лечения	73,55±10,503 [69,696; 77,401]	81,19±6,063 [78,97; 83,418]

Как видно из таблицы 18, у всех пациентов ОГ-I после лечения определяется увеличение амплитуды ротационных движений предплечья, $p < 0,0001$ (тест Манна-Уитни). Результаты «стресс-теста» в послеоперационном периоде у пациентов ОГ-I: ОГ-IA - $1 \pm 1,095$ [0,264; 1,736], ОГ-IB - $0,56 \pm 0,726$ [-0,003; 1,114], ОГ-IB - $0,18 \pm 0,405$ [-0,09; 0,454]. При этом выявлена статистически значимая разница между ОГ-IA и ОГ-IB ($p = 0,0232$). Среди всех пациентов ОГ-I показатели теста были лучше у пациентов ОГ-IB (Рисунок 36).

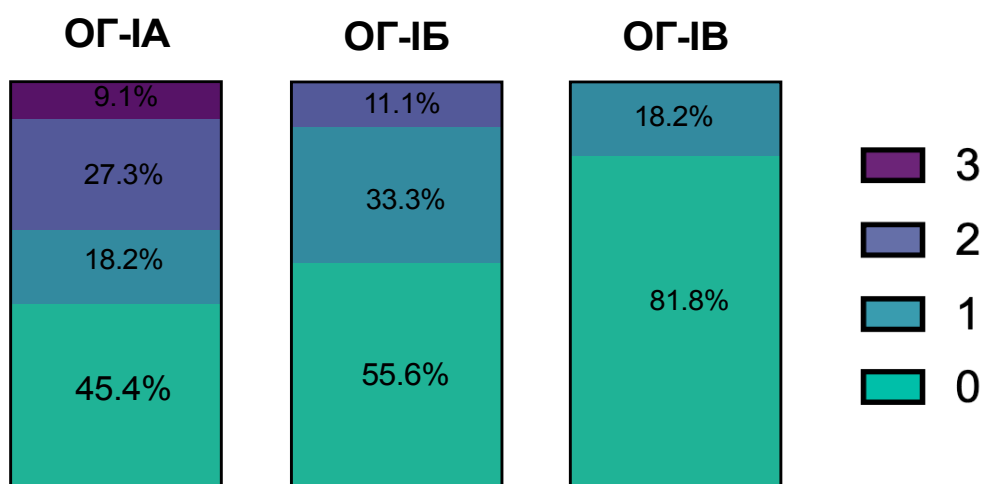


Рисунок 36 – Процентное распределение пациентов ОГ-I по показателям «стресс-теста» в подгруппах после лечения

Таким образом, нами было выявлено статистически достоверные различия

по рентгенометрическим показателям и функциональному состоянию предплечья у пациентов ОГ-I в послеоперационном периоде, что свидетельствует о правильном выборе варианта лечения.

Клинический пример 5.

Пациент Я., 16 лет. Диагноз: Повреждение Галеацци левого предплечья, 20 сутки после травматического события. Острая нестабильность ДЛЛС. Обратился в ЛПУ по месту жительства в 1-ые сутки после травмы. Выполнено обследование (рентгенография костей предплечья), закрытая репозиция иммобилизация гипсовой лонгетой. Сохраняющиеся деформации расценены как допустимые величины смещений. На рисунке 37 представлены рентгенограммы до и после открытой репозиции перелома с применением металлоостеосинтеза спицами Киршнера и пластиной.

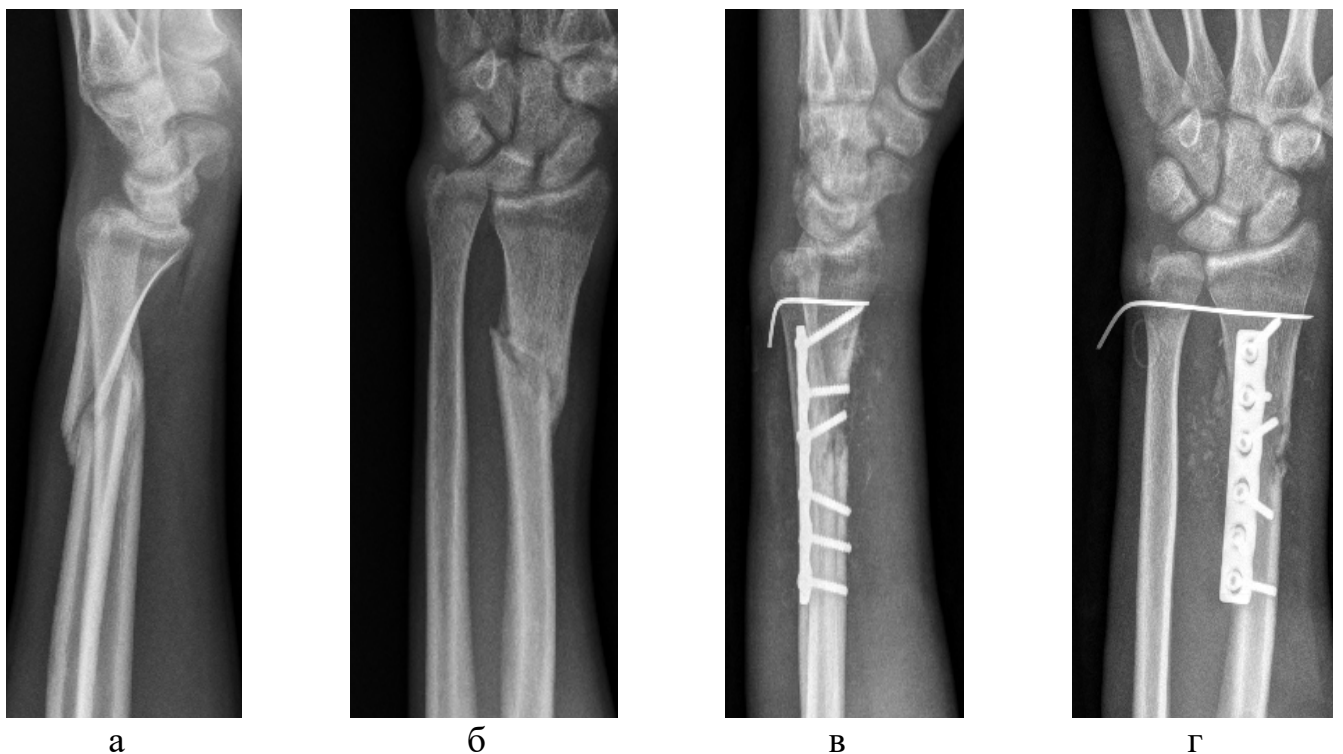


Рисунок 37 – Рентгенограммы левого предплечья до и после оперативного лечения: а – боковая проекция до оперативного лечения, б – прямая проекция до оперативного лечения, в – боковая проекция, выполненная интраоперационно, г – интраоперационная прямая проекция. На рисунках а и б определяется перелом дистального метадиафиза лучевой кости левого предплечья со смещением, дислокация локтевой кости к тылу и дистально. На рисунках в, г перелом лучевой кости фиксирован пластиной; вывих локтевой кости устранен, использована спица Киршнера для диафиксации путем проведения через дистальные метафизы костей предплечья

Контрольный осмотр больного через 18 месяцев после оперативного лечения показал, что ребенок активных жалоб не предъявляет, при клиническом осмотре наблюдается увеличение амплитуды ротационных движений предплечья (Рисунок 38).

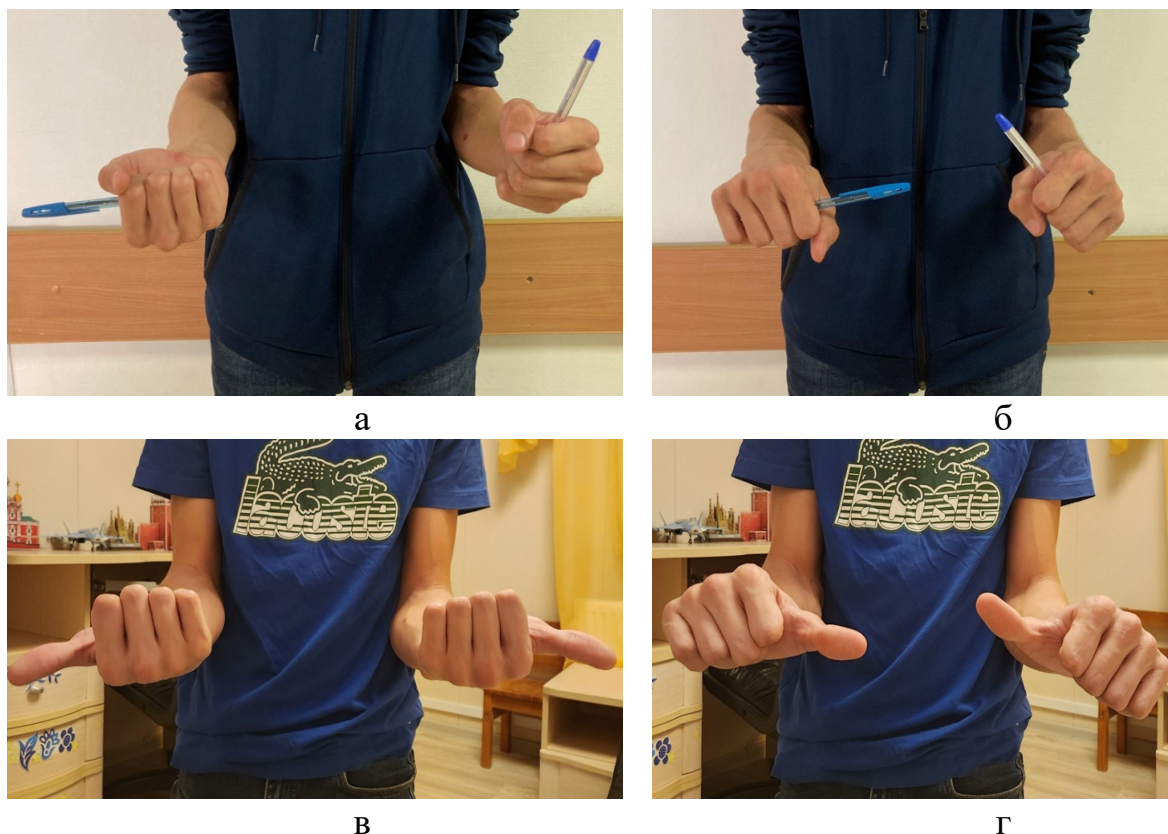


Рисунок 38 – Клинический осмотр пациента до (а, б) и после (в, г) оперативного лечения: а – до оперативного лечения супинация левого предплечья – 0° ; б – до оперативного лечения пронация левого предплечья – 15° ; в – через 18 месяцев после оперативного лечения супинация левого предплечья – 90° ; г – через 18 месяцев после оперативного лечения пронация левого предплечья – 75°

Клинический пример 6.

Пациент К., 13 лет, Эквивалент повреждения Галеацци левого предплечья, 23 сутки после травматического события. Обратился в ЛПУ по месту жительства. Выполнено обследование (рентгенография), закрытая репозиция и гипсовая иммобилизация. Сохраняющиеся деформации расценены как допустимые величины смещений.

На рисунке 39 представлены клинико-рентгенологические данные до и рентгенограммы после оперативного лечения переломов дистальных отделов

костей предплечья.



Рисунок 39 – Рентгенограммы левого предплечья до и после оперативного лечения а– внешний вид поврежденного предплечья б – прямая проекция до оперативного лечения, в – боковая проекция до оперативного лечения, г – прямая проекция после оперативного лечения, д – боковая проекция после оперативного лечения. Определяется поднадкостничный перелом дистального метадиафиза левой лучевой кости с угловой деформацией, дистальный метаэпифизеолиз локтевой кости. На рисунках в, г перелом лучевой кости фиксирован пластиной; перелом локтевой кости фиксирован с помощью двух спиц Киршнера

Через 6 месяцев после оперативного лечения при клиническом осмотре выявлено увеличение амплитуды ротационных движений предплечья, отсутствие болевого синдрома, ДЛЛС стабилен (Рисунок 40).

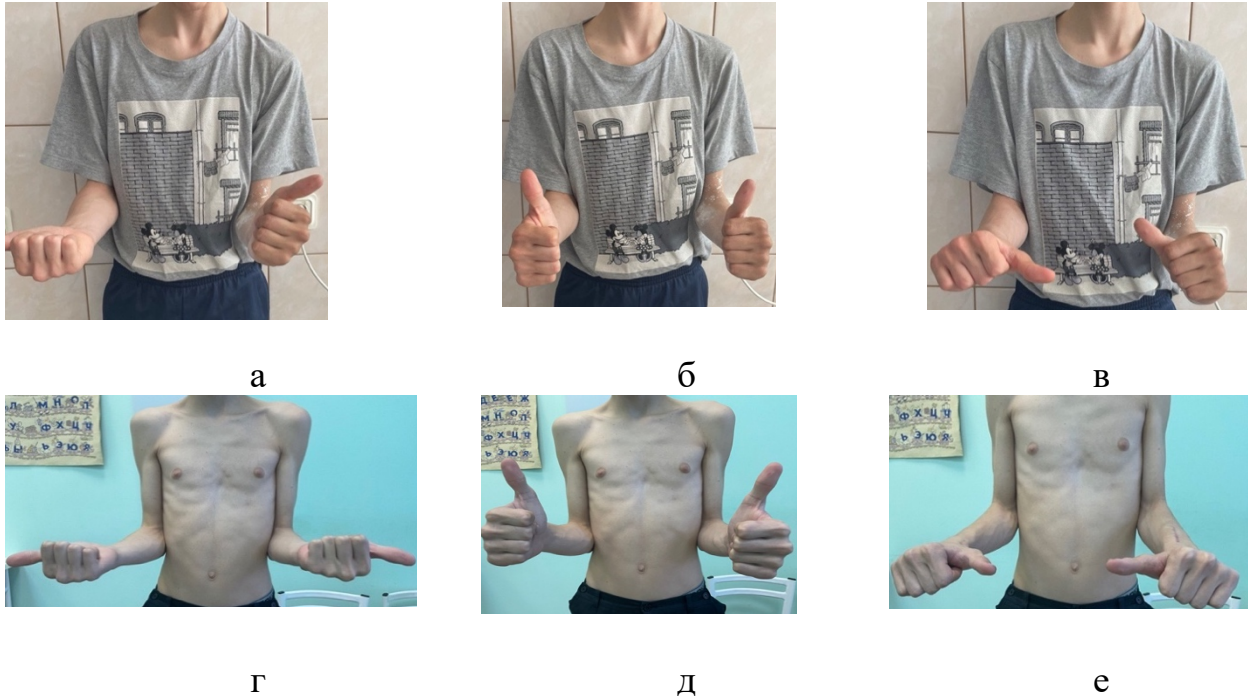


Рисунок 40 – Клинический осмотр пациента до (а, б, в) и после (г, д, е) оперативного лечения: а – до оперативного лечения супинация левого предплечья – 0° ; б – до оперативного лечения пронация левого предплечья – 30° ; в – через 4 месяца после оперативного лечения супинация левого предплечья – 90° ; г – через 4 месяца после оперативного лечения пронация левого предплечья – 90°

Клинический пример 7.

Пациент Т., 16 лет, перелом локтевой кости правого предплечья со смещением, острая нестабильность ДЛЛС (18 сутки после травматического события). Выполнено обследование (рентгенография), закрытая репозиция и гипсовая иммобилизация. Сохраняющаяся деформация расценена как допустимая величина смещения.

На рисунке 41 продемонстрированы рентгенограммы до и после оперативного лечения перелома.

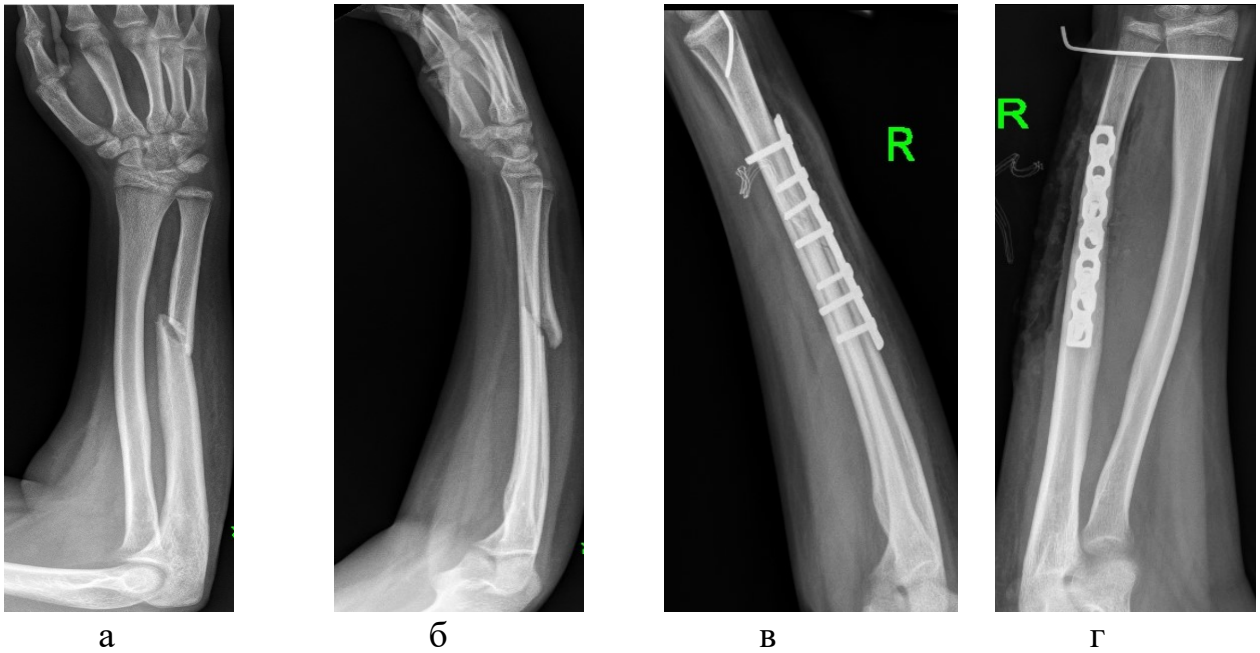


Рисунок 41 – (а – прямая проекция левого предплечья до оперативного лечения, б – боковая проекция левого предплечья до оперативного лечения, в – прямая проекция левого предплечья после оперативного лечения, г – боковая проекция левого предплечья до оперативного лечения). На рисунках в, г перелом локтевой кости фиксирован накостной пластиной, выполнена диафиксация костей предплечья на уровне ДЛЛС

При клиническом осмотре через 6 месяцев ротационные движения предплечья полной амплитуды, болевой синдром отсутствует, ДЛЛС стабилен (Рисунок 42).

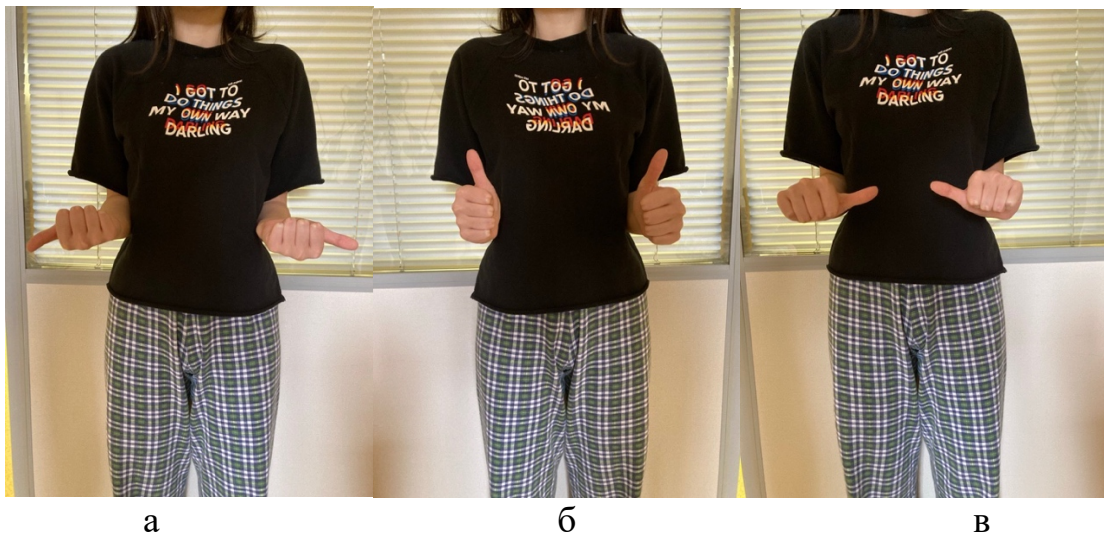


Рисунок 42 – Клинический осмотр пациента после (а, б, в) оперативного лечения: а – через 6 месяца после оперативного лечения супинация левого предплечья – 90° ; б – через 6 месяца после оперативного лечения нейтральное положение левого предплечья; в – через 6 месяца после оперативного лечения пронация левого предплечья – 90°

5.2 Оценка результатов лечения пациентов с хронической нестабильностью дистального лучелоктевого сустава (ОГ-II)

Сравнительной оценке подвергали результаты функциональных возможностей предплечья – ротация предплечья, движения в кистевом суставе (сгибание/разгибание, лучевая/локтевая девиация), результаты клинического «стресс-теста», рентгенометрических параметров в ДЛЛС и баллы шкалы DASH на этапах перед оперативным лечением деформаций, после оперативного лечения и в отдаленном периоде наблюдения, как у всех пациентов ОГ-II, так и в качестве сравнительного анализа между двумя подгруппами в зависимости от примененных методик лечения.

Относительно пронационных движений предплечья на основании повторных измерений амплитуды ротации до, в послеоперационном периоде и в отдаленном послеоперационном периоде было выявлено, что показатели в послеоперационном периоде изменялись незначительно в сравнении с дооперационным периодом, в отдаленном послеоперационном периоде показатели имели статистически значимые отличия. Так, до оперативного вмешательства средние показатели пронации составили $45,78 \pm 21,158^0$ [39,421; 52,134], после оперативного лечения (после удаления металлоконструкций) - $40,33 \pm 14,158^0$ [36,08; 44,587], в отдаленном периоде – $72,11 \pm 8,822^0$ [69,461; 74,762], $p < 0,0001$ (тест Welch ANOVA). Таким образом, в отдаленном послеоперационном периоде у пациентов ОГ-II определяется статистически значимое увеличение амплитуды пронации

При сравнительной оценке супинационных движений предплечья были выявлены достоверные отличия между показателями до оперативного лечения и в отдаленном послеоперационном периоде $p = 0,0003$ (тест Welch ANOVA). До оперативного лечения показатели супинации составляли $37,67 \pm 20,045^0$ [31,644; 43,689], после удаления металлоконструкций – $32,49 \pm 17,357^0$ [27,274; 37,703], в отдаленном послеоперационном периоде – $53,33 \pm 15,739^0$ [48,605; 58,062].

До оперативного лечения у пациентов с ограничением сгибания в кистевом суставе сгибание в среднем составляло $42,5 \pm 9,501^0$ [35,703; 49,297]. В отдаленном

периоде наблюдения этот функциональный показатель был значимо выше предоперационных значений – $64,5 \pm 6,852^0$ [59,599; 69,401] – $p=0,0002$ (тест Манна-Уитни).

По показателю разгибания в кистевом суставе среди пациентов с нарушением разгибания также значения отличались при сравнительной оценке в до и послеоперационный периоды: до операции разгибание – $14,71 \pm 4,135^0$ [12,58; 16,832], в отдаленном периоде наблюдения – $38,24 \pm 6,833^0$ [34,722; 41,749] – $p<0,0001$ (тест Манна-Уитни).

У 9 пациентов с преждевременным закрытием дистального физиса лучевой кости определяли лучевую девиацию кисти, которая в среднем составила $17,3 \pm 4,2^0$. При контрольном осмотре пациентов в послеоперационном периоде по этому показателю были получены статистически значимые отличия ($p<0,05$): отклонение кисти от линии предплечья после оперативного вмешательства – $4,4 \pm 1,7^0$, в отдаленном послеоперационном периоде – $2,1 \pm 1,2^0$.

У 8 (17,7%) пациентов в отдаленном послеоперационном периоде при клиническом осмотре и проведении «стресс-теста» сохранялась повышенная подвижность головки локтевой кости в ДЛЛС без болевого синдрома. Данное обстоятельство мы связываем с гипермобильностью в суставах у этих пациентов; при сравнительном выполнении теста в здоровой конечности также отмечена повышенная мобильность головки локтевой кости.

Анализ результатов «стресс-теста» до и после оперативного вмешательства среди пациентов ОГ-II показал, что хирургические вмешательства в обеих подгруппах оказывали позитивный эффект на показатели «стресс-теста», снижая их в ОГ-IIА почти в 2 раза (до лечения – $2,16 \pm 1,068$ [1,77; 2,553], после лечения – $1,61 \pm 0,803$ [1,318; 1,908]), в ОГ-IIБ более чем в 5 раз (до лечения – $2,5 \pm 0,519$ [2,2; 2,8], после лечения – $0,43 \pm 0,514$ [0,132; 0,725]), $p<0,0001$ (рисунок 43).

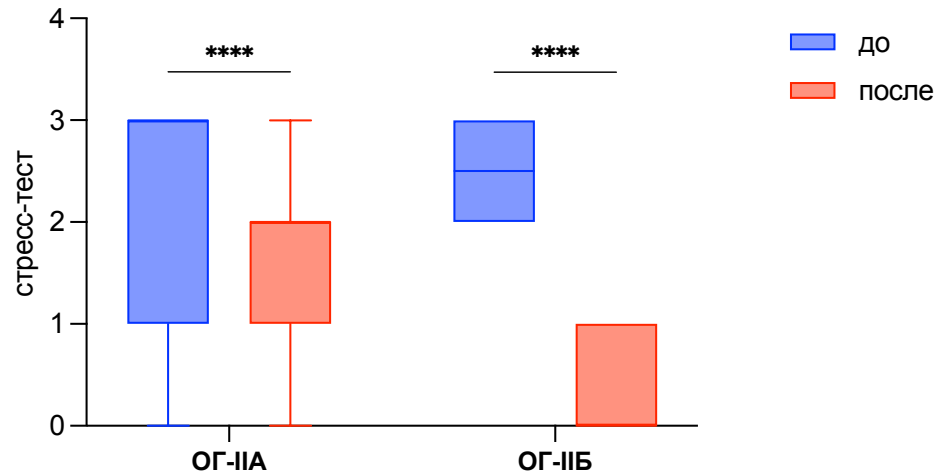


Рисунок 43 – Диаграммы размаха. Результаты стресс-теста у пациентов ОГ-II до и после лечения, **** - различия статистически значимы, $p < 0,0001$

Учитывая, что у большинства пациентов на этапе предоперационного обследования наблюдалось изменение лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния при рентгенографии костей предплечья, сравнительный анализ рентгенометрических параметров проводился именно по этим показателям. Было выявлено, что после хирургического вмешательства у всех пациентов ОГ-II имеются статистически значимые различия - уменьшение показателей ЛЛИ и РУР (Таблица 19).

Таблица 19 – Показатели лучелоктевой индекса и радиоульнарного расстояния у пациентов ОГ-II до и после лечения

Показатель	до	после	p
ЛЛИ	$5,69 \pm 4,859$ [4,233; 7,153]	$0,69 \pm 1,192$ [0,333; 1,049]	$< 0,0001$
РУР	$-4,31 \pm 6,333$ [-6,209; -2,404]	$-1,26 \pm 1,667$ [-1,759; -0,757]	0,0024

Таким образом, определяется улучшение анализируемых рентгенометрических параметров после оперативного лечения без прогрессирования деформации. Это указывает на правильный выбор лечения пациентов, а также может быть связано с тем, что большинство пациентов находились на этапе закрытия зон роста или рост костей предплечья уже был закончен.

Для сравнительной оценки эффективности лечения пациентов ОГ-II в двух подгруппах были проанализированы результаты рентгенфункционального исследования лучезапястного сустава (в положении вывиха головки локтевой кости). За основу была взята средняя величина, характеризующая степень смещения – $\frac{1}{2}$ диаметра головки локтевой кости, при этом для выражения в числовых значениях степени смещения обозначались как 0, 1, 2, 3, где 0 – отсутствие смещения головки локтевой кости, 1 – децентрация головки, 2 – подвывих головки, 3 – вывих головки. Было выявлено, что в обеих подгруппах наблюдается улучшение результатов: в ОГ-IIА улучшение показателей наступало в 1,6 раз (показатели до лечения - $2,55 \pm 0,81$ [2,251; 2,845], после лечения - $1,58 \pm 0,992$ [1,217; 1,945]), в ОГ-IIБ – в 4,6 раз (показатели до лечения - $2,64 \pm 0,497$ [2,356; 2,93], после лечения - $0,57 \pm 0,514$ [0,275; 0,868]) (Рисунок 44).

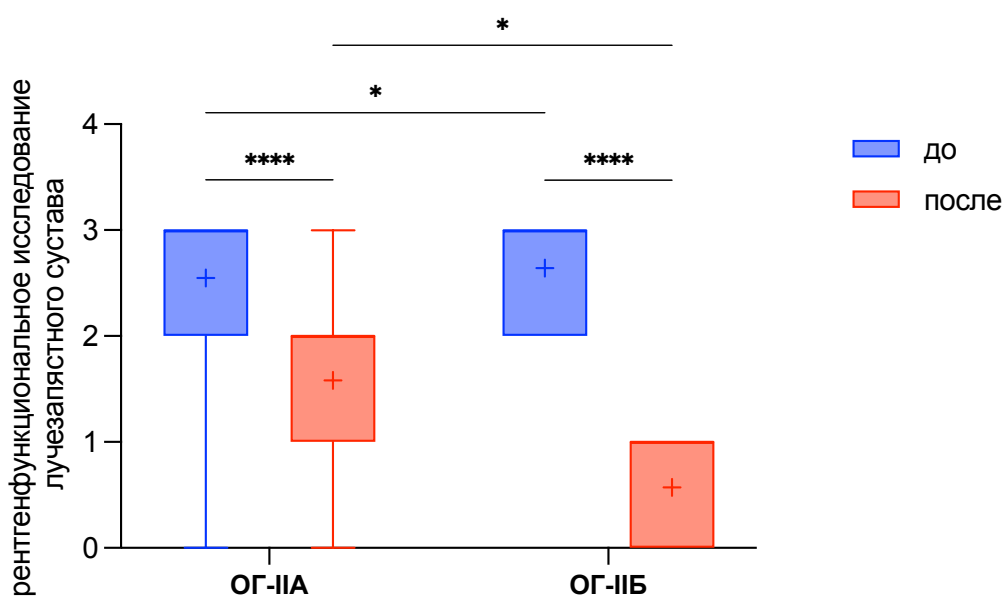


Рисунок 44 – Диаграммы размаха. Степень смещения головки локтевой кости по данным рентгенфункционального исследования у пациентов ОГ-II до и после лечения, *-различия статистически значимы, $p < 0,05$, ****-различия статистически значимы, $p < 0,0001$

Для субъективной оценки результатов лечения детей из ОГ-II также использовали вопросник DASH (Disability of the Arm, Shoulder and Hand Outcomes Measure, 2006) до лечения и в отдаленный послеоперационный период.

Из вопросника был исключен 21 пункт, что не противоречит правилу использования данной анкеты – не допускается пропуск более трех пунктов опросника. Дополнительные разделы - «Раздел работы», «профессиональные спортсмены/музыканты» не оценивали.

Ответы по данному вопроснику подсчитывались по формуле: $((\text{сумма ответов}/n)-1) \times 25$, где n-количество заполненных ответов.

По результатам вопросника DASH до хирургического вмешательства пациенты обеих подгрупп не отличались между собой, составляя в ОГ-IIА $27,84 \pm 10,881$ [23,847; 31,83], в ОГ-IIБ - $27,79 \pm 8,604$ [22,818; 32,753]. После хирургических вмешательств в группе ОГ-IIА показатели снизились до $11,68 \pm 3,219$ [10,497; 12,858], что имело уровень статистической значимости $<0,0001$. В группе ОГ-IIБ наблюдалось снижение результатов вопросника DASH в 4 раза до $6,71 \pm 2,673$ [5,171; 8,257], что тоже имело уровень статистической значимости $p < 0,0001$ (Рисунок 45).

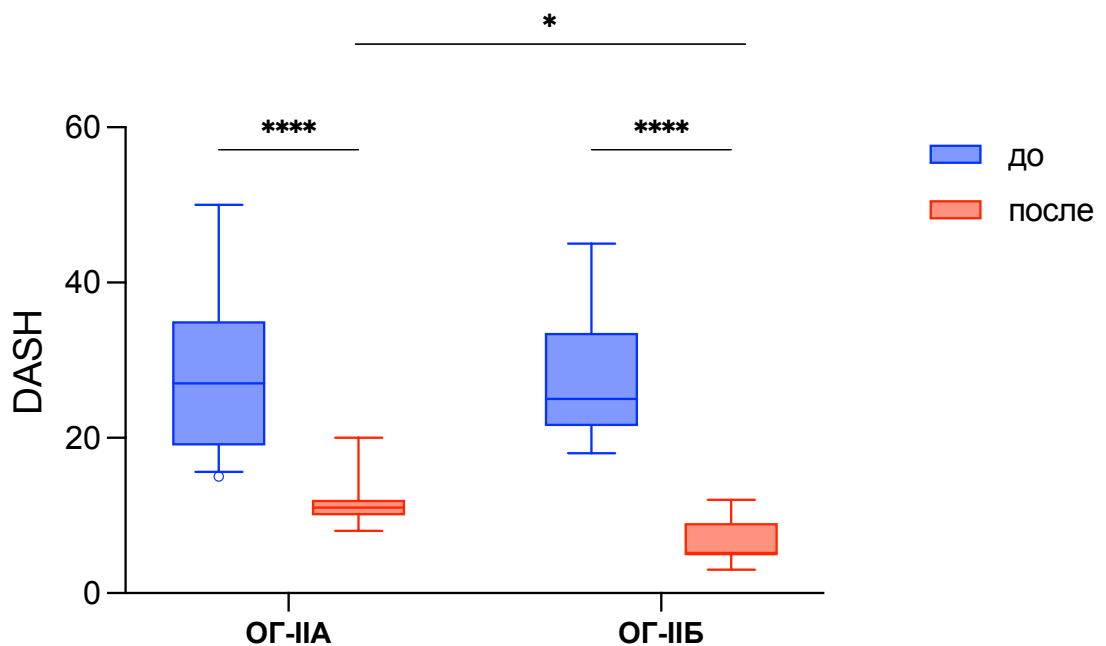


Рисунок 45 – Диаграммы размаха. Результаты вопросника DASH у пациентов ОГ-II до и после лечения, *-различия статистически значимы, $p < 0,05$, ****-различия статистически значимы, $p < 0,0001$

Таким образом, можно сделать вывод, что до оперативного лечения

функциональное состояние пораженной конечности было достоверно хуже, согласно субъективной оценке.

На основе послеоперационных рентгенологических данных и функциональных результатов хирургических вмешательств 45 пациентов ОГ-II были поделены на 3 группы – «хорошие», «удовлетворительные», «неудовлетворительные» результаты по следующим критериям разделения:

- амплитуда ротационных движений предплечья;
- функциональная оценка кистевого сустава по шкале DASH;
- рентгенологическая картина анатомических соотношений дистальных отделов лучевой и локтевой костей.

Пациенты, которые имели увеличение амплитуды ротации предплечья, субъективное улучшение функции конечности, согласно баллам по шкале DASH, изменение показателей лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния при рентгенографии костей предплечья в сторону нормальных значений, относили в группу «хороших» результатов.

В группу «удовлетворительных» результатов внесли пациентов, у которых показатели ротационных движений предплечья в отдаленном периоде наблюдения оставались на тех же значениях или ротация была ограничена не более 15° в сравнении с предоперационными данными, отсутствовало значимое улучшение функции конечности по данным суммы баллов вопросника DASH, было незначительное изменение показателей лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния при контрольной рентгенографии костей предплечья в сторону нормальных значений.

В группу «неудовлетворительных» результатов вошли пациенты, у которых имелось хоть один из следующих пунктов оценки: амплитуда ротационных движений предплечья значимо ухудшилась после оперативного лечения (более 15°), было выявлено ухудшение функциональных способностей конечности, согласно сумме баллов вопросника DASH, показатели лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния превышали данные дооперационного рентгенологического обследования.

Таким образом, учитывая установленные критерии оценки результатов, было выявлено, что 41 (91,1%) пациент имел «хорошие» функциональные и рентгенологические результаты, 4 (8,9%) пациента – «удовлетворительные». «Неудовлетворительных» результатов в нашем исследовании не было.

Клинический пример 8.

Пациент Г., 10 лет с диагнозом: Посттравматическая деформация, ротационная контрактура правого предплечья, вывих головки локтевой кости, хроническая нестабильность ДЛЛС. Пациент обратился с жалобами на болевой синдром, наличие «щелчков» при движении в кистевом суставе, невозможность наружной ротации предплечья и деформацию предплечья через 13 месяцев после травмы – открытого перелома костей предплечья в нижней трети. Лечение при первичной травме заключалось в закрытой репозиции перелома, ушивание раны мягких тканей на уровне нижней трети предплечья. Гипсовая иммобилизация составляла 4 недели. На рисунке 46 продемонстрированы рентгенограммы сразу после получения травмы и спустя 13 месяцев после травматического события.

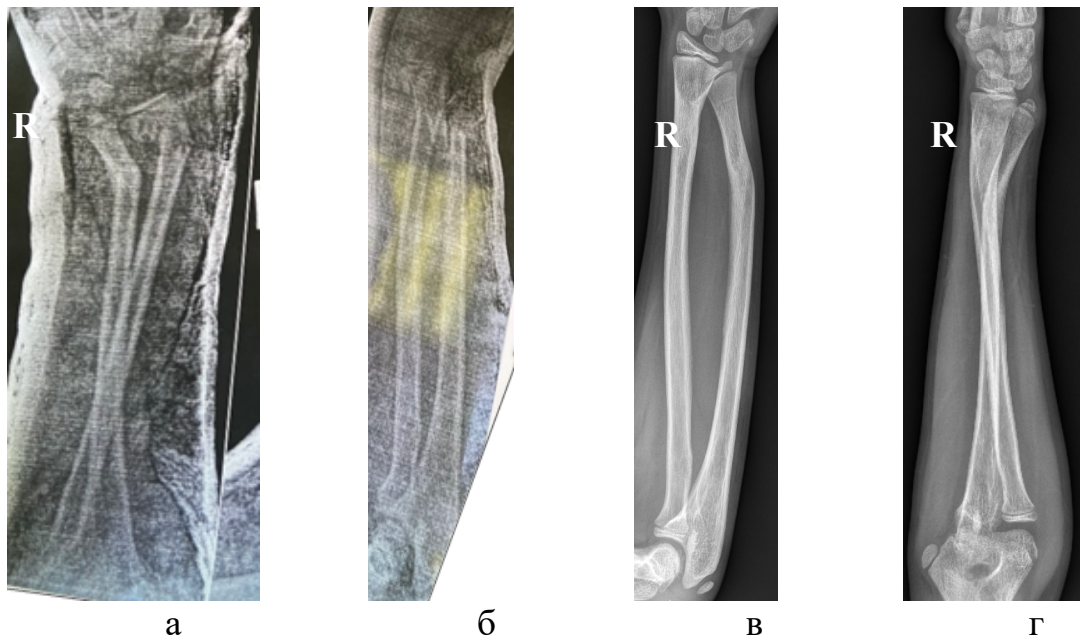


Рисунок 46 – Рентгенограммы костей предплечья в первые сутки после получения травмы – перелом костей правого предплечья в нижней трети со смещением отломков: а – прямая проекция, б – боковая проекция; в – рентгенограммы костей предплечья через 13 месяцев после травматического события – посттравматическая деформация дистального отдела костей предплечья с тыльным вывихом локтевой кости в – прямая проекция, г– боковая проекция

При клиническом осмотре у ребенка наблюдалась деформация правого предплечья, отсутствие супинации (0°), положительный симптом «клавиши пианино» (Рисунок 47).



Рисунок 47 – Вид пациента с хронической нестабильностью ДЛЛС. Сплошными стрелками обозначена дугообразная деформация правого предплечья, пунктирной стрелкой – отсутствие супинации правого предплечья

На основании комплексного обследования ребенку было выполнено оперативное лечение – корригирующая остеотомия локтевой кости, металлостеосинтез наkostной пластиной, диафиксация костей предплечья спицей Киршнера (Рисунок 48).

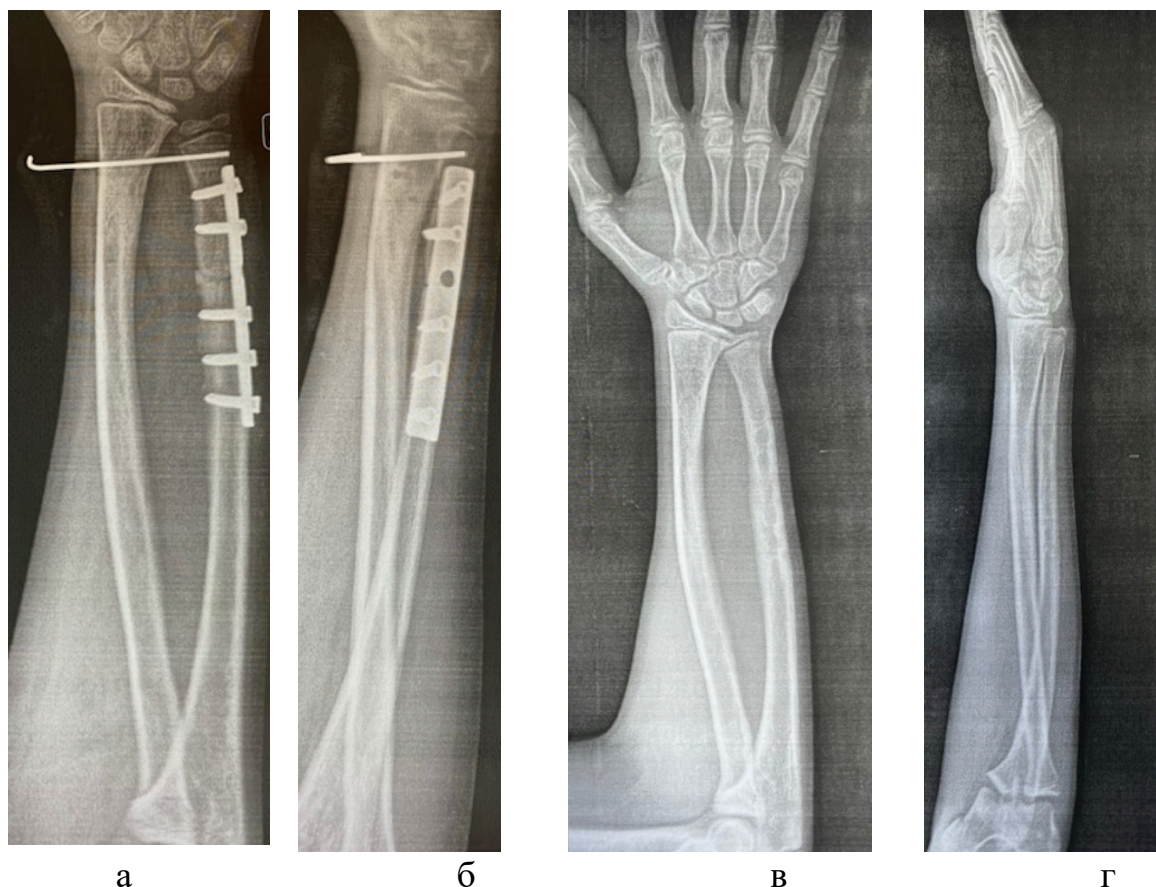


Рисунок 48 – Рентгенограммы костей предплечья после оперативного лечения – корригирующая остеотомия локтевой кости, остеосинтез наkostной пластиной, диафиксация костей предплечья спицей Киршнера: а – прямая проекция, б – боковая проекция; в,г – рентгенограммы костей предплечья через 12 месяцев после оперативного лечения: в – прямая проекция, г – боковая проекция

При клиническом осмотре пациента через 12 месяцев болевой синдром отсутствует, ось правого предплечья прямая, симптом «клавиши пианино» отрицательный. Сохраняется нарушение ротации правого предплечья в виде ограничения супинации до 40° (Рисунок 49).

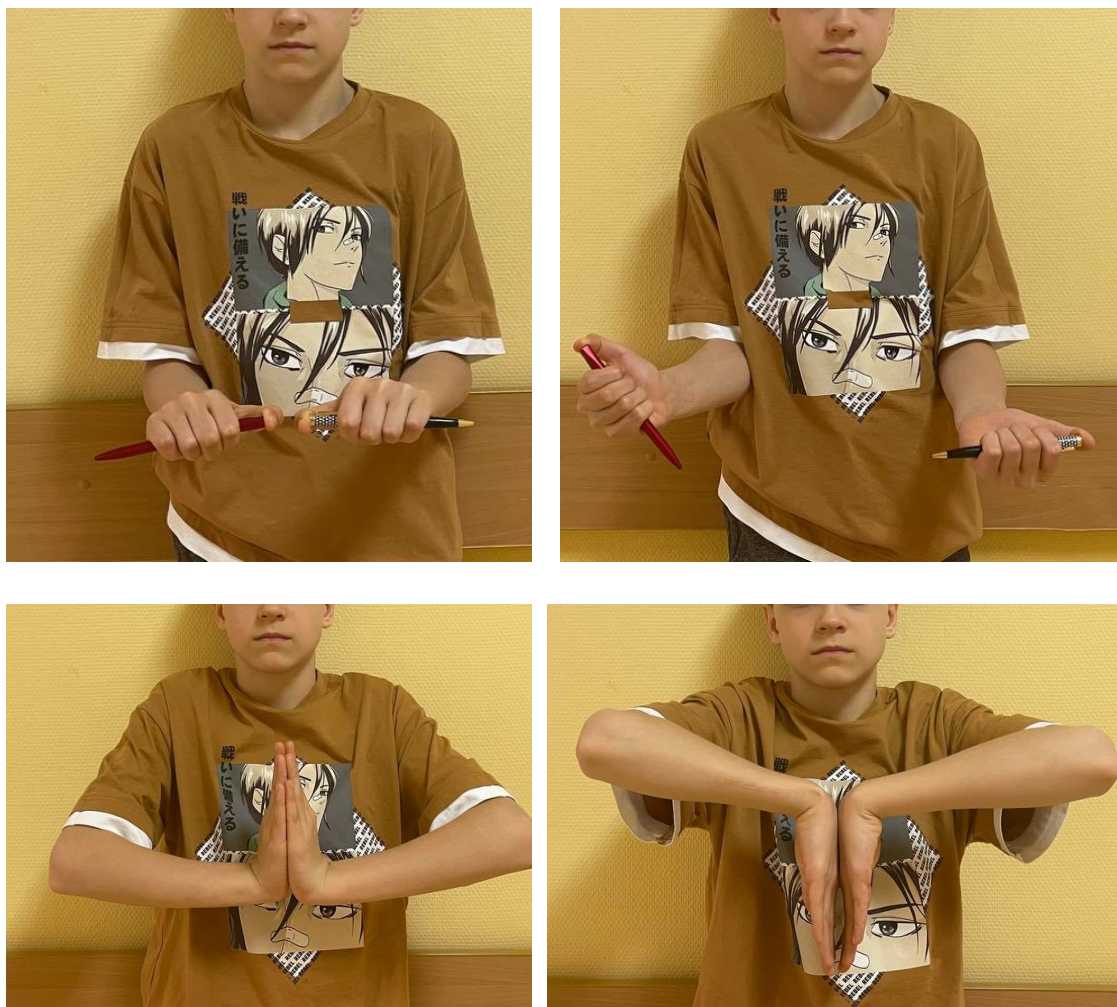


Рисунок 49 – Результаты клинического осмотра через 1 год после хирургического лечения по поводу хронической нестабильности ДЛЛС на фоне посттравматической деформации правого предплечья. Определяется увеличение степени ротации правого предплечья в виде увеличения амплитуды супинации на 30° . Ось правого предплечья прямая, ДЛЛС стабильный

Клинический пример 9.

Пациент Б., 17 лет. Диагноз – Посттравматическая деформация костей левого предплечья. Вывих головки левой локтевой кости Хроническая нестабильность левого ДЛЛС.

Пациент обратился с жалобами на болевой синдром в кистевом суставе при физической нагрузке, деформацию левого предплечья через 8 лет после закрытого перелома костей левого предплечья – метаэпифизолиз лучевой кости и перелом нижней трети локтевой кости (лечение – закрытая репозиция переломов, спицевая фиксация перелома левой лучевой кости).

При клиническом осмотре определялась деформация локтевой кости на уровне левого кистевого сустава, амплитуда ротации полная – рисунок 50. На рисунке 51 – данные предоперационного обследования пациента.

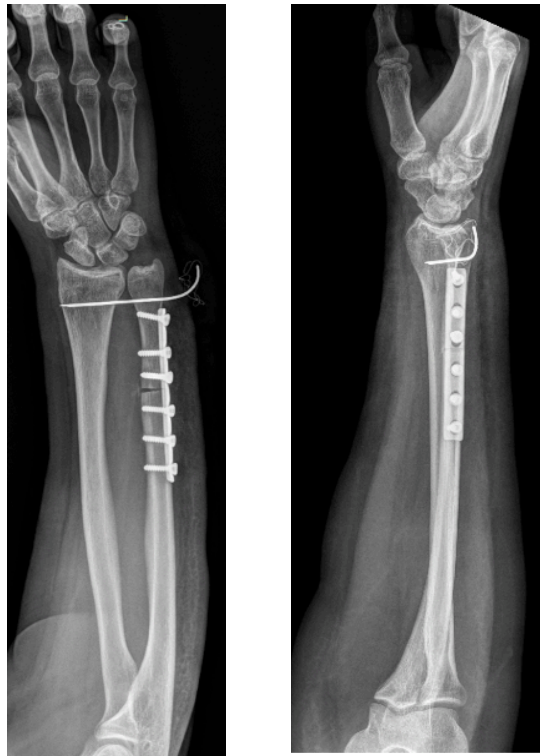


Рисунок 50 – Деформация локтевой кости на уровне кистевого сустава у больной Б., 17 лет



Рисунок 51 – Данные инструментальных методов исследования: а, б – данные сравнительной рентгенографии костей предплечий (а – правое и левое предплечье в прямой проекции; б – правое и левое предплечье в боковой проекции) – определяется положительная локтевая дисперсия, тыльная дислокация головки правой локтевой кости; в, г – данные МРТ: в – протон-взвешенное изображение в корональной плоскости – определяются дегенеративные изменения ТФХК в виде деформации и участка повышенного сигнала в структуре диска (стрелка), г – протон-взвешенное изображение в аксиальной плоскости – прослеживается интактный дистальный косой пучок межкостной мембраны (пунктирный овал); д – КТ-изображение в аксиальной плоскости – определяется вывих головки левой локтевой кости – головка локтевой кости не сочленяется с сигмовидной вырезкой лучевой кости, расположена выше нее

На основании комплексного обследования проведено оперативное лечение – корригирующая остеотомия левой локтевой костей, металлостеосинтез (Рисунок 52).



а

б

Рисунок 52 – Данные рентгенологического исследования после оперативного лечения: а – рентгенография костей предплечья в прямой проекции, б – в боковой проекции

При контрольном осмотре через 12 месяцев выявлено, что болевой синдром регрессировал, отсутствует деформация предплечья, ротационная функция предплечья полная, ДЛЛС стабилен.

5.3 Ошибки и осложнения хирургического лечения пациентов с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава травматического генеза

При анализе результатов лечения нами были выявлены осложнения, которые оценивали на основании модифицированной системы классификации ортопедических осложнений у детей Clavien-Dindo-Sink, которая включает V классов (Dodwell E.R. et al., 2018; Sink E.L. et al., 2012).

Оценка результатов лечения пациентов ОГ-I показала, что у 17 пациентов определены осложнения II-III классов: 8 пациентов с потерей коррекции деформации после первоначальной репозиции (вторичное смещение) – 25,8%, у 6 пациентов (19,3%) установлена спицевая инфекция, которая была купирована удалением металлофиксаторов и короткого курса антибактериальной терапии, у 3 детей (9,7%) выявлена замедленная консолидации костных фрагментов переломов.

При анализе результатов хирургических вмешательств у 6 (13,3%) пациентов из ОГ-II были выявлены осложнения II- IVa классов. Возрастной диапазон пациентов с осложнениями после хирургического лечения составил от 11 до 17 лет (средний возраст – 14,5 лет).

Причиной осложнений являлось:

- нарушение консолидации костных фрагментов у 5 пациентов (11,1%) в виде:
 - формирования атрофического ложного сустава лучевой кости – у 2 пациентов (4,4%);
 - замедленной консолидации костных фрагментов локтевой кости – у 3 детей (6,7%);
- невропатия локтевого нерва – у 1 пациента (2,2%).

Для устранения выявленных осложнений пациентам с псевдоартрозами выполняли резекцию зоны ложного сустава, костную пластику аутотрансплантантом (фрагмент гребня подвздошной кости) и металлостеосинтез накостной пластиной с винтами, при этом консолидации фрагментов удалось

достичь в обоих случаях. Пациентам с замедленной консолидация потребовалась консервативная терапия: более длительный период иммобилизации и применение методов физиолечения и препаратов, ускоряющих консолидацию.

Ребенку с невропатией локтевого нерва в послеоперационном периоде проводили консервативную терапию с положительной динамикой в виде регрессирования симптомов в течение 3 месяцев.

5.4 Обсуждение результатов лечения

Согласно полученным результатам лечения пациентов с нестабильностью ДЛЛС, по данным статистической оценки рентгенологических и функциональных результатов, определяется статистически значимое улучшение функции предплечья в виде увеличения амплитуды ротации, положительные изменения рентгенометрических показателей дистальных отделов костей предплечья в послеоперационном периоде.

На основании анализа результатов выполненного исследования можно сделать вывод, что устранение посттравматических деформаций дистальных отделов костей предплечья позволяет значимо улучшать анатомо-функциональное состояние предплечья у пациентов с нестабильностью ДЛЛС травматического характера, а также снизить риск формирования в будущем более тяжелых деформаций предплечья у детей с открытыми зонами роста и предотвратить раннее развитие дегенеративных изменений в кистевом суставе.

5.5 Алгоритм хирургического лечения детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава с учетом типов деформаций костей предплечья

На основании комплексной диагностики, включающей рентгенологический и МР-методы исследования, выработана тактика хирургического лечения пациентов с различными типами нестабильности ДЛЛС травматического генеза. В зависимости от возраста, типа деформации были определен вариант оптимального метода хирургического лечения (Рисунок 53).



Рисунок 53 – Алгоритм хирургического лечения детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава травматического генеза

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отечественных и зарубежных литературных источниках указаны причины развития нестабильности ДЛЛС у детей, при этом нет анализа данных частоты развития различных вариантов скелетных повреждений дистального отдела костей предплечья в формировании типов нестабильности ДЛЛС у детей.

Также в анализируемых научных публикациях имеются разрозненные данные об эффективности клинических и инструментальных методов обследования пациентов детского возраста с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза.

В литературе отсутствуют данные, позволяющие сделать выбор оптимального метода хирургической коррекции деформаций костей предплечья для стабилизации дистального лучелоктевого сустава у детей.

В настоящее время, отсутствует стандартизированный протокол диагностики и лечения для пациентов детского возраста с различными типами нестабильности ДЛЛС травматического генеза.

Все вышеописанное подтвердило актуальность настоящего диссертационного исследования.

Целью диссертационного исследования являлась оптимизация результатов лечения детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза, обусловленной деформациями костей предплечья.

Диссертационное исследование являлось не рандомизированным ретро- и проспективным.

Задача 1 заключалась в уточнении типов деформации костей предплечья, приводящих к формированию нестабильности ДЛЛС травматического генеза на основании оценки клинического, лучевого обследования и отдаленных результатов лечения.

Для решения поставленной задачи были проанализированы анамнестические и рентгенологические данные 76 пациентов детского возраста с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза.

Учитывая различные сроки формирования нестабильности ДЛЛС после травмы, пациенты основной группы (76 детей) были разделены на две группы: I подгруппа: пациенты с острой нестабильностью – 31 пациент (ОГ-I) и II группа: дети с хронической нестабильностью – 45 пациентов (ОГ-II).

Большинство пациентов ОГ-I – двадцать девять детей (93,5%) обратились в стационар в первые сутки после получения травмы, двое детей (6,5%) – в течение первых 20 дней после травматического события.

По данным рентгенологического исследования ОГ-I пациенты с повреждениями костей предплечья распределились следующим образом: эквиваленты повреждения Галеацци – 45,2%, переломовывихи дистального отдела локтевой кости – 35,5%, переломовывихи Галеацци – 19,3%.

Среди исследуемых ОГ-II у большинства пациентов длительность анамнеза составляла от 1 года до 3 лет – полученные результаты сопоставимы с данными литературы и указывают на длительный анамнез заболевания у пациентов с данной патологией.

Основными причинами развития нестабильности у пациентов ОГ-II являлись последствия травматических повреждения дистальных отделов костей предплечья: переломы дистальных отделов костей предплечья, переломы в области дистальных зон роста костей предплечья (SH I-V типов).

Таким образом, в результате исследования были уточнены типы деформации костей предплечья, приводящие к формированию нестабильности ДЛЛС травматического генеза и решена задача 1.

Задача 2 заключалась в изучении клинико-рентгенологических и магнитно-резонансных особенностей, характерных для детей с нестабильностью ДЛЛС травматического характера.

Нами были проанализированы результаты рентгенологического обследования 174 пациентов детского возраста.

Для сравнительного анализа рентгенометрических показателей дистального отдела костей предплечья пациентов основной группы (76 пациентов) была сформирована контрольная группа (КГ) без костно-травматических изменений (98

пациентов). Результаты проведенных обследований костей предплечья у пациентов КГ позволили сделать заключение о том, что все рентгенометрические параметры дистальных отделов костей предплечья, кроме значения лучелоктевого угла у здоровых пациентов до 12 лет, сопоставимы с аналогичными рентгенометрическими параметрами во взрослой популяции.

Основными рентгенометрическими показателями дистальных отделов костей предплечья, которые указывали на нестабильность в ДЛЛС у пациентов ОГ-I и ОГ-II явились значения лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния, которые у исследуемых были изменены в связи с дислокацией дистального отдела локтевой кости, при этом у 30% пациентов ОГ-II выявлено асимметричное замыкание зон роста с положительной локтевой дисперсией.

Согласно данным рентгенологических исследований костей предплечья, среди всех исследуемых основной группы преобладали пациенты с тыльным направлением смещения дистальных отделов локтевой кости, при этом у большинства пациентов ОГ-I был выявлен вывих (83,9%), у пациентов ОГ-II – подвывих головки локтевой кости (53,3%).

Анализ данных МСКТ костей предплечья пациентов с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза показал, что у обследованных пациентов ОГ-I имелся тыльный вывих локтевой кости, который в двух случаях сочетался с переломом лучевой кости (повреждение Галеацци). При оценке результатов МСКТ пациентов ОГ-II установлено наличие деформаций дистальных отделов костей предплечья у всех детей. При проведении анализа расположения головки локтевой кости относительно сигмовидной вырезки лучевой кости было выявлено, что у всех пациентов имеется нарушение взаимоотношения костей предплечья в ДЛЛС. Данные МСКТ были использованы для создания 3D-моделей с целью отработки техники операции в каждом конкретном случае.

В анализ МР-данных было включено 33 пациента ОГ-II в возрасте от 10 до 17 лет. По результатам МРТ лучезапястного сустава у всех пациентов ОГ-II было определено нарушение лучелоктевого взаимоотношения в ДЛЛС. Среди повреждений мягкотканых структур у 14 пациентов были выявлены признаки

застарелого повреждения дистального отдела межкостной мембраны, у 26 пациентов – дегенеративные изменения ТФХК, у 4 – поверхностные разрывы ТФХК.

Таким образом, изучены клинико-рентгенологические и магнитно-резонансных особенности, характерные для детей с нестабильностью ДЛЛС травматического генеза и решена вторая задача.

Третьей задачей в исследовании было установить показания к хирургической методике стабилизации ДЛЛС у детей с хронической нестабильностью травматического генеза.

У 14 детей с сохраняющимися клиническо-рентгенологическими признаками нестабильности ДЛЛС после проведенного этапа хирургической коррекции деформации костей предплечья для обеспечения стабильности головки локтевой кости нами был разработан и применен метод стабилизации головки локтевой кости с помощью аутосухожилия локтевого разгибателя запястья (Патент на изобретение №2769070 «Способ стабилизации головки локтевой кости в дистальном лучелоктевом суставе у детей» от 28.07.2021 г.).

Данная методика позволяет выполнить реконструкцию дистального отдела межкостной мембраны предплечья при наличии клинических и МР-признаков повреждения ДКПММ. Предложенная стабилизация ДЛЛС предполагает внесуставное выполнение оперативного вмешательства, что, в свою очередь, уменьшает объем хирургического лечения у пациентов детского и подросткового возраста.

Разработанная методика стабилизации ДЛЛС может быть использована как изолированный метод лечения ДЛЛС, однако, с учетом наличия посттравматических деформаций костей предплечья у всех пациентов ОГ-II, мы применяли данный способ лечения как дополнительный этап лечения после реконструктивных вмешательств на костях предплечья.

Таким образом, установлены показания к хирургической методике стабилизации ДЛЛС у детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава травматического генеза, и решена третья задача.

Решение четвертой задачи подразумевало оценку результатов хирургического лечения детей с травматической нестабильностью ДЛЛС. Для достижения этой задачи нами были проанализированы результаты лечения 76 пациентов с нестабильностью ДЛЛС травматического характера в сроки после операции от 4 месяцев до 11 лет.

После проведенного лечения у большинства пациентов увеличилась амплитуда ротационных движений предплечья с соответствующим расширением функционального диапазона конечности ($p < 0,05$). Также у большинства пациентов по данным субъективной оценки результатов лечения на основании анкетирования при помощи опросника DASH улучшилась функция верхней конечности (до лечения – 27,8, в послеоперационном периоде – 10,1, среднее изменение балла – 15,3).

При оценке рентгенометрических параметров дистальных отделов костей предплечья после оперативного лечения отмечено приближение данных показателей к норме.

Таким образом, проведена комплексная оценка результатов лечения пациентов с травматической нестабильностью дистального лучелоктевого сустава, и решена четвертая задача исследования.

Пятой задачей в исследовании была разработка алгоритма к выбору оптимального метода хирургического лечения детей в зависимости от типа нестабильности ДЛЛС травматического генеза. На основании комплексной диагностики, включающей клинико-рентгенологический и МР-методы исследования выработана тактика лечения пациентов с различными типами нестабильности лучелоктевого сустава травматического генеза.

Учитывая возрастные особенности пациентов, а именно наличие функционирующих дистальных зон роста костей предплечья в обеих основных группах были применены различные варианты лечения. У пациентов ОГ-I с открытыми зонами роста первоначально была применена тактика лечения, основанная только на закрытой репозиции переломов костей предплечья. При проведении контрольного лучевого исследования на 7-10 сутки при стабильном

положении отломков активная хирургическая тактика не применялась. В случаях со вторичным смещением фрагментов у этих пациентов, а также у детей с закрытыми зонами роста выполняли устранение повторного смещения и металлофиксацию переломов костей предплечья.

Для лечения пациентов с хронической нестабильностью ДЛЛС были определены показания к выполнению того или иного метода хирургического лечения в зависимости от возраста пациента и типа деформации.

Таким образом, на основании комплексной диагностики причин и вариантов нестабильности ДЛЛС разработана тактика дифференцированного подхода к хирургическому лечению пациентов с нестабильностью ДЛЛС в зависимости от типа деформации и возраста пациентов, и, тем самым, решена пятая задача.

В результате, в ходе выполнения настоящего диссертационного исследования нам удалось решить все пять поставленных задач и реализовать поставленную цель.

Проведенные четыре этапа исследования позволили сформулировать и обосновать выводы и практические рекомендации.

ВЫВОДЫ

1. Основными типами переломов костей предплечья у детей, приводящими к развитию острой нестабильности ДЛЛС являются повреждения Галеацци и их эквиваленты (64,5%), переломы дистального отдела локтевой кости (35,5%). К причинам формирования хронической нестабильности ДЛЛС относятся деформации предплечья, обусловленные неправильно консолидированными переломами дистального отдела костей предплечья (48,9%) и преждевременным закрытием дистальных ростковых зон костей предплечья (41,1%).

2. Для пациентов детского возраста с острой и хронической нестабильностью ДЛЛС травматического генеза характерными признаками, выявляемыми по данным лучевых методов исследования, являются изменение показателей лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния ($p < 0,05$). У детей с хронической нестабильностью ДЛЛС по результатам «стресс-теста» имеется подвывих головки локтевой кости при активной ротации предплечья (53,3%), по данным МРТ отмечается нарушение лучелоктевого взаимоотношения в ДЛЛС (100%), дегенеративные изменения треугольного фиброзно-хрящевого комплекса (78,8%) и признаки повреждения дистального косого пучка межкостной мембраны (42,4%).

3. Клинико-anamнестические данные, результаты клинических тестов, рентгенфункциональные признаки смещения головки локтевой кости и МР-картина повреждения вторичных стабилизаторов явились основанием для определения показаний и разработке способа хирургической стабилизации головки локтевой кости в ДЛЛС.

4. При анализе результатов лечения детей с острой нестабильностью ДЛЛС были выявлены статистически достоверные различия по рентгенометрическим показателям (уменьшение значений лучелоктевого индекса ($p < 0,05$) и радиоульнарного расстояния ($p < 0,0001$), приближение их нормальным значениям), и функциональному состоянию предплечья (увеличение амплитуды

активной ротации предплечья) в послеоперационном периоде ($p < 0,05$). У пациентов с хронической нестабильностью ДЛЛС оценка результатов лечения по предложенным методикам показала, что у 41 (91,1%) пациента отмечены «хорошие» косметические и функциональные (увеличение амплитуды ротации предплечья после оперативного лечения, субъективное улучшение функции конечности по шкале DASH, изменение показателей лучелоктевого индекса и радиоульнарного расстояния по данным рентгенографии в сторону референсных значений).

5. Предложенный алгоритм выбора метода хирургического лечения пациентов детского возраста с нестабильностью ДЛЛС позволяет устранить анатомическую нестабильность ДЛЛС, а также деформации костей предплечья путем репозиции. При сохраняющейся функциональной нестабильности показано сочетание репозиции ДЛЛС с биоссальной фиксацией, коррекции деформации в комбинации с аутогендопластикой сухожилием локтевого разгибателя запястья.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Пациенты с переломами дистального отдела костей предплечья подлежат диспансерному наблюдению у травматолога-ортопеда не менее 12 месяцев после травмы для своевременного, раннего выявления деформаций на уровне ДЛЛС.

2. Клинико-рентгенологическое обследование детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава травматического генеза должно включать в себя: оценку типа деформаций костей предплечья, определение функции предплечья, амплитуды движений предплечья и кисти, проведение клинических тестов на стабильность головки локтевой кости, оценку рентгенометрических показателей дистальных отделов костей предплечья.

3. У пациентов старшей возрастной группы с острой нестабильностью дистального лучелоктевого сустава на фоне переломов костей предплечья и закрытыми дистальными зонами роста костей предплечья или с минимальным остаточным потенциалом ростковых пластин следует выполнять хирургическую коррекцию деформаций костей предплечья с устранением вывиха головки локтевой кости, в то время как при лечении пациентов с острой нестабильностью дистального лучелоктевого сустава, обусловленной переломами костей предплечья с функционирующими зонами роста, коррекция деформаций может быть достигнута путем закрытой репозиции перелома и вправлением вывиха локтевой кости, при сохраняющейся нестабильности рекомендована дополнительная фиксация спицами.

4. Выбор метода хирургического лечения пациентов детского возраста с хронической нестабильностью дистального лучелоктевого сустава, возникшей на фоне посттравматических деформаций костей предплечья, должен быть обусловлен величиной патологических нарушений, выявленных по результатам проведенного комплексного клинико-инструментального обследования.

5. При наличии сохраняющегося вывиха головки локтевой кости после хирургической коррекции деформации костей предплечья показана

хирургическая стабилизация головки локтевой кости в дистальном лучелоктевом суставе.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВФ – аппарат внешней фиксации

ДИ – доверительный интервал

ДКПММ – дистальный косой пучок межкостной мембраны

ДЛЛС – дистальный лучелоктевой сустав

КТ – компьютерная томография

ЛЛИ – лучелоктевой индекс

ЛЛУ – лучелоктевой угол

МР – магнитно-резонансный (-ая)

МРТ – магнитно-резонансная томография

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ОГ – основная группа

РУР – радиоульнарное расстояния

ТФХК – треугольный фиброзно-хрящевой комплекс

УЗИ – ультразвуковое исследование

DASH – disability of the arm, sholder and hand outcomes measure – показатель
неспособностей руки, плеча и кисти (англ.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич, Ф.И. Отдаленные исходы лечения травматического эпифизеолиза дистального конца костей предплечья / Ф.И. Бабич // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1969. – №8. – С.32-36.
2. Баиндурашвили, А.Г. Травматизм и ортопедическая заболеваемость у детей Российской Федерации. Организация специализированной помощи и перспективы её совершенствования / А.Г. Баиндурашвили, И.А. Норкин, К.С. Соловьева // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2010. – № 4. – С. 13–16.
3. Баиров, Г.А. Детская травматология: монография / Г.А. Баиров. - 2-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 375 с.
4. Гайворонский, И.В. Анатомия соединений костей: учебное пособие / И.В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук. – Санкт-Петербург : Элби-СПб, 2006. – 48 с.
5. Голубев, И.О. Повреждения и заболевания дистального лучелоктевого сустава. Часть II. Лечение / И.О. Голубев // Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова. –1998. – Т. 5, № 4. – С. 60-63.
6. Голубев, И.О. Анатомия, биомеханика и нестабильность дистального лучелоктевого сустава у взрослых / И.О. Голубев, А.В. Борисова, А.А. Катков // Практическая медицина. – 2022. – Т. 20, № 4. – С. 148-154.
7. Голубев, И.О. Дистальная межкостная мембрана предплечья: анатомия, биомеханика, диагностика / И.О. Голубев, Н.Ю. Матвеева, М.Л. Максаров // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2020. – Т. 27, № 4. – С. 65-72.
8. Голубев, И.О. Хирургия кисти: карпальная нестабильность / И.О. Голубев // Избранные вопросы пластической хирургии. – 2001. – Т. 1, № 8. – С. 52.
9. Дильмухаметова, Ю.Ф. Дистальный отдел костей предплечья у детей: анатомия и повреждения / Ю.Ф. Дильмухаметова, И.И Мельцин, Е.Р Даминова [и

др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26438> (дата обращения 27.03.2024).

10. Еренков, И.О. Анатомические и функциональные особенности костей запястья и дистального отдела предплечья у детей без повреждения и с переломом лучевой кости: дис. ... канд. мед. наук: 14.03.01 / Еренков Илья Олегович. – Москва, 2010. – 135 с.

11. Еренков, И.О. Особенности созревания костей кисти у детей с повреждениями дистального отдела предплечья / И.О. Еренков, Л.М. Литвиненко // Ученые записки СПбГМУ им. И. П. Павлова. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 53-54.

12. Кадубовская, Е.А. Современные возможности лучевой диагностики повреждений связок области лучезапястного сустава (обзор литературы) / Е.А. Кадубовская // Травматология и ортопедия России. – 2010. – Т. 4, № 58. – С. 93-101.

13. Кадубовская, Е.А. Магнитно-резонансная диагностика повреждений трехгранного фиброзно-хрящевого комплекса при травме лучезапястного сустава / Е.А. Кадубовская, Г.Е. Труфанов, Р.М. Тихилов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2010. – Т. 1, № 55. – С. 58-61.

14. Капанджи, А.И. Физиология суставов : в 3 т. Т. 1. Верхняя конечность / А.И. Капанджи. – 7 изд., Москва : Эксмо, 2023. – 368 с.

15. Кацубо, А.В. Состояние межкостной мембраны и мягких тканей в норме и при закрытых диафизарных переломах костей предплечья у детей и подростков / А.В. Кацубо, В.А. Ярмолович, О.П. Кезля [и др.] // Медицинский журнал. – 2012. – №2. – С. 61-64.

16. Козлов, И.А. Застарелые вывихи и переломовывихи лучевой кости в дистальном лучелоктевом суставе и их лечение / И. А. Козлов, В. Ф. Коршунов, Л.И. Шелухина // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1989. – № 1. – С. 49-51.

17. Колунин, Е.Т. Исследование клинико-анатомических особенностей переломов костей предплечья у детей и рекомендации по их профилактике / Е.Т.

Колунин, Н.Я. Прокопьев // *Здравоохранение и безопасность*. – 2020. – Т. 21, № 1. – С. 7-18.

18. Магдиев, Д.А. Дистальный лучелоктевой сустав. Функциональная анатомия. Диагностика повреждений / Д.А. Магдиев, И.Г. Чуловская, К.А. Егиазарян // *Новости хирургии*. – 2010. – Т. 18, № 6. – С. 126-132.

19. Максимов, Б.И. Возможности сохранения квадратного пронатора предплечья при хирургическом лечении переломов дистального отдела лучевой кости / Б.И. Максимов, А.А. Пандунц, Н.Н. Ведерников // *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова*. – 2018. – Т. 13, № 4. – С. 49-52.

20. Петрушин, А.Л. Травмы дистального отдела предплечья, запястья и кисти у детей : учебное пособие / А.Л. Петрушин, С.В. Брагина. – Архангельск : Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2021. – 199 с.

21. Проценко, Я.Н. Причины развития нестабильности в дистальном лучелоктевом суставе у детей / Я.Н. Проценко // *Детская хирургия*. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 28-30.

22. Проценко, Я.Н. Вывих головки локтевой кости у детей заблуждение или реальность? Дистальный лучелоктевой сустав: биомеханика и функциональная анатомия / Я.Н. Проценко // *Детская хирургия*. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 43-44.

23. Проценко, Я.Н. Механизм возникновения травматической нестабильности в дистальном лучелоктевом суставе у детей / Я.Н. Проценко // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. – 2015. – № 2. – С. 217-221.

24. Садофьева, В.И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы детей: монография / В.И. Садофьева. – Ленинград : Медицина, 1990. – 94 с.

25. Свердлов, Ю.М. Травматические вывихи и их лечение: монография / Ю. М. Свердлов. – Москва : Медицина, 1978. – 200 с.

26. Скороглядов, А.В. Диагностика и лечение повреждений дистального лучезапястного сустава / А.В. Скороглядов, Д.А. Магдиев, Н.А. Еськин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2010. – №4. – С. 59-65.
27. Труфанов, Г.Е. Лучевая диагностика повреждений и заболеваний лучезапястного сустава и запястья: конспект лучевого диагноста / Г.Е. Труфанов, И.Г. Пчелин, Е.А. Кадубовская. – Санкт-Петербург : ЭЛБИ-СПб, 2013. – 496 с.
28. Шастин, Н.П. Переломы костей предплечья у детей: монография / Н.П. Шастин, В.П. Немсадзе. – Москва : Гео, 2009. – 320 с.
29. Ягджян Г.В. Инструмент исследования исходов лечения поражений верхней конечности / Г.В. Ягджян, Д.О. Абраамян, Б.Э. Григорян [и др.] // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. – 2005. – №1. – С. 52-58.
30. Abzug, J.M. Physeal Arrest of the Distal Radius / J.M. Abzug, K. Little, S.H. Kozin // Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. – 2014. – Vol. 22, № 6. – P. 381–389.
31. Adams, B.D. Effects of radial deformity on distal radioulnar joint mechanics / B.D. Adams // The Journal of Hand Surgery. – 1993. – Vol. 18, № 3. – P. 492-498.
32. Adams, B.D. Reconstruction of the posttraumatic unstable distal radioulnar joint / B.D. Adams, B.J. Divilbiss // The Orthopedic Clinics of North America. – 2001. – Vol. 32, № 2. – P. 353-363.
33. Ahn, A.K. Triangular fibrocartilage complex tears: a review / A.K. Ahn, D. Chang, A.M. Plate // Bull. N. Y. U. Hosp. Jt Dis. – 2006. – Vol. 64, № 3-4. – P. 114-118.
34. Akhbari, B. Biomechanics of the Distal Radioulnar Joint During In Vivo Forearm Pronosupination / B. Akhbari, K.N. Shah, A.M. Morton [et al.] // Journal of Wrist Surgery. – 2021. – Vol. 10, № 3. – P. 208-215.
35. Aly, A.M. Physeal sparing distal radio-ulnar joint ligament reconstruction in children / A.M. Aly, R.E. El-Sadek // Journal of Pediatric Orthopedics. Part B. – 2022. – Vol. 31, № 1. – P. 55-59.

36. Andersson, J.K. Distal radio-ulnar joint instability in children and adolescents after wrist trauma / J. K. Andersson, T. Lindau, J. Karlsson [et al.] // *Journal of Hand Surgery*. – 2014. – Vol. 39, № 6. – P. 653–661.
37. Artiaco, S. Fracture–dislocations of the forearm joint: a systematic review of the literature and a comprehensive locker-based classification system / S. Artiaco, F. Fusini, A. Sard [et al.] // *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. – 2020. – Vol. 21, № 1. – P. 21.
38. Atesok, K.I. Galeazzi fracture / K.I. Atesok, J.B. Jupiter, A.P. Weiss // *J Am Acad Orthop Surg*. – 2011. – Vol. 19, № 10. – P. 623-633.
39. Atzei, A. Classification of Ulnar Triangular Fibrocartilage Complex Tears. A Treatment Algorithm for Palmer Type IB Tears / A. Atzei, R. Luchetti, L. Garagnani // *J Hand Surg Eur Vol*. – 2017. – Vol. 42, № 4. – P. 405-414.
40. Atzei, A. Foveal TFCC Tear Classification and Treatment / A. Atzei, R. Luchetti // *Hand Clin*. – 2011. – Vol. 27, № 3. – P. 263-672.
41. Atzei, A. New Trends in Arthroscopic Management of Type 1-B TFCC Injuries with DRUJ Instability / A. Atzei // *J Hand Surg Eur*. – 2009. – Vol. 34, № 5. – P. 582-591.
42. Bachinskas, A.J. Nonsurgical Treatment for Acute Posttraumatic Distal Radioulnar Joint Instability: A Case Series / A.J. Bachinskas, E.A. Helsper, H.A. Morris [et al.] // *Journal of Hand Surgery Global Online*. – 2019. – Vol. 2, № 1. – P. 35-41.
43. Bailey, D.A. Epidemiology of fractures of the distal end of the radius in children as associated with growth / D.A. Bailey, J.H. Wedge, R.G. McCulloch [et al.] // *J Bone Joint Surg Am*. – 1989. – Vol. 71. – P. 1225–1231.
44. Bauer, A.S. Extensor Retinaculum Reconstruction of the Distal Radioulnar Joint in Adolescents / A.S. Bauer, S.J. Lee, M.D. Smith [et al.] // *Hand (New York, N.Y.)*. – 2022. – Vol. 17, № 5. – P. 957-962.
45. Berger, R.A. The anatomy of the ligaments of the wrist and distal radioulnar joints / R.A. Berger // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2001. – № 383. – P. 32-40.

46. Berquist, T.H. MRI of the hand and wrist / T.H. Berquist. – Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. – 292 p.
47. Bowers, W.H. Volar dislocation of the distal ulna in supination caused by apex volar malunion of the radial shaft: a report of 2 cases / W.H. Bowers, J.W. Karl, R.J. Strauch // J Pediatr Orthop. – 2012. – Vol. 32, № 5. – P. 473-476.
48. Cannata, G. Physeal fractures of the distal radius and ulna: long-term prognosis / G. Cannata, F. De Maio, F. Mancini [et al] // J Orthop Trauma. – 2003. – Vol. 17, № 3. – P. 172–179.
49. Carr, L.W. Chronic distal radioulnar joint instability / L.W. Carr, B. Adams // Hand Clin. – 2020. – Vol. 36, № 4. – P. 443–453.
50. Carsi, B. Longitudinal growth after nonphyseal forearm fractures / B. Carsi, J.C. Abril, T. Epeldegui // J Pediatr Orthop. – 2003. – Vol. 23, № 2. – P. 203-207.
51. Casadei, K. Triangular Fibrocartilage Complex / K. Casadei, J. Kiel // StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing, 2023.
52. Cha, S.-M. Ulnar shortening osteotomy for posttraumatic ulnar impaction syndrome in adolescent (younger than 18 years) / S.-M. Cha, H.D. Shin, Y.K. Kim [et al.] // Based on the Cha & Shin assessment Injury. – 2022. – Vol. 53, № 12. – P. 4038-4047.
53. Cha, S.M. Long-term results of Galeazzi-equivalent injuries in adolescents-open reduction and internal fixation of the ulna / S.M. Cha, H.D. Shin, J.H. Jeon // Journal of Pediatric Orthopedics. Part B. – 2016. – Vol. 25, № 2. – P. 174-182.
54. Chae, S.B. Pronation type Galeazzi-equivalent fracture / S.B. Chae, J.B. Kwon // Medicine. – 2019. – Vol. 98, № 52. – e18429.
55. Chen, Y.R. In Vivo Gliding and Contact Characteristics of the Sigmoid Notch and the Ulna in Forearm Rotation / Y.R. Chen, J.B. Tang // J. Hand Surg. – 2013. – Vol. – № 38A. – P. 1513-1519.
56. Chhabra, A. Current perspectives on the advantages of 3-T MR imaging of the wrist / A. Chhabra, T. Soldatos, G.K. Thawait [et al.] // Radiographics. – 2012. – Vol. 32. – P. 879-896.

57. Chimenti, P. Posttraumatic distal ulnar physéal arrest: a case report and review of the literature / P. Chimenti, W. Hammert // *Hand* (New York, N.Y.). – 2013. – Vol. 8, № 1. – P. 115-119.
58. Coggins, C.A. Imaging of ulnar-sided wrist pain / C.A. Coggins // *Clinics in Sports Medicine*. – 2006. – Vol. 25, № 3. – P. 505-526.
59. Dameron, T.B. Traumatic dislocation of the distal radio-ulnar joint / T.B. Dameron // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1972. – Vol. 83. – P. 55-63.
60. Daneshvar, P. Osseous Anatomy of the Distal Radioulnar Joint: An Assessment Using 3-Dimensional Modeling and Clinical Implications / P. Daneshvar // *The Journal of Hand Surgery*. – 2016. – Vol. 41, № 11. – P. 1071-1079.
61. Daneshvar, P. Rotational Anatomy of the Radius and Ulna: Surgical Implications / P. Daneshvar // *The Journal of Hand Surgery*. – 2020. – Vol. 45, № 11. – P. 1082.e1-1082.e9.
62. De Smet, L. Orientation of the sigmoid notch of the distal radius: determination of different types of the distal radioulnar joint / L. De Smet, G. Fabry // *Acta Orthopaedica Belgica*. – 1993. – Vol. 59, № 3. – P. 269-272.
63. Dello Russo, B. Delayed diagnosis and management of injuries involving the distal radioulnar joint and distal ulna in the pediatric population: recognition and conduct / B. Dello Russo, H.F. Miscione // *Journal of Children's Orthopaedics*. – 2009. – Vol. 3, № 6. – P. 465-472.
64. Dodwell, E. R. Reliability of the Modified Clavien-Dindo-Sink Complication Classification System in Pediatric Orthopaedic Surgery / E. R. Dodwell, R. Pathy, R. F. Widmann [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery. Open Access*. – 2018. – Vol. 3, N 4. – e0020.
65. Dumonteil, S. Dynamic CT assessment of distal radioulnar instability / S. Dumonteil, M.A. Shah, A. Srikanthan [et al.] // *ESSR*. – 2016. – P. 114.
66. Dy, C.J. Peripheral triangular fibrocartilage complex tears cause ulnocarpal instability: a biomechanical pilot study / C.J. Dy, E.A. Ouellette, A.-L.H. Makowski [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2012. – Vol. 470, № 10. – P. 2771-2775.

67. Eberl, R. Galeazzi lesions in children and adolescents: treatment and outcome / R. Eberl, G. Singer, J. Schalamon [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2008. – Vol. 466, № 7. – P. 1705-1709.
68. Ekenstam, F. af. Anatomical studies on the geometry and stability of the distal radio ulnar joint / F. af Ekenstam, C.G. Hagert // *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*. – 1985. – Vol. 19, № 1. – P. 17-25.
69. Ellanti, P. Acute ulnar shortening for delayed presentation of distal radius growth arrest in an adolescent / P. Ellanti, P. Harrington // *Case Rep. Orthop.* – 2012. – P. 1–3.
70. Eschweiler, J. Anatomy, Biomechanics, and Loads of the Wrist Joint / J. Eschweiler, J. Li, V. Quack [et al.] // *Life (Basel, Switzerland)*. – 2022. – Vol. 12, № 2. – P. 188.
71. Farr, S. Clinical experience with arthroscopically-assisted repair of peripheral triangular fibrocartilage complex tears in adolescents--technique and results / S. Farr, U. Zechmann, R. Ganger [et al.] // *International Orthopaedics*. – 2015. – Vol. 39, № 8. – P. 1571-1577.
72. Fishman, F.G. Outcomes of Operative Treatment of Triangular Fibrocartilage Tears in Pediatric and Adolescent Athletes / F. G. Fishman, J. Barber, G. M. Lourie [et al.] // *Journal of Pediatric Orthopedics*. – 2018. – Vol. 38, № 10. – P. 618-622.
73. França Bisneto, E. de N. Dynamic ulnar impaction syndrome in tennis players: report of two cases / E. de N. França Bisneto // *Revista Brasileira De Ortopedia*. – 2017. – Vol. 52, № 5. – P. 621-624.
74. Friberg, K.S. Remodelling after distal forearm fractures in children. III. Correction of residual angulation in fractures of the radius / K.S. Friberg // *Acta Orthopaedica Scandinavica*. – 1979. – Vol. 50, № 6. – P. 741-749.
75. Fujitani, R. Predictors of distal radioulnar joint instability in distal radius fractures / R. Fujitani, S. Omokawa, M. Akahane [et al.] // *J Hand Surg Am.* – 2011. – Vol. 36, № 12. – P. 1919-1925.

76. Galleazzi, R. Ueber ein besonderes Syndrom bei Verletzungen im Bereich der Unterarmknochen / R. Galleazzi // Arch. Orthop. Unfallchir. – 1934. – Vol. 35. – P. 557-562.
77. Gauger, E.M. Acquired Upper Extremity Growth Arrest / E.M. Gauger, L.L. Casnovsky, E.J. Gauger [et al.] // Orthopedics. – 2017. – Vol. 40, № 1. – P. 95-103.
78. Golz, R.J. Distal ulnar physeal injury / R.J. Golz, D.P. Grogan, T.L. Greene [et al.] // Journal of Pediatric Orthopedics. – 1991. – Vol. 11, № 3. – P. 318-326.
79. Gündeş, H. Deformity correction by Ilizarov distraction osteogenesis after distal radius physeal arrest / H. Gündeş, L. Buluç, M. Sahin [et al.] // Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica. – 2011. – Vol. 45, № 6. – P. 406-411.
80. Hafner, R. Ulnar variance in children—standard measurements for evaluation of ulnar shortening in juvenile rheumatoid arthritis, hereditary multiple exostosis and other bone or joint disorders in childhood / R. Hafner, A.K. Poznanski, J.M. Donovan // Skeletal Radiol. – 1989. – Vol. 18, №7. – P. 513-516.
81. Hagert, E. Anatomy of the distal radioulnar joint. In: JA G, editor. Ulnar sided wrist pain: a master skills publication. Rosemont (IL) / E. Hagert, H. Chim, S.L. Moran // American Society for Surgery of the Hand. – 2013. – P. 11–22.
82. Hahn, P. Bilateral test for potential subluxation of the DRUJ / P. Hahn, M.B. Wolf, F. Unglaub // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. – 2013. – Vol. 133, № 10. – P. 1459-1461.
83. Haugstvedt, J.R. Distal radioulnar joint: functional anatomy, including pathomechanics / J.R. Haugstvedt, M.F. Langer, R.A. Berger // The Journal of Hand Surgery, European Volume. – 2017. – Vol. 42, № 4. – P. 338-345.
84. Hedstrom, E.M. Epidemiology of fractures in children and adolescents / E.M. Hedstrom, O. Svensson, U. Bergstrom [et al.] // Acta Orthop. – 2010. – Vol. 81, № 1. – P. 148-153.
85. Herold, T. Indirect MR Arthrography of the wrist in the diagnosis of TFCC-Lesions / T. Herold, M. Lenhart, P. Held [et al.] // RoFo: Fortschritte Auf Dem

Gebiete Der Rontgenstrahlen Und Der Nuklearmedizin. – 2001. – Vol. 173, № 11. – P. 1006-1011.

86. Hidajat, N.N. The Unpredictable Palmaris Longus Tendon Variation in Distal Radio-Ulnar Joint Reconstruction: A Technical Consideration for Undersized Graft / N.N. Hidajat, W. Arsa, S. Fadli [et al.] // Orthopedic Research and Reviews. – 2022. – Vol. 14. – P. 319-326.

87. Hohenberger, G.M. Prevalence of the distal oblique bundle of the interosseous membrane of the forearm: an anatomical study / G.M. Hohenberger, A.M. Schwarz, A.H. Weiglein // The Journal of Hand Surgery, European Volume. – 2018. – Vol. 43, № 4. – P. 426-430.

88. Houshian, S. Remodeling of Salter-Harris type II epiphyseal plate injury of the distal radius / S. Houshian, A.K. Holst, M.S. Larsen [et al.] // J Pediatr Orthop. – 2004. – Vol. 24, № 5. – P. 472-476.

89. Huang, J.I. Anatomy and biomechanics of the distal radioulnar joint / J.I. Huang, D.P. Hanel // Hand Clinics. – 2012. – Vol. 28, № 2. – P. 157-163.

90. Imatani, J. The Galeazzi-equivalent lesion in children revisited / J. Imatani, H. Hashizume, K. Nishida // Journal of Hand Surgery (Edinburgh, Scotland). – 1996. – Vol. 21, № 4. – P. 455-457.

91. Jacobsen, F.S. Periosteum: its relation to pediatric fractures / F.S. Jacobsen // Journal of Pediatric Orthopedics. Part B. – 1997. – Vol. 6, № 2. – P. 84-90.

92. Jaffe, R. The distal radioulnar joint: anatomy and management of disorders / R. Jaffe, L.K. Chidgey, P.C. LaStayo [et al.] // Journal of Hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists. – 1996. – Vol. 9, № 2. – P. 129-138.

93. Johari, A.N. Remodeling of forearm fractures in children / A.N. Johari, M. Sinha // Journal of Pediatric Orthopedics. Part B. – 1999. – Vol. 8, № 2. – P. 84-87.

94. Johnson, R.K. The pronator quadratus in motions and in stabilization of the radius and ulna at the distal radioulnar joint / R.K. Johnson, M.M. Shrewsbury // The Journal of Hand Surgery. – 1976. – Vol. 1, № 3. – P. 205-209.

95. Jung, H.-S. The correlation between shape of the sigmoid notch of the distal radius and the risk of triangular fibrocartilage complex foveal tear / H.-S. Jung, M.J.Park, Y.-S. Won [et al.] // *The Bone & Joint Journal*. – 2020. – Vol. 102-B, № 6. – P. 749-754.
96. Kakar, S. The management of chronic distal radioulnar instability / S. Kakar, B.T. Carlsen, S.L. Moran // *Hand Clinics*. – 2010. – Vol. 26, № 4. – P. 517-528.
97. Kamal, R.N. The Sigmoid Notch View for Distal Radius Fractures / R.N. Kamal, F. Leversedge, D.S. Ruch // *The Journal of Hand Surgery*. – 2018. – Vol. 43, № 11. – P. 1038.e1-1038.e5.
98. Kamano, M. Paediatric Galeazzi-equivalent fracture: two case reports / M. Kamano, H. Ko, K. Kazuki // *Hand Surg.* – Vol. 10. – P. 249–254.
99. Kang, H.G. Resection of a physeal bar under computer-assisted guidance / H.G. Kang, S.J. Yoon, J.R. Kim // *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. – 2010. – Vol. 92, № 10. – P. 1452-1455.
100. Kapoor, V. Distal radio-ulnar joint subluxation following intramedullary nailing of the radius in a child / V. Kapoor, B. Theruvil // *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. – 2004. – Vol. 86, № 4. – P. 592-594.
101. Kihara, H. The stabilizing mechanism of the distal radioulnar joint during pronation and supination / H. Kihara, W.H. Short, F.W. Werner [et al.] // *The Journal of Hand Surgery*. – 1995. – Vol. 20, № 6. – P. 930-936.
102. Kim, B.-S. Morphologic Characteristics of the Sigmoid Notch of the Distal Radius for Patients With Peripheral Triangular Fibrocartilage Complex Tear / B.-S. Kim, K.J. Jung, J.H. Nho // *Orthopedics*. – 2021. – Vol. 44, № 6. – P. 729-734.
103. Kim, B.S. A comparison of ulnar shortening osteotomy alone versus combined arthroscopic triangular fibrocartilage complex debridement and ulnar shortening osteotomy for ulnar impaction syndrome / B.S. Kim, H.S. Song // *Clinics in Orthopedic Surgery*. – 2011. – Vol. 3, № 3. – P. 184-190.
104. Kim, Y.H. Magnetic resonance imaging evaluation of the distal oblique bundle in the distal interosseous membrane of the forearm / Y.H. Kim, H.S. Gong, J.W. Park [et al.] // *BMC Musculoskelet Disord*. – 2017. – Vol. 18, № 1. – P. 47.

105. Kleinman, W.B. Stability of the distal radioulna joint: biomechanics, pathophysiology, physical diagnosis, and restoration of function what we have learned in 25 years / W.B. Kleinman // *The Journal of Hand Surgery*. – 2007. – Vol. 32, № 7. – P. 1086-1106.

106. Korup, L.R. Children's distal forearm fractures: a population-based epidemiology study of 4,316 fractures / L.R. Korup, P. Larsen, K.R. Nanthan [et al.] // *Bone & Joint Open*. – 2022. – Vol. 3, № 6. – P. 448-454.

107. Kraan, R.B.J. The distal radial physis: Exploring normal anatomy on MRI enables interpretation of stress related changes in young gymnasts / R.B.J. Kraan, L.S. Kox, R.J. Oostra [et al.] // *European Journal of Sport Science*. – 2020. – Vol. 20, № 9. – P. 1197-1205.

108. Lee, S.J. Triangular Fibrocartilage Complex Injuries in Children and Adolescents / S.J. Lee., D.S. Bae // *Hand Clin*. – 2021. – Vol. 37, № 4. – P.517-526.

109. Lester, B. "Press test" for office diagnosis of triangular fibrocartilage complex tears of the wrist / B. Lester, J. Halbrecht, I.M. Levy [et al.] // *Ann Plast Surg*. – 1995. – Vol. 35, №1. – P. 41-45.

110. Letts, M. Galeazzi-equivalent injuries of the wrist in children / M. Letts, N. Rowhani // *Journal of Pediatric Orthopedics*. – 1993. – Vol. 13, № 5. – P. 561-566.

111. Liebling, M.S. Gymnast's wrist (pseudorickets growth plate abnormality) in adolescent athletes: findings on plain films and MR imaging / M.S. Liebling, W.E. Berdon, C. Ruzal-Shapiro [et al.] // *AJR. American journal of roentgenology*. – 1995. – Vol. 164, № 1. – P. 157-159.

112. Lindau, T. Distal radioulnar instability is an independent worsening factor in distal radial fractures / T. Lindau, L. Hagberg, C. Adlercreutz [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2000. – № 376. – P. 229-235.

113. Little, J.T. Pediatric distal forearm and wrist injury: an imaging review / J.T. Little, N.B. Klionsky, A. Chaturvedi [et al.] // *Radiographics: A Review Publication of the Radiological Society of North America, Inc*. – 2014. – Vol. 34, № 2. – P. 472-490.

114. Lo, I.K.Y. The radioulnar ratio: A new method of quantifying distal radioulnar joint subluxation / I.K.Y. Lo, J.C. MacDermid, J.D. Bennett [et al.] // *The Journal of Hand Surgery*. – 2001. – Vol. 26, № 2. – P. 236–243.
115. Lutz, M. Arthritis predicting factors in distal intraarticular radius fractures / M. Lutz, R. Arora, D. Krappinger [et al.] // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. – 2011. – Vol. 131, № 8. – P. 1121-1126.
116. Mann, D.C. Distribution of physeal and nonphyseal fractures in 2,650 long-bone fractures in children aged 0-16 years / D.C. Mann, S.J. Rajmaira // *Pediatr Orthop*. – 1990. – Vol. 10, № 6. – P. 713-6.
117. Marrannes, S. Reduction of an Unusual Salter-Harris Type IV Fracture of the Ulna / S. Marrannes, D. Lambrecht, A. Decramer // *Case Reports in Orthopedics*. – 2020. – Vol. 2020. – P. 8498401.
118. Matsuki, K.O. In vivo 3D kinematics of normal forearms: analysis of dynamic forearm rotation / K.O. Matsuki, K. Matsuki, S. Mu [et al.] // *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon). – 2010. – Vol. 25, № 10. – P. 979-983.
119. McAdams, T.R. Arthroscopic treatment of triangular fibrocartilage wrist injuries in the athlete / T.R. McAdams, J. Swan, J. Yao // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 37, № 2. – P. 291-297.
120. Medoff, R.J. Radiographic Parameters of Distal Radius Fractures. In: *Distal radius fractures. Evidence-based management* / R.J. Medoff, S.M. Koehler // Elsevier. – 2021. – P. 43-50.
121. Miller, A. Outcomes of Isolated Radial Osteotomy for Volar Distal Radioulnar Joint Instability Following Radial Malunion in Children / A. Miller, N. Lightdale-Miric, E. Eismann [et al.] // *The Journal of Hand Surgery*. – 2018. – Vol. 43, № 1. – P. 81.
122. Mino, D.E. The role of radiography and computerized tomography in the diagnosis of subluxation and dislocation of the distal radioulnar joint / D.E. Mino, A.K. Palmer, E.M. Levinsohn // *The Journal of Hand Surgery*. – 1983. – Vol. 8, № 1. – P. 23-31.

123. Mitsui, Y. Irreducible Galeazzi-equivalent fracture in a child: an unusual case / Y. Mitsui, M. Yagi, M. Gotoh [et al.] // Journal of Orthopaedic Trauma. – 2009. – Vol. 23, № 1. – P. 76-79.
124. Miyamura, S. Physeal bar resection using a patient-specific guide with intramedullary endoscopic assistance for partial physeal arrest of the distal radius / S. Miyamura, H. Tanaka, K. Oka [et al.] // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. – 2018. – Vol. 138, № 8. – P. 1179-1188.
125. Moniz, S. Case Report: Radioulnar Dissociation in a Child / S. Moniz, S. Sobhi, C.W. Jones // J Orthop Bone Res. – 2021. – Vol. 2, №102. – P.1-5.
126. Moon, D.K. Simultaneous correction of radius and ulna for secondary ulnar impaction syndrome with radial physeal arrest in adolescent: a case report and review of literatures / D.K. Moon, J.S. Park, Y.J. Park [et al.] // Int J Surg Case Rep. – 2018. – Vol. 50. – P. 144-149.
127. Nagata, H. In-vivo measurement of distal radio-ulnar joint translation / H. Nagata, S. Hosny, G.E.B. Giddins // Hand Surgery: An International Journal Devoted to Hand and Upper Limb Surgery and Related Research: Journal of the Asia-Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand. – 2013. – Vol. 18, № 1. – P. 15-20.
128. Nakamura, R. Distal radioulnar joint subluxation and dislocation diagnosed by standard roentgenography / R. Nakamura, E. Horii, T. Imaeda [et al.] // Skeletal Radiology. – 1995. – Vol. 24, № 2. – P. 91-94.
129. Nakamura, R. The ulnocarpal stress test in the diagnosis of ulnar-sided wrist pain / R. Nakamura, E. Horii, T. Imaeda [et al.] // Journal of Hand Surgery (Edinburgh, Scotland). – 1997. – Vol. 22, № 6. – P. 719-723.
130. Nakamura, T. Anatomy and Biomechanics of the Distal Radioulnar Joint (DRUJ) / R. Nakamura // Arthroscopic Management of Ulnar Pain. – 2012. – P. 15–23.
131. Nakamura, T. Arthroscopy of the distal radioulnar joint / R. Nakamura, N. Matsumura, T. Iwamoto [et al.] // Handchirurgie, Mikrochirurgie, Plastische Chirurgie: Organ Der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Fur Handchirurgie: Organ Der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Fur Mikrochirurgie Der Peripheren Nerven Und Gefasse: Organ Der V. – 2014. – Vol. 46, № 5. – P. 295-299.

132. Nakamura, T. In vivo motion analysis of forearm rotation utilizing magnetic resonance imaging / R. Nakamura, Y. Yabe, Y. Horiuchi // *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon). – 1999. – Vol. 14, № 5. – P. 315-320.

133. Ng, A.W.H. MR imaging of the traumatic triangular fibrocartilaginous complex tear / A. W. H. Ng, J.F. Griffith, C.S.Y. Fung [et al.] // *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*. – 2017. – Vol. 7, № 4. – P. 443-460.

134. Nhamoucha, Y. Fracture de Galeazzi chez l'enfant: à propos de 5 cas et revue de la littérature / Y. Nhamoucha, M. Tazi, O. Alaoui [et al.] // *The Pan African Medical Journal*. – 2018. – Vol. 30. – P. 274.

135. Noda, K. Interosseous membrane of the forearm: an anatomical study of ligament attachment locations / K. Noda, A. Goto, T. Murase [et al.] // *The Journal of Hand Surgery*. – 2009. – Vol. 34, № 3. – P. 415-422.

136. Noonan, K.J. Forearm and distal radius fractures in children / K.J. Noonan, C.T. Price // *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. – 1998. – Vol. 6, № 3. – P. 146-156.

137. Ochman, S. High-resolution MRI (3T-MRI) in diagnosis of wrist pain: is diagnostic arthroscopy still necessary? / S. Ochman, B. Wieskötter, M. Langer [et al.] // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. – 2017. – Vol. 137, № 10. – P. 1443-1450.

138. Okada, K. Morphological evaluation of the distal interosseous membrane using ultrasound / K. Okada, H. Moritomo, J. Miyake [et al.] // *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology: Orthopedie Traumatologie*. – 2014. – Vol. 24, № 7. – P. 1095-1100.

139. Omokawa, S.A Biomechanical Perspective on Distal Radioulnar Joint Instability / S. Omokawa, A. Iida, K. Kawamura [et al.] // *Journal of Wrist Surgery*. – 2017. – Vol. 6, № 2. – P. 88-96.

140. Omori, S. In vivo three-dimensional elbow biomechanics during forearm rotation / S. Omori, J. Miyake, K. Oka [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2016. – Vol. 25, № 1. – P. 112-119.

141. Page, W.T. Distraction osteogenesis for correction of distal radius deformity after physeal arrest / W.T. Page, R.M. Szabo // *The Journal of Hand Surgery*. – 2009. – Vol. 34, № 4. – P. 617-626.

142. Pajares, S. Stabilization for acute distal radioulnar instability: A novel surgical technique / S. Pajares, N. Martínez-Catalán, U. Novo-Rivas // *Injury*. – 2021. – Vol. 52. – P. 137-144.

143. Palmer, A.K. The triangular fibrocartilage complex of the wrist--anatomy and function / A.K. Palmer, F.W. Werner // *The Journal of Hand Surgery*. – 1981. – Vol. 6, № 2. – P. 153-162.

144. Palmer, A.K. Triangular fibrocartilage complex lesions: a classification / A.K. Palmer // *J Hand Surg Am*. – 1989. – Vol. 14. – P. 594-606.

145. Palmer, A.K. Triangular fibrocartilage disorders: injury patterns and treatment / A.K. Palmer // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. – 1990. – Vol. 6, № 2. – P. 125-132.

146. Pannu, G.S. Distal radius-ulna fractures in children / G.S. Pannu, M. Herman // *The Orthopedic Clinics of North America*. – 2015. – Vol. 46, № 2. – P. 235-248.

147. Park, M.J. Reliability and normal values of various computed tomography methods for quantifying distal radioulnar joint translation / M.J. Park, J.P. Kim // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 2008. – Vol. 90, № 1. – P. 145-153.

148. Pogue, D.J. Effects of distal radius fracture malunion on wrist joint mechanics / D.J. Pogue, F.S. Viegas, R.M. Patterson [et al.] // *The Journal of Hand Surgery*. – 1990. – Vol. 15, № 5. – P. 721-727.

149. Poppler, L.H. Acute Distal Radioulnar Joint Instability: Evaluation and Treatment / L.H. Poppler, S.L. Moran // *Hand Clinics*. – 2020. – Vol. 36, № 4. – P. 429-441.

150. Qazi, S. Distal Radioulnar Joint Instability and Associated Injuries: A Literature Review / S. Qazi, D. Graham, S. Regal [et al.] // Journal of Hand and Microsurgery. – 2021. – Vol. 13, № 3. – P. 123-131.

151. Randsborg, P.H. Fractures in children: epidemiology and activity specific fracture rates / P.H. Randsborg, P. Gulbrandsen, J.S. Benth [et al.] // J Bone Joint Surg Am. – 2013. – Vol. 95. – P. e42 (1-4).

152. Ray, T. D. Traumatic ulnar physeal arrest after distal forearm fractures in children / T.D. Ray, R.H. Tessler, P. C. Dell // Journal of Pediatric Orthopaedics. – 1996. – Vol. 16, № 2. – P. 195–200.

153. Rodríguez-Merchán, E.C. Distal Radioulnar Joint Instability: Diagnosis and Treatment / E.C. Rodríguez-Merchán, B. Shojaie, A.R. Kachooei // Archives of Bone and Joint Surgery. – 2022. – Vol. 10, № 1. – P. 3-16.

154. Rodríguez-Merchán, E.C. Pediatric fractures of the forearm Pediatric fractures of the forearm / E.C. Rodríguez-Merchán // Clin Orthop Relat Res. – 2005. – Vol. 1, № 432. – P. 65–72.

155. Roh, Y.H. Prognostic Factors of Arthroscopic Debridement for Central Triangular Fibrocartilage Complex Tears in Adults Younger Than 45 Years: A Retrospective Case Series Analysis / Y.H. Roh, S.W. Hong, H.S. Gong [et al.] // Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association. – 2018. – Vol. 34, № 11. – P. 2994-2998.

156. Roth, K.C. Factors determining outcome of corrective osteotomy for malunited paediatric forearm fractures: a systematic review and meta-analysis / K.C. Roth, M.M.J. Walenkamp, R.C.I. van Geenen [et al.] // J Hand Surg Eur. – 2017. – Vol. 42. – P. 810–816.

157. Rothe, M. Treatment of Galeazzi's fracture - is the surgical revision of the distal radioulnar joint necessary? / M. Rothe, T. Rudy, P. Stankovic [et al.] // Handchirurgie, Mikrochirurgie, Plastische Chirurgie: Organ Der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Fur Handchirurgie: Organ Der Deutschsprachigen

Arbeitsgemeinschaft Fur Mikrochirurgie Der Peripheren Nerven Und Gefasse: Organ Der V. – 2001. – Vol. 33, № 4. – P. 252-257.

158. Ryan, L.M. Epidemiology of pediatric forearm fractures in Washington, DC / L.M. Ryan, S.J. Teach, K. Searcy [et al.] / The Journal of Trauma. – 2010. – Vol. 69, № 4 Suppl. – P. 200-205.

159. Saffar, P. The pathology of the long ulna: anatomy and treatment / P. Saffar // The Journal of Hand Surgery, European Volume. – 2007. – Vol. 32, № 6. – P. 608-619.

160. Samora, J.B. Distal Radius Physeal Bar and Ulnar Overgrowth: Indications for Treatment / J.B. Samora // Journal of Pediatric Orthopedics. 2021. – Vol. 41, № 1. – P. 6-13.

161. Saugy, C.-A. When to Suspect DRUJ's Instability in Children? Case Report of a Rare Presentation of Distal Forearm Fractures / C.-A. Saugy, A.B. Bregou // European Journal of Pediatric Surgery Reports. – 2022. – Vol. 10, № 1. – P. 73-75.

162. Schachinger, F. Evaluation of radiological instability signs in the distal radioulnar joint in children and adolescents with arthroscopically-verified TFCC tears / F. Schachinger, S. Wiener, M.F. Carvalho [et al.] // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. – 2020. – Vol. 140, № 7. – P. 993-999.

163. Schlickewei, W. Forearm fractures in children / W. Schlickewei, M. Oberle // Der Unfallchirurg. – 2005. – Vol. 108, № 3. – P. 223-232.

164. Schweitzer, M.E. Indirect wrist MR arthrography: the effects of passive motion versus active exercise / M.E. Schweitzer, P. Natale // Skeletal Radiology. – 2000. – Vol. 29, № 1. – P. 10-14.

165. Semisch, M. Histological assessment of the triangular fibrocartilage complex / M. Semisch, E. Hagert, M. Garcia-Elias [et al.] // The Journal of Hand Surgery, European Volume. – 2016. – Vol. 41, № 5. – P. 527-533.

166. Seo, K.N. Anatomic Reconstruction of the Distal Radioulnar Ligament for Posttraumatic Distal Radioulnar Joint Instability / K.N. Seo, M.J. Park, H.J. Kang // Clinics in Orthopedic Surgery. – 2009. – Vol. 1, № 3. – P. 138-145.

167. Shinohara, T. Arthroscopically assisted repair of triangular fibrocartilage complex foveal tears / T. Shinohara, M. Tatebe, N. Okui [et al.] // *The Journal of Hand Surgery*. – 2013. – Vol. 38, № 2. – P. 271-277.
168. Shivdas, S. A three-dimensional virtual morphometry study of the sigmoid notch of the distal radius / S. Shivdas, M.S. Hashim, T.S. Ahmad // *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)*. – 2018. – Vol. 26, № 3. – P. 2309499018802504.
169. Sinikumpu, J.-J. The shaft fractures of the radius and ulna in children: current concepts / J.-J. Sinikumpu, W. Serlo // *Journal of Pediatric Orthopedics. Part B*. – 2015. – Vol. 24, № 3. – P. 200-206.
170. Sinikumpu, J.-J. Treatment of Distal Forearm Fractures in Children / J.-J. Sinikumpu, Y. Nietosvaara // *Scandinavian journal of surgery: SJS: official organ for the Finnish Surgical Society and the Scandinavian Surgical Society*. – 2021. – Vol. 110, № 2. – P. 276-280.
171. Sink, E. L. Reliability of a complication classification system for orthopaedic surgery / E. L. Sink, M. Leunig, I. Zaltz [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2012. – Vol. 470, N 8. – P. 2220-2226.
172. Skalski, M.R. The Traumatized TFCC: An Illustrated Review of the Anatomy and Injury Patterns of the Triangular Fibrocartilage Complex / M.R. Skalski, E.A. White, D.B. Patel [et al.] // *Current Problems in Diagnostic Radiology*. – 2016 Vol. 45, № 1. – P. 39-50.
173. Soubeyrand, M. Pronation and supination of the hand: Anatomy and biomechanics / M. Soubeyrand, B. Assabah, M. Bégin [et al.] // *Hand Surgery & Rehabilitation*. – 2017. – Vol. 36, № 1. – P. 2-11.
174. Squires, J.H. The role of imaging in diagnosing diseases of the distal radioulnar joint, triangular fibrocartilage complex, and distal ulna / J.H. Squires, E. England, K. Mehta [et al.] // *AJR. American journal of roentgenology*. – 2014. – Vol. 203, № 1. – P. 146-153.
175. Stocker-Downing, T.H. Volar DRUJ Instability After Midshaft Both-Bone Forearm Fracture in a Toddler: A Case Report / T. H. Stocker-Downing F. Biolzi, F.P. O'Brien [et al.] // *JBJS case connector*. – 2021. – Vol. 11. – № 4.

176. Storelli, D.A. The use of computer-aided design and 3-dimensional models in the treatment of forearm malunions in children / D.A. Storelli, A.S. Bauer, L.L. Lattanza [et al.] // *Tech Hand Up Extrem Surg.* – 2015. – Vol. 19, № 1. – P. 23-26.
177. Stuart, P.R. The dorsopalmar stability of the distal radioulnar joint / P.R. Stuart, R.A. Berger, R.L. Linscheid [et al.] // *The Journal of Hand Surgery.* – 2000. – Vol. 25, № 4. – P. 689-699.
178. Suganuma, S. Galeazzi-equivalent Fractures: Report of Two Cases and Literature Review / S. Suganuma, K. Tada, D. Yamamoto [et al.] // *The Journal of Hand Surgery Asian-Pacific Volume.* – 2017. – Vol. 22, № 2. – P. 232-235.
179. Suthar, J.A. Galeazzi - Equivalent Pronation Type Injury with Splitting of Ulnar Epiphyseal Plate into Two Fragments – A Rare Case Report and Review of Literature / J.A. Suthar, V. Kothari // *Journal of Orthopaedic Case Reports.* – 2014. – Vol. 4, № 4. – P. 25-28.
180. Szabo, R.M. Distal radioulnar joint instability / R.M. Szabo // *JBJS.* – 2006. – Vol. 88. – P. 884-894.
181. Tang, C.W. Growth arrest of the distal radius following a metaphyseal fracture: case report and review of the literature / C.W. Tang, R.M. Kay, D.L. Skaggs // *Journal of Pediatric Orthopedics. Part B.* – 2002. – Vol. 11, № 1. – P. 89-92.
182. Tay, S.C. The "ulnar fovea sign" for defining ulnar wrist pain: an analysis of sensitivity and specificity / S.C Tay, K. Tomita, R.A. Berger // *J Hand Surg Am.* – 2007. – Vol. 32, № 4. – P. 438–444.
183. Terry, C.L. Triangular fibrocartilage injuries in pediatric and adolescent patients / C.L. Terry, P.M. Waters // *The Journal of Hand Surgery.* – 1998. – Vol. 23, № 4. – P. 626-634.
184. Tolat, A.R. A cadaveric study of the anatomy and stability of the distal radioulnar joint in the coronal and transverse planes / A.R. Tolat, J.K. Stanley, I.A. Trail // *Journal of Hand Surgery (Edinburgh, Scotland).* – 1996. – Vol. 21, № 5. – P. 587-594.

185. Trehan, S.K. The Effect of Distal Radius Fracture Location on Distal Radioulnar Joint Stability: A Cadaveric Study / S.K. Trehan, H.P. Gould, K.N. Meyers [et al.] // *The Journal of Hand Surgery*. – 2019. – Vol. 44, № 6. – P. 473-479.

186. Trehan, S.K. Arthroscopic treatment of triangular fibrocartilage complex injuries in paediatric and adolescent patients / S.K. Trehan, G. Schimizzi, T.S. Shen [et al.] // *The Journal of Hand Surgery, European Volume*. – 2019. – Vol. 44, № 6. – P. 582-586.

187. Tsukuda, Y. Morphological characteristics of the sigmoid notch of the distal radius affect the stress distribution patterns in the distal radioulnar joint / Y. Tsukuda, D. Kawamura, Y. Matsui [et al.] // *The Journal of Hand Surgery, European Volume*. – 2019. – Vol. 44, № 5. – P. 496-502.

188. Vanheest, A. Wrist deformities after fracture / A. Vanheest // *Hand Clinics*. – 2006. – Vol. 22, № 1. – P. 113-120.

189. Walsh, H.P. Galeazzi fractures in children / H.P. Walsh, C.A. McLaren, R. Owen // *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. – 1987. – Vol. 69, № 5. – P. 730-733.

190. Watanabe, H. Stability of the distal radioulnar joint contributed by the joint capsule / H. Watanabe, R.A. Berger, K.-N. An [et al.] // *The Journal of Hand Surgery*. – 2004. – Vol. 29, № 6. – P. 1114-1120.

191. Waters, P.M. Surgical management of posttraumatic distal radial growth arrest in adolescents / P.M. Waters, D.S. Bae, K.D. Montgomery // *Journal of Pediatric Orthopedics*. – 2002. – Vol. 22, № 6. – P. 717-724.

192. Wechsler, R.J. Computed tomography diagnosis of distal radioulnar subluxation / R.J. Wechsler, M.A. Wehbe, M.D. Rifkin [et al.] // *Skeletal Radiology*. – 1987. – Vol. 16, № 1. – P. 1-5.

193. Wijffels, M. Clinical and Non-Clinical Aspects of Distal Radioulnar Joint Instability / M. Wijffels, P. Brink, I. Schipper // *The Open Orthopaedics Journal*. – 2012. – Vol. 6, № 1. – P. 204-210.

194. Wu, M. Early Results of Surgical Treatment of Triangular Fibrocartilage Complex Tears in Children and Adolescents / M. Wu, P.E. Miller, P.M. Waters [et al.] // The Journal of Hand Surgery. – 2020. – Vol. 45, № 5. – P. 449.

195. Xu, J. In vivo changes in lengths of the ligaments stabilizing the distal radioulnar joint / J. Xu, J.B. Tang // The Journal of Hand Surgery. – 2009. – Vol. 34, № 1. – P. 40-45.

196. Zimmerman, R.M. Instability of the distal radioulnar joint / R.M. Zimmerman, J.B. Jupiter // The Journal of Hand Surgery, European Volume. – 2014. – Vol. 39, № 7. – P. 727-738.

197. Zimmermann, R. Remodeling capacity and functional outcome of palmarly versus dorsally displaced pediatric radius fractures in the distal one-third / R. Zimmermann, M. Gschwentner, S. Pechlaner [et al.] // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. – 2004. – Vol. 124, № 1. – P. 42-48.

198. Zyluk, A. Distal radioulnar joint instability: a review of literature / A. Zyluk, B. Piotuch // Pol Orthop Traumatol. – 2013. – Vol. 78. – P. 77-84.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Анкета для пациента.

Вопросник DASH неспособностей верхних конечностей.

Пожалуйста, оцените вашу способность делать следующие действия в течение последней недели, ставя кружок вокруг номера соответствующего ответа.

		не трудно	немного трудно	умеренно трудно	очень трудно	невозможно
1	Открыть плотно-закрытую или новую банку с резьбовой крышкой	1	2	3	4	5
2	Писать	1	2	3	4	5
3	Повернуть ключ	1	2	3	4	5
4	Готовить пищу	1	2	3	4	5
5	Толкая, открыть тяжелую дверь	1	2	3	4	5
6	Разместить предмет на полку выше вашей головы	1	2	3	4	5
7	Делать тяжелые домашние хозяйственные работы (например, мыть стены, мыть полы)	1	2	3	4	5
8	Ухаживать за садом или двором	1	2	3	4	5
9	Накрыть постель	1	2	3	4	5
10	Нести хозяйственную сумку или портфель	1	2	3	4	5
11	Нести тяжелый предмет (более 4,5 кг)	1	2	3	4	5
12	Заменить	1	2	3	4	5

	лампочку люстры выше вашей головы					
13	Мыть или сушить волосы	1	2	3	4	5
14	Мыть спину	1	2	3	4	5
15	Надеть свитер	1	2	3	4	5
16	Резать ножом пищевые продукты	1	2	3	4	5
17	Действия или занятия, требующие небольшого усилия (например, игра в карты, вязание)	1	2	3	4	5
18	Действия или занятия, требующие некоторую силу или воздействие через вашу руку, плечо, или руку (напр., подметание, работа молотком, теннис и т.д.)	1	2	3	4	5
19	Действия или занятия, при которых вы свободно перемещаете вашу руку (напр., игра в летающую тарелку, бадминтон и т.д.)	1	2	3	4	5
20	Управлять потребностями транспортировки (перемещение)	1	2	3	4	5

	из одного места на другое)					
		нисколько	немного	умеренно	много	чрезвычайно
22	До какой степени проблема вашей руки, плеча или кисти сталкивалась в вашей нормальной социальной активностью (в кругу семьи, друзей, соседей) в течение прошлой недели?	1	2	3	4	5
		без ограничения	немного	умеренно	очень	Неспособный (-ая)
23	Были ли вы ограничены в вашей работе или других регулярных ежедневных действиях из-за проблемы вашей руки, плеча или кисти в течение прошлой недели	1	2	3	4	5
Пожалуйста, оцените серьезность следующих признаков на последней неделе.						
		нет	немного	умеренно	очень	чрезвычайно
24	Боль в руке, плече или кисти	1	2	3	4	5
25	Боль в руке, плече или кисти при выполнении той или иной специфической работы	1	2	3	4	5
26	Покалывание в	1	2	3	4	5

	руке, плече или кисти					
27	Слабость в руке, плече или кисти	1	2	3	4	5
28	Тугоподвижность руки, плеча или кисти	1	2	3	4	5
		не трудно	немного трудно	умеренно трудно	очень трудно	настолько трудно, что не могу спать
29	Насколько трудно было спать из-за боли в руке, плече или кисти в течение прошлой недели	1	2	3	4	5
		Строго не согласен (на)	Не согласен (на)	Ни согласен (на), ни не согласен (на)	Согласен (на)	Строго согласен (на)
30	Я себя чувствую менее способным (ой), менее уверенным (ой) или менее полезным (ой) из-за проблемы моей руки, плеча или кисти	1	2	3	4	5