

**Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Центральный научно-исследовательский институт травматологии и
ортопедии имени Н. Н. Приорова»**

На правах рукописи

ЛЫСИКОВ
Владислав Алексеевич

Хирургическое лечение болезни Легг-Кальве-Пертеса

14.01.15. – травматология и ортопедия

Диссертация

на соискание учёной степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Кожевников Олег Всеволодович

Москва – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

Список сокращений.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1.Современные взгляды на этиологию, патогенез, диагностику и лечение болезни Пертеса (аналитический обзор литературы).....	12
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	37
2.1 Характеристика клинического материала.....	37
2.2 Методы исследования.....	41
2.2.1 Клинический метод.....	41
2.2.2 Рентгенография.....	44
2.2.3 Ультразвуковое исследование.....	51
2.2.4 Компьютерная томография.....	53
2.2.5 Денситометрия.....	56
2.2.6 Статистический метод.....	59
ГЛАВА 3. БИОМЕХАНИЧЕСКОЕИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОМЫШЕЧНОГО АППАРАТА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА.....	60
ГЛАВА 4. ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГГ-КАЛЬВЕ ПЕРТЕСА.....	79
4.1 Планирование и показания к проведению различных методов лечения пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса.....	79
4.2 Демпферно-динамическая система разгрузки тазобедренного сустава.....	82
4.3 Деторсионно-варизирующая остеотомия бедренной кости.....	85
4.4 Деторсионно-варизирующая остеотомия бедренной кости с резекцией и транспозицией большого вертела.....	88
4.5 Деторсионно-варизирующая остеотомия в сочетании с остеотомией таза....	90
4.6 Передне-ротационная остеотомия бедренной кости.....	93
4.7 Вальгизирующая остеотомия бедренной кости.....	97
ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНИ ЛЕГГ-КАЛЬВЕ-ПЕРТЕСА.	101
ОШИБКИ И ОСЛОЖНЕНИЯ.....	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	116
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	122
ВЫВОДЫ.....	123
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	124

Список сокращений

АИ – Ацетабулярный индекс

БЭА - биоэлектрическая активность

ДВО – Деторсионно-варизирующая остеотомия

И/б – История болезни

ИП – Интегральный показатель

КП – Коэффициент покрытия

МКТ – Мультипланарная компьютерная томография

Т/б – Тазобедренный сустав

ЦД – Центр движения

ШДУ – Шеечно-диафизарный угол

ЭМГ – Электромиография

ЭНМГ – Электронейромиография

ЭОП – Электронно-оптический преобразователь

Введение

Болезнь Легг-Кальве-Пертеса (или остеохондропатия головки бедренной кости) относится к числу наиболее тяжелых и часто встречающихся заболеваний тазобедренного сустава у детей в возрасте от 3 до 14 лет. Болезнь Легг-Кальве-Пертеса относится к социально-значимым заболеваниям, поскольку при отсутствии должного лечения ведет к развитию нестабильности тазобедренного сустава, коксартроза и инвалидности.

Этиология заболевания до сих пор до конца не установлена. В настоящее время превалирует точка зрения, что болезнь Легг-Кальве-Пертеса - заболевание мультифакториальной природы и обусловлена комбинацией генетических и многих других факторов, в том числе и внешней среды.

Несмотря на то, что болезнь известна более 100 лет, проблема диагностики и лечения остается актуальной до настоящего времени. Патологические изменения в головке бедренной кости последовательно проходят все стадии, перед тем как наступит выздоровление, при этом нарушение функции сустава могут варьировать от легкой до тяжелой степени. Длительность заболевания составляет в среднем 2-3 года, но может принять и более затяжной характер.

К сожалению, по-прежнему отсутствует четкая диагностическая схема для выявления заболевания на ранней стадии. Основным методом диагностики остается рентгенография, хотя известно, что рентгенологическая картина пораженного сустава на ранней стадии мало информативна. Это является одной из причин поздней диагностики заболевания.

Основной задачей лечения болезни Легг-Кальве-Пертеса является предупреждение развития необратимой деформации головки бедренной кости, нарушения конгруэнтности структур тазобедренного сустава и формирования фемороацетабулярного импинджмента. Конечная цель лечения - профилактика развития вторичного дегенеративного остеоартроза тазобедренного сустава во взрослой жизни.

До настоящего времени нет единого мнения относительно выбора метода лечения. Постоянно обсуждается вопрос о целесообразности выполнения тех или иных способов хирургической коррекции и о сроках их проведения: в разгаре болезни Легг-Кальве-Пертеса или, в частности, на стадии фрагментации. В ар-

сенале ортопеда есть различные оперативные методики от реваскуляризирующих остеоперфораций до реконструкций крыши вертлужной впадины, порой в сочетании с остеотомией проксимального отдела бедренной кости.

Оперативные методы направлены на восстановление конгруэнтности в тазобедренном суставе и обеспечение полного покрытия головки бедренной кости ацетабулярным компонентом [5, 110,111,112,113,115,116,117,118,120,121]. Показания к применению того или иного оперативного метода разнятся, зачастую они неоднозначны.

В предоперационном планировании использование только рентгенологической картины пораженного сустава явно недостаточно и для выбора тактики хирургического ремоделирования целесообразно более глубокое исследование структур тазобедренного сустава.

В настоящее время такую информацию позволяют получить способы лучевой диагностики, а именно КТ с возможностью выполнения многоплоскостных срезов и 3D реконструкции.

При решении вопроса о выборе тактики хирургического лечения патологии приоритет может быть отдан корригирующим операциям на проксимальном отделе бедра. Реориентация головки бедра во впадине способна обеспечить не только ее полное покрытие, но и вывести из-под нагрузки область поражения. В сравнении с другими вмешательствами операции обладают меньшей травматичностью, не требуют гипсовой иммобилизации и постельного режима для пациента, обеспечивают проведение ранней полноценной реабилитации. В тоже время, операции не исключают возможность проведения ацетабулярной реконструкции при наличии выраженной дисплазии вертлужного компонента.

Основной причиной возникновения деформации головки бедренной кости является снижение ее прочностных свойств вследствие повышенной резорбции костной ткани. Изучение фосфорно-кальциевого обмена, в частности анализ показателей маркеров распада костной ткани и костеобразования позволяет оценить глубину патологического процесса и провести патогенетически обоснованную медикаментозную коррекцию.

Исследования биомеханики ходьбы с оценкой двигательных компенсаторных стереотипов в предоперационном периоде позволят выбрать критерии для фор-

мирования нового двигательного навыка посредством укрепления ягодичных групп мышц, и повысить их функциональную активность как в предоперационном периоде, так и после оперативного вмешательства.

Для достижения хороших анатомо-функциональных результатов и восстановления силы мышц – стабилизаторов тазобедренного сустава огромную роль играет послеоперационная реабилитация, включая современные возможности функционального биоуправления.

Разработка рациональной системы комплексного лечения болезни Легга-Кальве-Пертеса, способствующей созданию оптимальных условий для купирования асептического некроза головки бедренной кости, восстановлению правильных взаимоотношений в тазобедренном суставе на различных стадиях заболевания и ранней компенсации функции нижней конечности является актуальной задачей современного этапа.

Цель исследования

Улучшить результаты лечения болезни Легг-Кальве-Пертеса на основе использования обоснованных методов хирургической коррекции, рациональных программ восстановительного лечения с использованием методов ФБУ и медикаментозной коррекции.

Задачи исследования

1. Уточнить характер патологических изменений тазобедренного сустава на разных стадиях болезни Легг-Кальве-Пертеса, используя современные, компьютерные средства лучевой диагностики.
2. Разработать алгоритм и методику оптимальной хирургической коррекции патологических изменений болезни Легг-Кальве-Пертеса в зависимости от стадии процесса.
3. Дать характеристику нарушениям функции мышц при остеохондропатии головки бедренной кости посредством изучения динамики ходьбы.
4. Усовершенствовать систему послеоперационной реабилитации пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса.
5. Оценить результаты комплексного лечения больных с болезнью Легг-Кальве-Пертеса с учетом анатомо-функционального состояния конечности.

Научная новизна диссертации

- Детально изучен характер патологических изменений тазобедренного сустава на разных стадиях болезни Легг-Кальве-Пертеса с использованием современных компьютерных средств лучевой диагностики.
- Определены особенности нарушений функции нижней конечности при остеохондропатии головки бедренной кости посредством изучения динамики ходьбы на компьютерном анализаторе Capture Motion.
- Разработан алгоритм оптимальной хирургической коррекции болезни Легга-Кальве-Пертеса в зависимости от стадии развития патологического процесса.
- Усовершенствована система послеоперационной реабилитации пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса.
- Биомеханические исследования позволили объективизировать нарушения локомоции, выявить дисбаланс мышц, обеспечивающих движения в тазо-

бедренном суставе, и показали формирование у больных устойчивого патологического стереотипа походки.

Практическая ценность работы

1. Уточнение показаний к хирургическому лечению болезни Легг-Кальве-Пертеса в зависимости от стадии заболевания и возраста больных позволило улучшить тактику лечения.

2. Усовершенствование тактики хирургического лечения, рационального выбора способа лечения болезни Легг-Кальве-Пертеса, позволило получить отличные и хорошие результаты и сократить сроки госпитализации.

3. Предложенный диагностический алгоритм, включающий комплекс лучевых, биомеханических методов исследования, позволяет оценить анатомо-функциональное состояние тазобедренного сустава у больных с Легг-Кальве-Пертеса и обосновано использовать методы оперативной коррекции.

4. Метод функционального биоуправления или программы реабилитации, направленные на укрепление мышечного тонуса оперированного сустава, увеличение амплитуды движений в тазобедренном суставе, повышение выносливости мышц, стабилизирующих тазобедренный сустав и восстановление нормального стереотипа походки и сохранения центрации головки бедренной кости, достигнутой во время хирургической коррекции.

Положения, выносимые на защиту

1. Спиральная компьютерная томография с выполнением сагиттальных срезов тазобедренных суставов является эффективным методом и неотъемлемой частью предоперационного планирования у больных с болезнью Легг-Кальве-Пертеса.

2. Исследование биомеханического статуса до начала лечения, характеризующее состояние не только пораженного сустава, но и всей опорно-двигательной системы больного, позволяет объективизировать оценку результатов, достигнутых с помощью различных методов хирургических лечения.

3. Реконструктивные операции на проксимальном отделе бедра имеют приоритет при решении вопроса о выборе тактики хирургического лечения болезни Легг-Кальве-Пертеса.

4. Восстановление функции тазобедренного сустава и полная опороспособность возможна до завершения репарации в очаге остеохондропатии при проведении адекватной хирургической коррекции и выполнении оптимальной программы реабилитации.

Апробация работы. Материалы работы доложены на 10 научных конференциях:

- IV съезд травматологов ортопедов России. Саратов, 2010 г. Анализ способов хирургической коррекции при болезни Легга –Кальве- Пертеса на основе современных методов диагностики.

- Научно-практическая конференция «Реабилитация при патологии опорно-двигательного аппарата» к 95-летию со дня рождения А.Ф.Каптелина. Москва, 2011г. Комплексное лечение болезни Пертеса с использованием метода функционального биоуправления.

- I конгресс травматологов ортопедов «Травматология и ортопедия столицы. Настоящее и будущее» 2012г., Москва. Использование метода Motoin Capture для регистрации нарушений биомеханики ходьбы у пациентов с болезнью Легга-Кальве-Пертеса.

- Научно-практическая конференция «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии детского возраста». Чебоксары, 2012 год. Оценка роли ротационных остеотомий в комплексном лечении болезни Пертеса.

- XI Российский конгресс «Инновационные технологии в педиатрии и детской хирургии». Москва, 2012 год. Влияние ротационных остеотомий на динамику репаративного процесса при остеохондропатии головки бедренной кости у детей.

- I научно-практическая конференция Актуальные вопросы ортопедии. Достижения. Перспективы. Москва, 2012г. Особенности хирургического лечения болезни Легга-Кальве-Пертеса.

- XI Московская ассамблея здоровье столицы, Москва, 2012г. Оценка роли ротационных остеотомий в комплексном лечении болезни Легга-Кальве-Пертеса.

- Combined 33 SICOT & 17 PAOA Orthopaedic World Conference, 2013, Dubai, United Arab Emirates. Rotational osteotomy of the femur in Legg-Calve-Perthes disease, and preoperative planning.

- Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Инновационные технологии в травматологии и ортопедии детского возраста», материалы конференции, 2015, г. Орел. Эффективность переднеротационной остеотомии в хирургическом лечении пациентов с болезнью Пертеса.

- Всероссийская научно-практическая конференция «Вертебрология - проблемы, поиски, решения, посвященной 75-летию профессора С.Т. Ветрилэ, г. Москва, 2016г. Реконструктивная хирургия проксимального отдела бедренной кости у пациентов с болезнью Легга-Кальве-Пертеса.

По материалам диссертации опубликовано 39 печатных работ, из них 7 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Внедрение в практику.

Результаты исследования внедрены в лечебный процесс Городской детской клинической больницы №13 имени Н.Ф. Филатова Департамента здравоохранения г. Москвы, в лечебный процесс ГБУЗ МО «Московской областной детской клинической травматолого-ортопедической больницы».

Статьи, опубликованные в печать в рецензируемых ВАК журналах:

1. Кожевников О.В. Эффективность хирургического лечения болезни Легга-Кальве-Пертеса / О.В. Кожевников, А.В. Иванов, В.А. Лысиков // Журнал «Кубанский научный медицинский вестник» №2(125), 2011. - С.84-87.

2. Кожевников О.В. Наш подход к хирургическому лечению болезни Легга-Кальве-Пертеса / О.В. Кожевников, А.В. Иванов, В.А. Лысиков // Журнал «Детская хирургия» 2011, №5.- С. 34-38.

3. Кожевников О.В. Разработка систем высокотехнологичного стабильного остеосинтеза проксимального отдела бедренной кости у детей / О.В. Кожевников, А.В. Иванов, В.А. Лысиков, В.А. Лазарев // Журнал «Медицинский альманах» №1 (20) март 2012. - С. 137-141.

4. Кожевников О.В. Критерии выбора метода хирургической коррекции при болезни Легга-Кальве-Пертеса / А.В. Иванов, В.А. Лысиков, В.А. Лазарев // Журнал «Медицинский альманах» №5 (24) ноябрь 2012. - С. 141-144

5. Кожевников О.В. Основные подходы к хирургическому лечению болезни Легга-Кальве-Пертеса / О.В. Кожевников, А.В. Иванов, В.А. Лысиков // Современ-

ное искусство медицины. Научно-информационный журнал, 2013г, № 2-3 (10-11). - С. 5-10.

6. Кожевников О.В. Современные отечественные металлоконструкции для остеосинтеза проксимального отдела бедренной кости у детей с патологией тазобедренного сустава / О.В. Кожевников, А.В. Иванов, В.А. Лысиков // Современное искусство медицины. Научно-информационный журнал, 2013г № 4 (12). - С. 46-52.

7. Кожевников О.В. Болезнь Легг-Кальве-Пертеса - этиология, патогенез, диагностика и лечение / О.В. Кожевников, В.А. Лысиков, А.В. Иванов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н.Приорова. 2017, №1.- С.77-87.

Структура и объем работы

Диссертация изложена на 142 страницах, иллюстрирована 56 рисунками, 2 диаграммой и 15 таблицами. Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, указателя литературы, включающего 210 источников.

Глава 1.

Современные взгляды на этиологию, патогенез, диагностику и лечение болезни Пертеса (Аналитический обзор литературы)

Болезнь Легг-Кальве-Пертеса – ювенильная форма идиопатического остеонекроза головки бедренной кости, поражающая детей в возрасте 2-14 лет. Заболевание представляет одну из наиболее распространенных форм остеохондропатии. Термин остеохондропатия происходит от греческих слов: *osteon* (греч) - кость, *chondros* (греч) – хрящ, *patos* (греч) – болезнь, страдание.

В 1909 г. впервые с серьезным анализом клинических признаков «неясного» заболевания тазобедренного сустава выступил А. Legg (США)[153]. Независимо от А. Legg в 1910 г во Франции. J. Calve описал 10 случаев «псевдококкалгии» с уплощением и распадом эпифиза на фрагменты [97]. В том же году С. Perthes (Германия) сообщил о 6 больных с болями в тазобедренном суставе [173]. Н. Waldenstrom также описал рентгенологическую картину этого состояния в 1909 г., но, к сожалению, полагал, что оно имеет туберкулезную этиологию [192].

Распространенность болезни Легг-Кальве-Пертеса в различных странах колеблется от 0,2 до 19,1 на 100000 детского населения. Более низкая заболеваемость зарегистрирована в странах экваториального региона и странах Восточной Азии; отмечено, что с увеличением широты частота болезни Легг-Кальве-Пертеса возрастает. Кроме того, имеются расовые различия в возникновении заболевания [171]. Мальчики болеют в 4-5 раз чаще девочек. Обычно поражается один сустав, двустороннее поражение встречается в среднем 10% случаев [10].

Этиология и патогенез болезни Легг - Кальве - Пертеса.

Несмотря на то, что болезнь Легг-Кальве-Пертеса известна более 100 лет, этиология заболевания до сих пор до конца не установлена и предложены различные теории его возникновения.

Распространенной теорией возникновения болезни Легг-Кальве-Пертеса была теория нарушения взаимоотношений в проксимальном отделе бедренной

кости. В качестве причины развития заболевания рассматривается избыточная антеторсия и увеличение шейечно-диафизарного угла [1,51,58,83,106]. Полагают, что ретроверсия, которая нередко выявляется у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса, также может быть причиной заболевания вследствие повышенной нагрузки на дорсальную область соединения «головка-шейка» бедренной кости, вызывая нарушение кровоснабжения эпифиза [139].

Рассматривались и рассматриваются другие этиологические факторы, играющие роль в возникновении болезни Легг-Кальве-Пертеса: мутация коллагена II типа [154,159], мутация V фактора Лейдена [122,146,209], нарушения в инсулиноподобном факторе роста [165], низкий вес при рождении, отставание в росте при рождении, курение матери, пассивное курение [92,124,125], травма [24,103,124], неблагоприятное воздействие экологических факторов [76]. Тромбофилия как и другие причины развития болезни Легг-Кальве-Пертеса остается спорной. В некоторых исследованиях показана связь заболевания с различными нарушениями коагуляции [126,198], сообщается о полиморфизме гена эндотелиальной NO-синтазы [203]. В то же время в других исследованиях этой связи с развитием заболевания не было выявлено [184]. Достоверных доказательств о непосредственном влиянии тех или иных факторов на развитие заболевания по-прежнему остается неясным.

У пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса были обнаружены врожденные аномалии: нарушение структуры «здоровой» бедренной кости, умеренное снижение высоты межпозвонковых дисков и неровность контуров замыкательных пластинок тел позвонков, отставание костного возраста [10, 15,17,102].

В.Г. Крючок считал, что нарушение кровоснабжения головки бедренной кости и развитие в ней деструктивного процесса могут быть обусловлены врожденной гипоплазией сосудистой сети тазобедренного сустава и проявлением общей дисплазии соединительной ткани [23,47,49,57]. Представлены особенности кровообращения в области тазобедренного сустава у детей в возрасте 3-8 лет, так называемый «Пертес – возраст», и субкритический характер кровотока, характерный для этого возрастного периода [89,108,172,190]. Развивающийся некроз головки связывают с локальным нарушением кровообращения в тазобедренном суставе, его эпифизе, что подтверждается экспериментальными работами

[16.81.87,89,108]. Селективная ангиография, сцинтиграфия костной ткани, перфузионная МРТ и биопсия, выполненные на ранних стадиях болезни, доказали отсутствие кровообращения и ишемический некроз костной ткани в поврежденной части головки бедренной кости [148]. В качестве причины заболевания рассматривалось значительное повышение внутрикостного давления, которое в основном обусловлено нарушением венозного кровообращения в головке бедренной кости [31.37,39,49]. Однако до настоящего времени остается не выясненным, в каком отделе сосудистой системы происходят первоначальные проявления – артериальном или венозном, и что является первопричиной. Ряд исследователей объясняют причину сосудистой недостаточности конституциональными и наследственными факторами, склоняясь к теории врожденной нейрососудистой дисплазии [1,3,57,108,195]. В 1991 году Shang-Liliu [189] описана диспластическая сосудистая система в тазобедренном суставе с повышенным давлением в венозной системе у пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса. Подтверждением не локального, а распространенного нарушения структуры кровеносных сосудов у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса является исследование, выполненное Perry DC et al в 2012 году [172]. Было установлено, что **диаметр a. brachialis, скорость кровотока, ток крови** у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса значительно снижены по сравнению с контрольной группой здоровых детей. Так, у больных детей диаметр артерии был равен **2,97 мм** против **3,11 мм**, скорость кровотока – **33,84 см/сек** против **37,83 см/сек** и ток крови 149,82 л/мин против 184,07 л/мин.

В настоящее время превалирует точка зрения, что этиология болезни Легг-Кальве-Пертеса **мультифакториальна** и обусловлена комбинацией генетических и многих других факторов. Согласно этому положению генетические факторы повышают возможность прекращения кровоснабжения головки бедренной кости, а повторные микротравмы или повышенная нагрузка являются пусковым механизмом [1,24,103,131,134,146].

Несмотря на причину заболевания, **прерывание кровоснабжения головки бедренной кости, приводящее к ишемическому некрозу, является ключевым патогенетическим моментом**, вызывающим патологические и последующие структурные изменения в растущей головке бедренной кости. Диагно-

стические исследования, такие как селективная ангиография [108,113], сцинтиграфия костной ткани [31,87,105] и контрастная МРТ доказали отсутствие кровотока в пораженной головке бедренной кости [174,121]. Хотя число гистологических исследований головки и биопсий образцов ограничены, они показали изменения, совпадающие с ишемическим некрозом кости и глубоких слоев хряща [122]. Изучения на животных также показали, что отсутствие кровотока в головке бедренной кости вызывает гистологические изменения аналогичные болезни Легг-Кальве-Пертеса [102,162].

Остается не ясным: достаточно ли **1 эпизода инфаркта или необходимо несколько таких эпизодов для развития заболевания.**

В отличие от этиологии патогенез остеонекроза понятен гораздо лучше. Болезнь Легг-Кальве-Пертеса относится к заболеваниям, проходящим без лечения (self-limiting disease). Прекращение кровотока в эпифизе головки бедренной кости приводит к некрозу. Сосудистая окклюзия является временной. Процесс ревазуляризации может длиться до 2-4 лет. Во время ревазуляризации некротизированная кость замещается новой костью. Установлено, что патологический процесс затрагивает суставной хрящ, эпифиз, пластину роста и метафиз. Изменения суставного хряща включают увеличение толщины, некроз хондроцитов в глубоких слоях хряща, прекращение эндохондральной оссификации, отделение хряща от субхондральной кости, сосудистую инвазию хряща, новые очаги дополнительной оссификации. В эпифизе наблюдаются интенсивная гибель клеток, компрессионные переломы трабекул, остеокластическая резорбция некротизированной костной ткани, задержка костеобразования, снижение механической прочности, деформация головки, если нагрузка на тазобедренный сустав превышает механическую прочность. Изменения в пластине роста наиболее часто наблюдаются в передней области головки бедренной кости. У 30% больных наблюдается ее преждевременное закрытие [170]. Изменения в метафизе обычно видны на ранних стадиях болезни в виде **рентгенопрозрачной зоны ниже пластины роста** [95,99,104,130,131, 171,175,176,187,193,194].

Развитие деформации головки является наиболее важным следствием болезни Легг-Кальве-Пертеса, так как степень деформации коррелируется с долгосрочным исходом заболевания [32,35,96,111,130,145,183,192]. Ключевым моментом

является то, что под действием ишемии меняется механическая характеристика головки, и она становится более мягкой. Радиологические исследования показали, что развитие деформации начинается в начальной стадии заболевания (стадии повышенной рентгенонепроницаемости) и прогрессирует в стадии резорбции (стадия фрагментации). С целью установления патологических изменений в проксимальной части головки бедренной кости, который включал суставной хрящ, эпифиз, пластину роста и метафиз был изучен биопсийный и некропсийный материал [104,110,170,183]. Однако оценить временные последствия патологических изменений и их функциональную важность не представляется возможным, из-за ограниченного числа исследованных образцов, которые были взяты на разных стадиях болезни. При исследовании экспериментальной модели нормальной и инфарктной головки было выявлено значительное и постоянное снижение механических свойств инфарктной головки, начиная с ранней аваскулярной стадии до конца стадии реваскуляризации [184]. Дальнейшие исследования показали снижение механических свойства суставного хряща и костной ткани инфарктной головки [132,150,176]. При исследовании минерального состава некротизированной трабекулярной кости отмечено значительное увеличения содержания кальция, что делает кость более хрупкой [119]. Это означает, что такая кость имеет склонность к микротравмам, которые при накоплении способствуют возникновению субхондральных переломов. **Некроз костной ткани приводит к изменениям в мягких тканях тазобедренного сустава, включая возникновение синовита, гипертрофию суставного хряща и гипертрофию круглой связки** [117,138,143]. Изменения в мягких тканях и мышечный спазм вызывают латеральное смещение головки бедренной кости в вертлужной впадине. В этом случае под нагрузкой оказывается смещенная область аваскулярной головки. В отличие от здоровой костной ткани аваскулярная кость не способна противостоять физиологическим стрессам, что вызывает деформирование головки бедренной кости. По-видимому, смещение головки является основным фактором, который предрасполагает к развитию ее деформации [15,17,100,139,140,142].

В настоящее время предложены десятки классификаций болезни. Условно их можно разделить на 3 группы в зависимости от их задач: согласно стадии заболевания, согласно прогнозу исхода и согласно исходу.

Классификация болезни Легг-Кальве-Пертеса

Общепризнанная классификация остеохондропатии тазобедренного сустава, предложенная в 1923 г. **G. Axhausen** [91], широко известна ортопедам. Она отражает процессы течения болезни Пертеса, включает 5 стадий:

1. Стадия первичного субхондрального некроза губчатого костного вещества и костного мозга головки.
2. Стадия импрессионного перелома. Некротизированные костные «бабочки» спрессовываются в «костную муку»; наблюдаются мощные соединительно-тканые тяжи, расчленяющие смятую головку на «секвестры», образуются кисты с гигантскими клетками или остатками жировых скоплений.
3. Стадия фрагментации эпифиза. Этот дегенеративно-дистрофический процесс, длящийся годами, переходит в следующую стадию - репаративного остеохондрогенеза.
4. Стадия репарации. Морфологически на этой стадии наблюдается реконструкция костных бабочек благодаря матапластическому превращению соединительно-тканых и хрящевых элементов в костные структуры.
5. Конечная стадия. В этот период структура губчатого вещества восстанавливается, фиксируя изменения в форме головки и шейки бедренной кости.

В 1922 и позднее в 1938 году Н. Waldenstrom [199,200,201] предложил классификацию болезни Легг-Кальве-Пертеса, выделив 4 стадии: **I стадия – аваскулярная**, характеризуется повышенной рентгенопроницаемостью, рентгенологически головки более плотные и слегка уплощены, суставная щель расширена (признак Waldenstrom), латерализацией головки; **II стадия – резорбции (фрагментации)**, характеризуется рентгенопрозрачностью, снижается плотность головки, распадается на фрагменты; **III стадия – реоссификации** и **IV стадия – стадия восстановления**, которая может протекать без дефектов восстановления структуры тазобедренного сустава или с нарушениями: соха magna, соха plana, уплощение головки. Waldenstrom отметил значение субхондральной линии перелома для оценки заболевания, хотя и рассматривал эту линию скорее как резорбцию, а не как патологический перелом.

В последствие с помощью данной классификации была сделана попытка преодолеть трудности отнесения патологических изменений в суставе к той или иной группе по **A. Catterall**.

Появление новых методов обследования, новых знаний о болезни Легг-Кальве-Пертеса потребовали внесения изменений и дополнений в существующую классификацию с учетом степени нейротрофических нарушений, лежащих в основе патогенеза остеохондропатий. Такая классификация была представлена **Ю.А. Веселовским** с соавторами в **1988 году** [24]. В данной классификации выделены 6 стадий болезни Легг-Кальве-Пертеса: **I начальная стадия – компенсированная, латентная** ишемия проксимального конца бедренной кости, **II стадия остеонекроза** - декомпрессированной ишемии проксимального конца бедренной кости, **III стадия импрессионного перелома, IV стадия фрагментации, V стадия восстановления и VI стадия – исхода**. Однако широкого распространения эта классификация не получила.

В **1994 году С.Н. Моисеев** [56], используя клинический подход, предложил классификацию, в которой выделил три периода течения болезни Легг-Кальве-Пертеса:

1. Докритический период – соответствует *классификации* временному отрезку от начала до середины 2 стадии заболевания (6-7 месяцев от начала заболевания).

2. Критический период – занимает окончание 2, 3 и 4 стадии болезни Легг – Кальве-Пертеса (от 8 до 24 месяцев от начала заболевания)

3. Посткритический период предполагает 2 исхода:

- восстановление денситометрических показателей структуры и формы головки бедренной кости с сохранением конгруэнтности;

- восстановление денситометрических показателей с нарушением конгруэнтности за счет истинной деформации головки бедренной кости с сохранением структуры вертлужной впадины.

В 1971 году появляется классификация A.Catterall [102], основанная на степени тяжести поражения головки бедренной кости: I степень – поражена $\frac{1}{4}$ часть головки в верхнелатеральной области; II степень – поражена $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{2}$ головки, образование секвестров и умеренные изменения в метафизе; III степень –

поражены $\frac{3}{4}$ головки, интактна только задняя область, наличие секвестров, диффузные изменения метафиза, соха magna; IV степень- поражена вся головка, коллапс. Поскольку степень поражения определяет тяжесть заболевания, становится возможным прогнозировать исход болезни Легг-Кальве-Пертеса. Классификация Catterall А. широко используется при решении вопроса о характере лечения. Однако оценка больного по классификации Catterall трудна и требует достаточного опыта ортопеда при ее использовании. Если она используется не корректно, то результаты могут быть ошибочными. Сообщается о низком показателе соответствия при оценке рентгенограмм одних и тех же больных различными экспертами [115,199].

Принимая во внимание, что рентгенологические признаки аваскулярного поражения головки бедренной кости появляются в разгаре заболевания, Conway JJ в 1993 году [111] первым описал скинтиграфическую оценку тяжести болезни Легг-Кальве-Пертеса. Он выделил четыре степени поражения эпифиза: I степень – поражена $\frac{1}{4}$ эпифиза, II степень – $\frac{1}{2}$, III степень – $\frac{3}{4}$ и IV степень – поражен весь эпифиз.

В 1980 г. для оценки исхода заболевания Moss К. опубликовал систему измерения сферичности головки бедренной кости [171]. Позднее, в 1984 году **Salter R.B. и Thompson G.H.** [185,186] предложили классификацию, состоящую из 4 групп. Она позволяет прогнозировать исходы заболевания на ранней стадии, что особенно важно для принятия решения о характере лечения:

Группа I - субхондральная линия перелома только на снимке в положении Лауэнштейна в передней части эпифиза.

Группа II – субхондральный перелом в передней части эпифиза, латеральная граница головки сохранена.

Группа III – субхондральный перелом в латеральной части эпифиза.

Группа IV – субхондральный перелом во всей области эпифиза.

Хотя классификация Salter-Thompson довольно проста, она не нашла широкого распространения из-за определенных ограничений в выявлении субхондрального перелома. Показано, что рентгенологически субхондральный перелом определяется только у небольшого процента больных (15-30%) [96,116,129].

В 1981 году **Stulberg S.D et al** [192] разработали классификацию, позволяющую оценить исходы болезни Легга-Кальве-Пертеса. Она основана на степени конгруэнтности между головкой и вертлужной впадиной: оценивается форма и сферичность головки бедренной кости. При первой стадии – головка нормальной формы, круглая, при второй – форма головки округлая, соха magna, при третьей – форма головки овальная или грибовидная, при четвертой – форма головки плоская, не выходит за пределы вертлужной впадины, пятая стадия – плоская форма и головка выходит за пределы вертлужной впадины.

В 1992 г. **Herring J.A. et al** [121] предложили новую классификацию, в которой тазобедренные суставы в стадии фрагментации квалифицировались на 3 группы в зависимости от высоты поражения латерального отдела головки бедренной кости: **группа А – нет** вовлечения латерального отдела, **группа В – более 50%** латерального отдела сохранено и **группа С – сохранено менее 50%** латерального отдела.

Позднее, авторы [122] несколько изменили систему градации, добавив еще одну группу В/С, сделав классификацию более надежной. Используя классификацию **Stulberg** было показано, что больные из группы А и 2/3 больных из группы В имели хороший исход патологического процесса. Из группы В/С хороший результат был только 1 из 4 больных, а остальные из этой группы – удовлетворительный. Из группы С хороший результат был только у 1 из 8 больных.

Методы диагностики болезни Легг-Кальве-Пертеса.

Из-за отсутствия специфических симптомов диагностика болезни Легг-Кальве-Пертеса на стадии дорентгенологических изменений затруднена. Самыми частыми жалобами больных в 30% случаев являются **боль** в области **тазобедренного или коленного сустава**, хромота, ограничение движений в суставе.

Традиционным методом диагностики болезни Легг-Кальве-Пертеса остается рентгенография. Поскольку рентгенологическая картина пораженного сустава на ранней стадии мало информативна, это нередко приводит к поздней диагностике заболевания. При первой стадии болезни достоверность диагностики с помощью клинико-рентгенологического метода составляет всего 8-10 % [1,19,28,62-64,96,116,203]. На первой стадии заболевания может быть выявлено

нерезкое неравномерное уплотнение части или всего эпифиза. Отмечается незначительное расширение суставной щели и снижение высоты эпифиза по сравнению со здоровой стороной. Во второй стадии головка бедренной кости лишается структурного рисунка. Она уплотнена, гомогенна и вокруг уплотненной части эпифиза появляется тонкая полоса просветления. Высота эпифиза продолжает снижаться. В третьей стадии рентгенологические признаки заболевания наиболее выражены. Выявляется резорбция некротизированного участка. Суставная щель расширяется во всех отделах, снижается высота эпифиза головки бедренной кости, эпифиз еще более уплощается, смещается кверху и кнаружи от «фигур слезы» и «полумесяца». Он теряет структурный рисунок, разбивается на секвестроподобные бесструктурные участки различной конфигурации, шейка утолщается и укорачивается [8,28,36,41]. В четвертой стадии определяется четкая эпифизарная пластинка. Восстанавливается балочная структура эпифиза, исчезают секвестроподобные костные фрагменты. Структура в зоне бывшего некроза и в прилежащем отделе кости становится более равномерной. Увеличивается высота эпифиза. Однако структурный рисунок головки остается грубым, направление трабекул беспорядочное. За счет нормализации эндостального и энхондрального костеобразования уменьшается ширина суставной щели [83,84].

Таким образом, наиболее частыми и постоянными рентгенологическими признаками являются: расширение суставной щели, смещение эпифиза кверху и латерально; уплощение эпифиза и увеличение его плотности, утолщение мягких тканей, субэпифизарный остеопороз, укорочение шейки бедренной кости и разрыхление эпифизарной пластинки.

На основании рентгенографической картины А. Catterall определил признаки риска поражения головки бедренной кости, которые используют для прогноза исхода заболевания: **Gage признак (V-образный дефект бедренной кости)**, кальцификация латеральной части, латеральный подвывих, кисты в метафизе проксимального отдела бедренной кости и горизонтальное положение ростковой зоны [102].

Вместе с тем, рентгенография не способна в полной мере отразить сложный и многообразный характер морфологических изменений в пораженном суставе

при болезни Легг-Кальве-Пертеса. В настоящее время в арсенале ортопедов есть более эффективные методы лучевой диагностики.

В последние десятилетия получила распространение **магнитно-резонансная томография как неинвазивный высокоинформативный метод в диагностике болезни Легг-Кальве-Пертеса**. В 1989 г. Pinto MR, Hamlet A. [182] показали, что МРТ является ценным методом в выявлении сосудистых изменений в кости и лучше по сравнению с другими методами демонстрирует протяженность и точную локализацию области некроза. Сравнительное изучение информативности рентгенографии, эхографии и магнитно-резонансной томографии в диагностике болезни Легг-Кальве-Пертеса, показало высокую информативность МРТ: чувствительность в распознавании остеохондропатии – 98%, специфичность – 100%, точность – 98,6% [88]. В случае болезни Легг-Кальве-Пертеса МРТ имеет определенные преимущества перед другими методами, так как стало возможным диагностировать процесс ишемизации головки бедра раньше, чем радионуклидное исследование [56,150]. МРТ дает возможность визуально определить состояние мягкотканых и хрящевых элементов, синовиальной среды тазобедренного сустава. Метод позволяет диагностировать процесс ишемизации головки бедра, оценить конгруэнтность головки, ее погружение в ацетабулярную впадину [148]. Перфузионная МРТ была использована для прогнозирования деформации головки бедренной кости у больных Легг-Кальве-Пертеса на ранней стадии болезни и для течения процесса реваскуляризации головки [152]. Исследование показало, что результаты перфузионной МРТ всего эпифиза и его латеральной области могут быть использованы для прогноза вовлечения латеральной области на стадии фрагментации [147]. **Синовит тазобедренного сустава, постоянно присутствующий при болезни Легг-Кальве-Пертеса, был оценен с помощью перфузионной МРТ**. Было показано, что объем синовиальной жидкости значительно увеличивается в начальной стадии и стадии фрагментации, сохраняя постоянный объем и в стадии реоссификации [164]. Для специалистов важной задачей остается лучшее понимание процесса реваскуляризации головки бедренной кости, что даст возможность спрогнозировать исход заболевания и предложить адекватное лечение. Для оценки процесса реваскуляризации головки в 2014 году Kim НК с соавт., использовали перфузионную МРТ. Важ-

ным результатом была динамическая оценка состояния кровотока в головке бедренной кости. Авторами установлено, что характер нарушения кровотока отличался от больного к больному и эти различия сохранялись и в скорости восстановления кровотока. Восстановление кровотока проходило по типу «подковы», начинаясь в периферических областях головки бедренной кости, продвигаясь к центру. **Авторы установили, что процесс восстановления кровотока длится около 1 года.** Исходя из полученных данных, подчеркивается необходимость индивидуального подхода к лечению каждого больного [147].

Компьютерная томография позволяет выявить ряд количественных признаков, недоступных для определения методом рентгенографии. С помощью КТ появилась возможность визуализировать изменения в головке бедренной кости. Линия субхондрального перелома показывает протяженность ишемической зоны на ранней стадии процесса. Компьютерная томография обеспечивает визуализацию этой линии у всех пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса в отличие от рентгенографии. Кроме того, при выполнении КТ или МРТ четко определяется площадь инфарктной зоны под линией перелома. **По сравнению с рентгенографией КТ** является более информативным методом диагностики, с помощью которого можно **определить степень и площадь некроза значительно раньше** [4,7]. Однако высокая стоимость оборудования, длительность исследования, применение наркоза несколько ограничивают широкое использование КТ в детской практике.

Современные методы лучевой диагностики способны выявить целый ряд количественных и качественных характеристик пораженной области.

Не подвергая сомнениям преимуществ МРТ и КТ, с 2004 по 2012 год в некоторых клиниках используется пневмоартрография как более доступный и менее затратный метод, способный оценить степень погружения головки бедренной кости в вертлужную впадину [43,61,94,136,160].

В настоящее время широко используется **ультразвуковое исследование тазобедренного сустава.** Ценность этого метода в отличие от лучевых методов диагностики заключается в том, что его **можно применять повторно** без риска для здоровья пациентов. Использование метода ультразвуковой диагностики у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса дает возможность оценить рентгеноне-

контрастные структуры, такие как мышцы, сухожилия, капсула сустава. **Ультразвуковой метод позволяет выявить транзиторный синовит тазобедренного сустава и неровность суставных поверхностей сустава до появления костных изменений** [30,33,39,53,75,86,117,138,201]. Ультрасонография дает возможность заподозрить или выявить заболевание на ранней стадии процесса при обращении детей с жалобами на боли в области тазобедренного или коленного суставов, **когда рентгенологические признаки еще отсутствуют**. Ультразвуковое доплеровское исследование успешно выполняется с целью изучения микроциркуляции в области тазобедренного сустава в до- и послеоперационном периоде и используется как метод контроля за репаративными процессами остеогенеза, так как наличие и динамика межфрагментарного кровотока указывает на эффективность проводимого лечения [193,75,86]. Выявлено, что синовит при болезни Легг-Кальве-Пертеса имеет **хроническое течение и сохраняется до последней стадии болезни**. Изучение синовиальной жидкости показало повышенное содержание провоспалительного цитокина IL-6 [137].

Биомеханический анализ движений.

Клинический анализ движений в практической медицине обеспечивает функциональную диагностику двигательной патологии, процесс реабилитации больных, прогнозирование результатов лечения.

Одним из наиболее широко применяемых методов количественного и качественного определения функционального состояния опорно-двигательного аппарата является анализ походки – метод количественного и качественного определения функционального состояния опорно-двигательного аппарата. Методы исследования биомеханики ходьбы в настоящее время многочисленны и включают следующие: подометрия – измерение временных характеристик шага, гониометрия – измерение кинематических характеристик шага (измерение и регистрация движений в суставах), ихнометрия - измерение пространственных характеристик шага, динамометрия – регистрация реакций опоры [34,46,69,72,79]. Известен способ расчета длины шага по межзвенным углам и длинам звеньев нижней конечности в период двойной опоры или по углу между голенью и длине ноги [69].

Регистрация реакций опоры – классический метод двигательной функции, применяемый в подавляющем большинстве исследований походки. Этот метод является наиболее часто применяемым методом исследования в биомеханике [10].

Одним из основных и тяжелых клинических проявлений болезни Легг-Кальве-Пертеса является нарушения ходьбы, которые значительно снижают функциональные возможности больных. Нарушение походки характеризуется неспецифической симптоматикой в виде уменьшения длины шага, средней скорости передвижения, изменения внутренней временной структуры цикла шага с увеличением двухопорной фазы шага и фазы переноса с асимметрией показателей между сторонами [93,188]. Westhoff V. et al. [203,204,205] провели оценку характера походки и влияния нагрузки на тазобедренный сустав у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса. Исследование характера походки во фронтальной и сагиттальной плоскостях позволило выявить различные типы изменений походки с повышенной нагрузкой на тазобедренный сустав по сравнению с контрлатеральной конечностью.

В 2012 году Svehik M. et al [188], изучая патологически измененную походку у пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса, выявил 3 типа: 1 группа больных демонстрировала Дюшен-подобную походку; 2 группа показывала подъем таза с нейтральной позицией тазобедренного сустава во фронтальной плоскости; 3 группа демонстрировала повышенную нагрузку на пораженный тазобедренный сустав в начале фазы переноса с опусканием таза на неустойчивую конечность и приведение сустава.

Восстановление навыков ходьбы, улучшение качества и скорости походки рассматриваются в настоящее время как одно из приоритетных направлений в реабилитации больных. Показано, что **результаты оперативного лечения больных, основанные только на рентгенологической картине тазобедренных суставов**, не позволяют достоверно оценить исход заболевания, поскольку функциональные нарушения походки сохраняются длительное время [14,46,70,181].

Лечение болезни Легг-Кальве-Пертеса.

Основной задачей лечения болезни Легг-Кальве-Пертеса является предупреждение развития необратимой деформации головки бедренной кости, нарушения конгруэнтности структур тазобедренного сустава и формирования фемороацетабулярного импинджмента. Конечная цель лечения - профилактика развития вторичного дегенеративного остеоартроза тазобедренного сустава у взрослого человека. Достичь этого можно путем предупреждения деформирования головки бедренной кости, если диагноз поставлен рано, или путем минимизации побочных эффектов деформации головки, если уже это произошло, или путем сохранения тазобедренного сустава с уже существующей деформированной головкой.

Недостаток точных знаний об этиологии и патогенезе заболевания обусловили существование множества консервативных и оперативных методов лечения [23,27,38,48,49,52,54-56,60,110,114,133,134].

Консервативное лечение

В настоящее время показанием для консервативного лечения являются возраст больного и стадии заболевания – I группа и частично II по классификациям Catterall, Salter & Thompson.

Основной принцип консервативного лечения – разгрузка тазобедренного сустава, центрация головки бедренной кости в вертлужной впадине [1,5,24,109,209].

Постоянное удерживание положения центрации (или полного «погружения») головки бедренной кости в вертлужной впадине является обязательным условием при лечении болезни Легг-Кальве-Пертеса с очагом некроза, поскольку в этом случае при помощи центрации можно остановить прогрессирование деформации головки и предупредить развитие подвывиха. Помимо этого, полное «погружение» головки бедра в суставную впадину обеспечивает оптимальные условия для исправления деформации, если она уже имелась на момент начала лечения [5,6,21,59,71,103].

Разгрузка сустава производится в течение длительного времени до достижения зрелости костной ткани. С этой целью использовались манжеточное или клеевое вытяжение, гипсовые повязки, ортопедические разгрузочные корсеты и т.д. [8]. Предложены различные ортопедические ортезы и другие ортопедиче-

ские приспособления. К таким приспособлениям относятся функциональные шины (шина Мирзоевой или шина Виленского), отводящие гипсовые повязки Ланге или Петри, различные виды вытяжения за бедро или голень (лейкопластырное, скелетное или манжеточное) и другие устройства. Все эти приспособления должны придавать «больной» ноге постоянное (на протяжении всего срока лечения) положение отведения и внутренней ротации, которое обеспечивает центрацию головки в пораженном суставе [10,19,24.41]. Если в ранних исследованиях рекомендуемый срок ношения ортезов составлял 12-16 мес., то на сегодняшний день он сократился до 1,5-2 мес.

Восстановление шаровидной формы головки бедра с сохранением функций в тазобедренном суставе происходит без длительной иммобилизации, но при сохранении функционального раздражителя, которыми являются движения в суставе и дозированная нагрузка, разрешаемая с течением времени [5,6,21,59.71]. Лечебная гимнастика входит в арсенал лечебного процесса и проводится с целью стимуляции репарации (заживления) головки бедренной кости и увеличения амплитуды движений в пораженном суставе. Тонизирующий массаж и электростимуляция мышц, окружающих тазобедренный сустав, позволяет поддерживать их функциональную активность и препятствовать прогрессированию гипотрофии мышц [71].

Не менее важное значение имеет медикаментозное лечение с применением препаратов кальция и витаминов группы Д, физиомеханотерапия (лечебная гимнастика, электрофорез, магнитотерапия), использование тепловых процедур (лазеротерапия, бальнеотерапия). Традиционно используется курортное лечение с использованием климатотерапии, сероводородных ванн, ванн с минеральными водами и грязелечения. Достоверно отмечено улучшение кровотока. Отличные и хорошие результаты получены в 51,25% случаев, удовлетворительные – в 36,25%, неудовлетворительные – в 12,50% случаев [40.41,44.45.74].

Кроме того, применяются парафин-озокеритовые аппликации, йодифорез с йодистым калием, химотрипсином, компрессы с лидазой, биогенные стимуляторы; обладающие рассасывающим действием – алоэ, стекловидное тело, эритемные дозы кварца. Важным компонентом комплексного консервативного лечения является использование медикаментозных препаратов и физиотерапевтическое

лечение ангиопротективного действия, на фоне которых назначаются остеопротекторы и хондропротекторы. Показано, что это обеспечивает улучшение кровообращения в тазобедренном суставе: притока артериальной и отток венозной крови, в то время как препараты osteo- и хондропротективного действия стимулируют новообразование костной ткани в очаге некроза и положительно влияют на строение хрящевой ткани, образующей суставные поверхности. Для улучшения общего состояния больных и стимуляции метаболических процессов рекомендуют назначение витаминов группы В, поливитамины (А,Е,Д), препараты кальция, стимуляторы фосфорно-кальциевого обмена [44].

В 2011 году в работе Тихоненко Т.И. показано положительное влияние гипербарической оксигенации и применение оксигенона и ксидифона на купирование болевого синдрома у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса [75].

В 2001 году в работе Капустиной Н.Б. при лечении детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса использовался курс высокочастотной терапии с воздействием на точки акупунктуры. Доказана положительная динамика микроциркуляции, выравнивание глубинной интегральной температуры непосредственно сразу после лечения. Однако отдаленные результаты у этой группы больных не прослежены [41].

Показано улучшение артериального кровотока латеральной огибающей артерии бедренной кости и увеличение артерии при применении антиоксидантной терапии. В качестве антиоксиданта применялся мексидол [38].

Опыт применения пролонгированной эпидуральной анальгезии при консервативном лечении 24 пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса представлен в 2014 году в работе Ахтямова И.Ф. с сотр. [5]. Все пациенты отмечали стойкое купирование болевого синдрома до 6 месяцев и восстановление объема движений. Авторы полагают, что данный метод позволил замедлить течение васкулярного некроза.

Продолжительность консервативного лечения, который проводится в условиях полного, а затем частичного исключения опоры на «больную» ногу, зависит, главным образом, от возраста ребенка на момент начала заболевания, стадии патологического процесса на момент начала лечения и объема очага некроза в

головке бедренной кости. Поэтому подобное лечение показано чаще всего детям младшей возрастной группы (до 6-ти лет) с небольшим очагом некроза [12,13].

Даже при хороших ближайших и среднесрочных результатах консервативного лечения при отдаленных сроках наблюдения достаточно часто развивается остеоартроз или импинджмент синдром. Были проведены исследования долгосрочных результатов, полученных при консервативном лечении больных. В проведенном большом проспективном мультицентровом исследовании были изучены исходы болезни Легг-Кальве-Пертеса у 66 пациентов, средний срок наблюдения составил 20,4 лет (от 16,3 до 24,5 лет). Было установлено, что распространенными жалобами у пациентов были болевой синдром, развивающийся артроз и продолжающаяся дисфункция тазобедренного сустава. Тотальная артропластика была выполнена 3 больным и 1 больному проведена остеотомия таза. 24 пациента страдали выраженным остеоартрозом. Только 14 больных не имели признаков остеоартрита [151]. В 2012 году Nguyen N-A.T. et al. провели сравнения результатов консервативного и оперативного лечения больны. Мета-анализ показал, что оперативное лечение с большей вероятностью способствует формированию сферичной конгруэнтной головки бедренной кости, чем консервативное лечение. У больных моложе 6 лет результаты оперативного и консервативного лечения были идентичными [173].

Учитывая возможность раннего развития остеоартроза, многие ортопеды признают преимущества более активной, хирургической тактики лечения этого заболевания [3,4,5,6,7,8,9,18,82,113,127,156,168,202].

Хирургическое лечение болезни Легга-Кальве-Пертеса

История развития хирургических методов лечения ишемического некроза головки бедренной кости прошла несколько этапов. В начале использовались паллиативные методы оперативного лечения, направленные на стимуляцию репаративных процессов в зоне эпифиза бедренной кости. Широкое распространение получил метод туннелизации, сверления головки и шейки бедренной кости по Беку [42,156].

С целью повышения эффективности операция туннелизации была дополнена костной пластикой. Лечебный эффект данного вмешательства объяснялся тем, что широкая поверхность трансплантата, содержащая остеогенные клетки, будет

способствовать быстрому развитию губчатой костной ткани и восстановлению структуры пораженного сегмента, а прочная корковая часть трансплантата, обладающая незначительными остеогенными свойствами, поддерживать свод головки бедренной кости и тем самым предотвращать развитие импрессионного перелома некротизированного участка. Остеостимулирующие вмешательства путем множественной туннелизации головки и шейки бедренной кости с введением аллотрансплантатов выполняли пациентам при рентгенометрических показателях тазобедренного сустава близких к возрастной норме. Позднее была выполнена трансплантация аутокомплекса на питающей сосудисто-мышечной ножке в надацетабулярную область [62,71,80,84].

Лечебный эффект туннелизации головки бедренной кости с введением трансплантатов был спорным. Была отмечена низкая эффективность операции, поскольку свободные костные трансплантаты не имеют кровоснабжения, и они должны васкуляризироваться из окружающих тканей.

Были предложены операции, улучшающие кровообращение и механическую прочность головки бедренной кости. К таким операциям относится разработанная в 1968 году Э.И. Шаиро костно-пластическая операция, при которой в шейке и головке бедренной кости формировался туннель в направлении верхненаружного сегмента головки, в который внедрялся костный аутоотрансплантат с сохранением мышечной ножки, взятый из подвертельной области того же бедра. Однако подобные внесуставные операции имели ряд недостатков. Они не меняли биомеханических взаимоотношений в суставе и не обеспечивали полного удаления секвестроподобного очага, что задерживало восстановление структуры головки бедренной кости. В пораженном сегменте, несущему по-прежнему основную нагрузку, процесс васкуляризации протекал крайне медленно и часто наблюдалось прогрессирование заболевания [80]. В дальнейшем был предложен способ гомопластики головки и шейки бедренной кости, путем введения в подготовленный канал аллоспонгиозы, протеолитических ферментов, обладающих способностью гидролизовать неколлагеновые белки кости. Считалось, что локальное введение препаратов в стадии фрагментации значительно ускоряло восстановление структуры кости и сферичности головки. В 1987 году в комплексном лечении болезни Легг-Кальве-Пертеса был предложен внутриочаговый

электрофорез протеолитических ферментов. Автор считал, что эти манипуляции снижают повышенное внутрикостное давление, способствуют прорастанию дополнительных питающих сосудов и вместе с трансплантатами стимулируют регенерацию костной ткани в головке бедра [59]. В настоящее время данные способы, как самостоятельные оперативные вмешательства, практически не применяются, но иногда являются одной из составных частей комбинированного реконструктивно-восстановительного метода коррекции патологически измененного тазобедренного сустава.

Во второй половине прошлого века широкое распространение получили декомпрессивные операции, направленные на разгрузку тазобедренного сустава, снижение внутрисуставного давления, ослабление мышечных контрактур и уменьшение нагрузки на пораженную головку бедренной кости. Для этого применяли тенотомию подвздошно-поясничной, приводящих и субспинальных мышц, поперечное рассечение в нескольких местах широкой фасции бедра с последующим клеевым или скелетным вытяжением конечности. **С 1993 года** для разгрузки тазобедренного сустава стали применять аппараты внешней фиксации **типа Г.А. Илизаров** [50]. М.П. Тепленький, Э.М. Парфенов провели анализ центрирующей остеотомии бедра в сочетании с аппаратной декомпрессией тазобедренного сустава и отметили эффективность декомпрессирующих операции у больных со II стадией заболевания. Авторы считают, что данная технология применима при лечении тяжелых форм болезни Легг-Кальве-Пертеса в качестве альтернативы известным хирургическим вмешательствам [78,80].

В 1965 г. Ахег А. предложил варизирующую деторсионную остеотомию как альтернативный метод в лечении болезни Легг-Кальве-Пертеса [91]. Главной задачей остеотомии является обеспечение центрации головки бедренной кости и конгруэнтности суставных поверхностей. Эта операция становится одним из распространенных оперативных методов. В последние десятилетия сторонники данного оперативного вмешательства комбинируют варизирующую остеотомию с деротацией проксимального фрагмента [23,24,29].

Оптимальным временем для выполнения деторсионно-варизирующей остеотомии бедра считают стадию аваскулярного некроза или начальный период стадии фрагментации [101,135].

Самую многочисленную группу оперативных вмешательств составили межвертельные корригирующие остеотомии бедренной кости [11,12,13,98,112,123,128,149,157,158,169,178,179].

Проблема варусной деформации в проксимальном отделе бедренной кости как исход болезни Пертеса решалась в большинстве случаев с помощью применения деторсионно-вальгизирующей остеотомии. С целью выведения из-под нагрузки наиболее поврежденного квадранта головки разработан и внедрен в клиническую практику способ межвертельной флексионно-варизирующей остеотомии бедренной кости, при которой в отличие от деторсионно-варизирующей выполняется еще один элемент – флексия проксимального отдела бедренной кости. Наибольшие трудности при хирургическом лечении болезни Легг-Кальве-Пертеса представляют больные с II и III стадиями заболевания по Axhausen-Рейнбергу, когда ведущей становится выраженная деформация головки бедра. При разработке нового метода оперативного вмешательства за основу была взята операция Vernbeck R., основным принципом которой является изменение угла наклона фрагментов косо перепиленного цилиндра при их вращении по оси, перпендикулярной плоскости сечения [30,31,32,33,53,54,55]. На основе этого принципа разработан способ межвертельной косой остеотомии бедренной кости, позволяющей достичь многоосевой одновременной коррекции проксимального конца бедренной кости [2,20].

Важным этапом поиска новых оптимальных оперативных вмешательств, направленных на выведение сектора некроза головки бедра из-под нагрузки, явились ротационные остеотомии бедренной кости, разработанные японским ортопедом Sugioka Y. (1978) – передняя ротационная чрезвертельная и белорусским ортопедом А.М.Соколовским (1980) – задняя ротационная межвертельная остеотомия бедренной кости. В классическом варианте передняя ротационная остеотомия выполняется чрезвертельно с циркулярным рассечением капсулы сустава. По Sugioka Y., допустимый угол некротического участка не должен превышать 90°, тогда он после ротации полностью «уходит» из-под нагрузки. Однако, методика передней ротационной остеотомии по Sugioka оказалась травматична, а остеотомия бедренной кости у основания шейки и циркулярное рассечение капсулы сустава может отрицательно сказаться на кровоснабжении

сустава. **Чрезвычайная передняя ротационная остеотомия показана в тех случаях, когда другие виды остеотомий не обеспечивают достаточной разгрузки пораженного сегмента.**

В 1980 году А.М. Соколовским разработана методика межвертельной остеотомии с поворотом проксимального отдела бедра кзади. Автор обосновал это тем, что при вертикальном положении тела капсула тазобедренного сустава вместе с волокнами подвздошно-бедренной и седалищно-капсулярной связок спирально закручены внутрь. После выполнения операции по данной методике капсула сустава раскручивалась и отпадала, что исключало необходимость вскрытия капсулы [68].

При значительном укорочении конечности и гипертрофии большого вертела в стадии исхода болезни Легг-Кальве-Пертеса разработана ротационно-удлиняющая межвертельная остеотомия бедра [65,77,85,107,108,112,128].

В 1970 году А.С. Крюк и М.Н. Корень при разрушении передневерхнего полюса головки при болезни Пертеса с многоплоскостной деформацией типа «головка набекрень» выполняли трехплоскостную деторсионно-вальгусно-флексионную удлиняющую межвертельную остеотомию [47].

Корректирующие остеотомии бедра достаточно широко используются в ортопедической практике. Однако они не всегда способны полностью восстановить нормальные соотношения в тазобедренном суставе. Наличие измененного тазового компонента, деформации в случаях резкого недоразвития свода даже после остеотомии бедра могут привести к развитию подвывиха с нарушением конгруэнтности суставных поверхностей [36,42]. Наиболее часто коррекцию недостаточности свода ацетабулярной ямки производили с помощью надвертлужной остеотомии таза по Солтеру (Salter R.B., 1961). Предпосылкой применения оперативных вмешательств типа операции Солтера явилось желание улучшить конгруэнтность суставных поверхностей при имеющихся изменениях угловых параметрах, а также возможность значительно улучшить трофику сустава по сравнению с другими видами остеотомий. Коррекция тазового компонента производилась с помощью различного рода остеотомий таза в сочетании или без вмешательства на проксимальном отделе бедренной кости [182,183,184,185].

При значительной скошенности и малой протяженности свода вертлужной впадины производилась двойная остеотомия таза по Ю.И. Поздникому [61]. У больных старше 12 лет для коррекции тазового компонента деформации применялась тройная остеотомия таза [66,71,72,73,74]. Наличие разрушенной или деформированной головки бедренной кости не является противопоказанием для этого вмешательства.

Остеотомия таза по Salter, остеотомия таза по Salter в сочетании с корригирующей остеотомией бедра и тройная остеотомия таза являются операциями выбора при хирургическом лечении болезни Легг-Кальве-Пертеса наряду с корригирующей остеотомией бедра, поскольку эти операции способствуют ремоделированию головки бедренной кости и предупреждению экстрозионного подвывиха.

В стадии исхода болезни Легг-Кальве-Пертеса при выраженной децентрации с латеральным подвывихом, прогрессирующей соха magna, когда невозможно провести центрирующие реконструктивно-восстановительные вмешательства выполняется остеотомия таза по Хиари.

В последние годы внимание многих ортопедов обращено на хирургическое лечение последствий асептического некроза головки бедра, в результате болезни Легг-Кальве-Пертеса. Операции проводятся только в прогностически неблагоприятных условиях для улучшения объема движений в суставе, восстановления длины конечности, снятия болевого синдрома [10,22,26,78,107,113,127].

В ряде случаев результатом исхода лечения болезни Пертеса является преждевременное закрытие определенного участка проксимальной эпифизарной пластинки. Вследствие этого развивается укорочение шейки бедренной кости и гипертрофия большого вертела. Это приводит к появлению симптома Тренделенбурга, укорочению нижней конечности. Таким больным проводятся операции перемещения большого вертела книзу и кнаружи с резекцией его основания [67,68]. В результате снижается внутрисуставное давление, исчезает или уменьшается болевой синдром, в то же время данная операция не решает вопроса восстановления длины пораженной конечности, не улучшает конгруэнтность суставных поверхностей и центрацию головки бедренной кости в вертлужной впадине.

Итак, на сегодняшний день в руках ортопедов существует достаточно методик оперативного лечения, и выбор оптимального метода лечения остается за специалистом.

Оперативное лечение с большей вероятностью способствует формированию сферичной конгруэнтной головки бедренной кости, чем консервативное лечение. Однако долгосрочные результаты оперативного лечения более чем скромные [161,162,183,185,200]. При оценке 59 больных, оперированных в период 1959-1974 гг., в 2002 г. 36% больных имели остеоартроз, а в 2010 – 50% больных [165]. Shopat N, et al. [183] сообщили об отдаленных результатах оперативного лечения 35 больных, которым была выполнена варусная деротационная остеотомия. Средний срок наблюдения составил 42,5 года. Эндопротезирование тазобедренного сустава проведено 17 больным, состояние остальных больных было удовлетворительным.

Результаты исходов болезни Легг-Кальве-Пертеса показывают, что у одних больных проведенное лечение приводит к успеху, в то время как у других нет. Хирургическое лечение имеет большие возможности для достижения сферичности головки. Однако долгосрочный эффект не всегда благоприятный и в отдаленном периоде число больных, нуждающихся в дальнейшем лечении остается высоким.

Резорбция костной ткани, приводящая к деформации головки бедренной кости, определяет тяжесть заболевания. Процесс восстановления костной ткани не является процессом постепенного замещения. Для пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса характерна несогласованность в процессах резорбции кости и ее образования. Образцы головок бедренной кости больных, полученных на стадии фрагментации, демонстрируют увеличенное присутствие остеокластов в области восстановления и замещение кости фиброваскулярной тканью [143]. Исследование синовиальной жидкости установило в ней повышенное **содержание ИЛ-6**, что указывает на наличие воспалительного компонента в развитии заболевания [144]. **Установлено, что ИЛ-6, провоспалительный цитокин, способствует образованию и активности остеокластов и снижает образование и активность остеобластов**, влияя тем самым на процесс восстановления некротизированной костной ткани.

В настоящее время патологический дисбаланс в процессах резорбции и костеобразования признается рядом исследователей как потенциальная терапевтическая мишень в лечении болезни Легг-Кальве-Пертеса.

Экспериментальные исследования на животных показали, что остеокластная резорбция костной ткани играет важную роль в процессе деформации головки [143]. Бисфосфонаты являются хорошо известными ингибиторами остеокластной резорбции костной ткани. **Экспериментальные работы показали, что бисфосфонаты могут уменьшить резорбцию костной ткани и деформацию головки, но их распределение в очаге поражения зависит от состояния кровеносных сосудов.** Это означает, что на ранней стадии заболевания влияние бисфосфонатов ограничено [148]. Важным ключевым звеном в ингибировании дифференциации и активации остеокластов является остеопротегерин, препятствующий связыванию RANK и RANRL. В эксперименте на животных было показано лучшее сохранение структуры головки бедренной кости и значительное снижение остеокластов [150].

Для стимуляции костеобразования при лечении остеонекроза головки бедренной кости у взрослых был успешно применен костный морфогенетический белок BMP-2. Данных о применении BMP-2 в детской практике нет.

Для разработки более эффективного лечения необходимо лучшее понимание патогенеза деформирования головки бедренной кости

Глава 2.

Материал и методы исследования.

2.1 Характеристика клинического материала.

В основу исследования положен анализ лечения 121 пациента (собственное наблюдение – 98 больных и архивный материал – 23 больных) с болезнью Легг-Кальве-Пертеса в возрасте от 4 до 15 лет в клинике детской ортопедии ФГБУ ЦИТО им. Н.Н. Приорова (руководитель отделения доктор мед. наук О.В. Кожевников) с 2006 по 2015 год.

Больные по возрастным группам и полу распределились следующим образом:

Таблица 1.

Распределение больных по полу и возрастным группам

	Девочки		Мальчики		Оба пола	
	всего	%	всего	%	всего	%
4-5 лет	31	66,0	43	58,1	74	61,2
6-7 лет	7	14,9	20	27,0	27	22,3
8-9 лет	4	8,5	4	5,4	8	6,6
10-12 лет	2	4,2	3	4,1	5	4,1
13-15 лет	3	6,4	4	5,4	7	5,8
Всего	47	100%	74	100%	121	100,0

Из таблицы 1 видно, что независимо от пола большинство детей - 101 (83,5%) были в возрасте от 4 до 7 лет включительно. 13 детей (10,7%) находились в возрастной группе от 8 до 12 лет и 7 детей (5,8%) от 13 до 15 лет.

Среди больных преобладали мальчики, соотношение мальчиков и девочек составило 1,6:1,0.

Изучение акушерского анамнеза матерей больных детей показало, что только у 26,5% матерей беременность и роды протекали без особенностей. В 73,5% случаев у матерей были отмечены нарушения как в период беременности, так и время родов (таблица 2).

Таблица 2.

Акушерский анамнез матерей больных детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса.

№№	Акушерский анамнез матерей	Абс. число	В %	Абс. число	В %
1.	Длительное лечение бесплодия	1	0,8		
2.	Течение беременности	71	58,7		
	Токсикоз I половины беременности			24	33,8
	Токсикоз II половины беременности			13	18,3
	Угроза выкидыша			3	4,2
	ОРВИ, другие вирусные инфекции			31	43,7
3.	Течение родов	17	14,0		
	Преждевременные роды			2	11,8
	Слабость родовой деятельности			8	47,1
	Асфиксия новорожденного			4	23,5
	Роды в ягодичном предлежании			3	17,6
4.	Беременность и роды протекали без особенностей	32	26,5		
	Всего	121	100,0		

Дети с болезнью Легг-Кальве-Пертеса чаще наблюдались у первородящих и повторнородящих: от I беременности было рождено 56 детей, что составило 46,3%, от II беременности - 48 пациентов (39,7%). Остальные 17 детей (14%) родились от III и IV беременности. В одном случае мать в течение 7 лет лечилась от бесплодия и принимала гормональные препараты.

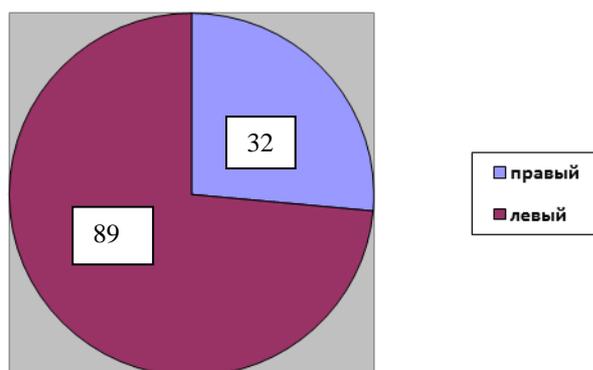
При поступлении пациентов в ЦИТО при сборе анамнеза матерей, у 71 матери выявлено патологическое течение беременности, что составляет 58,7%. 31 мать в первом триместре перенесли либо ОРВИ, либо герпес. Токсикоз I половины беременности наблюдался у 24 матерей. У 13 матерей имел место токсикоз II половины беременности. В 17 матерей (14,0% случаев) выявлено патологическое течение родов: преждевременные роды на 7 месяце беременности у 2 матерей, слабость родовой деятельности у 8 матерей, 3 случая угрозы выкидыша. Тяжелая асфиксия новорожденного была при преждевременном отхождении вод в 4 случаях. Четверо детей имели родственников с патологией опорно-двигательного аппарата. В трех случаях родители страдали заболеваниями опорно-двигательного аппарата: дисплазия тазобедренных суставов, врожденный вывих бедра.

Таким образом, матери детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса, в 73,5% случаев (89 матерей) имели в анамнезе либо патологически протекавшую беременность, либо патологию родовой деятельности. Наиболее часто отмечались токсикоз первой половины беременности, и наличие вирусных инфекций у матери в этом же периоде. Отягощенный акушерско-гинекологический анамнез у матерей мог косвенно влиять на неправильное развитие плода, в том числе тазобедренного сустава, и предрасполагать в последующем к развитию заболевания.

Пациенты с болезнью Легг-Кальве-Пертеса страдали односторонним поражением тазобедренного заболевания. У 32 пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса был поражен правый тазобедренный сустав, что составило 26,4%, у 89 пациентов – левый, что составило 73,6% (Диаграмма 1).

Диаграмма 1.

Распределение больных по стороне поражения тазобедренного сустава.



До поступления в ЦИТО 42 пациентам (35,5%) с болезнью Легг-Кальве Пертеса на различных стадиях проводили ортопедическое лечение в различных учреждениях России (таблица 3).

В таблице 3 представлены данные о характере ортопедических пособий и оперативных вмешательствах, проводившихся детям до поступления в ЦИТО.

Таблица 3.

Характер лечения пациентов с болезни Легг-Кальве-Пертеса до поступления в ЦИТО с учетом возраста и начала болезни.

Возраст	Число больных	Консервативное лечение		Оперативное лечение		
		ЛФК, массаж, физиотерапия, медикаменты	Разгрузка тазобедренного сустава: костыли, манжеточное вытяжение	Тенотомия приводящих, субспинальных мышц	Реваскуляризирующая остеоперфорация шейки бедренной кости	Реконструктивные операции на тазобедренном суставе
4-6 лет	27	11	7	2	4	3
7-10 лет	9	2	4	1	1	1
11-14 лет	6	2	2	0	1	1
Итого	42	15	13	3	6	5

Как следует из таблицы 3, 15 пациентам до госпитализации в ЦИТО проводилось консервативное лечение, которое включало: массаж, лечебную физкультуру, физиотерапевтические процедуры и медикаментозную терапию. Пациенты находились в возрастной группе от 4 до 14 лет. 11 пациентов находились в возрастной группе от 4 до 6 лет, что составило 9,1 %, 4 пациента (3,3%) находились в группе от 7 до 10 лет, 2 пациента (1,6%) находились в возрастной группе 11-14 лет. Большинство пациентов – 14 мальчиков, что составило 11,6%, 3 девочки, что составило 2,5%.

13 пациентам до поступления в ЦИТО было выполнено консервативное лечение с разгрузкой тазобедренного сустава с помощью костылей и манжеточного или скелетного вытяжения. 7 пациентов (5,8%) находились в возрастной группе от 4 до 6 лет, 2 пациента (1,6%) – от 7 до 10 лет, в группе от 11 до 14 лет – 2 (1,6%). Разделение по полу в данной группе - 7 мальчиков и 4 девочки.

14 пациентам были выполнены различные хирургические вмешательства: реваскуляризирующая остеоперфорация шейки бедренной кости (6 пациентов), тенотомия приводящих и субспинальных мышц (3 пациента), реконструктивные операции на проксимальном отделе бедренной кости (5 пациентов). Большин-

ство оперативных вмешательств: из 14 выполненных оперативных вмешательств 9 были проведены детям в возрасте от 4 до 6 лет.

2.2 Методы исследования.

Проведен анализ лечения 121 пациента с болезнью Легг-Кальве-Пертеса в возрасте от 4 до 14 лет в клинике детской ортопедии ФГБУ ЦИТО им.Н.Н.Приорова за период с 2006 по 2015 год.

Всем пациентам проводилось комплексное обследование, которое включало:

1. Клиническое обследование: субъективные признаки, оценивающее состояние больного (болевые ощущения, повышенная утомляемость, хромота); клинический осмотр (антропометрия - оценка функциональных нарушений, измерение длины нижних конечностей; ангулометрия - угловых величин движений в тазобедренных суставах, оценка мышечной системы (наличие гипотонии мышц);
2. Лучевые методы исследования: рентгенография тазобедренных суставов в трех проекциях (фронтальной, с отведением и внутренней ротацией и по Лангштейну); компьютерная томография с 3D реконструкцией и сагиттальными срезами в зоне тазобедренного сустава; ультрасонография тазобедренных суставов; денситометрия.
3. Биомеханическое исследование ходьбы по методике Capture Motion.
4. Статистический метод

2.2.1. Клинический метод

Клиническая картина у пациентов исследуемой группы характеризовалась основными симптомами: болями в коленном и/или тазобедренном суставе, иногда в поясничном отделе позвоночника, нарушением походки, укорочением конечности, ограничением движений в тазобедренном суставе и снижением мышечного тонуса нижней конечности на пораженной стороне.

Жалобы на боли в тазобедренном и/или коленном суставе предъявляли все больные при поступлении. Наиболее ярко болевой синдром и ограничение движений выявляли у больных на ранней стадии заболевания, которые исчезали

при разгрузке конечности в течение 3-4 дней. Умеренные боли в поражённом суставе нередко иррадиировали в область коленного сустава у 30% детей. У нескольких пациентов отмечены боли в области паховой области или во всей конечности.

Нарушение походки, отмечаемая в раннем периоде болезни Легг-Кальве-Пертеса выявлено у 49 детей (40,5%), позже переходила в перемежающую хромоту, напоминающую врожденный вывих бедра или *coxa vara*. У больных, на IV-V стадиях болезни, хромота была связана с неравенством длины нижних конечностей, слабостью мышечного аппарата или ограничением движений в тазобедренном суставе.

Максимальная разница длины нижних конечностей - до 2-3см выявлена у 5 пациентов (4,1%) в возрасте от 6 до 8 лет, у 9 пациентов (7,4%) в возрасте от 8-10 лет - неравенство составило от 1.0 до 2.0 см, у 14 пациентов (11,6%) - до 1.0 см выявлено у детей в возрасте от 10-14 лет. У остальных 93 больных (76,9%) длина нижних конечностей была одинаковой.

Ограничение движений в тазобедренном суставе выявлено у 86 детей (71,4%). У детей с болезнью Пертеса отмечено ограничение внутренней ротации. У 58 пациентов (47,9%) внутренняя ротация составляла 10 градусов, а у 49 пациентов (40,5%) внутренняя ротация отсутствовала. При максимально возможной внутренней ротации отмечалась болезненность в суставе. У 10 пациентов (8,3%) имелась сгибательная контрактура в тазобедренном суставе. Ограничение отведения выявлено у 4 больных, что составило 3,3% (рис.1).



Ограничение внутренней ротации на 30°



Ограничение отведения в правом тазобедренном суставе

А – Пациент П., 6 лет. (И/б№Н2010-1741). Диагноз: Болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст. II-III.

Б - Пациент Ф., 5 лет. (И/б№Н2010-3481). Диагноз: Болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст. II-III.

Рис.1 Ограничение внутренней ротации в левом тазобедренном суставе и отведение в правом тазобедренном суставе

Гипотрофия мышц пораженной конечности выявлена у 72 пациентов (59,5%). Уменьшение объема бедра, в сравнении с противоположной конечностью, составляло в среднем от 0,5 до 2 см. На пораженной стороне также выявляли гипотрофию мышц ягодичной области и голени. Снижение тонуса ягодичной группы мышцы подтверждено положительным симптомом Дюшена – Тренделенбурга, который был выявлен у 56 больных (46,3%) (рис.2).



А – Пациент П., 7 лет. (И/б№Н2011-1659).
Симптом Дюшена слева положительный.
Диагноз: Болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст.Ш.



Б - Пациентка К., 5 лет. (И/б№Н2011-4886).
Симптом Тренделенбурга слева положительный.
Диагноз: Болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст.П-Ш.

Рис.2 Симптом Дюшена-Тренделенбурга у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса.

С целью объективной оценки патологических изменений тазобедренного сустава и параартикулярных тканей, а также для объективизации функциональных нарушений всем пациентам проводили комплексное обследование с использованием лучевых методов.

2.2.2. Рентгенография

Рентгенография тазобедренных суставов выполняли всем пациентам перед лечением и на этапах оперативной коррекции. Исследования проводили на аппарате «DIAGNOST» (Philips) и PROTEUS XR в следующих проекциях: фронтальной, с отведением и внутренней ротацией нижних конечностей и по Лаунштейну.

По результатам первичной рентгенографии определяли стадию процесса, степень деформации головки бедренной кости, распространенность очага деструкции, включая головку, шейку бедренной кости, а также пространственные соотношения между головкой бедренной кости и ацетабулярной впадиной.

Для определения стадии процесса мы использовали классификацию – Axhausen-Рейнберг (табл. 4).

Таблица 4.

Распределение больных по стадиям болезни Легг-Кальве-Пертеса по Axhausen-Рейнбергу

Стадия болезни	Число больных	Общее кол-во (в %)
I	4	3,3
II	46	38,0
III	49	40,5
IV	16	13,2
V	6	5,0
Итого	121	100,0

У 4 пациентов (3,3%) с болезнью Легг-Кальве-Пертеса I стадии по Axhausen-Рейнбергу головка бедренной кости сохраняла свою форму, но на стороне поражения выявлено расширение суставной щели на 1-2 мм по сравнению с противоположным суставом. Наиболее выраженное расширение суставной щели отмечено в области фигуры «слезы Kohler» (рис.3).



Пациент В., 7 лет. (И/б№Н2008-2238). Диагноз: Болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст. II.

Рис.3 Расширение суставной щели в области фигуры «слезы Kohler» в левом тазобедренном суставе

У пациентов II-III стадии степень поражения головки бедренной кости (размер и локализацию очага некроза) оценивали по классификации Catterall (табл. 5).

Таблица 5.

Распределение пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса 2-3 стадии в зависимости от размера и расположения очага деструкции в области эпифиза головки бедренной кости по классификации Catterall.

Группа по Catterall	Число больных	Общее количество (в %)
I	27	22,3 %
II	33	27,3 %
III	48	39,7%
IV	13	10,7%
Итого	121	100,0%

У 27 больных (22,3%) очаг деструкции занимал 1/4 головки бедренной кости (рис.4). У 33 пациентов (27,3%) – занимал 1/3 (рис. 5). Субтотальное поражение (1/2) головки бедренной кости выявлено у 48 пациентов (39,7%) (рис. 6). Тотальное поражение головки бедренной кости выявлено у 13 пациентов, что составило 10,7% (рис.7).



А - рентгенография в прямой проекции

Б - рентгенография в проекции по Лauenштейну

Рис.4. Пациент А., 8 лет (И/б№527/2009). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа 2 стадия, I гр. по Catterall.

На рентгенограммах тазобедренных суставов – очаг деструкции занимал $\frac{1}{4}$ головки бедренной кости, снижение высоты эпифиза головки бедренной кости.



Рис.5. Пациент М., 5 лет. (И/б№39/2009). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа стадия 2-3, II гр. по Catterall. Рентгенограмма в прямой проекции.

На рентгенограмме тазобедренных суставов – очаг деструкции занимал $\frac{1}{2}$ головки бедренной кости, снижение высоты эпифиза головки бедренной кости.



А - рентгенограмма в прямой проекции



Б - рентгенограмма в проекции по Лаунштейну.

Рис.6. Пациент П., 7 лет. (И/б№5971/2012). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа 3 стадия, III гр. по Catterall.

На рентгенограмме тазобедренных суставов – субтотальное (1/2) поражение головки бедренной кости, укорочение шейки бедренной кости



А – рентгенограмма в прямой проекции



Б – рентгенограмма в проекции по Лаунштейну.

Рис.7. Пациент Ф., 8 лет. (И/б№1000/2010). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа 3 стадия, IV гр. по Catterall.

На рентгенограмме тазобедренных суставов – тотальное поражение головки бедренной кости.

Таким образом, 81 больной (67,0%) - подавляющее большинство пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса, находились во II и III группах по Catterall.

Пациентам с болезнью Легг-Кальве-Пертеса, обратившихся в ЦИТО с IV стадией и стадией исхода болезни Легг-Кальве-Пертеса (5 стадия Axhausen), проводилась оценка формы головки бедра по классификации Stulberg (рис.8).

Рис.8 б



Рис.8 а Пациент С., 8 лет (И/б№2009-2823).
Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева, I гр. по Stulberg.



Рис.8 б Пациент Б., 11 лет (И/б№2009-2823).
Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа, II гр. по Stulberg.



Рис.9 а Пациент Е., 9 лет (И/б№5537/07).
Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева, III гр. по Stulberg.



Рис.9 б Пациент А., 12 лет (И/б№425/08).
Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа, IV гр. по Stulberg.



Рис.10 Пациент К., 11лет (И/б№2007/3867)
Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса, гр.V по Stulberg.

В стадии исхода (IV стадия) по Stulberg нормальная форма головки была у 43 пациентов (35,5%), у 26 пациентов (21,5%) головка была увеличенного размера, но круглая, у 22 пациентов (18,2%) форма головки была овальной, у 26 пациентов (21,5%) – грибовидной формы, и у 4 пациентов (3,3%) исследуемой группы отмечено грубое несоответствие головки бедренной кости и вертлужной впадины (табл.6).

Таблица 6.

Распределение больных в стадии исхода по группам по Stulberg.

Группы по классификации Stulberg	Число больных	Общее количество (в %)
I (нормальная форма головки)	43	35,5%
II (головка увеличенного размера, круглая)	26	21,5%
III (овальная форма головки)	22	18,2%
IV (грибовидная форма головки)	26	21,5%
V (грубое несоответствие головки бедренной кости и вертлужной впадины)	4	3,3 %
Итого	121	100%

Оценка развития тазобедренного сустава при болезни Легг-Кальве-Пертеса проведена на основании вычисления рентгенометрических показателей. Эти показатели необходимы для определения тактики и вида оперативного лечения. Рентгенометрические показатели при исследовании пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса характеризовались многообразием изменений проксимального отдела бедренной кости. Типы деформации зависели от величины поражения и локализации патологического процесса.

Вместе с тем, у 13 пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса при вычислении 121 рентгенометрического показателя не выявлено патологических нарушений рентгенометрии тазобедренного сустава. У большинства пациентов (108 пациентов – 89,3%) имелись признаки диспластических изменений тазобедренного сустава, которые проявлялись недоразвитием проксимального отдела бедра, изменениями шеечно-диафизарного угла, антеверсии, дисплазией вертлужных впадин (табл. 7).

Таблица 7.

Рентгенометрические показатели нарушений в тазобедренном суставе у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса

Локализация	Рентгенанатомические показатели		Число пациентов	Общее количество (в %)
	Наименование	Значение		
Бедренная кость	Шеечно-диафизарный угол (ШДУ)	125 ± 5,8 (125-155)	48	39,7
	Антеверсия (в градусах)	45-85	21	17,4
	Эпифизарный индекс (в %)	25-80	8	6,6
	Индекс головка-шейка	25-65	9	7,4
Вертлужная впадина	Ацетабулярный индекс (в градусах)	25-45	5	4,1
Соотношение головки бедренной кости и вертлужной впадины	Коэффициент покрытия головки (КПГ)	0,7-1,0	12	9,9
	Угол Виберга (в градусах)	12-25	7	5,8
	Артикуло-трохантерная дистанция (в %)	30-70	11	9,1
Итого			121	100,0

Развитие проксимального отдела бедра оценивали на основании измерения шеечно-диафизарного угла (ШДУ) и угла антеверсии. При рентгенометрической оценке рентгенограмм отмечены изменения ШДУ. Шеечно-диафизарный угол в пределах нормативных значений (115-120°) был у 13 пациентов, вальгизация ШДУ (более 125 градусов) у 42 (34,7%) пациентов, варизация ШДУ у 6 (4,9%) пациентов.

Патологическая антеверсия выявлена у 21 пациента, находилась в пределах от 45 до 85 гр. За счет изменения формы головки, изменялся эпифизарный индекс. У 8 пациентов он варьировал от 25 до 80. При локализации очага остеохондропатии в ростковой пластинке и метафизе имелось укорочение и расширение диаметра шейки бедренной кости, поэтому индекс головка-шейка уменьшался до 110 (при норме 150-190), а коэффициент головки/шейки также был значительно ниже нормы и составлял от 25 до 65%.

Рентгенометрические показатели вертлужной впадины при болезни Легг-Кальве-Пертеса в большинстве случаев 81 % (98 пациентов) были в пределах нормы. Ацетабулярные индексы составляли 18-22 градуса, коэффициент впадины - 0,5. У 23 пациентов отмечены признаки дисплазии вертлужной впадины,

что проявлялось в увеличении АИ до 45 гр., коэффициент впадины уменьшался до 0,3.

Подвывих головки бедренной кости, сформировавшийся к моменту обращения в ЦИТО, обнаружен у 72% пациентов. При этом коэффициент покрытия головки бедренной кости составлял менее 0,7, в других клинических случаях составлял от 0,7 до 1. Угол Виберга варьировал от 12 до 25 гр. Асимметрия артикуло-трохантерной дистанции, показывающая степень укорочения шейки и деформацию всего проксимального отдела бедра, составляла от 30 до 70% на стороне поражения в сравнении с противоположной стороной.

2.2.3 Ультразвуковое исследование

Исследование проводилось на аппарате «HDI-5000» Philips линейным датчиком 5-12 МГц в отделении функциональной диагностики ФГБУ ЦИТО им. Н.Н.Приорова под руководством д.м.н. профессора Еськина Н.А.

При обследовании детей контрольной группы был разработан алгоритм ультразвуковой методики, уточнены анатомические ориентиры тазобедренных суставов, созданы нормативные таблицы сонографических признаков здоровых тазобедренных суставов, а также нормативные таблицы доплерографических показателей в латеральных огибающих артериях бедра в 4-х возрастных группах (1-3 года, 4-6 лет, 7-11 лет, 12-15 лет).

В I группу вошли 37 пациентов в возрасте от 1 до 3 лет с жалобами на боли в тазобедренном суставе при отсутствии рентгенологических признаков патологических изменений.

При ультразвуковом исследовании тазобедренных суставов были оценены хрящевые структуры, которыми преимущественно представлен сустав ребенка, а также мышечные и соединительнотканые компоненты. У 12 пациентов ультразвуковое исследование при сканировании тазобедренного сустава из переднего доступа, выявило расширение суставной щели (до 4 мм), явления синовита, утолщение капсулы сустава, то есть ультрасонографические изменения, характерные для болезни Легг-Каль-Пертеса (рис.11). Проведенное исследование

позволило своевременно диагностировать процесс и начать раннее консервативное лечение.



а

б

Рис.11 Ультразвуковое исследование тазобедренных суставов с расширением суставной щели левого тазобедренного сустава. Пациент М., 6 лет. Диагноз: Легг-Кальве-Пертеса слева ст. I. Расширение суставной щели левого тазобедренного сустава на 3 мм по сравнению с правым суставом.

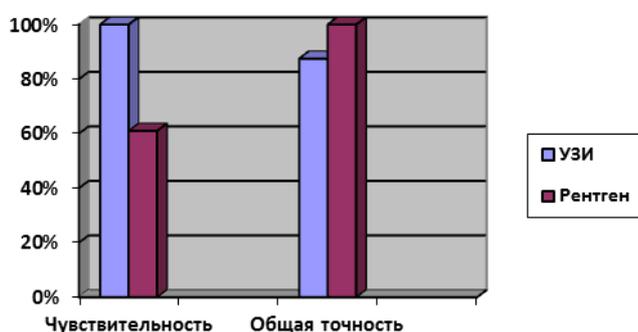
а - Правый тазобедренный сустав - суставная тазобедренного щель не расширена

б - Левый тазобедренный сустав - расширение суставной щели до 4 мм.

При сравнении двух диагностических методов: традиционной рентгенографии и ультрасонографии тазобедренных суставов по чувствительности к выявлению характерных признаков ранних стадий – I и II стадии болезни Легг-Кальве-Пертеса у детей метод ультрасонографии обладает более высокой чувствительностью и точностью, уступая рентгенографии в специфичности (диаграмма 2).

Диаграмма 2.

Оценка чувствительности и общей точности ультразвукового и рентгенологического методов исследования по выявлению I и II стадии болезни Легг-Кальве-Пертеса



Вторую группу составили 12 пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса в возрасте от 4 до 6 лет с I стадией болезни Легг-Кальве-Пертеса.

С помощью «конвергентного» доплера оценивался кровоток в латеральных огибающих артериях бедра, с вычислением пиковой скорости кровотока и индекса резистентности, с помощью энергетического доплера оценивались сосуды субхондральной пластинки, ростковой зоны. Оценка регионального кровотока в области головки бедра при помощи доплеровского картирования проведена 9 пациентам. У детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса индекс резистентности составил 44,6% и пиковая скорость кровотока в латеральных огибающих артериях бедра по сравнению с показателями контрольной группы составила 36,9%.

Метод энергетической доплерографии позволил выявить наличие патологических сосудов в толще пораженной головки бедренной кости и их соотношении с сосудами некартируемых участков эпифиза. В контрольной группе в толще здоровой головки бедренной кости, а также в гиалиновом хряще, сосуды отсутствовали. У 32 пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса II и III стадиях заболевания выявлено наличие патологических сосудов в толще хряща.

Ультразвуковое исследование позволяет проводить функциональные пробы в режиме реального времени (приведение бедра к животу с одновременной ротацией кнутри), проводить динамическое наблюдение за состоянием головок бедренных костей в ходе лечения, так как является неинвазивным методом.

2.2.4. Компьютерная томография

Среди лучевых методов диагностики болезни Легга-Кальве-Пертеса особое место занимает компьютерная томография (КТ). Она дает информацию о форме и соотношении элементов тазобедренного сустава, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости, а также возможность получить представление о суставе в трехмерном пространственном изображении.

Исследования проводили на аппарате «Toshiba Xreed» фирмы Toshiba, в положении больного лежа на спине. Анатомической зоной сканирования являлись: верхний полюс крыши вертлужной впадины -подвертельная зона верхней трети

бедр. Толщина среза составляла 5 мм. Компьютерная томография была выполнена 88 детям с болезнью Легг-Кальве-Пертеса (табл. 8).

Таблица 8.

Выполнение компьютерной томографии пациентам с болезнью Легг-Кальве-Пертеса

Распределение больных по Catterall по данным компьютерной томографии.

Группа по Catterall	Число больных	Общее количество (в %)
I	11	12,5
II	26	29,5
III	38	43,2
IV	13	14,8
Итого	88	100,0

Самое большое количество детей – 38 (43,2%) в возрасте от 6 до 9 лет отнесены к III группе по Catterall.

Оценивали следующие показатели: форма, структура головки бедренной кости, степень деформации головки, зоны поражения головки, наличие зон кистозной перестройки, форма и глубина вертлужной впадины, ее структуры (наличие кист, зон склероза), развитие передней и задней стенок; определяли степень антеверсии вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости; ширина суставной щели на всем протяжении, степень децентрации головки бедренной кости по отношению к вертлужной впадине.

Всем 88 пациентам выполнялась КТ тазобедренных суставов с 3D реконструкцией и срезом через пораженную головку бедренной кости (рис.12).

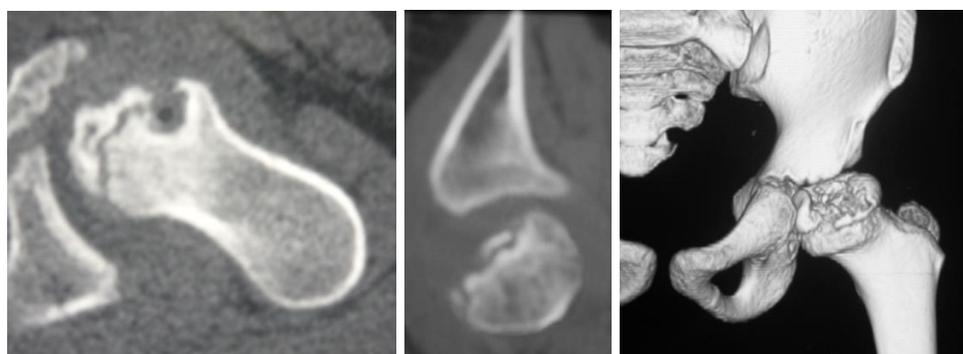


Рис.№ 12. Пациент К., 8 лет. И/б№ 1880. Болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст. III по Catterall. КТ с 3D реконструкций и срезом через пораженную головку бедра.

Компьютерная томография позволяла уточнить степень поражения головки бедренной кости. Так, у **26 пациентам (29,5%)**, которым по рентгенограмме установлена II группа по Catterall, после выполнения **КТ была визуализирована большая степень поражения головки бедренной кости**, в связи с чем, степень поражения головки бедренной кости была **изменена с II на III** (рис.13).

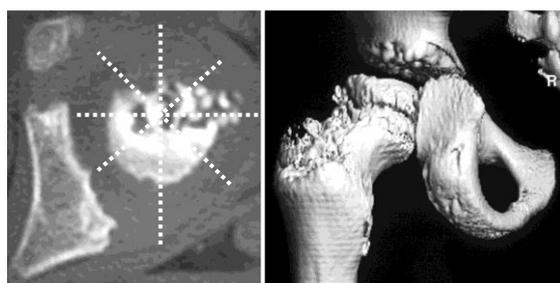


Рис. 13. Пациент А., 6 лет (И/б№ 1621). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа ст. III.

При проведении КТ в обязательном порядке выполнялся сагиттальный срез через головку бедра. У 64 детей (72,7%) II и III группы по Catterall отмечено, что наиболее часто поражается передне-верхний квадрант головки бедра, а задние участки остаются интактными (рис.14).

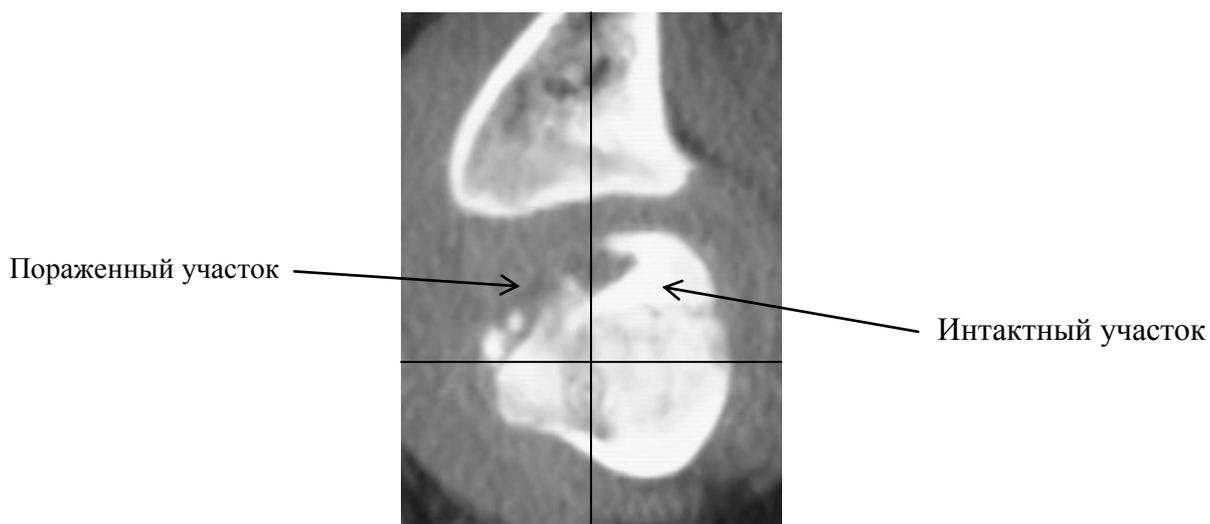


Рис. №14. Пациент И., 7 лет. И/б№ 2533. Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст. III. Пораженный и интактный участок головки бедренной кости.

Точная топическая диагностика участков дегенеративных изменений, определение их размеров и распространенности влияло на выбор метода оперативного лечения.

При помощи компьютерной томографии 88 детям проводили предоперационное планирование.

Необходимый угол поворота головки определяли по результатам выполнения КТ с фронтальными и сагиттальными срезами. Схематичное деление на меридианы в период предоперационного планирования позволило выполнить ротационную коррекцию в целесообразных пределах, согласно поставленным задачам.

На срезах головки бедра видна выраженная импрессия головки в передне-верхних отделах и сохраненная сферичная поверхности области заднего полюса. Расчет угла ротации сегмента головка-шейка, с целью подведения под точку опоры не деформированного участка головки, составил в среднем 20° , что обеспечило конгруэнтность суставных поверхностей в зоне нагрузки. Реориентация головки бедра во впадине, восстанавливает нормальную анатомию тазобедренного сустава. Элементами варизации и деторсии достигается полное «покрытие» и центрация головки бедра во впадине (рис.15).

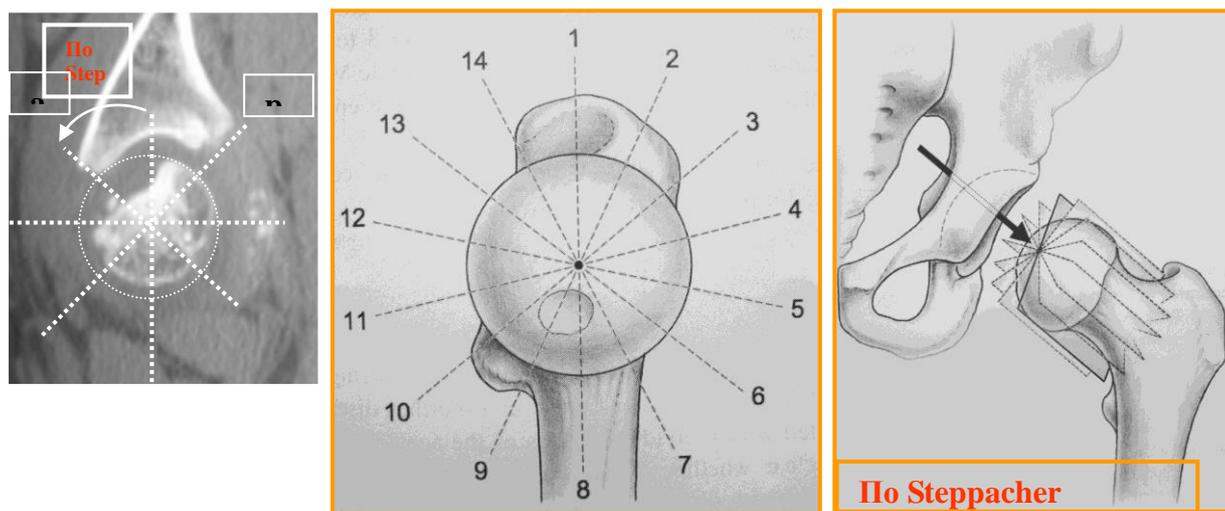


Рис.15. Расчет угла необходимой коррекции с помощью компьютерной томографии и по меридианам по Steppacher.

Высокая эффективность использования КТ при болезни Легг-Кальве Пертеса заключается в детальной визуализации формы головки бедренной кости, струк-

туры костной ткани, возможности исследовать геометрические параметры в трех плоскостях и самое главное определить показания для того или иного способа хирургического лечения.

Наш опыт показал, что методику компьютерного сканирования тазобедренных суставов следует включать в комплекс предоперационного исследования у детей старше 4-х лет при болезни Легг-Кальве-Пертеса.

2.2.5 Денситометрия

Исследование проводили пациентам с весом более 25 кг на аппарате «Lunar Prodigy General Electric» по программе «шейки бедренных костей» (рис.16) и «поясничный отдел позвоночника» (рис.№17).

Денситометрия выполнена 68 детям в возрасте от 4 до 12 лет с жалобами на боли в области бедра или коленного сустава и синовитом тазобедренного сустава. С помощью денситометрии была количественно определена минеральная плотность костной ткани у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса. Полученные данные подвергали компьютерной обработке, были рассчитаны размеры и толщина костей, а также их объемная плотность. Эти показатели позволяют судить об устойчивости кости к механическому воздействию и помогают в планировании оперативного лечения и дальнейшего консервативного лечения после операции.

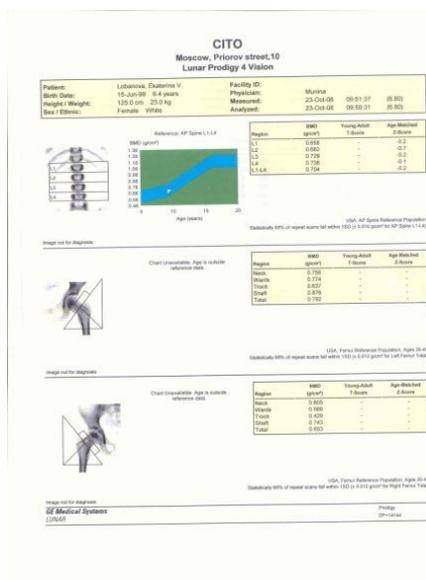


рис.16. Шейка бедренной кости

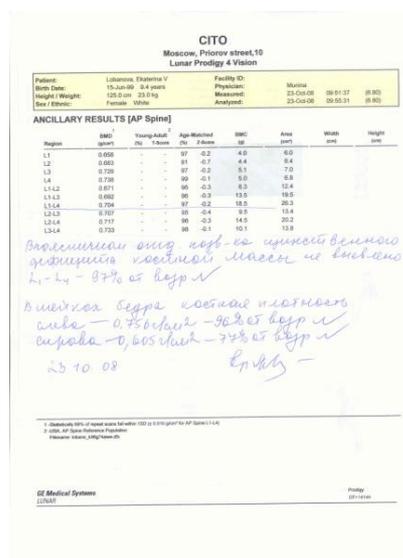


рис.17. Поясничный отдел позвоночника

Всем больным проведено денситометрическое обследование проксимальных отделов обоих бедер и поясничного отдела позвоночника. Полученные данные сопоставлялись с показателями здоровой конечности и возрастной нормы.

По результатам денситометрического исследования больные разделены на **две группы. У большей части больных (56 детей) с I-II-III стадией болезни** отсутствовала достоверная разница между показателями минеральной плотности костной ткани (МПКТ) различных областей проксимального отдела бедра, по сравнению с противоположной стороной.

Вторую группу составили 12 больных. У пациентов этой группы выявлено снижение уровня МПКТ проксимального отдела пораженного бедра относительно нормы и здоровой стороны во всех областях. В большей степени снижение МПКТ наблюдалось в наружной части эпифиза - на 15% по сравнению с нормой, в области шейки - на 29%, большого вертела - 22%, диафиза - 16%; в меньшей степени - во внутренней части эпифиза - на 9% (в среднем на 18%).

При контрольном денситометрическом обследовании, выполненном через 2 месяца с момента операции у 56 детей первой группе по-прежнему не было выявлено разницы между показателями МПКТ проксимальных отделов здорового и больного бедер. В динамике у 12 больных второй группы выявлено прогрессирование патологического процесса, установлен диагноз болезни Легг-Кальве-Пертеса.

Рентген негативная **I стадия процесса объективно характеризовалась равномерным снижением в среднем на 17%** уровня МПКТ во всех областях проксимального отдела бедра относительно возрастной нормы. Это следует расценивать как **важный диагностический признак при дифференциальной диагностике болезни Легг-Кальве-Пертеса** на начальной стадии процесса. В случаях транзиторного синовита снижение МПКТ проксимального отдела бедра не превышало 2-4%.

2.2.6 Статистический метод.

Для статистической обработки данных, полученных в результате клинических исследований, использовался метод вариационной непараметрической статистики. Полученные данные представлены в виде среднего арифметического значения, стандартного отклонения и в процентах.

Проводилось вычисление следующих показателей: M – среднее арифметическое значение величины вариационного ряда; σ – среднеквадратичное отклонение; m – величина ошибки среднего значения; n – количество наблюдений.

Различия между величинами и корреляционные связи рассматривались как статистически достоверные при значениях $p < 0,05$, которое принято в медико-биологических исследованиях.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась на персональном компьютере средствами статистической программы SPSS, используемое программное обеспечение: Microsoft Office Excel, StatSoft Statistica v.8.0, SPSS 16.0.1.

ГЛАВА 3. БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОМЫШЕЧНОГО АППАРАТА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

3.1. Методика проведения

Тазобедренный сустав выполняет соединение туловища с нижней конечностью, обеспечивая вертикальное перемещение человека. В этом суставе возможны движения в трех плоскостях. Нарушения функции тазобедренного сустава проявляются не только в изменении походки, но и в изменении основной стойки в сагиттальной и фронтальной плоскостях и дисбалансе мышц сгибателей и разгибателей.

Изучение биомеханики ходьбы по методу Motion Capture проведено у 121 пациента в возрасте от 4 до 14 лет с болезнью Легг-Кальве-Пертеса в различной стадии заболевания. Обследования проводили в лаборатории клинической физиологии и биомеханики ФГБУ ЦИТО (заведующий лабораторией доктор медицинских наук Косов И.С.). С целью объективизации двигательных нарушений основной методикой в лаборатории биомеханики было исследование биомеханики ходьбы.

Методика Motion Capture – технология клинического многокомпонентного исследования биомеханики ходьбы, основанная на видеозаписи перемещения сегментов тела в трехмерном пространстве с точностью до 0,1 мм с одновременной регистрацией реакции опоры и биоэлектрической активности мышц (рис.18).

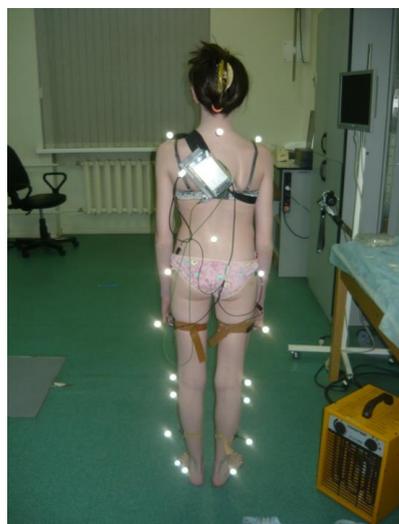


Рис. 18. Больная Г. 12л (И/Б№ 4970. 2008г). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса ст.Ш. Исследование ходьбы на аппаратном комплексе «ELITE-2002».

Для исследования биомеханики ходьбы и основной стойки была использована установка аппаратно-программного комплекса «ELITE-2002» (BTS, Италия), реализующая технологию бесконтактной регистрации 8-ю видеокамерами перемещения сегментов тела в трехмерном пространстве, с фиксацией передвижения 20 пассивных (светоотражающих) маркеров, размещенных на реперных точках тестируемого с точностью до 0,1 мм. Проход 7 м длиной осуществляли в привычном для пациента темпе, без обуви, с использованием 2-х вмонтированных прецизионных силовых платформ, регистрирующих моменты внешних сил. Одновременно проводили контрольную видеосъемку прохода пациента в сагиттальной и фронтальной плоскостях. Получаемые данные обрабатывали в контроллере.

Все исследования проведены в лаборатории клинической физиологии и биомеханики ФГБУ ЦИТО. Электрофизиологические методы исследования включали в себя изучение произвольной и вызванной биоэлектрической и механической активности мышц (БЭА).

Произвольную БЭА мышц исследовали с использованием методики поверхностной (глобальной) электромиографии. Регистрацию и запись биотоков проводили на 16 канальном компьютеризированном аппаратно-программном комплексе CopAn отечественного производства. Использовали стандартные поверхностные электроды. Измерение параметров ЭМГ и их анализ проводили на указанном комплексе по общепринятой методике (по качественным и количественным параметрам в соответствии с классификацией Ю.С. Юсевич (I, II, III IV) с оценкой регулярности, частоты спайков, амплитуды колебаний), кроме того, провели спектральный анализ записей. Исследовали активность средней ягодичной и икроножной мышц.

Для исследования сократительных качеств скелетных мышц использовали **механомиографию – графическую регистрацию механического ответа мышцы**. Метод основан на непосредственной регистрации механического ответа мышцы в области фиксации малогабаритного прецизионного механодатчика. **Были изучены как произвольная механическая активность: тонус покоя и**

напряжения, так и вызванная механическая активность при прямой стимуляции прямоугольными импульсами длительностью 1 м/с, частотой 1 Гц. Оценивали латентный период, фазы сокращения и расслабления, амплитуду и общую длительность механического ответа.

Исследование мышц проводили с обеих сторон. Данные полученные на «больной» стороне, сравнивали со «здоровой».

С целью детального изучения комплекса биомеханических нарушений, возникающих у пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса, выработки критериев ранней диагностики, прогноза заболевания и оценки эффективности проводимого лечения в лаборатории клинической физиологии и биомеханики ФГБУ ЦИТО провели обследование 121 пациенту в возрасте от 4 до 14 лет. Через 2 мес. после проведенного оперативного вмешательства проводили повторные исследования в динамике.

Объективизацию двигательных нарушений оценивали при исследовании автоматизированных локомоций — **стояние и ходьба (стабилометрия, биомеханика ходьбы).**

Стабилометрическое исследование проводили с использованием стабилометрического комплекса (МБН, г. Москва). Анализировали показатели абсолютного положения общего центра давления, длину и среднюю площадь статокинезиограммы, показатели спектра частот при проведении исследования в положении с открытыми глазами и установкой стоп пациента на стабилометрической платформе по американскому варианту (Рис. 19). Регистрацию активности мышц стабилизирующих тазобедренный сустав проводили в стандартной основной стойке: ноги и туловище пациента выпрямлены, голова держится ровно, руки свободно свисают по сторонам. Запись биопотенциалов производили в течение 50 секунд.

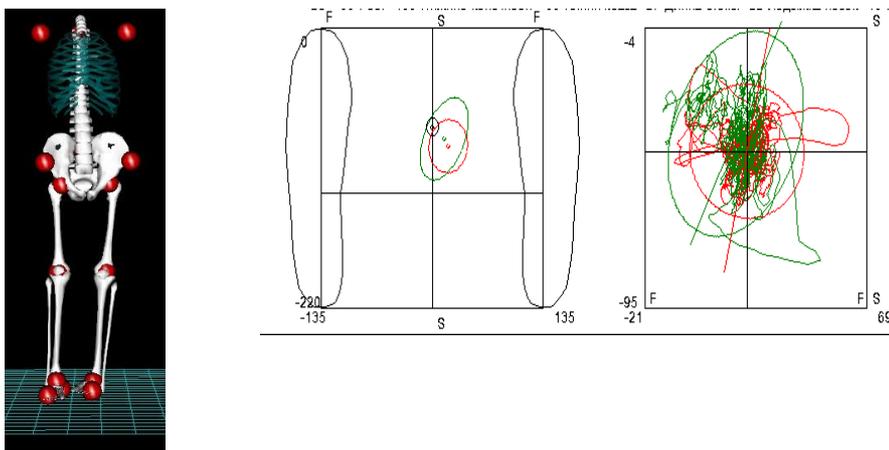


Рис.19. Стабилометрия здорового ребенка.

Тазобедренный сустав, как функциональная единица опорно-двигательного аппарата, представлен несколькими элементами: **жесткое звено, синовиальный сустав, мышца, нейрон и чувствительное нервное окончание - «единая система сустава»**. Полноценные движения в нем реализуются при наличии статической и динамической стабильности, обеспечиваемые пассивными (конгруэнтность суставных поверхностей и капсульно-связочный аппарат), а также активными стабилизаторами (околосуставные мышцы). Сбалансированная деятельность активных стабилизаторов обеспечивается системой биоуправления их активностью (двигательным анализатором). Функциональными элементами этой системы являются рефлекторные дуги, а механизмом реализации — рефлекторная деятельность. При выраженном дисбалансе активных стабилизаторов наблюдается нарушение стабильности тазобедренного сустава.

Для изучения особенностей адаптивного двигательного навыка, определяющую роль в котором имеет состояние активных стабилизаторов (околосуставных мышц), использовали электрофизиологические методы исследования: оценка вызванной биоэлектрической активности мышц и произвольной (в режиме основной стойки, в условиях автоматизированных движений (ходьба) и в условиях изометрического напряжения).

Произвольную БЭА мышц исследовали с помощью методики поверхностной (глобальной) электромиографии. Методика изучения функциональной мышечной активности, основана на регистрации биоэлектрической активности

мышцы при помощи накожных электродов. **Исследование проводится относительно быстро и безболезненно, что особенно важно в детском возрасте.** Выбор методики обусловлен высокой информативностью, хорошей переносимостью пациентами, малой инвазивностью, возможностью одновременного исследования нескольких мышц.

Для регистрации и записи биотоков в режиме покоя и изометрического напряжения использовали 16-канальный компьютеризированный аппаратно-программный комплекс ConAn отечественного производства; произвольную биоэлектрическую активность мышц в условиях основной стойки и автоматизированных движений исследовали с помощью 16-ти канального компьютеризированного аппаратно-программного комплекса «PocketEMG» с программным обеспечением «MyoLab» фирмы BTS (Италия). Применяли стандартные поверхностные электроды. Измерение параметров ЭМГ и их анализ проводили по общепринятой методике (по качественным и количественным параметрам в соответствии с классификацией Ю.С. Юсевич (I, II, III, IV) с оценкой регулярности, частоты спайков, амплитуды колебаний), кроме того, проводили спектральный анализ записей.

Цифровой спектральный анализ — один из методов обработки сигналов, который позволяет охарактеризовать частотный состав измеряемого сигнала. Регистрация глобальной ЭМГ предусматривает одновременную запись биоэлектрических сигналов активности всех волокон, входящих в состав мышцы. Различные по скоростным качествам волокна сокращаются с определенной частотой. Так для тонических (медленных) волокон частота сокращений находится в диапазоне 5–11 Гц, тогда как самые быстрые (фазические) волокна способны сокращаться до 100 раз в секунду. Разложение суммарного (глобального) гармонического сигнала ЭМГ по интенсивности частотных составляющих позволяет определить функциональный тип исследуемых мышц.

В наших исследованиях регистрацию ЭМГ проводили устанавливая электроды на дистальную и проксимальную двигательные точки исследуемых мышц, что давало возможность оценить глобальную биоэлектрическую активность всей мышцы. Классическое расстояние между двумя поверхностными электродами — 2 см. Если электроды помещены на большее расстояние, то число регистрируе-

мых двигательных единиц между двумя точками будет больше и записанный сигнал отразит электрогенез более объемного участка и таким образом амплитуда будет выше. При регистрации ЭМГ с симметричных сторон удаление электродов друг от друга было одинаковым.

С целью оценки функции верхнего ягодичного нерва 6 пациентам в возрасте от 12 до 15 лет с болезнью Легг-Кальве-Пертеса с II и III степенью по Catterall и выраженной гипотрофией средних ягодичных мышц на пораженной стороне была проведена сегментарная магнитная стимуляция (СМС) в поясничном отделе (зона L2-L5), используя «НейроМВП» производства «ФизиоМед» Россия) (табл.9).

Таблица 9.

Результаты сегментарной магнитной стимуляции (СМС) в поясничном отделе (зона L2-L5) с целью оценки функции верхнего ягодичного нерва.

Показатель	Пораженная конечность	Здоровая конечность	p
Амплитуда ВМО-ответа, мВ	1,48±0,3	3,1±0,6	<0,05
Латентность ВМО	3,85±0,7	3,9±0,9	<0,05

Согласно полученным результатам данных за демиелинизирующее поражение верхнего ягодичного нерва не получено, поскольку скорость проведения возбуждения (по данным терминальной латентности) не страдает. **Отмечено значительное снижение амплитуды вызванного моторного ответа (ВМО) средних ягодичных мышц, что обусловлено снижением числа двигательных единиц, то есть гипотрофией неиспользования и не связано с аксональной заинтересованностью.**

ЭМГ исследование произвольной БЭА средних ягодичных мышц в режиме изотонического напряжения прошли **95 больных в возрасте от 8 до 10 лет со I, II и III, степенью по Catterall.** Пациенты были разделены на 2 группы. **В 1 группу вошли 62 пациента с длительно существующими изменениями в тазобедренном суставе. К длительно существующим нарушениям в тазобедренном суставе отнесены те нарушения, которые имеются у детей в период с 6 до 12 месяцев с момента начала болезни Легг-Кальве-Пертеса со I, II и III степенью по Catterall. Во 2 группе были 33 пациента с начальными изменениями в тазобедренном**

ренном суставе. К ним относятся изменения, появившиеся у детей до 6 месяцев с момента установки вышеуказанного диагноза.

Исследование выполняли в положении пациента лежа, тест-растягивание эластичной ленты, закрепленной на голеностопных суставах. Проводили три попытки максимального напряжения в течение 10 сек. с перерывом 1 мин. Во всех случаях был зарегистрирован интерференционный тип кривой (1 по Юсевич), без признаков денервационной активности (табл.10).

Таблица 10.

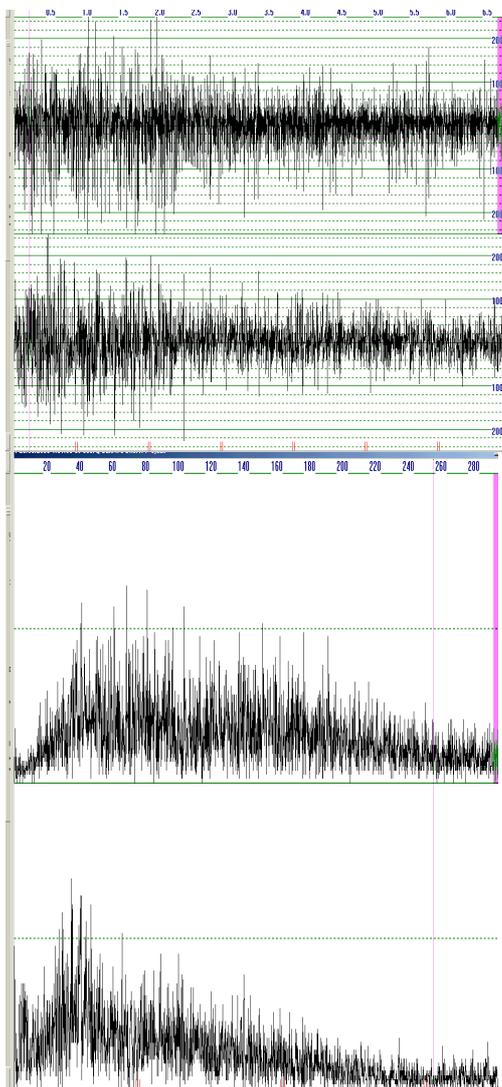
Показатели БЭА средних ягодичных мышц в режиме изометрического напряжения.

Группа	Пораженная конечность	Здоровая конечность	p
Группа 1	156,00±37,05	375,89±25,98	<0,05
Группа 2	333,35±51,11	380,56±13,3	<0,05

В обеих группах зарегистрировано снижение амплитуды произвольной биоэлектрической активности в пределах 80-40% от показателя здоровой конечности, но максимально оно было выражено в группе пациентов 1 группы.

Спектральный анализ выявил очевидные различия характеристик частотного диапазона осцилляций средних ягодичных мышц. Так, если на «здоровой» стороне максимум частот был в диапазоне 20–100 Гц, то спектральный анализ записей больных 1 группы определил значительное расширение спектра ЭМГ средних ягодичных мышц в высокую его часть (с максимумом в зоне 90–160 Гц) и снижением низкочастотной составляющей. Это свидетельствовало о снижении количества функционирующих тонических мышечных волокон, в большей мере на пораженной стороне. У пациентов 2 группы расширение спектра ЭМГ средней ягодичной мышцы пораженной стороны встречалось в III,IV стадии, но частотный максимум смещался не настолько значительно (Рис. 20).

1 группа



2 группа

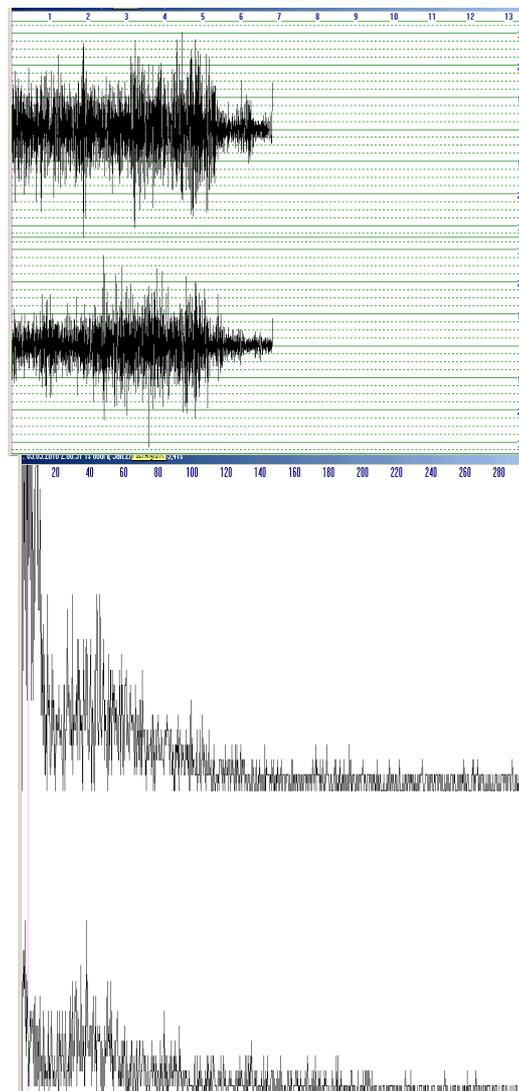


Рис.№20. Больной М., 6 лет, И/б№1615 ; Болезнь Пертеса слева ст.Ш, средние ягодичные мышцы.

Максимально выраженные качественные и количественные изменения биоэлектрической активности отводящих мышц бедра были обнаружены **среди пациентов 1 группы**. При отсутствии четких признаков денервации эти изменения являются следствием **грубых, длительно существующих нарушений пассивных стабилизаторов тазобедренного сустава**. Уменьшение шеечно-диафизарного угла бедра **вызывает укорочение пельвиотрохантерных мышц**, что приводит к грубому снижению их тонуса и функциональных способностей.

Характеристика основной стойки и ходьбы.

Результат исследования основной стойки и ходьбы показал функциональную разнородность и различную картину биомеханических нарушений у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса. В основной стойке у всех пациентов отмечена ре-

акция разгрузки поражённой конечности, причем достоверной зависимости от степени и давности процесса не выявлено. **Было зарегистрировано смещение ЦД (центр движения) во фронтальной и в меньшей мере в сагиттальной плоскостях в сторону здоровой.** Помимо снижения статической опороспособности было зафиксировано **снижение стабильности баланса тела в вертикальном положении. Значения коэффициента колебания ЦД превышали норму как во фронтальной, так и в сагиттальных плоскостях,** отмечено также смещение частотного спектра. В основной стойке была оценена активность короткой отводящей мышцы бедра (средняя ягодичная), а также разгибателей голени (четырёхглавая мышца). **Ни в одном наблюдении денервационной активности не было выявлено (регистрировали 1 тип кривой по Юсевич), однако были отмечены выраженные изменения качественных и количественных характеристик ЭМГ.** В подавляющем большинстве случаев амплитуда БЭА средних ягодичных мышц поврежденной стороны была снижена в пределах 30–80% от амплитуды БЭА «здоровой» конечности. Амплитуда активности четырехглавых мышц различалась в меньшей степени: на поражённой стороне отмечалось ее снижение на 7–19%, что связано может быть с «разгрузкой» поражённой конечности, переносом силы опоры на здоровую ногу (Рис. 21, 22).

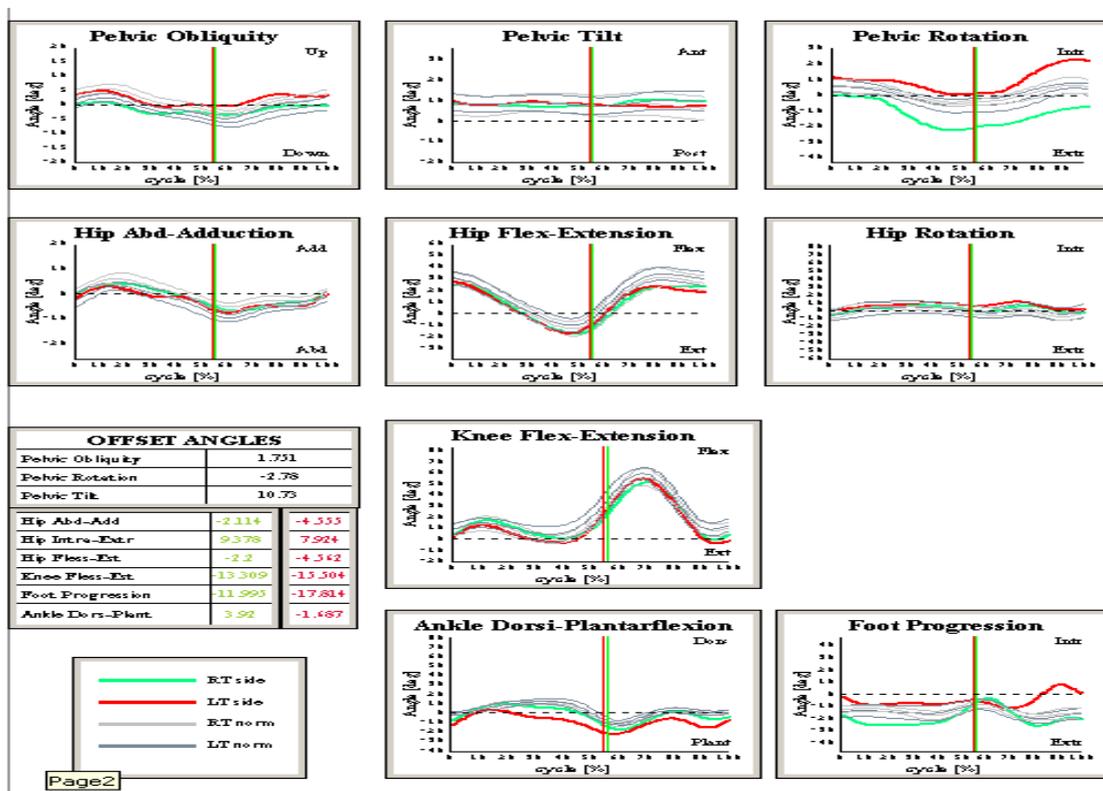


Рис. 21. Графики реакции опоры. По горизонтали: % цикла шага, по вертикали: вертикальная линия, обозначающая конец периода опоры (красная линия – поврежденная конечность, зеленая конечность – здоровая, серая – «коридор» нормы).

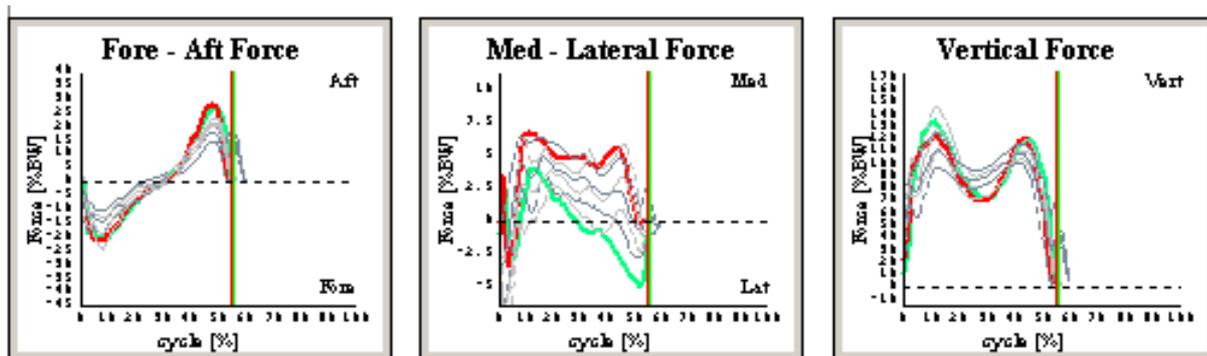


Рис.22. Кинематические параметры в сагитальной, фронтальной, горизонтальной плоскостях (гониограммы). По горизонтали: % цикла шага; по вертикали: амплитуда в градусах; горизонтальная линия с индексом «0»: нейтральное положение сустава, вертикальная линия обозначает конец периода опоры; красная линия – поврежденная конечность, зеленая конечность – здоровая, серая – «коридор» нормы.

При проведении спектрального анализа ЭМГ средних ягодичных и четырехглавых мышц в режиме основной стойки были выявлены изменения, аналогичные представленным выше результатам исследования ЭМГ изометрического

напряжения (рис. 23).

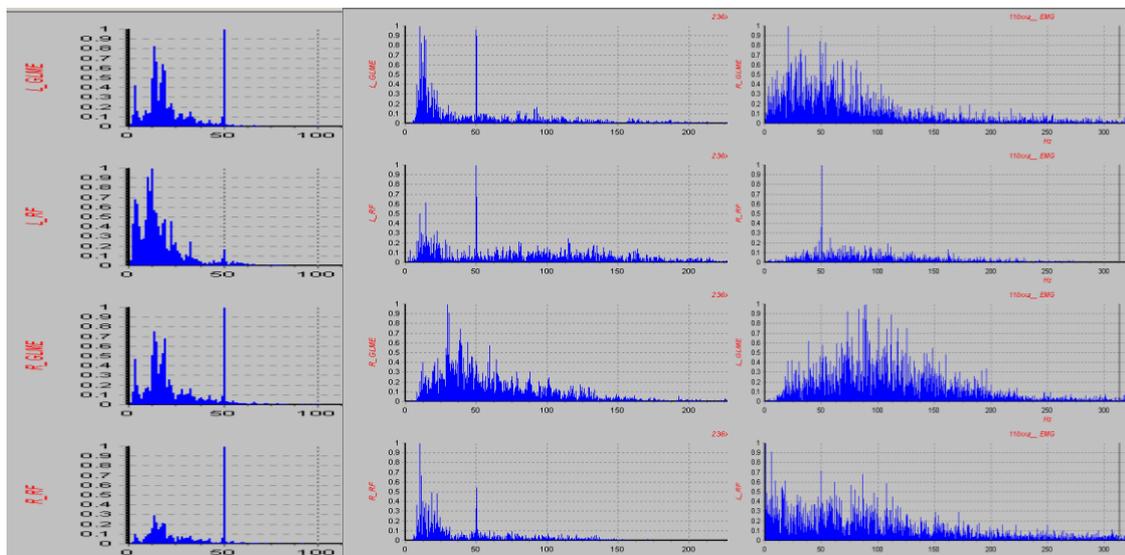


Рис.№ 23. Исследование ЭМГ средних ягодичных и четырехглавых мышц.
А. Больной В., И/б№4787. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса справа I ст.
Б. Больная М., И/б№2823. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса справа II ст.
В. Больная М., И/б№5592. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса справа II-III ст.

Девиации походки у пациентов с нарушением функции тазобедренного сустава в первую очередь характеризовались неспецифической симптоматикой в виде симптомокомплекса снижения темпа, уменьшения длины шага и средней скорости передвижения, изменения внутренней временной структуры цикла шага, с увеличением двухопорной фазы шага и фазы переноса с асимметрией показателей между сторонами различной степени выраженности (коэффициент ритмичности, определяемый как соотношение длительностей фаз переноса более сохранной конечности).

Система нижних конечностей является сложной кинематической цепью, изменение положения одного из звеньев которой приводит к отклонению всей системы и приводит к перестройке двигательного стереотипа. Перекос таза частично компенсирует различие в длине ног при приводящей или отводящей контрактуре бедра, наклон таза вперед уменьшает относительное укорочение при сгибательной контрактуре. При длительно существующей выраженной приводящей контрактуре бедра, возникает искривление оси конечности, стопа устанавливается в вальгусном или варусном положении.

Кинематика движений пораженных тазобедренных суставов была изменена в сторону снижения амплитуды движений в сагиттальной (сгибание-разгибание) (рис.24), фронтальной (приведение-отведение) (рис.25) и горизонтальной (внутренняя-наружная ротация) (рис.26) плоскостях.

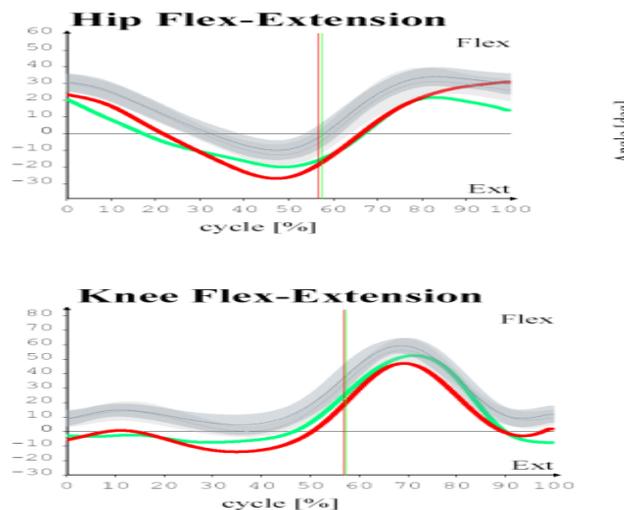


Рис.24. Сагиттальная плоскость. Больной Т., 5 лет, болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа ст.Ш

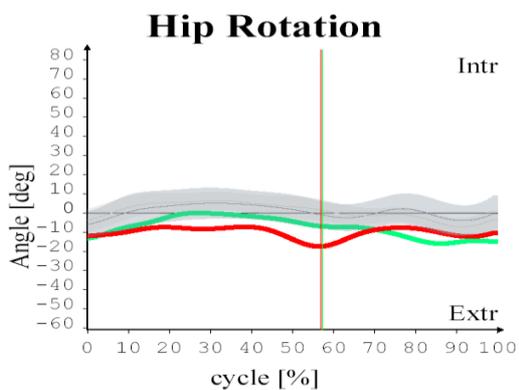


Рис.№25. Фронтальная плоскость. Больная Л. 9 лет, болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа ст.Ш (красная линия – поврежденная конечность, зеленая конечность – здоровая, серая – «коридор» нормы). Гониограмма тазобедренного сустава показывает ограничение амплитуд разгибания (период опоры) и сгибания бедра (период переноса). (красная линия – поврежденная конечность, зеленая конечность – здоровая, серая – «коридор» нормы). По гониограммам определена исходная установка избыточного сгибания в тазобедренных суставах с ограничением разгибания справа в периоде опоры.

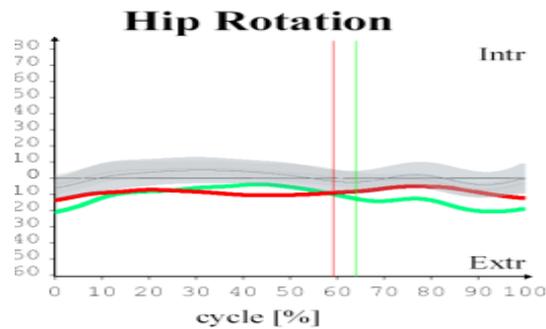


Рис.№26. Горизонтальная плоскость. Больная Л. 9 лет, болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа ст.III (красная линия – поврежденная конечность, зеленая конечность – здоровая, серая – «коридор» нормы) -увеличение амплитуды внутренней ротации (в периоде опоры, начальной фазе переноса).

Наиболее выраженные различия между 1 и 2 группами пациентов выявлены при анализе кинематических параметров во фронтальной плоскости. В период одиночной опоры головка бедренной кости является точкой опоры для туловища и контралатеральной конечности, при этом таз с околоуставными мышцами образует рычаг, передающий вес туловища. На большом плече рычага оказываются туловище и переносимая конечность, на малом – отводящие мышцы бедра. В случае ослабления функции последних используется компенсаторный механизм снижения нагрузки на тазобедренный сустав – наклон туловища в сторону опорной конечности (при небольшом снижении функции). Если ягодичные мышцы не в состоянии сблизить свои точки прикрепления (большой вертел - гребень и крыло подвздошной кости), то противоположная половина таза под тяжестью туловища опускается, проявляясь клинически синдромом Тренделенбурга-Дюшена (рис.27).

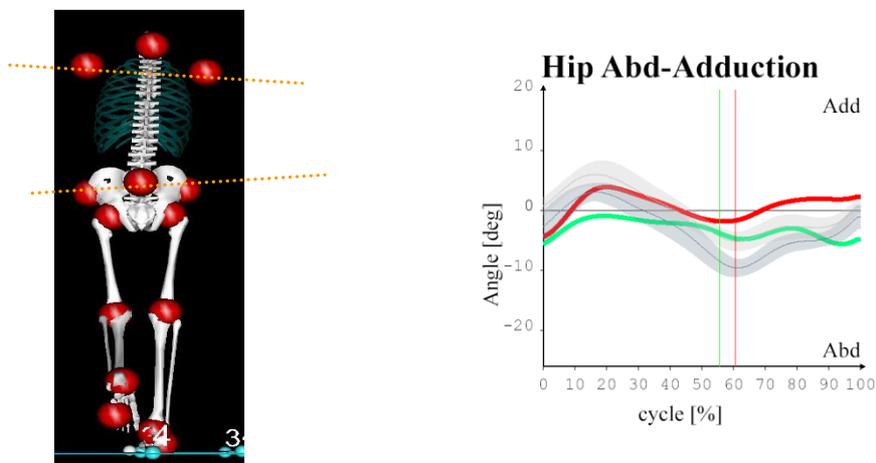


Рис. 27 Больная М., 6 лет, Болезнь Легга-Кальве-Пертеса II ст. справа, положительный динамический синдром Тренделенбурга справа. Инверсия движений приведение-отведение бедра справа. Клинически- симптом Тренделенбурга отрицателен (красная линия – поврежденная конечность, зеленая конечность – здоровая, серая – «коридор» нормы).

При анализе кинематических характеристик походки больных с болезнью Легг-Кальве-Пертеса были выделены 5 пациентов с симптомом обратного Тренделенбурга – сочетание наклона таза и туловища в сторону больной опорной конечности. Вес туловища при этом распределяется равномерно по обе стороны тазобедренного сустава, что не требует большого напряжения отводящих мышц. Эту группу составили пациенты в возрасте от 6 до 7 лет со II степенью болезни Легг-Кальве-Пертеса (рис. 28).

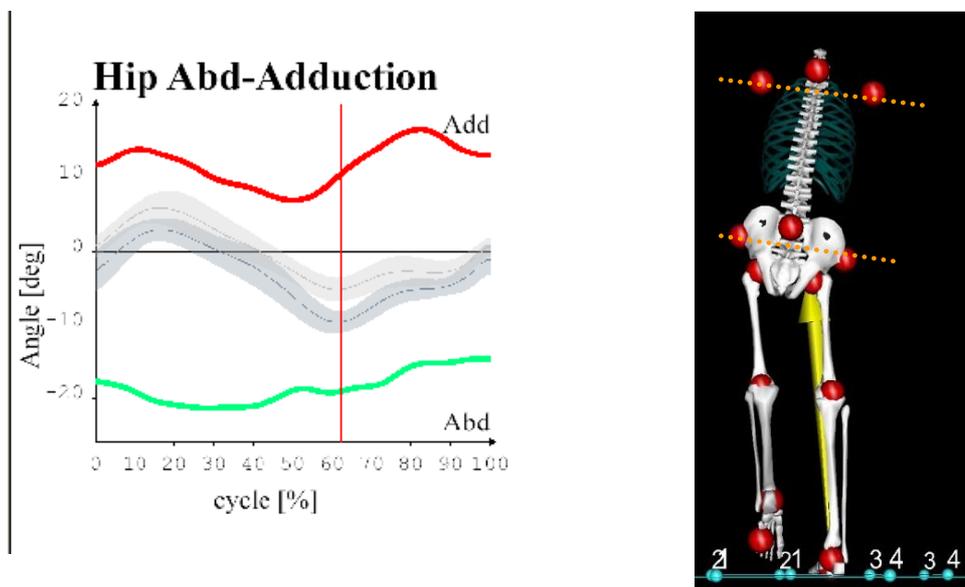


Рис.28. Больная Б.11 лет, Болезнь Легга-Кальве-Пертеса справа. (вид сзади), (красная линия – поврежденная конечность, зеленая конечность – здоровая, серая – «коридор» нормы). Обратный сидром синдром Тренделенбурга справа.

В обеих группах у всех пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса со стороны динамической опороспособности нижних конечностей обнаружено снижение экстремумов реакции опоры по вертикальной составляющей до 100-104% веса тела обследуемого и ниже при норме 113%, и продольной составляющей в первой половине периода опоры до 6-10% веса тела обследуемого при норме 18% (рис.29).

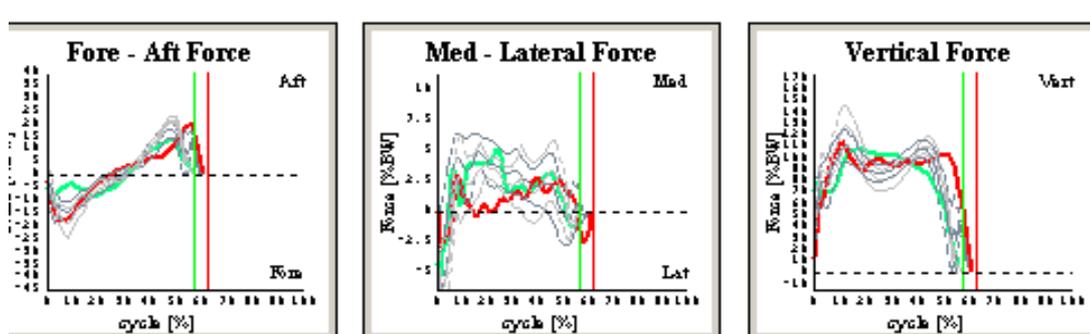


Рис.29. Динамическая опороспособность нижних конечностей (красная линия – поврежденная конечность, зеленая конечность – здоровая, серая – «коридор» нормы).

Зарегистрированные нарушения при исследовании автоматизированных локомоций — **стояние и ходьба** (стабилометрия, биомеханика ходьбы) у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса **носят компенсаторный приспособительный**

характер, направленный на разгрузку пораженной конечности.

Изменения кинематических параметров проявляются ограничением амплитуды движений в сагиттальной, фронтальной и горизонтальной плоскостях и определяются состоянием как пассивных, так и активных стабилизаторов тазобедренного сустава. Нарушения движений в сагиттальной плоскости в большой степени определяются функциональным состоянием средних ягодичных мышц и могут быть выявлены при 3D исследовании даже при отсутствии клинически выраженного синдрома Тренделенбурга.

Максимально выраженные качественные и количественные изменения активных стабилизаторов (отводящие мышцы бедра) были выявлены у пациентов 1 группы в виде значительного снижения амплитуды БЭА мышц (до 80% по сравнению с показателями здоровых конечностей), а также изменения спектра ЭМГ, свидетельствующего о значительном снижении количества функционирующих тонических мышечных волокон.

Оценка эффективности проведенного лечения по данным биомеханического исследования.

После проведенного оперативного лечения было обследовано 65 пациентов. Полученные результаты исследования сравнивались с исходным статусом пациента. При анализе полученных результатов оценивали, как лечебные вмешательства, в том числе оперативные, влияют на комплекс выработанных приспособлений в целостном организме.

Выявлен значительный разброс данных отличия временных параметров шага до и после проведенного вмешательства, который не достигал уровня значимости ($p > 0,05$). Полагаем, что приобретение новых навыков в послеоперационном периоде связано с индивидуальными особенностями больного, проводимой реабилитацией. Тем не менее, в ранние сроки после оперативного вмешательства (1-2 месяца) имелась отчетливая тенденция: уменьшение коэффициента ритмичности, снижение опороспособности оперированной конечности у большей части пациентов (14 из 20 обследованных в этом сроке). Через 6 мес. и больше после проведенной операции компенсация (увеличение коэффициента ритмичности до 0,85 и более) была отмечена уже у 39 пациентов из 51 обследованного.

Изменения стабилметрических показателей ввиду малого количества наблю-

дений не достигало статистически значимого порога. В тоже время, была очевидна тенденция: возврат смещения ЦД к нормальному положению.

По данным исследования кинематических параметров у 39 пациентов отмечена отчётливая положительная динамика в виде значительного увеличения объема движений (рис.30).

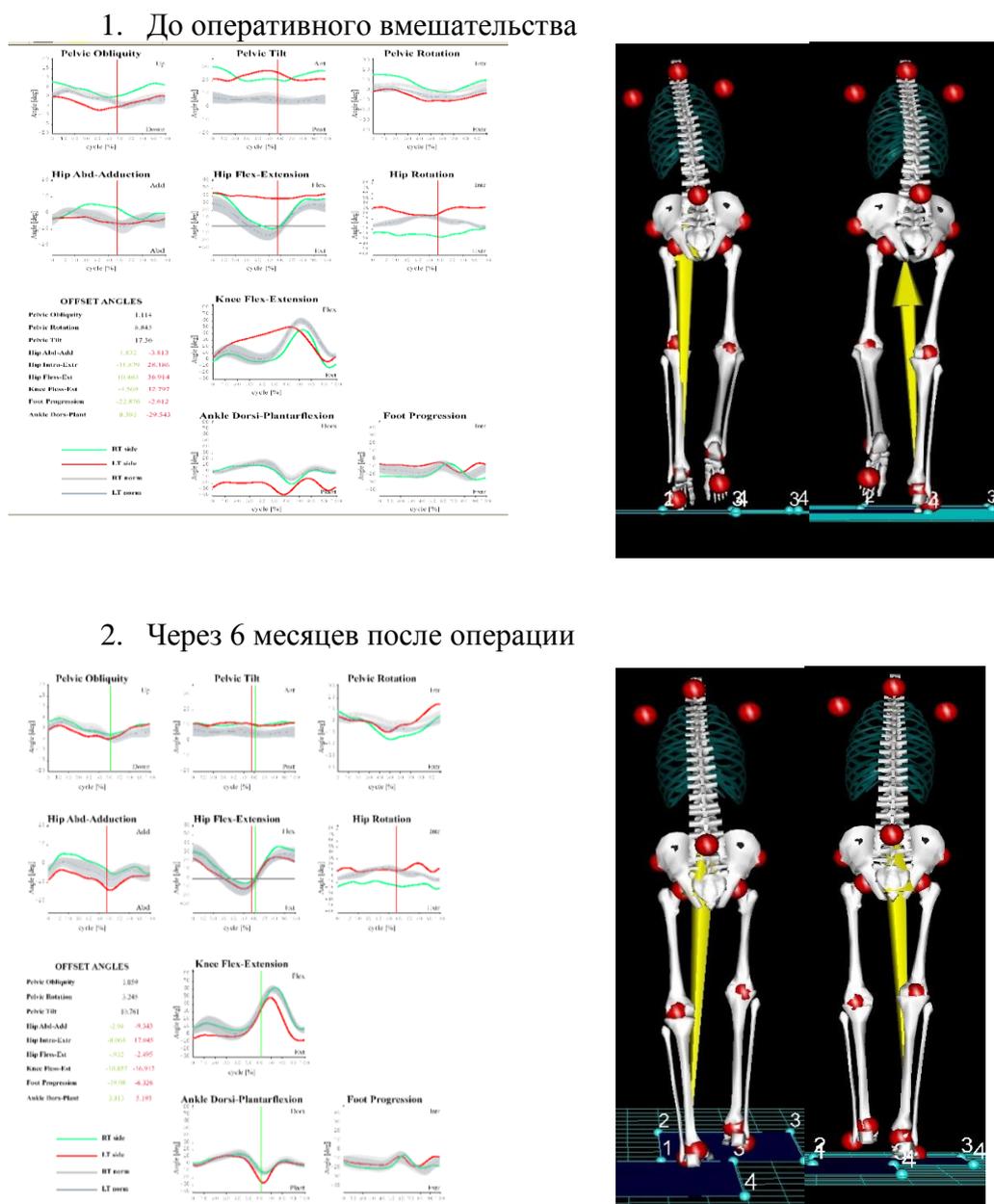


Рис.30. Больная И. 14 лет, И/б№ . Болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст.Ш. Проведено оперативное лечение.

При повторном исследовании больной И. через 6 мес после операции отмече-

на отчетливая положительная динамика кинематических параметров во фронтальной плоскости в виде уменьшения перекоса таза, отсутствия инверсии движений в правом тазобедренном суставе; а в сагиттальной плоскости - от увеличения амплитуды движений в тазобедренном и коленном суставах, увеличение объема наружной ротации бедра. Вместе с тем, сохраняется ограничение отведения левого бедра.

До проведения лечения движения в тазобедренном суставе поражённой стороны (красная линия) были значительно ограничены (практически качательные) движения. После проведенного лечения амплитуда движений отчетливо возросла, достигая практически нормальной функции сустава.

Неудовлетворительные результаты получены у 2 пациентов 6 и 7 лет со II и III степенью болезни Легг-Кальве-Пертеса, в обоих случаях пациентов, ранее неоднократно оперированных в других медицинских учреждениях.

Очевидно, что эффективность проводимой реабилитации без вмешательства в сформировавшийся патологический двигательный стереотип может оказаться недостаточной, поскольку регуляция тонической функции мышц является неосознанным (исключительно рефлекторным) видом деятельности системы биоуправления двигательной активностью. Корректировка «рабочей схемы» системы управления движениями возможна при определенных условиях, при введении искусственной обратной связи с включением в цепь афферентации зрительного и слухового анализаторов (использование звуковых и зрительных сигналов для подтверждения правильности выполняемого действия). Для целенаправленной коррекции двигательной функции в послеоперационном периоде использовали метод функционального биоуправления (ФБУ) у 8 пациентов. Базовым средством реабилитации пациентов явились тренировки с обратной связью по ЭМГ. Регистрируя БЭА мышц в покое и во время выполнения движения можно оценить как функциональные возможности отдельной мышцы, так и исследовать взаимоотношения мышц как единой системы синергистов и антагонистов.

Используемые инструментальные методы исследования оценки функционального состояния тазобедренных суставов и мышц у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса дают возможность уточнить и значительно дополняют данные клинического обследования.

Оценка функционального состояния нейромышечного аппарата нижней конечности показала, что максимально выраженные качественные и количественные изменения обнаружены в 1 группе пациентов (с длительно существующими нарушениями конфигурации сустава). Это подтверждает тот факт, что поздняя коррекция патологического состояния тазобедренного сустава неблагоприятно отражается на всех элементах активной и пассивной стабилизации сустава и ведет к инициированию дегенеративно-дистрофического процесса, который может повлечь раннее развитие коксартроза. Во 2 группе (с начальными изменениями) биомеханические сдвиги были выражены в меньшей степени и после проведенного лечения быстрее поддавались коррекции.

В дальнейшем, в соответствии с анализом данных инструментальных обследований, разрабатывался план лечения и выбирался тот метод, который приведет к наиболее благоприятному исходу в каждом конкретном случае.

Исследование биомеханического статуса позволило судить о состоянии не только пораженного сустава, но и всей опорно-двигательной системы больного и объективизировать оценку результатов, достигнутых с помощью различных хирургических методов.

ГЛАВА 4. ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГГ-КАЛЬВЕ-ПЕРТЕСА.

Лечение болезни Легг-Кальве-Пертеса до настоящего времени остается сложнейшей задачей ортопедии детского возраста.

4.1 Планирование лечения пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса

Характер деформаций тазобедренного сустава развивается под влиянием очага поражения. Увеличение шеечно-диафизарного угла было напрямую связано с величиной поражения наружного участка ростковой пластинки. Чем меньше по размеру участок вовлекался в патологический процесс, тем больше увеличивались показатели этого угла. Форма головки бедренной кости претерпевала дистрофические изменения. У 31 больного из 121 в возрасте от 4 до 14 лет с разрушенной головкой бедренной кости показатели эпифизарного индекса были значительно ниже 10. Выявлено укорочение и расширение в диаметре шейки бедренной кости, поэтому индекс головка-шейка был значительно ниже нормы у 26 больных. У большинства пациентов старших возрастных групп (18 больных) наблюдалось относительно высокое стояние большого вертела, обусловленное нарушением роста шейки бедра.

Значительные изменения претерпевала и вертлужная впадина. Нормальные значения ацетабулярного индекса у детей в возрасте от 2 до 15 лет находятся в пределах 5-20°, в среднем – 11°. У 12 детей старше 7-8 лет характерным признаком неравномерно нагружаемой вертлужной впадины являлось утолщение ее дна. Об этом свидетельствовало расширение «фигуры слезы», снижение высоты или преждевременное закрытие Y – образного хряща.

Шеечно-эпифизарный угол у большинства больных (62%) находился в пределах возрастной нормы. Вертлужная впадина грубых изменений не достигала. Угол Виберга во всех случаях имел положительное значение.

У 57 детей в возрасте от 5 до 8 лет индексы и коэффициенты проксимального отдела бедренной кости были близки к показателям здорового сустава – этим пациентам выполняли деторсионно-варизирующую остеотомию бедренной кости.

При планировании лечения пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса руководствовались решением следующих задач: **достижение снижения весовой**

нагрузки на головку бедренной кости с целью предупреждения прогрессирования ее деформации, достижение сферичности головки бедренной кости на момент окончания патологического процесса. Основной задачей в процессе лечения являлось погружение и удержание (центрация) головки бедренной кости в вертлужной впадине.

Выбор лечения (консервативное или оперативное) основывался на следующих факторах: **возраст ребенка** к началу появления симптомов; **степень латерализации головки бедренной кости; объем движений** в тазобедренном суставе; стадия болезни.

Преимущества и недостатки консервативного и оперативного лечения представлены в таблице 11.

Таблица 11. Преимущества и недостатки консервативного и оперативного лечения

Лечение	Консервативное	Хирургическое
Преимущества	1. неинвазивность, 2. отсутствие операционных рисков	1. сокращение сроков течения болезни, 2. прогнозируемость исходов, 3. положительные анатомо-функциональные результаты. 4. нахождение ребенка в семье (дома)
Недостатки	1. длительный срок лечения, 2. длительная иммобилизация, 3. не прогнозируемость результатов, 4. длительная социальная опека (длительное нахождение в стационаре)	1. инвазивность вмешательства

Тактика лечения каждого конкретного больного основывалась на результатах комплексного обследования:

1. Возраст больного, анамнез болезни, данные клинического обследования;
2. Рентгенологические показатели проксимального отдела бедренной кости, соотношение между головкой бедренной кости и вертлужной впадиной;
3. Данные компьютерной томографии с 3Д реконструкцией и сагиттальными срезами в зоне тазобедренного сустава, в соответствии с меридианами головки бедра, позволили оценить степень поражения головки бедренной кости, размер

и расположение патологического очага и конгруэнтность суставных поверхностей в различных плоскостях.

У 70 пациентов (57,8%) из 121 с болезнью Легг-Кальве-Пертеса возраст начала болезни находился в диапазоне 4 – 6 лет, из них было 61 мальчик и 9 девочек. У 39 детей (35 мальчиков и 4 девочки), что составило 32,3%, возраст начала болезни Легг-Кальве-Пертеса был в пределе 7 – 10 лет. У 12 детей (9 мальчиков и 3 девочки), что составило 9,9%, возраст начала болезни находился в возрастной группе от 11 до 14 лет.

С целью определения метода оперативного лечения больные были распределены по стадиям в соответствии с классификациями Catterall и Stulberg (табл. 12).

Таблица 12.

Распределение больных с болезнью Легг-Кальве-Пертеса по стадиям Catterall и Stulberg.

Stulberg		Catterall			
		I	II	III	IV
1	3	-----	-----	-----	3
2	45	-----	37	1	10
3	65	-----	53	2	9
4	8	-----	-----	-----	6
	121	-----	90	3	28

Как видно из таблицы 12, большинство наших пациентов (90 больных) были со II стадией по Catterall.

В работе мы отдали предпочтение хирургическим методам лечения, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с консервативным методом лечения.

Ведущую роль в определении выбора метода хирургической коррекции сыграла компьютерная томография с 3Д реконструкцией тазобедренных суставов и сагиттальными срезами через пораженную головку бедренной кости (рис.31)

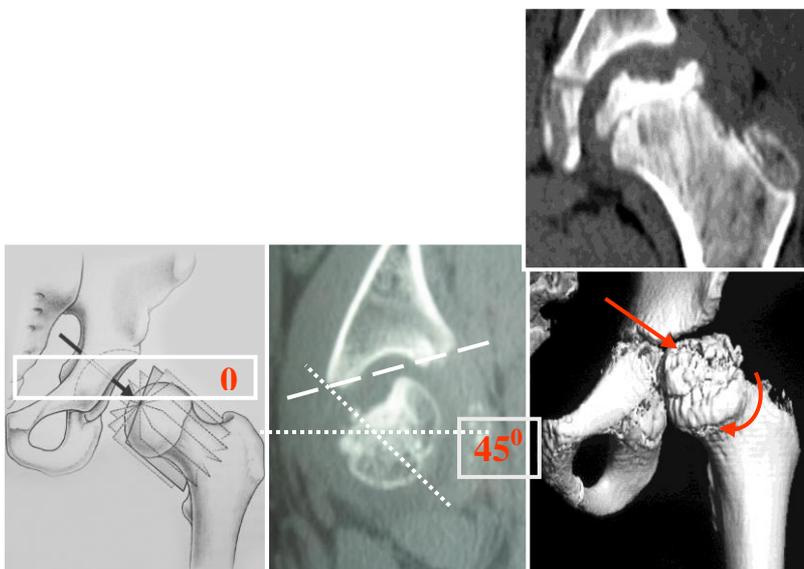


Рис. 31. Компьютерная томография тазобедренного сустава с 3Д реконструкцией и сагиттальным срезом головки бедренной кости у пациента 7 лет с болезнью Легг-Кальве-Пертеса слева, и/б №1661 ст.III для предоперационного планирования.

В соответствии с анализом клинических, рентгенологических данных и данных компьютерной томографии с 3Д реконструкцией, с учетом степени поражения эпифиза головки бедренной кости, конгруэнтности суставных поверхностей в сагиттальной, фронтальной и горизонтальной плоскости, стадии патологического процесса был проведен выбор метода хирургической коррекции.

С учетом вариантов поражения головки бедренной кости в 22 случаях была применена декомпрессия в демпферной системе разгрузки (с 2001-2006г.), деторсионно-варизирующая остеотомия бедренной кости выполнена 32 детям, корригирующая переднеротационная остеотомия бедра – 54, вальгизирующая остеотомия бедренной кости проведена в 10 случаях (табл.13)

Распределение детей по полу и видам оперативного лечения болезни Легг-Кальве-Пертеса.

Вид оперативного вмешательства	Стадия болезни по Catterall	Мальчики	Девочки	Всего больных
Декомпрессия в демпферной системе разгрузки	II	18	4	22
Остеотомия бедренной кости с передне-ротационным компонентом	II-III	44	12	56
Деторсинно-варизирующая остеотомия бедренной кости, в том числе	II-III	24	9	33
с резекцией и транспозицией большого вертела		5		
в сочетании с остеотомией таза		3	1	
Вальгизирующая остеотомия	IV	7	3	10
Итого		94	27	121

4.2 ДЕМПФЕРНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАЗГРУЗКИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА.

Демпферно-динамическая система разгрузки была использована у 22 пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса I-II стадии по Catterall, было 18 мальчиков и 4 девочки. Средний возраст больных был от 5 до 8 лет. Жалобы у пациентов были на хромоту, укорочение нижней конечности, ограничение внутренней ротации тазобедренного сустава. Также отмечалась гипотрофия большой ягодичной мышцы. У этой группы пациентов на рентгенограмме показатели в пределах нормы, но отмечалось сужение суставной щели и форма головки была похожа на «овоидную». У данной группы пациентов изменения в биомеханике ходьбы были минимальными (нарушение походки, переноса стопы).

Операционная травма после наложения системы разгрузки минимальна. Использование данной методики патогенетически обосновано в период I-II стадии заболевания и позволяет получить хорошие результаты без последующей хирургической коррекции. Методика заключается в разгрузке тазобедренного сустава на двух стержнях в гипсовом тугоре. В процессе distraction головки бедренной кости освобождается от давления впадины, увеличивается объем полости сустава, снижается интракапсулярное давление. Тракционная терапия позволяет моделировать работу «мышечного насоса», обеспечивая активизацию венозного кровотока и лимфотока, что создает более благоприятные условия для репарации пораженной костной ткани головки бедра. Данная методика позволяет оказывать

динамическую нагрузку на кость, что предупреждает развитие остеопороза в период фиксации и способствует активизации процессов оссификации. В процессе разгрузки происходит расслабление контрагированных мышц, и это способствует восстановлению полного объема движений в суставе.

Клинический пример

Пациентка Д., 5 лет. И/б№4341. Диагноз: Болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа, I-II Catterall. Лечение в системе демпферно-динамической разгрузки.

Из анамнез известно: диагноз поставлен за 3 месяца до поступления в ЦИТО. Консервативное лечение: разгрузка тазобедренного сустава с грузом до 2 кг в условиях постельного режима. Курс продолжительностью 2-3 недели с определенной периодичностью на протяжении 3 месяцев с активизацией больного на костыли и исключением опоры на пораженную конечность.

При поступлении на рентгенограмме: снижение высоты эпифиза головки правой бедренной кости, неравномерная суставная щель правого тазобедренного сустава, стадия фрагментации.



А Б В Г
Рис. 32.(а,б,в,г)А,Б -Рентгенограммы тазобедренных суставов в прямой проекции и по Лаунштейну.

В – Рентгенограмма после операции: наложение демпферной системы разгрузки на правое бедро.

Г- Внешний вид пациентки после операции.

В каждом конкретном случае, усилие необходимое для разгрузки было индивидуальным. Это зависело от силы и тонуса мышц. Также в период distraction использовали препараты миорелаксанты для облегчения distraction. Разгрузку сустава применяли на срок от 4 до 6 месяцев, в зависимости от времени и срока восстановления? головки бедренной кости. Если разгрузка сустава была установлена в стадии фрагментации, то время distraction продлевалось до 6-8 месяцев. У пациентов после наложения системы демпферной системы разгрузки, отмечали раннее купирование болевого синдрома и увеличение объема движений через 10 дней с момента операции, что выявлялось после перемонтажа системы разгрузки. Distraction в демпферной системе способствовала увеличению объема полости сустава, снижала давление в капсуле сустава. В процессе разгрузки происходило расслабление контрагированных мышц, и в последствии мы отме-

тили полный объем движений в тазобедренном суставе и восстановление функции сустава.

4.3 ДЕТОРСИОННО-ВАРИЗИРУЮЩАЯ ОСТЕОТОМИЯ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Деторсионно-варизирующая остеотомия выполнена 32 пациентам. Пациентам со 2-3 стадией заболевания, с выраженной деформацией головки бедренной кости и нарушением взаимоотношений в суставе. ДВО выполняли детям в возрасте от 6 до 12 лет. У всех пациентов данной группы отмечено нарушение походки, хромота, ограничение движений в тазобедренном суставе: внутренней ротации, отведения. На рентгенограммах тазобедренных суставов, выявлено нарушение шейчно-диафизарного угла ($125^\circ \pm 5,8^\circ$), коэффициента покрытия ($0,7 \pm 1$), антеверсия составляла (45° - 85°). У пациентов этой группы были обнаружены нарушения биомеханики тазобедренного сустава: в виде симптомокомплекса снижения темпа, уменьшения длины шага и средней скорости передвижения, изменения внутренней временной структуры цикла шага, с увеличением двухпорной фазы шага и фазы переноса. У всех 32 пациентов группы был перекокс таза, который частично компенсирует различие в длине ног при приводящей или отводящей контрактуре бедра, наклон таза вперед уменьшает относительное укорочение, при сгибательной контрактуре.

При длительно существующей, выраженной приводящей контрактуре бедра, возникает искривление оси конечности, стопа устанавливается в вальгусном или варусном положении.

Этой группе пациентов была выполнена деторсионно-варизирующая остеотомия бедренной кости.

Операция выполнялась в положении пациента на здоровом боку. Для выполнения операции на проксимальном отделе бедра использовался набор с инструментарием для остеосинтеза бедренной кости, разработанный в ЦИТО. Операционный доступ располагался по наружной поверхности в верхней трети бедра. Послойно рассекали фасцию и подлежащую *m.vastus lateralis*. Затем производилась отслойка надкостницы в верхней трети бедренной кости. Также производилось отсечение *m.iliopectineus* от места прикрепления к малому вертелу. Затем вводилась контрольная спица Киршнера по оси шейки бедренной кости до зоны ро-

ста под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП). Снимки выполнялись на ЭОПе в двух проекциях (прямой и аксиальной). Далее на спицу одевали пробойник из детского набора ЦИТО. Под контролем ЭОП его погружали в шейку бедренной кости до зоны роста. Затем, в зависимости от длины шейки бедренной кости и от планируемой варизации, из набора пластин для остеосинтеза подбирали необходимую конструкцию и рассчитывали угол наклона. Для расчета степени коррекции торсии наносили продольную метку по оси диафиза бедренной кости (рис.33А).



А
Нанесение продольной метки по оси бедра

Б
Выполнена межвертельная остеотомия бедра

В
Фиксация костных фрагментов L-образной пластиной из детского набора ЦИТО.

Рис.№33. Этапы деторсионно-варизирующей остеотомии бедренной кости

Затем проводилась остеотомия бедренной кости с помощью асцилляторной пилы (рис.33Б). Далее производился опил дистального фрагмента бедренной кости. Устранение антеверсии головки бедренной кости проводилось до восстановления нормальных величин (15°). Далее выполняли непосредственно реконструкцию бедренной кости. Фиксация осуществляется Г-образной или медиализирующей пластиной из разработанного в отделении детского ортопедического набора (рис.33В). Операция заканчивалась после выполнения контрольных снимков на ЭОПе. Затем проводили послойное ушивание раны с оставлением активного дренажа с грушей Мовшовича. Нижнюю конечность иммобилизовали с наложением односторонней гипсовой повязки на срок до 4-6 недель после операции.

Клинический пример. (рис.34). Пациентка С., 5 лет (И/б№4696). Диагноз: Болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст. II Caterall.

Из анамнеза: ребенок от I беременности, протекавшей с явлениями токсикоза в I триместре. Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса поставлен 8 месяцев назад с момента поступления в клинику ЦИТО. Лечилась консервативно по месту жительства.

При поступлении на рентгенограмме: КП справа 1,0, слева 0,8; ЩДУ справа 135°, слева 155°.

Выполнена операция: деторсионно-варизирующая остеотомия левой бедренной кости с фиксацией пластиной.

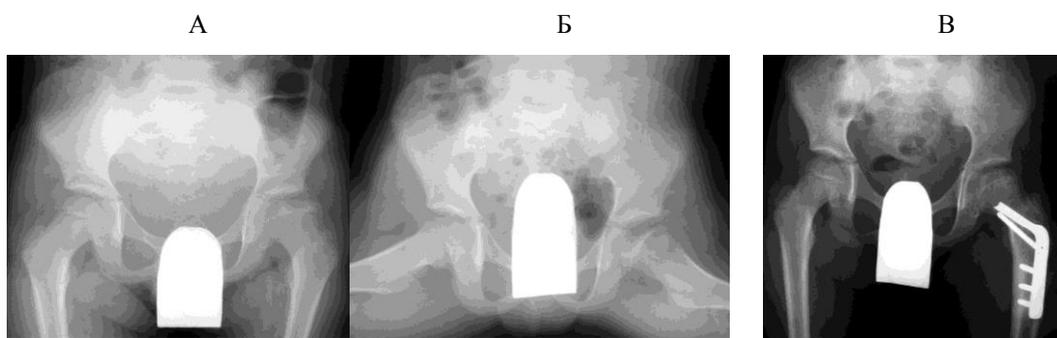


Рис.34

А, Б – Рентгенограмма тазобедренных суставов в прямой проекции и по Лаунштейну, снижение эпифиза головки бедренной кости, очаг деструкции занимает 1/4 головки бедренной кости;

В - Рентгенограмма после операции: выполнена операция ДВО левой бедренной кости. Головка бедра центрирована во впадину, бедренная кость фиксирована пластиной.

8 больным в дополнение основной операции выполняли тенотомию приводящих мышц для устранения порочной установки конечности. Показанием для нее явилась контрактура тазобедренного сустава вследствие выраженного миогенного компонента.

4.4 Деторсионно-варизирующая остеотомия бедренной кости с резекцией и транспозицией большого вертела.

Четырем пациентам с нарушениями соотношений в тазобедренном суставе и ограничением отведения бедра и с гипертрофированным большим вертелом выполнена деторсионно-варизирующая остеотомия в сочетании с резекцией и транспозицией большого вертела. Большой вертел перемещали вместе с мышцами и фиксировали якорным фиксатором. Использовали якорный фиксатор фирмы «Integra» 6 мм диаметром. Для облегчения транспозиции, бедро с помощью ассистента необходимо было удерживать, и ушивать мышцы в положении отведения. Обязательно накладывали кокситную гипсовую повязку на 2 месяца, оперированная конечность была фиксирована в положении отведения (рис.35).

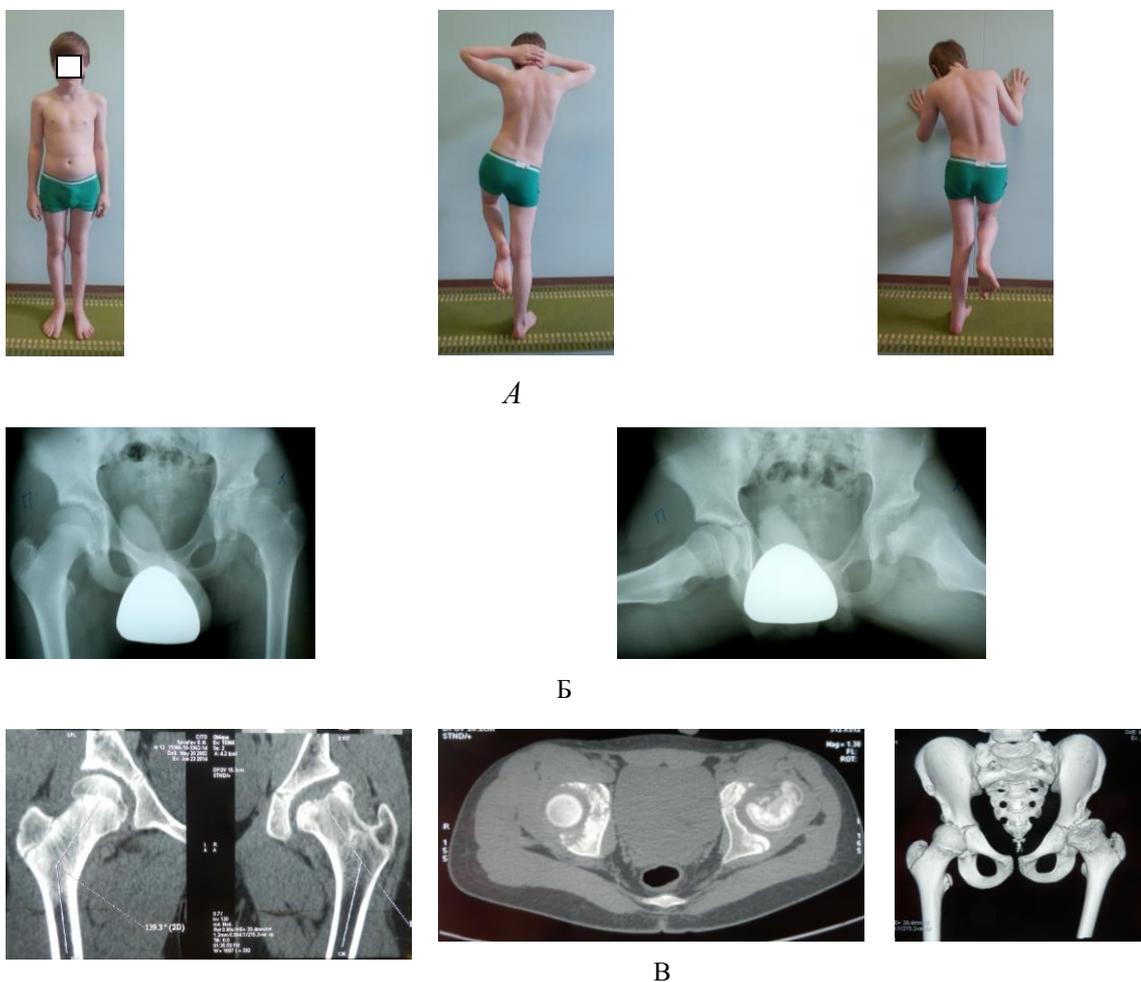


Рис. 35. Клинический пример: Пациент С., 12 лет (И/б№33362). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст. III по Catterall.

Из анамнеза заболевания: у матери ребенка беременность протекала с явлениями

токсико́за во II триместре. Диагноз болезнь Легг-Кальве-Пертеса поставлен за 6 месяцев до госпитализации в ЦИТО. Проводилось консервативное лечение в больнице им. Зацепина. Находился больше месяца на скелетном вытяжении, получал физиотерапию, курсы лечебной физкультуры.

Поступил в отделение через 4 месяца после выписки из стационара: ходил на костылях без нагрузки на левую нижнюю конечность, отмечалось относительное укорочение левой нижней конечности на 1 см. Объем движений в левом тазобедренном суставе: сгибание/разгибание 180°/90°, внутренняя/наружная ротация 5°/30°, отведение 45°. На рентгенограмме тазобедренных суставов – слева подвывих головки левой бедренной кости, КП=0,8, грибовидная деформация головки левой бедренной кости. Отмечается гипертрофированный большой вертел левого бедра. На КТ отчетливо видна пораженная «часть» головки бедренной кости, занимающая больше 1/3 диаметра головки.

А – клиническая картина при поступлении: симптом Тренделенбурга слева положительный, ограничение отведения левого бедра

Б – рентгенограммы тазобедренных суставов в двух проекциях: прямая и по Лаунштейну: КП=0,7, ШДУ=145 гр, гипертрофия большого вертела левого бедра.

В – компьютерная томография тазобедренных суставов.

Выполнено оперативное вмешательство: деторсионно-варизирующая остеотомия левой бедренной кости с резекцией и транспозицией большого вертела (рис.36).



Рис.36. Пациент С., 12 лет. И/б№3362. Рентгенограмма после реконструкции бедра с резекцией и транспозицией большого вертела.

Оперативное вмешательство заканчивалось наложением кокситной гипсовой повязки. Фиксацию в гипсовой повязки обычно проводили на срок до 8 недель с момента операции. У пациентов после выполнения ДВО бедренной кости и

транспозицией большого вертела, восстанавливался объем движений в тазобедренном суставе, отведение. Через 6 месяцев после операции восстановлена полная опороспособность на пораженный сустав.

4.5 Деторсионно-варизирующая остеотомия бедренной кости в сочетании с остеотомией таза

При завершении процесса восстановления головки бедренной кости с формированием соха magna и значительном дефиците покрытия головки выполняли остеотомию таза. У пациентов данной группы детей с последствиями болезни Легга-Кальве-Пертеса имелась нестабильность тазобедренного сустава, которая обусловлена несоответствием размера головки бедра по отношению к размеру вертлужной впадины.

В случае недостаточности коррекции проксимального отдела бедренной кости и соотношений в тазобедренном суставе 8 пациентам из 121 выполнялась коррекция крыши вертлужной впадины. Возраст больных в данной группе составлял от 5 до 14 лет.

Главной задачей операции на тазовом компоненте при болезни Легг-Кальве-Пертеса было увеличение костного покрытия головки бедренной кости (рис.37,38,39).

4 из 8 детей в возрасте от 5 до 8 лет выполнена операция по Солтеру. У всех этих пациентов оставался открытым Y-образный хрящ, в связи с этим им и выполнена данная операция. Детям в возрасте 8-14 лет выполнялась операция тройная остеотомия таза. При наличии приводящей контрактуры обязательно производили тенотомию приводящих мышц, что явилось профилактикой контрактур в послеоперационном периоде.



Рис.37. Клиническая картина при поступлении: ограничение отведения правой нижней конечности, симптом Тренделенбурга справа положительный.

Пациент Д., 7 лет. (И/б№1329). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа ст. III по Stulberg.

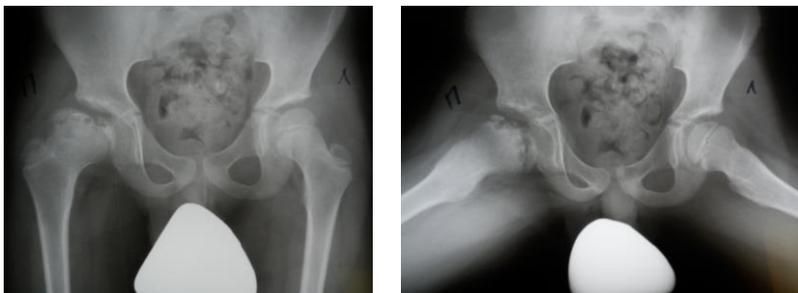


Рис.38. Рентгенография тазобедренных суставов в двух проекциях: прямая и по Лаунштейну. Головка бедра увеличена в размере, овоидной формы. КР=0,7, ШДУ=135°.



Рис.39. Компьютерная томография тазобедренных суставов с 3D реконструкцией

Из анамнеза заболевания: у матери ребенка беременность протекала с угрозой прерывания в III триместре. Диагноз пациенту поставили за 6 месяцев до момента поступления в отделение. Проводилось консервативное лечение по месту жительства, кото-

рое было безуспешным. Пациент поступил в ЦИТО, обследован, выполнены рентгенограммы и КТ тазобедренных суставов.

На Рг тазобедренных суставов - КП =0,7; ЩДУ=135°, крыша вертлужной впадины скошена, уплошена.

На КТ тазобедренных суставов – тотальное поражение головки бедренной кости с подвывихом. Очаг деструкции составляет 2/3 диаметра головки бедренной кости.

Пациенту выполнено двухэтапное оперативное вмешательство: первым этапом выполнена операция – деторсионно-варизирующая остеотомия правой бедренной кости (рис.40).



Рис.40. рентгенограмма после реконструкции правой бедренной кости: ДВО бедренной кости с фиксацией пластиной.

Вторым этапом выполнена операция: тройная остеотомия правой бедренной кости (рис.№41).



Рис.41. выполнена операция на костях таза справа: тройная остеотомия таза.

При выполнении остеотомии таза использовали кортикально-губчатый аллотрансплантат «Тутопласт». Трансплантат помещали в область остеотомии подвздошной кости. Фиксация впадины проведена спицами Киршнера.

После операции обязательно порядке накладывали кокситную гипсовую повязку на срок от 6 до 8 недель, оперированная нижняя конечность в положении отведения до 45°.

Операции на тазовом компоненте увеличивает стабильность тазобедренного сустава, обеспечивает адекватное погружение головки бедренной кости во впадину, увеличивая покрытие головки бедра, и тем самым формируя размер и форму головки бедренной кости.

4.6 ПЕРЕДНЕ-РОТАЦИОННАЯ ОСТЕОТОМИЯ БЕДРЕННОЙ КОСТИ.

Корректирующие «центрирующие» остеотомии целесообразны у пациентов со II-III стадией по Catterall, II-III по Stulberg. В этих случаях импрессия ядра окостенения не должна превышать 20% его высоты. Принцип «матричного» формирования структур сустава так же будет действительным. Сроки течения заболевания будут сокращаться, но минимальных они не достигнут.

Всего было выполнено 54 переднеротационных остеотомий бедренных костей.

Переднеротационные остеотомии бедренной кости выполняли детям в возрасте от 6 до 9 лет. У всех пациентов этой группы отмечено нарушение походки, хромота, ограничение внутренней ротации в тазобедренном суставе. На рентгенограммах тазобедренных суставов, выявлено нарушение шеечно-диафизарного угла ($125^{\circ} \pm 5,8^{\circ}$), коэффициента покрытия ($0,7 \pm 1$), антеверсия составляла (45° - 85°).

У пациентов, обследованных в лаборатории биомеханики ЦИТО были выявлены нарушения биомеханики тазобедренного сустава: уменьшения длины шага и средней скорости передвижения, изменения внутренней временной структуры цикла шага, с увеличением двухопорной фазы шага и фазы переноса. При длительно существующей выраженной приводящей или отводящей контрактуре

бедра, возникает искривление оси конечности, стопа устанавливается в вальгусном или варусном положении.

Техника оперативного вмешательства передне-ротационной остеотомии бедренной кости состояла в следующем: хирургический доступ производится по наружной поверхности бедра в верхней трети. Обнажалась бедренная кость в подвертельной области. В подвертельную область проводилась контрольная спица Киршнера. Под контролем ЭОПа с учетом предстоящей коррекции по спице формировался канал для Г-образной пластины. Далее проводилась подвертельная остеотомия бедренной кости. Мышцы, прикрепляющиеся к большому вертелу, отсекаются и берутся на держалки. Далее выполняется моделирующая резекция области опилов для адаптации костных фрагментов с удалением клина. Величина и основание резецированного клиновидного фрагмента зависели от угла и плоскости поворота шейки-головки бедренной кости. При осуществлении передней ротации угол составлял в среднем от 15 до 55 градусов, при варизации проксимального отдела бедра степень коррекции была в пределах 10-20° (рис. 42), устранение антеверсии головки бедренной кости проводилось до восстановления нормальных величин (15°). После осуществления межвертельной остеотомии, пластина устанавливалась по оси диафиза бедренной кости с последующим остеосинтезом. Зона деструкции головки смещается в передне-нижнее положение (рис.43). Образовавшийся задний треугольный выступ проксимального фрагмента резецируется (рис.44). Ни в одном случае не пришлось капсулу сустава «подсекать», достаточно было мобилизовать ягодичную группу мышц.



А
Б
Рис.42 Расчет угла необходимой коррекции

А- Интраоперационно шеечная бранша L образной пластины вводится по оси шейки бедра под заранее рассчитанным углом поворота относительно горизонтальной плоскости.

Б - С учетом локализации патологического очага в передне-верхнем квадранте головки этот угол варьировал от 15 до 55 градусов, в среднем составив 40°

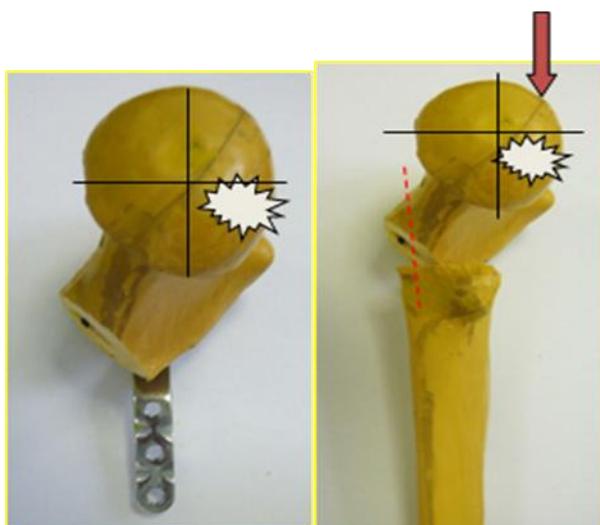


Рис. 43. Зона деструкции головки бедренной кости



Рис. 44. Адаптация костных фрагментов, резекция заднего «треугольного выступа»

При выполнении сагиттальных срезов проводили точную визуализацию очага поражения головки в соответствии с ее меридианами. Определяли размер участка некроза, его топографию и процент сохранной, непораженной части эпифи-

за, на основании которого проводилось предоперационное планирование. Задачей последнего был точный расчет плоскости и угла коррекции для выведения очага некроза головки бедренной кости из-под нагрузки. Оптимальная реориентация заключалась в максимально возможном восстановлении конгруэнтности суставной поверхности головки бедра в зоне ее верхнего нагружаемого полюса, пораженный же ее квадрант выводили из-под нагрузки и разворачивали в нижние отделы сустава. Кроме того, коррекцию осуществляли для обеспечения полного покрытия эпифиза крыши вертлужной впадины, с целью профилактики подвывиха и формирования седловидной деформации. Показываем клинический пример (рис.45а,б;46).



Рис.45 а. Пациент В., 8 лет (и/б№ 4126). Диагноз: Болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст. III. Из анамнеза: диагноз поставлен за 8 месяцев до поступления в ЦИТО. Консервативное лечение проводилось по месту жительства. Лечилась на манжеточном вытяжении в течение 3 месяцев. Нагрузка на левый тазобедренный сустав была запрещена. Поступила в отделение для восстановления движений в тазобедренном суставе и стабилизации сустава.



Рис.45 б.

Рентгенограмма и компьютерная томограмма при поступлении, произведено вычисление топографии очага поражения головки бедренной кости.

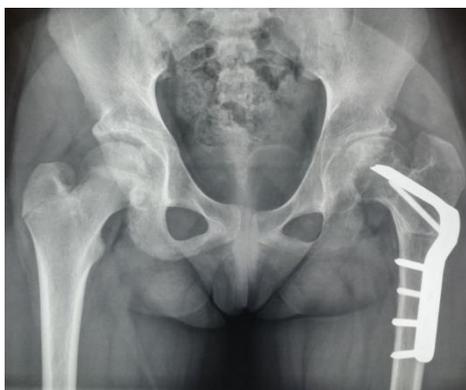


Рис. 46. Рентгенограмма после оперативного лечения.

Выполнено оперативное вмешательство: передне-ротационная остеотомия проксимального отдела левой бедренной кости с фиксацией металлоконструкцией (рис.46).

На рентгенограмме: восстановление сферичности головки левой бедренной кости, покрытие полное.

В послеоперационном периоде проводили иммобилизацию гипсовым деротационным сапожком для предотвращения наружно-ротационной установки нижней конечности. Послеоперационный период протекал гладко. Активизацию пациента проводили на 3-4 сутки после операции. Пациенту разрешалась ходьба на костылях без нагрузки на оперированную конечность. На время хождения пациента на костылях гипсовый сапожок снимался. Время пребывания в стационаре как правило 14 дней. Затем пациенты приезжали на консультацию через 2 месяца после операции для выполнения контрольных рентгенограмм и дальнейших рекомендаций.

Нами отмечена высокая эффективность остеотомий, включающих переднеротационный компонент, как по срокам консолидации и степени восстановления эпифиза бедренной кости, так и по возможностям ранней осевой нагрузки и улучшения функции конечности. Срок начала полноценной нагрузки на пораженную конечность сократился в среднем до 6 мес. Удаление металлоконструкции обычно проводили в сроки до 1 года с момента операции, в среднем через 7-8 месяцев.

По нашим данным, наиболее эффективными оказываются остеотомии, включающие переднеротационный компонент, как по срокам консолидации, так и по срокам и качеству восстановления функции конечности, в том числе у пациентов II-III стадией по Catterall и II-III по Stulberg.

4.7 ВАЛЬГИЗИРУЮЩАЯ ОСТЕОТОМИЯ БЕДРЕННОЙ КОСТИ (ВОБК)

Вальгизирующая «косая» остеотомия выполняется у пациентов с IV стадией болезни ЛКП по Stulberg и является способом коррекции уже сформировавшихся деформаций проксимального отдела бедра, характеризующихся короткой шейкой бедренной кости и продолжающимся ростом большого вертела. С помощью вальгизирующей остеотомии устраняется варусная деформация проксимального отдела бедренной кости. Показанием для выполнения вальгизирующего компонента было наличие сгибательно-приводящей контрактуры, наружно-ротационной установки, сформировавшейся деформации головки-шейки бедренной кости.

Цель вмешательства – увеличение объема отведения бедра, частичная компенсация неравенства длины конечностей (до 1 см). Операция ВОБК была выполнена на 10 пациентам с болезнью Легг-Кальве-Пертеса. Большинство пациентов (9 пациентов), поступили к нам уже с деформацией головки бедренной кости на более поздних стадиях заболевания. Операцию выполняли у пациентов в возрастной группе от 11 до 14 лет (8,26 %) от всех выполненных остеотомий бедра. У данной группы пациентов имелись грубые двигательные нарушения в тазобедренном суставе, ограничение внутренней ротации, укорочение нижней конечности, симптом Тренделенбурга положительный. Рентгенологически имелось: укорочение шейки бедренной кости, деформация головки бедренной кости.

При проведении вальгизирующего компонента уровень остеотомии зависел от величины иссекаемого клина, который определяли с учетом установки и положения нижней конечности. Выполнение вальгизирующей остеотомии позволяло устранить порочное положение нижней конечности у пациентов данной группы и уменьшить имеющееся укорочение (рис.47).



Рис. 47. Клинический пример: Пациент С., 13 лет (И/б№815). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа ст.IV по Stulberg.

Из анамнеза заболевания: диагноз поставлен за 6 месяцев до госпитализации в ЦИТО. Проводилось консервативное лечение в больнице им. Зацепина. Находился больше месяца на скелетном вытяжении, получал физиотерапию, курсы лечебной физкультуры.

Поступил в отделение через 4 месяца с момента выписки из стационара: ходил на костылях без нагрузки на левую нижнюю конечность. Отмечалось относительное укорочение правой нижней конечности на 1 см. Объем движений в правом тазобедренном суставе: сгибание/разгибание 180°/90°, внутренняя/наружная ротация 5°/30°, отведение 45°. На рентгенограмме тазобедренных суставов – справа подвывих головки бедренной кости, КП=0,8, грибовидная деформация головки правой бедренной кости.

Вальгизирующая остеотомия при лечении болезни Легг-Кальве-Пертеса IV стадии является операцией направленной на устранение тяжелых последствий заболевания.

После выполнения всех реконструктивных операций на тазобедренном суставе, время пребывания пациентов в стационаре в среднем составило 14 дней. После снятия швов дети выписывались домой на амбулаторное лечение. Снятие гипсовой повязки обычно проводилось через 2 месяца после операции. Для выполнения контрольных рентгенограмм и получения дальнейших рекомендаций через 2 месяца после операции назначалась консультация. Удаление металлоконструкций производилось через 7-8 месяцев с момента операции в условиях нашего отделения. В обязательном порядке все пациенты принимали препараты кальция в возрастных дозировках.

Все дети поступали в ЦИТО очень поздно с момента начала заболевания. Сначала до поступления в ЦИТО их лечили консервативно. При неадекватном

лечении, мы им выполняли оперативное вмешательство. Чаще всего дети поступали с наличием импрессионного перелома или же началом фрагментации. Возникновение импрессионного перелома обычно сопровождалось болями в тазобедренном суставе, и пациенты обращались к врачу. Поэтому очень важно вовремя обращаться к врачу и начинать своевременное адекватное лечение.

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНИ ЛЕГГ-КАЛЬВЕ-ПЕРТЕСА. ОШИБКИ И ОСЛОЖНЕНИЯ.

Результаты хирургического лечения оценены у 121 больного в возрасте от 4 до 14 лет с болезнью Легг-Кальве-Пертеса. Всем пациентам, которым выполнялись хирургические вмешательства, результаты лечения оценивали на основании функционального состояния конечности и результатов обследования. Функциональное состояние нижней конечности изучено с использованием системы балльной оценки компенсации функции конечности (разработка отделения реабилитации ЦИТО. зав.отд.- проф. Цыкунов М.Б.). Целью оперативных вмешательств было восстановление правильного соотношения в суставе, что улучшит функцию нижней конечности.

Система комплексной оценки включала: анамнез, жалобы, анкетирование, клиническое обследование, функциональное тестирование, мануальное мышечное тестирование, выносливость мышц к статической нагрузке, выносливость мышц к динамической нагрузке, стандартные двигательные задания (приседание, ходьба и др.).

Данная система комплексной оценки, принятая в институте: «ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ», разработанная проф. М.Б. Цыкуновым, доктором мед. наук М.А. Еремушкиным, В.Д. Шарпарем в 2001 году была дополнена новыми критериями:

1. Амплитуда движений в тазобедренном суставе.

Максимальное значение суммарной подвижности равняется:

сагиттальная плоскость S: 15° - 0 - 125° ;

фронтальная плоскость F: 45° - 0 - 10° ;

горизонтальная плоскость (ротация) R: 45° - 0 - 45° .

За условную норму принималось значение $\Sigma S+F+R = 230^{\circ}$ и более.

5 балл - более 230° ;

4 балла - 170° - 230° ;

3 балла - 110° - 170° ;

2 балла - 50^0 - 110^0 ;

1 балл - менее 50^0 .

0 баллов – отсутствие пассивных движений

2. Оценка функционального состояния околоуставных мышц при болезни Легг-Кальве-Пертеса.

За условную норму принимали показатели здоровой ноги.

F1 - здоровая нога

F2 - больная нога

Коэффициент асимметрии $KAC = F1/F2$

5 баллов - $KAC = 1 - 0,8$, условная норма;

4 балла - $KAC = 0,8 - 0,6$;

3 балла - $KAC = 0,4 - 0,6$;

2 балла - $KAC = 0,4 - 0,2$;

0 баллов - $KAC < 0,2$.

3. тест на статическую выносливость- модификация симптома Тренделенбурга.

4. тест на статическую выносливость стабилизаторов таза- симптом Дюшена (модификация).

Пациенты всех групп были обследованы по представленной программе. Установлено, что функциональный статус пациентов на всех стадиях болезни Легг-Кальве-Пертеса при первичном обследовании соответствует декомпенсации функции (на I–II ст. интегральный показатель равен $2,77 \pm 1,26$ балла, на III–IV ст. – $2,94 \pm 1,14$ балла).

При повторном обследовании пациентов этой группы интегральный показатель достоверно увеличился на 0,77 балла. На прежнем уровне оставались такие признаки, как неудовлетворение своим внешним видом, здоровьем, невозможность выполнять то, что могут сверстники, потребность в дополнительной помощи. На болевые ощущения в основном указывали при первом обследовании. После операции характер двигательной активности практически не различался.

Для восстановления нормального функционирования тазобедренного сустава у пациентов с остеохондропатией головки бедренной кости после опера-

тивных вмешательств, совместно с отделением реабилитации, разработаны дифференцированные программы реабилитации и оценена их эффективность.

Программа реабилитации после хирургического лечения пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса включала несколько этапов. **Начальный период реабилитации начинался** с момента снятия гипсовой повязки и продолжался 2 недели. Цель этого периода - снятие остаточного болевого синдрома, с применением медикаментозного лечения. Для расслабления мышц и снятия болевого синдрома использовали горячие обертывания мышц бедра и голени, криотерапия. Другой целью этого периода являлось улучшение амплитуды движений в тазобедренном, коленном и голеностопном суставе. Разработан **комплекс изометрических упражнений для увеличения силы сгибания, отведения и разгибания тазобедренного, а также коленного и голеностопного суставов.** Начальный период включал также восстановление нормального стереотипа походки, сначала с частичной опорой, с переходом на полную опороспособность конечности. Еще одна цель начального периода - улучшение состояния кожи после длительного нахождения в гипсовой повязке и послеоперационного рубца. Для улучшения состояния кожи использовались теплые ванны или теплые обертывания при невозможности принимать теплые ванны.

Промежуточный период реабилитации со 2 по 6 недели с момента снятия гипсовой повязки был направлен на постепенное достижение нормального объема движений в коленном, голеностопном и тазобедренном суставах, увеличение силы мышц в коленном и тазобедренном суставе. В этом периоде больным были разрешены занятия в воде, обучение нормальному стереотипу походки с постепенным увеличением нагрузки на конечности.

Следующая фаза реабилитации – это **активная фаза** (6-12 недель с момента снятия гипсовой повязки). В этот период увеличивается активная нагрузка на конечности, разрешается ходьба с полной нагрузкой на конечности при завершении репарации. Разрешены занятия с применением велотренажера в вертикальном или лежачем положении. Также разрешается плавание. Бег и прыжки запрещены.

Четвертая фаза - **префункциональная фаза**. Она длится от 12 недель до 1 года с момента снятия гипсовой повязки. В эту фазу происходит восстановление

силы нижней конечности до 75%, улучшение баланса, стояния на неповрежденной конечности. Также отмечается безболезненная походка с минимальным дефицитом амплитуды движений в суставах. Рекомендовано активно заниматься плаванием, велотренажером. Прыжки и бег, по-прежнему, не разрешены.

Проводили динамическую оценку развития тазобедренного сустава и его функционального состояния у пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса после оперативного лечения.

Система оценки показала достаточно высокий процент пациентов 75,2% находящихся в первых двух группах ее градации, что является высокими показателями, свидетельствующими о результативности лечения пациентов с болезнью Пертеса (Таблица 14).

Таблица 14. Клинико-функциональная характеристика тазобедренного сустава через 1 год после оперативного лечения

Критерии						Количество суставов	Количество суставов (в %)
	Боль	Хромота	Объем движений	Неравенство конечностей	Выносливость		
I	нет	нет	полный	менее 0,5 см	неограничена	69	57%
II	нет	нет	полный	до 1,0 см	неограничена	22	18,2%
III	после длительной нагрузки	умеренная	незначительные ограничен	до 1,5 см	незначительно ограничена	21	17,4%
IV	постоянная	выраженная	ограничен	более 1,5 см	незначительно ограничена	9	7,4%
всего						121	100%

Оценка функционального состояния тазобедренного сустава после оперативного лечения.

Функциональное состояние тазобедренного сустава после лечения оценивали с использованием разработанных балльных шкал.

Функциональное состояние оценивали по следующим критериям: объем движений, укорочение нижней конечности, изменение походки, состояние яго-

дичных мышц. В таблице 15 представлена оценка функционального состояния нижней конечности в балльной системе после оперативного лечения.

Таблица 15. Оценка функции тазобедренного сустава.

Функциональные критерии	Кол-во баллов
1. Сгибание/разгибание в тазобедренном суставе	
125-130 °/10-15 °	5
не менее 100°/10°	4
не менее 80°/5°	3
Не менее 45 °/0°	2
Менее 45 ° при разгибании до 0°	1
2. Отведение/приведение в тазобедренном суставе	
30°/45°	5
Отведение не менее 20°	3
Отведение 0-10°	1
3. Ротация внутренняя/наружная в тазобедренном суставе	
30°/40°	5
10-15°/15-20°	3
0-10°/5-15°	1
4. Укорочение нижней конечности	
нет	5
До 1 см	4
До 2 см	3
До 2,5 см	2
Свыше 2,5см	1
5. Нарушение походки	
Не нарушена	5
Прихрамывание	3
Хромота	1
6. Симптом Тренделенбурга	
отрицательный	5
Несимметричный отрицательный	3
положительный	1

Из данной таблицы №15 видно, что функциональные нарушения нижней конечности были обусловлены укорочением нижней конечности в связи с де-

формацией головки и укорочением шейки бедренной кости, также с ограничениями движений в тазобедренном суставе. Оценка 5 баллов возможна при полном совпадении движений с контрлатеральной здоровой нижней конечностью. Если имеется порочная установка нижней конечности, то стоит говорить о неудовлетворительном функциональном результате.

Нами проанализированы результаты лечения 121 пациента с болезнью Легг-Кальве-Пертеса в возрасте от 4 до 14 лет. Через 1 год после оперативного лечения, под наблюдением находилось 64 пациента. При выполнении разгрузки тазобедренного сустава с помощью демпферной системы у 8 пациентов находящихся под наблюдением, отмечено полное восстановление головки бедренной кости, отсутствие болевого синдрома, улучшение походки, выносливость не нарушена. Длина нижних конечностей была одинаковой. Ограничение движений в тазобедренном суставе нет. После выполнения варизирующего компонента (14 пациентов) наблюдали снижение болевого синдрома и улучшение походки. При определении функционального результата было ограничение движений в тазобедренном суставе в виде разгибания и отведения до 20°, а также ограничение ротационных движений до 10°. Укорочение нижней конечности отмечались у всех пациентов преимущественно от 0,5 до 1 см. Симптом Тренделенбурга зарегистрирован как отрицательный у 52 пациентов, у 12 – положительный. Нарушение походки отмечалось у 2 пациентов через 1 год после выполнения корригирующих остеотомий бедра - от легкого прихрамывания до выраженной хромоты. У 3 больных не имели явных клинических признаков нарушения походки. При анализе рентгенограмм после операции, положительная динамика рентгеновской картины тазобедренного сустава, у 12 пациентов – степень костного покрытия на стороне оперативного лечения незначительно меньше, чем на здоровом суставе.

Анализ отдаленных результатов хирургического лечения детей с болезнью ЛКП показали улучшение функционального состояния нижней конечности, что характеризуется увеличением показателей группы компенсации, что говорит об улучшении функции тазобедренного сустава и увеличения объема движений в пораженной конечности. В отдаленном послеоперационном периоде, сроки наблюдений пациентов составляли от 1 до 9 лет (рис.48, 49, 50,51).



Рис.48

а – клиническая картина при поступлении, симптом Дюшена-Тренделенбурга слева

Клинический пример: Пациент Р., 5 лет (И/б№4764) (Рис.50). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст.III по Catterall.

Из анамнеза заболевания: диагноз поставлен за 3 месяца до поступления в ЦИТО. Консервативное лечение по месту жительства. Эффекта от проводимого лечения не было.

При поступлении клинически: хромота на левую ногу, укорочение левой нижней конечности до 0,5 см, симптом Дюшена-Тренделенбурга положительный слева, движения в левом тазобедренном суставе: сгибание-разгибание 90°/180°, отведение 45°, ротация внутренняя/наружная 5°/35° (Рис.50 а).

На рентгенограмме – слева поражение головки левой бедренной кости, ШДУ-145°, КП=0,8 (Рис.49).



Рис.49 Рентгенограммы при поступлении

На компьютерной томографии – поражение 1/2 головки левой бедренной кости (Рис. 50).

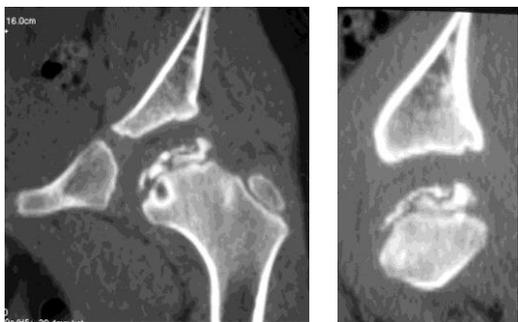


Рис. 50. На компьютерной томографии – поражение ½ головки левой бедренной кости.

Проведена операция: переднеротационная остеотомия левой бедренной кости (Рис. 51а,б).



а



б

Рис.51 а – рентгенограмма после реконструкции левой бедренной кости

б – рентгенограмма тазобедренных суставов в прямой проекции через 9 лет после операции

На контрольных рентгенограммах через 9 лет после операции головка левой бедренной кости центрирована во впадине, покрытие полное. Головка бедренной кости круглая, сферичная. ШДУ - 130°, КП=1,0 (Рис.51б). При клиническом осмотре пациента: длина н/конечностей одинаковая, симптом Дюшена-Тренделенбурга отрицательный с обеих сторон. Движения в тазобедренных суставах без ограничений. Ротационные движения в полном объеме (Рис.52).

Функциональный результат лечения оценен как компенсация функции тазобедренного сустава.

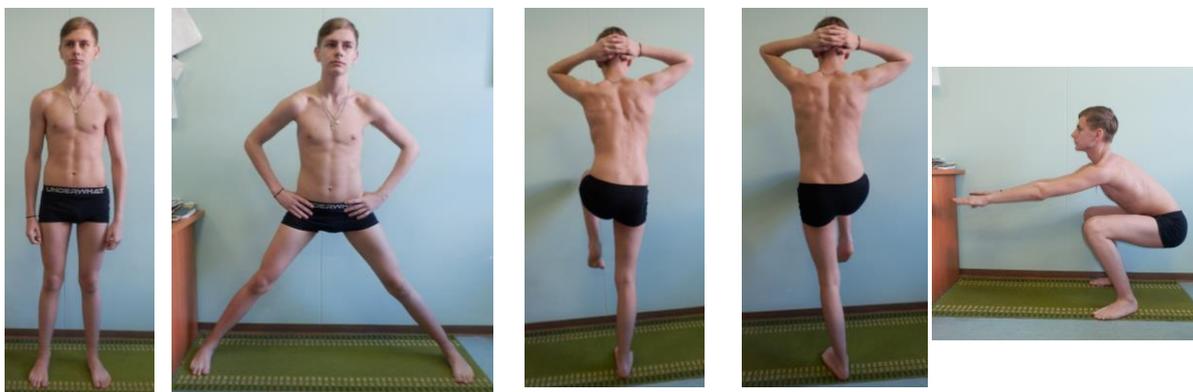


Рис.52 Клиническая картина через 9 лет после оперативного лечения: полное восстановление функции тазобедренного сустава, отведение не нарушено, движения в тазобедренном суставе в полном объеме.

Пациентам с гипертрофией большого вертела и с децентрацией головки бедренной кости, была выполнена операция: деторсионно-варизирующая остеотомия бедренной кости с резекцией и транспозицией большого вертела. После выполнения данной операции улучшается клинико-рентгенологический результат, улучшается отведение нижней конечности, что является главным показанием к проведению данной операции.

Клинический пример: Пациент С., 12 лет (И/б№3362) (Рис.53). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса слева ст. III по Catterall.

Из анамнеза заболевания: у матери ребенка беременность протекала с явлениями токсикоза во II триместре. Диагноз болезнь Легг-Кальве-Пертеса поставлен за 6 месяцев до госпитализации в ЦИТО. Проводилось консервативное лечение в больнице им. Зацепина. Находился больше месяца на скелетном вытяжении, получал физиотерапию, курсы лечебной физкультуры.

Поступил в отделение через 4 месяца с момента выписки из стационара: ходил на костылях без нагрузки на левую нижнюю конечность, отмечалось укорочение левой нижней конечности на 1 см. Объем движений в левом тазобедренном суставе: сгибание/разгибание $180^{\circ}/90^{\circ}$, внутренняя/наружная ротация $5^{\circ}/30^{\circ}$, отведение 45° (Рис. 53а). На рентгенограмме тазобедренных суставов – слева подвывих головки левой бедренной кости, КП=0,8, грибовидная деформация головки левой бедренной кости. Также отмечается гипертрофированный большой вертел левого бедра (Рис.53б). На КТ отчетливо видно пораженная «часть» головки бедренной кости, занимающая больше 1/3 диаметра головки (Рис.53в).



a



б



в

Рис. 53. а – клиническая картина при поступлении в ЦИТО.

б – рентгенограммы тазобедренных суставов в двух проекциях (прямая и по Лаунштейну) при поступлении.

в – КТ тазобедренных суставов с 3D реконструкцией: пораженная часть головки бедренной кости занимает более 1/3 ее размера.

Была выполнена операция: деторсионно - варизирующая остеотомия левой бедренной кости с резекцией и транспозицией большого вертела (Рис.54 а).



Рис.54 а - рентгенограмма после реконструкции левой бедренной кости. Полное

Рис. 54 б – рентгенограмма через 3 года после реконструкции левой бедренной кости

покрытие головки бедренной кости, сферичность головки восстановлена.

Через 3 года с момента операции на рентгенограмме – головка левого бедра округлой формы, головка сферичная, ШДУ- 130°, КП=1,0 (Рис.54б).



Рис. 54 в – клиническая картина пациента через 3 года с момента операции, ограничений функции конечности нет.

Болевых ощущений нет, объем движений в тазобедренном суставе в полном объеме, тазобедренный сустав стабильный, отведение в полном объеме, сохраняется укорочение левой нижней конечности до 1 см. (Рис.54в).

Функциональный результат можно рассматривать как удовлетворительный. Его можно отнести к группе компенсации.

В тех случаях, когда пациенты в возрасте от 4 до 7 лет обращались к нам в течение 3 месяцев с момента установки диагноза, процесс восстановления головки бедра и реабилитации происходили в более короткие сроки.

Клинический пример: Пациентка В., 5 лет. (И/б№2874) (Рис.55). Диагноз: болезнь Легг-Кальве-Пертеса справа ст. II по Catterall.

Из анамнеза заболевания: диагноз поставлен за 2 месяца до поступления в ЦИТО. Консервативное лечение по месту жительства. В связи с неэффективностью консервативного лечения, обратились в ЦИТО. Рекомендовано: выполнение реконструктивной операции на тазобедренном суставе с целью восстановления головки бедренной кости, стабильности и опороспособности пораженной конечности с восстановлением функции сустава.



Рис. 55а - клиническая картина при поступлении в ЦИТО, симптом Дюшена-Тренделенбурга справа.

На рентгенограмме тазобедренных суставов – ШДУ- 140°, КП=0,9; отмечается сохраненная сферичность головки правой бедренной кости, но видны деструктивные изменения, признаки фрагментации (Рис.55б).

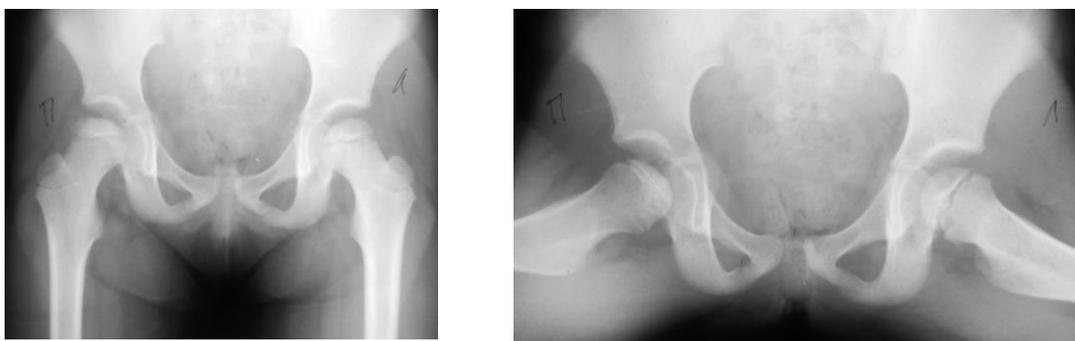


Рис. 55 б – рентгенограммы тазобедренных суставов в двух проекциях: прямая и по Лаунштейну при поступлении

Пациентке была выполнена операция: деторсионно-варизирующая остеотомия правой бедренной кости (Рис.55 в).



Рис. 55в – рентгенограмма после реконструкции правой бедренной кости.



Рис. 55 г – рентгенограмма через 2 года с момента операции. Головка правой бедренной кости округлой формы, восстановлена.

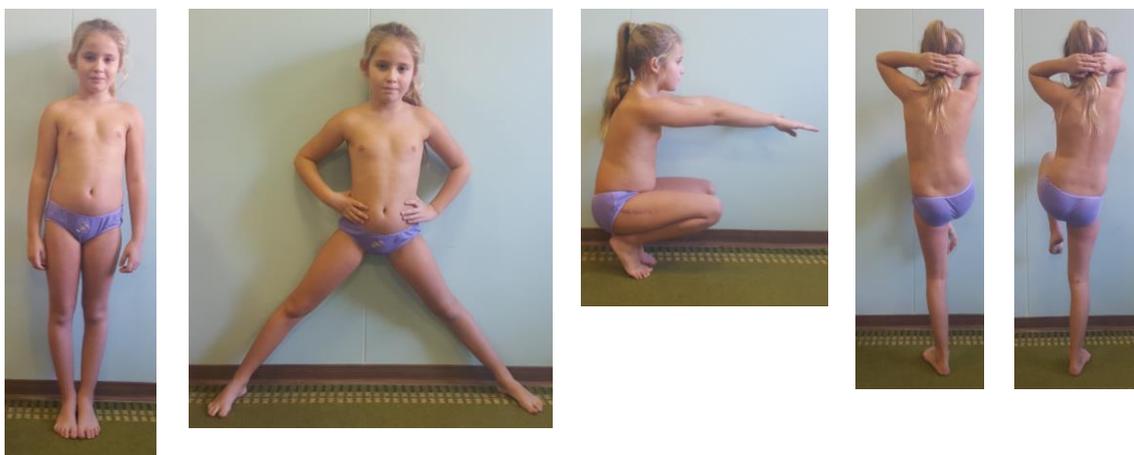


Рис. 55 д – клиническая картина через 2 года с момента операции, функциональный результат удовлетворительный.

Через 2 года после выполнения ДВО бедренной кости, функциональный результат удовлетворительный. Объем движений в тазобедренных суставах полный.

Функция тазобедренных суставов полная. Ребенок вернулся к полноценной жизни: занятия спортом – плавание, велосипед. Однако, ограничения все таки является после перенесенной болезни Пертеса: бег, прыжки, коньки.

Все пациенты, перенесшие болезнь Легг-Кальве-Пертеса, находятся на диспансерном учете. Периодически 1 раз в год, необходима консультация пациентов с проведением рентгенконтроля тазобедренных суставов в двух проекциях (прямая и по Лаунштейну). Также необходимо проходить постоянные курсы реабилитации и санаторно-курортное лечение.

Результаты хирургического лечения зависят также от особенностей организма детского возраста (растущий организм). С ростом ребенка происходит изменение рентгенометрических показателей: уменьшение степени покрытия головки бедренной кости и изменения шеечно-диафизарного угла. Именно поэтому при выполнении оперативных вмешательств необходимо производить гиперкоррекцию бедренного или тазового компонента.

Ошибки и осложнения после хирургического лечения болезни Легг-Кальве-Пертеса.

Для предупреждения возможных осложнений был рассчитан объем движений в тазобедренном суставе. Поскольку при грубом нарушении функции отведения и внутренней ротации, определение значений шеечно-диафизарного угла только одним способом может привести к ошибкам при исчислении показателей, что в свою очередь может стать причиной недостаточной или избыточной коррекции. Считаем, что при планировании оперативной коррекции больным с болезнью Легг-Кальве-Пертеса необходимо использование компьютерной томографии, позволяющей полученные результаты измерений объема движений в тазобедренном суставе сопоставлять со здоровым суставом.

Наиболее тяжелым и грозным осложнением во время операции является кровотечение. Мы с данным осложнением не встречались. При введении металлоконструкций в шейку бедренной кости в обязательном порядке проводится рентгенконтроль в двух проекциях.

Для подтверждения правильности установки металлоконструкции, и оценке функционального состояния оперированной конечности (положение конечности, объем возможных движений), необходимостью при завершении реконструктивной операции выполняли рентгенконтроль на операционном столе.

Профилактика кровотечений в послеоперационном периоде осуществлялась посредством тщательного гемостаза во время операции и иммобилизацию тазобедренного сустава с помощью гипсовой повязки. У подавляющего большинства больных (92,6%) при болезни Легг-Кальве-Пертеса послеоперационный протекал гладко.

Порочная наружно-ротационная установка нижней конечности была выявлена в 7 пациентов. Для ее устранения в послеоперационном периоде, после снятия гипсовой повязки, использовался деротационный сапожок. Также использовали медикаментозную поддержку – миорелаксанты.

Профилактикой часто встречающихся ошибок и осложнений при лечении детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса необходимо считать:

- предоперационное планирование с использованием компьютерной томографии и подсчетом основных параметров тазобедренного сустава;

- при выполнении реконструктивных операций, использовать рентгенконтроль на операционном столе;
- строгое соблюдение ортопедического режима в послеоперационном периоде.

Заключение

Изучение болезни Легг-Кальве-Пертеса остается одним из наиболее неоднозначных состояний в детской ортопедии, несмотря на огромное количество публикаций. Многие аспекты болезни остаются неизвестными или неясными, включая этиологию, патофизиологию заболевания и оптимальные методы лечения больных различных возрастных групп. Болезнь Легг-Кальве-Пертеса остается актуальной не только для лечения, но и для ранней диагностики заболевания из-за отсутствия патогномочных симптомов и сходства симптоматики в начале заболевания с рядом других болезней костно-мышечной системы у детей. Немаловажную роль в поздней диагностике заболевания играет недостаточная настороженность и нередко неосведомленность педиатров и даже травматологов-ортопедов об этой патологии. Результаты выполненной работы могут помочь в улучшении диагностики и повысить эффективность лечения болезни Легг-Кальве-Пертеса. Анализ заболевания, выполненный на основе комплексного исследования больных (клиническое обследование, методы лучевой диагностики (рентгенологическое исследование, компьютерная томография с 3D реконструкцией), биохимические исследования, исследование биомеханики ходьбы) дает основу для дальнейшего научного поиска методов ранней диагностики и лечения пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса.

Основу исследования составил 121 пациент с болезнью Легг-Кальве-Пертеса в возрасте 4-15 лет. Несмотря на то, что в 73,5% в акушерском анамнезе матерей были выявлены нарушения, зависимости между возрастом начала заболевания и тяжести поражения выявить не удалось.

Первым проявлением заболевания является болевой синдром в тазобедренном, коленном суставе, иногда в паховой области и во всей конечности и хромота. Эти два симптома были выражены у всех наших больных. Поскольку болевой синдром характерен и для ряда других ортопедических заболеваний у детей, предложен диагностический алгоритм для ранней диагностики заболевания. Рентгенологический метод исследования, который используется широко в общей практике, малоинформативен в диагностике поражения на ранней стадии.

В отделении разработан алгоритм обследования и лечения детей с болевым синдромом в тазобедренном суставе (рис.56).

Алгоритм обследования и лечения детей с болями в тазобедренном суставе

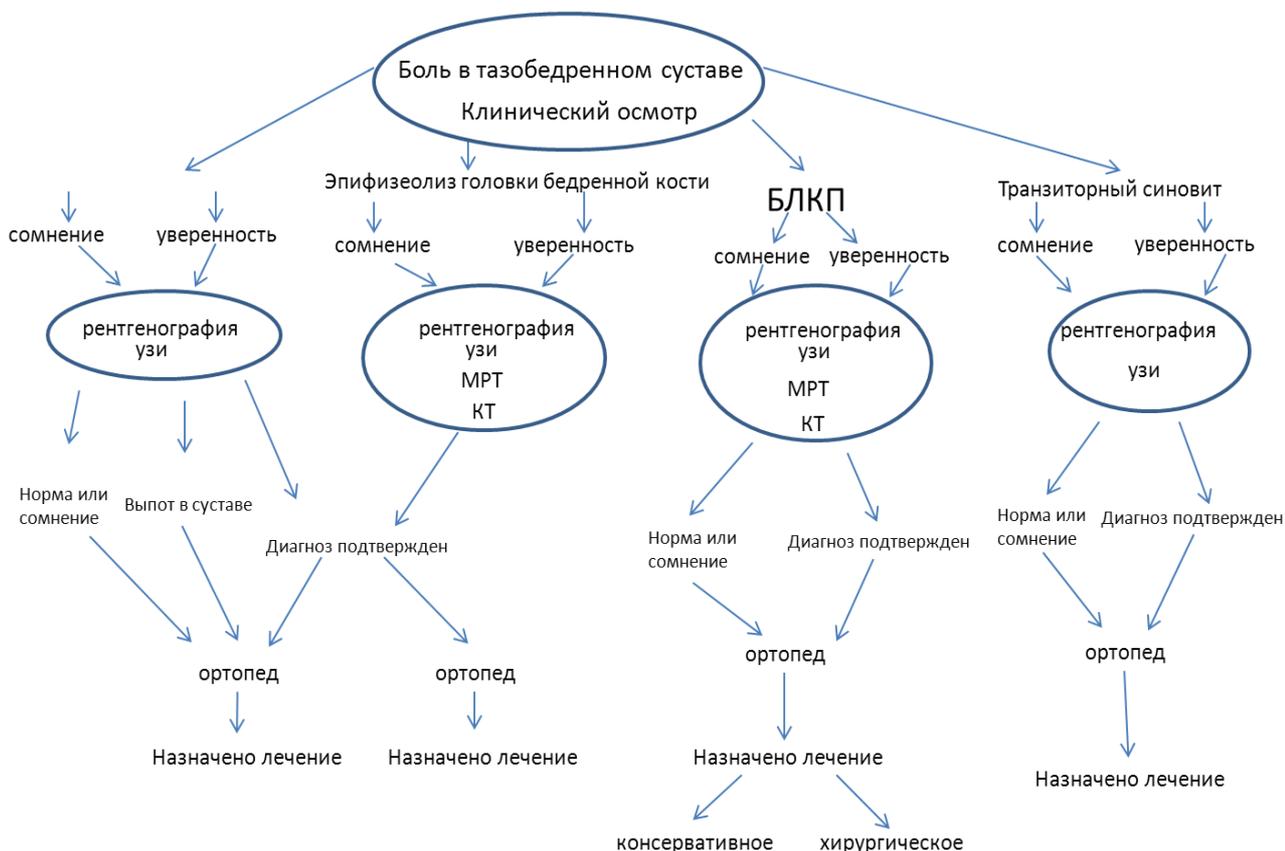


Рис.56. Алгоритм обследования детей с болевым синдромом в тазобедренном суставе.

Среди лучевых методов диагностики особое значение, наряду с МРТ, имеет компьютерная томография. Она дает возможность оценить состояние головки бедренной кости и соотношение элементов тазобедренного сустава как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости, а также получить информацию о суставе в трехмерном пространственном изображении. Компьютерная томография с 3Д реконструкцией обеспечивает топическую диагностику области поражения головки бедренной кости, точную локализацию и размеры зоны некроза головки бедренной кости. Это позволяет рассчитать необходимые параметры коррекции с точной рекомендацией в градусах углового и ротационного смещения головки бедренной кости с целью выведения из-под нагрузки ее некротизированного участка. Использование компьютерных методов лучевой диагностики позволило определить тактику лечения пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса. Выбор метода хирургического ремоделирования пораженного сустава был осуществлен на основе алгоритма тактики лечения, включающего возраст

больного на момент начала патологического процесса, стадию заболевания, размер и расположение очага поражения в головке бедренной кости, прогностические анатомо-функциональные факторы.

С учетом вариантов поражения головки бедренной кости **в 22 случаях была применена декомпрессия в демпферной системе разгрузки, деторсионно-варизирующая остеотомия бедренной кости выполнена 35 детям, корригирующая переднеротационная остеотомия бедра – 54, вальгизирующая остеотомия бедренной кости** проведена в 10 случаях.

Используемые инструментальные методы исследования оценки функционального состояния тазобедренных суставов и мышц у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса дали возможность уточнить данные клинического обследования, определить критерии ранней диагностики, прогноз заболевания и эффективность проводимого лечения.

Тазобедренный сустав один из самых крупных сложных суставов соединяет верхнюю часть туловища и нижние конечности. Сустав во многом определяет подвижность всего тела, выполняет опорную функцию и принимает на себя значительную нагрузку при ходьбе, беге. В этом суставе возможны движения в трех плоскостях. Нарушения функции тазобедренного сустава, обусловленные изменениями суставных поверхностей, состоянием окружающих тканей и мышц сгибателей и разгибателей, проявляются не только нарушением походки, но и изменением основной стойки как в сагиттальной, так и фронтальной плоскостях.

Полноценные движения в суставе реализуются при наличии статической и динамической стабильности, которая обеспечивается пассивными (конгруэнтность суставных поверхностей и капсульно-связочный аппарат) и активными стабилизаторами (околосуставные мышцы). Сбалансированная деятельность активных стабилизаторов осуществляется двигательным анализатором – системой биоуправления их активностью.

Спектральный ЭМГ анализ выявил очевидные различия характеристик частотного диапазона осцилляций средних ягодичных мышц. Так, если на «здоровой» стороне максимум частот был в диапазоне 20–100 Гц, то спектральный анализ записей больных определил значительное расширение спектра ЭМГ средних

ягодичных мышц в высокую его часть (с максимумом в зоне 90–160 Гц) и снижением низкочастотной составляющей. Это свидетельствует о снижении количества функционирующих тонических мышечных волокон на пораженной стороне. В подавляющем большинстве случаев амплитуда БЭА средних ягодичных мышц поврежденной стороны была снижена в пределах 30–80% от амплитуды БЭА «здоровой» конечности. Амплитуда активности четырехглавых мышц различалась в меньшей степени: на пораженной стороне отмечалось ее снижение на 7–19%, что связано с «разгрузкой» пораженной конечности, переносом силы опоры на здоровую ногу.

Объективизацию двигательных нарушений оценивали при исследовании автоматизированных локомоций — стояние и ходьба (стабилометрия, биомеханика ходьбы). Исследования основной стойки и ходьбы показали функциональную разнородность и различную картину биомеханических нарушений у детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса. **В основной стойке у всех пациентов отметили реакцию разгрузки поражённой конечности**, причем достоверной зависимости от степени и давности процесса не было выявлено. Помимо снижения статической опороспособности было зафиксировано снижение стабильности баланса тела в вертикальном положении. Высокие значения коэффициента колебания ЦД превышали норму как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях, отмечено также смещение частотного спектра. **Девииции походки у пациентов характеризовались неспецифической симптоматикой** в виде снижения темпа, уменьшения длины шага и средней скорости передвижения, изменения внутренней временной структуры цикла шага, с увеличением двухпорной фазы шага и фазы переноса с асимметрией показателей между сторонами различной степени выраженности. Кинематика движений пораженных тазобедренных суставов была изменена в сторону снижения амплитуды движений в сагиттальной (сгибание-разгибание), фронтальной (приведение-отведение) и горизонтальной (внутренняя-наружная ротация) плоскостях. Проведенные исследования функционального состояния нейромышечного аппарата нижней конечности показали, что максимально выраженные качественные и количественные изменения обнаружены в группе пациентов с длительно существующими нарушениями конфигурации сустава. В группе больных с начальными измене-

ниями биомеханические сдвиги были выражены в меньшей степени и после проведенного лечения быстрее поддавались коррекции. Считаем, что поздняя коррекция патологического состояния тазобедренного сустава неблагоприятно отражается на всех элементах активной и пассивной стабилизации сустава и ведет к инициированию дегенеративно-дистрофического процесса, который может повлечь раннее развитие коксартроза.

Для сохранения центрации головки бедренной кости, достигнутой во время хирургической коррекции, для повышения статистической выносливости мышц, стабилизирующих тазобедренный сустав и восстановления нормального стереотипа походки необходимо применение метода функционального биоуправления или программы реабилитации, направленных на укрепление мышечного тонуса оперированного сустава, увеличение амплитуды движений в тазобедренном суставе.

После проведенного оперативного лечения было обследовано 65 пациентов. 56 пациентов на обследования не явились. Полученные результаты исследования сравнивались с исходным статусом пациента. Выявлен значительный разброс данных отличия временных параметров шага до и после проведенного вмешательства, который не достигал уровня значимости ($p > 0,05$). Тем не менее, в ранние сроки после оперативного вмешательства (1-2 месяца) отмечалось уменьшение коэффициента ритмичности, снижение опороспособности оперированной конечности у большей части пациентов (14 из 20 обследованных в этом сроке). Через 6 мес. и больше после проведенной операции компенсация (увеличение коэффициента ритмичности до 0,85 и более) была отмечена уже у 39 пациентов из 51 обследованного.

Анализ полученных результатов показал, что лечебные вмешательства, в том числе оперативные, нивелируют комплекс выработанных приспособлений в целостном организме. Приобретение новых навыков в послеоперационном периоде связано с индивидуальными особенностями больного и требует целенаправленной реабилитации.

Эффективность проводимой реабилитации без вмешательства в сформировавшийся патологический двигательный стереотип может оказаться недостаточ-

ной, поскольку регуляция тонической функции мышц является неосознанным (исключительно рефлекторным) видом деятельности системы биоуправления двигательной активностью. Корректировка «рабочей схемы» системы управления движениями возможна при введении искусственной обратной связи с включением в цепь афферентации зрительного и слухового анализаторов (использование звуковых и зрительных сигналов для подтверждения правильности выполняемого действия). Для целенаправленной коррекции двигательной функции в послеоперационном периоде использовали метод функционального биоуправления (ФБУ). Базовым средством реабилитации пациентов явились тренировки с обратной связью по ЭМГ. Регистрируя БЭА мышц в покое и во время выполнения движения можно оценить как функциональные возможности отдельной мышцы, так и исследовать взаимоотношения мышц как единой системы синергистов и антагонистов.

Исследование биомеханического статуса позволяет судить о состоянии не только пораженного сустава, но и всей опорно-двигательной системы больного и объективизировать оценку результатов, достигнутых с помощью различных хирургических методов.

Всем больным проводилась фармакоррекция нарушенного ремоделирования костной ткани. Медикаментозная терапия включала активные метаболиты витамина Д₃ (оксидевит, альфа-Д₃-TEVA) и препараты кальция. Назначение специфической медикаментозной терапии способствовало восстановлению нарушенных показателей. До настоящего времени остается неизвестным, какие молекулярные механизмы отвечают за дисбаланс процессов резорбции костной ткани и образования костной ткани в течение некротизированной головки бедренной кости. Тем не менее, считаем, что активные метаболиты витамина Д₃ должны быть включены в арсенал лечения пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Необходимо выполнение спиральной компьютерной томографии с выполнением сагиттальных срезов тазобедренных суставов в предоперационном планировании и решении вопроса о выборе метода оперативного лечения.
2. Реконструктивные операции на проксимальном отделе бедра имеют приоритет при решении вопроса о выборе тактики хирургического лечения болезни Легг-Кальве-Пертеса.
3. При выборе метода оперативного лечения необходимо учитывать стадию процесса болезни Легга-Кальве-Пертеса и степень поражения головки бедренной кости.
4. После выполнения оперативных вмешательств на тазобедренном суставе необходимо применение рациональных программ восстановительного лечения и медикаментозной поддержки.

Выводы

1. КТ обеспечило топическую диагностику области поражения головки бедренной кости, точную локализацию и размеры зоны некроза головки бедренной кости, позволило рассчитать необходимые параметры коррекции с точной рекомендацией в градусах углового и ротационного смещения головки бедренной кости для выведения из-под нагрузки ее некротизированного участка.
2. Выбор метода хирургического ремоделирования пораженного сустава осуществлен на основе алгоритма тактики лечения, учитывающего возраст больного на момент начала патологического процесса, стадию заболевания, размер и расположение очага поражения в головке бедренной кости, прогностические анатомо-функциональные факторы.
3. Передне-ротационная остеотомия бедренной кости позволяет вывести из-под нагрузки пораженный участок головки бедренной кости, так как в большинстве случаев, очаг деструкции головки бедренной кости находился в передне-верхнем квадранте и обеспечить раннюю опороспособность конечности.
4. Биомеханическое исследование выявило значительные изменения в функции опоры и движения у пациентов с болезнью Легг-Кальве-Пертеса, которые незначительно сохраняются или нивелируются после проведения адекватного хирургического лечения.

Список литературы.

1. Абальмасова Е.А. Остеохондропатии //Ортопедия и травматология детского возраста.-М., Медицина, 1993- С.285-293.
2. Андриянов В.Л. Межвертельная остеотомия бедренной кости при лечении болезни Пертеса / В.Л. Андриянов, Ю.А. Веселовский, Е.С. Тихоненков // Ортопедия травматология и протезирование.-1987.- №10.- С.40-44.
3. Архипова Г.П., Лаврова И.Г., Трошина И.М. Некоторые современные методы статистического анализа в медицине.- М., 1971 – С.76.
4. Ахтямов И.Ф., Абакаров А.А., Белецкий А.В., Богосьян А.Б., Соколовский О.А. Заболевания тазобедренного сустава у детей //Диагностика и хирургическое лечение.- Казань, 2008. – С.455.
5. Ахтямов И.Ф. Лобашов В.В., Анисимов О.Г. Способ лечения ранних стадий болезни Пертеса (Предварительное сообщение). Травматология и ортопедии России. 2014; 3: С.122-128.
6. Ахтямов И.Ф., Анисимов О.Г., Коваленко А.Н. Новый способ лечения ранних форм асептического некроза головки бедренной кости (предварительное сообщение). Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2011; 1:С.33-37.
7. Барсуков Д.Б. Комплексное ортопедо-хирургическое лечение детей с болезнью Легга-Кальве-Пертеса с использованием околосуставных остеотомий таза: пособие для врачей / Д.Б. Барсуков, Ю.И. Поздников, М.М. Камоско. – Спб., 2002.- С.23.
8. Барсуков Д.Б. Хирургическое лечение детей с болезнью Легга-Кальве-Пертеса по принципу биопластического моделирования головки бедра: пособие для врачей / Д.Б.Барсуков, И.Ю. Поздников.- Спб., 2008.- С.27.
9. Баталов О.А. Ранняя диагностика и выбор лечебной тактики при болезни Пертеса / О.А. Баталов, А.Г. Соснин, А.Б.Богосьян // Вестник травматологии и ортопедии им.Н.Н Приорова. – 1998. - № 1. С. 43-47
10. Беленький В.Е. Некоторые аспекты биомеханики тазобедренного сустава: автореф. дис. канд. Мед. наук / В.Е. Беленький. – М., 1962. – С.23.
11. Белецкий А., Ахтямов И., Богосьян А., Герасименко М. Асептический некроз головки бедренной кости. – К., Скрипта, 2010 – С. 27-35, 126-143

12. Белецкий А.В. Хирургическое лечение болезни Пертеса у детей / А.В. Белецкий // Собрание аспектов травматологии и ортопедии. – Казань, 1994.- С. 19
13. Белецкий А.В. Клиника и лечение асептического некроза головки бедра и болезни Пертеса у детей: автореф. дис. д-ра мед.наук /А.В. Белецкий.- Минск, 1997.- С.25.
14. Белецкий А.В., Ахтямов И.Ф. Асептический некроз головки бедренной кости у детей. Казань: из-во Казань, 2010. – С.255.
15. Белова А.Н. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации: руководство для врачей и научных сотрудников / А.Н. Белова, О.Н. Щепетова. – М.: Антидор, 2002.- С.41-49.
16. Беренштейн С.С. Способ моделирования асептического некроза головки бедренной кости // ортопедия, травматология и протезирование.- 1993 - №2.- С.35-36.
17. Биезинь А.П. Остеохондропатии и их лечение // Ортопедия, травматология и протезирование.- 1961.-№2.-С.3-7.
18. Бовтунов А.З. Пострепозиционный ишемический некроз головки бедренной кости у детей: Дисс....д-ра мед. наук - С-Петербург, 2000г -С.160.
19. Богосьян А.Б. Дистрофические заболевания тазобедренного сустава у детей и подростков (вопросы патогенеза и лечения). Автореф. дисс. д-ра мед. наук Н. Новгород, 2005. 31 с.
20. Бовтунов А.З. Пострепозиционный ишемический некроз головки бедренной кости у детей: Дисс. д-ра мед. наук - С-Петербург, 2000г - С.160.
21. Бойко А.С. Комплексное лечение болезни Легг-Кальве-Пертеса у детей. Автореф. дис...канд. мед. наук. 2006, Ростов-на-Дону. Стр.26.
22. Бунякин Н.И. Ранняя диагностика и комплексное лечение остеохондропатий тазобедренного сустава у детей // дисс.канд.мед.наук, М.1991.
23. Вартамян В.Е. Корректирующая межвертельная остеотомия бедренной кости при атипичном течении болезни Пертеса у детей / В.Е.Вартамян, Я.А. Уграицкий, В.И. Савельев / Ортопедия, травматология и протезирование.- 1986.- №3.- С.14-17.

24. Веселовский Ю.А. Дистрофические заболевания тазобедренных суставов (патогенез, клиника, лечение): дисс... д-ра мед. Наук / Ю.А. Веселовский.- Л., 1990.- С.331.
25. Веселовский Ю.А. Ортопедия, травматология и протезирование.- 1988.- №6.- С.51-52
26. Волков М.В. Остеохондропатия головки бедра у детей / М.В. Волков // Здоровоохранение (Кишинев).- 1959.- №6. – С.21-25
27. Вреден Р.Р. Практическое руководство по ортопедии / Р.Р.Вреден.- Л., 1936.- С. 127-156
28. Власенко В.Е. К вопросу об асептическом некрозе головки бедренной кости.// Ортопедия, травматология и протезирование.- 1964г - №4 - С. 46-49.
29. Гафаров Х.З. Коррекция проксимального конца бедренной кости с учетом биомеханики тазобедренного сустава / Х.З. Гафаров, С.Г. Тинчурина, Ш.А. Байбеков // Ортопедия, травматология и протезирование. - 1984. - № 4. - С. 20-25.
30. Дедова В.Д. Оперативное лечение болезни Пертеса / В.Д. Дедова, И.Г. Гришин, Б.О. Мавыев // Ортопедия, травматология и протезирование.- 1986.- №3.- С.56-57.
31. Дольницкий О.В., Радомский А.А. Синовиальная среда при болезни Пертеса // Ортопедия, травматология и протезирование, 1988- №10.- С.1-5.
32. Дольницкий О.В. Формы поражения головки бедренной кости при болезни Легга-Кальве-Пертеса / О.В.Дольницкий, А.А. Радомский // Ортопедия, травматология и протезирование.- 1991. - №5.- С.55-61
33. Диваков М.Г. Биомеханические аспекты этиологии и патогенеза болезни Пертеса / М.Г. Диваков, К.Б.Болобошко // Вестн. Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.- 1999.- №4.- С.44-48.
34. Дудинов В.Н. Ранняя диагностика и раннее лечение остеохондропатии головки бедренной кости у детей. Автореф. дис...канд. мед. наук. Киев.1980, С.24.
35. Евсеев В.И. Шарпарь В.Д. Значение измерения внутрикостного давления в шейке бедренной кости для ранней диагностики болезни Пертеса у детей. Казанский мед. журнал.1983; 6:С.408-410.

36. Ежов Ю.И. Реконструктивно-восстановительные операции при дегенеративно-дистрофических заболеваниях тазобедренного сустава: автореф. дис. д-ра мед.наук / Ю.И. Ежов. – М., 1989. – С.20.
37. Захарова Н.В. Доровских В.А., Борозда И.В. и др. Динамика ультразвуковых показателей кровотока латеральной огибающей артерии бедра при болезни Легг-Кальве-Пертеса в зависимости от применения антиоксидантной терапии. Хирургия. 2011; 2:С.45-58.
38. Захарова Н.В. Взаимосвязь динамики показателей антиоксидантной системы и перекисного окисления липидов при лечении болезни Легга-Кальве-Пертеса с применением мексидола. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН..2011, №4(80):С.69-72.
39. Зулкарнеев Р.А. Асептические некрозы скелета у детей и взрослых / Р.А. Зулкарнеев, Р.Р. Зулкарнеев.- Казань: Медицина, 2008.- С.76-79.
40. Иванов А.В. Диагностика и лечение остеохондропатий костей нижних конечностей // дисс.канд мед наук – 2001.- С.62-66.
41. Капустина Н.Б. Использование глубинной интегральной радиотермии для оценки изменения микроциркуляции при КВЧ-терапии у больных с деформирующим артрозом тазобедренного сустава и болезнью Пертеса. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2001; 2:С.46-52.
42. Камоско М.М. Комплексное лечение детей и подростков с болезнью Легга-Кальве-Пертеса / М.М.Камоско, Д.Б. Барсуков // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: материалы науч.- практ.конф. детских ортопедов – траватологов России (Старая Русса, 2000).- Спб., 2000.- С.174-176.
43. Кожевников О.В., Иванов А.В., Кралина С.Э., Грибова И.В. Реконструктивные операции на проксимальном отделе бедра у детей с остеохондропатией головки бедренной кости // Материалы VIII съезда травматологов-ортопедов Республики Беларусь «Развитие травматологии и ортопедии в республике Беларусь на современном этапе», Минск, 16-17 октября 2008 г. С.182-184.

44. Кожевников О.В., Родионова С.С., Иванов А.В., Кралина С.Э., Грибова И.В. Комплексная медикаментозная терапия нарушений кальций-фосфорного обмена у детей с заболеваниями опорно-двигательного аппарата // Материалы Научно-практической конференции детских травматологов-ортопедов России «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии детского возраста», Сыктывкар, 8-10 сентября 2009г. С.334-335
45. Косов И.С., Геллер И.И., Михайлова С.А., Кхир Бек. М. Механомиография — новый метод клинического исследования сократимости мышц // ВТО, 2006, № 3., С.76–79.
46. Крисюк А. П. Деформирующий коксартроз у детей и подростков – Киев 1982- С.212.
47. Крюк А.С. Варусная деформация шейки бедренной кости / А.С. Крюк.- Минск, 1970.- С.175.
48. Крюкова Н.Н. Остеохондропатия головки бедра у детей // дисс.канд.мед.наук, М., 1985.
49. Крючок В.Г. Ранняя диагностика и комплексное лечение болезни Пертеса // Дисс. докт. мед. наук – 1999.-С.202.
50. Кузнечихин Е.П. Остеохондропатия головки бедренной кости (диагностика и принципы лечения, предупреждающие развитие коксартроза и инвалидности у детей): пособие для врачей / Е.П.Кузнечихин, С.Н. Моисеев.- М., 1997.- С.33.
51. Кулинич В.И. Опыт оперативного лечения болезни Пертеса / В.И. Кулинич, В.А. Ларин // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1991.- №1.- С.30-31.
52. Куликов Н.Н. Оптимизация хирургической помощи детям с болезнью Пертеса. Автореф. дис. доктора мед наук. М. С.28.
53. Ли А.Д. Лечение асептического некроза головки бедренной кости у детей методом чрескостного остеосинтеза / А.Д. Ли, В.Я. Лазарев // Метод Илизарова – достижения и перспективы: тез докл. междунар.конф., посвящ. памяти акад. Г.А. Илизарова.- Курган, 1993.- С.212-213.

54. Меншикова Т.И., Мальцева Л.В. Особенности ультразвуковой диагностики начальных проявлений болезни Легг-Кальве-Пертеса у детей. Международный журнал экспериментального образования 2015; 11(1):С.18-23.
55. Минеев К.П. Клинико-теоритическое обоснование активной хирургической тактики при комплексном лечении болезни Пертеса / К.П. Минеев, Л.А. Белякова.- Ульяновск, 1997.- С.112.
56. Моисеев С.Н. Остеохондропатия головки бедренной кости у детей: дифференцированный подход в диагностике и лечении. Дисс...канд.мед.наук. М.1994, С.189.
57. Моторин О.М. Выбор метода оперативного лечения болезни Пертеса у детей. Автореферат дис. канд. мед.наук, Красноярск, 2005 г., С.14.
58. Нечволодова О.Л. , Меерсон Е.М., Михайлова Л.К. Новое в изучении патогенеза болезни Пертеса. Вестн. травм. и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 1996;3:С.40-44.
59. Огарев Е.В. Формирование проксимального отдела бедренной кости у детей и подростков / Е.В. Огарев // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. -2006. - №1. - С.51-56.
60. Перевозниченко Б.И. Разгрузка тазобедренного сустава и внутриочаговый электрофорез протеолитических ферментов в комплексном лечении болезни Пертеса: автореф. дисс.канд. мед.наук. – Киев, 1987, стр.17
61. Поздникин И.Ю. Хирургическое лечение детей младшего возраста с дисплазией тазобедренных суставов и врожденным вывихом бедра. Автореферат дис.канд.мед.наук, Санкт-Петербург, 2006 г.
62. Радомский А.А. Болезнь Пертеса (вопросы патогенеза, течения, исходов и лечения): автореф.дис. ... канд.мед.наук / А.А. Радомский.- Киев, 1989.- С.21.
63. Рейнберг С.А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов / С.А. Рейнберг. - М.: Медицина, 1964. - Т.1-II.
64. Садофьева В.И. Рентгенофункциональная диагностика заболевания опорно-двигательного аппарата у детей / В.И. Садофьева.- Л.: Медицина, 1986.- С. 235.

65. Соколовский А.М. Косая углообразная остеотомия таза / А.М. Соколовский // Ортопедия, травматология и протезирование.-1981.-№ 9. - С. 55-58.
66. Соколовский А.М. Тройная остеотомия таза / А.М. Соколовский // Ортопедия, травматология и протезирование. - 1984. -№4.-С.54-58.
67. Соколовский А.М.. Хирургическое лечение заболеваний тазобедренного сустава / А.М. Соколовский, А.С. Крюк. - Минск: Навука і тэхнжа, 1993.- С.243.
68. Соколовский О.А. Задние ротационные остеотомии бедра при дисплазии тазобедренного сустава / А.М. Соколовский // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: материалы науч.- практ. конф. детских ортопедов-травматологов России (Москва, 5-7 июня 2001г.).- М., 2001.- С.133.
69. Скворцов Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия / Д.В. Скворцов - М., 2007.- С.204-219.
70. Спивак Б.Г. Некоторые проблемы медико-социальной реабилитации детей с острой и подострой стадиями болезни Пертеса / Б.Г. Спивак, В.О. Крысанов, Ю.А. Ковшарь // Мед.-соц.экспертиза и реабилитация.- 1999.- №4.- С.36-40.
71. Тарасов В.И. Комплексное лечение остеохондропатии тазобедренного сустава у детей // дисс.канд.мед.наук, М., 1987.
72. Тарасов В.И. Роль центрирующих остеотомий бедренной кости в лечении остеохондропатии тазобедренного сустава у детей / В.И.Тарасов // Актуальные вопросы лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательного аппарата у детей: материалы всероссийской научн.-практ. Конф. Детских ортопедов-травматологов (Владимир, 1994).- Спб., 1994.- С.178-179.
73. Тимофеева М.И. Биомеханическая оценка функционального состояния опорно-двигательной системы и эффективности оперативного лечения детей с болезнью Пертеса / М.И. Тимофеева, Л.И.Мякотина // Ортопедия, травматология и протезирование.- 1990.- №2.- С.24-27.

74. Тихоненков Е.С. и др. Центрирующие операции при остеохондропатиях головки бедренной кости // Ортопедия, травматология и протезирование, 1985 - №2.- С.8-12.
75. Тихоненко Т.И. Оценка остеогенезстимулирующих методов при лечении болезни Легг-Кальве-Пертеса у детей. Автореф. дисс... канд.мед. наук М. 2011. 23 С.21.
76. Тихоненко Т.И., Выборнов Д.Ю., Гуревич А.И., Лазовая Ю.И. Ультразвуковое исследование тазобедренных суставов в оценке эффективности лечения детей с болезнью Легг-Кальве-Пертеса. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2014, том I, 3:С.70-74.
77. Устьянцев В.И., Коломиец А.В. О месте остеотомий проксимального отдела бедренной кости в лечении болезни Пертеса // Ортопедия, травматология и ортопедия, 1992 – 1 –С.32-33.
78. Харламов М.Н. Болезнь Пертеса у детей школьного возраста (клиника, диагностика, лечение): автореф.дис... канд.мед наук / М.Н.Харламов.- Спб., 1995.- С.19.
79. Цыкунов М.Б., Ерёмушкин М.А., Шарпарь В.Д. Методика клинической оценки функционального состояния тазобедренного сустава у детей и подростков. //Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова , 2001г - №3 - С.13-18.
80. Шаповалов В.М. Хирургическое лечение дегенеративно-дистрофических заболеваний тазобедренного сустава / В.М. Шаповалов, Р.М. Тихилов // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова.-1999.-№6.-С. 44-47.
81. Шарпарь В.Д. Динамика нарушений развития тазобедренного сустава у детей и подростков. Система хирургического лечения и реабилитации: автореф. дис....д-ра мед. наук / В.Д. Шарпарь. - М., 2005. – С.37.
82. Шарпарь В.Д. Сравнительная оценка некоторых методов ранней диагностики и лечения болезни Пертеса / В.Д.Шарпарь // Ортопедия, травматология, протезирование.- 1984.- №4.- С.14-18.
83. Шевченко С.Д. Корректирующая остеотомия бедра при лечении синдромов диспластической нестабильности тазобедренного сустава / С.Д. Шевчен-

- ко, Ю.Г. Полозов, А.Г.Мищеряков // Ортопедия, травматология и протезирование.- 1991.- №5.- С.46-52.
84. Шевцов В.И., Макушин В.Д. Остеоходропатия тазобедренного сустава // Руководство для врачей. – М., Медицина, 2007 – С. 63-91.
 85. Шишкин И.А. Изменения гемостаза и эффективная их коррекция при болезни Пертеса у детей. Автореф. дисс ... канд.мед.наук. М. 2008, С.23.
 86. Юмагузин У.У. Диагностика и лечение детей с болезнью Пертеса. Автореф. дисс...канд. мед. наук. Уфа, 2009 г. С.23.
 87. Analysis of the sagittal plane. B. Westhoff, F.Marting, A.Reith, R.Willers, R.Krauspe. Gait and Posture, 2012, vol. 35, №4, p. 541-546.
 88. Atsumi t, Yamano K, Murak M. The blood supply of he lateral epiphyseal arteries in Perthes disease. J Bone Joint Surg. Br. 2000; 82:p.392-398.
 89. A.Schmidt, S.Adolf, L.Kremer, M. Brkic, A. Meurer. Development of gait performance and dynamic hip and knee joint loading after containment improving surgery in patients with Legg-Calve-Perthes disease..Gait and Posture, 2016, vol.47, p.51-56.
 90. Azuma H. Rotational acetabular osteotomy in congenital dysplasia of the hip / H. Azuma, H. Taneda // Int Orthop.-1989.- Vol. 13.-p.21-28.
 91. Axer A. Subtrochanteric osteotomy in the treatment of Perthes' disease: a preliminary report. J Bone Joint Surg. Br. 1965; 47:p.489-499.
 92. Axhausen G. Der anatomische Krankheitsablauf bei der Kohlerschen Krankheit der Metatarsalkopfchen und der Perthesschen Krankheit des Hufkoptes. Arch.kli.Chir. 1923; 124:p.3-6.
 93. Bauer R., Kerschbaumer F., Poisel S.- Atlas of Hip Surgery. - 1996.- Vol.31 – P. 88-96.
 94. Balmanyar S, Montgomery SM, Weiss RJ et al. Maternal smoking during pregnancy other prenatal factors and the riisk of Legg-Calve-Perthes disease. Pediatrics. 2008; 122:p.459-464.
 95. Bennett Jt, Stuecker R, Smith E, et al. Arthrographic findings in Legg-Calve-Perthes disease. J Pediatr. Orthp. 2002; 11:p.110-116.
 96. Benjamin J. Morphological changes in the acetabulum in Perthes disease / J.Benjamin // J.Bone Jt Surg.- 1991.- Vol.73-B, №2.- P.225-228.

97. Cahuzac J.P., de Gauzy J.S. et al. The acetabular opening angle in Perthes disease. Radiographic study of 62 unilateral cases // *Acta orthop. Scand.*- 1992.- 55-№2 – P.135-140.
98. Calve J. Sur une forme particulere de pseudocoxalgie greffee sur deformations caracteristiques de J'extremite superieure du femur // *Rev. Chir.*, 1910 –42 - P.54-56.
99. Calve J. On a particular form of pseudo-coxalgia associated with a characteristic deformity of the upper end of the femur. *Rev. Chir.* 1910; 42:54-84. French.
100. Carter C. Persistent joint laxity and congenital dislocation of the hip / C.Carter, J. Wilkinson // *J.Bone Jt Surg.*- 1964.- Vol.46 B.- P.40-45.
101. Cartier P., Dagher F., Morel L. La osteotomie de varisation dans la maladie de Legg-Calve-Perthes // *Rev. Chir. Orthop.* – 1976- 62- 1- P.27-41.
102. Catterall A, Pringle J, Byers PD et al. A review of the morphology of Perthes disease. *J Bone Joint Surg. Br.* 1982; 64 (3): p.269-275.
103. Catterall A. Legg-Calve-Perthes Syndrome. *Clin. Orthop.*1981;158:p.41-52.
104. Catterall A., Lloyd-Roberts J. C., Wynne Davies R. Association of Perthes disease with congenital anomalies of genito-urinary tract and urinal region // *Lancet.* -1971-1-P. 996-997.
105. Catterall A. Coxa plana //Apley A. G. (ed.) London modern trends of ortopaedics. Butterworth, London. - 1971 - Vol. VI. - P. 11-45.
106. Catterall A. The natural history of Perthes disease // *J. Bone and Joint g.*- 1971- 53-B- 1-P.37-52.
107. Catterall A. Natural history, classification and X-ray sings in Legg-Calve-Perthes disease / A.Catterall // *Acta orthop.Helg.*- 1980.- Vol.46. №4.-P.346-351.
108. Catterall A. Legg-Calve-Perthes Syndrome / A. Catterall // *Clin. Orthop.*- 1981.- Vol.158.- P.41-52.
109. Catterall A. The natural history of Perthes disease. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1971;53:p.37-52.
110. Catterall A., Pringle J., Byers PD et al. Perthes disease: is the epiphyseal infarction complete? *J Bone Joint Surg. Br.* 1982; 64(3):p.276-281.

111. Conway JJ. A scintigraphy un Legg-Calve-Perthes disease. *Semin Nucl Med.* 1993; 23:p.274-295.
112. Cosimo Gigante, M.D., P.Frizziero, M.D., and S. Turra, M.D. Prognostic value of Catterall and Herring classification in Legg-Calve-Perthes disease: follow-up to skeletal maturity of 32 patients. *J.Pediatr. Orthop*, vol. 22, №3, 2002, p.345-349.
113. Computerized gait analysis in Legg-Calve-Perthes disease – analysis of the frontal plane. B.Westhoff, A. Petersomann, M.A.Hirsch, R.Willers, R.Krauspe. *Gait and Posture*, 2006, vol.24, №1, p.196-202.
114. Craig W., Kramer W., Watanale B., The role of antetorsion and trauma in Legg-Calve-Perthes Syndrome // *J.Bone Jt.Surg.*, 1964-46-a- P. 1371-1378.
115. Daly K. Lateral shelf acetabuloplasty in Perthes disease: a review of growth / K. Daly, C. Bruce, A. Caterall // *J.Bone Joint Surg. Br.* 1999.- Vol.81, №3.- P.380-384.
116. De Camargo FP, de Godoy RM Ir, Tovo R. Angiography in Perthes disease. *Clin Orthop Relat Res.* 1984; 191:p.216-220.
117. Eyre-Brook A. Osteochondritis deformans coxae juvenilis-Legg-Calve-Perthes disease: the results of treatment by traction in recumbency. *Br. J Surg.* 1936; 24;p.166-182.
118. Forster MC. Kumar S.,Ejsted R, et al Head-at-risk signs in Legg-Calve-Perthes disease: poor inter- and intra-observer reliability. *Acta Orthop*, 2006;77:p.413-417.
119. Friedlander J.K. Radiographic results of proximal femoral varus osteotomy in Legg-Calve-Perthes disease / J.K. Friedlander, D.S. Weiner // *J.Pediatr. Orthop.*- 2000.- Vol.20, №5.- P. 566-571.
120. Fritsch E. Radiographic course after acetabuloplasty and femoral osteotomy in hip dysplasia / E.Fritsch, E.Schmitt, H. Mittelmeier // *Clinical Orthopaedics & Related Research.*- 1996. – Vol.323.- P.215-225.
121. Futami T., Suzuki S. Different metods of treatment related the bilateral ocurrence of Perthes' disease // *J. Bone Jt. Surg. B.*, 1997- 79/6- P.979-982.

122. Harrison MHM, Turner MH, Nicholson FJ. Legg-Calve-Perthes disease: the value of roentgenographic measurement in clinical practice with special reference to the Broomstick method. *J Bone Joint Surg. Am.* 1966;48:1301-1318.
123. Harrison M., Burwell H. Perthes' disease A concept of Pathogenesis // *Clin.Orthop. Relat. Res.*, 1981- 156- P.115-127.
124. Hochbergs P., Eckerwall G., Egund N., Jonsson k., Wingstrand H. Synovitis in Legg-Calve-Perthes disease. Evaluation with MR imaging in 84 hips // *Acta Radiol.*, 1998- 9- 39(5)- P. 532-537.
125. Hofstaetter JG, Roschger P, Klaushoter K, Kim HK. Increased matrix mineralization in the immature femoral head following ischemic osteonecrosis. *Bone*, 2010; 46:p.379-385.
126. Hefti F., Brunner R., Hasler C.C., Jundt G. *Pediatric orthopedics in practice.* – Berlin, 2007 – p.785.
127. Herring JA, Kim HT, Browne R. Legg-Calve-Perthes disease. Part II: prospective multicenter study of the effect of treatment on outcome. *J Bone Joint Surg. Am.* 2004; 86:p.2121-2134.
128. Herring JA, Neustadt JB, Williams JJ, Early JS, Browne RH. The lateral pillar classification of Legg-Calve-Perthes disease. *J Pediatr. Orthop.* 1992;12(2):p.143-150.
129. Herring JA, Kim HT, Browne E. Legg-Calve-Perthes disease. Part I. Classification of radiographs with use of the modified lateral pillar and Stulberg classification. *J Bone Joint Surg. Am.* 2004; 86:p.2103-2120.
130. Garcia MS, Ardanaz AE, Hidalgo Ovejero A et al. Legg-Calve-Perthes disease and passive smoking. *J Pediatr Orthop.* 2000; 20:p.326-330.
131. Gordon JE, Schoeneker PL, Osland JD et al. Smoking and socio-economic status in the etiology and severity of legg-Calve-Perthes disease. *J Pediatr Orthop.* 2004; 13:p.367-370.
132. Glueck CJ, Glueck HJ, Greenfield D et al. Protein C and S deficiency, thrombophilia, and hypofibrinolysis: pathophysiologic causes of Legg-Perthes disease. *Pediatr Res.* 1994; 35 (4):p.383-388.

133. Gu Y. Can an enlarged acetabulum cover the femoral head Well in Legg-Calve-Perthes disease? / Y. Gu, A.C. Da Paz Junior // J. Pediatr Orthop.- 1999.- Vol.8, №3.- P.173-176.
134. Guarniero R. Results of femoral varus osteotomy in the treatment of Legg-Calve-Perthes disease / R. Guarniero, M.T. Ishikawa, C.A. Luzo // Rev. Hosp.Clin. Fas. Med Sao Paulo.- 1997.- Vol.52, №3.- P.132-135.
135. Imatani J. Coxa magna after open reduction for developmental dislocation of the hip /J. Imatani, Y.Miyake, Y. Nakatsuka // J.Pediatr.Orthop.- 1995.- Vol.15, №3.- P.337-341.
136. Ismail AM, Macnicol MF. Prognosis in Perthes' disease: a comparison of radiological predictors. J Bone Joint Surg. Br. 1998; 80:p.310-314.
137. Joseph B, Pydesetty RK. Chondrolysis and stiff hip in Perthes' disease: an immunological study. J Orthop. 1996; 16:p.15-19.
138. Joseph B. Morphological changes in the acetabulum in Perthes' disease. J Bone Joint Surg. Br. 1989; 71:p.756-763.
139. Joseph B.,Varghese G., Mulouri K. et al. Natural evolution of Perthes disease of 610 children under 12 years at disease onset. J Pediatr.Orthop. 2003; 23:p.590-600.
140. Joseph B. Natural history of early onset and late-onset Legg-Calve-Perthes disease. J Pediatr. Orthop. 2011; 31:S153-S155.
141. Joseph B. Management of Perthes' disease. Indian J Orthop. 2015; 49(1):p.10-16.
142. Joseph B, Nair NS, Narasimha RK, et al. Optimal timing for containment surgery for Perthes disease. J Pediatr. Orthop. 2003; 23(5):p.601-606.
143. Kamegaya M, Moriya H, Tsuchiya K, et al. Arthrography of early Perthes' disease: swelling of the ligamentum teres as a cause of subluxation. J Bone Joint Surg. 1989; 71:756-763.
144. Kamiya N, Yamaguchi R, Adapala NS, et al. Legg-Calve-Perthes disease produces chronic synovitis and elevation of interleukin-6 in synovial fluid. J Bone Mineral Research. 2015; 30(6):1009-1013.

145. Kawahara S, Nakashima Y, Oketani H et al. High prevalence of acetabular retroversion in both affected and unaffected hip joints after Legg-Calve-Perthes disease. *J Orthop Sci.* 2012; 17:226-232.
146. Kealey WDC, Mayne EE, McDonald W et al. The role of coagulations abnormalities in the development of Perthes' disease. *J Bone Joint Surg. Br.* 2000; 82-B:744-746.
147. Kim HKW, Weisman KD, Kulkarni V., et al. Perfusion MRI in Early Stage of Legg-Calve-Perthes Disease to Predict Lateral Pillar Involvement. A preliminary study. *J Bone Joint Surg Am.* 2014, 96; 14:1152-1160.
148. Kim HKW, Randall TS, Bian H, et al. Ibandronate for prevention of femoral head deformity after ischemic necrosis of the capital femoral epiphysis in immature pigs. *J Bone Joint Surg. Am.* 2005; 3:550-557.
149. Kim HKW. Pathophysiology and new strategies for the treatment of Legg-Calve-Perthes disease. *J Bone Joint Surg. Am.* 2012; 94:659-669.
150. Kim HK, Morgan-Bagley S, Kostenuik P. RANKL inhibitor: a novel strategy to decrease femoral head deformity after ischemic osteonecrosis. *J Bone Joint Mineral Res/* 2006; 21:1246-1254.
151. Kim HK, Su PH. Development flattening and apparent fragmentation following ischemic necrosis of the capital femoral epiphysis in a piglet model. *J Bone Joint Surg. Am.* 2009; 91:2903-2014.
152. Kim HKW. Legg-Calve-Perthes disease: etiology, pathogenesis and biology. *J Pediatr. Orthop.* 2011; 31:S141-S146.
153. Kim HK, Burgess J, Thoverson A, et al. Assessment of femoral head revascularization in Legg-Calve-Perthes Disease using serial perfusion MRI. *J Bone Joint Surg. Am.* 2016; 98(22):1897-1904.
154. Kim HK, Wiesman KD, Kulkarn V. et al. Perfusion MRI in early stage of Legg-Calve-Perthes' disease to predict lateral pillar involvement. A preliminary study. *J Bone Joint Surg. Am.* 2014; 96(14):1152-1160.
155. Kitakoji T. Femoral varus osteotomy in Legg-Calve-Perthes disease: poi operation to prevent residual problems / T. Kitakoji, T. Hattori, H. Iwata // *J. Pediatr. Orthop.*- 1999, №1.- P.76-81.

156. Koob TJ, Pringle D, Gedbaw E. et al. Biomechanical properties of bone and cartilage in growing femoral head following ischemic osteonecrosis. *J Orthop Res.* 2007; 25:750-757.
157. Kwang Won Park, Chastity Amor Rejuso, Rey An Nino Garcia, Tae Wan Kim, Hae Ryong Song. Extent of physal involvement in Leg-Calve-Perthes disease. *Inter.Orthop.* 2014, vol.38, №11, p.2303-2308.
158. Larson AN, SucatoDJ, Herring JA et al. A Prospective Multicenter Study of Legg-Calve-Perthes Disease. Functional and Radiographic Outcomes of Non-operative Treatment at a mean follow-up of twenty years. *J Bone Joint Surg. Am.* 2012;94:584-592.
159. Lamer S., Dorgeret S., Khairouni A, et al. Femoral head vascularization in Legg-Calve-Perthes disease comparison of dynamic gadolinium-enhanced subtraction MRI with bone scintigraphy. *Pediatr. Radiol.* 2002; 32:274-295.
160. Larsen AN, Sucato DJ, Herring JA, et al. A prospective multicenter study of Legg-Calve-Perthes disease. *J Bone Joint Surg., Am.* 2012; 94:584-592.
161. Legg A. An obscure affection of the hip joint. *Boston Med Surg.* 1910;162:202-204.
162. Liu YF, Chen WM, Lin YF et al. Type II collagen gene variants and inherited osteonecrosis of femoral head. *New Engl J Med.* 2005; 352:2294-2300.
163. Lynn T. Staheli. *Practice of Pediatric Orthopedics.* 2008, p. 146.
164. Lloyd-Roberts G.C., Catteral A., Salamon P.B. A Controlled study of the indications for and the results of femoral osteotomy in Perthes' disease // *J. Bone Jt. Surg.* –1976- B- 58- 1- P. 31-36.
165. Marcin E., Domzalski, MD, Joe Glutting, PhD, J. Richard Bowen, MD, Aaron G. Littleton, BS. Lateral acetabular growth stimulation following a labral support procedure in Legg-Calve-Perthes disease // *J. Bone Jt. Surg. B.*, 2006 – 88/7 –P.1458-1465.
166. Maxted M.J. Innominate osteotomy in Perthes disease (a radiological survey of results / M.J. Maxted, R.K. Jackson // *J. Bone Joint Surg.-* 1985.- Vol.3.- P.399-401.

167. Milan B. Herceg, MD, Mark T. Cutright, MD, Dennis S. Weiner. Remodeling of the proximal femur after upper femoral varus osteotomy for the treatment of Legg-Calve-Perthes disease // *J. Bone Jt. Surg. B.*, 2004 – 24/6 – P.654-657.
168. Miyamoto Y, Matsuda T, Kitoh H et al. A recurrent mutation in type II collagen gene causes Legg-Calve-Perthes disease in a Japanese family. *Hum Genet.* 2007; 121:625-629.
169. Milani C., Dobashi ET. Arthrogram in Legg-Calve-Perthes Disease. *J Pediatr. Orthop.* 2011; 31:156-162, suppl.2.
170. Moberg A. Results after femoral and innominate osteotomy in Legg-Calve-Perthes disease / A. Moberg, G. Hansson, C. Kaniklides // *Clin.Orthop.-* 1997. Vol.334.- P.257-264.
171. Mose H, Hjorth L, UlfeldtM, et al. Legg-Calve-Perthes disease: the late occurrence coxarthrosis. *Acta Ortop. Scand. Suppl.* 1977; 169:1-39.
172. N. Shohat, MD; L. Copeliovitch, MD; Y. Smorgick, MD; R.Atzmon, MD, Y.Mirovsky, MD; N. Shabshin, MD; Y.Beer, MD; G. Agar, MD. The long-term outcome after varus derotational osteotomy for Legg-Calve-Perthes disease. *J. Bone Joint Surg Am*, 2016 Aug 03; 98(15): 1277-1285.
173. Nguyen N-AT, Klein G, Dogbey G, et al. Operative versus nonoperative treatment for Legg-Calve-Perthes disease: a meta-analysis. *J Pediatr. Orthop.* 2012; 32:697-706.
174. Neesackers N, van Kempen R, Feith R, et al. The long-term prognosis of Legg-Calve-Perthes disease: a historical prospective study with a median-follow-up of forty one years. *Int. Orthop.* 2015; 39(5):859-863.
175. Neel D, O'Brie J, Burgess J et al. Quantitative assessment of synovitis in Legg-Calve-Perthes disease using gadolinium-enhanced MRI. *J Pediatr Orthp.* 2015; 24(2):89-94.
176. Neidel J, Schonau E, Zander D et al. Normal plasma levels of IGF binding protein in Perthes' disease: following-up of previous report. *Acta Orthop Scand* 1993; 64:540-542.
177. O.Wiig, T. Terjesen, S. Svenningsen, S.A.Lie. *J Bone Joint Surg [Br]*. The epidemiology and aetiology of Perthes' disease in Norway. 2006; 88-B: 1217-1223.

178. Park B.M. Innominate osteotomy for the treatment of Legg-Calve-Perthes disease / B.M. Park, H.W. Kim, S.K. Park // *Yensei Med J.* 1996.- Vol.37, №3.- P.200-208.
179. Perry DC, Machin DM, Pope D, Bruce CE, et al. Racial and geographic factors in the incidence of Legg-Calve-Perthes disease: a systematic review. *Am J Epidemiol.* 2012; 175 (3):159-166.
180. Perry DC, Green DJ, Bruce KE et al. Abnormalities of vascular structure and function in children with Perthes disease. *Pediatrics.* 2012, 130, issue 1.
181. Perthes G. Concerning arthritis deformans juvenilis/ *Deutsche Zeitschr. Chir.* 1910;107:111-59. German
182. Pinto MR, Hamlet A, Peterson T. et al. Magnetic resonance imaging in early diagnosis of Legg-Calve-Perthes disease. *J Pediatr. Orthop.* 1989; 9:19-22.
183. Ponseti IV. Legg-Calve-Perthes disease; observations on pathological changes in two cases. *J Bone Joint Surg. Am.* 1956; 38:739-750.
184. Pringle D, Koob TJ, Kim HK. Indentation properties of growing femoral head following ischemic necrosis. *J Orthop. Res.* 2004; 22: 122-130.
185. Salter R. B., Thompson G. H. Legg-Calve-Perthes Disease: the prognostic significance of the subchondral fracture and a two-group classification of the femoral head involvement. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1984; 66: 479-489.
186. Salter R. B., Thompson G. H. Legg-Calve-Perthes Disease // *J. Bone Joint Surg.* - 1984. - 66-A. - P. 479-489.
187. Salter R.B. Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip / R.B. Salter // *J. Bone Joint Surg.*- 1961.- Vol.43-B.- P.518-539.
188. Salter RB. The present status of surgical treatment for Legg-Calve-Perthes disease. *J Bone Joint Surg. Am.* 1984; 66:961-968
189. Shang-Liliu M.D., Tien-Chi Ho M.D. The role of venous hypertension in the pathogenesis of Legg-Perthes disease. A clinical and experimental study // *J. Bone Joint Surg.* – 1991-73-A- N 2. – P.194-200.
190. Shopat N, Copeliovitch L, Smorgick Y, et al. Long-term outcome after varus derotational osteotomy for Legg-Calve-Perthes disease. *J Bone Joint Surg. Am.* 2016; 98(15):1277-1285.

191. Sponseller P.D., Desai S.S., Millis M.B. Comparison of femoral and innominate osteotomies for the treatment of Legg-Calve-Perthes' disease // *J. Bone Jt. Surg.* – 1988- A- 70- 8- P.1131-1139.
192. Stulberg SD, Cooperman DR, Wallensten R. The natural history of Legg-Calve-Perthes disease. *J Bone Joint Surg. Am.* 1981; 63:1095-1108.
193. Sirvent N, Fisher F, el Hayek T et al. Absence of congenital prothrombotic disorders in children with Legg-Calve-Oerthes disease. *J Pediatr Orthop.B.* 2000; 9:24-27.
194. Svehik M, Kraus T, Steinwender G, Zwick EB, Linhart WE. Pathological gait in children with Legg-Calve-Perthes disease and proposal for gait modification to decrease the hip joint loading. *Int. Orthop* 2012; 36(6):1235-1241.
195. Terjesen T. Ultrasonography in the primary evaluation of patients with Perthes disease. *J Pediatr. Orthop.* 1993; 13 (4):437-443.
196. Trueta J. The normal vascular anatomy of the human femoral head during growth. *J Bone Joint Surg. B.* 1957; 39(2):358-364.
197. Vukasinovic Z. Combined Salter innominate osteotomy with femoral shortening versus other methods of treatment for Legg-Calve-Perthes disease / Z. Vukasinovic, S. Slavcovic, S.Milickovic // *J.Pediatr. Orthop.-* 2000. – Vol.9-B, №1.- P. 28-33.
198. Wall E.J. Legg-Calve-Perthes disease / E.J. Wall // *Curr. Opin. Pediatr.-* 1999.- Vol.11, №1.- P.65-66.
199. Waldenstrom H. Der obere tuberkulose collumnerd. *Z. Orthop Chir.* 1909; 24:487.
200. Waldenstrom H. The definitive forms of coxa plana. *Acta Radiolog.*1922; 1:384.
201. Waldenstrom H. The first stages of coxa plana. *J Bone Joint Surg. Am.* 1938;20:559-566.
202. Weinstein S.L. Developmental Hip Dysplasia and Dislocation.// *Pediatric Orthopedics.-* 1996 - Vol.2 - p.903-950.
203. Westhoff B., Petermann A., Hirsch MA, Willers R, Krauspe R. Computerized gait analysis in Legg-Calve-Perthes disease – analysis of the frontal plane. *Gait Posture* 2006; 24(2):196-202.

204. Westhoff B, Martiry F, Reith A, Willers R, Krauspe R. Computerized gait analysis in Legg-Calve-Perthes disease – analysis of the sagittal plane. *Gait Posture*. 2012; 35(4):541-546.
205. Westhoff B., Zilkens C., Reith A., Jelinek E., Martiny F., Willers R., Krauspe R. Correlation of functional outcome and X-ray findings after Perthes disease.. *Int. Orthop*. 2011 Dec 35(12): 1833-7.
206. Woratanarat P, Thaveeratitharm C, Woratanarat N, et al. Meta-analysis of hypercoagulability genetic polymorphisms in Perthes. *J Orthop*. 2014; 32:1-7.
207. Wiig O., Terjesen T., Svenningsen S. Inter-observer reliability of radiographic classification and measurements in the assessment of Perthes' disease. *Acta Orthop Scand*. 2002; 73:523-530.
208. Wiig O. Perthes disease in Norway. A prospective study on 425 patients. *Acta Orthop. Scand*. 2009; 80:1-44.
209. Wirth T., LeQuesne GW, Paterson DC. Ultrasonography in Legg-Calve-Perthes disease. *Pediatr. Radiolog*, 1992; 22(7):498-504.
210. Zarzycka M., Zarzycki D., Kacki W., Jasiewicz B., Ridan T. Long-term results of conservative treatment in Perthes' disease. *Ortop Traumatol Rehabil*, 2004 Oct 30; 6(5): 595-603.