

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИКО-
СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А. И. ЕВДОКИМОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

На правах рукописи

ШОЛОХОВА Наталия Александровна

**ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ПОРАЖЕНИЙ ЭПИФИЗОВ И МЕТАФИЗОВ
У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ**

3.1.25. Лучевая диагностика (медицинские науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Научный консультант:

заслуженный деятель науки РФ,
доктор медицинских наук, профессор,
член-корреспондент РАН

Александр Юрьевич Васильев

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПОРАЖЕНИЙ ЭПИФИЗОВ И МЕТАФИЗОВ У ДЕТЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ.....	19
1.1. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ КОСТИ У ДЕТЕЙ.....	22
1.2. КЛАССИФИКАЦИИ ПОРАЖЕНИЙ ЭПИФИЗОВ И МЕТАФИЗОВ КОСТЕЙ.....	27
1.3. ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА МЕТАЭПИФИЗАРНЫХ ПОРАЖЕНИЙ.....	28
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	49
2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И АЛГОРИТМЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ.....	49
2.2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ.....	52
2.2.1. Ультразвуковое исследование.....	55
2.2.2. Стандартная рентгенография.....	56
2.2.3. Томосинтез.....	56
2.2.4. Магнитно-резонансная томография.....	58
2.2.5. Мультирезонансная компьютерная томография.....	59
2.3. МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД.....	61
2.4. МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МАТЕРИАЛА.....	61
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ ДО 6 МЕСЯЦЕВ.....	63
3.1. КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА.....	63
3.2. ЛУЧЕВАЯ СЕМИОТИКА МЕТАЭПИФИЗАРНЫХ ПОРАЖЕНИЙ.....	67
3.2.1. Эхографические изменения области поражения.....	68
3.2.2. Эхографические изменения костно-хрящевых структур области поражения.....	76
3.2.3. Эхографическая характеристика отдельных видов метаэпифизарных поражений.....	80
3.2.4. Стандартная рентгенография и томосинтез.....	94
3.2.5. Магнитно-резонансная томография.....	96
3.2.6. Мультирезонансная компьютерная томография.....	99
3.3. ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ.....	102
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕТЕЙ СТАРШЕ 6 МЕСЯЦЕВ И ПОДРОСТКОВ.....	113

4.1. КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	113
4.2 ЛУЧЕВАЯ СЕМИОТИКА МЕТАЭПИФИЗАРНЫХ ПОРАЖЕНИЙ	115
4.2.1. Изменение конфигурации эпифиза и метафиза кости	115
4.2.2. Отек костного мозга	119
4.2.3. Изменение зоны роста.....	120
4.2.4. Деструкция	123
4.2.5. Изменение надкостницы	128
4.2.6. Изменение мягких тканей	132
4.3. ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ.....	141
4.3.1. Острый гематогенный остеомиелит.....	141
4.3.2. Асептический некроз.....	156
4.3.3. Первично-хронический остеомиелит и его атипичные формы.....	168
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	180
ВЫВОДЫ	202
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	204
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	206
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	207
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	236
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	238
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	239
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	240
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	241

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности

Патология скелетно-мышечной системы детского возраста, сопровождающаяся поражением метафизов и эпифизов костей, на настоящий момент представляет собой актуальную медицинскую проблему [1, 14, 26, 163, 188].

Заболевания опорно-двигательного аппарата, которые дебютируют в раннем детском возрасте, характеризуются как острым, так и пожизненным течением, тем самым обеспечивая инвалидизацию пациента в долгосрочной перспективе. Множество фактов обуславливают важность данной проблемы не только для педиатрического сообщества, но и для всей медицинской отрасли [67, 101, 136].

Костные деформации, контрактуры, разница длины конечностей и другие изменения в значительной степени часто являются результатом несвоевременной лучевой диагностики, которая служит краеугольным камнем в фундаменте диагностических подходов к патологии костей в детском возрасте [22, 30, 148].

Острые и хронические воспалительные процессы, диспластические заболевания, повреждения костей, аваскулярные некрозы и иные, менее частые поражения разрушают эпифиз и зону роста, а значит, создают угрозу физиологическому росту конечности, продолжающемуся до 18–20 лет [39, 74, 142, 154].

Поздняя диагностика и, как следствие, несвоевременно начатое лечение создают предпосылки для внутрисуставных структурных нарушений и как итог лишают ребенка возможности жить современной высокоактивной жизнью [95, 96, 104, 139, 179, 190].

В структуре общей патологии детского населения Российской Федерации болезни костно-мышечной системы составляют 800,6 на 100 тыс., из них воспалительные заболевания костей и суставов – 391,4 на 100 тыс.,

новообразования костной ткани – 284,7 на 100 тыс., врожденные аномалии развития – 264,2 на 100 тыс. [198]. При этом уровень заболеваемости среди подростков выше, чем среди детей до 14 лет. Так, в столичном регионе заболевания скелета выявляются в дошкольном возрасте в 6,3 случаях на 100 детей, а к 15 годам – уже в 10,3–11,5 случаях на 100 детей. Наряду с этим, в последнее десятилетие зафиксировано увеличение до 13% пациентов, инвалидизированных в результате перенесенных воспалительных (специфических и неспецифических), посттравматических, врожденных системных и дистрофических процессов [56, 79, 103, 157].

Заслуживают внимания и мировые темпы прироста патологии костно-суставной системы различного генеза – заболеваемость у детей и подростков увеличилась на 4,5% за десятилетний период. На врожденные аномалии и деформации скелета приходится 5,25%, прирост последствий травм и воспалений составляет 6,5% [143, 148, 171].

В последнее время отмечается и увеличение изменений морфологии костной ткани эпифизов и метафизов при рахите и рахитоподобных заболеваниях, которые служат преморбидным фактором в развитии асептических некрозов кости [9, 77, 78, 107, 119, 170].

Благоприятный прогноз лечения напрямую зависит от качества и своевременности лучевой диагностики. При этом обнаружение структурных изменений эпифизов и метафизов у детей принципиально сложнее, чем у взрослых пациентов, из-за возрастных особенностей строения костей. Процесс оссификации соответствующих анатомических областей пролонгирован по времени, что затрудняет или делает неэффективным использование стандартных методов лучевой диагностики [49, 82, 84, 166, 180, 197].

В последние 30 лет кроме стандартной рентгенографии (СР) в детской практике появились новые методы и методики по выявлению заболеваний костей и суставов. Так, в повседневную работу отделений лучевой диагностики внедряются микрофокусная рентгенография, томосинтез (ТС), мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ), ультразвуковая диагностика экспертного

уровня (УЗИ), магнитно-резонансная томография (МРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) [12, 65, 90, 93, 178, 210].

В основе разработки и последующего совершенствования семиотики и этапов диагностики при поражении эпифизов и метафизов у детей и подростков лежит дифференцированный подход к выбору методов и методик лучевого обследования. Суть адаптации заключается в сочетании современных и классических, нерадиационных и радиационных методов. Результатом такого подхода будет усовершенствование процесса с точки зрения ранней выявляемости в сочетании с максимальной эффективностью и безопасностью для детского контингента [8, 15, 16, 102, 184].

Анализируя опыт отечественных и зарубежных коллег в сфере диагностических подходов в визуализации патологии данной анатомической области кости, приходим к выводу, что сообщения об этом фрагментарны и единичны в своем большинстве. Современная визуализация костной патологии, в том числе у детей раннего возраста, базируется на анализе данных стандартной рентгенографии и компьютерной томографии. Однако, возможности методик позволяют достоверно оценить изменение костного матрикса, оставляя открытыми вопросы о состоянии мягкотканых структур скелетно-мышечной системы [27, 35, 202, 208, 217].

Ряд авторов в своих работах обращают внимание на эффективность магнитно-резонансной томографии, в частности визуализации в режимах подавления сигнала от жировой ткани при ранних стадиях патологического процесса, однако отсутствует четкое понимание регламента исследований в возрастном аспекте [174, 185, 188, 204, 218].

В современном перечне методов и методик визуализации отсутствует системный подход к четким регламентам диагностики метаэпифизарных (МЭ) изменений, что недопустимо в условиях экстенсивно развивающегося здравоохранения и постоянно увеличивающейся физической активности детей и подростков. Более того, известные на сегодняшний момент исследования лишены опоры на репрезентативную базу данных. Имеющиеся сведения не

систематизированы; порою та или иная методологическая инновация предлагается в полном отрыве от общепринятых тенденций [76, 121, 148, 167, 183, 192, 198, 207].

Данная работа посвящена восполнению научно–методологического и практического дефицита, существующего в лучевой диагностике костной патологии у детей.

Цель исследования

Разработка критериев лучевой диагностики поражений эпифизов и метафизов костей у детей в зависимости от возраста.

Задачи исследования

1. Проанализировать современное состояние вопроса о лучевой диагностике поражений эпифизов и метафизов костей у детей и подростков.

2. Уточнить значение методики томосинтез при диагностике метаэпифизарных поражений костей у детей и подростков на разных стадиях патологического процесса.

3. Определить место магнитно-резонансной томографии в алгоритме лучевой диагностики метаэпифизарных поражений у детей различных возрастных групп

4. Установить значимость высокоразрешающего ультразвукового исследования в диагностике метаэпифизарных поражений различной этиологии у детей всех возрастных групп.

5. Изучить лучевую семиотику поражений метафизов и эпифизов различной этиологии у детей и подростков на различных стадиях патологического процесса.

6. Оценить эффективность комплексного лучевого обследования детей и подростков с различными нозологическими формами метаэпифизарных поражений с учетом стадии патологического процесса на основании принципов доказательной медицины.

7. Усовершенствовать алгоритм лучевого обследования детей и подростков при подозрении на поражение метафиза и эпифиза кости в зависимости от возраста пациента, предполагаемой нозологической единицы и стадии патологического процесса.

Научная новизна

Работа является первым в России обобщающим исследованием, посвященным изучению возможностей современных методов лучевой диагностики поражений эпифизов и метафизов трубчатых костей различного генеза у детей всех возрастных групп.

Впервые дополнена и усовершенствована методика томосинтез с применением нестандартных укладок у пациентов с метаэпифизарными поражениями. Разработаны физико-технические условия применения методики томосинтез костей и суставов для детей различных возрастных групп.

Впервые выполнен анализ диагностической эффективности ультразвукового исследования в оценке поражений метафизов и эпифизов при остеомиелитических процессах у новорожденных и детей раннего возраста. Выявлены типичные ранние и поздние эхографические признаки в зависимости от анатомического варианта поражения, прослежены эхографические изменения в динамике. Результаты ультразвукового метода сопоставлены с данными других лучевых методов.

Впервые проведен анализ возможностей магнитно-резонансной томографии в диагностике и оценке динамики воспалительных заболеваний костей и суставов у детей.

Впервые выделены лучевые признаки поражения эпифизов и метафизов костей у детей различных возрастных групп с этимологически разными патологическими процессами.

Впервые на основании принципов доказательной медицины скорректированы алгоритмы лучевого обследования поражений эпифизов и метафизов костей у детей с острым гематогенным остеомиелитом (ОГО),

первично-хроническим остеомиелитом и его атипичными формами (ПХО), асептическим некрозом (АН).

Представлены схемы:

«Алгоритм рациональной лучевой диагностики поражений эпифизов и метафизов костей у новорожденных» (патент № 128031 от 09.04.2021, приложение А),

«Алгоритм рациональной лучевой диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей и подростков» (патент № 130176 от 22.03.2022 приложение Б).

Зарегистрированы базы данных лучевых изображений:

«Поражения эпифизов и метафизов костей у детей и подростков» (патент № 2021622045 от 30.09.2021, приложение Д),

«Конусно–лучевая компьютерная томография в педиатрии» (№ 2020621263 от 10.06.2021 приложение Г).

Впервые создан тест-объект (фантом) для оценки качества лучевого исследования с применением методики двойной энергии (патент на полезную модель № 204909 от 14.12.2020, приложение В).

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные в ходе диссертационного исследования результаты способствовали выделению принципиально новых выводов о состоянии костной ткани и окружающих мягкотканых структур метаэпифизарной области на ранних стадиях воспалительного заболевания и асептического некроза у пациентов различных возрастных групп.

На основании выполненного научного исследования выявлено отсутствие в Российской Федерации консолидированного междисциплинарного подхода к диагностике патологических состояний метаэпифизарных отделов кости у детей разных возрастных групп.

Для практического здравоохранения разработана методика томосинтеза при поражениях метаэпифизарной области у новорожденных и детей раннего возраста. Наряду с этим данная методика внедрена в рутинный алгоритм

обследования скелетно-мышечной системы детей в возрасте старше года и подростков. Это объективно позволило выявить патологию и начать лечение в более ранние сроки по сравнению с действующими протоколами.

В ходе работы определены ведущие МР-семиотические критерии, на основании которых проводится дифференциальная диагностика и определяются показания к лечению. Выявленные с помощью магнитно-резонансной томографии изменения метафизов и эпифизов костей и прилежащих мягких тканей стали определяющими при несоответствии клинико-лабораторной и рентгенологической картины, особенно на ранних стадиях заболевания, когда клинические проявления были минимальны.

Одновременно доказана высокая значимость ультразвукового исследования в оценке мягкотканых изменений, не уступающая магнитно-резонансной томографии по диагностической эффективности у детей первых месяцев жизни.

Для клинической практики усовершенствована лучевая семиотика, характерная для ранних этапов воспалительного процесса метафиза и эпифиза кости. На основании данных диссертационной работы оптимизирован лечебный подход и пересмотрены сроки динамического контроля у пациентов с остеомиелитом всех возрастных групп.

Установлена связь между началом лечения и вероятностью развития инвалидизирующих последствий, связанных с поражением зоны роста и внутрисуставными деформациями.

На основании полученных данных о диагностической эффективности методов изменены диагностические алгоритмы лучевой диагностики в дебюте заболевания, что достоверно позволяет начать лечение на ранних стадиях процесса – это способствует сохранению зоны роста и предотвращает значительные деструктивные изменения.

Для практического здравоохранения разработаны единые алгоритмы рациональной диагностики поражений эпифизов и метафизов костей у

новорожденных и детей раннего возраста. Оптимизирован алгоритм лучевого обследования острого гематогенного остеомиелита у детей и подростков.

Определено место методики ТС в алгоритме лучевой диагностики МЭ поражений у новорожденных, детей всех возрастных групп и подростков.

Разработанные базы данных и усовершенствованные алгоритмы позволили оптимизировать динамическое наблюдение при различных повреждениях суставных отделов костей у детей.

Методология и методы диссертационного исследования

Диссертационное исследование проведено поэтапно.

На первом этапе составлен и проанализирован обзор отечественных и зарубежных литературных источников (127 отечественных и 98 зарубежных). Архивная величина значительной части используемой литературы не превышала пяти лет.

На втором этапе выполнен анализ данных лучевых обследований пациентов с заболеваниями, сопровождающимися поражением метафизов и эпифизов костей. Были сформированы группы пациентов в соответствии с возрастными и этиологическими критериями. В данных группах проведен ретроспективный анализ данных лучевых методов исследования и отмечены значимые семиотические признаки.

На третьем этапе новорожденным и пациентам в возрасте до 6 месяцев выполняли методику ТС при показаниях к МСКТ.

На четвертом этапе пациентам в возрасте от 6 месяцев до 17 лет 11 месяцев при подозрении на ОМ и АН МЭ локализации производилась МРТ вместо МСКТ.

На пятом этапе сопоставлены ретроспективные и полученные в ходе работы данные УЗИ, СР, ТС, МРТ и МСКТ.

По завершении всех этапов диссертационного исследования проведена статистическая обработка полученных данных с последующей систематизацией и резюмированием результатов.

Положения, выносимые на защиту

1. Определена необходимость создания единых алгоритмов лучевой диагностики поражений эпифизов и метафизов у детей и подростков в зависимости от возраста.
2. Установлена роль методики томосинтеза в алгоритме лучевой диагностики острого гематогенного остеомиелита, первично-хронического остеомиелита, а также асептического некроза метаэпифизарной области у детей различных возрастных групп и подростков.
3. Изучена роль магнитно-резонансной томографии в алгоритме лучевой диагностики острого гематогенного остеомиелита, первично-хронического остеомиелита и асептического некроза метаэпифизарной области у детей всех возрастных групп и подростков.
4. Усовершенствованы и дополнены алгоритмы лучевой диагностики метаэпифизарных поражений у новорожденных и детей раннего возраста.
5. Усовершенствованы и дополнены алгоритмы лучевой диагностики острого гематогенного остеомиелита, первично-хронического остеомиелита и асептического некроза метаэпифизарной локализации у детей и подростков.
6. Показатель диагностических ошибок при поражении эпифизов и метафизов костей у детей и подростков обуславливает необходимость пересмотра алгоритмов лучевого обследования, направленных на качественную оценку состояния костной структуры и прилежащих мягких тканей.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Концепция работы, цель, задачи, методология, а также полученные результаты соответствуют специальности «3.1.25 – Лучевая диагностика».

Личный вклад автора

Выбор тематики и предмета исследования, определение цели и задачи научной работы, вытекающие из анализа собственного клинического материала в корреляции с данными международной и отечественной литературы, положения, выносимые на защиту, наряду с дизайном и последовательностью

исследования определены и разработаны автором. Произведен отбор и анализ первичной учетной документации. Автор диссертационной работы участвовал в формировании алгоритмов диагностики при первичном обращении и на этапах лечения пациентов с заболеваниями костно-мышечной системы. Непосредственно автором выполнено обследование, описание и интерпретация данных рентгенологических исследований, МСКТ и МРТ. Наряду с этим автор произвел интерпретацию данных УЗИ.

Статистическая обработка результатов работы произведена автором. Объекты интеллектуальной собственности и публикации по теме диссертации выполнены автором.

Степень достоверности результатов

Достоверность полученных в ходе диссертационной работы результатов подтверждается достаточным количеством клинического материала (391 пациент с поражениями метафизов и эпифизов костей различной локализации) и верификацией хирургическим вмешательством с последующим гистологическим исследованием.

Научная работа основана на применении методов СР, ТС, УЗИ, МСКТ и МРТ. Все диагнозы верифицированы морфологически. Все оборудование соответствует современным стандартам оказания помощи пациентам детского возраста. Статистическая обработка результатов диссертационного исследования произведена с применением современных статистических методов.

Связь работы с научными программами, планами, темами

Диссертационная работа была выполнена в соответствии с научно-исследовательскими программами кафедры лучевой диагностики стоматологического факультета ФГБОУ ВО МГМСУ им. А. И. Евдокимова Минздрава России «Инновационные и традиционные лучевые технологии в клинической практике» (государственная регистрация № 114112840044) и «Разработка и оптимизация современных лучевых диагностических технологий

для решения задач клинической практики» (государственная регистрация № АААА–А20–120012890148–0).

Работа проводилась в соответствии с этическими нормами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных исследований с участием человека», с учетом поправок от 2013 года и «Правилами клинической практики Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 г.

Диссертационное исследование одобрено межвузовским комитетом по этике (протокол № 08–19 от 26.09.2019 г).

Тема диссертационного исследования утверждена на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России (протокол № 3 от 29.10.2019 г).

Внедрение результатов исследования

Основные положения и рекомендации диссертации используются в процессе обучения и подготовки врачей-рентгенологов и врачей ультразвуковой диагностики различных кафедр медицинских вузов России: ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России; ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; «Ташкентский педиатрический медицинский институт»; ФГБОУ ВО «НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России; ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики».

Результаты, полученные в диссертационном исследовании, применяются в циклах тематического усовершенствования знаний «Инновационные технологии в лучевой диагностике скелетно-мышечной системы у новорожденных и детей раннего возраста» в ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики» (номер регистрации на

портале непрерывного медицинского образования Минздрава России 004389–2019 от 28.08.2021г).

Рекомендации диссертационного исследования внедрены и используются в клинической практике: ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы», ГБУЗ «Детская городская поликлиника № 99 Департамента здравоохранения города Москвы»; Клиника ФГБУ «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы» Минтруда России; ГБУЗ «Волгоградская областная детская клиническая больница» Минздрава России; ГБУЗ Республики Ингушетии «Детская республиканская клиническая больница» Минздрава России.

Апробация работы

Диссертационная работа апробирована на совместном заседании кафедр: лучевой диагностики стоматологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, детской стоматологии стоматологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России и рентгенологии, УЗИ и функциональной диагностики «НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, протокол № 234 от 29.06.2022 г.

Материалы диссертационного исследования доложены на более чем 30 научно-образовательных мероприятиях международного, всероссийского и региональных уровней. Результаты диссертационного исследования обсуждены: на IV московском съезде «Трудный диагноз в педиатрии» (Москва, 2018); научно-практической конференции «Лучевая диагностика в травматологии и ортопедии» (Москва, 2018); V съезде специалистов по лучевой диагностике и лучевой терапии сибирского федерального округа (Иркутск, 2018); межрегиональной научной конференции «Современная лучевая диагностика социально-значимых заболеваний» (Орел, 2018); Юбилейной научно-практической конференции с международным участием «Инновационные

технологии и мультидисциплинарные подходы в диагностике и лечении социально-значимых заболеваний» (Санкт-Петербург, 2018); международном конгрессе «Невский радиологический форум» (Санкт-Петербург, 2019, 2020, 2021); межрегиональной научно-практической конференции «Традиционные и инновационные технологии лучевой диагностики в клинической практике» (Тюмень, 2019); конференции «Современные методы лучевой диагностики» (Грозный, 2019); межрегиональной научно-практической конференции «Рентгенодиагностика социально-значимых заболеваний» (Благовещенск, 2019); юбилейной конференции, посвященной 65-летию кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» Минздрава России (Москва, 2019); межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы детской радиологии» (Ташкент, 2020); научно-практической конференции «Современные лучевые методы исследования челюстно-лицевой области и базовые основы рентгенологии» (Кострома, 2020); III съезде врачей лучевой диагностики Северо-Кавказского федерального округа «Лучевая диагностика Северного Кавказа» (Владикавказ, 2020); научно-практической конференции «Лучевая диагностика практическому здравоохранению» (Иркутск, 2020); центральноазиатском онкологическом конгрессе (Ташкент, 2020); научно-практической конференции «Лучевая диагностика в современных условиях здравоохранения. Практические аспекты» (Воронеж, 2020); конгрессе российского общества рентгенологов и радиологов (Москва 2018, 2019, 2020); первом национальном конгрессе «Лучевая диагностика в педиатрии» (Москва, 2020); международной российско-азиатской конференции «Наука и образование: актуальные вопросы, достижения и инновации в медицине» (Ташкент, 2021); научно-практической конференции «Лучевая диагностика Приволжского федерального округа – Актуальные вопросы использования современных методов лучевой диагностики для практического здравоохранения» (Нижний Новгород, 2021); международной научно-практической конференции «Российские производители для стран СНГ» (Москва, 2021); международной научно-практической конференции

«Современные методы медицинской визуализации в детской радиологии» (Ташкент, 2021); XIV всероссийском образовательном конгрессе «Анестезиология и реанимация в акушерстве и неонатологии» (Москва, 2021); всероссийском съезде лучевых диагностов Сибирского федерального округа (Новосибирск, 2022); втором национальном конгрессе «Лучевая диагностика в педиатрии» (Тверь, 2022), а также на циклах последиplomного профессионального дополнительного образования (2019, 2020, 2021),

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 37 печатных работ, как в отечественных, так и в зарубежных журналах. Из них 21 в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 3 в изданиях, входящих в международные базы данных Web of Science и SCOPUS. Зарегистрировано 5 объектов интеллектуальной собственности: базы данных «Поражение эпифизов и метафизов костей у детей и подростков» (№ 2021622045 от 30.09.2021г), «Конусно-лучевая компьютерная томография в педиатрии» (свидетельства о регистрации № 2020621263 от 10.06.2021г); 3 промышленных образца: схема «Алгоритм рациональной лучевой диагностики поражений эпифизов и метафизов костей у новорожденных» (патент на промышленный образец № 128031 от 25.10.2021г); «Алгоритм рациональной лучевой диагностики поражений эпифизов и метафизов костей у новорожденных» (патент на промышленный образец № 130176 от 22.03.2022 г); «Алгоритм рациональной лучевой диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей и подростков»; тест-объект (фантом) для оценки качества лучевого исследования с применением методики двойной энергии (патент на полезную модель № 204909 от 17.06.2021 г); учебно-методические пособия: «Томосинтез в диагностике заболеваний костно-суставной системы у детей и подростков», «Атлас рентгенологических укладок», «Медико-технические требования к некоторым видам рентгеновского оборудования» и монография «Томосинтез».

Зарегистрирована программа повышения квалификации «Инновационные технологии в лучевой диагностике скелетно-мышечной

системы новорожденных и детей раннего возраста» (номер на портале V0007467–2022 от 24.05.2022).

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 241 странице машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы включающего 225 литературных источника, из них 127 отечественных и 98 зарубежных, пяти приложений, а также содержит 93 рисунка и 34 таблицы.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПОРАЖЕНИЙ ЭПИФИЗОВ И МЕТАФИЗОВ У ДЕТЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ

Патологические изменения скелетно-мышечной системы у детей значимо многообразны, что объясняется, во-первых, физиологическими особенностями растущего детского организма, а во-вторых, чрезвычайным обилием патологических состояний и процессов, влияющих на возникновение и течение заболеваний [19, 53].

Основной особенностью детских костей является непрерывный многолетний рост и формирование. Данный процесс осуществляется за счет МЭ зон, которые у детей служат местом активных изменений, важнейших для формирования нормальной анатомии скелетно-мышечной системы, в том числе для развития симметричных опороспособных конечностей [57, 82, 151]. Указанные области по анатомической и физиологической структуре, особенностям васкуляризации наиболее подвержены воздействию патологических факторов [74, 151].

Метафиз кости снабжен богатой сетью кровеносных сосудов, а клетки физарной зоны расположены разрозненно, благодаря чему становятся проницаемы для патогенных микроорганизмов [79, 117, 125].

Возникающие здесь самые разные по этиологии и распространенности патологические процессы в случае неблагоприятного течения могут приводить к нарушению роста кости в длину и ее грубой деформации из-за повреждения зоны роста [33, 51, 175]. В свою очередь, это вызывает нарушение функции конечностей, значительный косметический дефект и вторичные изменения костей и окружающих мягких тканей. В итоге функциональные и статические нарушения могут приводить к тяжелой социальной дезадаптации детей, инвалидизации и утрате работоспособности [30, 99, 101, 164].

Своевременная диагностика поражений МЭ зон трубчатых костей с предельно точной дифференцировкой нозологической формы процесса

чрезвычайно важна для оптимизации диагностического и лечебного процесса и имеет медицинское и социальное значение [59, 77, 104].

По данным ВОЗ, заболевания опорно-двигательного аппарата диагностированы примерно у 1,71 млрд человек в мире [53, 198]. Информация исследования «Глобальное бремя болезней» (ГБВ) свидетельствует о том, что наиболее затронуто такими болезнями население стран с высоким доходом (441 миллион человек), далее по распространенности следуют жители Региона Западной части Тихого океана (427 млн человек) и Юго-Восточной Азии (369 млн человек). Нарушения и болезни костно-мышечной системы также занимают ведущее место среди факторов инвалидности в мире: на них приходится примерно 17% от всех причин [148, 198].

Распространённость этой группы заболеваний у детей варьирует в пределах 20–100 на 100 тыс. несовершеннолетних пациентов, при этом большая часть заболеваний регистрируется у детей в возрасте до 10 лет.

Невзирая на значительную долю заболеваний, при которых поражаются МЭ отделы кости у детей и подростков, точный учет всей группы поражений этой локализации не ведется. Обсуждение глобальной проблемы ограничивается указаниями на отдельные нозологические формы, без четкой дифференцировки топических форм этих процессов [60, 189].

В своем исследовании В. И. Гилева (2020) отмечает необходимость систематизации рентгенологической, КТ- и МР-семиотики деструктивных процессов костей у детей. Авторы определяли диагностическую значимость различных лучевых признаков: специфических и неспецифических, деструктивных заболеваний костей и обосновали важность дифференцированного подхода. Однако данное исследование коснулось мелких и плоских костей скелета с преимущественно туберкулезным поражением [23].

Ряд отечественных и зарубежных авторов подчеркивают сложности дифференциальной диагностики и отсутствие единых диагностических критериев. Так, представители российской школы костной патологии М. М. Костик, О. Л. Копчак, В. И. Зорин, А. Ю. Мушкин (2020, 2021)

неоднократно в своих работах обозначали важность диагностического этапа, в частности, обоснования диагноза по данным лучевых исследований. По их мнению, это необходимо для формирования плана лечения, обеспечивающего благоприятный исход с целью предотвращения инвалидизации детей и подростков [37, 38, 44]. Наряду с этим, авторы акцентируют внимание на то, что ОГО бедренной кости встречается в 8-ми случаях на 100 тыс., в то время как хронический небактериальный ОМ регистрируется значительно реже – от 2 до 5% всех форм заболевания. Данные статистические разночтения объясняются отсутствием единых критериев диагностики и малой осведомленностью лучевых диагностов и врачей клинической практики. Как результат вышеопределенной проблемы отечественные и зарубежные ученые видят позднюю диагностику ряда заболеваний. Так, по свидетельству ряда отечественных и зарубежных авторов, на постановку диагноза воспалительного процесса и АН кости у ребенка уходит от 2 до 8 месяцев, приводя в итоге к необратимым инвалидизирующим деформациям скелета [97, 136, 180, 191].

Проблема систематизации подхода в настоящее время сочетается с отсутствием обобщенных данных о локализации поражений у детей разных возрастных групп. В свою очередь, зависимость от возраста пациента и точной локализации патологического процесса имеет значительные особенности, определяющие все последующие диагностические и лечебные процессы [4, 22, 220].

Последствия болезней костно-мышечной системы являются одним из основных факторов, обуславливающим потребность в реабилитационных услугах. Они входят в число основных причин, определяющих спрос на восстановительные мероприятия для детей, а примерно две трети взрослого населения, нуждающегося в восстановлении – это люди, страдающие от нарушений костно-мышечной системы, дебютировавших в детском и подростковом возрасте [5, 128, 172].

Аналогично обстоят дела и с другими нозологическими формами, в частности ПХО, при котором МЭ локализация определяет принципиальные особенности лечебной тактики [35, 39, 203].

Появившиеся в последние годы и десятилетия новые методы лучевой визуализации костей и суставов позволили принципиально улучшить качество диагностики в педиатрии. Вместе с тем систематического подхода к оценке диагностической эффективности лучевой визуализации у детей различных возрастных групп пока не разработано [123, 124, 136]. Так, A. Llewellyn, J. Jones-Diette, J. Kraft (2019) в результате недавнего исследования установили, что в практической медицине на сегодняшний день не разработано диагностических подходов к поражениям скелетно-мышечной системы у детей, учитывающих анатомическую, антропометрическую и возрастную разницу детского организма [189].

1.1. Анатомия и физиология кости у детей

Обсуждение вопроса диагностики поражения костей у детей целесообразно начать с детализации анатомических и возрастных особенностей костно-суставного аппарата.

Скелет человека развивается согласно закону трансформации – внутренняя архитектура костей изменяется под влиянием функциональных нагрузок. По этой причине ребенок в возрасте до 12 месяцев не имеет дифференцированной костной структуры, так как функциональная нагрузка на костно-суставной аппарат незначительна [19, 49, 51].

С началом самостоятельной ходьбы, в возрастном периоде 12–24 месяцев происходит формирование функциональных структур костной ткани. На рентгенограмме в этот период отображаются так называемые силовые линии, расположенные по ходу костных балок. Одновременно с этим, в возрасте 12–36 месяцев дифференцируется суставной хрящ, а также отмечается отграничение фиброзной пластины от хрящевой части эпифиза [100, 107, 198].

По данным классика отечественной рентгенологии И. Г. Лагуновой, наиболее активно процесс перестройки костной ткани происходит в возрасте 3–4 лет (24–36 месяцев) и 12–14 лет, когда идет активное замещение хрящевых структур костной тканью (кроме суставных хрящей). Полностью костно-суставная система достигает дифференцировки к 18–20 годам. Исключением остаётся процесс оссификации медиальных поверхностей лобковых костей. Показателями энхондрального костеобразования, отображённого рентгенологически, служит синостозирование МЭ и апофизарных ростковых зон [49].

Из всех компонентов опорно-двигательного аппарата (скелетно-мышечной системы) естественной рентгеновской контрастностью обладает только костная ткань. Хрящевая ткань «проницаема» для рентгеновских лучей, вследствие этого на рентгенограммах костей и суставов детей и подростков не получает отображение целый ряд анатомических структур кости [35, 82, 216]. На первом году жизни это: эпифизы трубчатых костей, кости запястья и предплюсны, а в более старшем возрасте – апофизы и бугристости костей. Кости при этом меньших размеров и отличаются по анатомической форме и контурам. Ростковые зоны имеют хрящевое строение, в силу чего эпифизы и метафизы трубчатых костей после появления ядер окостенения эпифизов, кости таза, тела позвонков и их дуги представляются на рентгенограмме разъединенными [74, 83, 84].

По мнению отечественных и зарубежных ученых возрастные анатомические различия диктуют необходимость формирования поэтапных высокоинформативных алгоритмов лучевой диагностики патологии костно-мышечной системы детей и подростков [61, 83, 148]. Именно анатомо-физиологические особенности строения скелета ребенка и подростка, обуславливают ряд существенных затруднений на начальных этапах выявления заболевания.

Своевременная диагностика и выявление ранних стадий развития патологического процесса обеспечат адекватное хирургическое и

консервативно-восстановительное лечение пациентов. Ключевой целью таких системных сдвигов должно стать предотвращение неблагоприятных исходов и инвалидизирующих последствий, а в итоге — сохранение качества жизни пациентов [156, 198].

Патология костно-суставной системы детей представлена широким спектром, включающим в себя костно-травматические, диспластические, дистрофические, опухолеподобные заболеваний и опухоли костей.

В структуре костной ткани у детей и подростков зона МЭ больше всего подвержена воспалительным и травматическим изменениям. Это связано с обильным кровоснабжением данного сегмента и наличием анатомических структур – сети мелких анастомозов и капилляров, способствующих быстрому распространению инфекционных и бактериальных микроорганизмов [170, 173, 182, 186].

До начала оссификации эпифизов ростковые метафизарные зоны морфологически и функционально незрелы, хондробласты имеют хаотичное расположение, а их упорядочивание и как следствие улучшение барьерных свойств кости происходит параллельно оссификации эпифиза (от центра зоны роста в направлении к периферии). Это обуславливает характер распространения инфекции в костной ткани – при отсутствии ядра окостенения воспалительный процесс первоначально развивается в центральной части, а при появлении ядра оссификации – в периферической части [176, 187].

Стоит отметить, что недоношенные дети более склонны к развитию воспалительных заболеваний костно-мышечной системы в виду скомпрометированности их иммунитета, что часто запускает механизм системного воспалительного синдрома [36, 139, 198, 223].

До 18 месяцев жизни капиллярные сети метафиза и эпифиза функционируют между собой, становясь предпосылкой для распространения смежных инфекций. Наиболее частыми осложнениями являются септический артрит, разрушение зон роста и точек окостенения у младенцев [35, 121, 129, 190].

Многоцентровое исследование, проведенное С. Calvo (2016) показало прямую связь между этиологией процесса и возникающими заболеваниями. По результатам наблюдения большой когорты детей раннего возраста с остеомиелитом и септическим артритом выявлена значительная часть инфицированных *S. aureus* и *K. kingae*. По мнению автора, своевременная диагностика помогла не только применить консервативное лечение у большей части детей, но и снизить частоту инвалидизирующих осложнений [154].

У детей раннего возраста существуют, так называемые, «метафизарные эквиваленты», локализующиеся в развивающихся плоских, трубчатых костях и параэпифизарных точках окостенения – переходной зоне между костью и хрящевым матриксом [76, 99, 154]. Именно здесь, с большей частотой может происходить развитие острых воспалительных, диспластических и дистрофических процессов костной ткани у младенцев и детей раннего возраста. На основе собственных данных ряд отечественных и зарубежных авторов подтверждают это в своих работах. Так, А. К. Карпенко (2009) описала выявляемые при помощи МРТ изменения в зоне роста у детей, приводящие к ее травматизации с необратимой деформацией сегмента и последующим укорочением конечности [39].

В то же время, несмотря на относительную лёгкость распространения инфекции в метаэпифизе у новорожденных, возрастные особенности их костной ткани препятствуют развитию хронического ОМ – секвестры подвергаются полной резорбции ввиду обильного кровотока кости, а также происходит активное формирование новой кости за счёт внутреннего слоя надкостницы [19, 102, 127].

Анатомо-физиологические особенности растущего организма обуславливают тот факт, что у детей младшего возраста чаще встречаются острые формы ОМ, которые при своевременном вмешательстве, могут не оставить последствий [52, 127]. В раннем школьном и подростковом периодах начинают чаще встречаться хронические формы с продуктивным компонентом и вялотекущим течением заболевания [28, 29, 37, 128, 134].

В ряде воспалительных процессов находится хронический рецидивирующий мультифокальный ОМ и туберкулез, диагноз которых можно утвердить только при исключении бактериального воспаления. По мнению А. Ю. Мушкина (2015, 2021), патогенетическая природа данных заболеваний включает аутоиммунный процесс, который приводит к воспалительным изменениям костной ткани и остеолизису. Характерным является вовлечение ключиц, МЭ отделов бедренной, большеберцовой, плюсневых костей, позвонков и ребер. Именно из-за отсутствия бактериального агента в биоптате патологического очага диагноз не имеет обоснования, что в итоге приводит к поздней, а иногда и ошибочной диагностике [59, 60].

Обсуждая вопрос этиологических факторов, влияющих на МЭ зоны, нельзя не затронуть метаболические изменения костной ткани. Минерально-костные нарушения имеют схожий патогенез ввиду общности кальций-фосфорного обмена, однако этиология нарушений и клинко-рентгенологические проявления различны и варьируют от снижения минерализации ткани в зонах роста до ЭФ, вторичных переломов и патологической перестройки костной ткани ввиду нарушения костеобразования. В современных работах ряда авторов отмечается значение метаболических нарушений в развитии минерально-костных нарушений, проводящих к АН кости [18, 27, 41, 101]. Помимо внутренних причин необходимо учитывать экзогенные факторы, нарушающие минеральный обмен. Так, у детей с постоянным приемом глюкокортикостероидов, задержкой пубертата и нарушением функции эндокринной системы, дефицитом массы тела и расстройствами пищевого поведения, а также с онкологическими заболеваниями в анамнезе или на фоне химиотерапии вероятно развитие минерально-костных нарушений и их осложнений [19, 52, 127].

Как обособленный вид повреждений выделяют ЭФ – отрыв эпифиза от зоны роста, для которого травма одна из наиболее частых причин. Среди подростков, особенно с повышенной массой тела, занимающихся активными

физическими нагрузками, распространен ЭФ головки бедренной кости [107, 172, 200].

Отдельное место в этиологии повреждений суставных концов скелета занимают нарушения кровоснабжения [5, 18, 19, 30, 31, 137, 150]. К одним из наиболее актуальных заболеваний относятся остеохондропатии асептический некроз кости, развивающиеся у подростков в период высокой двигательной активности и интенсивного роста. Остеонекроз головки бедренной кости провоцируется множеством факторов, таких, как чрезмерная физическая нагрузка на тазобедренный сустав, сосудистые и эндокринные нарушения, болезни крови и минерального обмена [58, 116, 151, 185].

Отсекающий остеохондрит развивается как у детей, так и у взрослых и представляет собой остеонекроз краевого участка кости с секвестрацией мелкого фрагмента, впоследствии свободно лежащего внутри суставной полости. В основе заболевания мультифакторное происхождение, а доминирующим звеном служит локальное нарушение кровоснабжения кости [19, 52, 127, 142].

Подводя итог обсуждения анатомо-физиологических особенностей развития скелетно-мышечной системы детей и подростков, необходимо подчеркнуть определяющую роль данного фактора в формировании диагностических и лечебно-реабилитационных мероприятий.

1.2. Классификации поражений эпифизов и метафизов костей

Анализируя отражение патологии метафизов и эпифизов костей в различных классификациях и международной классификации болезней (МКБ-10), становится очевидной фрагментарность представления отдельных патологических состояний. Системной классификации, отражающей заболевания, поражающие эпифиз и метафиз кости у детей и подростков, не существует.

Раздел скелетно-мышечной системы в МКБ-10 представлен врожденными аномалиями развития и врожденными деформациями, что не отражает полноты всех описанных выше встречающихся патологических состояний.

В Российской федерации классификации представлены в виде отдельных нозологических форм в рамках национального руководства по детской хирургии и клинических рекомендаций ассоциации детских хирургов по отдельным нозологическим формам [26, 80]. Обобщенной рабочей классификации патологии метафизов и эпифизов костей на основе лучевой семиотики на настоящий момент не представлено.

В. В. Григоровский (2015) в своих работах неоднократно отмечал несоответствие классификационной градации с данными патоморфологических исследований. По его мнению, такой подход приводит к разобщённой трактовке лучевым диагностом, клиницистом и патологом одного и того же патологического процесса. Как итог – поздняя диагностика патологических состояний скелетно-мышечной системы ребенка, осложненная инвалидизирующими последствиями [25].

1.3. Лучевая диагностика метаэпифизарных поражений

Последнее десятилетие характеризовалось активным освоением и внедрением в рутинную практику инновационных методов лучевой диагностики заболеваний скелетно-мышечной системы: ТС, МСКТ, КЛКТ, УЗИ, МРТ и ПЭТ [8, 12, 101, 125]. Однако, несмотря на технологические успехи нашего времени, все больше авторов высказываются о необходимости соблюдения классических подходов [4, 8, 12, 111, 113]. Суть последних заключается в необходимости сохранения базовых позиций на основе классической рентгенографии и УЗИ с последующим дополнением методиками в зависимости от возраста и нозологической формы. А. Ю. Васильев (2020, 2021) указывал на необходимость тщательного планирования по принципу дополнения лучевых исследований в педиатрии для снижения дозы лучевой нагрузки [12, 15, 16]. Например, А. А. Алиханов (2017) представляет мнение о

необходимости поиска новых оптимальных алгоритмов лучевой диагностики костей и суставов для педиатрии в силу утраты доминирующей позиции МСКТ [4]. Исследования зарубежных ученых подтверждают эти точки зрения так, К. К. Obana, А. А. Siddiqui., А. М. Broom (2020) на примере группы пациентов с остеоэпифизеоллизом доказали достаточную информативность СР в различных проекциях, как на этапах первичной диагностики, так и в процессе динамического контроля [201].

В педиатрической практике в последние годы отмечается тенденция к смещению устоявшихся принципов лучевой диагностики. Все чаще появляются высказывания о замене высокоинформативных полипроекционных исследований с высокой лучевой нагрузкой не одним исследованием, а их комбинацией: алгоритмами, в основе которых будут находиться базовые методы, такие, как СР и УЗИ (а также их методики) [66, 83, 110, 142, 176, 189]. По мнению некоторых авторов, в основе разработок должен быть комплексный подход по принципу сочетания современных и классических, нерадиационных и радиационных методов диагностики, благодаря которым появится возможность оптимизировать процесс с точки зрения эффективности диагностической информации, и максимальной безопасности для пациента [12, 32, 90, 101, 156].

Многие десятилетия классическая рентгенография была и остается базовым методом лучевой диагностики поражений скелетно-мышечной системы. Представители отечественной школы рентгенологии внесли неизмеримый вклад в исследование костной структуры, а часть методик носит исторический характер.

Н. С. Косинская (1968) является автором современной системы терминов – «система определяется по осуществляемой в организме функции». По ее мнению, «скелетно-мышечным», можно называть только один из аппаратов опорно-двигательной системы. При этом отмечается несоответствие, когда в литературе повсеместно употребляются вышеназванный термин и не принимается во внимание наличие понятий «костно-суставной», «мышечно-

сухожильный» и «связочный» аппарат. Н. С. Косинская внесла вклад и в изучение компенсаторных возможностей различных патологических состояний костной ткани. Именно на основании ее экспериментов разработаны классификации и рекомендации по реабилитации пациентов при травматических и дегенеративно-дистрофических процессах опорно-двигательного аппарата. Труды В. С. Майковой-Строгановой (1967) вошли в основу фундаментального учебника многих поколений отечественных и зарубежных рентгенологов. Как и монография В. И. Садофьевой «Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы детей» (1990), включившей вместе с тем информацию по возрастной анатомии, этиологии и гистологии этапов формирования опорно-двигательной системы. Нельзя обойтись без упоминания вклада в мировую рентгенологию работ И. Г. Лагуновой (1981), которая, наряду со скелетологическими аспектами строения скелета туловища, сформировала представления об этапах остеогенеза у человека [49, 51, 84].

Классическая рентгенография традиционно была первичной методикой для оценки костных изменений у детей, а в отдельных случаях остается единственным способом диагностики патологии опорно-двигательного аппарата [27, 52, 219]. В первую очередь задача заключалась в исключении травматических и деструктивных поражений, несмотря на способность выявлять изменения только в костных структурах, которых не много у младенцев и у детей раннего возраста. Ситуация изменилась с введением в практику цифровой рентгенографии, когда новые детекторы привнесли изменения разрешения, глубины резкости, способствуя получению изображений иного качества. Данный факт привел к пересмотру принципов не только первичной диагностики, но и динамического контроля [7,8,11,17,145,210].

Гораздо сложнее интерпретировать обследования детей и подростков с воспалительными процессами костей и суставов. На начальных стадиях заболевания с помощью рентгенографии возможно обнаружить только косвенные признаки, такие, тогда как достоверные признаки появляются

значительно позже [61, 65, 106, 192]. По мнению разных авторов, классическая рентгенография тазобедренных суставов становится информативной в возрасте не ранее 3–5 месяцев жизни [67, 68, 67, 170].

В работах В. Д. Завадовской (2017, 2019, 2020) и С. А. Полковниковой (2017) чётко отмечены сроки начала визуализации патологических процессов костей – не ранее 10–14 суток [35]. К таковым относятся признаки повреждения самого костного матрикса – в виде просветления и потери трабекулярной структуры костной ткани, с возможным распространением в кортикальный слой и периостальная реакция МЭ зоны. Г. Н. Румянцева (2017) в своих работах акцентирует внимание на необходимости поиска информативных методов диагностики при остром гематогенном ОМ у детей [83].

Важно отметить происходящие в последнее десятилетие существенные изменения рентгенологических исследований. Цифровые панели и детекторы способствовали качественному изменению рентгеновской визуализации структуры самого костного матрикса и окружающих мягких тканей. По данным Е. А. Егоровой (2015) и А. В. Алхазидзе, Н. Н. Потрахов, Г. Е. Труфанова, (2018), цифровая рентгенография позволила изменить не только качество визуализации, но и структуру рентгеновской службы в целом. Сокращение времени проведения исследований, уменьшение количества выполненных снимков на фоне увеличения диагностической точности, в итоге, расширили возможности исследования костно-суставного аппарата у детей и подростков. Активно осваивалась и развивалась специальная методики – цифровая микрофокусная рентгенография. В работах авторов отражена суть методики, заключающаяся в прямом многократном увеличении изображения исследуемой области за счет распределения источника излучения, объекта исследования и детектора на определенном расстоянии друг от друга. В результате производится увеличенное в размере четкое качественное изображение [7, 32].

Первые, в том числе и экспериментальные, исследования костной ткани проводились у стоматологических больных. Ю. А. Васильев (2005) доказал преимущества визуализации структуры кости с 5–7-кратным увеличением [17].

Данные преимущества в выявлении структурных изменений кости и окружающих мягких тканей обосновали внедрение методики в ревматологии и травматологии-ортопедии. В своих работах В. А. Смирнова (2007) и И. М. Буланова (2011) доказали высокую разрешающую способность микрофокусной рентгенографии по сравнению со стандартной цифровой рентгенографией у пациентов с опухолями опорно-двигательного аппарата и диабетической стопой у взрослых пациентов [11, 93]. На сегодняшний день идет активное освоение методики в педиатрии. В работе А. В. Алхазисвили (2018) доказаны преимущества в диагностике патологии грудной и брюшной полости у новорождённых, а экспериментальные разработки Ji Chen-Huang. Bang-Ping Qian (2021) указывают на главное достоинство микрофокусной рентгенографии – низкую дозу ионизирующего излучения. По сравнению с традиционной рентгенографией отмечено снижение эффективной дозы одного обследования в 3–4 раза [7, 169].

К инновационным рентгеновским методикам, прочно вошедшим в повседневную практику, можно отнести ТС. Физико-технические особенности позволяют получить последовательность томограмм, произведенных на заданную глубину с фиксированным расстоянием между срезами, получая серию низкодозовых экспозиций, которые математически обрабатываются в серию срезов толщиной в 1 мм [15, 112, 114].

По мнению А. Ю. Васильева, Е. А. Егоровой (2020), J. V. Anari (2016), S. Chan (2018), M. A. Zapala (2019), N. Sholohova (2020), вышеозначенная технология дает возможность значительно эффективнее визуализировать структуру костной ткани и лучше дифференцировать мягкие ткани. Разрешающая способность при СР и ТС соизмерима и составляет 2,5 пары линий на миллиметр, однако, при использовании ТС, за счет наличия большего количества томограмм удается преодолеть эффект суммации и тем самым повысить качество изображения. Во время ТС на неподвижном столе производится серия экспозиций в течение одного прохода рентгеновской трубки. Современная рентгенодиагностическая система способна

ретроспективно реконструировать изображение в многократные срезы. В результате возможно получение томографического сечения области исследования с низкой лучевой нагрузкой [12, 132, 145, 184, 210, 221]. Полученные изображения делятся на части, которые передают строение анатомических структур на различных глубинах. Так преодолевается эффект суммации теней и появляется возможность выявить, является ли данная характеристика реальной [12, 145].

По мнению М. Zapala и К. Livingston (2019) методика позволяет применять эффективные алгоритмы обработки и получить многосрезовые изображение области исследования на базе оборудования обычных рентгеновских кабинетов так и, а также достичь многократного снижения лучевой нагрузки на пациента по сравнению с традиционной МСКТ [221].

В нашей стране первый опыт применения ТС в педиатрии принадлежит Н. Н. Боголеповой (2010, 2013), которая к основным достоинствам ТС отнесла возможность проведения обследований как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. При наклонном положении штатива, используя широкое поле обзора, автор получала более четкие и контрастные изображения. Наряду с этим отмечена возможность нивелировать суммационный эффект, убирая дополнительные тени, и визуализировать как костную структуру, так и мягкие ткани в более высоком качестве [9].

Вышеизложенная особенность методики состоит в исключении необходимости предварительной подготовки пациента, как при СР (например, петель кишечника), в связи с тем, что не происходит суммации тканей [14, 90, 112].

Однако, помимо преимуществ методика ТС, имеется и ряд недостатков, к которым относится наличие «размазанного» изображения других проекций на каждой из восстановленных проекций; наличие артефактов (т. е. появление отсутствующих в реальном объекте деталей) [9, 12, 21, 221]. Этот факт особенно важен при анализе сложных, с точки зрения анатомического строения, областей: локтевого сустава, костей кисти и лучезапястного сустава, а также

костей стопы и голеностопного сустава [21, 114, 210]. Наряду с этим, ограничением для проведения ТС является возраст менее 3-х лет из-за сложностей фиксации пациента во время исследования [40, 90, 111]. Так, при рентгенологическом обследовании пациентов детского возраста с подозрением на деструктивные процессы костей и суставов часто приходится выполнять несколько проекций. Это необходимо для выяснения большого объема уточняющей информации, в частности – локализацию процесса, размер, контур и соотношение с окружающими тканями. В случае малой информативности рентгенограмм, как правило, такие пациенты направлялись на МСКТ для детализации патологии. Но, в настоящий момент, по мнению ряда авторов, при ТС удаётся получить спектр данных, необходимых для планирования этапов лечения, не прибегая к проведению МСКТ [8, 12, 90, 169, 185]. По результатам сравнительного анализа эффективности применения различных методов лучевой диагностики для выявления патологии грудного отдела позвоночника ТС превосходит СР по всем показателям и может эффективно использоваться в качестве основной методики исследования [15, 112, 114, 210].

В работах А. Ю. Васильева (2018) и Е. А. Егоровой (2020) отмечены преимущества методики: разрешающая способность ТС составляет 2,5 пары линии на мм, а дозовая нагрузка значительно ниже, чем при МСКТ (составляет 10% от таковой) и сопоставима с нагрузкой при СР [12, 32].

Публикации последних лет подтверждают необходимость более широкого внедрения ТС в педиатрическую практику, в связи с превосходством над СР в выявлении патологических изменений костной ткани. Авторы отмечают возможности ТС выявить новые и дополнительные семиотические признаки в виде очагов деструкции, минимальных склеротических изменений замыкательных пластин позвонков, более детальной визуализации перехода костных балок между отломками, обосновывая тем самым необходимость более широкого применения метода в педиатрической практике [12, 90, 132, 145, 220].

Как уже приведено выше, МСКТ признана «золотым стандартом» визуализации костной ткани и опорно-двигательного аппарата. При множестве

заболеваний и вторичных проявлений соматической патологии данный метод лучше прочих позволяет оценить локализацию очага деструкции, изменения кортикальной пластинки и характер периостальной реакции. Полипроекционные возможности визуализации помогают дать оценку костномозговому каналу и сопряженных мягкотканых структур, особенно при сложной анатомической локализации [80, 140, 151, 220].

По этой причине типичные МЭ поражения у детей раннего возраста служат устоявшимся полем деятельности МСКТ, причем в процентном соотношении, основным поводом для ее использования служат травматические изменения [26, 27, 28, 32].

Качественная оценка архитектоники костной во все времена была актуальной междисциплинарной задачей педиатрической практики. С развитием технологий, по большей части МСКТ, появилось больше возможностей в этом направлении. Необходимо отметить, что первые данные о классических метафизарных нарушениях у детей датируются 1953 г., когда F. Silverman и соавт. отметили, что травматические изменения манифестируют в виде своеобразного иррегулярного «разрежения» метафиза на рентгеновских изображениях. Одним из первых анализ эффективности МСКТ при различных заболеваниях тазобедренного сустава у детей провёл D. Jaramillo (2017). В работе подтверждена незначительная чувствительность метода при остеонекрозе головки бедренной кости, однако у пациентов раннего возраста, отмечена меньшая информативность в сравнении с МРТ. Причину такого распределения автор связал с хрящевой структурой головки и части элементов вертлужной впадины. Тогда же, в исследовании подчеркнуты ограничения в визуализации интрамедуллярных и мягкотканых изменений. На фоне того, что КТ сопряжена с высокой дозой лучевой нагрузки, автор рекомендовал избирательное применение методики [170].

В работах A. Greenspan (2011) проведен обширный анализ методов лучевой диагностики при изменении структуры кости, в результате которого отмечены преимущества МСКТ, в частности, оценка качества кости и

внутриставных изменений с помощью единиц Хаунсфилда (HU). Однако, как и в большинстве работ, определена необходимость дальнейшего поиска оптимальных методик и разработки мультипараметрических подходов, особенно в педиатрической практике [163].

Большое количество исследований КТ-семиотики костей и суставов проведено Г. В. Дьячковой (2019, 2020). Рассматривались возможности метода при исследовании последствий острого гематогенного остеомиелита, асептического некроза и посттравматических деформаций различной локализации у детей и подростков. По ее мнению, МСКТ позволила выявить изменения метафиза и эпифиза у всех пациентов. При этом была продемонстрирована возможность оценки плотности зоны роста и кортикальной пластины с применением единиц Хаунсфилда (HU). Автор подчеркнула важность определения трабекулярного состава костной ткани при ряде состояний, прежде всего для планирования этапов оперативного лечения и прогнозирования деформаций скелета [28–31].

Не менее важная работа по оценке плотности кости проведена К. А. Дьячковым (2017). На основании обследования 168 пациентов, включая 65 детей в возрасте от 6 до 18 лет, был предложен способ контроля зоны костного регенерата при дистракции на основе количественных показателей МСКТ. В то же время автор отметил малую эффективность метода в оценке зональности в структуре самого регенерата, это показатель необходим для определения окончания сроков дистракции. Данную проблему предложено решать при помощи МРТ [27].

В настоящее время большинство авторов отводят МСКТ определенную роль в алгоритмах обследования детей и подростков с поражениями костей и суставов и обосновывают применение сочетания методов и методик в диагностике. Так, А. J. Degan (2018) провел исследование 16 пациентов подросткового возраста с остеохондропатией локтевого сустава. На основе совмещения трехмерной МРТ и МСКТ (объединенные изображения 3D-MRI-

СТ; MCFI) предложены критерии детализации поражения перед хирургическим лечением [150].

Недостаточная информативность о возможностях методов визуализации опорно-двигательного аппарата у детей по мнению многих авторов говорит о необходимости консенсусных решений по той или иной проблематике. По этой причине E. Kraus (2021), обосновывает командный подход в решении вопросов диагностики и тактики лечения переломов у детей, а по данным V. Mascarenhas, M. Castro (2020) лучевой диагноз импиджмента проксимального отдела бедренной кости и крыши вертлужной впадины остаётся спорным из-за отсутствия доказательной базы и влечёт разрозненную трактовку в заключениях. По этой проблематике заключено Лиссабонское соглашение, позволившее определить роль рентгенографии и МРТ в протоколе обследования, при отсутствии соглашения по эффективности МСКТ. В заключении участники группы указывают на необходимость дальнейшего изучения проблематики [181, 194].

В настоящее время МСКТ высокого разрешения является идеальным инструментом визуализации комплексных и динамически изменяющихся структур, каким является регион костно-хрящевого соединения у детей, место, в наибольшей степени уязвимое в нарушении структуры. Вместе с тем методика способна идентифицировать мельчайшие детали травмы, определять пространственную взаимосвязь между минерализованными структурами, характерными для МЭ. Применение 3D-визуализации позволяет оценивать соотношение в суставах на принципиально ином уровне достоверности, оптимизировать финальный диагноз и являться важнейшим шагом в предоперационном планировании.

В последние годы, все чаще появляются мнения о малой информативности метода на ранних стадиях патологических процессов [110, 157, 217]. Многие отечественные и зарубежные авторы отмечают недостаточную эффективность МСКТ при острых и хронических воспалительных процессах костной ткани, ЭФ и АН, особенно у маленьких

детей. Учитывая, что метод несет сравнительно высокую дозу облучения, то выполнять его рекомендуют по принципу «как можно реже, насколько это возможно» [67, 83, 107, 112, 144].

В последнее десятилетие активно изучаются возможности МРТ в детской хирургии, ортопедии и травматологии. Однако, формирующееся мнение об ограничении метода в визуализации изменений костной ткани в ранних фазах заболеваний, побуждает врачей в большинстве случаев использовать МСКТ [6, 47, 48, 179].

Существует множество вариантов сканирования при диагностике костно-мышечных заболеваний, однако выделяют наиболее значимые последовательности сканирования, среди которых T1- и T2-взвешенные изображения (ВИ) в режимах быстрое спин-эхо (FSE) или турбо спин-эхо (TSE), а также инверсия-восстановление с коротким T1-ВИ (STIR) или T2-ВИ [9, 39, 121, 124].

По данным N. Manz (2018) T1-взвешенные последовательности позволяют детально увидеть анатомию костей: костный мозг, корковое вещество, надкостницу и мягкие ткани. Жировые включения имеют сигнал высокой интенсивности, а жидкость – низкой. Режимы T2-ВИ и STIR являются чувствительными к жидкостному компоненту и поэтому хороши для выявления очага инфекции и воспаления [193].

Проведенные многими авторами исследования свидетельствуют о высокой эффективности МРТ в выявлении ранних признаков заболеваний. К ним относятся трабекулярный отек и наличие экссудата в костном мозге, которые определяются на изображениях как участки «патологической гидратации» [146, 189]. Данные изменения можно увидеть в течение первых 1–5 дней заболевания [3, 28, 37, 142]. При этом на T2-ВИ будет отмечено повышение интенсивности МР-сигнала от зон костномозгового канала с нечетким контуром, а на T1-ВИ в соответствующих зонах – сигнал пониженной интенсивности по сравнению с мышцами [9, 20, 23, 140]. При возможности можно сравнить сигнал, полученный на изображениях здоровой конечности и

контралатеральной пораженной – в норме на T1-ВИ костный мозг гиперинтенсивен по отношению к мышечной ткани [146, 197].

По мнению авторов, использование контрастных препаратов на основе гадолиния позволяет более четко визуализировать область воспаления и дифференцировать ОМ от флегмоны или абсцесса благодаря накоплению в гиповаскулярных участках [4, 22, 23].

Значительным аспектом в визуализации активного патологического процесса в МЭ области служит последовательности с жироподавлением (STIR). Так, отсутствие МР-сигнала, соответствующего жировым включениям в зоне некроза или окружающих мягких тканей, может свидетельствовать о разрушении кортикальной пластинки в данной зоне [23, 25, 53]. Таким образом, последовательность STIR является высокоспецифичной для обнаружения ОМ, и при отсутствии изменений на ней, можно говорить о высокой вероятности исключения данного диагноза [22, 23].

При локализации процесса в зоне эпифиза характерными МР-признаками ОМ являются периостальный отек и отек окружающих мягких тканей. Также МРТ позволяет увидеть вторичные изменения в сопряженном суставе при распространении процесса в его полость [110, 112, 142, 146]. В случаях распространения процесса на сустав при МРТ выявляется нарушение конфигурации, истончение хряща, склерозирование субхондральных пластинок [144, 187, 188, 194].

Персистенция инфекции в течение месяца свидетельствует о хронизации воспалительного процесса [25]. В случае хронического течения ОМ секвестры визуализируются как зоны МР-сигнала низкой интенсивности в режимах T1-ВИ, T2-ВИ и STIR, при этом губчатые секвестры будут иметь более интенсивный сигнал по сравнению с кортикальными [19, 21]. Кроме того, можно ожидать обнаружение абсцессов (полость с гомогенно повышенной интенсивностью МР-сигнала на T2-ВИ), свищевых ходов (зоны МР-сигнала повышенной интенсивности на T2-ВИ) [23, 52].

Несмотря на положительные характеристики и эффективность МРТ на ранних стадиях заболеваний, у детей до 6 лет применение этого метода ограничено необходимостью общей анестезии для исключения движений и предупреждения психологического стресса [4, 58, 65, 68, 107, 134]. Другим препятствием в МР-диагностике у новорожденных является отличная от старших детей МР-картина костного мозга – ввиду высокой активности гемопоза, при визуализации в норме он будет иметь сигнал, более характерный для жидкости, а жировая ткань в нем практически не развита, и, следовательно, режимы жироподавления (STIR) будут менее информативны, чем у детей среднего возраста и подростков [174].

В настоящее время ряд авторов высказывают мнение о преимуществах МРТ всего тела в диагностике хронических воспалительных процессов костной ткани. В работах S. Andronikou (2019, 2021) представлены результаты обследования детей и подростков с хроническим неспецифическим рецидивирующим ОМ (CRNO). Автор отмечает, что у детей младшего возраста (до 5 лет) имеет значение поле обзора при сканировании (FOV), а увеличение FOV позволяет получить дополнительную клинически значимую информацию. В грудном и раннем детском периодах выявление очага воспаления и определение зоны интереса достаточно сложно, и справиться с этим может помочь первоначальное сканирование с большим FOV в режиме STIR или T2-ВИ с жироподавлением и получением изображений в коронарной плоскости. Данный подход позволит уточнить локализацию очага воспаления и затем провести более прицельное сканирование зоны интереса [134, 135].

Помимо более четкой локализации очага воспаления, использование контрастирования показано для уточнения распространения инфекционного процесса в зону эпифиза (богатого хрящевой тканью у младенцев), что особенно актуально в раннем возрасте, поскольку поражение зоны роста способно нарушить дальнейший рост кости. По данным J. S. Weaver, I. M. Omar, W. A. Mar (2022), МРТ с контрастным усилением позволяет обнаружить невидимые на нативном сканировании скопления жидкости и некротические

ткани, абсцессы с усилением контура, гетерогенно или диффузно контрастирующие флегмоны и активный синовит. Диффузионно-взвешенная визуализация (DWI) показательна при абсцессах мягких тканей, что важно при отсутствии возможности применения контрастирования. Наряду с этим авторы относят к недостаткам МРТ меньшую эффективность при обнаружении газа в мягких тканях, чем при МСКТ [218].

По данным ряда авторов, МРТ превосходит КТ в выявлении структурных повреждений у детей и подростков с травматическим вывихом бедра. Так, исследования S. Thanacharoenpanich (2020) доказывают высокие показатели МРТ в выявлении сложных структурных повреждений тазобедренного сустава, например задней губы, а также задних переломов неоссифицированных структур вертлужной впадины. При сопоставлении с данными МСКТ показатели последней были значительно ниже, описаны изменения, которые можно было увидеть только на МР-изображениях. По мнению автора, данные преимущественно полученные при проведении МРТ, влияли на принятие хирургических решений [213].

A. Llewellyn, J. Jones-Diette, J. Kraft (2019) на основе многоуровневого анализа обследований 181 пациентов с ОМ доказали высокую информативность МРТ. Метод проявил высокую чувствительность к определению изменений в мягких тканях. А этих случаях на T1-ВИ отмечен повышенный сигнал от пораженных зон, на T2-ВИ нечеткость границ мышечной ткани, структурные изменения, скопления жидкости с повышенным МР-сигналом – (экссудат) в пораженных зонах. Грануляции, развивающиеся в перифокальных мягких тканях, определяются как зоны пониженного МР-сигнала на T1-ВИ и повышенного – на T2-ВИ. При этом акцентировано внимание на малом количестве информации по обследованиям детей – всего трое. Таким образом, подчеркнута необходимость обследований на основе УЗИ и МРТ, как безопасных с точки зрения величины лучевой нагрузки [189].

В контексте обсуждения преимуществ МРТ в диагностике патологии опорно-двигательного аппарата необходимо упомянуть о том, что с внедрением

метода в широкую практику сводится к минимуму применение остеосцинтиграфии скелета. Время расцвета метода пришлось на середину XX в., когда встал вопрос о ранней диагностике рентгенонегативных стадий заболевания и мультифокальных поражений скелета у детей. Работы Ю. Б. Лишманова и В. И. Чернова (2004) посвящены исследованию возможностей метода и свидетельствуют о высокой чувствительности, но низкой специфичности при ОМ, скрытых переломах и транзиторном синовите [50].

Из исследований последних лет внимания заслуживает работа П. В. Селиверстова (2008), посвященная анализу обширного материала у детей с диспластически-дистрофическими изменениями тазового пояса. С помощью данных остеосцинтиграфии 37 детей автору удалось доказать эффективность метода на ранней стадии поражения головки бедренной кости [86]. Аналогичные результаты получены в работе И. В. Синюк и В. А. Дударева (2016). Сравнительный анализ возможностей МСКТ и сцинтиграфии у 32 детей с болезнью Пертеса и доказал высокую чувствительность метода СГ в рентгенонегативной стадии процесса [92].

Однако в последние годы активно обсуждается мнение о сопоставимости результатов МРТ и СГ. Данный факт в сочетании с высокой лучевой и радиационной нагрузкой требует серьезных обоснований у детского контингента. Исключением, безусловно, является онкологический поиск, который мы не рассматриваем в рамках данного обзора.

Применение УЗИ для оценки МЭ поражений у детей имеет ряд преимуществ и недостатков, связанных с особенностями возрастной анатомии зоны интереса и физикой ультразвука. К преимуществам метода относятся отсутствие ионизирующего излучения, доступность и скорость выполнения процедуры [61, 64].

Недостатки УЗИ хорошо известны и обусловлены неспособностью ультразвуковой волны проходить через неповрежденную костную ткань [83]. Как следствие визуализация содержимого костномозгового канала методом УЗИ

невозможна, а деструкцию костной ткани можно оценить только при поверхностной локализации патологического очага. Тем не менее, достоинства метода определили интерес к нему со стороны многих исследователей, особенно применительно к детям первых месяцев жизни, когда хрящевые эпифизы лучше оцениваются при УЗИ.

Первый опыт применения УЗИ в оценке суставов детей появился, как только были сконструированы первые линейные датчики: уже в начале 80-х годах прошлого столетия немецкий учёный R. Graf издал фундаментальный труд по УЗИ тазобедренных суставов у младенцев. Это исследование послужило основой для многочисленных последующих работ в области применения УЗИ в детской хирургии, травматологии и ортопедии. R. Graf, на основании предшествовавших работ, доказал информативность и внедрил в широкую практику метод количественной оценки тазобедренных суставов у новорожденных и детей первых месяцев жизни, позволяющий с высокой точностью диагностировать различные патологические состояния сустава: от физиологической незрелости до вывиха. Собственно состояние МЭ зоны не являлось областью интереса автора, хотя мягкотканые компоненты сустава новорожденного R. Graf также оценивал. Так, он описал эхографическую перестройку хрящевой губы вертлужной впадины у новорожденных с вывихом тазобедренного сустава и подтвердил свои эхографические находки морфологическими исследованиями [162].

Другой обширной и перспективной именно для УЗИ областью исследования стала проблема ОМ у новорожденных и детей раннего возраста. Особенности возраста предполагают отсутствие хронических форм, и в клинической практике у детей первых месяцев жизни регистрируется только вариант ОГО, частота которого в последние десятилетия сохраняется высокой, достигая 0,4% от всех родившихся [187]. Излюбленная локализация ОГО у младенцев – МЭ зоны длинных трубчатых костей, в первую очередь проксимальный и дистальный МЭ бедренной кости, проксимальные МЭ плечевой и большеберцовой костей. На эти три локализации приходится около

80% всех случаев ОГО, при этом не исключена другая локализация ОГО [61, 65, 104]. При МЭ локализации ОГО неизбежно вовлечение в патологический процесс крупных суставов, что определяет первые клинические проявления заболевания в виде контрактуры сопряженного сустава, его отека и гиперемии [20, 26, 52, 57, 128]. Примерно в 70% случаев ОГО у новорожденных сопровождается септическим воспалением, однако благодаря широкому внедрению антибиотиков, летальность в последние годы при ОГО у младенцев практически отсутствует, даже при мультифокальных вариантах поражения, частота которых достигает 20-25% от всех случаев ОГО [83,158].

До внедрения в широкую клиническую практику УЗИ единственным лучевым методом обследования младенцев с подозрением на ОГО была СР, которая на ранних стадиях заболевания мало- или неинформативна: определялся только отек мягких тканей, да и то не более чем в половине случаев. На ранней стадии недоступны оценке хрящевые эпифизы и детализация состояния вовлеченного в патологический процесс сустава (такое наблюдается у 70–90% пациентов) [24, 44, 64, 83].

Внедрение УЗИ в практику обследования младенцев с подозрением на ОГО принципиально улучшило визуализацию патологического процесса, хотя в дебюте заболевания эхографическая диагностика костных изменений при ОГО основанная на косвенных признаках [102, 110, 185]. В первую очередь стала доступной визуализация состояния сопряженного сустава, при котором можно оценить синовиальную оболочку, выпот в суставе. При ОГО проксимального отдела бедренной кости частой эхографической находкой служит дислокация головки бедренной кости. Рядом авторов доказана диагностическая ценность визуализации параартикулярных мягких тканей: определялся их отек, утолщение надкостницы в зоне патологического процесса, в редких случаях – поднадкостничные или параартикулярные скопления детрита [61, 83]. Как казуистические, описаны случаи крупных параоссальных гнойных скоплений, например – гнойный псоит при ОГО проксимального отдела бедренной кости [2, 22, 52].

Физикальные методы исследования при данном осложнении не позволяли точно поставить диагноз: описан случай, когда гнойный псоит клинически трактовался как паховая грыжа [22]. Четкого эхографического описания гнойного псоита, пошаговой техники его эхографической диагностики в литературе не представлено: подавляющее большинство публикаций составляют единичные наблюдения, и в литературе имелись сообщения только о 30-ти доказанных случаях [22, 52]. Как единичное наблюдение, описана пункция псоас–абсцесса под ультразвуковым наведением у младенца [162, 165]. Среди особенностей техники выполнения УЗИ при подозрении на ОГО подчеркивается ценность сравнения полученного скана на стороне поражения с симметрично выполненным аналогичным сканом контралатеральной конечности и использование высокоразрешающих линейных датчиков [61, 63, 65, 83].

Эхографическая семиотика ОМ у детей старше периода новорожденности принципиально не отличается от таковой у младенцев. В первую очередь УЗИ позволяет визуализировать эхографические признаки воспалительных изменений со стороны вовлеченного сустава в виде выпота и отека синовиальной оболочки. Наиболее детально изучена эхо-семиотика коксита. Критерием эхографической диагностики коксита можно считать увеличение шеечно-капсульного расстояния до 5 мм или разницу более чем в 2 мм на стороне поражения по сравнению с контралатеральной стороной. Измерение проводится по передней поверхности тазобедренного сустава в области шейки бедренной кости, под дистальной частью подвздошно–поясничной мышцы [66, 80, 158].

Более сложно эхографически выявить признаки отека надкостницы в метафизарной зоне (увеличение расстояния от поверхности кости до гиперэхогенной задней фасции мышечного слоя) и разрежения поверхности кости, когда последняя представляет собой нечеткую и яркую «белую линию», а утолщенный до 3–4 мм рыхлый гиперэхогенный слой [199]. В редких случаях описаны поднадкостничные скопления детрита и параоссальные затеки.

Имеются сведения о выполнении у детей пункций параоссальных гнойных скоплений под ультразвуковой навигацией. В целом чувствительность метода УЗИ в диагностике ОГО составляет, по данным разных авторов, от 46 до 74% при специфичности от 63 до 99,4% [34].

На поздних стадиях заболевания (после 8–10 суток у новорожденных и после 10–14 суток у детей старшего возраста) типично появление очагов деструкции в МЭ зоне. Эти очаги могут быть дифференцированы эхографически участками нарушения целостности контура кости с образованием неструктурных гипоехогенных участков 6–10 мм и более, которые более четко определяются в ядрах окостенения эпифиза.

По мере выздоровления участок деструкции в МЭ уменьшается в размерах, постепенно восстанавливается контур кости. Однако в отдаленные сроки возможна задержка формирования ядра окостенения в эпифизе [61, 65, 126].

У детей старшего возраста эхографическое обследование становится менее информативными по причине оссификации хрящевых структур, а изменения мягких тканей в виде снижения структурности, утолщения и повышения эхогенности неспецифичны. Если нарушения целостности контура кости нет, то УЗИ не позволяет достоверно судить о процессе. Поверхностно расположенный дефект кости возможно визуализировать достоверно, равно как и наличие секвестральной коробки, но только при разрушении её стенки, которая является поверхностью кости [127, 189]. Прочие варианты МЭ поражений у детей и подростков, когда патологический очаг располагается внутрикостно, для УЗИ недоступны.

Другой крайне редкой МЭ патологией у новорожденных является ЭФ, хотя в целом, родовые повреждения костей у новорождённых встречаются с частотой около 1 случая на 1000 наблюдений [26, 53, 78]. Клиническая симптоматика поражения неспецифическая, именно анамнестические данные (в подавляющем большинстве случаев – травматичные роды) значительно облегчают диагностику. Клинически проводится дифференциальная

диагностика ЭФ и ОГО соответствующей локализации [64, 83, 104]. Рентгенологическая диагностика малоинформативна: хрящевые эпифизы не визуализируются при СР, и судить о присутствии патологии можно только косвенно по смещению диафиза, что требует значительного личного опыта врача лучевой диагностики и/или хирурга. Публикации, посвященные УЗИ при ЭФ у новорожденных немногочисленны и содержат единичные собственные наблюдения [63, 215]. В основном описаны ЭФ проксимального отдела плеча, при этом в дифференциально-диагностический ряд, помимо ОГО, добавляется травматический парез плечевого сплетения [202]. Значительно реже встречаются описания ЭФ дистального отдела плечевой кости и дистального отдела бедренной кости. Впрочем, критически малое число публикаций на эту тему не позволяет сделать достоверные выводы, как о частоте патологии, так и о диагностической ценности УЗИ при ней [65]. Таким образом, анализ имеющихся литературных данных относительно диагностических возможностей УЗИ при МЭ патологии у детей, показал, что остается значительное количество нерешенных проблем: низкая эффективность метода в выявлении деструкции костного матрикса и изменений в интрамедуллярной стадии воспалительного процесса.

Обработывая большое количество специальной информации, посвященной томографическим и рентгенологическим исследованиям при поражении метафизов и эпифизов у детей, можно обнаружить существенную сегрегацию этих методов относительно той патологии, с которой госпитализируются педиатрические пациенты. Сформирован вывод, что в настоящий момент МР-визуализация опорно-двигательного аппарата, особенно воспалительных процессов, АН и врожденных заболеваний начинает вытеснять МСКТ и СР с их традиционного поля деятельности. Тогда как травматические повреждения МЭ отделов и системные заболевания скелета, не сопровождающиеся изменением костного матрикса, остаются предметом исследования рентгеновских методов и методик.

Резюмируя обзор современных литературных данных, необходимо отметить разрозненность информации и недостаточную степень изученности лучевой семиотики МЭ поражений. Наряду с этим, не определены объемы исследований в зависимости от предполагаемой патологии, наличия или отсутствия сочетанных патологических изменений, стадии заболевания. Наиболее важным дефицитом представляется отсутствие информации об оптимальных сроках контрольных исследований в зависимости от возраста пациента, стадии патологического процесса и результатов предыдущих исследований.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика и алгоритмы обследования пациентов

Диссертационная работа выполнена на основании исследования 391 пациента с поражением эпифизов и метафизов костей за период 2013–2021 гг. в условиях многопрофильного стационара с консультативно-диагностическим отделением. Средний возраст пациентов составил от 1 суток жизни до 17 лет 11 мес. В табл.1 представлено общее количество обследованных больных в зависимости от возраста и варианта обращения.

В процессе обследования в зависимости от возраста и нозологической формы выделены 4 основные группы исследования:

- новорожденные и дети в возрасте до 6 мес. – 108 пациентов (27,6%);
- дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ОГО – 76 пациентов (19,4%);
- дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ПХО – 155 пациентов (39,7%);
- дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с АН – 52 пациента (13,3%).

Таблица 1

Общая характеристика и тип обращения пациентов

Тип обращения	Экстренное	Плановое	Всего
Количество, n	267	124	391
Доля, %	68,3	31,7	100
—		из них:	
Тип обращения	Возраст, мес	Количество, n	Доля, %
Экстренные	<6	108	27,6
Экстренные	≥6	159	40,7
Плановые	≥6	124	31,7

По данным таблицы, группу первично обратившихся составили 267 пациентов (68,3%), впервые обратившиеся за медицинской помощью (независимо от длительности жалоб), либо переведенные по экстренным показаниям из других учреждений. Группу обратившихся в плановом порядке

составили 124 (31,7%) ребенка, ранее консультированные в других учреждениях и обследованные хотя бы одним лучевым методом.

В состав групп исследования включены дети и подростки с ОГО, ЭФ, АН и ПХО (включая атипичные формы).

Все данные пациентов изучались исходя их нижеследующих критериев:

- Критерии включения в исследование:

1. возраст до 18 лет;
2. информированное согласие родителей или опекунов;
3. отсутствие признаков эндокринного, ревматоидного, гематологического заболевания и новообразований скелетно-мышечной системы.

- Критерии невключения в исследование:

1. отказ родителей от включения в исследование;
2. подозрение на эндокринное, ревматоидное, гематологическое или онкологическое заболевание;
3. наличие противопоказаний к диагностическим исследованиям и невозможность замены;
4. отказ пациентов или родителей (законных представителей) от проведения диагностических исследований.

В процессе обследования в зависимости от возраста и нозологической формы выделены 4 основные группы исследования:

- I группа – новорожденные и дети в возрасте до 6 мес. – 108 (27,6%) пациентов;
- II группа – дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ОГО – 76 (19,4%) пациентов;
- III группа – дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ПХО – 155 (39,7%) пациентов;
- IV группа – дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с АН – 52 (13,3%) пациента.

В I группу вошли 108 новорожденных и пациентов в возрасте до 6 мес. (табл. 2).

Таблица 2

Распределение пациентов I группы по полу и возрасту

Возраст	Менее 24 ч	От 1 сут до 7 сут	От 7 сут до 1 мес	От 1 мес до 6 мес	Всего, n	Доли, %
Мальчик	2	7	17	17	43	39,8
Девочка	1	4	36	24	65	60,2

Такое распределение обусловлено анатомо-физиологическими особенностями детского скелета, сроками оссификации патогенезом предполагаемого заболевания.

Среди новорожденных и детей в возрасте до 6 мес. преобладали пациенты с ОГО (n=100). Так же в выборке присутствовали дети с ЭФ бедренной кости (n=8).

Пациенты старшей возрастной группы распределены в соответствии с нозологической формой.

В группу II включены 76 детей в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ОГО (табл. 3).

Таблица 3

Распределение пациентов II группы по полу и возрасту

Возраст, годы	0,5 – 3	3 – 7	7 – 12	12 – 18	Всего, n	Доли, %
Мальчик	10	11	9	21	51	67,1
Девочка	3	7	6	9	25	32,8

В таблице представлено преобладание в данной группе пациентов подросткового возраста (39,5%) с преимущественным количеством мальчиков (67,1%). Обращал на себя внимание факт наличия активных занятий спортом у 62,4% мальчиков.

В группу III включены дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ПХО и его атипичными формами – 155 пациентов. Распределение пациентов отражено в табл. 4.

Таблица 4

Распределение пациентов III группы по полу и возрасту

Возраст, годы	0,5 – 3	3 – 7	7 – 12	12 – 18	Всего, n	Доли, %
Мальчик	9	18	23	35	85	55,1
Девочка	12	15	16	27	70	44,8

Данные таблицы свидетельствуют о преимуществе пациентов мужского пола, при этом преобладали дети от 12 лет.

В группу IV включены дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с АН – 52 пациента (табл. 5).

Таблица 5

Распределение пациентов IV группы по полу и возрасту

Возраст, годы	0,5 – 3	3 – 7	7 – 12	12 – 18	Всего, n	Доли, %
Мальчик	7	6	16	7	36	69,2
Девочка	2	2	11	1	16	30,8

В группе детей с АН выделена доминирующая когорта мальчиков в возрасте 7–12 лет (30,8%). Несколько меньшее, но также преобладающее количество имели девочки этой же возрастной группы (21,2%).

Как следует из данных таблиц, в группе новорожденных и детей до 6 мес. отмечено явное преобладание девочек в возрасте от 1 недели до месяца. В остальных выборках отмечено преимущественное представительство мальчиков подросткового возраста.

2.2. Общая характеристика лучевых методов обследования

План обследования всех пациентов составлен в соответствии со стандартами оказания помощи детскому населению.

При клиническом осмотре учитывались жалобы пациента, или родителей, или их законных представителей. На момент обращения, анамнез заболевания, с акцентом на сроки возникновения активной симптоматики и данные физикального обследования.

Физикальное обследование включало общий осмотр пациента, оценку соматического и локального статусов: симметричность и длину конечностей, пальпацию и перкуссию заинтересованного сегмента и анализ функции конечности с акцентом на ротационные движения.

Диагностические методы состояли из лабораторных и лучевых исследований. Первичная лабораторная диагностика состояла из общеклинических анализов крови, мочи с определением биохимических параметров: С-реактивного белка, D-димера, креатинина, щелочной фосфатазы и ревматоидного фактора.

Лучевые методы объединили СР, ТС, УЗИ, МСКТ и МРТ. Общий объем исследований представлен в виде диаграммы (рис. 1).

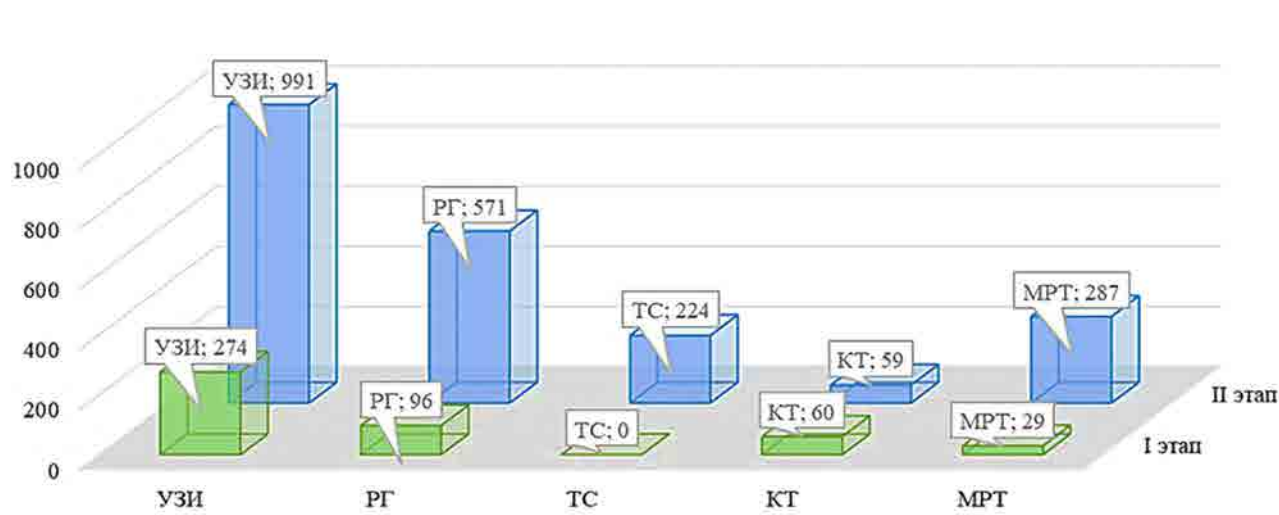


Рис.1 – Диаграмма общего объема исследований

Обследование пациентов проведено по разработанным алгоритмам в зависимости от возраста и предполагаемой нозологической формы.

Лучевое обследование новорожденных и детей до года производилось по собственной схеме «Алгоритм рациональной лучевой диагностики поражений эпифизов и метафизов костей у новорожденных» (патент №128031 от 09.04.2021). Этапность обследования детей старше года и подростков при подозрении на острый воспалительный процесс костей и суставов соответствовала собственной схеме-алгоритму «Алгоритм рациональной

лучевой диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей и подростков» (патент №130176 от 22.03.2022).

На основании анализа клинической картины, интерпретации лабораторных данных и результатов лучевых методов определялся план лечения.

Выполнено 263 операции, в результате которых производилась биопсия материала с последующей морфологической верификацией (бактериологическая и цитологическая, ИГХ). При отсутствии оперативного лечения верификация диагноза производилась клинико-рентгенологическим динамическим контролем.

Окончательным этапом явилось сопоставление данных лучевых методов с результатами морфологического анализа и статистическая обработка данных.

В результате проведённого исследования впервые была составлена база данных лучевых изображений «Поражения эпифизов и метафизов у детей и подростков» (свидетельство о регистрации № 2021622045 от 30.09.2021).

С целью наглядной демонстрации дизайн исследования представлен в схеме (рис. 2).



Рис. 2 – Схема обследования пациентов

2.2.1. Ультразвуковое исследование

Выполнялось с помощью аппарата премиум класса Voluson E-8 без седации пациентов, если позволяло состояние ребенка и ургентность ситуации – после кормления. При обследовании младенцев использовались микроконвексный (4–8 МГц) и линейный (3–14 МГц) датчики. В других возрастных группах исследование проводили по общепринятым методикам с поправкой на анатомические размеры каждого конкретного ребенка. При сканировании МЭ областей использованы доступы, наиболее информативные в плане обнаружения внутрисуставного выпота, нарушения конфигурации сустава, дислокации эпифизов. Все изменения положения тела ребенка и пораженной конечности выполнялись только присутствующим на обследовании лечащим врачом. При сканировании области каждого сустава применены по 3 основных доступа.

2.2.2. Стандартная рентгенография

Всем пациентам с жалобами на боли в конечностях и деформацию сегмента конечности при первичном обращении, а также на этапах консервативного и оперативного лечения была исполнена СР в методологически обоснованных (предусмотренных) проекциях. Для визуализации степени погружения головки бедренной кости в вертлужную впадину выполнялись специальные проекции: рентгенограмма с отведением и внутренней ротацией бедра под углом 45° , по Лаунштейну. Специальные проекции выполнялись в рентгеновском кабинете строго под контролем лечащего врача с учетом клинической картины.

СР выполнена с помощью рентгенографическом комплексе «FDR Acseperate» (Fujifilm, Япония) с программным обеспечением для многочастотной обработки медицинских диагностических изображений на рабочей станции DX CL MFPE и для записи изображений на медианосителе в DICOM-протоколе DX CL DICOM MEDIA STORAGE.

Параметры съемки верхних и нижних конечностей у детей в возрасте до года на столе с решеткой и малым фокусным пятном: напряжение – 60 кВ, ток – 200–250 мА, экспозиция около 2,5 мАс (10–12 мс), РИП – 100 см.

Параметры съемки области таза у детей до года на столе без решетки и большим фокусным пятном: напряжение – 80 кВ, ток трубки – 320 мА, экспозиция – 5,12 мАс (16 мс), РИП – 100 см.

У детей в возрасте старше года исследование проводилось по стандартным протоколам.

Для исследования реанимационных пациентов применялся передвижной рентгеновский аппарат МобиРен-4 МТ (Россия).

2.2.3. Томосинтез

ТС выполнялся с помощью цифрового рентгеновского аппарата FDR AcSelerate (Fujifilm, Япония).

Методика проведения ТС костно-суставной системы у детей и подростков включала этапы инструктажа пациента и/ или сопровождающего лица, в случае раннего возраста больного. Целью инструктажа детей старше 3 лет была важность акцентировать внимание на соблюдении неподвижного состояния и задержки дыхания до полной остановки рентгеновской трубки. У детей младшего возраста указания были направлены на обеспечение спокойного поведения ребенка и адекватный ответ на инструкции.

Важно отметить, что новорожденным и детям до года в связи со сложностями фиксации процедура проводилась в состоянии естественного сна после кормления.

Наряду с этим обращали внимание на значение правильной укладки, прямо влияющее на параметры диафрагмирования области обследования. Учитывая антропометрические различия детей, необходимым условием являлась корректировка положения источника и приемника рентгеновского излучения при работе. При отсутствии корректировки диагностическая ценность конечных изображений снижалась.

ТС костно-суставной системы имел параметры сканирования:

- расстояние облучения (SID) – расстояние сканирования от трубки до плоской панели (от 100 до 130 см);
- угол наклона трубки (от 20 до 50 °);
- глубина центрального среза (выставлялась лаборантом непосредственно) (мм);
- высота сканируемого объекта (измерялась лаборантом) (мм);
- интервал между срезами в зависимости от области исследования (мм);
- режим реконструкции.

Временной промежуток сканирования детей и подростков составлял от 3 сек. до 7 сек., в зависимости от заданных параметров. Полученные «сырые данные» реконструировались. Полная информация сохранялась программой Ocean Connect.

Полученные данные анализировались с учетом отсутствия артефактов и суммационного эффекта. Критерии оценки цифровых томограмм включали изучение положения костей, костно-трабекулярной структуры и окружающих мягких тканей. В ходе обследования сформированы методические рекомендации по применению методики ТС при заболеваниях костно-суставной системы у детей и подростков (Учебно-методическое пособие «Томосинтез в диагностике заболеваний костно-суставной системы у детей» / Москва, 2018, 36 с).

2.2.4. Магнитно-резонансная томография

Методика выполнялась с помощью магнитно-резонансного томографа ExelartVantage Atlas-X (Toshiba, Япония) с индукцией магнитного поля 1,5 Тл.

Новорожденным и пациентам в возрасте до 6 лет исследование проводилось с анестезиологическим пособием. На протяжении всей процедуры присутствовала анестезиологическая бригада. Положение пациента в катушке body лежа на спине с укладкой головы в головную катушку для фиксации анестезиологического оборудования. Направление головы от туннеля. При подозрении на мультифокальное поражение у новорожденных и детей в возрасте до года выполнялось исследование всего тела.

Получали обзорное изображение широким блоком в коронарной плоскости с использованием быстрых импульсных T2-взвешанных последовательностей, затем T1-ВИ и STIR в коронарной плоскости с последующим переходом на зону интереса малым полем обзора с применением программ подавления сигнала от жировой ткани – STIR. Использовались 3 ортогональные плоскости: аксиальная, коронарная и сагиттальная, которые компоновались в зависимости от локализации выявленных очагов.

Сканирование МЭ областей у детей и подростков выполнялось по отработанным методикам с применением стандартных протоколов. Контрастное усиление не проводилось.

Исследование начинали со стандартных программ для зоны интереса T1-ВИ, T2-ВИ, PD и программы с подавлением сигнала от жировой ткани (STIR, PD FS) в 3 ортогональных плоскостях. В зависимости от полученных данных в процессе сканирования дополнялись программы DWI ($b=800$) и T1 FS до и после внутривенного контрастирования.

Средний протокол сканирования в зависимости от антропометрических данных пациента и зоны исследования составил 20–27 мин:

- Обзорная программа (localizer: AX–SAG–COR);
- T1-ВИ, TR=700, TE=18–36;
- T2-ВИ;
- T2-STIR TR=6669, TE=30;
- PD TR=2300–2850, TE=36;
- PD FS TR=2300–2700, TE=18–36;
- DWI, $b=800$ с построением ADC-карт;
- T1 FS+C для контрастных исследований.

В ходе анализа МР-данных оценивали изменение сигнальных характеристик костной ткани, интрамедуллярных, параоссальных и параартикулярных структур. Последовательности с подавлением сигнала от жира давали представление о наличии отека костного мозга.

T1-взвешенные изображения были оптимальны для оценки анатомических структур и жировых компонентов нормальных мягких тканей (например, для подтверждения жиросодержащей массы). T2-взвешенные изображения отражали наличие жидкостного компонента и структурные изменения костного матрикса, PD-взвешенные изображения отражали сигнал от жидкостных структур и позволяли дифференцировать их между собой.

2.2.5. Мультисрезовая компьютерная томография

МСКТ выполнялась на рентгеновском компьютерном томографе «Aguilion Prime 64» (Toshiba, Япония). Исследование детей до года в 45% проводилось с анестезиологическим пособием. В остальных случаях

необходимое состояние неподвижности пациента достигалось в результате естественного сна после кормления.

Технические условия исследования у детей до 12 лет осуществлялись в рамках стандартных протоколов сканирования с учетом возраста и веса. Контрастное усиление не проводилось.

МСКТ суставов выполнено по стандартным протоколам, в зависимости от возраста: дети до 12 лет были разделены по массе тела: до 15 кг, 16–35 кг, 36–45 кг, 46–60 кг и >60 кг; дети старше 12 лет, имеющие нормальный для своего возраста вес, обследованы по протоколам сканирования взрослых.

Детям в возрасте от 0 до 3 мес. проведено нативное сканирование в состоянии естественного сна.

Пациенты в возрасте от 3 мес. до 4 лет и с особенностями развития обследованы под наркозом (внутривенное или ингаляционное ведение общей анестезии).

Укладки при сканировании использованы стандартные: плечевые суставы- головой в сторону гентри, суставы нижних конечностей- ногами в сторону гентри. При обследовании нескольких зон (верхние и нижние конечности) ребенка не перекладывали, а проводили необходимые сканирования из одной длинной сканограммы, вызывая для каждой зоны необходимый прописанный протокол сканирования.

Нестандартные укладки использованы при обследовании дистального отдела предплечья и кисти, лучезапястного сустава, локтевого сустава и всей верхней конечности: пациента укладывали на спину, руку фиксировали на столе сканирования в сторону гентри, голову и шею максимально возможно отводили в противоположную от обследуемой конечности сторону, с целью исключения головы из зоны сканирования.

Детей до года после введения в наркоз укладывали поперек стола и выводили руку вдоль стола сканирования в сторону гентри под прямым углом к туловищу.

2.3. Морфологический метод

Выполнено 263 операции, производилась биопсия материала с последующей морфологической верификацией (бактериологическая, цитологическая, ИГХ). При отсутствии оперативного лечения верификация диагноза производилась клинико-рентгенологическим динамическим контролем.

Для оценки многообразия изменений, возникающих в костной ткани при различных патологических процессах, врачу-патологоанатому представляли основные макро- и микроскопические данные. Макроскопическая характеристика заключалась в описании патологического очага и включала следующие параметры: цвет, размер, консистенция, четкость границ, очагов кровоизлияний, некрозов. При гистологическом исследовании описывались структурные и ультраструктурные изменения костной и прилежащих тканей. Для постановки диагноза учитывались клинические и лучевые данные. В ряде случаев стандартные методы окраски (декальцинация и последующая окраска гематоксилином, окрашивающим базофильные клеточные структуры яркосиним цветом; эозином, окрашивающим эозинофильные структуры клетки красно-розовым цветом) не позволяли верифицировать патологический процесс. В таких случаях прибегали к дополнительным методам: иммуногистохимическому и молекулярно-генетическому.

Информацию, полученную в результате исследования последовательно введены в базу данных пациента.

2.4. Методы статистического анализа материала

Статистическая обработка данных производилась программами Microsoft Excel 365 и R Studio версии 2021.09.2. Симметричные выборки описывались средним, стандартным отклонением, минимумом и максимумом, остальные – медианой и интервальным интервалом. Для статистического анализа связи между факторами составлялись таблицы сопряженности и к ним применялись критерий χ^2 (хи-квадрат) Пирсона или критерий Фишера для сравнения

пропорций (нулевая гипотеза: пропорции равны; двусторонняя альтернатива: пропорции не равны). Уровень значимости полагался равным 0,05.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ ДО 6 МЕСЯЦЕВ

3.1. Клинико-лабораторная характеристика

Основную группу составили 108 пациентов (126 очагов поражения) в возрасте от 5 ч до 5 мес. 29 сут.

Распределение детей по полу и возрасту на момент обращения в клинику представлено в таблице 6. Верхняя граница возраста данной группы пациентов обоснована окончанием острого воспалительного процесса, начавшегося в неонатальном периоде (первые 28 суток жизни) с учетом поправки на гестационный возраст пациентов (табл. 6).

Таблица 6

Распределение детей по полу и возрасту на момент обращения

Возраст	Менее 24 ч	От 1 сут до 7 сут	От 7 сут до 1 мес	От 1 мес до 6 мес	Всего, n	Доли, %
Мальчик	2	7	17	17	43	39,8
Девочка	1	4	36	24	65	60,2
Сумма, n	3	11	53	41	108	100
Доли, %	2,7	10,2	49,1	38	—	—

Как видно из представленной таблицы, на первой неделе жизни дети поступали в клинику редко. Младенцы, поступившие в возрасте менее суток (3), имели ЭФ трубчатых костей. Дети первой недели жизни – ЭФ (2), подвывих головки лучевой кости (1) и ОМ (8). Важно отметить, что в 5 из 8 случаев ОМ развивался на фоне врожденного вывиха бедра, при этом причиной направления в стационар была деформация области тазобедренного сустава и ограничение отведения конечности.

В возрасте от 1 недели до 1 месяца было наибольшее количество детей (62%), существенно преобладали девочки. Несколько меньше было младенцев в возрасте более 1 месяца (38%), из них 28(25,9%) младенцев были недоношенными (гестационный срок 25–38 недель).

Гендерные различия были существенными: девочки составляли 60,2% ($p=0,004$), при этом наибольшее количество девочек отмечено в возрасте от 1 недели до 1 месяца (49,1%).

Жалобы пациентов на момент поступления оценены только косвенно, со слов родителей (46%) или медперсонала (при переводе из других стационаров) (54%) (Рис. 3).

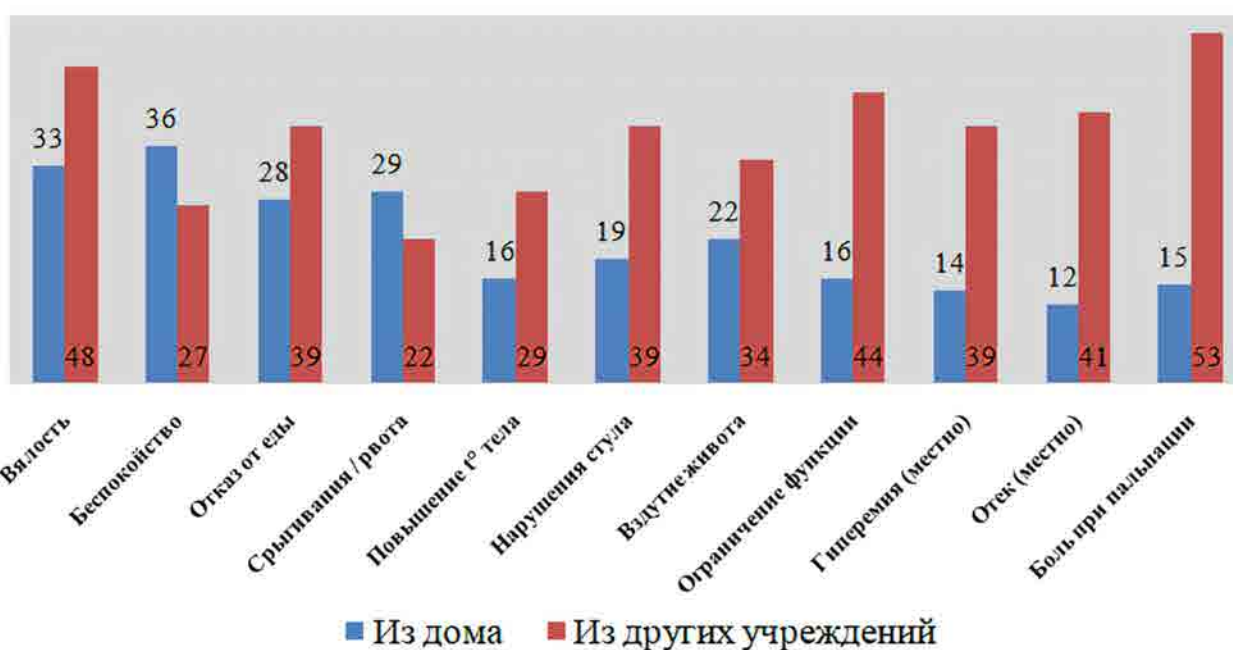


Рис. 3 – Диаграмма структуры жалоб пациентов при поступлении

Из представленной таблицы следует, что у младенцев втрое чаще отмечались жалобы общего характера: изменение поведения, аппетита, характера стула. Реже родителями отмечались жалобы на местные изменения в виде ограничения подвижности конечности и/или изменения конфигурации сустава.

Оценивая длительность заболевания до момента поступления в стационар, началом болезни считали появление местной симптоматики либо изменение поведения ребенка, обратившее на себя внимание родителей.

Проведенный по таким принципам анализ показал, что средняя длительность от начала заболевания до момента поступления в клинику для «домашних» детей составила 2,26 суток (3 часа – 1 неделя), для детей,

переведенных из других стационаров 1,4 суток (4 часа – 2,5 суток), в первом случае около месяца при некорректной трактовке исходных рентгенологических данных.

При клиническом обследовании пациентов на момент поступления состояние было расценено как удовлетворительное у 82,4%, среднетяжелое в 14,8%, тяжелое в 2,8%. В последнем случае дети сразу госпитализировались в отделение реанимации и интенсивной терапии, остальные пациенты – в профильные отделения.



Рис. 4 – Диаграмма структуры клинических симптомов на момент поступления

Как видно на рисунке, осмотр в стационаре намного чаще выявлял симптомы, характеризующие локальный статус (рис.4). Это связано, прежде всего, с профессионализмом врачей и прицельным поиском местной симптоматики.

Всем детям при поступлении выполнялись анализы крови (клинический и биохимический) и мочи. Частота выявленных изменений (выбраны только наиболее значимые параметры) показана на рис. 5.

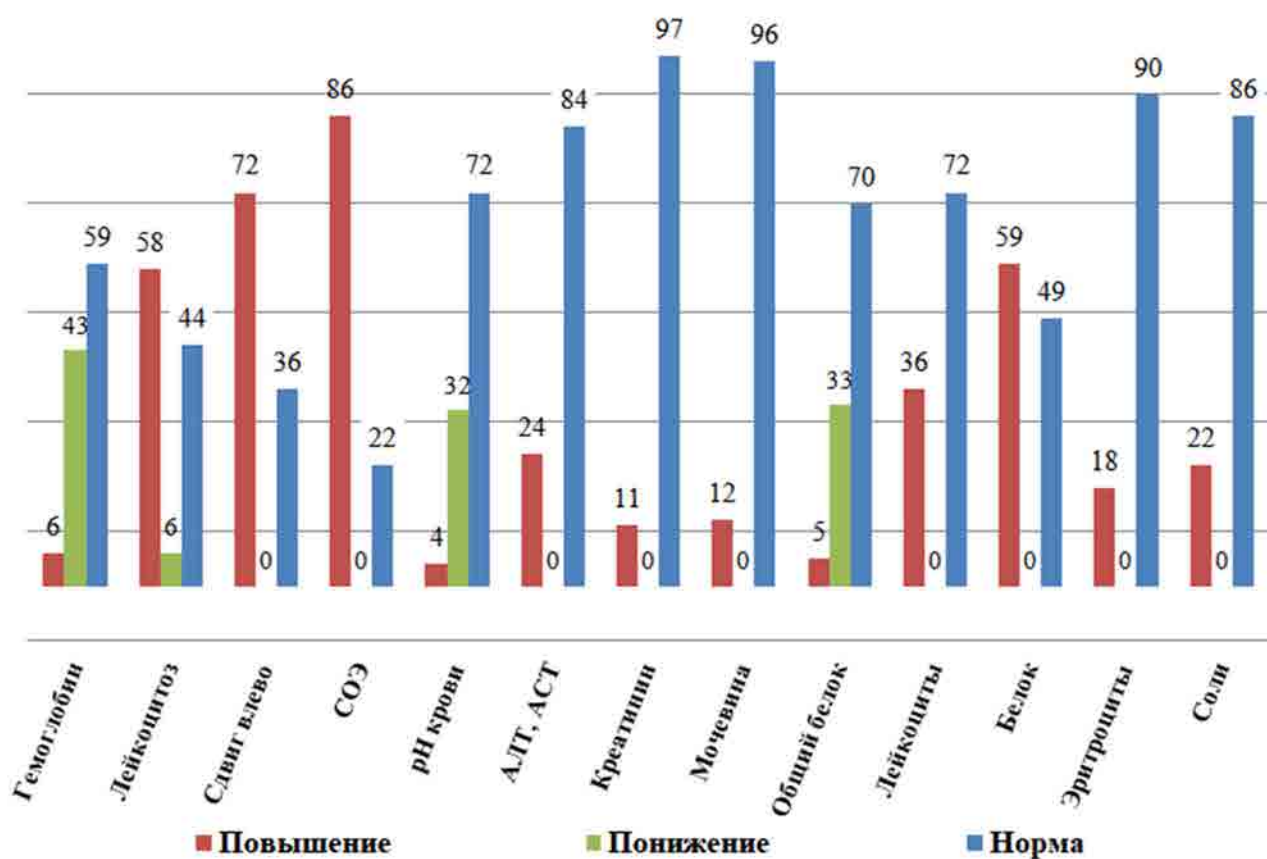


Рис. 5 – Диаграмма изменений лабораторных анализов при поступлении

Рисунок показывает, что при поступлении имело место значительное повышение СОЭ (86,1%), общего белка (59%) и лейкоцитоз крови отмечен в (58,3%). Обращало внимание снижение гемоглобина (43%), что было связано не только с заболеванием, но и с тяжестью преморбидного фона у недоношенных детей. Наряду с повышением белка у 33% отмечалось снижение уровня белка крови. Повышение мочевины (12,5%) и креатинина (11%) было незначительным и отмечалось только у наиболее тяжелых пациентов.

Локализация патологического процесса была разнообразна. При этом у 101 пациента с ОМ было 118 очагов поражения, из 108 пациентов с МЭ поражениями у 6 детей был ЭФ (проксимальный ЭФ плеча – 1, дистальный ЭФ плеча – 2, дистальный ЭФ бедренной кости – 3), вывих головки лучевой кости, в остальных — ОМ поражение. Локализация МЭ очагов ОМ представлено на рис. 6.



Рис. 6 – Диаграмма локализации МЭ поражений

Как показано на рисунке, МЭ поражения трубчатых костей нижней конечности встречались почти в 2 раза чаще – 64,4%, чем верхней – 35,6%, при этом 83,4% всех поражений пришлось на 3 локализации: проксимальные отделы бедренной и плечевой костей и дистальный отдел бедренной кости.

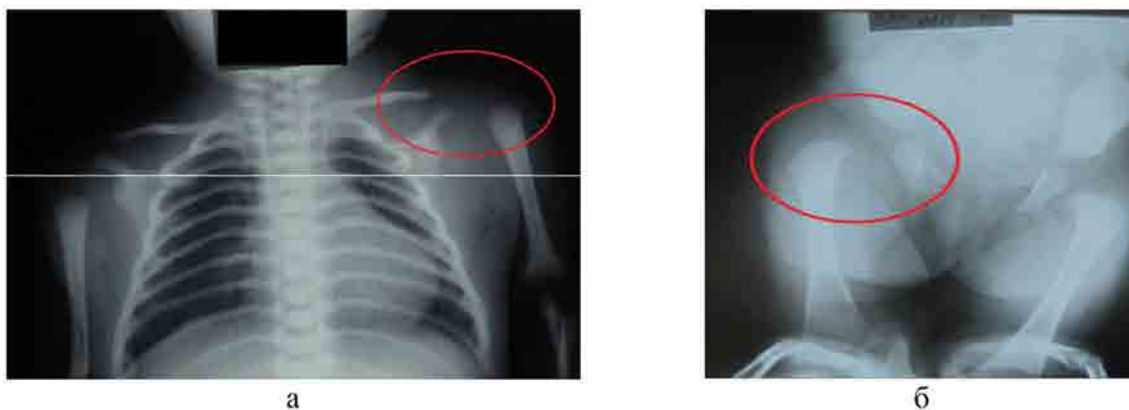
Помимо перечисленных МЭ поражений, у пациентов с ОМ процессом имели место патологические очаги другой локализации (кости черепа – 1; ребра – 5 у двух детей; челюсти – 2 у одного ребенка; позвонки – 3; ключица – 1; таранная и пяточная кости – по 1; кости таза – 3 у детей с ОМ проксимального отдела бедренной кости; пястные и плюсневые кости – по 1), а также сопутствующие тяжелые поражения, прямо или косвенно обусловленные основным заболеванием. К последним можно отнести: синус-тромбоз (1), пиелонефрит (3), пневмонию (4), энтероколит (4).

3.2. Лучевая семиотика метаэпифизарных поражений

При поступлении пациента в стационар в первую очередь выполнялось рентгеновское исследование области предполагаемого поражения в 2-х проекциях независимо от длительности заболевания. Несмотря на отсутствие

вероятности обнаружения деструкции кости в первые 5–8 суток от начала патологического процесса, рентгенологическое обследование выполнялось всем пациентам для решения следующих вопросов:

1. выявление повреждения костей (переломы диафизов костей, в том числе антенатальные, как симуляторы МЭ поражений);
2. определение нарушения конфигурации суставов: ЭФ, врожденный вывих бедра, как преморбидное состояние у младенцев с ОМ проксимального отдела бедренной кости (рис. 7).



*Рис. 7 – Рентгенограммы младенцев с МЭ поражениями в дебюте заболевания, косвенные рентгенологические изменения (зона интереса выделена красным контуром):
а – младенец 1 сут. жизни — признаки ОМ головки плечевой кости, латеропозиция проксимального отдела плечевой кости; б – ребенок 15 сут. жизни — вывих бедра справа*

Эхографические изменения при МЭ поражениях у новорожденных и младенцев весьма разнообразны, в связи с чем целесообразно привести их подробное описание.

3.2.1. Эхографические изменения области поражения

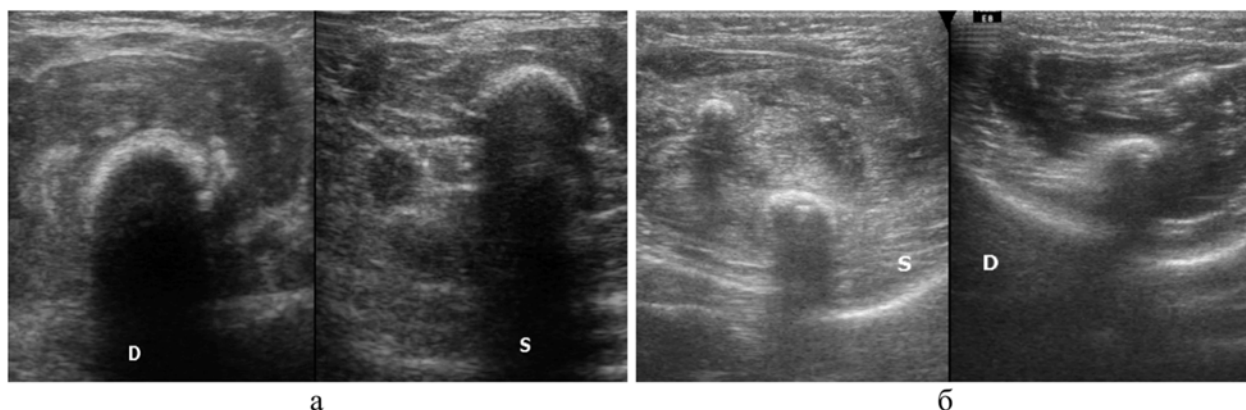
Для дебюта ОМ были типичны эхографические изменения мягкотканного компонента области поражения. Изменения эпифизов и метафизов удавалось зафиксировать позже, только после 6–8 суток. При ЭФ и вывихе сегмента костные изменения фиксировались с момента поступления младенца.

Выделялись характерные для ОМ изменения:

1. отек параартикулярных мягких тканей;
2. утолщение синовиальной оболочки сустава;
3. выпот в суставе;
4. утолщение надкостницы;
5. параоссальное скопление содержимого;
6. гнойные затеки.

К косвенным эхопризнакам воспалительного генеза заболевания можно отнести увеличение регионарных лимфоузлов.

Отек параартикулярных мягких тканей эхографически выглядел как утолщение мягких тканей в зоне интереса, часто – повышение эхогенности (66,5%) и всегда – снижение структурности мягких тканей с утратой четкости «ячеистого» строения подкожной клетчатки. Утолщение составляло 30–85% по сравнению с контралатеральной стороной. Сопоставление с симметричной областью здоровой конечности выполнялось во всех случаях, максимально удобным для этого было выполнение обследования в режиме 2 полей (рис. 8). Типичных для резко выраженного отека тонких жидкостных прослоек в отечных мягких тканях у младенцев зафиксировано не было.



*Рис. 8 – УЗИ тазобедренных суставов младенца с ОМ проксимального отдела бедренной кости, сонограммы в поперечных сканах в режиме 2-х полей; отек мягких тканей в области поражения:
а – верхняя треть бедра на стороне поражения (D) и на контралатеральной стороне (S);
б – верхняя треть голени на стороне поражения (D) и на контралатеральной стороне (S)*

Утолщение синовиальной оболочки сустава наблюдалось в подавляющем большинстве случаев среди детей с ОМ (92,1%). В норме данная анатомическая

структура у младенца не дифференцировалась. При воспалительных изменениях синовиальная оболочка сопряженного с пораженным метаэпифизом сустава выглядела как гипоэхогенная, относительно толстая (1–1,5 мм) выстилка сустава (93,4%) (рис. 9).

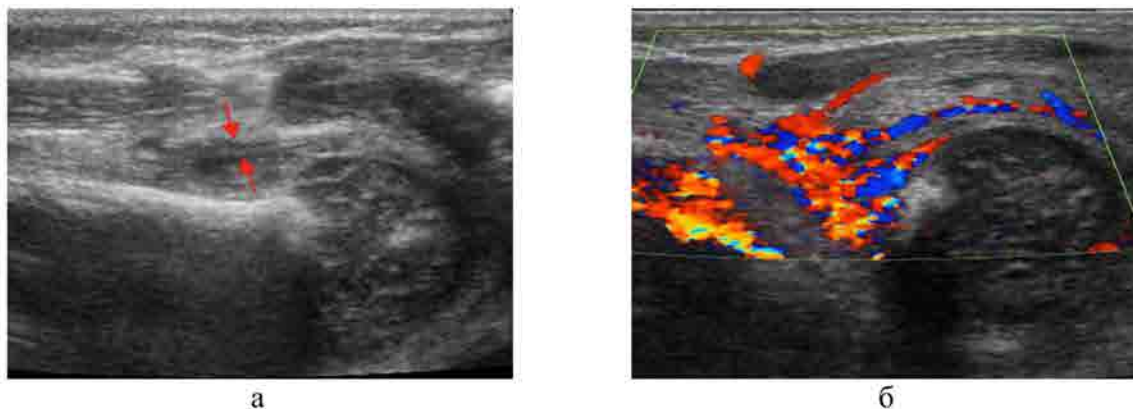


Рис. 9 – Сонограммы тазобедренного сустава младенца в дебюте ОМ проксимального МЭ: а – утолщенная синовиальная оболочка сустава (между стрелками); б – усиление сосудистого рисунка в мягкотканых элементах сустава

В цветовом доплеровском режиме сканирования удавалось зафиксировать усиление интенсивности сосудистого рисунка в синовиальной оболочке сустава и параартикулярных тканях, но самостоятельного диагностического значения этот признак не имел.

Выпот в полости сопряженного сустава наблюдался в большинстве случаев (89,5%), при этом в 68,4% сопровождался утолщением синовиальной оболочки сустава. Незначительное количество выпота отмечено в 81,7% наблюдений (толщина слоя выпота в суставе 1–2 мм), умеренное – в 11,3% (толщина слоя выпота в суставе 3–4 мм), значительное – в 7,0% случаях (5 мм и более). Консистенцию выпота, ввиду минимального количества, было сложно охарактеризовать эхографически. В случае, когда толщина слоя выпота составляла или превышала 3 мм, его консистенция соответствовала насыщенной мелкодисперсной взвеси (рис. 10).



*Рис. 10 – Сонограммы тазобедренного сустава младенца в дебюте МЭ ОМ
 а – проксимальный отдел бедра — на стороне поражения (D) – минимальное количество выпота в суставе; б – выпот в верхнем завороте коленного сустава; в – выпот (стрелки) в полости левого плечевого сустава (S); г – (1) дистальный эпифиз плеча, (2) выпот около шейки лучевой кости*

Утолщение надкостницы – для оценки эхосимптом патологического процесса для детей периода новорожденности. В когорте детей периода новорожденности симптом наблюдался только в 27,0% случаев (рис. 11). Толщина надкостницы не превышала 1,5 мм. Довольно редко эхо-симптом наблюдался при поражении проксимального отдела бедренной кости (12,0%), более или менее в равной пропорции отмечен при остальных локализациях остеомиелитического поражения. В то же время, при ЭФ и врожденном вывихе бедра достоверного отека надкостницы выявлено не было. Утолщение надкостницы отмечалось при продольном сканировании области интереса на максимальном пространственном разрешении аппаратуры. Как и в остальных случаях, обязательно проводилось сравнение с симметричной областью контралатерального сустава.



Рис. 11 – Сонограммы тазобедренных суставов пациента 3-х мес. с ОМ, утолщение надкостницы: а – УЗИ проксимальных отделов плечевых костей (между красными стрелками), справа (D) толщина надкостницы достоверно больше; б – дистальный отдел бедра, помимо утолщения надкостницы определяется нечеткость контура кости в виде утолщения (между белыми стрелками)

Параоссальные скопления детрита встречались нечасто (14,1%) и представляли собой скопления гипоэхогенного содержимого вдоль метафиза пораженной кости. Толщина такого скопления редко достигала даже 2 мм, протяженность обычно не превышала 15 мм. Муфтообразная форма скопления наблюдалась только 3 раза, в остальных случаях скопление локализовалось со стороны максимальной выраженности воспалительного процесса (рис. 12).

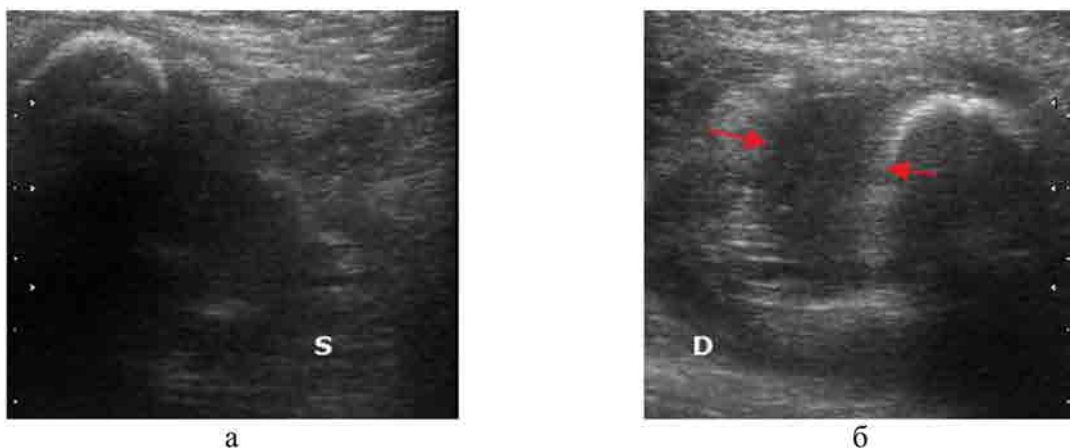


Рис. 12 – Сонограммы тазобедренных суставов ребенка 4 мес. с ОГО: а – УЗИ левого сустава (S) параоссальное скопление в области проксимального метафиза бедренной кости, исследование в режиме 2-х полей; б – УЗИ правого сустава (D) – параоссальное скопление (между стрелками)

Гнойные затеки наблюдались редко (9,5%) и всегда требовали хирургического лечения. В 3 случаях остеомиелит проксимального отдела бедренных костей сопровождался развитием гнойного псоита (в двух случаях

имелось также остеомиелитическое поражение костей таза), еще в 3 случаях гнойные затеки при таком остеомиелитическом поражении имели другую локализацию. Также гнойные затеки, достигающие размеров 1х3 см, наблюдались при остеомиелите проксимального отдела плечевой кости (3), проксимального отдела лучевой кости (1), дистального отдела лучевой кости (1), дистального отдела большеберцовой кости (1). В зависимости от локализации гнойные затеки имели ровные или неровные контуры, относительно правильную, вытянутую форму, содержимое их выглядело как насыщенная дисперсная взвесь и перемещалось при компрессии датчиком области интереса и/или при изменении положения тела пациента. Гнойный псоит имел типичную веретенообразную форму, «перекидываясь» через пораженный тазобедренный сустав и продолжаясь в подвздошную область, достигая уровня ворот ипсилатеральной почки. Диаметр гнойного скопления достигал 4 см, протяженность – 9 см (рис. 13).

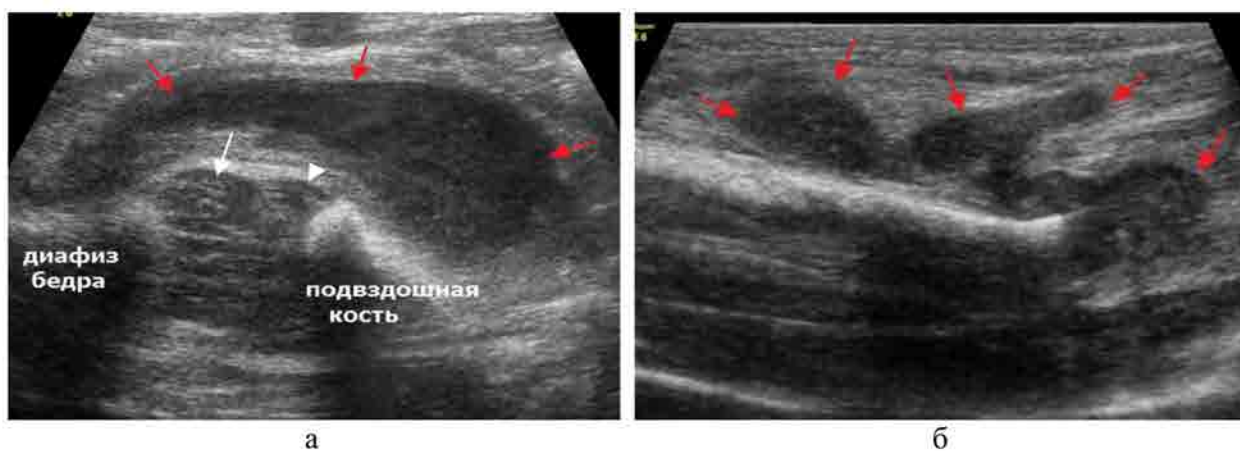


Рис. 13 – Сонограммы тазобедренных суставов ребенка 24-х дней в дебюте проксимального МЭ ОМ бедренной кости; белая стрелка – головка бедренной кости; короткая белая стрелка – хрящевая крыша; короткая красная стрелка – лимфоузел; а, б – гнойный псоит (стрелки), продольный скан справа над областью тазобедренного сустава

Косвенным эхопризнаком воспалительного поражения костной системы являлось увеличение регионарных лимфоузлов (рис. 14). Встречалось оно не часто (24,0%), в основном были характерны воспалительно-измененные лимфоузлы в паховой области у новорожденных с остеомиелитическим поражением костей нижних конечностей. Лимфоузлы были единичными

(16,3%) или множественными (7,7%), увеличенными до 8–13 мм в диаметре, пониженной эхогенности. Средостение лимфоузлов не определялось. Деструктивных изменений лимфоузлов не отмечено.

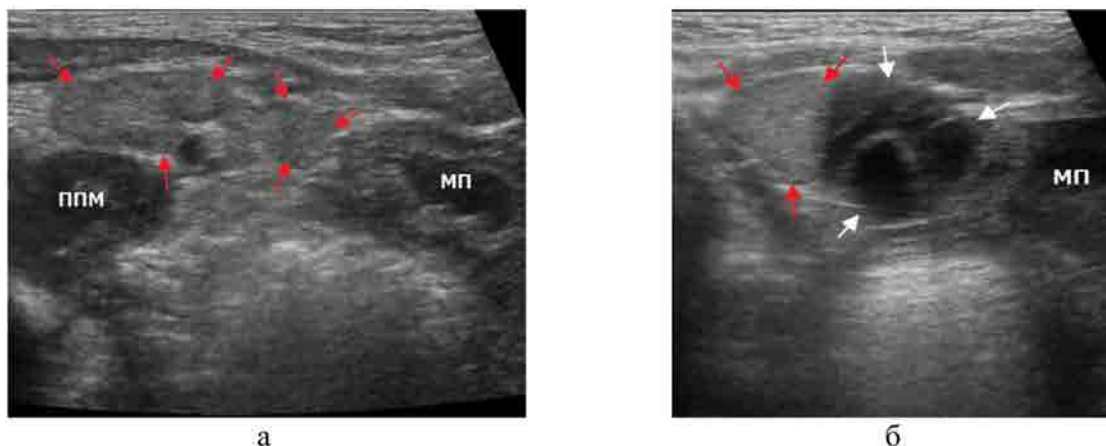


Рис. 14 – Сонограммы тазобедренных суставов ребенка 10 дней с ОМ дистального метафиза бедренной кости: а – конгломерат лимфоузлов, увеличение регионарных лимфоузлов (красные стрелки); б – единственный лимфоузел паховой области (красные стрелки), яичник (белые стрелки)

Для полноты представления общей картины все выявленные признаки объединены в соответствии с локализацией ОМ (рис. 15).

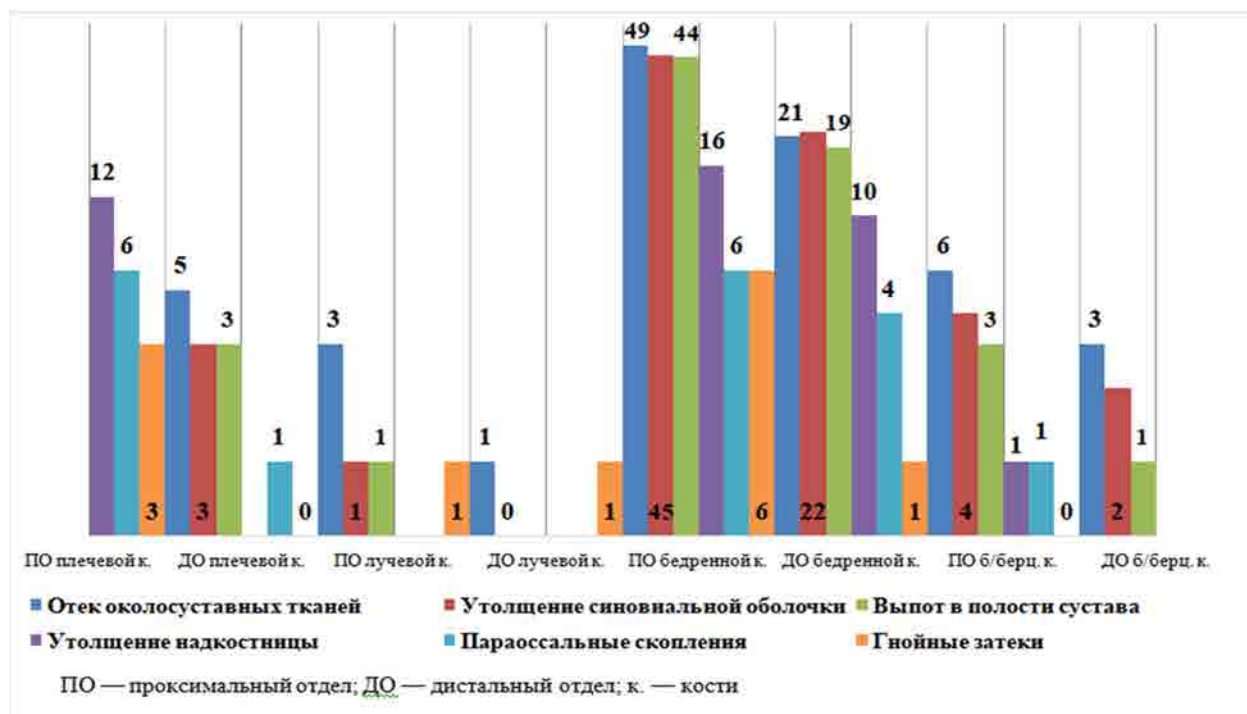


Рис. 15 – Диаграмма эхографических изменений мягких тканей при ОМ

На диаграмме указаны эхографические симптомы изменений мягких тканей при МЭ поражениях у новорожденных и детей первых мес. жизни.

Как видно на рисунке, в каждом конкретном случае закономерно встречалось несколько эхографических симптомов, количество которых зависело не только от локализации патологического процесса, но и от давности заболевания на момент поступления в стационар.

Параоссальные скопления и гнойные затеки чаще отмечены у детей с длительностью заболевания 5 суток и более на момент осмотра (70,9%).

На ранних сроках заболевания наибольшее количество симптомов выявлено при локализации процесса в проксимальном и дистальном отделах бедренной кости, а также проксимальном отделе плечевой кости.

При ЭФ новорожденных ведущим эхопризнаком был отек околоуставных мягких тканей в области пораженного эпифиза (82,4%). При этом частота его обнаружения отличалась от таковой при ОМ, что объяснимо механизмом развития патологии. Наглядно информация представлена на диаграмме (рис. 16).



Рис. 16 – Диаграмма локализации отека мягких тканей при ЭФ

Диаграмма показывает, наибольшую частоту встречаемости отека мягких тканей при ЭФ проксимального отдела плечевой кости. Необходимо отметить, что патология заподозрена при УЗИ на основании выявления отека мягких тканей, который был ведущим эхографическим признаком. Факт отсутствия других мягкотканых изменений и локализация процесса в сочетании с

клинической картиной и анамнезом (осложненные роды) позволяли заподозрить ЭФ и назначить ТС.

3.2.2. Эхографические изменения костно-хрящевых структур области поражения

Следующую группу эхографических симптомов составили изменения костных и хрящевых структур МЭ зон в виде:

- структурные дефекты МЭ зон;
- изменения эпифизарных хрящей;
- нарушения конгруэнтности сустава;
- нарушения целостности контура кости.

Дефекты метафизарных зон длинных трубчатых костей рентгенологически дифференцировались обычно после 10 суток заболевания, эхографически – после 7–8 суток. Определялся неправильно-округлой формы дефект метафизарной области. Примечательно, что при УЗИ дефекты в 32,1% случаев более четко визуализировались в поперечных сканах по сравнению с продольными. Глубина дефекта обычно составляла 3–5 мм.

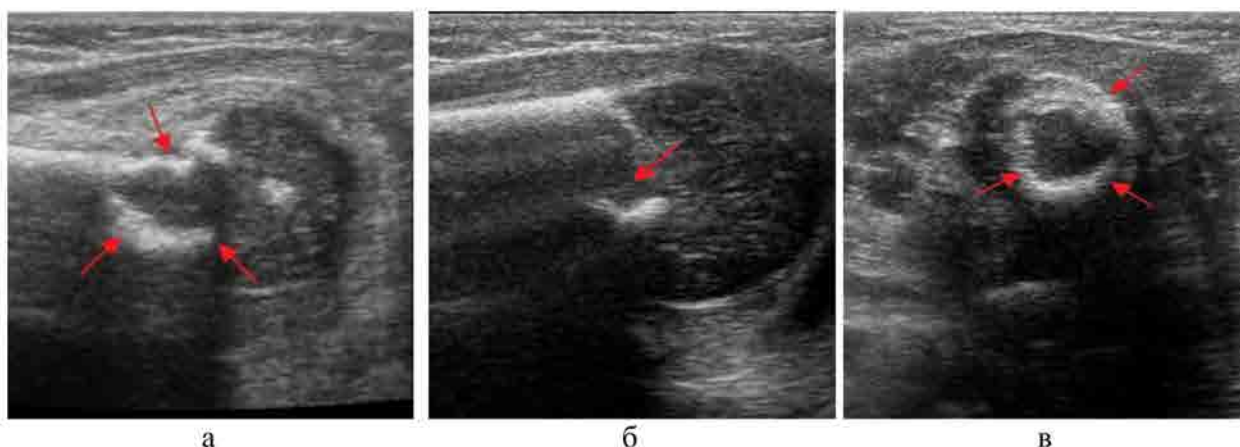


Рис. 17 – Сонограммы ребенка 27 дней с ОМ проксимального метафиза бедренной кости: а – поперечный скан, патологический очаг метафиза; б, в – продольные сканы: дефекты метафизарной зоны (стрелки)

Изменения эпифизарных хрящей, рентгенологически не были дифференцированы и определялись только при УЗИ. Встречались такие

эхографические находки часто (50,0%), но были не столь демонстративны, как дефекты оссифицированных метафизов и требовали прицельного поиска в режимах максимального пространственного разрешения. Изменения хрящевых эпифизов имели следующие варианты:

- облаковидные нечетко отграниченные зоны повышения эхогенности встречались при поражении проксимального эпифиза плеча и дистального эпифиза бедренной костей, когда собственно хрящевая область имела крупные (для новорожденного) размеры и могла быть детально изучена в режиме высокоразрешающего УЗИ (30,1%);
- локальные, малых размеров нарушение целостности контура хрящевого эпифиза (13%) при поражениях дистального эпифиза бедренной кости (рис. 18).

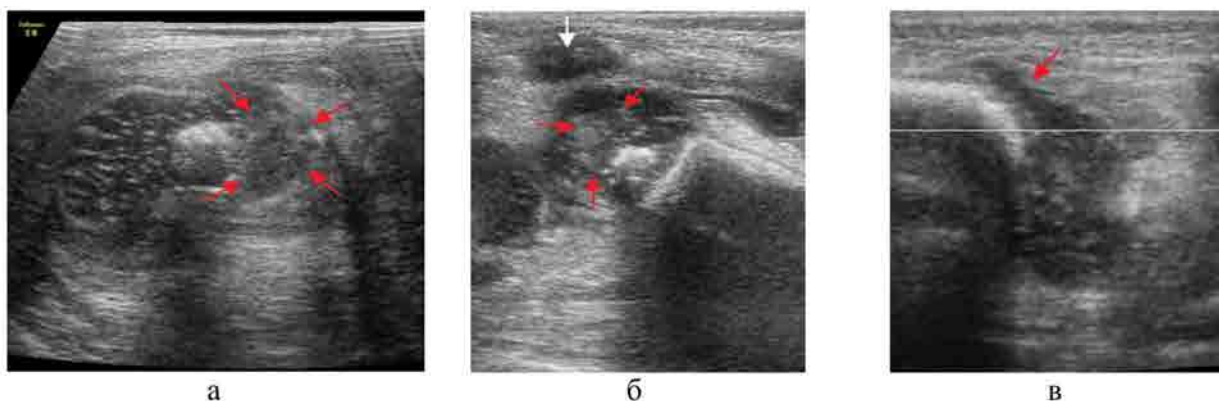


Рис. 18 – Сонограммы плечевого сустава ребенка 5 мес. с ОМ проксимального МЭ, изменения эпифизарных хрящей (красные стрелки): а – деструкция дистального эпифиза плечевой кости, поперечный скан; б, в – нечеткость контура дистального эпифиза бедренной кости

Необходимо отметить, что значительное количество изменений хрящевых эпифизов встречалось при поражении проксимального эпифиза бедренной кости: нарушение размеров (69,2%), четкости контура (87%) и структуры хрящевого эпифиза (72,6%), в 17,2% случаев сопровождаясь признаками патологического вывиха в тазобедренном суставе.

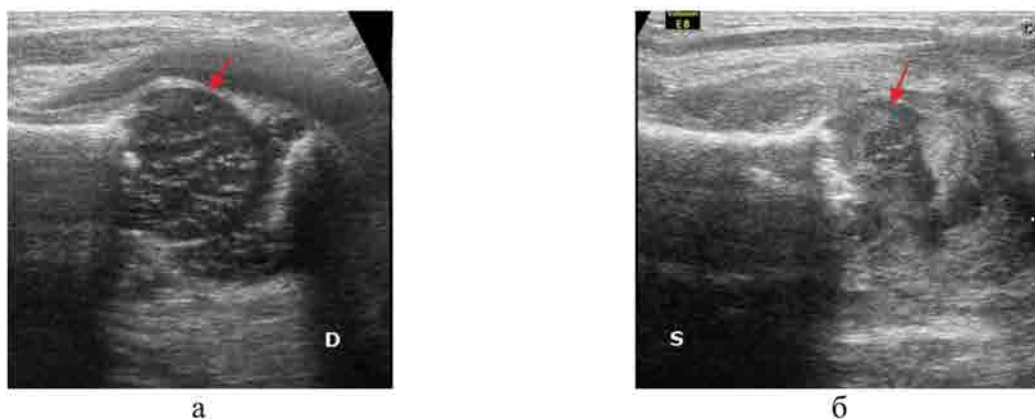


Рис. 19 – Сонограммы тазобедренных суставов ребенка 5 мес. с ОГО проксимального метафиза левой бедренной кости; справа (D) – здоровый сустав, слева (S) – пораженный; а – нарушение размеров, правильности контура и структуры ткани хрящевого эпифиза (стрелки) левого тазобедренного сустава, исследование в режиме 2-х полей

Нарушения конгруэнтности суставов встречалось в 45,4% случаев при остеомиелите проксимального отдела бедра, когда воспалительный процесс сопровождался патологическим вывихом головки бедренной кости и в 95,0% при проксимальной и дистальной ЭФ бедренной кости (рис. 20).

В остальных случаях нарушение конгруэнтности не выявлено, за исключением единственного наблюдения вывиха головки лучевой кости.

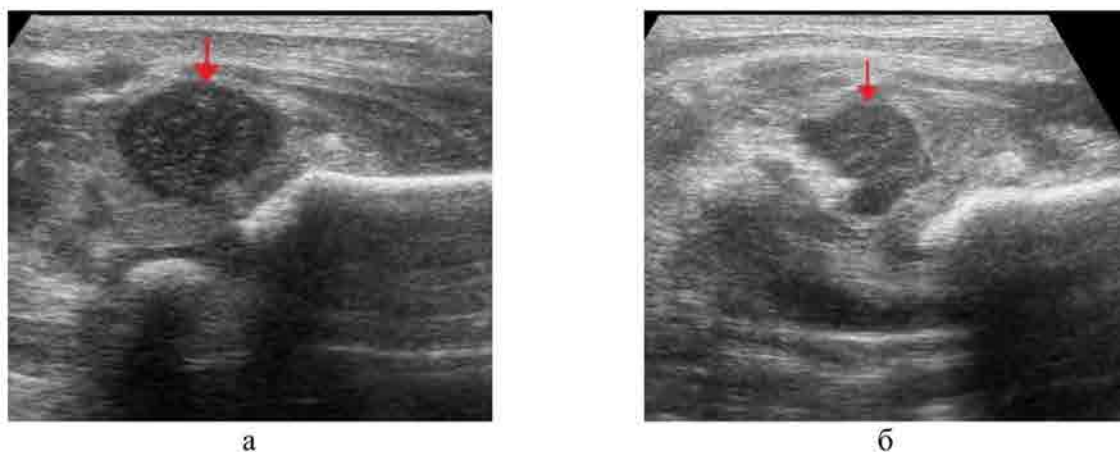


Рис. 20 – Сонограммы младенцев с ОГО и ЭФ (разные дети), различие нарушения конгруэнтности: а – латерализация эпифиза при ОГО; б – смещение эпифиза бедренной кости при ЭФ

Нарушение целостности контура кости встречалось редко и было типично только для ЭФ независимо от локализации (5,7%). В норме линия, проведенная в продольном скане по поверхности диафиза, переходила на эпифиз, несколько отклоняясь кнаружи вследствие большего диаметра эпифиза относительно

диафиза. При ЭФ продольная линия по поверхности диафиза обрывалась в МЭ области, а эпифиз определяется вне оси конечности (рис. 21).

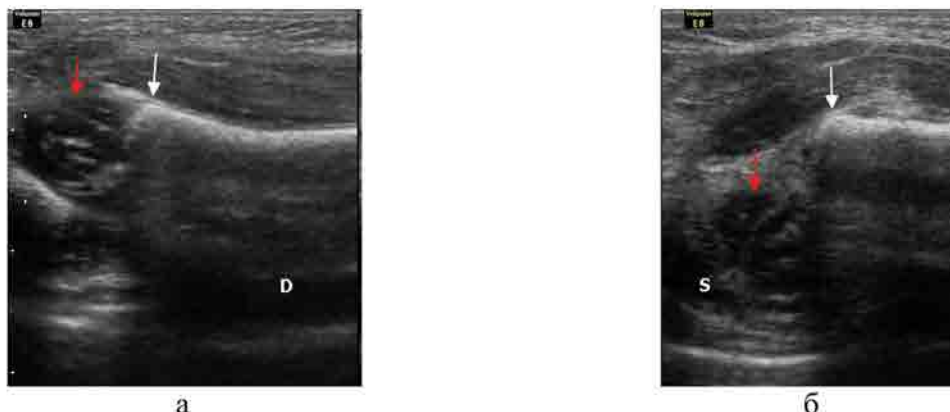


Рис. 21 – Сонограммы ребенка 10 дней с дистальным ЭФ бедренной кости, нарушение конгруэнтности сустава; красная стрелка – эпифиз, белая стрелка – метафиз; а – справа (D) – здоровая кость, б – слева (S) – ЭФ

На рисунке представлены эхосимптомы изменения структур костей при МЭ поражениях у новорожденных и детей первых мес. жизни. Как видно из диаграммы, в большинстве случаев встречалось несколько эхографических симптомов, количество которых было больше при поражении крупных суставов. В 82,1% значительные эхографические изменения структуры костной ткани выявлены именно в тазобедренном, плечевом и коленном суставах (рис. 22).

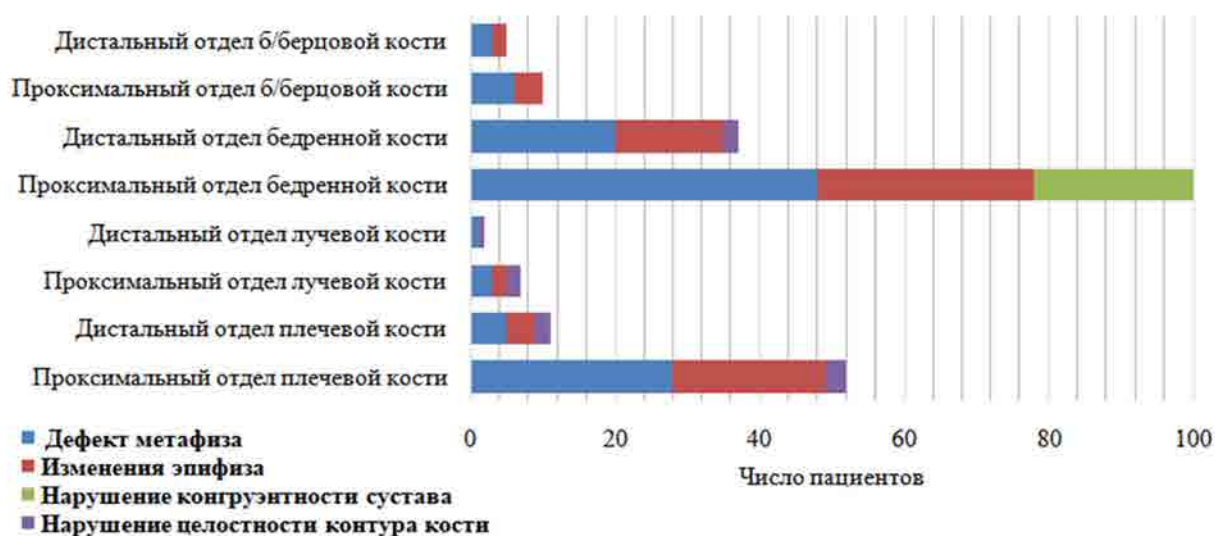


Рис. 22 – Диаграмма эхографических симптомов изменения костных структур

Таким образом, эхографическая симптоматика МЭ поражений у новорожденных и детей первых мес. жизни весьма разнообразна, однако вследствие малых размеров зон интереса требует прицельного поиска и специальных навыков визуализации. Бесспорные структурные изменения, собственно, МЭ зон обнаруживаются сразу в дебюте заболевания только при ЭФ и вывихе, остеомиелитическое поражение достоверно визуализируется в виде очага деструкции в метафизе и/или эпифизе после 8 суток от начала заболевания.

3.2.3. Эхографическая характеристика отдельных видов метаэпифизарных поражений

Необходимо отметить, что визуализация МЭ поражений различной локализации имеет отличие, обусловленное анатомо-физиологическими и антропометрическими особенностями. Эпифиз кости и часть метафиза, включая зону роста, состоит из хрящевой ткани, оссификации которой происходит примерно в 5–8 мес., что, безусловно, диктует необходимость рассматривать УЗИ как базовый метод первичной диагностики у детей этого возрастного периода. В силу чего, в данном разделе рассмотрены преимущественно возможности ультразвукового метода.

Поражения проксимального отдела плечевой кости

Эту группу составили 33 случая, из них в 30 случаях имели место МЭ ОМ, у 3 – ЭФ.

Острый гематогенный остеомиелит

Среди пациентов с ОМ эхографическая симптоматика была разнообразной и включала в себя поражение мягкотканых элементов суставов и костных структур (в более поздние сроки). Важно отметить, что в дебюте заболевания отмечались:

- отек параартикулярных тканей (89,3%);
- утолщение синовиальной оболочки (87%);

- выпот в суставе (80,5%);
- утолщение надкостницы (40,1%);
- параоссальные скопления (20,8%);
- крупные гнойные затеки (10,4%).

Одним из наиболее значимых эхографических симптомов был выпот в полости сустава (80,8%), поскольку его выявление напрямую влияло на тактику лечения пациента. В 46,6% случаев толщина слоя выпота в полости сустава превышала 3 мм, эхографическая консистенция выпота соответствовала мелкодисперсной взвеси (гноевидный, гнойный выпот) и выполнялась пункция сустава, при которой было получено 1–7 мл гнойного выпота (рис. 23).

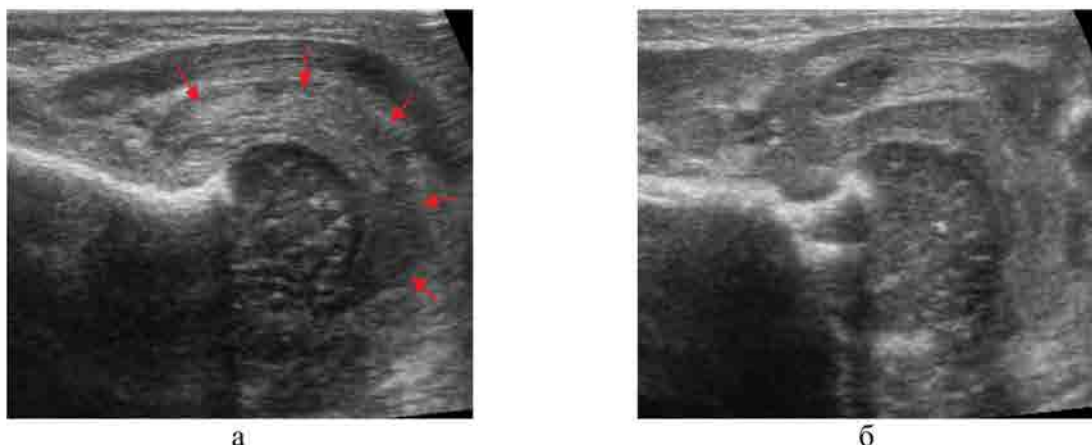


Рис. 23 – Сонограммы ребенка 28 сут. с ОГО МЭ правой плечевой кости, продольный скан по передней поверхности плеча: а – гнойный выпот (стрелки) в полости сустава вокруг головки плечевой кости (4 сут. от начала заболевания); б – деструкция МЭ зоны и гнойный выпот в суставе (8 сут. от начала заболевания)

Изменения костно-хрящевых структур сустава также были полиморфными и зависели от специфики процесса и сроков заболевания: при ОМ в 88,1% случаев определялся дефект метафиза, и в 94,0% случаев – нарушение структуры эпифизарного хряща.

Деструкция МЭ зоны эхографически выявлялась в виде дефекта контура метафиза протяженностью до 8 мм, достигающий четверти окружности плечевой кости. Глубина зоны разрушения могла достигать 1/3 диаметра кости (рис. 24). Необходимо отметить, что рентгенологически дефект метафиза в 95,3% случае выявлялся только на 7–9 сутки.

Поражения эпифиза определялись в виде нечеткости контура хрящевой головки плечевой кости и более или менее выраженного повышения эхогенности ткани участка хряща без четких границ зоны поражения.

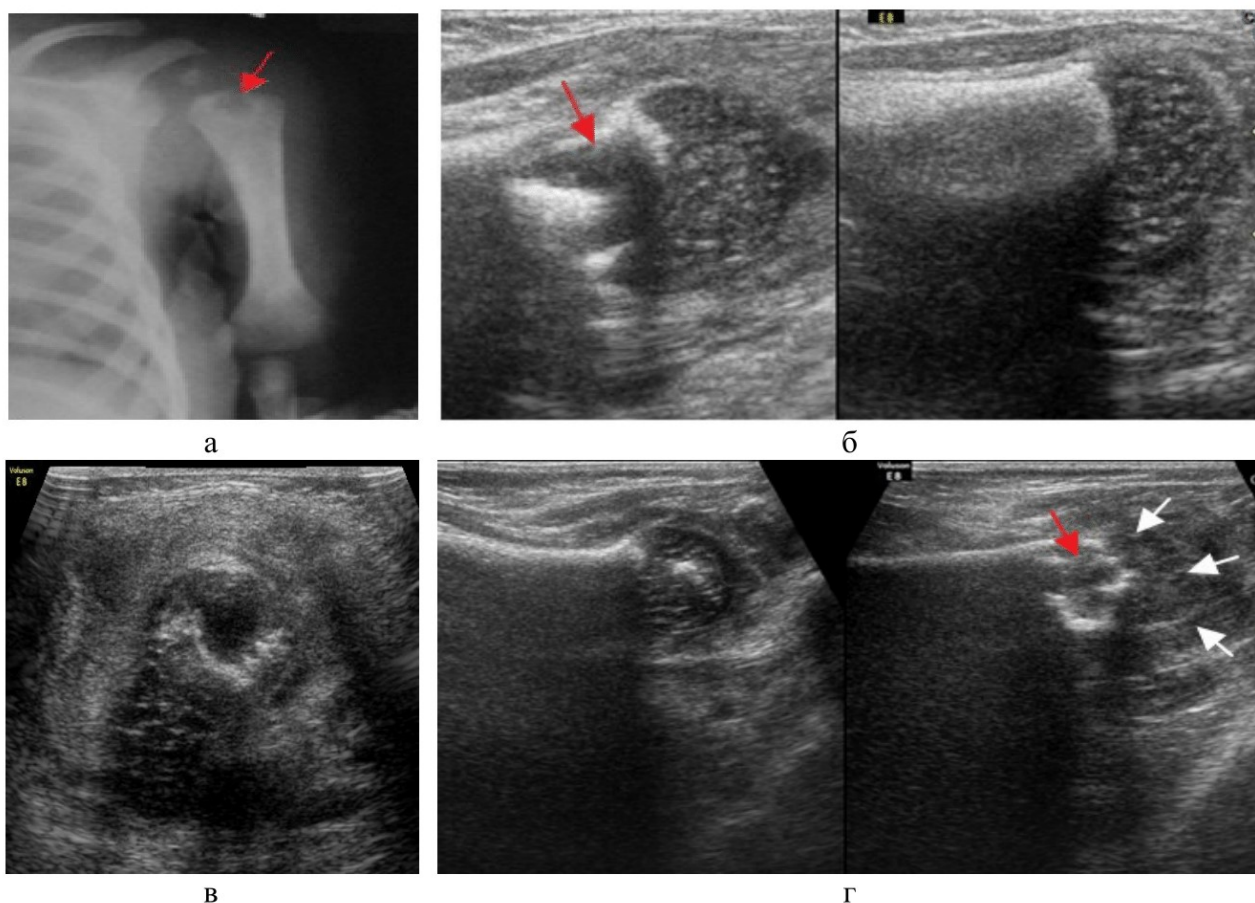


Рис. 24 – Рентгенограмма (а) и сонограммы (б, в, г) пациента с ОМ проксимального метафиза плечевой кости на 9 сут. заболевания: а – деструкция метафиза слева; б – дефект метафиза слева; в – МЭ зона с крупным дефектом; г – дефект метафиза и нарушения структуры эпифизарного хряща

Следовательно, наиболее значимыми ранними эхографическими симптомами остеомиелитического поражения проксимального отдела плечевой кости можно считать отек мягких тканей и выпот в полости сустава структурные изменения метафиза и эпифиза выявлялись во всех случаях, определяя локализацию патологического процесса. Такие ранние эхосимптомы, как утолщение надкостницы, параоссальные скопления и крупные гнойные затеки, свидетельствовали в большей степени о тяжести процесса и определяли необходимость инвазивных манипуляций, но их малая частота не позволяет отнести их к значимым диагностическим признакам.

Приведем клинический пример:

Доношенная девочка 32 сут. доставлена в стационар из дома с жалобами родителей на вялость ребенка в течение последней недели, отказ от еды, «немотивированный» плач при пеленании, срыгивания. Температура не повышалась. При осмотре отмечены резкое ограничение движения в правом плечевом суставе, отек области плеча, резкая болезненность при попытке пассивных движений. При СР достоверных костно-деструктивных изменений отмечено не было. При УЗИ обнаружены очаг деструкции размера около 8×6 мм в проксимальном метафизе плечевой кости справа, выраженные изменения структуры эпифизарного хряща, отек синовиальной оболочки, выпот с дисперсной взвесью в полости сустава толщиной слоя около 3–4 мм и затек гипозоногенного содержимого по передней поверхности плеча размерами около $22 \times 9 \times 6$ мм (рис. 25).



Рис. 25 – Сонограммы ребенка 32 сут. с ОМ проксимального МЭ правой плечевой кости, УЗИ при поступлении; очаг деструкции в метафизе (красная стрелка), изменения эпифизарного хряща (белая стрелка); лопатка (короткие белые стрелки); гнойный затек на плече (короткие красные стрелки); а – продольный скан по передней поверхности плечевого сустава справа; б – поперечный скан по задней поверхности плечевого сустава; в – поперечный скан на уровне верхней трети плечевой кости

Ребенку выполнена пункция плечевого сустава, получено 1,5 мл гнойного выпота. Одновременно под контролем УЗИ проведена пункция и санация гнойного затека с последующей иммобилизацией конечности и назначена массивная антибактериальная терапия (рис. 26).

Динамический рентгенологический контроль выявил очаг деструкции только на 8-е сутки заболевания, когда клиническая и лабораторная симптоматика уже стабилизировались. Ребенок выписан домой через 11 сут. в удовлетворительном состоянии, прибавкой в весе 600 гр. Рентгенологически и эхографически констатирована репарация очага деструкции в метафизе плечевой кости (рис. 26).

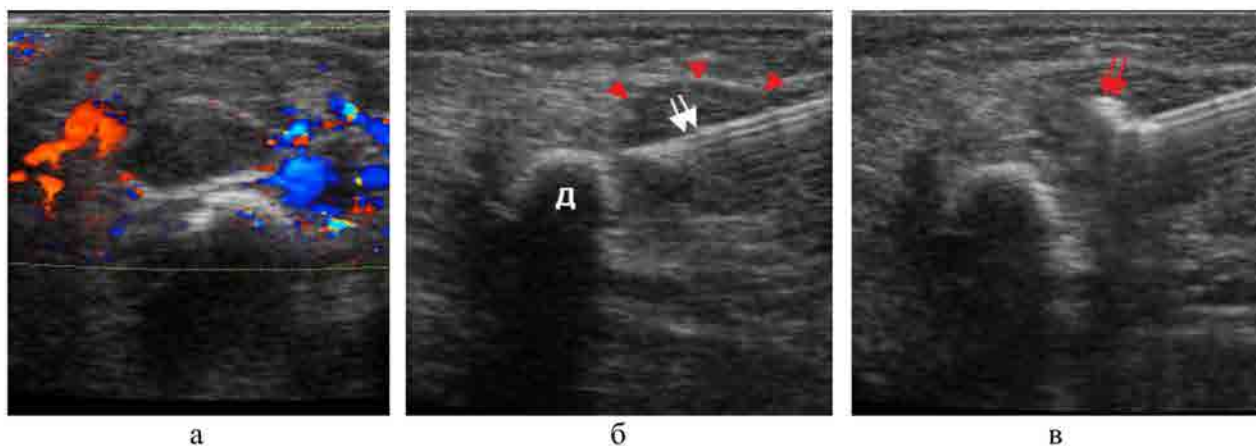


Рис. 26 – Сонограммы того же пациента, пункция гнойного затека правого плеча под контролем УЗИ; Д – диафиз плеча справа, короткие красные стрелки – затек, двойная белая стрелка – пункционная игла, двойная красная стрелка – поступление содержимого из шприца в полость затека (феномен спонтанной дегазации жидкости); а – поперечный скан на уровне верхней трети плечевой кости; б – продольный скан по передней поверхности плечевого сустава справа; в – введение препарата в полость затека

После выписки из стационара ребенок находился на катamnестическом наблюдении. Состояние оставалось удовлетворительным, движения правой рукой восстановились в полном объеме. При УЗИ через 2 мес. выявлено практически полное восстановление МЭ области, однако диффузные изменения эпифизарного хряща сохранялись, но уменьшились. Достоверно отмечено уменьшение в размерах ядра окостенения в проксимальном эпифизе плеча (рис. 27). Асимметрия размеров ядер окостенения в эпифизах максимально демонстративно проявлялась в поперечных сканах эпифизов в режиме двух полей.

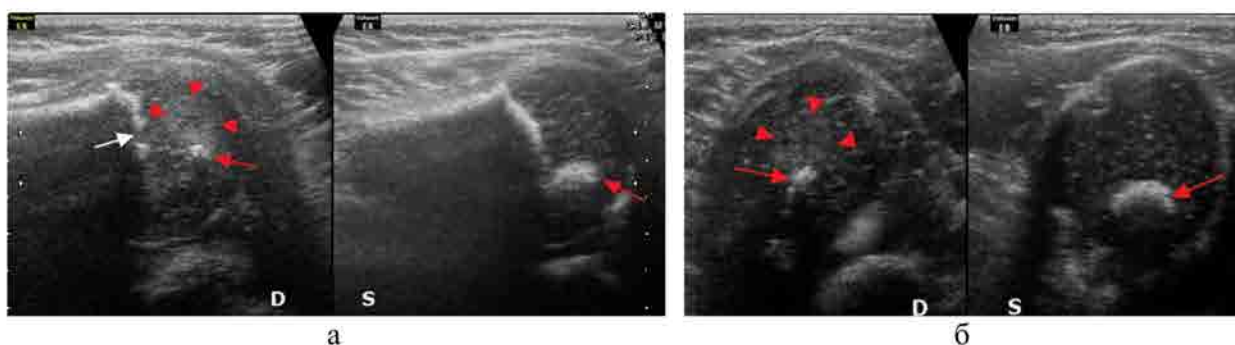


Рис. 27 – Сонограммы той же пациентки, УЗИ в динамике через 2 месяца: а – продольные сканы, минимальная неровность метафизарной линии, зона повышения эхогенности в эпифизе, уменьшение размеров ядра окостенения; б – поперечные сканы проксимальных эпифизов плеча справа и слева в режиме 2-х полей, асимметрия ядер окостенения в эпифизах

Таким образом, представленное наблюдение демонстрирует диагностические возможности УЗИ на фоне рентгенонегативной картины при обращении пациента с ОГО проксимального отдела плечевой кости. УЗИ пораженной конечности выявило наличие гнойного артрита и определило необходимость пункции сустава, позволило выявить крупный гнойный затек и прицельно дренировать его, визуализировать поражение как метафиза, так и эпифиза плеча. При катamnестическом наблюдении за пациентом определена задержка формирования ядра окостенения в проксимальном эпифизе плеча.

Эпифизеолиз новорожденных

При ЭФ с помощью УЗИ в 99,4% обнаружены изменения параартикулярных мягких тканях в виде отека. Признаков изменений синовиальной оболочки сустава и отека надкостницы выявлено не было.

Во всех случаях определялось нарушение контура кости, что являлось патогномоничным симптомом для данного вида поражения. Наряду с этим имела место дислокация эпифиза по отношению к оси диафиза. Обязательно исследовали контралатеральный сустав. Максимальную эффективность при проксимальной ЭФ плеча показало сканирование по передней поверхности плеча в продольном и поперечном направлениях: в продольном скане головка и диафиз на одной линии не выводились, в поперечном – головка дислоцировалась медиально от проксимального отдела диафиза, смещаясь в

направлении подмышечной впадины. В одном поперечном скане была возможна визуализация и эпифиза, и диафиза, чего никогда не отмечалось в норме (рис. 28).

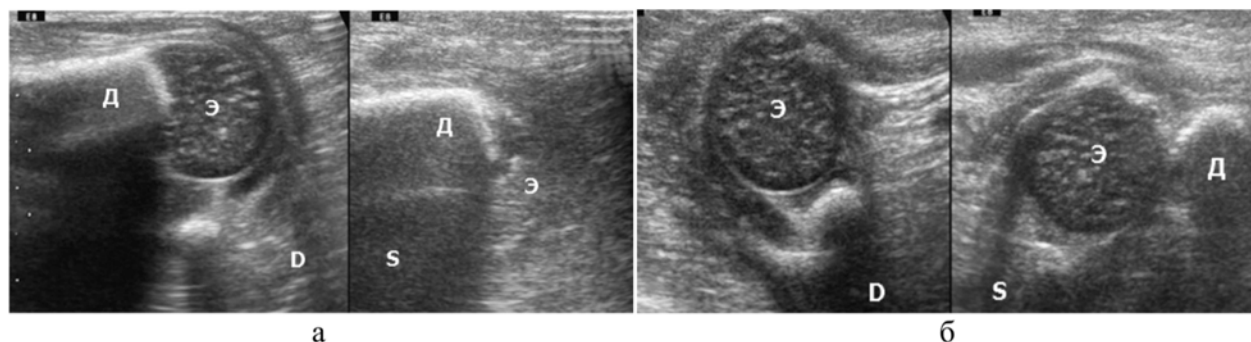


Рис. 28 – Сонограммы правого плечевого сустава новорожденного с ЭФ правой плечевой кости; Д – диафиз; Э – эпифиз; а – продольные сканы правого (D) и левого плеча (S), смещение головки плечевой кости; б – поперечные сканы, дислокация эпифиза плечевой кости медиальное, отек мягких тканей

Безусловно, малое количество наблюдений не позволило делать какие-либо статистически достоверные выводы, однако представленные результаты демонстрирует высокие диагностические возможности УЗИ при проксимальном ЭФе плеча. Однотипные эхографические изменения, полученные в стандартизированных сканах, позволили заподозрить эту редкую патологию. С целью иллюстрации представлен клинический пример.

Недоношенный ребенок Н., в возрасте 1 сут. (масса тела при рождении 890 гр.), эхографически осмотрен на месте, в отделении реанимации по поводу массивного кровоизлияния и отека в области левого плеча. Выполнение СР сопровождалось затруднениями, связанными с невозможностью соблюдения укладки из-за болевой контрактуры. На полученных рентгенограммах не удалось выявить патологию. В условиях реанимационного зала произведено УЗИ по стандартным методикам и определена дислокация эпифиза левой плечевой кости со значительным расширением зоны роста кости. Головка плечевой кости лоцировалась только в поперечных сканах медиальнее проксимального диафиза плечевой кости. Проведено консервативное лечение в виде вытяжения с грузом по Блаунту с последующим переводом на гипсовую лангету. Выздоровление констатировано через 4 недели.

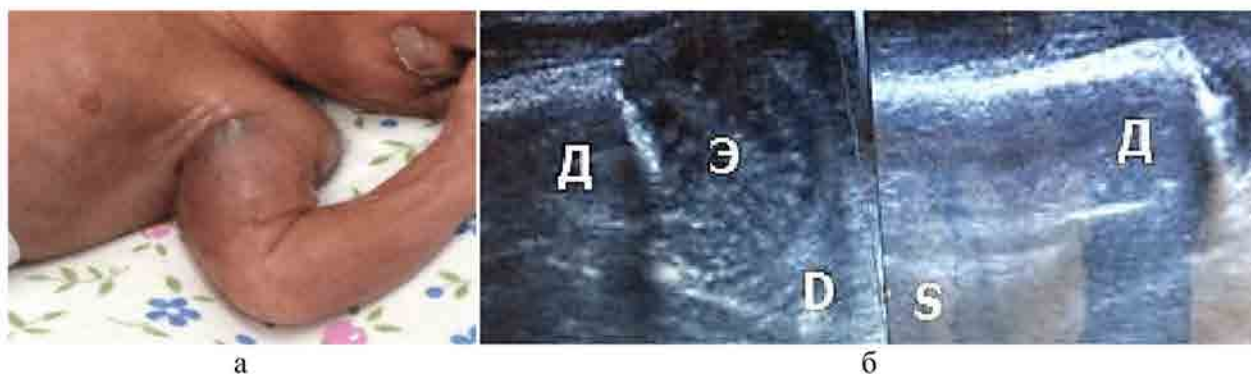


Рис. 29 – Внешний вид (а) и сонограммы (б) ребенка 1 сут. жизни с ЭФ левого плеча: Д – диафиз; Э – эпифиз; а – резкое ограничение движений и отек мягких тканей плеча; б – продольные сканы по передней поверхности плеча, дислокация эпифиза плечевой кости, расширение фибрарной зоны

Приведенный пример демонстрирует, что соблюдение предложенной методики позволяет быстро и достоверно дифференцировать с помощью УЗИ такую редкую патологию даже у пациентов в крайне тяжелом состоянии. Несмотря на крайне малые размеры тела пациента, визуализация проксимального отдела плеча выполнена достоверно и эхографическая дифференцировка костно-хрящевых структур не вызывает сомнения.

Поражение дистального отдела плечевой кости

Эту группу составили 7 случаев, из них в 5 случаях находили МЭ ОМ, а у 2-х детей – ЭФ.

Острый гематогенный метафизарный остеомиелит

У пациентов с МЭ ОМ дистального отдела плечевой кости эхографическая симптоматика в дебюте заболевания сводилась к отеку параартикулярных тканей (94%) и утолщению синовиальной оболочки у большинства пациентов (60,7%). Также наблюдался выпот в суставе (60,9%) и у 1 пациента определялись параоссальное скопление гноя, повлекшее оперативное вмешательство и дренирование. Утолщение надкостницы дистального отдела плечевой кости не было выявлено. То есть, эхографическая симптоматика поражения была скудная, по сравнению с поражением проксимального МЭ плеча, что вероятно связано с меньшими размерами зоны

интереса и, соответственно, невозможностью эхографической визуализации микроструктурных изменений.

На пике патологического процесса в дистальном метафизе плеча определялись деструктивные очаги во всех 5 случаях (все рентгенологически подтверждены), у 4 детей достоверно визуализировались изменения структуры эпифизарного хряща (рис. 30).

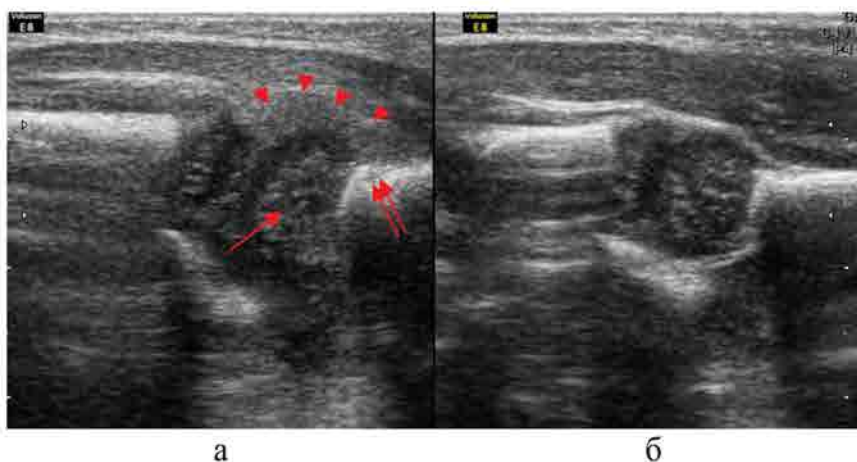


Рис. 30 – Сонограммы плечевых суставов пациента 3 сут. жизни с ОГО дистального МЭ левой плечевой кости: а – двойная стрелка — дефект дистального метафиза плечевой кости, короткие стрелки — выпот в суставе), б – контралатеральный здоровый сустав

Итак, несмотря на малое количество собственных наблюдений, получены достоверные данные о высокой диагностической информативности метода УЗИ в диагностике этой редкой патологии.

Эпифизолиз дистального отдела плечевой кости

При дистальном ЭФ плечевой кости мягкотканые изменения области интереса были во всех случаях представлены отеком параоссальных тканей. Продольное сканирование проводилось по переднелатеральной поверхности локтевого сустава, когда дистальный эпифиз плеча «исчезал» из зоны визуализации (99,1%) (рис. 31). Рентгенологическая картина была менее информативна, поскольку все эпифизы области интереса чисто хрящевые и не визуализировались, а оценке подлежало нарушение оси конечности, что

вызывало затруднение, особенно с учетом типичной для данной ситуации ассиметричной укладки конечности.



Рис. 31 – Внешний вид (а) и сонограммы (б) новорожденного с дистальным ЭФ плеча; ДП – диафиз плечевой кости; ДЛ – диафиз лучевой кости; ЭП – эпифиз плечевой кости; ЭЛ – эпифиз лучевой кости; D – справа, S – слева; а – внешний вид пациента; б – продольный скан по переднебоковой поверхности локтевого сустава, обследование в режиме 2-х полей, дистальный ЭФ левой плечевой кости

Следовательно, несмотря на то, что небольшое количество наблюдений не позволяет сделать статистически достоверных выводов, полученные данные указывают на высокую диагностическую информативность метода УЗИ в диагностике этой редкой патологии.

Проксимальный отдел бедренной кости

Данную группу составили 49 наблюдений с ОМ. Это наиболее частый по локализации вариант поражения в периоде новорожденности. Эхографическое представление поражения многообразно, что связано как с собственно тяжестью поражения, так и с относительно крупными размерами зоны интереса. Типичным для всех локализаций ОМ процесса был отек параартикулярных мягких тканей (89,8%), в 91% сочетающийся с утолщением синовиальной оболочки и выпотом в полости сустава (92,4%).

Выпот в большинстве случаев (64%) лоцировался по передней поверхности шейки бедренной кости, локально деформируя суставную капсулу (рис. 32). При этом в 72,8% закономерно увеличивалось шеечно-капсульное расстояние (до $4,1 \pm 0,22$ мм), в норме составляющее у новорожденных около 1,5 мм. Также достоверно определялось утолщение синовиальной оболочки сустава

примерно до 2 мм (в норме эта структура как отдельная практически не определяется).

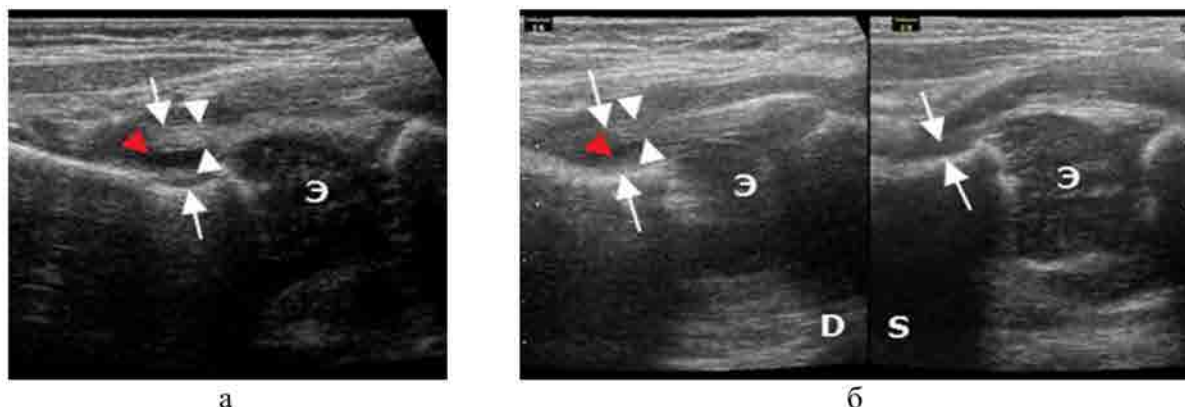


Рис. 32 – Сонограммы тазобедренных суставов новорожденных пациентов (разные дети) с ОМ проксимального МЭ бедренной кости; Э – проксимальный эпифиз бедренной кости; D – правый сустав; S – левый сустав; красная стрелка – выпот в суставе; между белыми стрелками – шейечно-капсульное расстояние; между короткими белыми стрелками – толщина синовиальной оболочки сустава; а – ребенок 26 сут., коксит; б – ребенок 15 сут., исследование в режиме 2-х полей; коксит справа, структурность головки бедренной кости нарушена

В остальных случаях (36,1%) выпот наблюдался вокруг всей головки бедренной кости толщиной слоя 1–7 мм. В 7 случаях выпот достоверно имел эхографическую консистенцию мелкодисперсной взвеси. Значительное количество выпота в полости сустава всегда сопровождалось латерализацией головки бедренной кости (рис. 33).

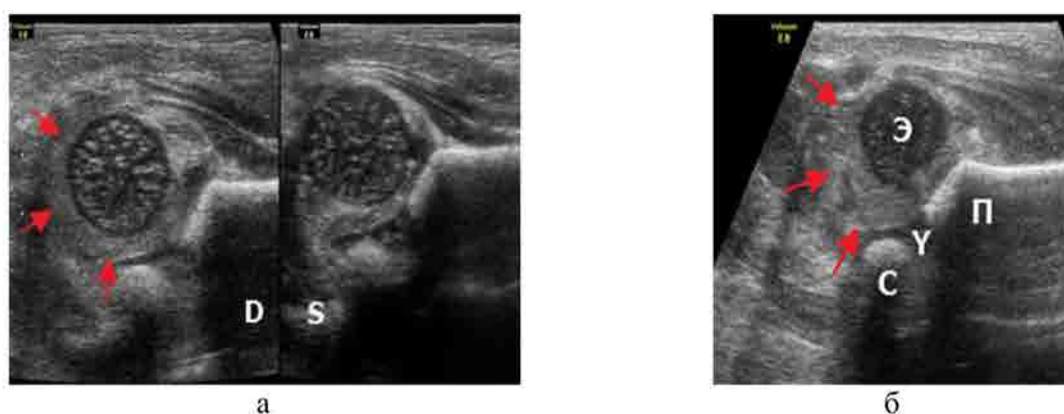


Рис. 33 – УЗИ сустава у младенца (разные дети); стрелки – гнойный выпот в полости сустава; Э – проксимальный эпифиз бедренной кости; П – подвздошная кость; С – седалищная кость; У – У-образный хрящ; D – правый сустав; S – левый сустав; а – ребенок 22 сут., исследование в режиме 2-х полей; гнойный коксит справа, структурность головки бедренной кости сохранена; б – гнойный коксит, латерализация головки бедренной кости, диффузные изменения эпифизарного хряща

Крупные параоссальные скопления и гнойные затеки при ОМ проксимального отдела бедренной кости встречались относительно часто (всего - 24% наблюдений). Имели место скопления гноя параоссально в области бедренной кости, а также – гнойные псоиты (рис. 34). Гнойное содержимое имело эхографическую консистенцию мелко (реже – грубо) дисперсной взвеси, скопления достигали размеров 6х4х3 см (псоас-абсцессы).



Рис. 34 – Сонограммы детей с ОМ проксимальных отделов бедренной кости (разные дети); красные стрелки – псоас-абсцесс; красные короткие стрелки – контралатеральная подвздошно-поясничная мышца; белые стрелки – параоссальное скопление гноя по передней поверхности бедренной кости; короткая белая стрелка – зона деструкции проксимального метафиза бедренной кости; D – правый сустав; S – левый сустав; а – поперечный скан в паховой области справа и слева, гнойный псоит справа; б – другой ребенок, продольный скан вниз от паховой складки по передней поверхности бедра

Гнойный псоит имел вид веретенообразного скопления гипоанэхогенного содержимого с «взвесью», наиболее объемная часть, которого приходилась на область подвздошной ямки, замещая собой находящуюся типичную подвздошно-поясничную мышцу. Распространяясь в каудальном направлении скопление более узким «языком» накрывало область тазобедренного сустава. Технически УЗИ в таких случаях было несколько затруднено из-за невозможности адекватного разгибания ножки в тазобедренном суставе (выраженная болевая контрактура), вследствие чего полученные сканы были не идеально – продольными, а косо-продольными в зависимости от конкретной ситуации (рис. 35).

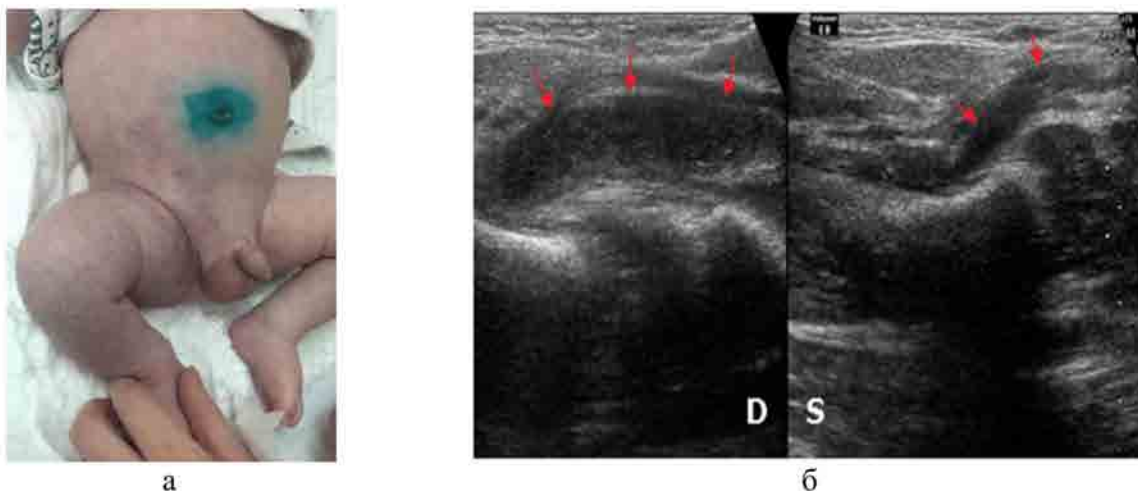


Рис. 35 – Внешний вид и сонограммы в режиме 2-х полей ребенка 18 сут. с гнойным псоитом справа; D – правый сустав; S – левый сустав; красные стрелки – псоас-абсцесс справа и подвздошная часть подвздошно-поясничной мышцы слева; а – разгибательная контрактура тазобедренного сустава; б – передне-продольные сканы в области тазобедренных суставов справа и слева, гнойный псоит справа

Тазобедренный сустав — единственный из всех исследованных, где на ранних сроках ОМ поражения проксимального отдела бедренной кости определялось нарушение конгруэнтности сустава в виде формирования патологического вывиха/подвывиха головки бедренной кости (42,9%), при этом только в 4,4% случаях имелся врожденный вывих бедра, как преморбидное состояние. В остальных случаях при сохранении глубины суставной впадины имела место достоверная латерализация головки бедренной кости. Изменения структуры хрящевой ткани проксимального эпифиза бедра уже были отчетливо видны на этой стадии, до появления достоверных признаков деструкции метафизарной зоны (рис. 36).

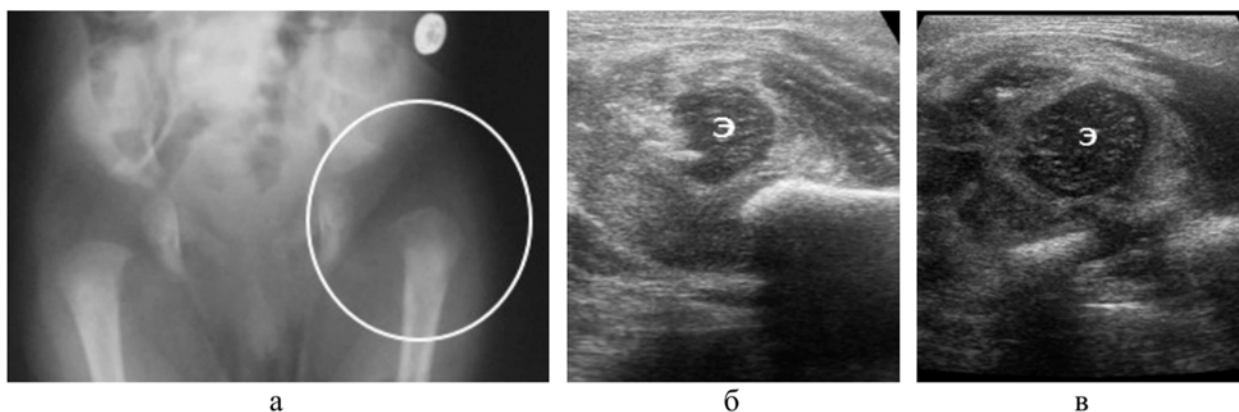


Рис. 36 – Рентгенограмма в прямой проекции и сонограммы пациента 2-х месяцев с ОМ проксимального МЭ бедренной кости; Э – эпифиз бедра; а – вывих бедра слева; б – латерализация головки бедра при сохраненной вертлужной впадине, головка бедра грубо структурно изменена; в – другой ребенок, продольный скан по латеральной поверхности тазобедренного сустава в провокационном положении, вертлужная впадина резко недоразвита, головка бедра грубо структурно изменена

В начале заболевания в 98,1% эхографически определялась зона деструкции проксимального метафиза бедренной кости, в 60,2% имелись достоверные эхопризнаки значительной структурной перестройки эпифизарного хряща: головка бедра выглядела уплощенной, с неровными контурами, с неравномерным диффузным повышением эхогенности (рис. 37, рис. 38).

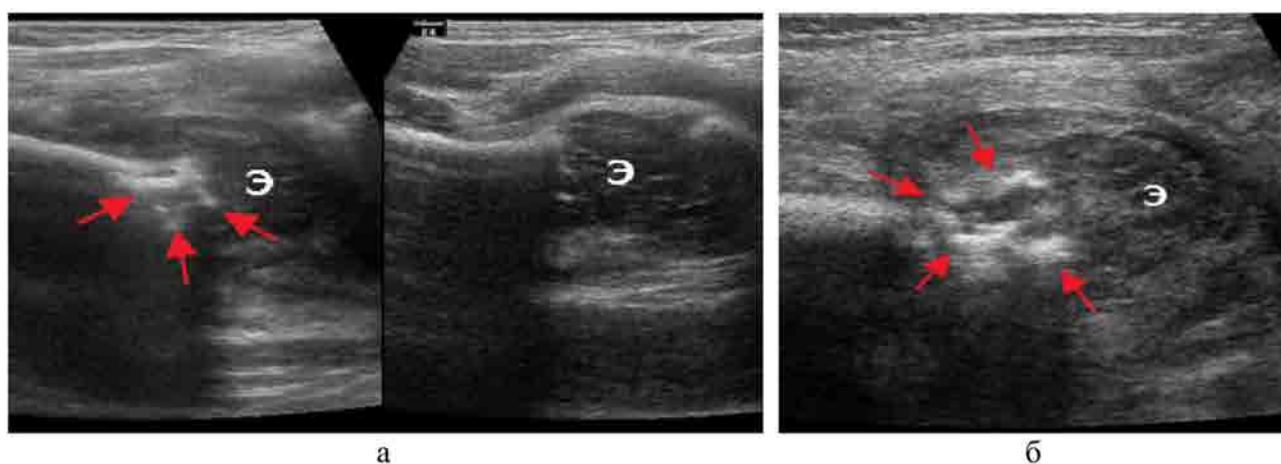


Рис. 37. – Сонограммы пациентов с ОМ бедренной кости (разные дети): Э – эпифиз бедра; красные стрелки – зона деструкции метафиза, белые стрелки – гной в полости сустава; а – скан в режиме 2-х полей, остеомиелит справа, головка бедра грубо структурно изменена; б – другой ребенок, массивная деструкция метафиза, головка бедра структурно изменена

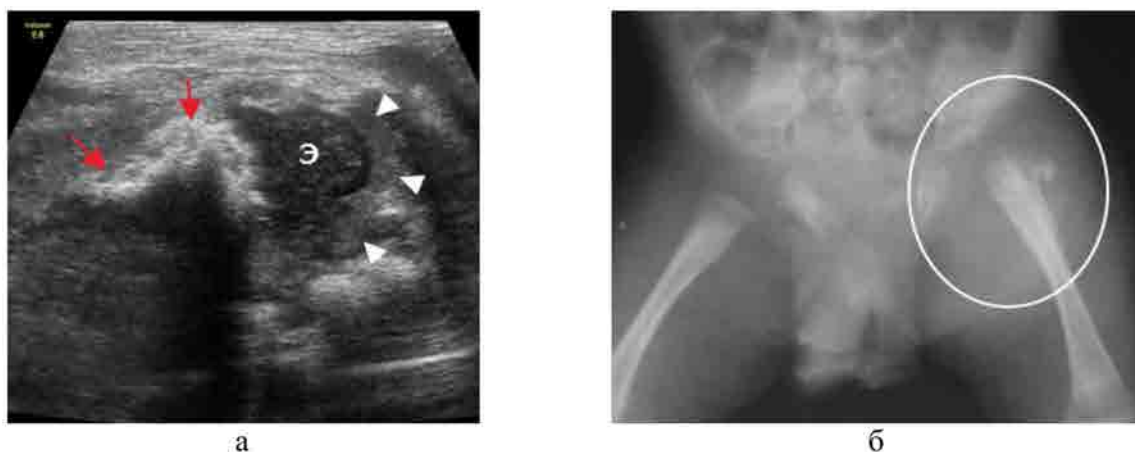


Рис.38. – Сонограмма и рентгенограмма пациентов с ОМ бедренной кости (разные дети), Э – эпифиз бедра; красные стрелки – зона деструкции метафиза, белые стрелки – гной в полости сустава; а – другой ребенок: деструкция эпифиза; б – вывих левого бедра, деструкция проксимального метафиза

Таким образом, в ранние сроки максимальную диагностическую ценность имеет наличие выпота в суставе (90,2%), утолщение синовиальной оболочки (88,9%) и дислокация головки бедра (44,7%). Наличие крупных гнойных затеков и параоссальных скоплений встречается относительно редко (23,4% суммарно для обоих признаков).

3.2.4. Стандартная рентгенография и томосинтез

Рентгенологически подтвержденная деструкция метаэпифиза являлась основным, но, к сожалению, поздним признаком.

В 78,1% деструкция определена на 11–16 день от начала активной симптоматики, у 11,4% на 2–3 неделе, у 10,5% на 4 неделе заболевания (рис.39). На 5–8 день от начала заболевания определены только косвенные рентгенологические признаки (рис. 39).

Ранними косвенными признаками поражения были: изменение зоны роста кости (49,8%), разрежение контура кости (47,0%), регионарный остеопороз (27,1%), линейная периостальная реакция (24,1%) и изменение конфигурации в виде вывиха бедра на фоне артрита тазобедренного сустава (34,7%) и задержка развития ядра окостенения (39,1%). При отсутствии оссификации ядра окостенения (в возрасте до 5–6 мес.) косвенным признаком наличия

патологического процесса было расширение рентгеновской суставной щели сустава (17,2%).

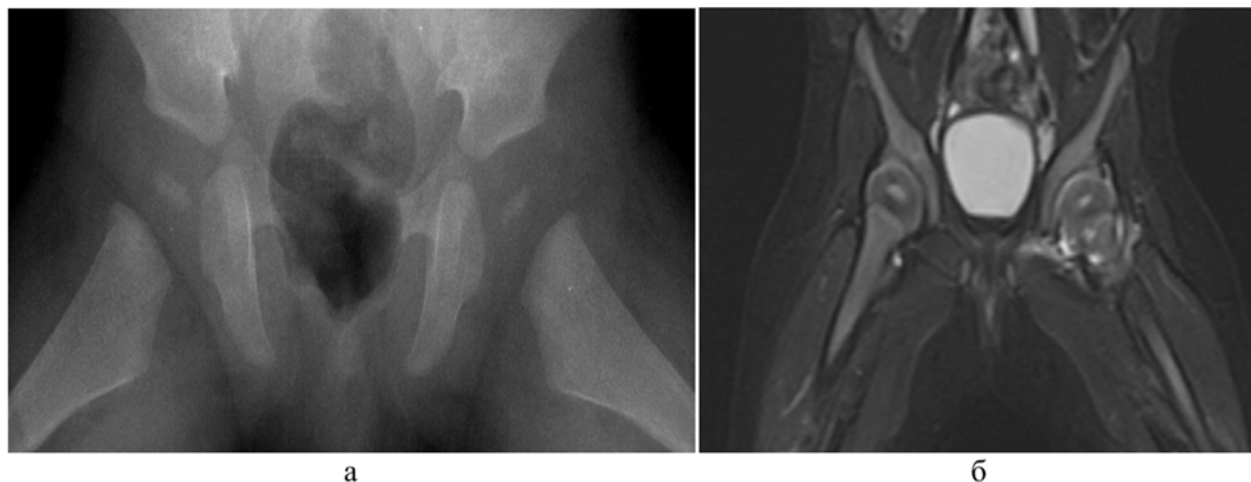


Рис. 39 – Рентгенограмма в прямой проекции и МР-томограмма тазобедренных суставов пациентки Л. 6 месяцев (выполнены в один день): а – уменьшение и неровность контура ядра окостенения слева на фоне отсутствия деструктивных изменений; б – STIR, COR, выпот и экстраоссальные изменения левого тазобедренного сустава, асимметрия ядер окостенения

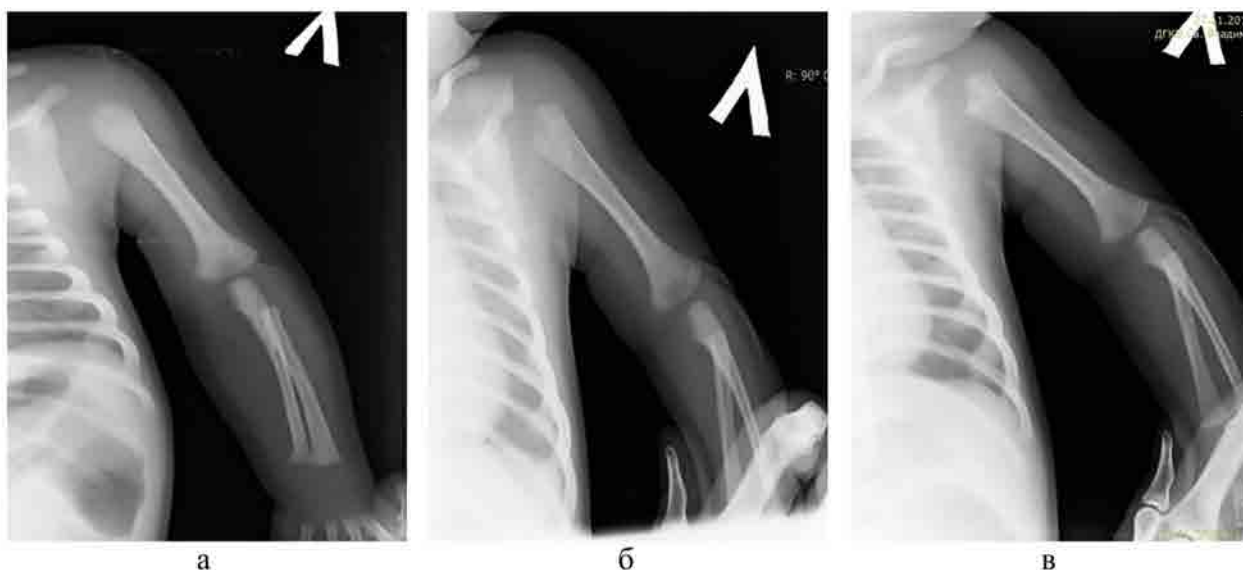


Рис.40 – Рентгенограммы левой верхней конечности в прямой проекции пациента С. 30 сут. жизни с ОГО: а – 8-й день заболевания, деструкции в проксимальном метафизе левой плечевой кости убедительно не определяется (по данным УЗИ отек мягких тканей и дефект метафиза); б – 15-й день заболевания, впервые выявлен очаг деструкции; в – 59-й день заболевания, репарация очага с остаточной деформацией метафиза

В ряде случаев, при отсутствии достоверных изменений на рентгенограммах, на фоне сомнительной клинической картины, производилась диагностика зоны интереса при помощи метода ТС.

ТС выполнен 39 пациентам с косвенными рентгенологическими признаками острого воспалительного процесса (36,1%).

У 12,7% пациентов на первичной рентгенограмме имели место косвенные рентгенологические признаки в виде минимальной периостальной реакции и неровности контура метафиза (рис. 40). У остальных 23,4% детей отсутствовали изменения на рентгенограмме, однако выявлялась выраженная клиническая и лабораторная симптоматика, сочетающаяся с указанными выше изменениями по данным УЗИ.



Рис. 41 – Рентгенограммы пациента У. 6 суток с ОМ дистального МЭ правой плечевой кости (а – прямая проекция; б – боковая проекция): незначительная периостальная реакция и разряжение контура латерального края метафиза плечевой кости, достоверных признаков деструктивного процесса не выявлено

В результате применения методики выявлены очаги деструкции у 89,3% обследованных детей, наряду с периостальной реакцией (29,1%) и секвестрами в зоне поражения (7,2%) (рис. 41).

Контроль выявленных изменений на этапах лечения производили с помощью ТС и СР. Метод МСКТ в алгоритме не применялся.

3.2.5. Магнитно-резонансная томография

При подозрении на мультифокальный характер поражения и/или наличия отрицательной динамики заболевания пациент направлялся на МРТ. Применение метода у новорожденных и детей до года ограничивалось необходимостью анестезиологического пособия.



Рис. 42 – ТС, серия томограмм пациента У. 6 суток с ОМ дистального МЭ правой плечевой кости (тот же ребенок): а, б, в – достоверно выявлены очаги деструкции дистального метафиза плечевой кости с наличием секвестров

МРТ под наркозом была выполнена 29 детям – 26,0%. При оценке результатов исследования у новорожденных и детей младшего возраста учитывалась МР-картина костного мозга и окружающих мягких тканей.

У 96,2% пациентов отмечены интрамедуллярные изменения, при этом у 28% детей выявлены дополнительные очаги. У 88,5% детей с подтвержденным ОМ отмечен гомогенно-гипоинтенсивный сигнал от костного мозга на T1-ВИ, при этом у всех детей зона изменений была отграничена от здоровой кости четкой продольной гиперинтенсивной на STIR полосой. Деструктивные изменения костной ткани определены у 16,3% детей.

В первые 5–7 дней отмечен низко- и среднеинтенсивный сигнал на T1-ВИ и гомогенный высокоинтенсивный сигналы на T2-ВИ. Деструкция в более поздние сроки от начала заболевания представляла собой гомогенный высокоинтенсивный сигнал на T1-ВИ с окаймляющей зоной низкоинтенсивного сигнала T1-ВИ, T2-ВИ и STIR. Полость воспалительной деструкции у всех пациентов была гиперинтенсивная на T2-ВИ и STIR и гипоинтенсивная на T1-ВИ. У 2,6% пациентов имели место секвестры, что соответствовало 8 неделе течения заболевания.

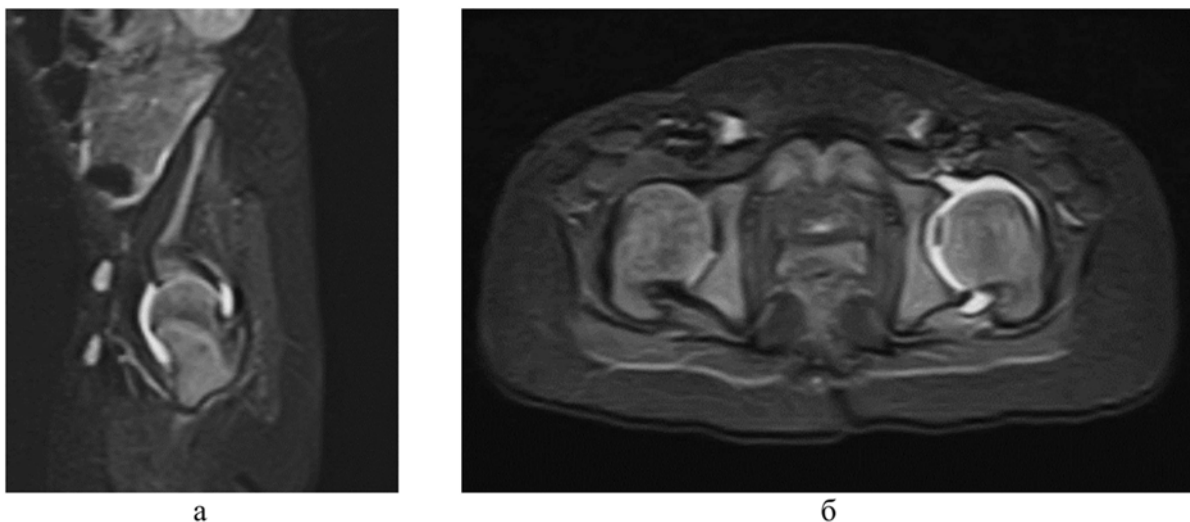
Использование контрастных препаратов у данной группы детей не проводилось.

Изменения надкостницы у младших детей отличались от таковых у старших, так как значительное утолщение надкостницы отмечено крайне редко, только у 2,0% пациентов. Однако изменение сигнальных характеристик прилежащей к патологическому очагу надкостницы, в виде гиперинтенсивного на T2-ВИ и PD, имело место у 72,9%. У пациентов с ЭФ изменений надкостницы отмечено не было (рис.42).

Необходимо отдельно отметить факт выявления ЭОК у 96,7% с ОГО в первые 7–10 дней от дебюта активной симптоматики. Данный симптом соответствовал муфтообразной зоне, циркулярно и плотно прилежащей к кости с гомогенным гипоинтенсивным сигналом на T1-ВИ и гиперинтенсивным на T2-ВИ и STIR. У 96,2% определялись признаки ограничения диффузии на DWI. Толщина компонента не превышала 2–3 мм у 79,0%, а в остальных случаях была величиной 3,5–4 мм. ЭОК всегда сопровождался изменениями сигнала от костного мозга в виде отека, а по протяженности превышал ее у 76,5% детей.

Окружающие мягкие ткани у пациентов данной группы были изменены по типу гиперинтенсивного сигнала на T2-ВИ и STIR, и гипоинтенсивного на T1-ВИ.

Изменение структур сустава имели место у 32,0% детей и подлежали оценке на T2 STIR. Негомогенное утолщение синовиальной оболочки на T1-ВИ в сочетании с увеличением жидкостного содержимого в полости сустава гиперинтенсивного при T2-ВИ и гипоинтенсивного на T1-ВИ.



*Рис.43 – МР-момограммы пациента Л. 7 месяцев, дебют ОМ левой бедренной кости:
а – T2-ВИ, COR гиперинтенсивный сигнал от МЭ левой бедренной кости:
б – STIR, АХ – гиперинтенсивный выпот в полости сустава*

3.2.6. Мультирезовая компьютерная томография

Существенные ограничения метода заключались в необходимости анестезиологического пособия у детей данной возрастной группы и высокая сопутствующая доза ионизирующего излучения.

Показаниями к проведению исследования явились выявленные на МРТ признаки деструкции, подозрение на вовлечение в процесс прилежащих структур и предоперационное планирование.

МСКТ выполнена 17 пациентам – 4 ребенка на ранней стадии процесса (1–3 неделя от начала активной симптоматики) и 13 детей в более поздние сроки (8–14 неделя). У всех пациентов в ранней стадии процесса признаков деструкции достоверно не выявлено. В начале заболевания у 10,0% имел место выпот в суставе и неровность контура кости. На 8 неделе у 39,8% была периостальная реакция линейного характера и разрушение кортикального слоя у 45,1%. Деструкция кости с разрушением кортикального слоя выявлена на 9–14 неделе у 89,5 пациентов, секвестрация в 8,2% случаев и вовлечение смежных структур у 5,9%.

Клинический пример: ребенок 9 мес. поступил в приемное отделение с жалобами на беспокойство, отказ от еды, субфебрильную температуру в

течение 3 дней. Объективно обращал на себя внимание астенический синдром. В анализах крови повышение С-реактивного белка до 21 мг/л. Госпитализирован в инфекционное отделение с диагнозом: «ОРВИ». Получал лечение по протоколу. На 2-е сутки в стационаре отмечена отрицательная динамика: беспокойство усилилось, t до $38,4^{\circ}$, стал щадить левую руку.

Выполнена рентгенография верхних конечностей с захватом плечевых и локтевых суставов (рис. 43).



Рис. 43 – Рентгенограммы пациента 9 месяцев: а – прямая проекция – отмечается остеопороз проксимального отдела левой плечевой кости и расширение фиброзной зоны, отек и уплотнение мягких тканей плеча; б – прицельная рентгенограмма левой плечевой кости – нарушение контура проксимального метафиза

После проведения СР принято решение о выполнении МСКТ (рис. 44). Исследование выполнено с анестезиологическим пособием. Выявлен очаг деструкции костной ткани в проксимальном метафизе плечевой кости: дефект кортикального слоя на границе с зоной роста примерными размерами 14x9мм, с разрушением кортикального слоя внутренней части метафиза плечевой кости и костной ткани метафиза примерными размерами 13x5x6мм. Ядро окостенения головки плечевой кости с четкими ровными контурами. Прилежащие к зоне поражения мягкие ткани умеренно утолщены, КТ-плотность их снижена, что расценено как отек. Периостальные изменения в настоящий момент не определены. Содержимое костного канала плечевой кости имеет положительные значения КТ-плотности (35–60 НУ), что характерно для воспалительных изменений костного мозга левой плечевой кости на всем

протяжении. Соотношение в плечевом суставе не изменено. Целостность костной части суставной впадины лопатки сохранена. Контуры остальных костей четкие, ровные, структура их однородная. Содержимое костного канала лучевой и локтевой кости с отрицательными значениями КТ-плотности ($-35-70$ HU) – возрастная норма для костного мозга. Соотношение в локтевом суставе не изменено.

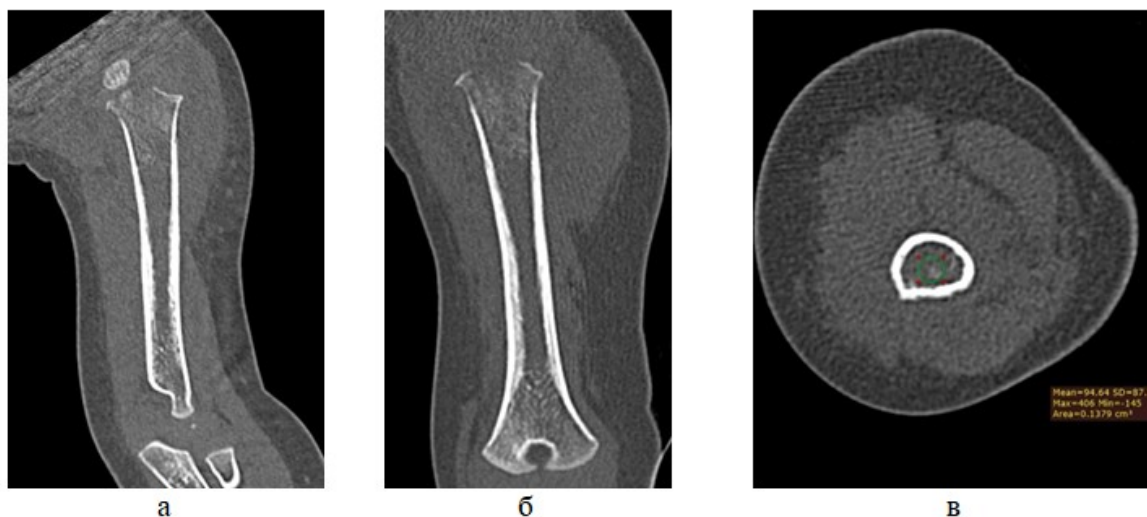


Рис. 44 – КТ-томограммы того же пациента: а – COR, очаги деструкции в проксимальном метафизе плечевой кости; б – SAG, разрушение кортикального слоя проксимального слоя; в – AX, интрамедуллярные изменения не дифференцируются

Таким образом, получены данные о наличии деструктивного процесса проксимального отдела плечевой кости, однако, не достаточные для уточнения нозологии. С целью дифференциальной диагностики между ОМ, ЭФ, ревматоидными заболеваниями выполнена МРТ (рис. 45). Исследование проведено сразу же после МСКТ во время медикаментозного сна. Выявлено: конфигурация сустава сохранена, выраженный отек окружающих мягких тканей в области головки плеча, по ходу диафиза плечевой кости, в области левого надплечья и сухожилия бицепса плеча. Визуализирован трабекулярный отек диафиза плечевой кости. Костный канал в зоне поражения с измененным МР-сигналом: высоким на T2-ВИ и STIR; ограничением диффузии на DWI. Синовиальная оболочка сустава утолщена. Эпифиз плечевой кости не изменен, ядро окостенения сохранное. В проксимальном метафизе плечевой кости

выявлена зона деструкции примерными размерами до 5 мм в диаметре. По ходу зоны роста отмечен отек. Выпот в полости сустава. Периостальная реакции прослеживается в виде утолщения надкостницы.

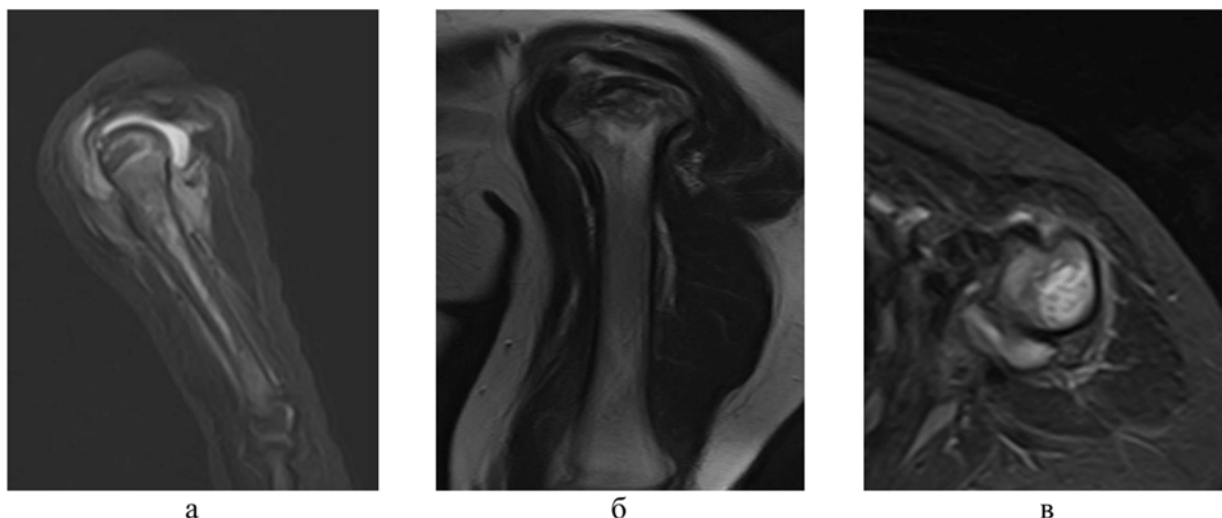


Рис. 45 – МР-томограммы левой плечевой кости и сопряженных суставов того же пациента, 9 мес.: а – STIR, SAG, интрамедуллярные изменения, трабекулярный отек костного мозга, синовит; б – T2-STIR, SAG, деструкция проксимального метафиза, экстраоссальный компонент; в – T2-STIR, AX, выраженный экстраоссальный компонент

Совокупность клинико-лабораторных и лучевых данных позволила установить диагноз: «ОГО проксимального отдела плечевой кости». Таким образом, в результате МРТ получена исчерпывающая информация о наличии массивных интрамедуллярных и мягкотканых изменений и выявлен патогномичный МР-признак – ЭОК.

Анализируя клинический случай, необходимо сделать вывод о нецелесообразности проведения МСКТ в ранние сроки от начала заболевания. Наряду с этим, пациенту не было выполнено УЗИ плечевого сустава и мягких тканей плеча, в результате чего консилиум, обосновавший проведение МСКТ, не имел информации о наличии значительных мягкотканых изменений.

3.3. Оценка диагностической эффективности методов лучевой диагностики

Достоверное определение диагностической информативности отдельных эхографических симптомов возможно только для остеомиелитического поражения ввиду крайне малого числа других вариантов поражений

метаэпифизарной зоны у новорожденных (7 ЭФ и 1 врожденный вывих бедра). В то же время, наблюдений ОМ поражений было достаточно много (108 случаев), что позволило на основании традиционных расчетов определить наиболее значимые эхографические симптомы.

Все эхографические симптомы, выявленные у 108 пациентов, были сгруппированы в традиционную четырехпольную таблицу (табл. 7).

Таблица 7

Диагностическая эффективность УЗИ (n = 108)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Асс, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	21	1	51	35	37,5	98,1	66,7	95,5
Изменение зоны роста	14	6	26	62	18,4	81,3	37	70
Изменение надкостницы	39	7	8	54	41,9	53,3	43,5	84,8
Деструкция	13	15	19	61	17,6	55,9	29,6	46,4
Изменение мягких тканей (отек)	71	2	11	24	74,7	84,6	75,9	97,3
Экстраоссальный компонент	42	3	46	17	71,2	93,9	81,5	93,3
Изменение структур сустава	98	1	8	1	99	88,9	98,1	99
Выпот	80	0	5	23	77,7	100	78,7	100

Как видно из представленной таблицы, эхографическая симптоматика ОМ поражения была достаточно представительной.

Анализ параметров диагностической эффективности закономерно показал высокую чувствительность таких ранних эхопризнаков, как изменение мягких тканей (отек), утолщение синовиальной оболочки и наличие выпота в сопряженном суставе.

ЭОК и изменение зоны роста выявлялись реже, имели закономерно невысокую чувствительность, но компенсировали ее высокой специфичностью и положительной прогностичностью (наличие таких эхосимптомов достоверно указывало на дебют ОМ).

Наряду с этим высокую диагностическую информативность имел признак «дефект метафиза» — единственный эхосимптом ОМ, выявляемый рентгенологически на поздних сроках и характерный именно для острого воспалительного процесса. Эхографические изменения структур встречались

реже, соответственно чувствительность и отрицательная прогностичность эхосимптома были невелики, зато специфичность и положительная прогностичность признака были абсолютными.

Эхографический симптом «нарушение конфигурации метаэпифиза» был характерен только для поражения проксимального отдела бедренной кости и в общей массе новорожденных детей с ОМ обладал невысокой чувствительностью, зато специфичность и положительная прогностичность признака были высоки.

Рентгенологическое исследование выполнено 108 пациентам с МЭ поражениями. Для ОМ младенцев были выделены ранние косвенные признаки на 7–10 день заболевания и поздние часто встречающиеся на 3–8 неделе (табл. 8).

Таблица 8

Диагностическая эффективность СР (n = 108)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	34	5	68	1	97,1	93,2	94,4	87,2
Изменение зоны роста	46	11	6	45	50,5	35,3	48,1	80,7
Изменение надкостницы	27	5	20	56	32,5	80	43,5	84,4
Деструкция	26	5	12	65	28,6	70,6	35,2	83,9
Изменение мягких тканей	16	12	19	61	20,8	61,3	32,4	57,1
Экстраоссальный компонент	7	5	28	68	9,3	84,8	32,4	58,3
Изменение структур сустава	15	18	37	38	28,3	67,3	48,1	45,5
Выпот	15	7	31	55	21,4	81,6	42,6	68,2

В ранней стадии процесса рентгенологически чаще всего выявлены изменения зоны роста кости: «слоистость» структуры (61,1%) и расширение зоны роста (38,9%).

Вместе с тем имели место изменения конфигурации в виде уменьшения ядра окостенения эпифиза и нарушения контура метафиза (28,9%).

Достоверными рентгенологическими признаками были очаг деструкции в метафизе или эпифизе (59,1%), линейная периостальная реакция (88,9%) и

вывих бедра (18,9%), которые определялись не ранее 5–8 недели патологического процесса.

ТС показал большую диагностическую эффективность в отношении деструкции костной ткани. У 88,1% пациентов с наличием косвенных признаков на стандартной рентгенограмме методика позволила подтвердить наличие деструкции уже на 7–12 день. Также ТС эффективен в выявлении изменений зоны роста и надкостницы (45,8%) (табл. 9).

Таблица 9

Диагностическая эффективность ТС (n = 36)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	20	3	11	2	90,9	78,6	86,1	87
Изменение зоны роста	17	4	9	6	73,9	69,2	72,2	81
Изменение надкостницы	8	5	7	16	33,3	58,3	41,7	61,5
Деструкция	30	1	3	2	93,8	75	91,7	96,8
Изменение мягких тканей	10	5	13	8	55,6	72,2	63,9	66,7
Экстраоссальный компонент	3	1	18	14	17,6	94,7	58,3	75
Изменение структур сустава	7	4	10	15	31,8	71,4	47,2	63,6
Выпот	14	5	4	13	51,9	44,4	50	73,7

ТС показал низкую чувствительность к изучению мягкотканного компонента: изменение прилежащих мягких тканей (21,7%), структур сустава (31,8%), ЭОК (17,6%). Эффективнее методика работала в отношении патологического выпота (51,9%). В выявлении изменений надкостницы на ранних стадиях процесса отмечена меньшая эффективность (42,9%). В более поздние сроки состояние надкостницы визуализировалось эффективнее (62%).

По данным МРТ у всех детей вне зависимости от стадии процесса уже на 2–3 день от начала активной симптоматики был выявлен трабекулярный отек костного мозга, который характеризовался низким сигналом на T1-ВИ и высоким сигналом на изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани (STIR). Септическое воспаление было представлено однородным гипоинтенсивным сигналом на T1-ВИ (97,3%). Наряду с данными признаками

патогномоничным было наличие ЭОК, выявляемого у больных с ОГО (98,9%) (табл. 10).

Таблица 10

Диагностическая эффективность МРТ (n = 29)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Асс, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	13	1	13	2	86,7	92,9	89,7	92,9
Изменение зоны роста	23	1	4	1	89,9	80	96,6	96
Отек костного мозга	26	1	1	1	90,7	95	96,2	98
Изменение надкостницы	25	1	2	1	82,6	79	81,7	80,2
Деструкция	17	2	8	2	89,5	80	86,2	89
Изменение мягких тканей	12	1	15	1	92,3	93,8	93,1	92
Экстраоссальный компонент	22	0	7	0	80,7	79,2	85,2	90,2
Изменение структур сустава	14	1	13	1	93,9	93,3	96,6	93,3
Выпот	21	1	6	1	95	85,7	93,1	95,5

Как представлено в таблице, метод показал высокую эффективность в отношении трабекулярного отека (96,2%) и изменения зон роста (96,6%). Семиотические признаки выявлены в рентгенонегативной стадии у большинства пациентов с ОМ (94,5%), в том числе наблюдался отек нескольких зон при мультифокальном поражении. Это позволило установить диагноз и начать консервативное и/или оперативное лечение гораздо раньше развития активной клинической и лабораторной картин.

На ранних этапах ОМ рентгенологически не были выявлены патологические изменения структуры костной ткани. При повреждениях и ЭФ рентгенограмма, напротив, позволяла установить характер изменений уже на этапах первичного осмотра. В то же время МРТ предоставляла гораздо больший объем информации о состоянии мягкотканых структур и костного мозга, что соответствовало ранней интрамедуллярной фазе воспалительного процесса.

МРТ у новорожденных и младенцев имела особенности и была ограничена необходимостью общей анестезии. При оценке исследования у новорожденных учитывалась МР-картина костного мозга детей младшего

возраста. В собственном исследовании получены изображения в коронарной плоскости в режиме STIR (с подавлением сигнала от жировой ткани) или T2-FS (T2-ВИ со спектральным насыщением жира). Данный метод позволял уточнить локализацию очага воспаления и затем провести прицельное сканирование зоны интереса.

Подводя итог изучению применения МРТ у младенцев и детей до года с МЭ поражениями, можно отметить высокую эффективность метода при выявлении воспалительного процесса на ранних стадиях за счет визуализации изменений костного мозга, мягких тканей и внутрисуставных структур.

МСКТ показала высокую диагностическую эффективность в определении деструкции костной ткани и изменении конфигурации сегментов кости. Однако чувствительность методики проявилась только в поздние сроки заболевания (табл. 11).

Таблица 11

Диагностическая эффективность МСКТ (n = 17)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	12	1	3	1	89,4	92,2	90,2	88,3
Изменение зоны роста	7	2	4	4	63,6	66,7	64,7	77,8
Изменение надкостницы	10	1	2	4	71,4	66,7	70,6	90,9
Деструкция	8	0	3	6	57,1	97,2	64,7	96,4
Изменение мягких тканей	8	4	2	3	72,7	33,3	58,8	66,7
Экстраоссальный компонент	7	1	4	5	58,3	80	64,7	87,5
Изменение структур сустава	4	5	3	5	44,4	37,5	41,2	44,4
Выпот	5	3	4	5	50,1	57,1	52,9	62,5

Как видно из таблицы достоверно у всех пациентов выявлены изменения костного матрикса (деструкция) (96,4%), однако не получена информации об интрамедуллярных и мягкотканых экстраоссальных изменениях.

На ранних стадиях являлось важным выявление деструкции костной ткани не ранее 5 недели болезни. На начальных этапах исследования в алгоритм включена МСКТ, однако анализ материала показал отсутствие диагностической эффективности при ранних стадиях процесса и метод был исключен из

рутинного алгоритма. Метод применялся в случаях массивных деструктивных изменений, выявленных другими лучевыми методами и на этапах планирования оперативного лечения.

В результате проведенного исследования сформирована сводная таблица диагностической эффективности (Асс) изученных методов лучевой (табл. 12).

Таблица 12

*Сводная таблица диагностической эффективности (Асс)
методов лучевой диагностики*

Семиотический признак	УЗИ, %	СР, %	ТС, %	КТ, %	МРТ, %	p <0,05
Нарушение конфигурации МЭ	66,7	74	86,1	90,2	89,7	1-2;1-3;1-4
Изменение зоны роста	37	48,1	70,9	84,7	96,2	1-3;1-4;1-5
Отек костного мозга	—	—	—	—	96,6	—
Изменение надкостницы	43,5	43,5	41,7	70,6	81,7	1-2;1-4;1-5
Деструкция	29,6	35,2	71,7	64,7	86,2	1-2;1-3;1-4;1-5
Изменение мягких тканей	75,9	32,4	63,9	58,8	93,1	1-2;1-3;1-4;1-4-5
Экстраоссальный компонент	81,5	32,4	58,3	64,7	85,2	1-2;1-3;1-4;1-4-5
Изменение структур сустава	93,1	48,1	47,2	41,2	96,6	1-2;1-3;1-4;1-4-5
Выпот	88,7	42,6	39,6	52,9	93,1	1-2;1-3;1-4;1-4-5

Таблица показывает эффективность методов лучевой диагностики при МЭ поражениях у новорожденных и детей раннего возраста и позволяет сделать соответствующие выводы: ранними сроками заболевания следует считать 3–5 день от начала активной симптоматики. Новорожденные и дети раннего возраста не могут озвучить жалобы, в связи с чем большое значение приобретает тщательный сбор анамнеза у родителей или законных представителей.

Острый воспалительный процесс МЭ области в 79,5% случаев сочетался с клинической картиной острого респираторного заболевания, однако болевая контрактура, имевшая место у 69,1% детей, направила диагностический поиск по правильному пути.

На ранних сроках отмечена высокая диагностическая эффективность УЗИ, с помощью которого выявлены достоверные признаки ОГО в 95,7% случаев.

СР продемонстрировала низкую диагностическую эффективность до 8–9 суток заболевания. В данный период выявлялись только косвенные рентгенологические признаки: латеропозиция или вывих сегмента на стороне поражения (74%), изменение (слоистость и расширение) зоны роста (48,1%), изменение контура кости в виде разрежения (35,2%). Отдельного внимания заслуживает факт появления косвенных признаков не ранее 3–5 дня от начала заболевания у 79,4% детей.

Совершенно иные возможности показала методика ТС. При сомнительных рентгенологических данных ТС 98% случаев проявил высокую диагностическую эффективность. Ключевыми были возможности выявления структурных изменений костной ткани: деструкции (71,7%), изменения зоны роста (70,9%), изменения надкостницы (41,7%). Низкую диагностическую эффективность методика показала в отношении мягких тканей и структур сустава, за исключением определения суставного выпота (39,6%).

МРТ в подавляющем большинстве случаев позволяла определить воспалительные интрамедуллярные изменения кости (96,2%) и вовлечение зоны роста в патологический процесс (97%).

Наряду с отеком костного мозга нами выделен ЭОК, как важный признак острого воспалительного процесса кости у новорожденных и детей до 6 мес.. МРТ продемонстрировал высокую диагностическую эффективность в выявлении данного признака (85,2%). Необходимо отметить высокие диагностические параметры МРТ при обнаружении изменений надкостницы (81,7%), структурных изменений сустава (96,6%) и наличия выпота в полость сустава (93,1%). Таким образом, МРТ показала максимальную диагностическую эффективность (точность) по суммарному количеству выявляемых признаков на ранней стадии процесса.

Показатели диагностической эффективности МСКТ были высокими в отношении деструкции костной ткани в поздних стадиях ОМ процесса – на 3–6 неделе заболевания. В это период достоверно выявлена деструкция (91,7%), изменение зоны роста (84,7%) и периостальная реакция (70,6%).

Существенным ограничением метода были особенности укладки и высокая доза ионизирующего излучения. В совокупности с низкой диагностической эффективностью это способствовало исключению МСКТ из рутинного алгоритма обследования пациентов данной группы.

На основании вышеизложенного материала необходимо представить **следующие выводы по главе:**

1. В начале заболевания диагностическая эффективность УЗИ достигает 93,1% за счет выявляемости мягкотканых изменений.

2. Эхографические симптомы изменения мягких тканей при МЭ поражениях у новорожденных и детей первых месяцев жизни являлись прямым признаком патологического процесса, обосновывающими дальнейший диагностический поиск.

3. В каждом конкретном случае закономерно встречались несколько эхографических симптомов, количество которых зависело не только от локализации патологического процесса, но и от давности заболевания на момент поступления в стационар.

4. Высокую эффективность показало УЗИ высокоразрешающим датчиком в режиме 2 полей с захватом сопряженных суставов заинтересованного сегмента и сканированием контралатеральной конечности.

5. Диагностическая эффективность СР в выявлении деструкции на ранних стадиях ОГО была низкой и составила 35,2%.

6. ТС показал высокую диагностическую эффективность в ранней стадии деструктивного процесса (71,7%).

7. МРТ продемонстрировала высокую диагностическую эффективность на 2–5 день заболевания за счет выявления отека костного мозга и экстраоссального компонента.

8. В случаях предполагаемого мультифокального поражения и сложной анатомической локализации, а также при ухудшении состояния

выполнение МРТ (в т.ч. всего тела) позволило в 90,4% случаев выявить дополнительные очаги различной локализации.

9. DWI при сканировании суставов у младенцев и детей раннего возраста эффективна при $b=800$.

10. МСКТ показала низкую диагностическую эффективность при обнаружении деструкции на ранних стадиях ОГО и ЭФ (64,7%).

11. Деструктивные изменения кости при ОГО выявлялись на 8–15 сутки, что соответствовало поздней стадии процесса и сопровождалось массивными изменениями эпифиза и метафиза кости.

12. МСКТ показана при подозрении на наличие деструкции кости по результатам других методов и на этапах планирования оперативного лечения.

13. В результате комбинированного применения СР, УЗИ и МРТ воспалительные изменения выявлены в 97,9% случаев.

На основании выводов исследования предложен рациональный алгоритм лучевой диагностики при поражении эпифизов и метафизов костей у новорожденных и детей до года (рис. 46).

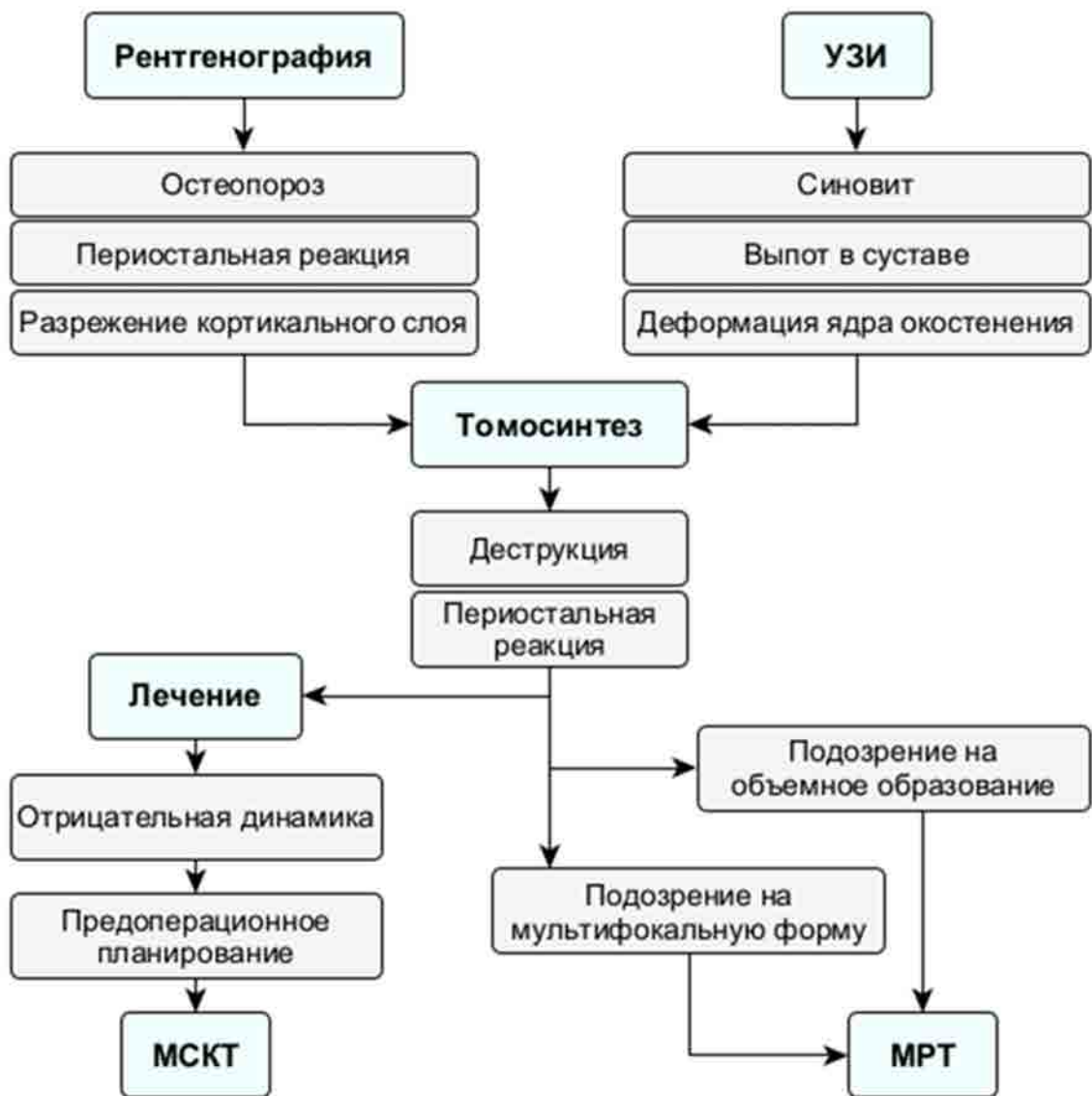


Рис. 1 – Алгоритм лучевой диагностики при поражении эпифизов и метафизов костей у новорожденных и детей в возрасте до 6 месяцев

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕТЕЙ СТАРШЕ 6 МЕСЯЦЕВ И ПОДРОСТОКОВ

4.1. Клинико-лабораторная характеристика

Данная группа составила 283 пациента и разделена по возрасту и нозологии на 3 подгруппы (рис. 47):

- дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ОГО – 76 пациентов;
- дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ПХО – 155 пациентов;
- дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с АН кости – 52 пациента.



Рис. 47 – Клинические группы и нозологии

Представляется интересными гендерные различия среди пациентов, во всех подгруппах достоверно ($p < 0,01$) преобладали мальчики, однако статистически значимым это преобладание было в подгруппах с ОГО ($p = 0,003$) и с АН ($p = 0,002$) (табл. 13).

Таблица 13

Распределение пациентов по полу и нозологическим формам

Диагноз	ОГО		ПХО		АН		Всего	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Мальчики	51	18	86	30	36	12,8	173	61,1
Девочки	25	8,9	69	24,4	16	5,9	110	38,9

Всего	76	26,9	155	54,4	52	18,7	283	100
--------------	----	------	-----	------	----	------	-----	-----

Выполненный статистический анализ не показал значимой связи между полом и конкретной нозологией ($p=0,097$). В данной группе большинство пациентов составили дети с ОГО.

Необходимо отметить, что первоначально к этой группе были отнесены еще 2 пациента, у которых со слов родителей, имело место острое начало заболевания. Однако, при первичном рентгенологическом обследовании были обнаружены признаки злокачественного новообразования кости, и пациенты исключены из группы исследования.

При обследовании пациентов II группы использованы рентгенография, ТС, УЗИ, МСКТ и МРТ. Подробно распределение методов лучевой диагностики для данной группы представлено на рисунке 48.

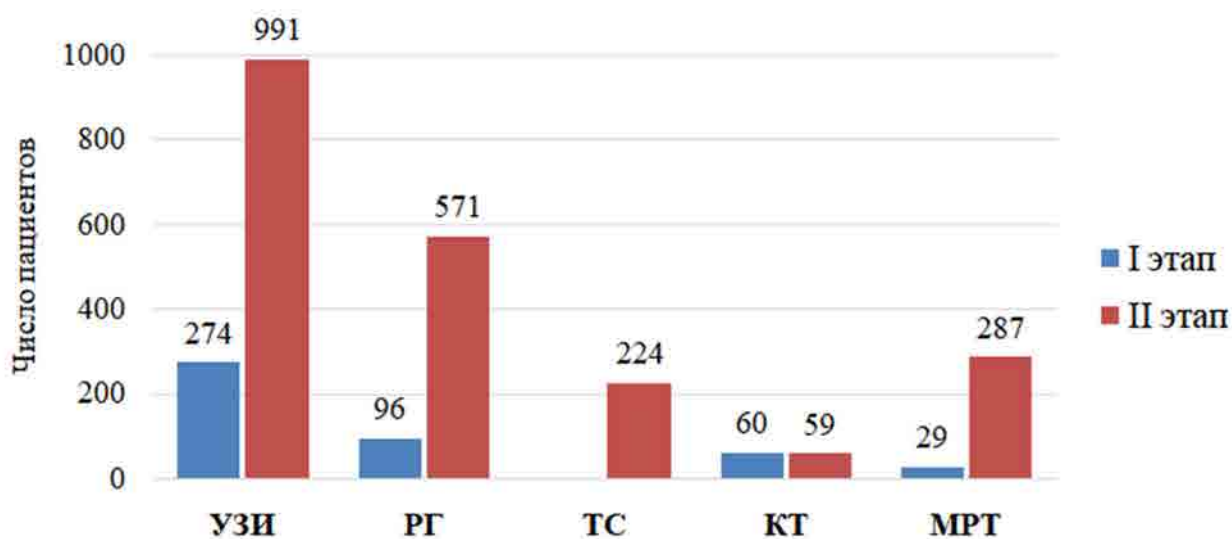


Рис. 48 – Диаграмма количества исследований

Анализ данных проведенных исследований показал, что УЗИ костей и суставов у пациентов старше периода новорожденности имело ограниченную диагностическую эффективность в 59,1% случаев. В то же время, мягкотканые компоненты суставов, параоссальные ткани, дефекты костных структур и аномалии поверхности костей оценены эхографически с высокой точностью (41,7%).

Поскольку оссифицированные фрагменты изучаемых структур практически не подлежали эхографической оценке, применяли методы позволяющие визуализировать костную ткань.

Оссифицированные структуры кости, такие как эпифиз, метафиз и диафиз были доступны оценке при рентгенографии, при невозможности анализа костного мозга, надкостницы, хрящевых элементов и параоссальных тканей. Глубокие мягкотканые и мышечные структуры сложных анатомических зон в 62,4% случаев дифференцировать базовыми методами не представилось возможным. Однако, именно рентгенологическая и эхографическая семиотика в корреляции с клинико-лабораторными данными и анамнезом заболевания, определяли последовательность дальнейших диагностических шагов.

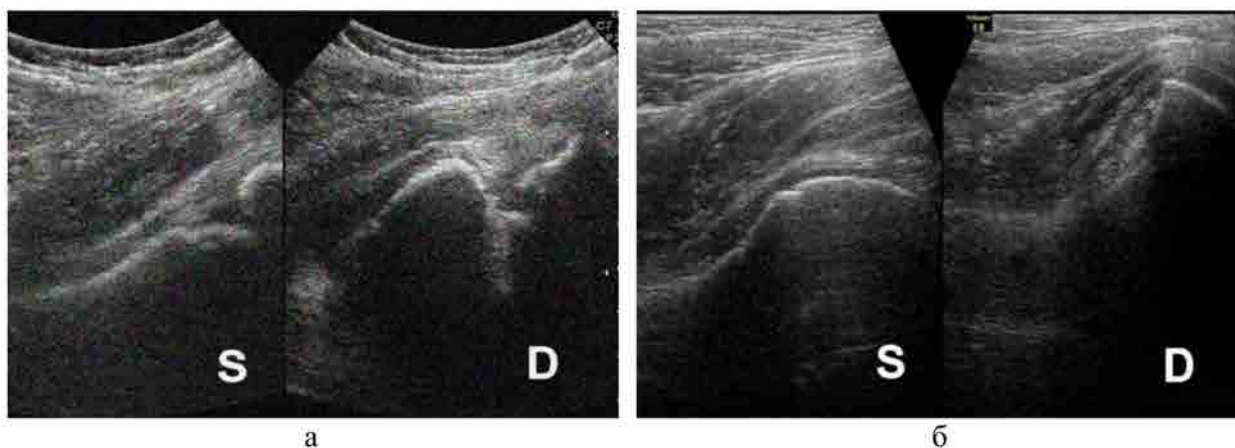
Были изучены основные семиотические симптомы (признаки), встречающиеся у детей при поражении метафизов и эпифизов костей. Пролонгированный по времени процесс окостенения существенно влиял на представительство семиотических признаков в каждой отдельной возрастной группе. На основе выделения совокупности признаков, характерных для той или иной нозологии, формировалось предварительное заключение, которое служило поводом для включения пациента в ту или иную группу.

Вопрос алгоритмизации лучевой диагностики поражений метафизов и эпифизов костей у детей старше периода новорожденности и подростков представлен с выделения ряда значимых семиотических признаков подлежащих оценке при изучении МЭ зон у детей.

4.2 Лучевая семиотика метаэпифизарных поражений

4.2.1. Изменение конфигурации эпифиза и метафиза кости

Эхографическая оценка симптома была затруднена, поскольку в 90,6% было возможно оценить только форму поверхности кости, причем только на ограниченном протяжении. У 76% выводилась зона интереса в максимально информативном скане, дающем наиболее полное представление о конфигурации зоны интереса.



*Рис. 49 – Сонограммы тазобедренных суставов (разные дети), нарушение конфигурации МЭ зоны слева; D – правая конечность; S – левая конечность;
а – состояние после коррекции врожденного вывиха; б – состояние после коррекции ЭФ*

Совершенно иные возможности были при визуализации формы МЭ зоны при СР опорно-двигательного аппарата. В подавляющем большинстве случаев (98,1%) представлялось возможным оценить не только форму поверхности кости на всем протяжении зоны исследования, но и соотношение элементов сустава.

Наибольшую информативность имели рентгенограммы заинтересованного суставного конца с захватом контралатерального сегмента. Для оценки соотношения в суставе дополняли исследование методологически обоснованными проекциями, например с отведением и внутренней ротацией проксимального отдела бедренной кости (рис. 50). Важно отметить, что данные методики ТС были сопоставимы в 76,2% с СР при анализе этого семиотического признака.



Рис. 50 – Рентгенограммы пациентов при системных заболеваниях скелета, множественное изменение конфигурации МЭ нижних конечностей (отличие от воспалительного процесса): а – метаэпифизарная дисплазия; б, в – спондилоэпифизарная дисплазия

Отдельного внимания заслуживала оценка изменения конфигурации проксимального эпифиза и метафиза бедренных костей у детей младшего возраста. У 78,1% пациентов производилась рентгенограмма таза с захватом контралатерального сустава, в остальных случаях использована доставленная диагностическая информация для оценки динамики изменений. При сравнении двух суставов становились очевидными минимальные начальные рентгенологические признаки заболевания (рис. 51).

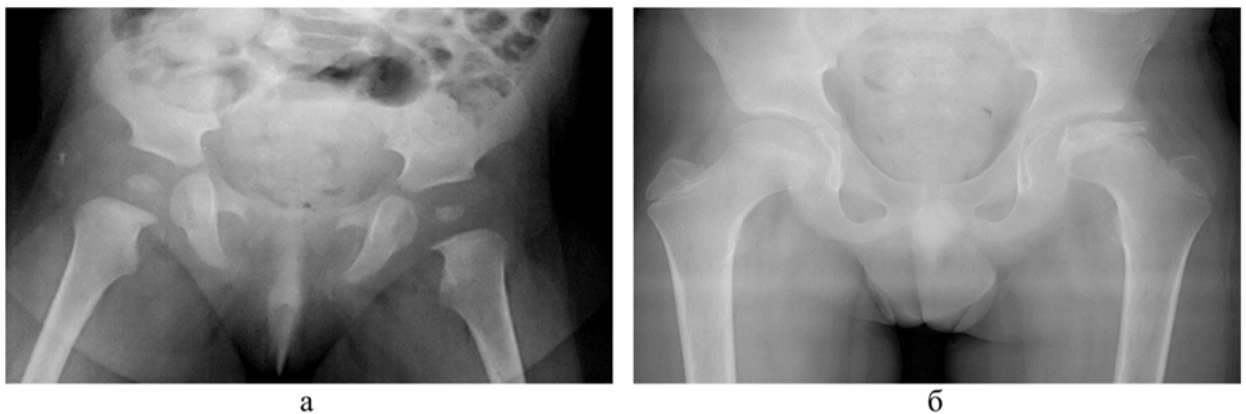


Рис. 51 – Рентгенограммы таза в прямой проекции (разные дети): а – пациент Л. 2 года с ОГО проксимального отдела левой бедренной кости, нарушение конфигурации эпифиза левой бедренной кости, изменение формы медиального края проксимального метафиза бедренной кости; б – пациент К. 11 лет с АН головки левой бедренной кости на фоне дебюта хронической болезни почек

Проведение МСКТ было обосновано в 31,2% случаев, как на этапах предоперационного планирования реконструктивных вмешательств на

сегментах скелета, так и при решении вопроса о стадии асептического некроза кости. Наряду с оценкой положения метод позволил оценить дислокацию деформированных отделов эпифиза. В ряде случаев целью исследования была объёмная визуализация формы и строения сегмента с расчетом параметров коррекции и подбор металлоконструкции (рис. 52).

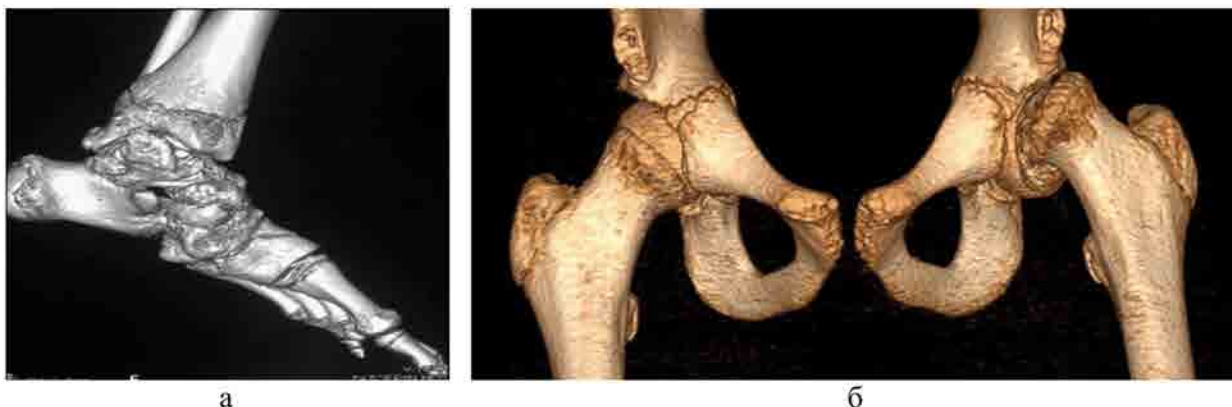


Рис. 52 – МСКТ (3D-реконструкции) пациентов с изменением конфигурации МЭ нижних конечностей (разные дети): а – пациент Л. 14 лет с диагнозом «Мономелическая форма эпифизарной дисплазии скелета»; б – пациент У. 15 лет с диагнозом «Юношеский эпифизолиз головки бедренной кости», определяется смещение шейки бедренной кости относительно эпифиза

При выполнении МРТ у 82,0% пациентов с рентгенологически выявленным нарушением конфигурации суставного конца выявлены сопоставимые изменения конфигурации МЭ. Наряду с этим, необходимо отметить, что в 67,5% случаев были определены признаки вовлечения в патологический процесс структур сустава: синовит (21,4%), бурсит (17,0%), выпот в суставе (42,6%) (рис. 53).

Трабекулярный отек эпифиза и метафиза кости имел место у 98,4% пациентов с острым и хроническим ОМ, АН головки бедренной кости и ЭФ. Однако у детей с минерально-костными нарушениями и системными заболеваниями скелета отек костного мозга выявлялся крайне редко (8,2%).

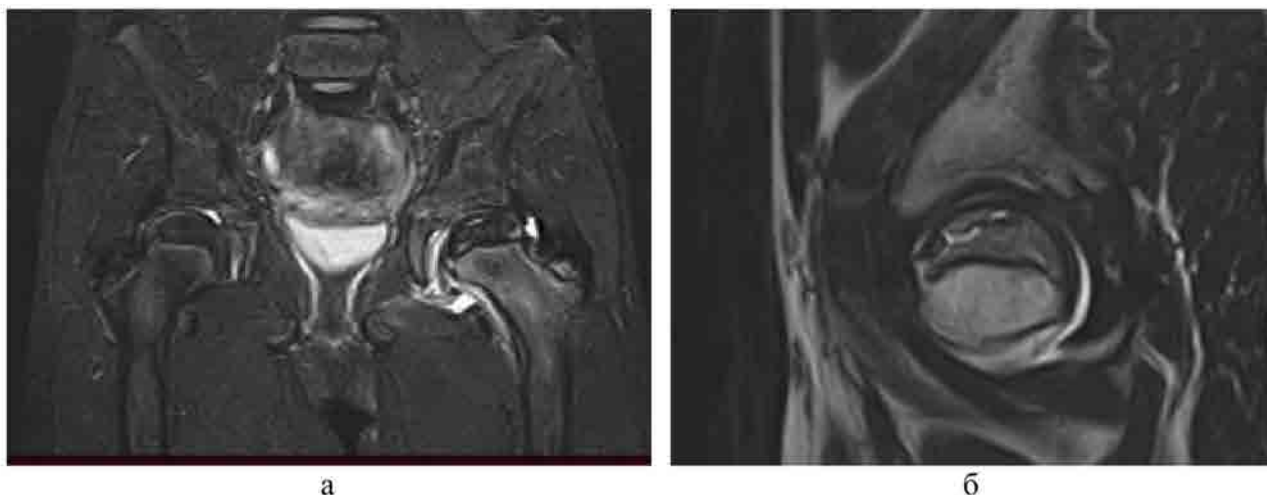


Рис. 53 – МР-томограммы пациента 12 лет с АН головки левой бедренной кости; а – STIR, COR.: трабекулярный отек метафиза бедренной кости, выпот в суставе; б – STIR, SAG: фрагментация эпифиза бедренной кости

4.2.2. Отек костного мозга

Семиотический признак «отек костного мозга» в 98,1% был доступен оценке только при МРТ и являлся ведущим лучевым симптомом, позволяющим выявить изменения костного мозга в рентгенонегативной стадии процесса. Изменения хорошо визуализировались на изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани T2-ВИ, STIR в виде гиперинтенсивного сигнала от костного мозга, и соответственно, гипоинтенсивного сигнала на T1-ВИ (рис. 54).

Отек костного мозга был характерен для дебюта заболевания и встречался в 98,1% при остром воспалительном процессе, в 91,7% при хроническом воспалительном процессе, в 96,2% в начальных стадиях АН, в 97,2% при ЭФ.

Таким образом, МР-признак служил маркером интрамедуллярных изменений и характеризовал раннюю фазу всех воспалительных процессов, АН и ЭФ кости.

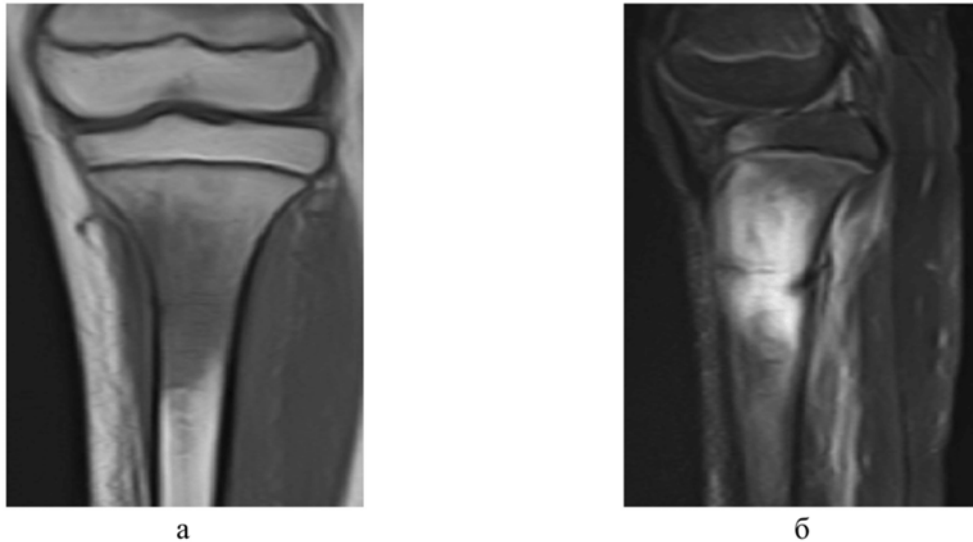


Рис. 54 – МР-томограммы пациента 11 лет с ОГО: а – T1-ВИ, COR, трабекулярный отек проксимального метафиза правой большеберцовой кости, гипоинтенсивный сигнал; б – STIR, SAG, зона отека в проксимальном МЭ правой большеберцовой кости, гиперинтенсивный сигнал

4.2.3. Изменение зоны роста

Выявление изменений зоны роста было одна из основных диагностических задач.

Реактивные изменения ростковой пластины были сопряжены с воспалительными процессами костной ткани (71%), воспалением сустава: синовит (21,6%) и бурсит (7%), ЮЭГБК (89,3%), нарушениями минерального обмена (65%). Наличие выпота в суставе стимулировало функцию ростковой зоны, что в свою очередь приводило к удлинению вовлеченного сегмента конечности. Аналогичным образом влиял прилежащий к зоне роста патологический очаг. Важным замечанием является то, что в момент выявления данного признака у 83,5% пациентов отсутствовали жалобы и клинические проявления, в то время как 17,9% имели незначительные ограничения движений и невыраженный болевой синдром.

При рентгенологической оценке изменений зоны роста выделяли расширение и неоднородность структуры ростковой пластины, изменение медиального отдела метафиза, у детей младшего возраста оценивали расстояние от эпифиза до метафиза.

Слоистость рисунка зоны роста в 59,3% встречалась у пациентов с острыми и хроническими воспалительными изменениями сопряженного метафиза или эпифиза кости. Расширение расстояния от метафиза до эпифиза наиболее характерно (77,5%) для нарушений минерального обмена. У пациентов с хронической болезнью почек данный симптом встречался в подавляющем большинстве случаев (рис. 55).



Рис. 55 – Рентгенограммы пациентов с ЮЭГБК, изменения зоны роста кости (разные дети): а – «слоистость» зон роста бедренных костей в сочетании с участками склероза; б – расширение физарной пластины и зазубренность контура метафиза

Отдельного внимания заслуживали изменения зоны роста у детей с хронической болезнью почек. В рентгенологическом отображении отсутствовала визуализация физарной пластины в виде полосы просветления. Зона роста имела неровный, зазубренный контур. Расстояние от эпифиза до метафиза в 94,4% случаев было значительно расширено, в то время как у 6,2% отмечено расширение только в медиальном сегменте (рис. 56). Данный факт провоцировал изменение формы метафизов в виде их укорочения и расширения.

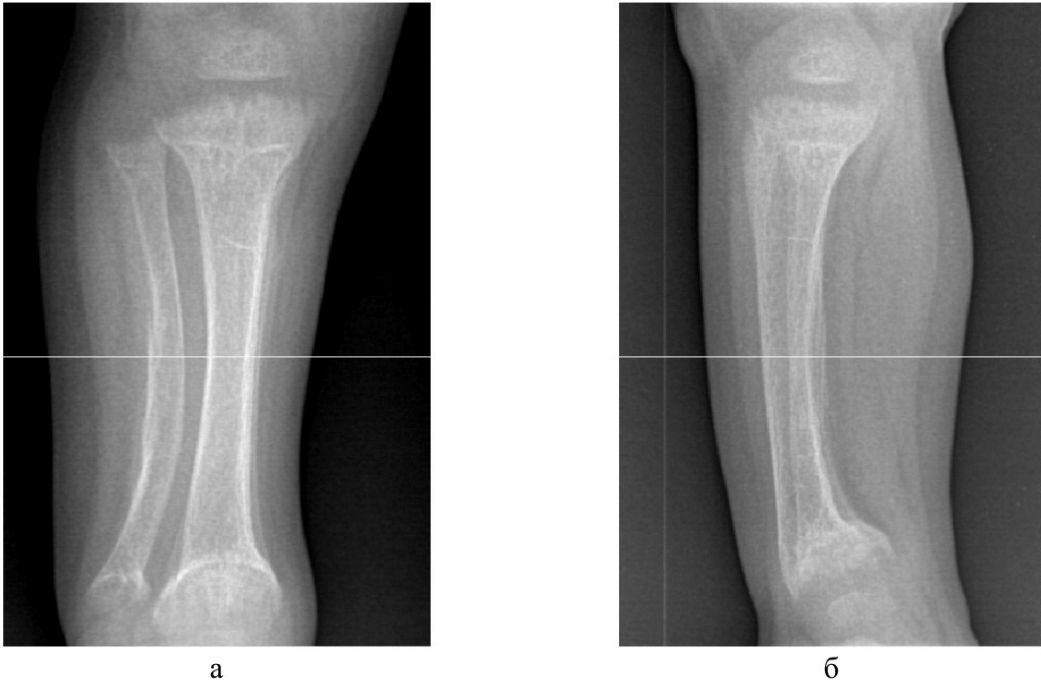


Рис. 56 – Рентгенограммы костей голени в прямой (а) и боковой (б) проекциях пациента А. 2 года, диагноз «фосфат-диабет, дебют»: расширение расстояния между эпифизом и метафизом, зазубренность контура метафиза, отсутствие визуализации фибрарной пластины, вальгусная деформация костей

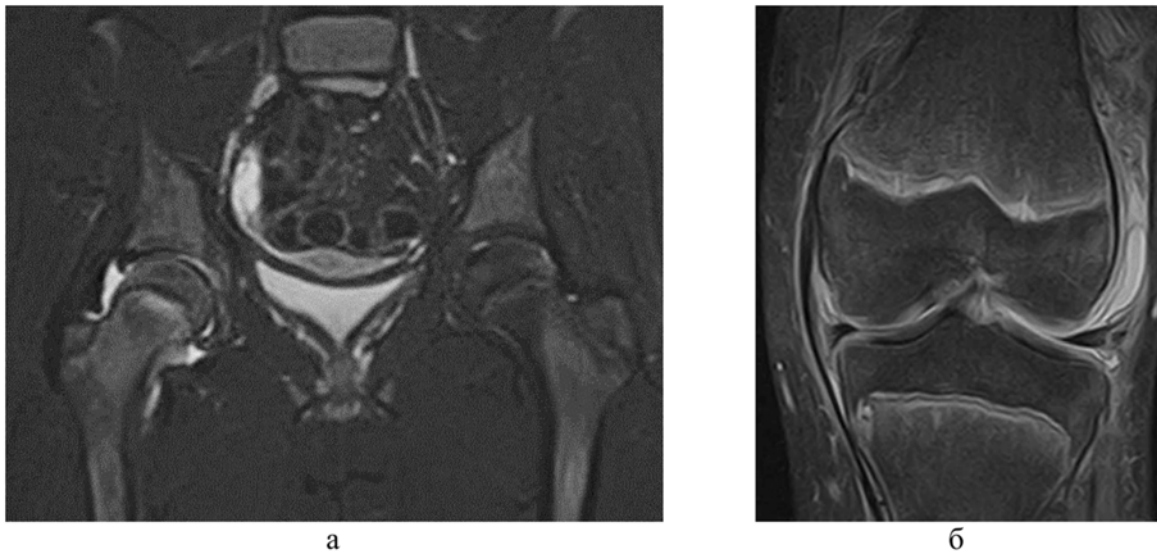


Рис. 57 – МР-томограммы пациентов с изменениями зоны роста (разные дети): а – STIR, COR: гиперинтенсивный сигнал от проксимальной зоны роста, выпот в суставе; б – STIR, COR: отек зоны роста в рентгенонегативной стадии воспалительного процесса

При наличии патологического процесса в эпифизе и/или метафизе на МРТ в 97,5% отмечены изменения сигнальных характеристик фибрарной пластины. В норме она представлена ровной узкой слабо гиперинтенсивной полосой последовательностях с подавлением сигнала от жировой ткани и гипоинтенсивной на PD и T1-ВИ. Толщина пластины варьировали в зависимости от возрастной нормы. При патологических процесса в

эпиметафизе отмечалось изменение сигнала от зоны роста – усиление интенсивности сигнала и увеличение поперечного размера (рис. 57).

Важно отметить, что наличие данного симптома визуализировано в 79% случаев в ранней рентгенонегативной стадии воспалительных процессов. В 21,2% случаев изменения фиброзной пластины сочетались с трабекулярным отеком костного мозга.

4.2.4. Деструкция

Данный семиотический признак был выявлен у 76% детей. Эхографически деструкция костной структуры отмечена у 21,3% пациентов. Наибольшую диагностическую эффективность в выявлении признака УЗИ показало у пациентов 1–4-ти лет. Выявлены очаги, локализующиеся на поверхности кости (18,5%), когда оценивали нарушение целостности кортикальной линии, эхоструктуру и размеры дефекта в пределах области визуализации. Обычно исследование проводилось только в В-режиме, при необходимости был использован цветовой доплеровский режим для оценки сосудистого рисунка в области дефекта костной ткани (рис. 58)

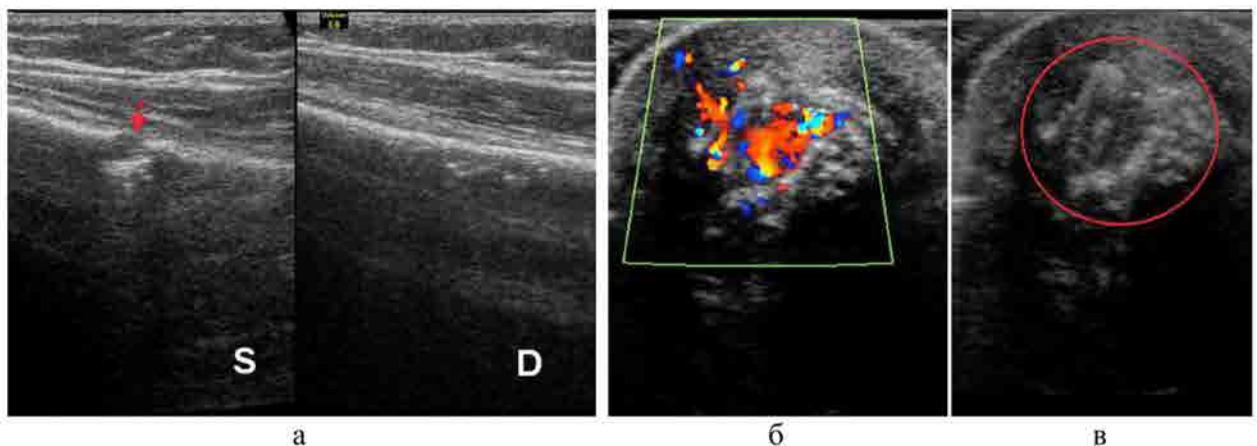


Рис. 58 Сонограммы пациента 16 лет с ОМ проксимального МЭ правой бедренной кости, эхографический симптом «деструкция», D – правая конечность; S – левая конечность: а – нарушение целостности контура кости слева (стрелка), б, в – нарушение целостности контура кости (в красном контуре), выраженное усиление сосудистого рисунка в ткани, замещающей дефект кости

Внутрикостные очаги эхографически визуализированы (точнее – заподозрены) крайне редко и были зафиксированы только при расположении

дефекта кости поверхностно, под тонкой кортикальной пластинкой. Например, кисты кости, локализующиеся субкортикально. Точно визуализировать всю полость кисты обычно не представлялось возможным, но зафиксировать изменение структуры кости вполне возможно (рис. 59).

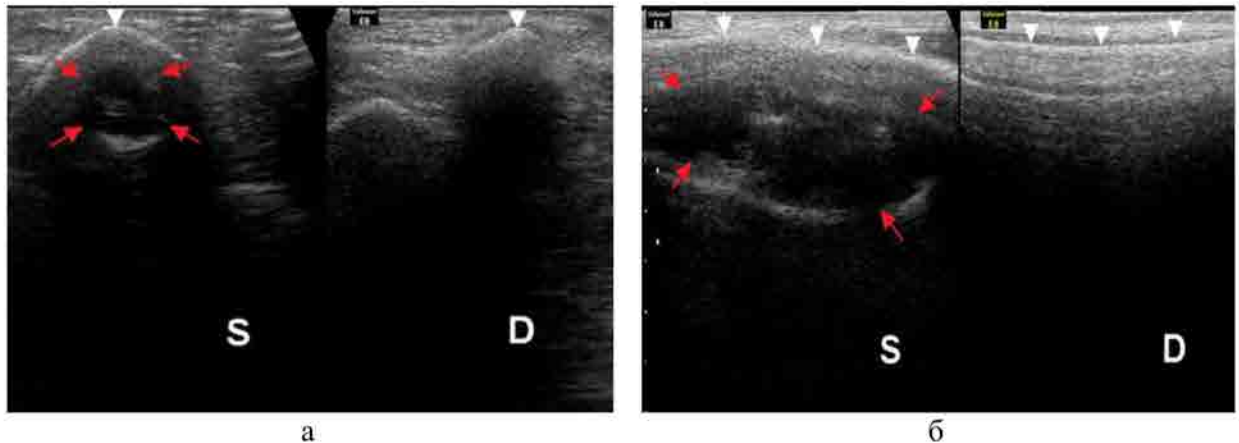


Рис. 59 – УЗИ пациента 10 лет с хроническим воспалительным процессом, D – правая конечность, S – левая конечность, киста дистальной МЭ зоны левой большеберцовой кости (красные стрелки), поверхность кости (белые стрелки):
а - поперечный скан в режиме 2-х полей, б - продольный скан в режиме 2-х полей

Симптом деструкции при рентгенологических исследованиях (СР, ТС) проявляется несколькими вариантами. У 84,2% пациентов изменения структуры были в виде патологического очага в эпифизе или метафизе кости с разрушением костной ткани и замещением дефекта патологическим субстратом. Выявление дополнительных структурных элементов, например хрящевых включений в эпифизе кости при гемимелической форме эпифизарной дисплазии скелета, отнесены нами к деструкции кости (рис. 59а).

Рентгенологически в 91,5% патологический очаг был представлен участками просветлений с нечеткими размытыми границами. В ряде случаев (21,2%), чередующимися с участками уплотнения костной ткани (остеосклероз).

Как было уже сказано, исследование обязательно проводилось в прямой и боковой проекциях, однако при показаниях, применялись дополнительные специальные методологически обоснованные проекции, например с отведением и внутренней ротацией проксимального отдела бедренной кости (рис. 60).

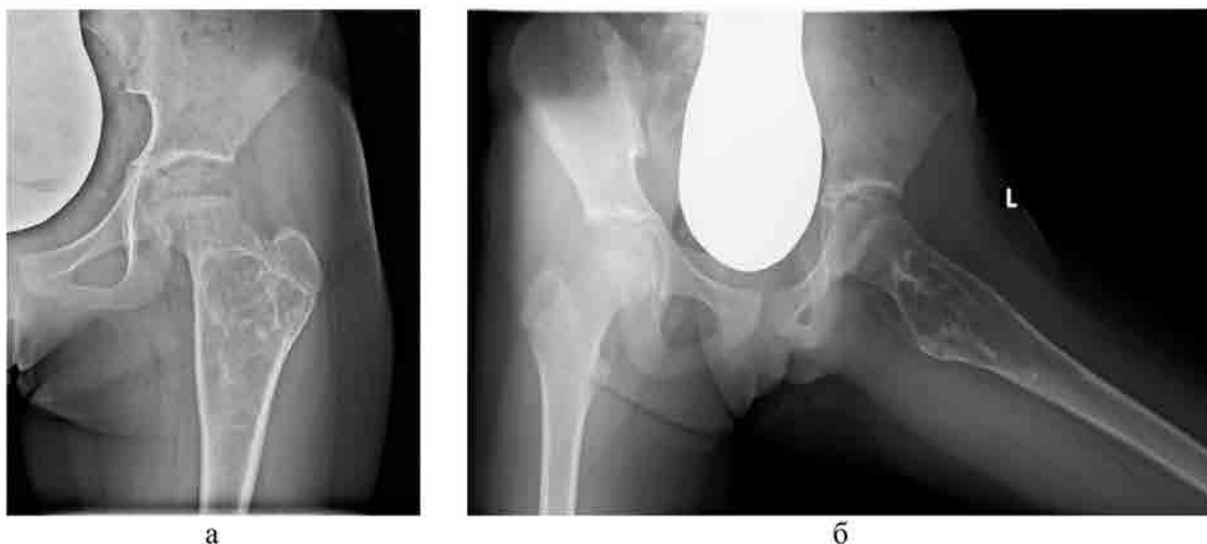


Рис. 60 – Рентгенограммы пациента М. 11 лет с аневризмальной кистой проксимального отдела левой бедренной кости: а – в прямой проекции; б – в проекции с отведением и внутренней ротацией бедра; отличие патологического очага при кисте от ОМ – литический характер деструкции, ячеисто-трабекулярная структура без периостальной реакции

Очаг, занимающий более $1/3$ поперечника (диаметра) кости и локализующийся центрально давал представление о локализации, размере и структуре деструкции. Это позволило в 87,3% случаев перейти к диагностическим этапам, включающим МРТ и биопсию с морфологической верификацией, минуя этап МСКТ. Точно установить диагноз на основании только рентгенологических данных не представлялось возможным, но сократить этап предварительного обследования и избежать превышения дозы лучевой нагрузки, в 69,7% случаев удалось. При наличии деструктивных очагов меньше 1 мм в поперечном размере и/или локализующиеся по задней поверхности эпифиза или метафиза в алгоритм обследования была введена методика ТС.

За счет механизма послойного сканирования появлялась возможность выявить минимальные изменения кортикального слоя в проекции патологического очага. Также методика дала возможность оценить размеры, структуру и локализацию зоны деструкции в 79,2% случаев. Наряду с этим в 37,2% случаев были выявлены процессы, локализующиеся по задней поверхности кости, не отмеченные на первичных рентгенограммах (рис. 61).

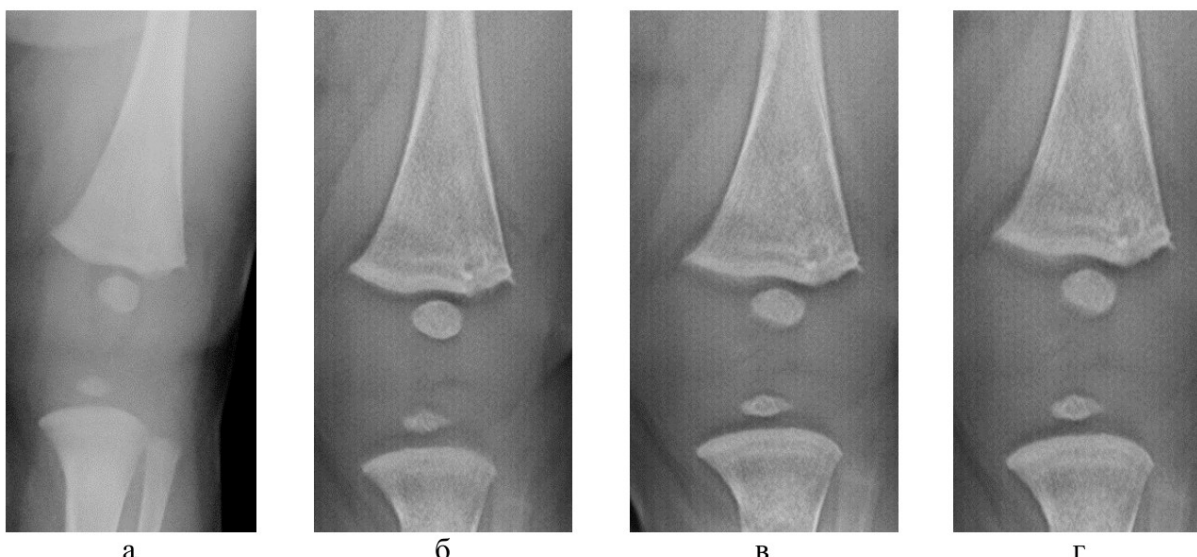


Рис. 61 – Рентгенограмма и серия томограмм (ТС) пациента 3,5 лет с ОГО дистального отдела левой бедренной кости: а – рентгенограмма в прямой проекции, определяется нечеткость контура медиального края дистального метафиза бедренной кости; б, в, г – серия томограмм, выявлен очаг деструкции и разрежение кортикального слоя дистального МЭ

КТ-семиотические признаки деструктивного процесса были выявлены на 39,9% чаще таковых при СР. Невзирая на одну физическую основу метода, СР имела ограничение в силу суммационного эффекта, что особенно вызывало затруднение интерпретации у детей раннего возраста.

В области метаэпифиза на серии компьютерных томограмм в 99,2% отмечалось разрежение структуры костной ткани с отсутствием в области патологического очага костных балок, отграниченное зоной остеосклероза. В 46,7% случаев выявлена периостальная реакция, которая не была видна на рентгенограмме. Изменения кортикального слоя в 58,4% были представлены нарушением целостности (рис. 62в). Высокая разрешающая способность и возможность полипроекционного анализа области исследования обеспечивали методике МСКТ преимущества при визуализации деструкции костной ткани, особенно на этапах предоперационного планирования. Плотностные характеристики патологического очага позволили в 72,1% предположить наличие гнойного субстрата в полости: (30–60 ед. НУ), в 34% грануляционные ткани (80–100 ед. НУ); в 52% наличие крови (35 ед. НУ).

Важно акцентировать внимание на том, что СР имела ограничения, обусловленные суммационным эффектом, однако существенным

сдерживающим фактором применения МСКТ, служил уровень эффективной дозы одного исследования. Это являлось основным ограничением методики в педиатрической практике.

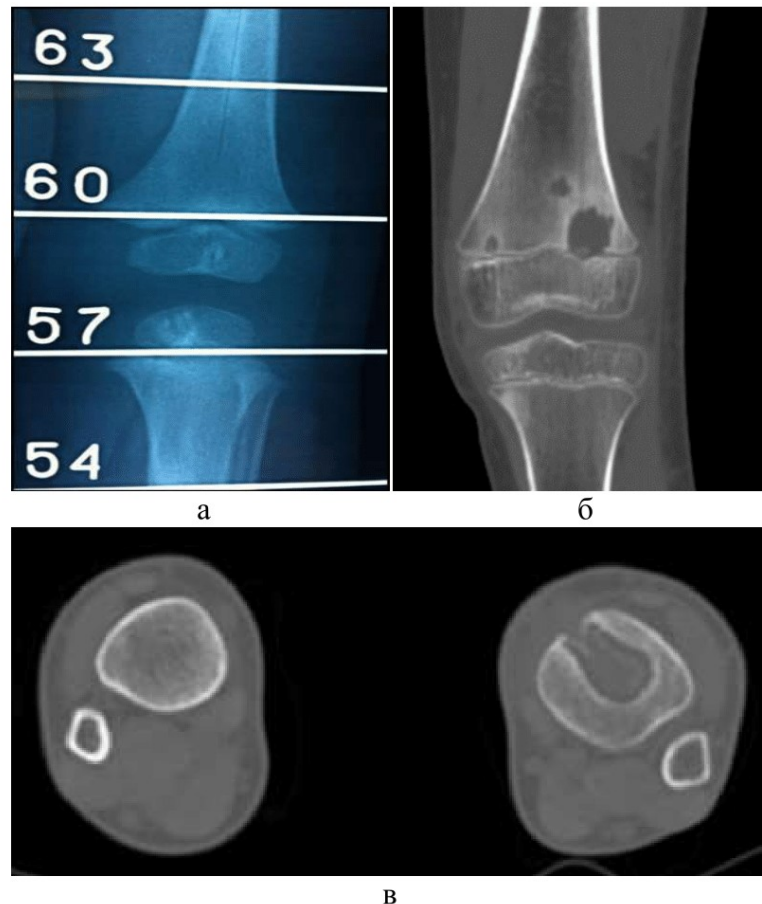


Рис. 62 – Рентгенограмма (а – прямая проекция) и МСКТ-томограммы (б – COR, в – АХ) коленных суставов пациентов с деструкцией кости (разные дети):
 а – деструктивные изменения костной ткани в виде остеосклероза после перенесенного ОГО; б – множественные очаги деструкции в метафизе бедренной кости; в – деструкция области метафиза с разрушением кортикального слоя

При МРТ деструкция выявлена в 84,3% в виде изменения структуры костной ткани, с сигнальными характеристиками, зависящими от субстрата, замещающего полость дефекта. На начальных стадиях воспалительного процесса в 64,9% случаев патологический очаг имел MR-сигнал низкой и средней интенсивности на T1-ВИ и высокоинтенсивный на T2-ВИ (рис. 63).

Деструктивная полость в 89,1% не имела четких контуров на ранних стадиях заболевания, только по мере развития процесса окаймлялась контуром с низкоинтенсивным сигналом на T1-ВИ, T2-ВИ, STIR.

Контур деструктивной полости на всех последовательностях визуализировался гипоинтенсивным сигналом. Различия имели параметры патологического очага: при воспалительном процессе в 93% сигнал был гиперинтенсивным на T2-ВИ и T2 STIR изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани, и гипоинтенсивным на T1-ВИ. Данные характеристики в 59% соответствовали гнойному экссудату, в 23,4% серозному экссудату, 11,3% геморрагический субстрат и 6,3% ассимилировавшиеся секвестральные массы.

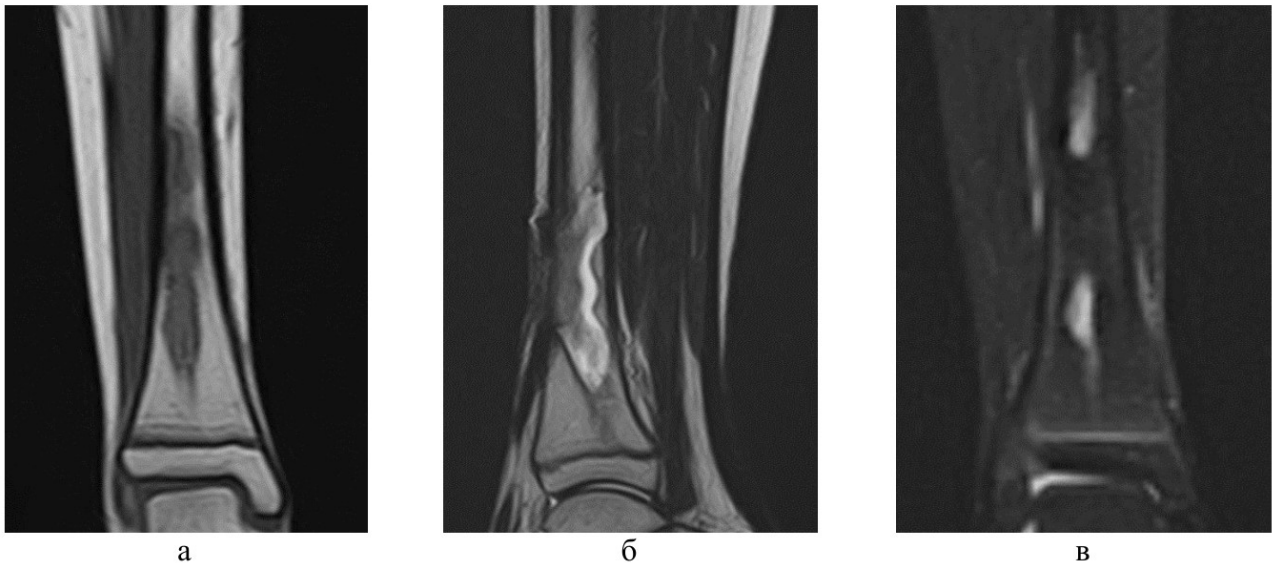


Рис. 63 – МР-томограммы пациента 14 лет с ОГО дистального МЭ левой большеберцовой кости, деструкция метафиза большеберцовой кости, COR (фронтальные срезы): а – T1-ВИ, гипоинтенсивный сигнал с четким гипоинтенсивным контуром; б – T2-ВИ, содержимое полости имеет гиперинтенсивный сигнал (гной); в – STIR, гиперинтенсивный сигнал полости деструкции с четким гипоинтенсивным контуром

При заполнении жидкостным компонентом отмечался гиперинтенсивный сигнал на T2-ВИ, T2 STIR с подавлением сигнала от жировой ткани и гипоинтенсивный сигнал на T1-ВИ. В случае замещения полости деструкции мягкотканым компонентом: изоинтенсивный сигнал на T1- и T2-ВИ (рис.63).

При наличии в жидкостном компоненте высокобелкового/геморрагического содержимого – неоднородный сигнал, слабо гипоинтенсивный на T2-ВИ, гиперинтенсивный сигнал на T1-ВИ.

4.2.5. Изменение надкостницы

Одним из семиотических признаков патологического поражения кости являлось изменение надкостницы. Как уже было озвучено ранее, при

поражении эпифиза и метафиза кости данный семиотический признак визуализирован значительно реже, чем при локализации патологии в диафизарном отделе кости. Это объясняется анатомическими особенностями строения надкостницы эпиметафизарной зоны.

При УЗИ периостальная реакция в 65,4% случаев была представлена отеком надкостницы и визуализирована как ее утолщение на протяжении пораженного сегмента кости, в 16,8% оссификация надкостницы, и только у 17,8% изменения не были выявлены.

В норме надкостница представлялась зоной пониженной эхогенности между эхогенными линиями, сформированными кортикальным слоем кости и внутренней фасцией мышцы). При отеке надкостница значительно утолщалась (до 2–3 мм), что становилось более заметным при выполнении УЗИ в режиме 2-х полей с одновременным выведением области поражения и симметричной зоны контралатеральной конечности/участка тела.

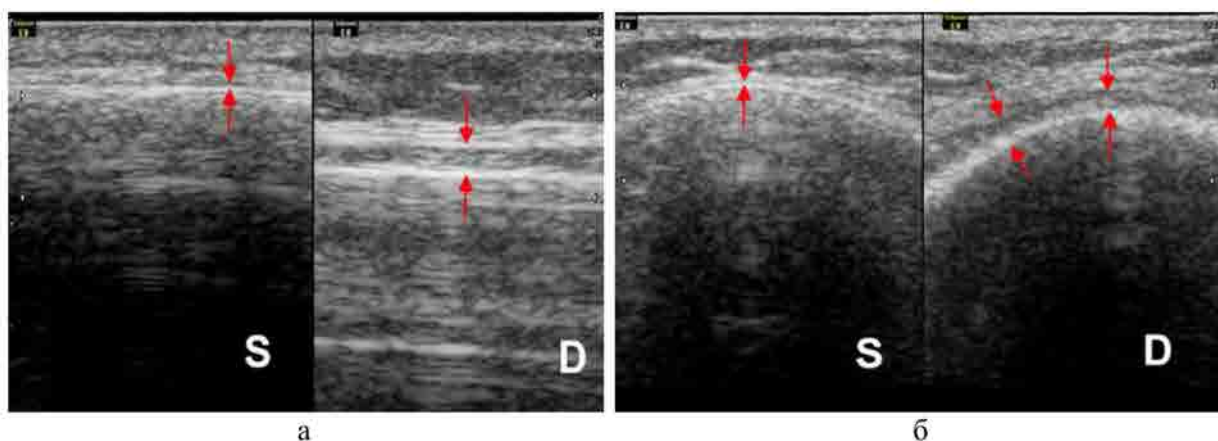


Рис. 64 – Сонограммы коленных суставов пациента 16 лет с ПХО, эхографический симптом «изменение надкостницы»; D – правая конечность; S – левая конечность; а – продольный скан пораженной (D) и здоровой (S) конечности, надкостница – между стрелками; б – поперечный скан

Рентгенологически надкостница визуализирована в 43,4% при острых воспалительных процессах, когда процесс локализовался ближе к диафизарной части кости. На СР в 37,0% имело место утолщение надкостницы, проявляющееся в форме периостита и/или периостальной реакции как реактивное проявление воспалительных процессов кости, и в 52,2% как

обызвествление и утолщение одного или нескольких слоев на протяжении пораженного участка кости.

Дополнительную информацию о состоянии надкостницы получили в 21,6% при применении методики ТС. У 14,6% выявлена линейная периостальная реакция, в то время как у 7,0% отмечен гиперостоз на фоне субклинического воспалительного процесса. Семиотика была сопоставима с таковой при СР в 96,9%, однако отсутствие эффекта суммации теней при ТС способствовало более частому выявлению этого признака (рис. 65).

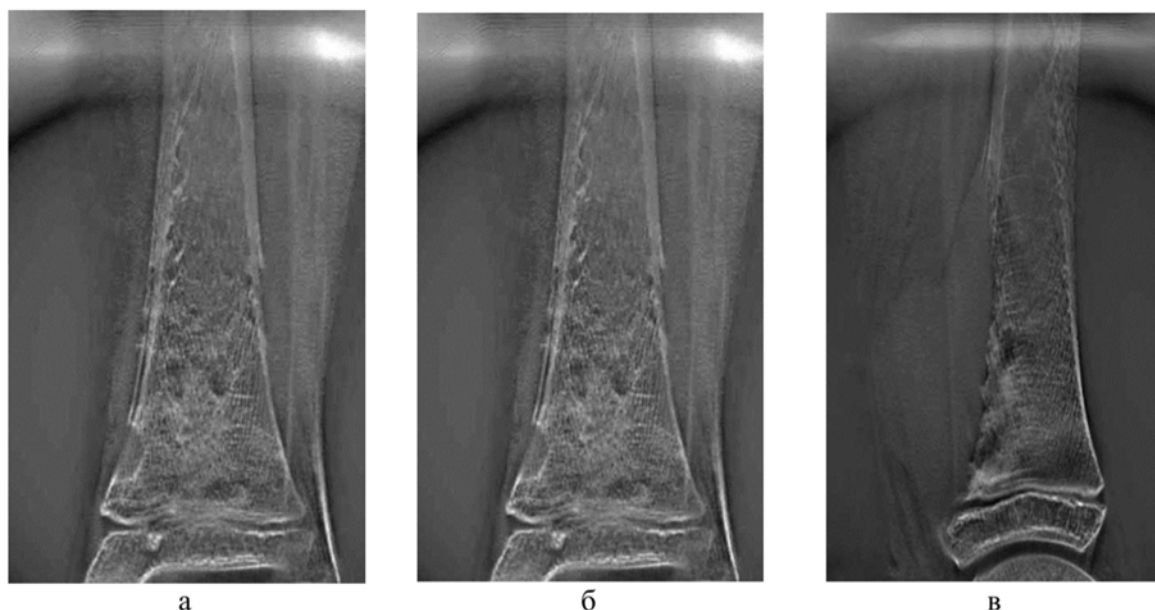


Рис. 65 – Серия томограмм (ТС) пациента Ж., 15 лет с диагнозом «остеогенная саркома»: а, б, в – отличительные признаки злокачественного образования — выраженный мягкотканый компонент, периостальная реакция по типу козырька Кодмана

МСКТ имела преимущества в визуализации изменённой надкостницы в 73,2% случаев. На серии томограмм была представлена в виде гиперденсных структур различной формы. Полипроекционная визуализация позволила получить данные о состоянии костномозгового канала. У 18,1% пациентов отмечались ассимилировавшиеся остеонекротические массы. В 19,8% определены свищевые секвестральные ходы, не выявленные рентгенологически (рис. 66).

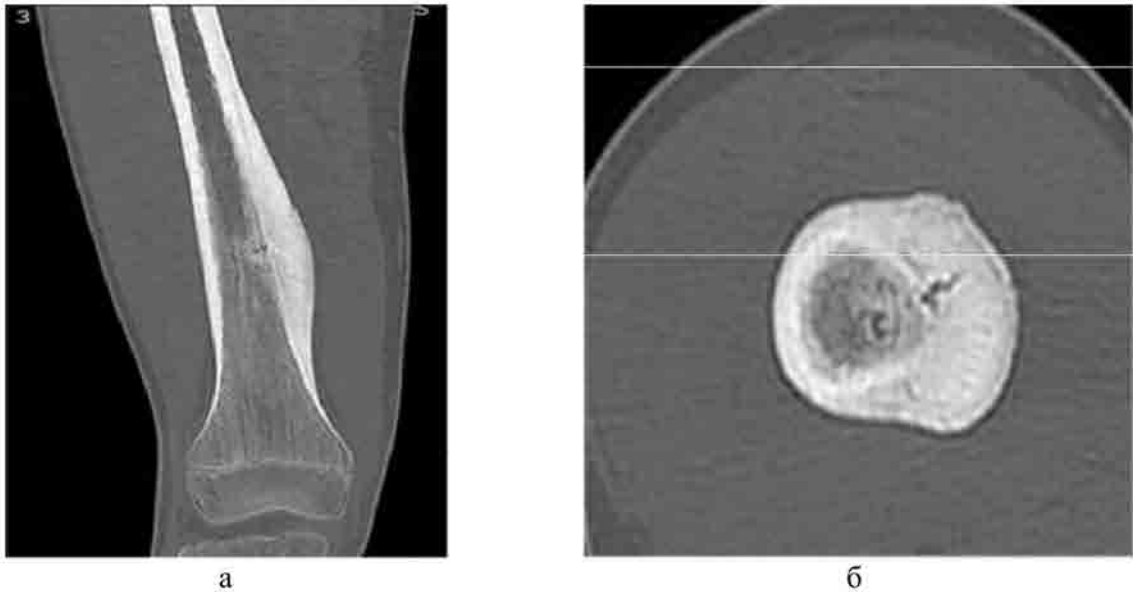


Рис. 66 – КТ-томограммы пациента 15 лет с ПХО Гарре, изменение надкостницы в виде гиперпластической периостальной реакции (гиперостоз): а – COR, дистальный отдел правой бедренной кости, б – АХ (на уровне патологического очага), гиперостоз и секвестральный свищевой ход

Периостальная реакции при МРТ визуализирована в 53,9% случаев. Сигнальные характеристики различались в зависимости от нозологической формы: при воспалительном процессе утолщенная надкостница, прилегающая к пораженной кости, была представлена гипоинтенсивным на T1-ВИ, PD и T2-ВИ сигналом (рис. 67). Структура имела гомогенные характеристики вне зависимости от типа реакции (линейных, слоистых и т. д.). При асептическом некрозе эпиметафизарного отдела кости только в 6,1% имела место гетерогенная гиперинтенсивная структура на всех импульсных последовательностях. В остальных случаях реакция надкостницы не определялась.

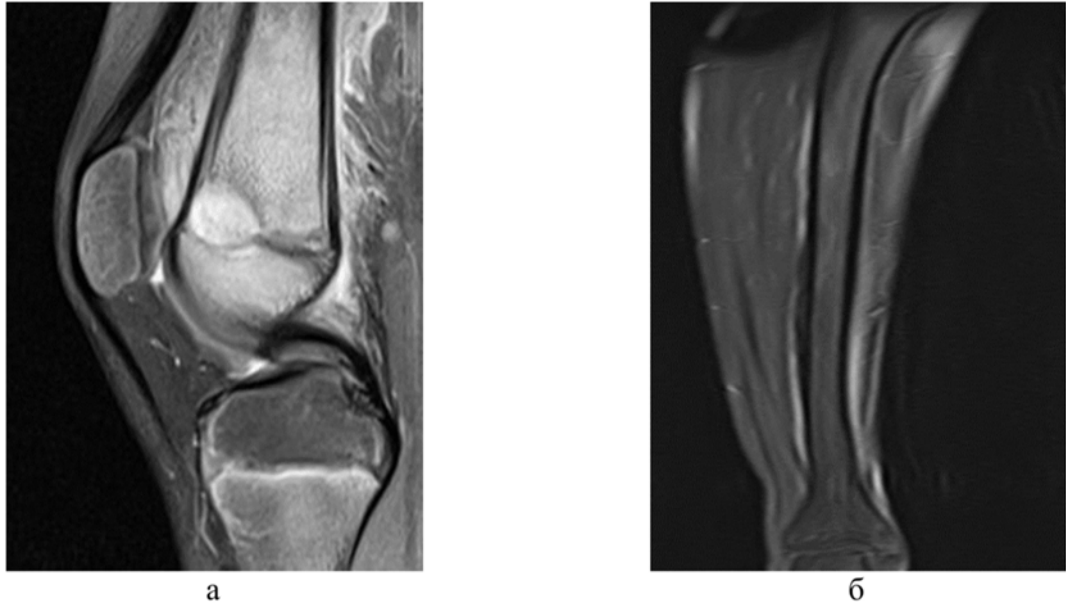


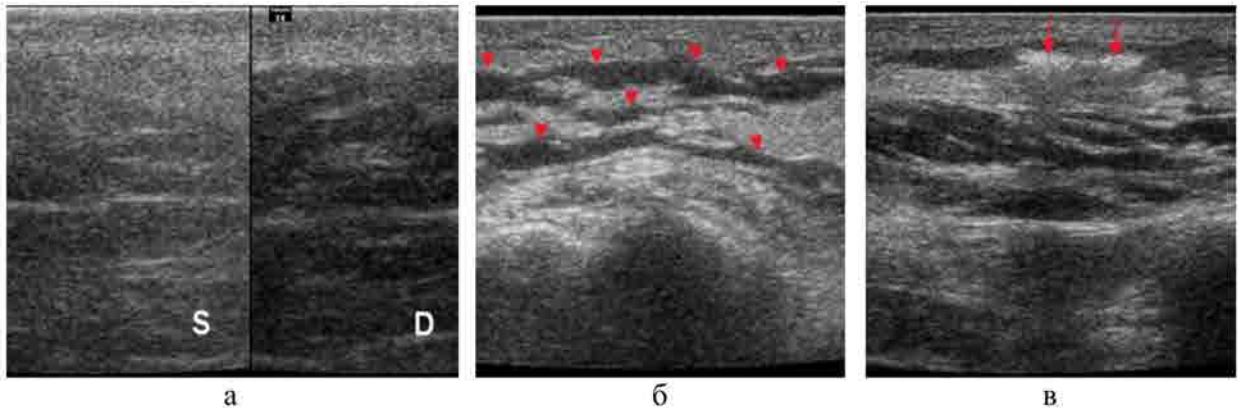
Рис. 67 – МР-томограммы бедренной кости, семиотический признак изменение надкостницы (разные дети): а – PD-FS, SAG: новообразование дистального метафиза бедренной кости, периостальная реакция не определяется: б –T1 FS, COR: ПХО правой бедренной кости, утолщение и деформация надкостницы

4.2.6. Изменение мягких тканей

Изменение мягкотканого компонента в подавляющем большинстве случаев достоверно визуализировано при УЗИ и МРТ. Отек мягких тканей эхографически проявлялся в зависимости от стадии процесса. При начальных проявлениях отека мягкие ткани на нечетко отграниченном протяжении становились утолщенными, снижалась дифференцировка структур и повышалась эхогенность. Степень выраженности патологических изменений по глубине была различна: при распространении патологического процесса изнутри (от кости) отек мягких тканей прослеживается на всей глубине области сканирования. При поверхностном распространении воспалительного поражения отек локализовался в подкожно-жировой клетчатке.

По мере нарастания отека эхоструктура мягких тканей (в первую очередь подкожной клетчатки) менялась – прослеживались горизонтально ориентированные тонкие (1–3 мм) жидкостные прослойки. На этом этапе проводился дифференциальный ряд: отек или флегмона. В 87% появление в

структуре жидкостных прослоек мелких включений газа соответствовало наличию флегмоны (рис. 68).



*Рис. 68 – Сонограммы пациента 10 лет с ОМ, эхографический симптом «отек мягких тканей»; D – правая конечность, S – левая конечность;
а – невыраженный отек слева (исследование в режиме 2-х полей),
б – выраженный отек (стрелки – прослойки жидкости в подкожной клетчатке);
в – флегмона мягких тканей (стрелки – включения газа в мягких тканях)*

Изменения мягких тканей при МРТ выявлено в виде гиперинтенсивного на T2-ВИ и T2 STIR изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани и гипоинтенсивного на T1-ВИ компонента.

Для флегмоны в 89,0% случаев была характерна картина разлитого сигнала без четких границ. В 36,9% отмечено сформированием отграниченной полости – абсцесс (рис. 69). У 7,5% детей до года при поражении проксимального эпифиза бедра имел место гнойный псоит, который проявлялся в виде отграниченного скопления гноя округлой или веретенообразной формы в проекции подвздошно-поясничной мышцы.

При остром воспалительном процессе в 92,8% имело место ограничение диффузии на DWI изображениях.

При формировании кальцификатов и обызвествления в структуре мягких тканей в 69,7% на фоне гиперинтенсивного сигнала T2-ВИ отмечались гипоинтенсивные на T2-ВИ и T1-ВИ элементы.

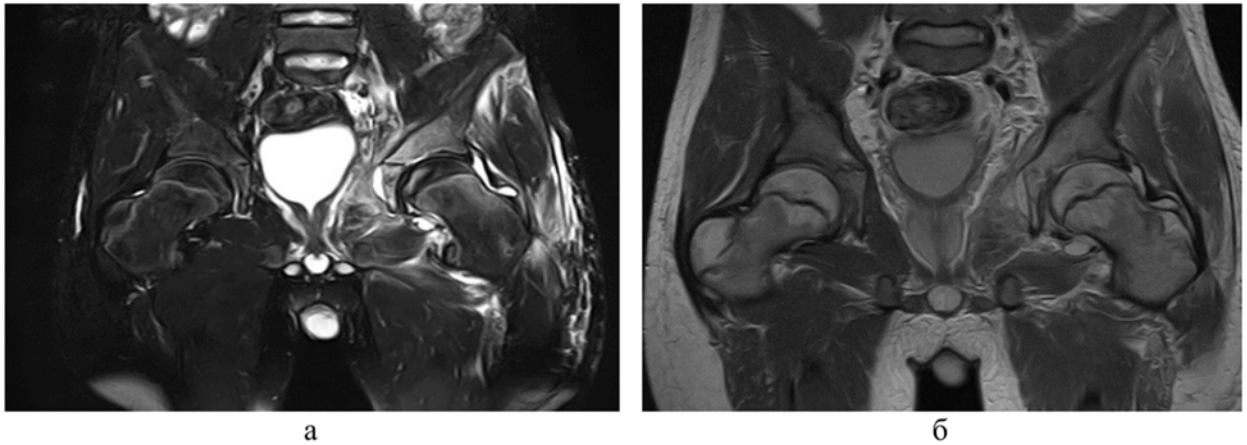


Рис. 69 – МР-томограммы пациента М., 15 лет с ОГО костей тазобедренного сустава, флегмона мягких тканей параартикулярной области с выпотом в суставе: а – PD-FS, COR гиперинтенсивный сигнал, наличие выпота в суставе; б – T2-STIR, COR-гипоинтенсивный сигнал от подвздошной, лонной и бедренной костей

При анализе изменения мягких тканей отдельное внимание уделяли выявлению экстраоссального компонента. В 93,7% наличие данного признака указывало на острый воспалительный процесс.

Эхографически экстраоссальный компонент в 81,5% случаев имел характер параоссальных поднадкостничных скоплений. Толщина таких скоплений была невелика – 3–10 мм, в наиболее выраженных случаях приобретали вид муфты, окружающей кость в зоне поражения. Протяженность поднадкостничных скоплений редко превышала 5 см. В подавляющем большинстве скопления соответствовали (79,8%) гнойному содержимому при МЭ ОМ. Консистенция поднадкостничных скоплений гноя в 91,0% представляла мелко- или грубодисперсную взвесь (рис. 70).

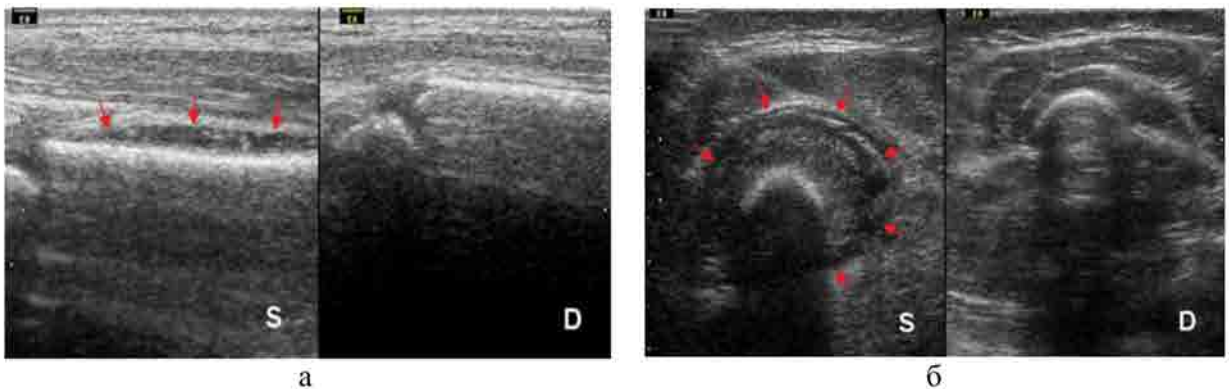


Рис. 70 – Сонограммы пациента 15 лет с ОГО левого тазобедренного сустава, поднадкостничное скопление гноя (красные стрелки; D – правая конечность, S – левая конечность, исследование в режиме 2-х полей (разные дети); а – продольные сканы; б – поперечные сканы

Помимо оценки собственно включения/скопления эхографически можно было оценить также смещение магистральных сосудистых пучков и определить вовлечение в патологический процесс конкретных мышц (72,3%).

Эхографическая консистенция гематомы была различной в зависимости от стадии гемолиза крови и/или ретракции сгустка (рис. 71). Свежая кровь в 73,1% имеет эхографическую консистенцию мелкодисперсной взвеси, лизированная — анэхогенную, организующаяся — вид включения неравномерно средней эхогенности. При обызвествлении гематомы последняя приобретала вид кальцификата неправильной формы, при этом акустическая тень от него не позволяет дифференцировать глубже расположенные структуры, в том числе и костные.

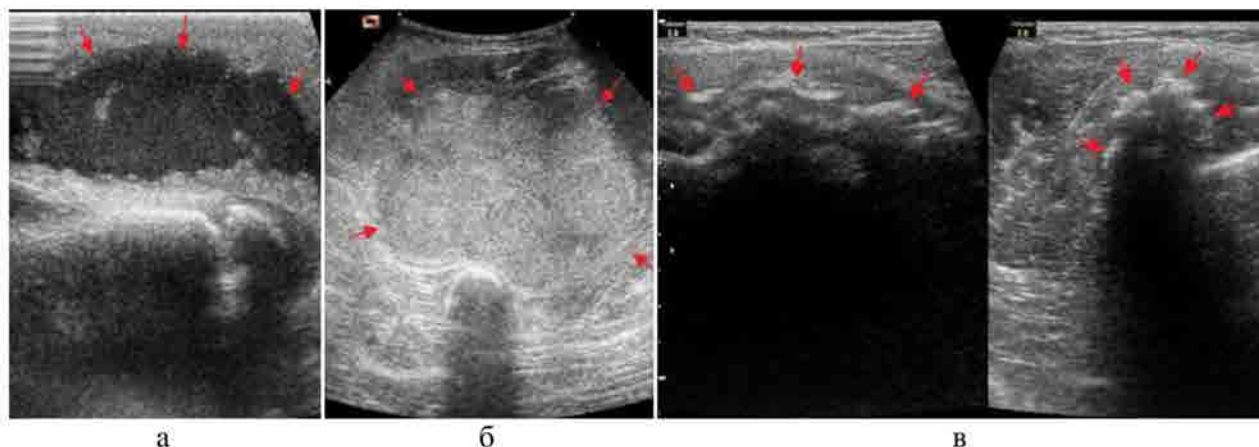


Рис. 71 – Сонограммы разных пациентов параартикулярными / параоссальными гематомами: а – свежая гематома; б – организованная гематома; в – кальцифицированная гематома

При МРТ ЭОК определялся в виде параоссального муфтообразного субстрата жидкостной структуры со следующими характеристиками МР-сигнала: гипоинтенсивный на T1-ВИ, гиперинтенсивный на T2-ВИ и STIR с толщиной слоя 2–7 мм. Наличие ЭОК в 97,1% сопровождалось гиперинтенсивным сигналом на STIR за счет отека костномозгового канала. Протяженность ЭОК в большинстве случаев (63,1%) выходила за пределы интрамедуллярных изменений. В 65,2% ЭОК был изоинтенсивным на T1-ВИ и гиперинтенсивным на T2-ВИ и STIR с признаками ограничения на DWI.

Необходимо отметить, что в 89,1% прилежащие к ЭОК мягкие ткани были с признаками отека.

Наряду с описанными мягкотканными изменениями важное значение имело выявление и оценка свищевых ходов. При УЗИ спавшиеся свищевые ходы имели вид прямого или изогнутого гипоэхогенного тяжа диаметром 3–6 мм, направленного от области деструкции кости к поверхности тела. В зависимости от конкретной ситуации тяж имел как прямолинейное, так и веретенообразное направление различной протяженности.

Секвестр эхографически достоверно визуализирован в виде эхоплотного включения, при этом возможно было судить только о величине дефекта поверхности кости (рис. 72). Размеры самого секвестра эхографически удалось определить редко (9,8%)

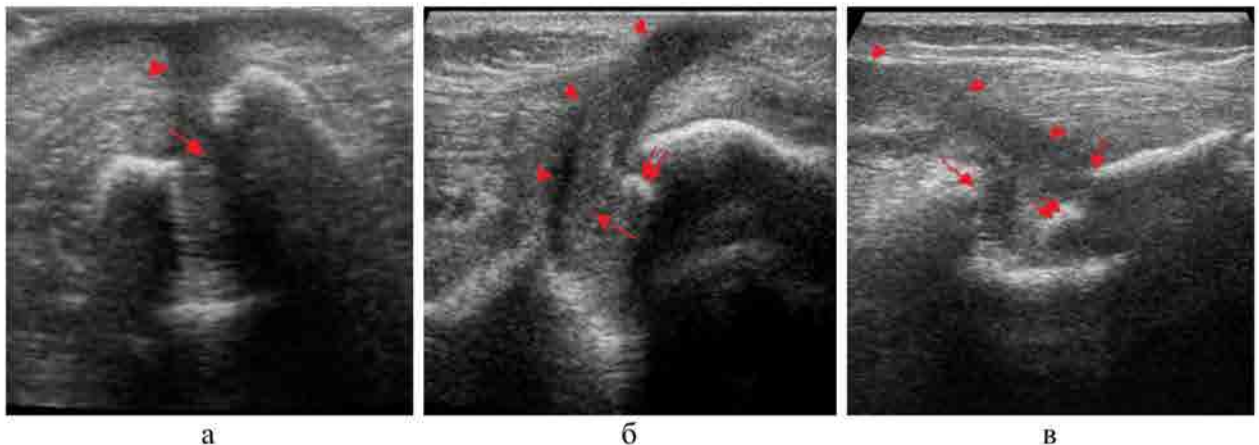


Рис. 72 – Сонограммы пациентов с ОГО МЭ области (разные дети), свищевые ходы; дефект кости – стрелка, секвестр – двойная стрелка;
а – направленный прямо к поверхности тела свищевой ход;
б, в – свищевые ходы и мелкие секвестры в области деструкции

При СР не была получена достоверная визуализация свищевых ходов. Косвенные рентгенологические признаки в виде разрушения кортикального слоя и наличия лентовидной или веретенообразной формы разрежения структуры мягких тканей имели место в 18,1% случаев. У 3,6% таких пациентов произведена фистулография. В результате процедуры оценке подлежал только размер и протяжённость свищевого хода.

Однако оценить вовлечение мягких тканей и сосудов не представлялось возможным. В связи с чем, в большинстве случаев (11,5%) наличие и

характеристика последних были оценены при МРТ. В проекции патологического очага кости выявлены признаки лентовидных ходов, имеющие выход в окружающие ткани или на поверхность кожи с деструкцией кортикальной пластины. Сигнал структуры гиперинтенсивный на STIR и гипоинтенсивный на T1-ВИ. На рисунке приведена демонстрация диагностической эффективности МРТ в выявлении свищевых ходов у детей (рис. 73).

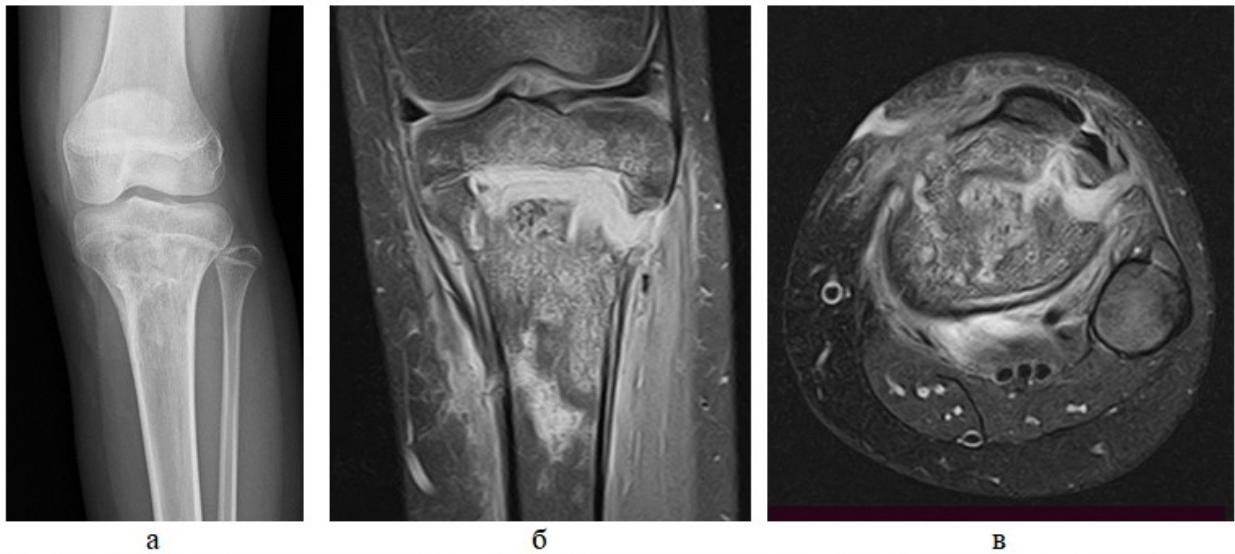


Рис. 73 – Рентгенограмма и МР-томограммы пациентки Ч., 15 лет с ПХО проксимального МЭ левой большеберцовой кости: а – рентгенограмма костей голени в прямой проекции без признаков наличия свищевого хода; б, в – STIR COR и АХ, свищевые ходы в мягкие ткани и на поверхность кожи

Выпот в суставе рентгенологически визуализирован опосредованно. Косвенным признаком, указывающим на наличие патологического субстрата в полости сустава, являлся расширение рентгеновской суставной щели.

Выявление выпота в суставе – одна из основных задач УЗИ опорно-двигательного аппарата. Эхонегативное представление выпота в 99,1% позволяло четко дифференцировать его от остальных структур сустава. Количество выпота и его локализация были различными: при минимальном количестве выпот прослеживался параоссально, при более значительном – накапливался в параартикулярных синовиальных сумках, структура которых вариабельна в зависимости от анатомических особенностей сустава.

В 64,1% эхографическая консистенция выпота – анэхогенная (жидкостная), но при различных патологических процессах изменялась. Так, при гнойном воспалительном процессе выпот приобретал эхографическую консистенцию мелко- или грубодисперсной взвеси (54,1%), возможно – с осадком (10,0%). Длительно текущий воспалительный процесс отличался наличием в выпоте включений фибрина в виде тонких нитевидных включений (рис. 74).

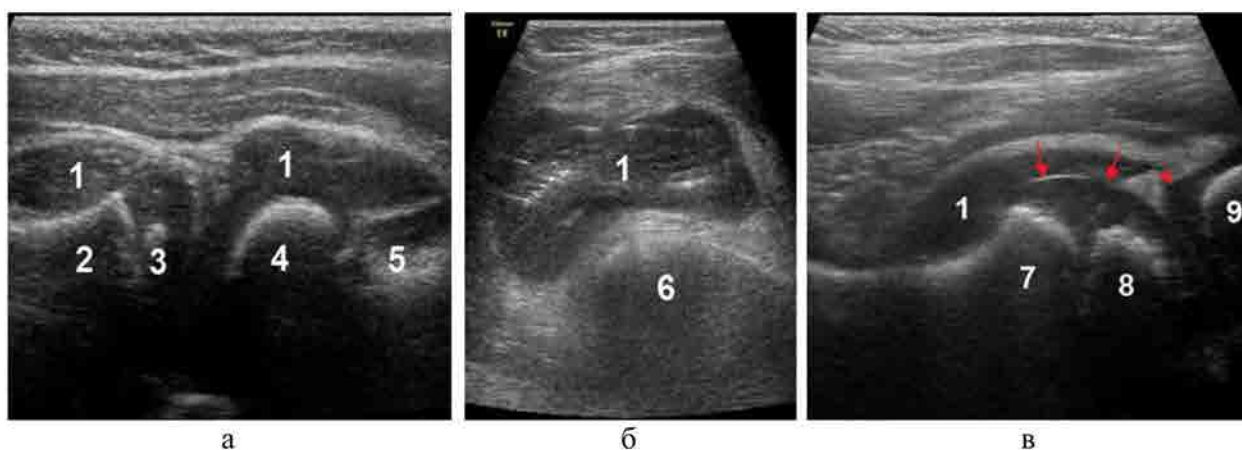


Рис. 74 – Сонограммы различных пациентов с эхо-симптомом «выпот в суставе»: 1 – выпот; 2 – проксимальный метафиз лучевой кости; 3 – проксимальный эпифиз лучевой кости; 4 – дистальный эпифиз плеча; 5 – дистальный метафиз плеча; 6 – дистальный метафиз бедра; 7 – проксимальный метафиз бедра; 8 – проксимальный эпифиз бедра; 9 – костная крыша вертлужной впадины; а – продольный скан по наружной стороне локтевого сустава; б – поперечный скан над надколенником; в – продольный скан по наружной поверхности тазобедренного сустава

МСКТ позволяла оценить наличие выпота в суставе в 85,5%. Характер выпота возможно было оценить при размере не менее 5 мм. Плотностные характеристики среди них у 81% пациентов соответствовали гиподенсному содержанию ниже плотности окружающих мягких тканей, от 0 до 25 ед. НУ.

Наиболее достоверные изменения суставного компонента выявлялись при МРТ (89,1%). Воспалительные реакции и травматические повреждения отображались утолщением синовиальной оболочки и выпотом в суставной сумке. Данные изменения оценивались на изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани T2 STIR в виде повышенного количества жидкостного компонента в суставной сумке – гиперинтенсивный сигнал на T2-ВИ, гипоинтенсивный на T1-ВИ, с неравномерной, утолщенной синовиальной

оболочкой, которая хорошо визуализируется на T1-ВИ и T1FS после внутривенного введения контрастного вещества.

При наличии неоднородного жидкостного компонента у 32% пациентов МР-сигнал изменялся в зависимости от количества примеси различных компонентов (высокобелковый или геморрагический), влияющих на интенсивность сигнала: слабо гипоинтенсивный на T2-ВИ и гиперинтенсивный на T1-ВИ.

В 47,2% случаев реактивных изменений в суставе наблюдается изолированный выпот в суставной сумке различной степени выраженности, с однородным жидкостным содержимым – гиперинтенсивный сигнал на T2-ВИ, гипоинтенсивный на T1-ВИ, без утолщения синовиальной оболочки (рис. 75).

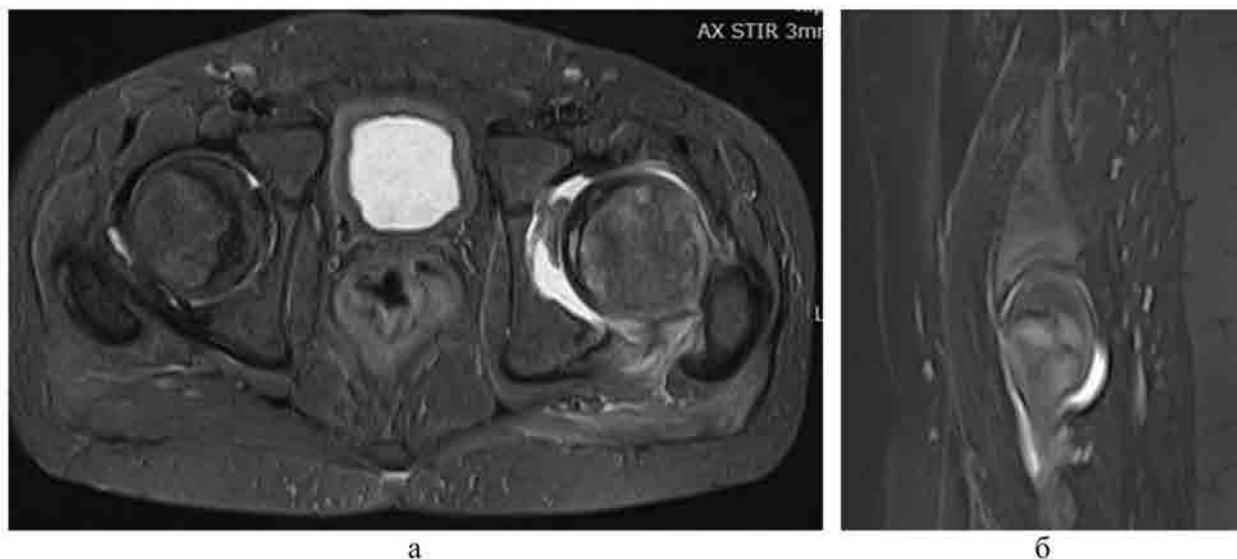


Рис. 75 – МР-томограммы пациента 16 лет с диагнозом АН головки левой бедренной кости: а – T2-STIR, AX: выпот в суставе, трабекулярный отек метафиза бедренной кости; б – T2-STIR, SAG: гиперинтенсивный сигнал от зоны роста, значительный выпот в полости сустава

Клинический пример демонстрирует преимущества МРТ в оценке интрамедуллярных и мягкотканых изменений.

Пациентка Б., 10-ти лет обратилась к ортопеду с жалобами на боли в правом коленном суставе. Болевой синдром появился резко 3-и месяца назад во время тренировки. Объективно: ходит без хромоты, однако щадит ногу при сгибании и разгибании. Длина конечностей одинаковая, гипотрофии мягких

тканей не отмечается. Лабораторные показатели заключались в нейтрофильном сдвиге и увеличении СОЭ до 21 мм/ч.

В приемном отделении выполнена СР коленного сустава в прямой и боковой проекциях: признаков деструкции не было выявлено. Имели место косвенные рентгенологические признаки воспалительного процесса в виде расширения поперечного размера зоны роста в медиальном отделе и слоистости структуры рисунка. Обращал на себя внимание остеопороз проксимального метафиза большеберцовой кости (рис. 76 а). Проведено УЗИ без подтверждения наличия патологии. Однако, клиническая картина, связанная с ограничением подвижности коленного сустава явилась обоснованием к выполнению МРТ зоны интереса (рис. 76 б, в). На серии последовательностей выявлен трабекулярный отек медиального отдела проксимального эпифиза и метафиза большеберцовой кости без четких контуров с поражением зоны роста – патологический очаг. Имел место гипоинтенсивный сигнал от зоны роста в области патологического очага с окружающим участком гиперинтенсивного сигнала трабекулярного отека.

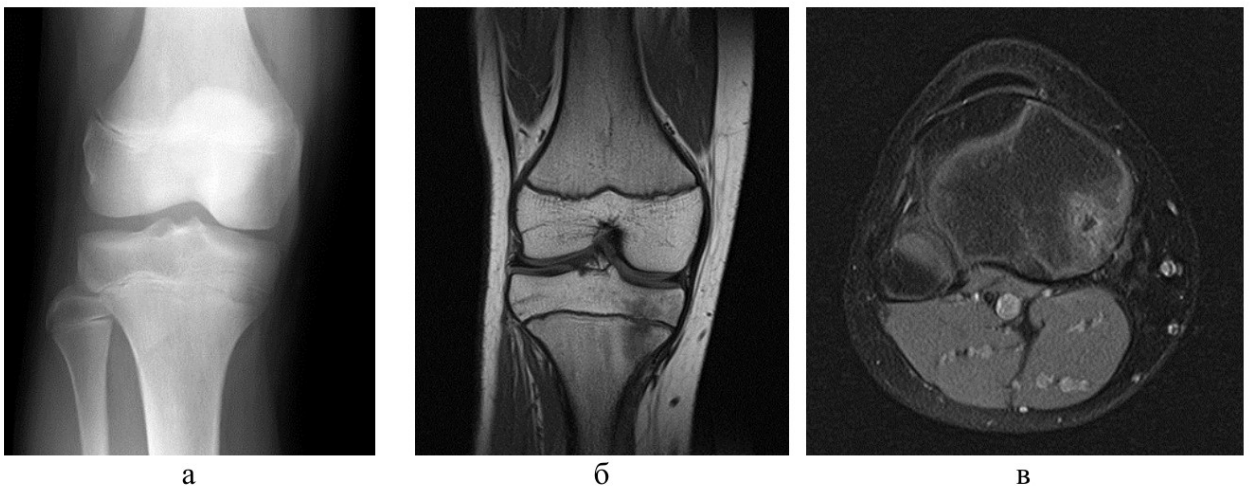


Рис. 76 – Рентгенограмма и МР-томограммы пациентки Б., 10 лет с ПХО правой большеберцовой кости: а – рентгенограмма коленного сустава в прямой проекции, медиальная часть зоны роста слоистой структуры с участками склероза; б – PD, COR: гипоинтенсивный сигнал медиального отдела проксимального МЭ, трабекулярный отек без четких контуров с поражением зоны роста; в – STIR AX: гипоинтенсивный сигнал от зоны роста в области патологического очага с окружающим участком гиперинтенсивного сигнала трабекулярного отека

На основании полученных данных принято решение о санации патологического очага с последующей биопсией. Получены морфологические данные ПХО проксимального метафиза правой большеберцовой кости. Проведена специальная противовоспалительная терапия с положительным результатом и благоприятным прогнозом. Динамический контроль на этапах лечения производился методом МРТ.

Таким образом, необходимо отметить раннюю диагностику воспалительного очага. Начальные минимальные признаки атипичной формы ОМ не были выявлены рентгенологически (рентгенонегативная стадия процесса). Такой подход позволил назначить специальную терапию в начале заболевания, что обеспечило благоприятный исход и предотвратило инвалидизацию ребенка.

Отдельно заслуживает внимания факт исключения МСКТ из алгоритма первичной диагностики и динамического контроля.

4.3. Оценка диагностической эффективности методов лучевой диагностики

Учитывая преобладание в данной группе детей с ОГО, подробный анализ результатов собственного исследования целесообразно продемонстрировать, начиная с этой подгруппы.

4.3.1. Острый гематогенный остеомиелит

ОГО встречался у детей обоих полов во всех возрастных группах старше периода новорожденности, но преобладали мальчики в возрасте от 12 до 18 лет (26,4%).

Девочки младших возрастных групп значительно реже страдали данной патологией (13,1%). Всего на долю девочек пришлось 1/3 наблюдений.

Распределение пациентов с ОГО по полу и возрасту

Возраст, годы	1 – 3		3 – 7		7 – 12		12 – 18		Всего	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Мальчики	10	13,2	10	13,2	12	15,8	19	25	51	67,1
Девочки	3	3,9	7	9,2	6	7,9	9	11,8	25	32,9
Итого	13	17,1	17	22,4	18	23,7	28	36,8	76	100

Анализ анамнестических данных и активных жалоб пациентов, позволил установить связь возникновения ОГО с травмой во время активных профессиональных занятий спортом (48,7%). Относительно меньшее количество пациентов (27,6%) имели в анамнезе перенесенное острое респираторно-вирусное заболевание. Третьим этиологическим фактором возникновения ОГО служила случайная травма (23,7%).

У пациентов с ОГО (n=76) преобладали жалобы на болевой синдром в заинтересованном сегменте скелета (97%), иррадиация в близлежащий сустав (84,0%), повышение температуры и симптомы общей астении (80,3%), быстрая утомляемость при нагрузке (77,6%), хромоту при поражении нижней конечности (75,0%).



Рис. 77 – Диаграмма количество общих жалоб пациентов с ОГО

Длительность жалоб в большинстве случаев (88,2%) составила от 5-ти до 10-ти дней. Необходимо отметить, что наличие активной симптоматики и

выраженность болевого синдрома служили причиной самостоятельного обращения в 79% случаев.

Клинические проявления при первичном осмотре в большинстве случаев (77,6%) не позволяли заподозрить наличие остеомиелитического процесса. На первый план выступали симптомы общей интоксикации, на основании которых пациенты часто (31,6%) госпитализировались в отделение инфекционного профиля. Необходимо отметить, что на первичных рентгенограммах у большинства детей не были выявлены деструктивные изменения кости (93,4%).

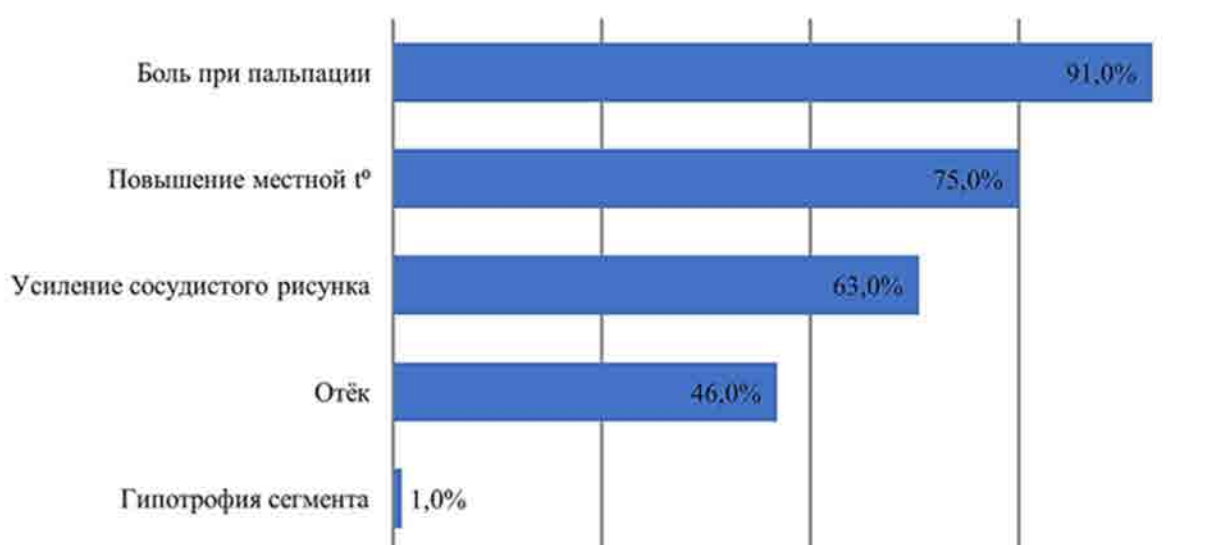


Рис. 78 – Диаграмма количество местных проявлений у пациентов с ОГО

В анализах крови преобладали показатели общей интоксикации: лейкоцитоз (94,7%), повышение тромбоцитов (63,2%), снижение гемоглобина (56,6%), повышение С-реактивного белка (69,7%) и D-димера (68,4%).

Клиническая симптоматика у пациентов с ОГО нарастала в течение 3–5 дней, по мере развития процесса. При этом сохранялись жалобы на выраженный болевой синдром в пораженной конечности, что служило поводом для выполнения СР (контрольной, даже при наличии на руках рентгенограмм) (100%) и УЗИ (90,8%).

Референсным методом служила морфологическая верификация и верификация временем (у пациентов на консервативном лечении).

Подробное представительство эхо-графической семиотики и диагностической эффективности УЗИ при остром гематогенном остеомиелите представлено в таблице 15.

Таблица 15

Диагностическая эффективность (Асс) УЗИ при ОГО (n=76)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Асс, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	1	1	71	3	25	98,6	94,7	50
Изменение зоны роста	9	2	28	37	19,6	93,3	48,7	81,8
Изменение надкостницы	26	0	45	5	83,9	100	93,4	100
Деструкция	5	0	2	69	6,8	100	9,2	100
Изменение мягких тканей	41	4	5	26	61,2	55,6	60,5	91,1
Экстраоссальный компонент	11	0	64	1	91,7	100	98,7	100
Изменение структур сустава	62	0	9	5	92,5	100	93,4	100
Выпот	52	0	17	7	88,1	100	90,8	100

Как видно из представленной таблицы, в основном УЗИ было информативно в отношении мягкотканного компонента патологического процесса. Хорошо определялся отек параартикулярных мягких тканей, выпот в суставе, утолщение синовиальной оболочки, в меньшей степени подвергались оценке параоссальные скопления и утолщение надкостницы. Интраоссальные изменения не визуализировались в большинстве случаев, хотя и встречались в ранней стадии процесса значительно реже. Такой признак как трабекулярный отек не определялся данным методом. Деструкция костной ткани была доступна анализу в редких случаях.

Для оценки структур костной ткани, всем пациентам выполнялась рентгенография.

Подробно рентгенологическая симптоматика поражений метаэпифизарной зоны кости в ранние сроки ОГО представлена в таблице 16.

Таблица 16

Диагностическая эффективность (Acc) СР при ОГО (n=76)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	4	2	68	2	33,1	48,1	69,9	65,8
Изменение зоны роста	66	2	6	2	97,1	75	94,7	97,1
Изменение надкостницы	27	5	21	23	54	80,8	63,2	84,4
Деструкция	26	0	8	42	38,2	100	44,7	100
Изменение мягких тканей	6	12	5	53	10,2	29,4	14,5	33,3
Экстраоссальный компонент	0	4	64	8	0	94,1	84,2	0
Изменение сустава	4	8	38	26	13,3	82,6	55,3	33,3
Выпот	11	5	17	43	20,4	77,3	36,8	68,8

Таблица демонстрирует выявляемость при рентгеновском исследовании косвенных семиотических признаков, а именно: изменение сопряженной зоны роста кости в виде расширения и изменения структуры по типу «слоистости», а также линейную периостальную реакцию.

Деструктивные изменения метаэпифиза, зоны роста и кортикального слоя визуализировались при СР не ранее 8–10 суток от начала активной симптоматики.

Однако именно наличие косвенных рентгенологических признаков деструкции костной ткани служило поводом для назначения ТС. Из 27-и пациентов с изменениями зоны роста и надкостницы на рентгенограмме у 21-го ребенка методика позволила выявить структурные изменения костного матрикса. В остальных случаях патологический процесс был в интрамедуллярной стадии, которая характеризуется рентгенонегативностью. Диагностическая эффективность ТС представлена в таблице 17.

Диагностическая эффективность (Acc) ТС при ОГО (n=27)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	19	1	5	2	90,9	87,1	92,6	86,7
Изменение зоны роста	17	2	5	3	85	71,4	81,5	89,5
Изменение надкостницы	23	1	1	2	92	50	88,9	95,8
Деструкция	18	2	2	5	78,3	50	74,1	90
Изменение мягких тканей	5	2	2	18	21,7	50	25,9	71,4
Экстраоссальный компонент	6	2	3	16	27,3	60	33,3	75
Изменение сустава	2	3	5	17	10,5	62,5	25,9	40
Выпот	4	5	5	13	23,5	50	33,3	44,4

Как видно из показателей четырехпольной таблицы ТС показал диагностическую эффективность в отношении изменения костной ткани: деструкция выявлена на 4–7 сутки, что раньше, чем при СР.

МРТ выполнено 60,5% при несоответствии данных рентгенографии и УЗИ с клинической и лабораторной симптоматикой. Отсутствие положительной динамики специальной терапии также служило показанием к проведению МРТ.

У 96,1% пациентов этой группы по результатам МРТ подтверждено наличие острого воспалительного процесса. Доминирующим признаком были интрамедуллярные изменения, не визуализированные ранее, и ЭОК. Важным симптомом стали выявляемые изменения мягких тканей и окружающих мышечных структур. Важно акцентировать внимание на том, что данная МР-семиотика обнаружена уже на 3–7-е сутки от начала активной симптоматики, что соответствовало рентгенонегативной стадии воспалительного процесса. Подробно данные представлены в таблице 18.

Диагностическая эффективность (Acc) МРТ при ОГО (n=46)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	8	5	30	3	72,7	85,7	82,6	61,5
Изменение зоны роста	32	5	7	2	94,1	58,3	84,8	86,5
Отек костного мозга	46	0	0	0	98,1	—	98,1	98,1
Изменение надкостницы	31	6	2	7	81,6	25	71,7	83,8
Деструкция	23	1	19	3	88,5	95	91,3	95,8
Изменение мягких тканей	26	3	15	2	92,9	83,3	89,1	89,7
Экстраоссальный компонент	34	1	11	0	90,3	81,7	97,8	97,1
Изменение сустава	24	5	16	1	96	76,2	87	82,8
Выпот	26	2	17	1	96,3	89,5	93,5	92,9

Как видно из представленной таблицы, у подавляющего количества пациентов исследуемой группы были получены высокие диагностические параметры в отношении мягкотканых и интрамедуллярных изменений, в частности МР-подтверждение отека костного мозга. В то время как на рентгенограмме не было выявлено признаков деструкции. В 91% сопутствующие воспалительному процессу мягкотканые изменения в виде воспалительного отека окружающих мягких тканей и поднадкостничных скоплений воспалительного и гнойного экссудата были сопоставимы с результатами УЗИ.

Наряду с этим практически у всех пациентов присутствовали изменения зоны роста и надкостницы в виде гиперинтенсивного сигнала в последовательностях с подавлением жира. При более длительном анамнезе заболевания наиболее часто имели место флегмона, абсцесс мягких тканей.

Помимо МЭ поражений были выявлены очаги деструкции другой локализации: кости черепа – 1; ребра – 5 у 2 детей; челюсти – 2 у 1 ребенка, позвонки – 3 у 2 детей; ключица – 5; таранная и пяточная кости – по 6; кости таза – 4 (в случае ОГО проксимального отдела бедренной кости), кости запястья (3) и плюсны (2). Многоочаговость поражения послужили поводом для последующего перевода пациентов в специализированное лечебное учреждение

для исключения системного аутоиммунного и ревматоидного характера процессов.

Одновременно с костно-деструктивными процессами обнаружены сопутствующие тяжелые поражения, прямо или косвенно обусловленные основным заболеванием: тромбоз бедренной вены (1), пиелонефрит (2), пневмония (4), гнойно-септическое поражение кожи (1). Эти патологические процессы не составили предмет данного исследования, но определяли тяжесть состояния пациентов и необходимость расширения объёма алгоритма.

При длительном течении остеомиелитического поражения отмечена более частая выявляемость деструктивных изменений метаэпифизарной зоны при СР.

Наличие обострения заболевания и подозрения на вовлечение в патологический процесс смежных костных структур (например, кости таза при остром гематогенном остеомиелите тазобедренного сустава, кости кисти, стопы и прочие) обосновывало показания к выполнению МСКТ (33,0%). Наибольшее число КТ-признаков деструктивных изменений костной ткани выявлены на 9–14 день от начала активной симптоматики патологического процесса (табл. 19).

Таблица 19

Диагностическая эффективность (Acc) МСКТ при ОГО (n=26)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	4	1	20	1	95,6	76	99,4	89
Изменение зоны роста	13	2	4	7	65	66,7	65,4	86,7
Изменение надкостницы	20	3	2	1	95,2	40	84,6	87
Деструкция	15	2	3	6	71,4	60	69,2	88,2
Изменение мягких тканей	9	4	5	8	52,9	55,6	53,8	69,2
Экстраоссальный компонент	10	2	4	10	50	66,7	53,8	83,3
Изменение сустава	4	5	9	8	33,3	64,3	50	44,4
Выпот	11	3	7	5	68,8	70	69,2	78,6

Как видно из представленной таблицы МСКТ позволила достоверно выявить очаги деструкции и оценить соотношение патологического очага с прилежащими костными и мягкотканными структурами, анализируя при этом и поражение смежных суставных поверхностей. При этом состояние структурных

элементов сустава и наличие выпота не было определено достоверно. С целью иллюстрации выводов по группе представляется следующий клиническое наблюдение:

Пациент К., 11-ти лет, госпитализирован в экстренном порядке в инфекционное отделение нашей клиники с подозрением на ОРВИ с анамнезом нарастания гипертермии и артралгии в течение 4-х суток. При осмотре: выраженных катаральных явлений нет. Выявлены утолщение мягких тканей левого бедра и резкая болезненность при ротационных движениях в заинтересованном суставе. По данным обзорной СР таза и бедренных костей патологических изменений не выявлено (рис. 79а). При УЗИ тазобедренных суставов обнаружены эхопризнаки синовита левого тазобедренного сустава (рис. 79б). По лабораторным данным выраженных сдвигов формулы не отмечено.

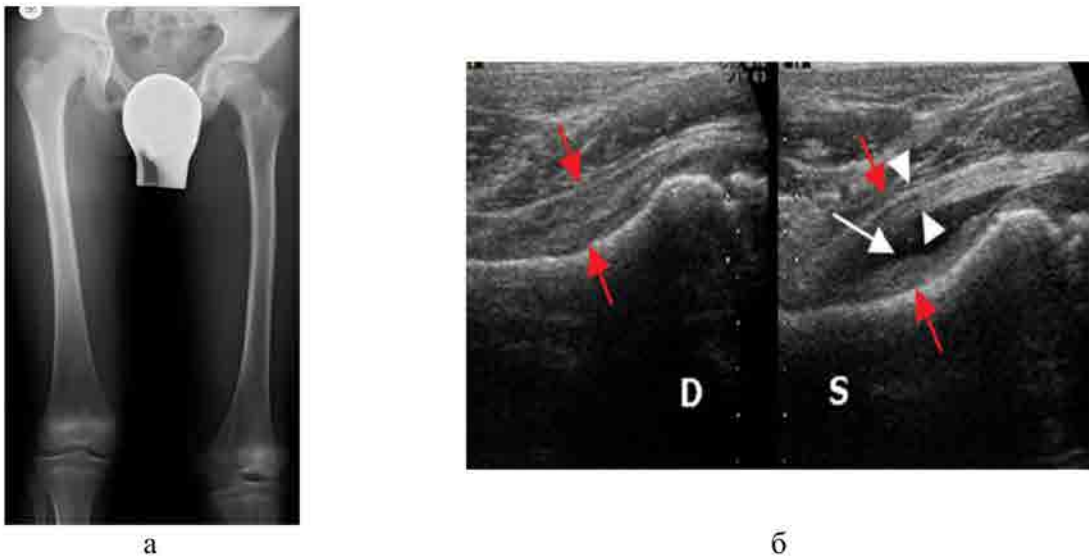


Рис. 79 – Рентгенограмма и сонограммы таза и бедренных костей ребенка 15 лет с ОГО левого тазобедренного сустава: а – рентгенограмма бедренных костей с захватом суставов в прямой проекции при поступлении патологических изменений не выявлено, асимметричная укладка пациента связана с выраженным болевым синдромом, б – УЗИ, продольный скан по передней поверхности тазобедренных суставов, исследование в режиме 2-х полей: коксит слева (S) – минимальное количество выпота в полости сустава (белая стрелка)

В отделении назначена противовоспалительная, симптоматическая и инфузионная терапия, однако, в течение суток усилился болевой синдром в области левого тазобедренного сустава. После хирургического совета выставлены показания к МРТ таза и тазобедренных суставов (рис. 80).

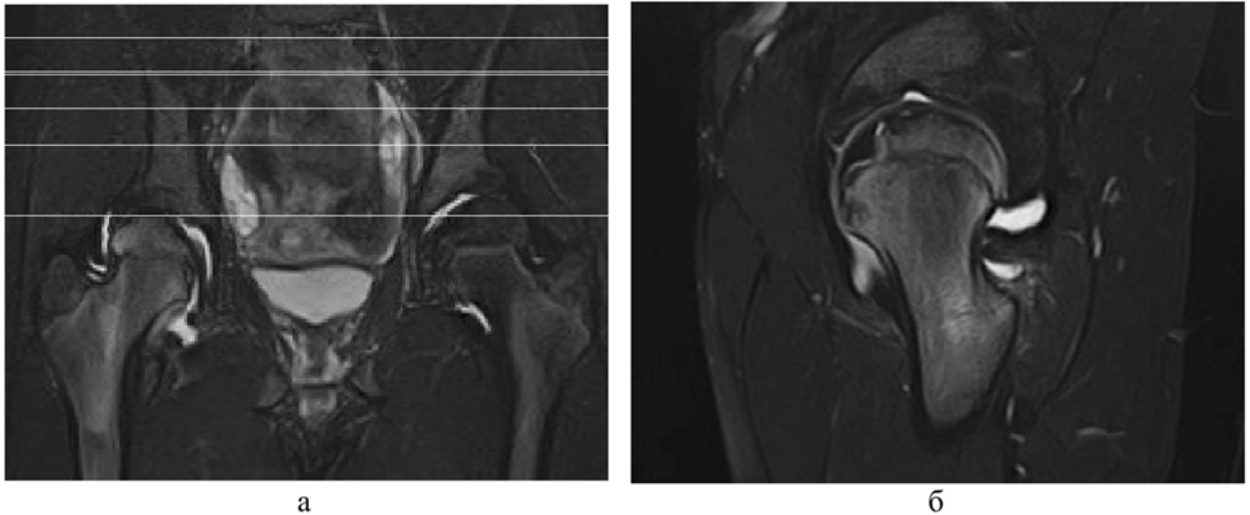


Рис. 80 – МР-томограммы тазобедренных суставов, T2-ВИ FS, COR (а) и SAG (б): отмечаются деструктивные изменения левого эпиметафиза и реактивный синовит левого сустава с признаками воспалительных изменений части волокон подвздошной мышцы

По данным контрольной рентгенографии таза и бедренных костей через четыре дня с момента поступления патологические изменения не отмечены (рис. 81).

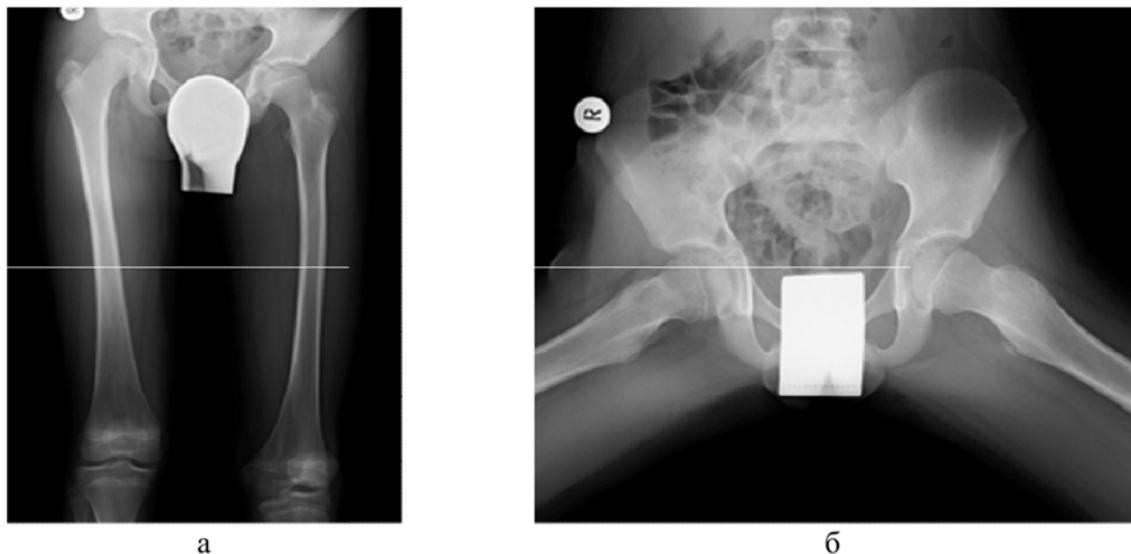


Рис. 81 – Контрольные рентгенограммы таза и бедренных костей в прямой проекции (а) и в проекции по Лаунштейну (б): деструктивных изменений костей не выявлено, регионарный остеопороз левой бедренной кости

Учитывая отрицательную клиническую симптоматику в сочетании с отсутствием изменений лабораторно-диагностических показателей, принято решение о коррекции терапии и выполнении МРТ. В результате данного исследования были получены данные, подтверждающих отрицательную динамику патологического процесса: наличие изменений сигнальных

характеристик костного мозга левой подвздошной и лонной костей, грушевидной и короткой приводящей мышц (рис. 82а).

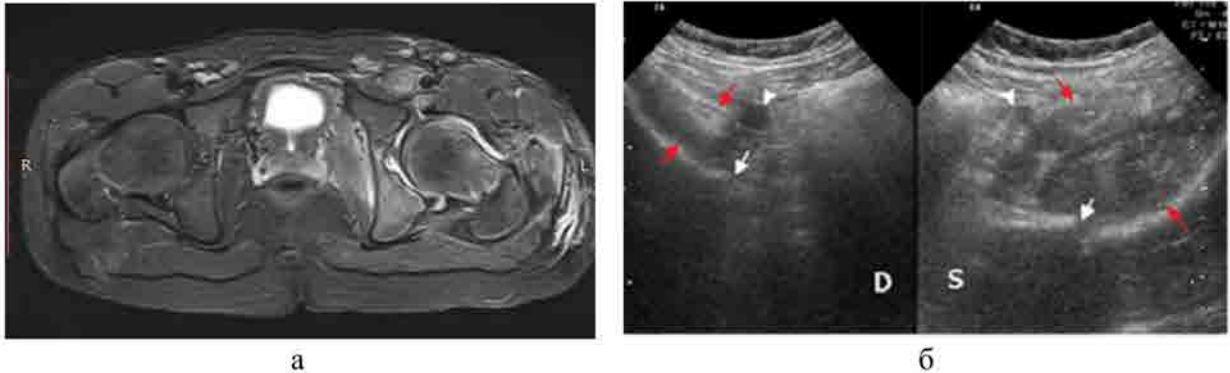


Рис. 82 – МР-томограммы тазобедренных суставов и сонограммы пациента 15 лет с ОГО левого тазобедренного сустава: а – T2-ВИ FS, AX – трабекулярный отек костного мозга левой лонной кости, без признаков деструкции; б – УЗИ, левосторонний синовит; деструкции не выявлено, поперечные сканы на уровне гребня подвздошной кости с 2-х сторон, исследование в режиме 2-х полей

Одномоментно проведено УЗИ, где так же были получены данные, косвенно подтверждающие остеомиелит: слева – резкое утолщение и нечеткость структуры подвздошно-поясничной мышцы; в глубоких слоях подвздошно-поясничной мышцы определены параоссальное скопление неорганизованного содержимого (гноя) (рис. 82б).

Пациент переведен в профильное отделение с назначением антибактериальной терапии и проведено оперативное лечение. Через 2 недели после начала терапии отмечена положительная клиничко-лучевая динамика. Констатировано обрывное течение ОГО.

Представленный клинический пример иллюстрирует неспецифичность клиничко-рентгенологической картины. Диагностика заболевания представляла трудности в связи с доминирующими проявлениями вирусного заболевания.

На начальных этапах процесс локализовался в костном мозге, в силу чего рентгенонегативная картина сохранялась от 2-х до 5-ти недель. Косвенным рентгенологическим симптомом поражения кости был регионарный остеопороз без периостальной реакции и изменение прилегающей зоны роста.

В то же время УЗИ выявило косвенные признаки патологического процесса в виде изменений мягких тканей параартикулярной области, синовита

сопряженного сустава, отека надкостницы и параоссального компонента. Наибольшую информативность имела МРТ, позволившая на ранних стадиях визуализировать трабекулярный отек костного мозга метафиза и выраженные изменения мягкой тканей (псоит, флегмона). Наряду с этим, на этапах лечения, получена информация о состоянии деструктивных полостей и гнойного экссудата, параоссальных флегмон и абсцессов.

Подробное представительство диагностической эффективности (Асс) в выявлении лучевой семиотики острых воспалительных процессов костей представлено в таблице 20. Основываясь на данных анализа лучевой диагностики сформированы выводы по разделу.

Таблица 20

Диагностическая эффективность (Асс) методов лучевой диагностики при ОГО

Выявляемый признак	УЗИ, %	СР, %	ТС, %	КТ, %	МРТ, %	p<0,05
Нарушение конфигурации МЭ	94,7	69,9	92,6	99,4	82,6	1-2;1-4;1-5;4-5
Изменение зоны роста	48,7	94,7	81,5	65,4	94,8	1-2;2-3;3-5
Отек костного мозга	—	—	—	—	98,1	—
Изменение надкостницы	48,7	63,2	88,9	84,6	71,7	1-2;1-3;1-5;3-5
Деструкция	9,2	44,7	69,2	74,1	91,3	1-2;1-4;1-5;4-5
Изменение мягких тканей	60,5	14,5	25,9	53,8	89,7	1-2;1-3;1-5;2-3
Экстраоссальный компонент	88,7	84,2	33,3	53,8	97,8	1-3;2-3;2-4;3-5
Изменение структур сустава	87,8	55,3	25,9	50	93,4	1-2;2-3;2-4;3-5
Выпот	80,8	36,8	33,3	69,2	93,5	1-2;1-3;1-4;4-5

Выводы по подразделу

1. Ранним периодом острого воспалительного процесса считали 5–7 день от начала активных жалоб и симптоматики. У детей младших возрастных групп оценка производилась со слов родителей или представителей.

2. В этом периоде у 91,8% отмечена низкая диагностическая эффективность СР. В эти сроки на СР определялись изменения зоны роста 94,7%, нечеткость контура кортикального слоя метафиза 63,2%. Данные рентгенологические признаки считали косвенными проявлениями

патологического процесса. Всем пациентам, вне зависимости от выявленных признаков, выполнялось УЗИ, показавшее наибольшую диагностическую эффективность в отношении мягкотканых структур – наличие изменений окружающих мягких тканей (60,5%), выпот в суставе (80,8%) и изменение надкостницы (48,7%).

3. Пациентам с косвенными рентгенологическими признаками в алгоритм была включена методика ТС, позволившая в 59,6% случаев получить дополнительную информацию о деструкции костной ткани. При этом визуализация мягкотканых элементов достоверно не превысила эффективность УЗИ.

4. Несмотря на выявление деструктивных изменений кости, ее кортикального слоя, зоны роста и признаков реактивного воспаления в суставе по данным СР, ТС и УЗИ, достоверно дифференцировать патологию и исключить посттравматический или ревматоидный характер процесса не было возможно. В этих случаях значительную диагностическую эффективность продемонстрировала МРТ. Наличие трабекулярного отека костного мозга (98,1%), ЭОК (97,8%) и изменения окружающих мягких тканей (89,7%) позволили провести дифференциальную диагностику.

5. МСКТ показала высокую диагностическую эффективность на более поздних стадиях процесса. Наибольшее количество признаков деструкции костной ткани выявлено на 9–14 день от начала активной симптоматики (76,2%). В это период достоверно определен размер и локализация патологического очага, и его соотношение с окружающими структурами (59,9%). Секвестры и свищевые ходы у 85,0% пациентов выявлены на МСКТ на 14–18 сутки, у 10,3% на 19–21 сутки. Однако у 4,7% пациентов наличие секвестров имело место на 8–9 сутки заболевания.

6. На основании анализа данных отмечена нецелесообразность выполнения МСКТ до 14 суток от начала заболевания.

7. Методику назначали в более поздних стадиях процесса (после 14 суток) при подтверждении массивных деструктивных изменений другими

методами, а также на этапах предоперационного планирования для оценки размеров деструкции, вовлечения в процесс прилежащих костей, оценки секвестрации.

Динамический контроль на этапах лечения осуществляли методом МРТ.

Исходя из полученных данных, представлен алгоритм лучевой диагностики ОГО на ранних этапах заболевания.

Схематически алгоритм диагностики при подозрении на острый остеомиелитический процесс представлен на схеме (рис. 83).



Рис. 83 – Алгоритм лучевой диагностики ОГО у детей старше периода новорожденности

4.3.2. Асептический некроз

Вторую подгруппу составили 52 пациента с АН эпифизов костей. Распределение пациентов по полу и возрасту представлено в таблице 21.

Таблица 21

Распределение пациентов с АН по полу и возрасту

Возраст, годы	1 – 3		3 – 7		7 – 12		12 – 18		Всего	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Мальчики	7	13,5	6	11,5	16	30,8	7	13,5	36	69,2
Девочки	2	23,8	2	3,8	11	21,2	1	1,9	16	30,8
Всего	9	17,3	8	15,4	27	51,9	8	15,4	52	100

Как представлено в таблице АН чаще болели мальчики младшей возрастной группы (78,0%) и 13–18 лет (87,5%).

В возрастной группе 1–3 года (n=9) преобладали дети после лечения врожденного вывиха бедра. Жалобы этих пациентов оценивались со слов родителей или законных представителей. У 13% детей поводом для обращения в стационар служило беспокойство родителей по поводу резкого ограничения движений в суставе и хромота.

При объективном физикальном осмотре в большинстве случаев выявлено ограничение движений в суставе (97,0%) и гипотрофия сегмента (57,7%). У 76% пациентов АН преимущественно локализовался в нижних конечностях, поэтому имела место хромота (75%). Субъективно пациенты чаще предъявляли жалобы на боль в суставе (89,2%), при этом иррадиация в дистально расположенный сустав отмечена у 84,6%.

У пациентов с локализацией АН в проксимальном эпифизе бедренной кости отмечена иррадиация болей в коленный сустав (48%). Обращал на себя факт наличия травмы в анамнезе на фоне активных занятий спортом (55%).

Ограничение движений в суставе выявлено у 73%. Необходимо отметить, что в отличие от детей с ОГО, жалоб, связанных с общим соматическим статусом не выявлено. Детально характер жалоб представлен на диаграмме (рис. 84).



Рис. 84 – Диаграмма «общие жалобы пациентов»

Диаграмма демонстрирует, что клинические проявления при первичном осмотре у данной группы пациентов в большинстве случаев (76%) не указывали на наличие асептического некроза, что требовало расширения обследования пациентов.

Всем детям были выполнены анализы крови (клинический и биохимический) и мочи. Значимых изменений лабораторных данных не отмечалось.

При анализе анамнестических данных выявлено, что клиническая симптоматика у пациентов с АН нарастала течение 2–4-х недель. Характер болевого синдрома оценен как умеренно интенсивный (86,5%). Отмечен дебют болевого синдрома с иррадиирующим болевым синдромом в дистальной расположенный сустав (36,7%).

Базовый протокол обследования, включающий УЗИ и СРвыполнен всем пациентам.

При УЗИ на ранних стадиях в большинстве случаев выявлены изменения структур сустава в виде синовита (81%), выпота в суставе (71%).

На поздних стадиях процесса при УЗИ отмечено снижение высоты и изменение контура эпифиза (80,1%). В 4 случаях (8%) имело место изменение зоны роста кости. Подробно эхографические признаки АН представлены в таблице 22.

Диагностическая эффективность(Асс) УЗИ при АН (n=52)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Асс, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	7	2	40	3	70	95,2	90,4	77,8
Изменение зоны роста	3	12	7	30	9,1	36,8	19,2	20
Изменение надкостницы	22	6	18	6	78,6	75	76,9	78,6
Остеонекроз	4	9	32	7	36,4	78	69,2	30,8
Изменение мягких тканей	12	10	14	16	42,9	58,3	50	54,5
Экстраоссальный компонент	7	3	31	11	38,9	91,2	73,1	70
Изменение структур сустава	16	12	9	15	51,6	42,9	48,1	57,1
Выпот	35	3	4	10	77,8	57,1	75	92,1

Как видно из таблицы УЗ-диагностика позволяла выявить исключительно мягкотканые изменения структур сустава и окружающих мягких тканей. Метод достаточно четко определяет наличие выпота в суставе и позволяет установить синовит и бурсит. Оценка структурных изменений костной ткани доступна методу в меньшей степени.

С этой целью всем пациентам были выполнены рентгенограммы в методологически обоснованных проекциях.

В 68% при СР выявлены изменения зоны роста, а у 82% нарушение конфигурации в виде изменения формы и снижения высоты эпифиза кости. У части обследованных детей (29,0%) одновременно отмечено нарушение формы и структуры метафиза кости. Признаки деструкции МЭ области в виде фрагментации на рентгенограмме были у 28,0% пациентов, что соответствовало III стадии процесса. У 19 пациентов с анамнезом болевого синдрома 14–18 недель во всех случаях диагностирована деструкция эпифиза (фрагментация) и/или метафиза (100%). Более подробно диагностическая эффективность представлена в таблице 23.

Таблица 23

Диагностическая эффективность (Acc) СР при АН (n=52)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	34	2	5	11	75,6	71,4	75	94,4
Изменение зоны роста	20	5	5	22	67,6	47,4	58,1	79,1
Изменение надкостницы	9	10	27	6	50,2	72,9	69,2	47,4
Остеонекроз	22	6	18	6	78,6	75	76,9	78,6
Изменение мягких тканей	7	9	12	24	22,6	57,1	36,5	43,8
Экстраоссальный компонент	5	1	40	6	16,3	75,2	28,1	43,3
Изменение структур сустава	4	2	6	40	9,1	75,7	19,2	66,7
Выпот	3	7	8	34	8,1	53,3	21,2	30,1

Данные таблицы дают представление о диагностической эффективности СР при АН. На ранней стадии процесса чаще выявлены косвенные признаки в виде изменения конфигурации и снижения высоты эпифиза у 65%.

Отмечена взаимосвязь сроков заболевания с визуализацией деструктивных процессов. У 19-ти пациентов деструкция эпифиза отмечена на 8–10-й неделе активной симптоматики, еще у 19-ти пациентов с анамнезом болевого синдрома 14–18-ти недель была деструкция эпифиза и метафиза (94,5%). Диагностическая эффективность ТС представлена в таблице 24.

Таблица 24

Диагностическая эффективность (Acc) ТС при АН (n=27)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	26	0	1	0	100	100	100	100
Изменение зоны роста	13	2	4	8	61,9	66,7	63	86,7
Изменение надкостницы	16	3	7	1	94,1	70	85,2	84,2
Остеонекроз	14	2	6	5	75	83,3	77,8	90
Изменение мягких тканей	7	4	9	7	29,2	69,2	43,2	63,6
Экстраоссальный компонент	2	6	18	1	66,7	75	74,1	25
Изменение структур сустава	5	3	17	2	71,4	85	81,5	62,5
Выпот	8	6	3	10	44,4	33,3	40,7	57,1

Данные таблицы демонстрируют более высокие показатели эффективности ТС в выявлении деструктивных процессов кости. Чувствительность в диагностике мягкотканых изменений сустава примерно сопоставима с таковыми при рентгенографии.

В более ранние сроки (2–4 неделя) не получено достоверной информации о патологическом процессе. При этом сохранялся болевой синдром и ограничение активных и пассивных движений конечности, чем продиктована необходимость выполнения МРТ.

МРТ произведена детям с активными жалобами на болевой синдром и нарушении функции сустава при отсутствии данных УЗИ и СР (63%). Подробная информация о МР-признаках представлена в таблице 25.

Таблица 25

Диагностическая информативность (Acc) МРТ при АН (n=33)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	21	2	7	3	87,5	77,8	84,8	81,3
Изменение зоны роста	29	2	1	1	94,2	53,1	86,2	94,1
Отек костного мозга	24	1	5	3	92,6	77,9	97,8	89,2
Изменение надкостницы	23	4	3	3	67,1	54,2	68,5	61,2
Остеонекроз	20	2	9	2	90,9	81,8	87,9	90,9
Изменение мягких тканей	18	1	13	1	94,7	92,9	93,9	94,7
Экстраоссальный компонент	5	2	25	1	83,3	92,6	90,9	71,4
Изменение структур сустава	3	1	28	1	75,2	96,6	93,9	75,1
Выпот	28	1	3	1	96,6	75	93,9	96,6

При анализе данных таблицы выявлены доминантные МР-признаки АН на ранних стадиях процесса – трабекулярный отек эпифиза и метафиза кости (96,0%) и синовит (97,%). Изолированного трабекулярного отека метафиза, без вовлечения в процесс эпифиза кости, не было отмечено.

Изменение синовиальной оболочки (синовит) у 28 пациентов (87,0%) было сопряжено с выпотом в суставе. Отек параартикулярных мягких тканей и наличие экстраоссального компонента отмечены редко (2,0%).

Была выявлена взаимосвязь массивности выявленных изменений с локализацией процесса. Наибольшей деформации подвергались суставы, несущие значительную весовую нагрузку: тазобедренный (25,5%), коленный (21,4%) и голеностопный (7,4%). Распределение патологического процесса по локализации представлено на диаграмме (рис. 85).

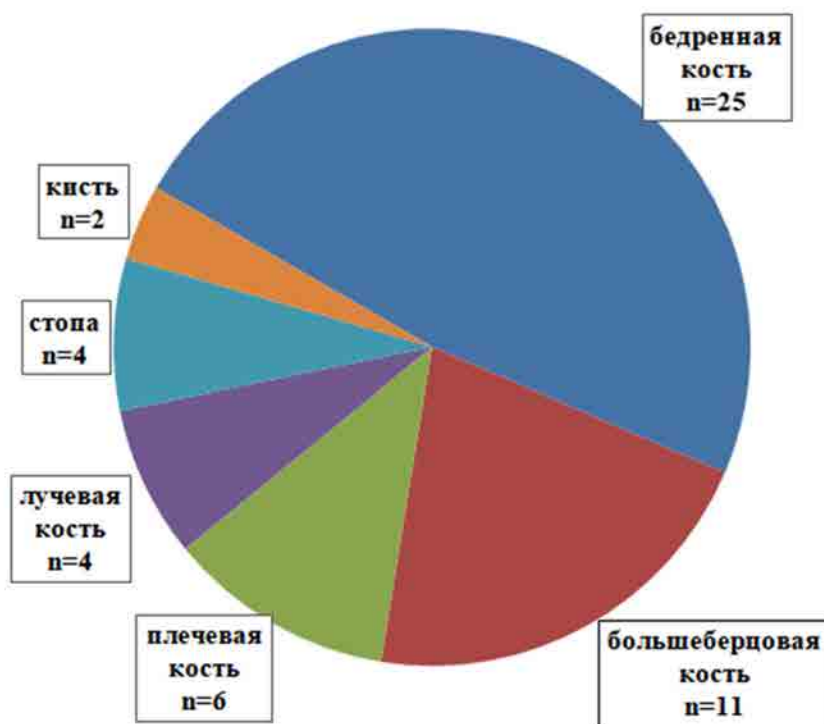


Рис. 85 – Диаграмма локализации АН

Преимущественно были поражены проксимальные эпифизы бедренных костей (48%) и эпифизы большеберцовых костей (21%). В приблизительно равных количествах отмечено поражение эпифизов плечевой (11,1%) и лучевой костей (8,2%). АН костей стопы был диагностирован у 7,8% пациентов и кисти (4,2%). МСКТ была выполнена 18-ти пациентам на поздних стадиях патологического процесса (34%). Показаниями служили наличие признаков фрагментации эпифиза пораженной кости с целью определения тактики консервативного лечения либо предоперационного планирования.

Методика позволила оценить стадию процесса и констатировать факт отсутствия консолидации фрагментов. У 8-и пациентов (15%) на этом

основании было отменено оперативное лечение, так как диагностирована активная стадия процесса. Подробно КТ-семиотика представлена в таблице 26.

Таблица 26

Диагностическая информативность (Acc) МСКТ при АН (n=18)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Acc, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	11	0	4	1	91,6	66,6	80,3	84,1
Изменение зоны роста	11	1	1	5	72,2	68,8	72,2	70
Изменение надкостницы	6	2	9	1	84,9	81,8	83,3	75
Остеонекроз	8	1	4	6	57,1	90,2	66,7	91,4
Изменение мягких тканей	3	1	4	10	100	80	38,8	76,3
Экстраоссальный компонент	3	1	12	2	60	92,3	83,3	75
Изменение структур сустава	2	1	14	1	66,6	93,2	88,8	67
Выпот	5	2	6	5	12,5	77,9	32,2	55,1

Данные таблицы представляют значительную диагностическую эффективность МСКТ на поздних стадиях асептического некроза. У всех пациентов оценен характер деструктивных изменений, на основании чего установлена стадия процесса, имеющая определяющее значение при выборе тактики лечения (100%). Для иллюстрации представляется клиническое наблюдение:

Пациент П., 8 лет обратился в экстренном порядке с жалобами на боль в правом коленном суставе после прыжка на уроке физкультуры. Болевой синдром в правом тазобедренном суставе с иррадиацией в коленный сустав умеренной интенсивности отмечался в течение 6 недель. Пациент обращал внимание на преобладании болевого синдрома в коленном суставе. За помощью специалистов не обращался.

При осмотре: Соматический статус не изменен. Астенического синдрома не выявлено. Отмечается ограничение отведения и внутренней ротации правого бедра. Резкая болезненность при ротационных движениях в правом тазобедренном суставе. Невыраженная гипотрофия мягких тканей правого бедра.

По данным лабораторных исследований изменений не отмечено. При УЗИ выявлены признаки синовита правого тазобедренного сустава (рис. 86). По данным СР в прямой проекции, с отведением и внутренней ротацией выявлены косвенные рентгенологические признаки в виде снижения высоты эпифиза правой бедренной кости. Деструктивных изменений не определялось (рис. 87).

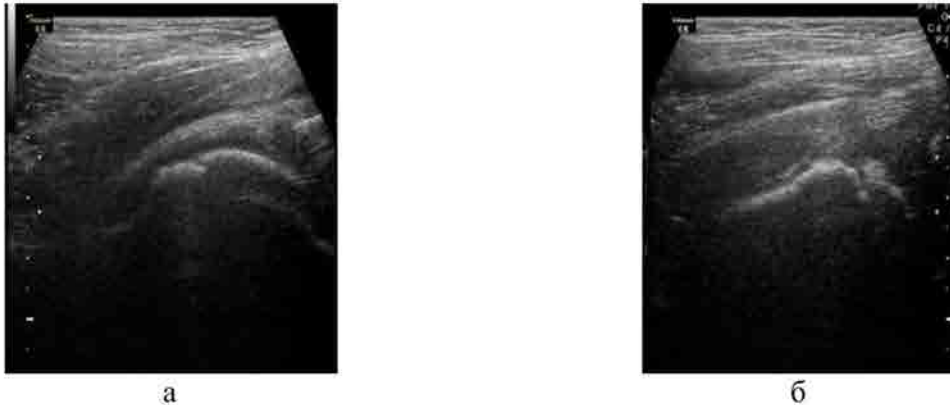


Рис. 86 – Сонограммы пациента П. 8 лет с АН головки правой бедренной кости, УЗИ при поступлении: а, б – синовит правого тазобедренного сустава, неровность контура эпифиза бедренной кости

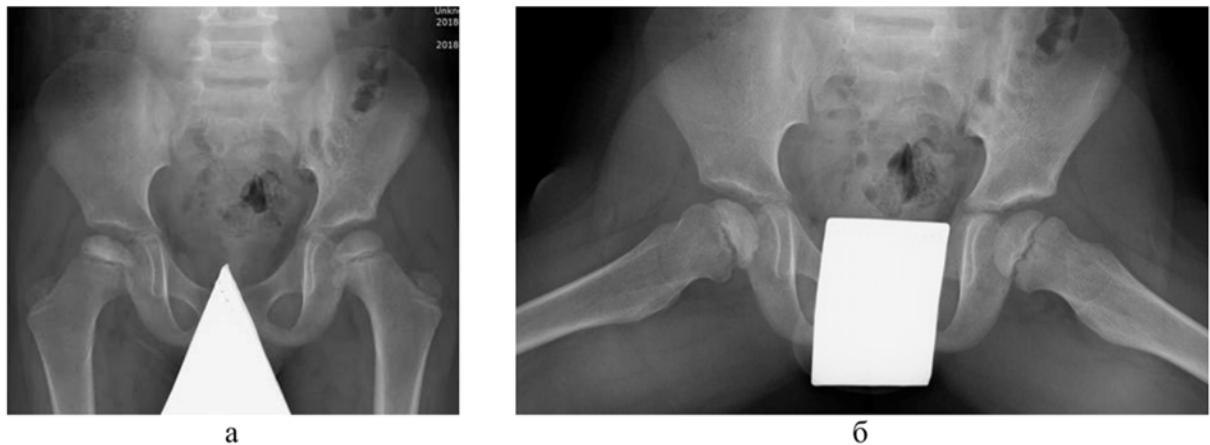


Рис. 87 – Рентгенограммы того же пациента П., 8 лет с АН головки бедренной кости: а, б – в прямой проекции и с отведением по Лаунштейну: снижение высоты эпифиза правой бедренной кости, изменение структуры эпифиза правой бедренной кости по типу «белая головка», расширение рентгеновской суставной щели правого тазобедренного сустава

С подозрением на ЭФ головки правой бедренной кости пациент госпитализирован в отделение ортопедии. Учитывая несоответствие диагностических данных интенсивности болевого синдрома, с целью исключения интрамедуллярных изменений правой бедренной кости, назначена МРТ тазобедренных суставов (рис. 88 а, б).

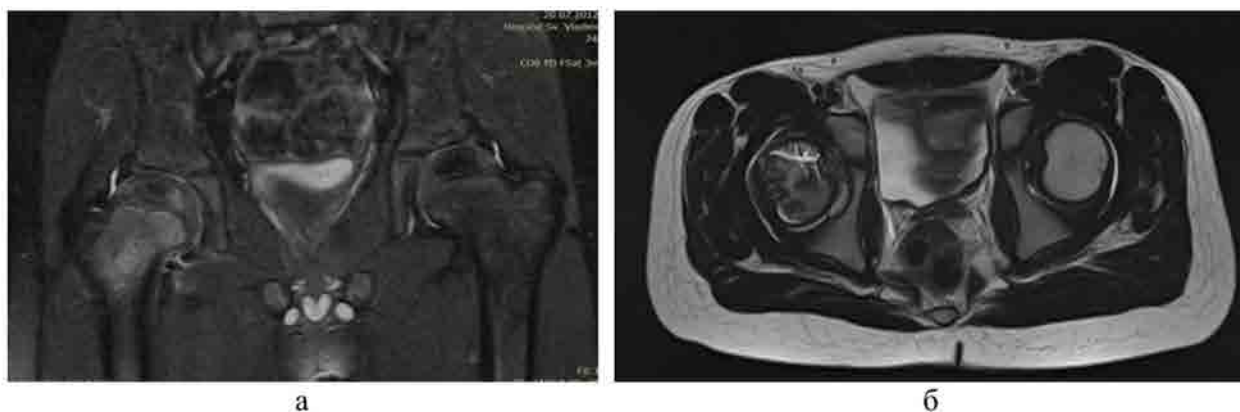


Рис. 88 – МР-томограммы тазобедренных суставов того же пациента П., 8 лет; а – PD-FS, COR; б – T2-ВИ, АХ: трабекулярный отек МЭ правой бедренной кости без признаков деструкции костной ткани, синовит правого тазобедренного сустава; крыша правой вертлужной впадины и параартикулярные мягкие ткани интактны

По совокупности данных клинической картины, анамнеза, УЗИ, рентгенографии и МРТ установлен диагноз: «АН головки правой бедренной кости. Стадия II.». Назначена специальная терапия с режимом вытяжения за деротационную лонгету. Болевой синдром купирован полностью на 7-е сутки. В качестве контрольного обследования производилась МРТ и СР. Выздоровление с благоприятным исходом констатировано через 1,5 года.

Данный пример демонстрирует эффективность применения МРТ в алгоритме диагностики на раннем этапе заболевания. По данным УЗИ и рентгенографии выявлены косвенные признаки, не позволяющие дифференцировать патологический процесс. Отсутствие деструктивных изменений костной ткани на рентгенограммах не дало оснований для применения ТС и МСКТ. По данным МРТ выявлен трабекулярный отек головки и шейки правой бедренной кости с вовлечением в процесс синовиальной сумки сустава (синовит). Исключен артрит, сакроилеит, изменение мягких тканей правого бедра и наличие экстраоссального компонента, на основании чего установлен окончательный диагноз. Ранняя диагностика позволила начать лечение до наступления выраженных деструктивных изменений с экструзией головки бедренной кости, сохранив суставной хрящ и конгруэнтность суставных поверхностей. Подробный анализ диагностической эффективности методов лучевой диагностики при АН представлен в таблице 27.

Сводная таблица диагностической эффективности методов (Асс) при АН

Выявляемый признак	УЗИ, %	СР, %	ТС, %	КТ, %	МРТ, %	p<0,05
Изменение конфигурации МЭ	57,4	78	98,1	80,3	84,8	1-3;1-4-1-5
Изменение зоны роста	19,2	48,1	63	72,2	98,7	1-2;1-3;1-4;1-5
Отек костного мозга	—	—	—	—	97,8	—
Периостальная реакция	26,9	69,2	85,2	83,3	86,3	1-2;1-3;1-4;1-5
Остеонекроз	49,2	56,9	77,8	87,9	96,7	1-3;1-4;1-5
Изменение мягких тканей	50,1	36,5	43,2	63,2	96,9	1-4;1-5;
Экстраоссальный компонент	9,2	1,6	5,1	9,2	12,9	1-5; 2-5; 4-5
Изменение структур сустава	48,1	19,2	81,5	92,9	95,3	1-2;1-3;1-4;1-5
Выпот	75	21,2	40,7	32,2	98,4	1-2;1-3;1-3;1-4;1-5

На основании данных сформулированы выводы по подразделу.

Выводы по подразделу

8. Ранними сроками заболевания считали 5–10 недели от начала активных жалоб. В 89% данные сроки соответствовали I–II стадии АН. В этом периоде отмечена низкая диагностическая эффективность СР и ТС. Косвенными рентгенологическими признаками АН были изменение формы и снижение высоты эпифиза и/или метафиза (конфигурации) (78,0/98,1%), изменение зоны роста (48,1/63,0%), гипотрофия мягких тканей (36,5/43,2%). Для II стадии процесса характерна патологическая перестройка костной ткани в виде уплотнения структуры по типу «белой головки», которая визуализирована на СР (56,9/77,8%).

9. УЗИ выявило только наличие изменений синовиальной оболочки и выпот в суставе (48,1% и 75% соответственно). Однако это не дало оснований исключить ревматоидный и остеомиелитический характер процесса.

10. Наибольшую диагностическую эффективность показала МРТ: трабекулярный отек эпифиза и метафиза кости (97,8%), синовит (95,3%), выпот в суставе (98,4%). В то же время высокая чувствительность в

отношении мягкотканых изменений, позволили провести дифференциальную диагностику с ОМО. ЭОК при АН отмечено не было.

11. МСКТ продемонстрировала большую диагностическую эффективность на III (фрагментации) и IV (консолидации) стадиях АН (87,9%).

12. Возможность полипроекционной реконструкции позволяла на этапах предоперационного планирования и решении вопроса об отмене ограничений режима.

13. На ранних этапах заболевания применение МСКТ представляется нецелесообразным.

Учитывая полученную информацию, разработан алгоритм рациональной диагностики АН у детей старше периода новорожденности (рис. 89).

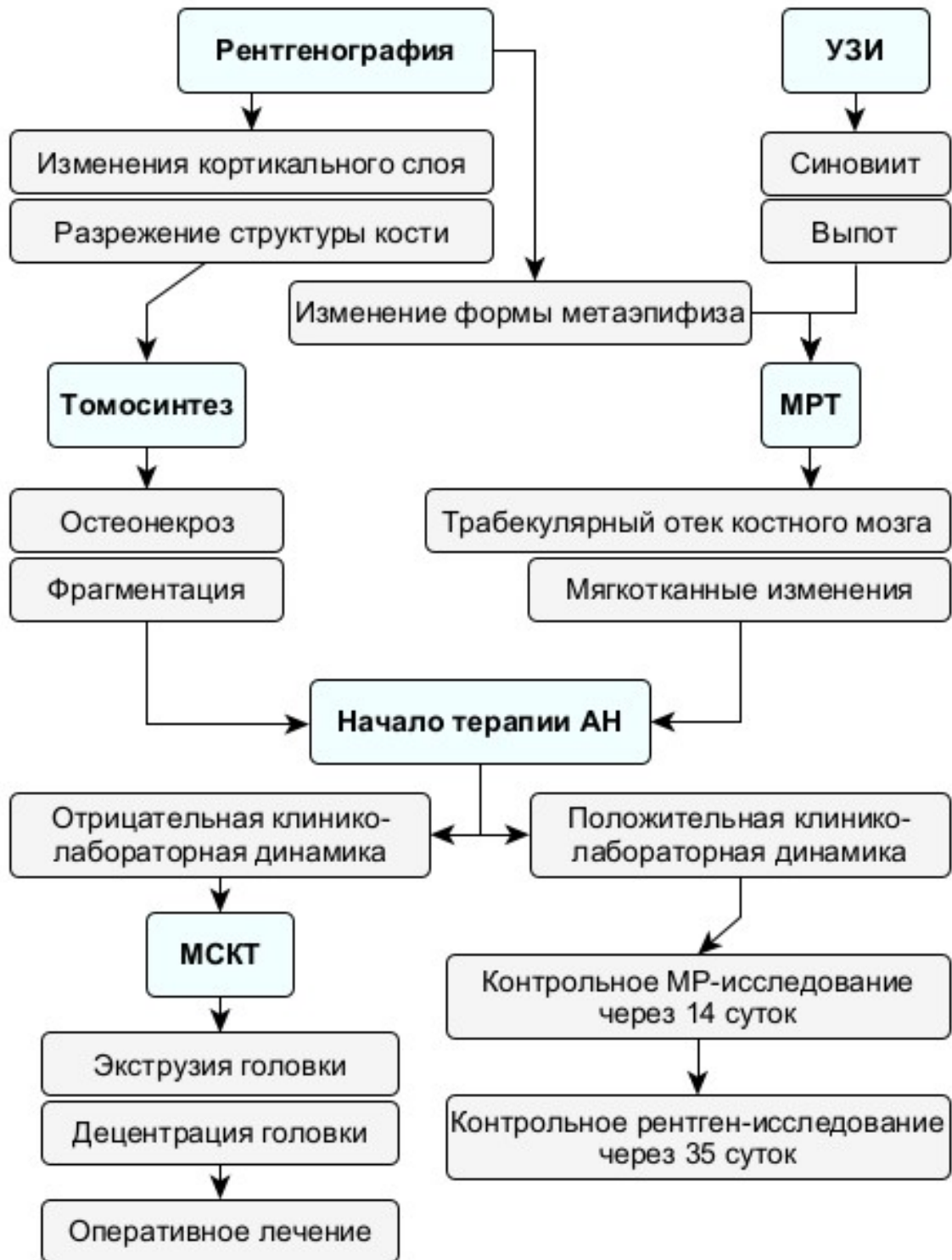


Рис. 89 – Алгоритм рациональной лучевой диагностики АН у детей и подростков.

4.3.3. Первично-хронический остеомиелит и его атипичные формы

ПХО встречался у детей всех возрастных групп, с преимущественным преобладанием девочек в возрасте 1–3 лет (55,0%). При этом в остальных группах большинство составили мальчики (57,0%). Подробное распределение пациентов представлено в таблице 28.

Таблица 28

Распределение пациентов по полу и возрасту (n=155)

Возраст, годы	1 – 3		3 – 7		7 – 12		12 – 18		Всего	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Мальчики	9	5,8	20	12,9	21	13,5	36	23,2	86	55,5
Девочки	11	7,1	15	9,7	16	10,3	27	17,4	69	44,5
Итого	20	12,9	35	22,6	37	23,9	63	40,6	155	100

Наибольшее количество пациентов обратились в экстренном порядке с обострением существующего болевого синдрома (62,0%). Остальные пациенты были направлены в КДО клиники после неэффективного обследования по месту жительства (48,0%).

Анализ заболевания указывал на наличие у 59,1% пациентов в анамнезе вирусного заболевания, преимущественно ротавирусной этиологии.

Основными жалобами детей с ПХО были боли распирающего характера в пораженном сегменте скелета (89,1%). У части детей отмечены боли низкой интенсивности с иррадиацией в дистально расположенный сустав (47,0%), ограничение движений в сегменте (64,5%), повышение температуры тела до субфебрильных цифр (34,1%), явления астении (46%), хромота отмечена у большинства пациентов с поражением нижней конечности (90,2%). Схематично жалобы представлены в виде диаграммы (рис. 90).

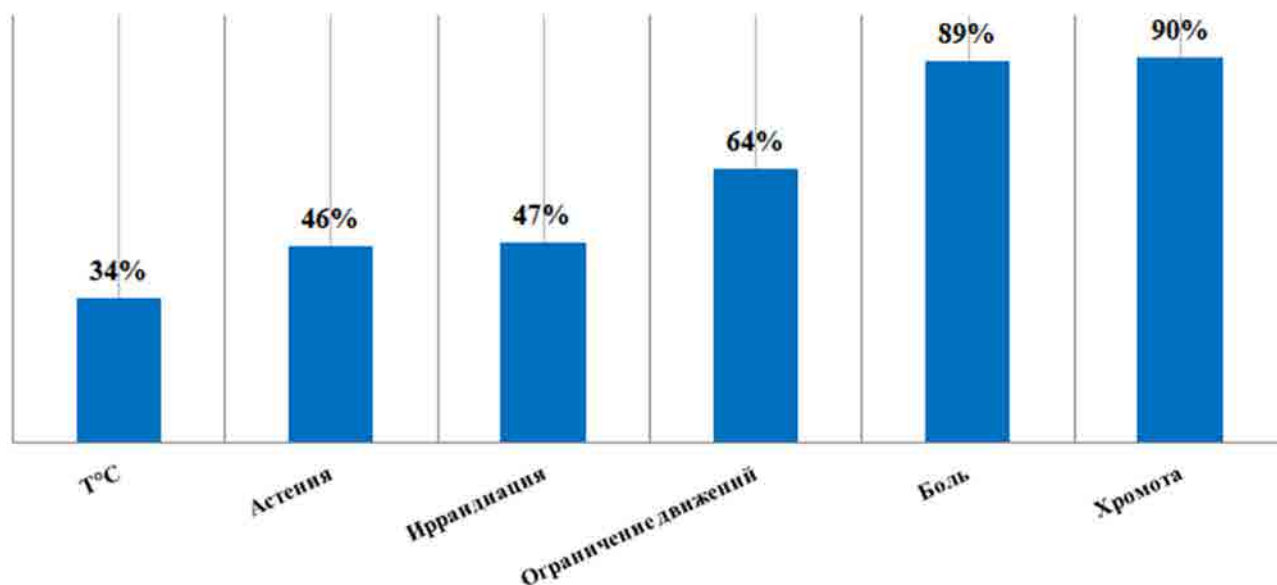


Рис. 90 – Диаграмма количества общих жалоб пациентов

Длительность жалоб в большинстве составила от 18 до 30 дней (86%). Отчасти это обусловлено наличием болевого синдрома невысокой интенсивности, который расценивался родителями и педиатрами по месту жительства как «боли роста» и «боли на фоне занятий спортом».

При физикальном осмотре не отмечено симптомов общей интоксикации, преобладали местные проявления в виде болезненности пассивных ротационных движений в заинтересованном сегменте скелета (45,2%), а также отечность и усиление сосудистого венозного рисунка области поражения (60,0%).

В анализах крови отмечены симптомы, указывающие на аутоиммунный процесс: повышение С-реактивного белка и ревматоидного фактора (88,7%). Данный факт служил поводом для включения в дифференциальный ряд системные ревматоидные заболевания.

Все пациенты обследованы по базовому протоколу: УЗИ и СР в методологически обоснованных проекциях.

Пациентам, обследованным по месту жительства одним из методов в течение 14 дней, не производили повторного обследования.

При УЗИ выявлены изменения структур сустава в виде синовита, артрита, выпота в суставе. Подробно эхоэмиотические признаки представлены в таблице 29.

Таблица 29

Диагностическая эффективность УЗИ (Асс) при ПХО (n=155)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Асс, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	30	1	96	28	51,7	99	81,3	96,8
Изменение зоны роста	28	2	2	123	18,5	50,4	19,4	93,3
Изменение надкостницы	48	4	68	35	57,8	94,4	74,8	92,3
Деструкция	11	14	33	97	10,2	70,2	28,4	44,1
Изменение мягких тканей	98	1	54	2	98	98,2	98,1	98,9
Экстраоссальный компонент	51	2	43	59	46,4	95,6	60,6	96,2
Изменение структур сустава	91	1	59	4	95,8	98,3	96,8	98,9
Выпот	23	7	99	26	46,9	93,4	78,7	76,7

Как видно из четырехпольной таблицы в 75% случаев получены высокие параметры диагностической эффективности в отношении мягкотканых компонентов: отек мягких тканей и изменений структур сустава. Наряду с окружающими мягкими тканями УЗИ эффективно в визуализации патологии структурных элементов сустава (78,9%).

В то же время получены низкие параметры диагностической эффективности в отношении патологической перестройки костной ткани (14,6%).

С целью оценки костно-деструктивных изменений во всех случаях произведен анализ СР (выполненной при поступлении или предоставленной пациентом). Подробное представительство признаков представлено в таблице 30.

Таблица 30

Диагностическая эффективность СР (Асс) при ПХО (n=155)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Асс, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	53	3	83	16	76,8	96,5	87,7	94,6
Изменение зоны роста	89	10	50	6	93,7	83,3	89,7	89,9
Изменение надкостницы	75	15	24	41	64,7	61,5	63,9	83,3
Деструкция	76	5	15	59	56,3	75	58,7	93,8
Изменение мягких тканей	18	2	45	90	16,7	95,7	40,6	90
Экстраоссальный компонент	14	2	108	31	31,1	98,2	78,7	87,5
Изменение структур сустава	1	4	38	113	8,2	20,5	24,5	13,1
Выпот	2	5	45	103	1,9	89,1	30,3	28,6

Как видно из таблицы СР имела средние диагностические показатели в отношении изменений сопряженной зоны роста кости и периостальной реакции. Деструкция кости выявлена достоверно на поздних стадиях процесса (21%). Отсутствие уточняющей информации по результатам УЗИ и СР служили показаниями к расширению диагностического алгоритма и включению методики ТС.

ТС обладал сравнительно высокими показателями в выявлении патологической перестройки костной ткани. Изменение сопряженной зоны роста имели место чаще в сравнении с рентгенографией (70,3%), деструкция в 69%. Диагностическая эффективность ТС представлена в таблице 31.

Таблица 31

Диагностическая эффективность (Асс) ТС при ПХО (n=57)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Асс, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	45	2	8	2	95,7	80	93	95,7
Изменение зоны роста	19	7	16	15	55,9	69,6	61,4	73,1
Изменение надкостницы	21	9	12	15	58,3	57,1	57,9	70
Деструкция	33	4	11	9	78,6	73,3	77,2	89,2
Изменение мягких тканей	11	5	9	32	25,6	64,3	35,1	68,8
Экстраоссальный компонент	5	8	41	3	62,5	83,7	80,7	38,5
Изменение структур сустава	6	11	27	13	31,6	71,1	57,9	35,3
Выпот	6	14	15	22	21,4	51,7	36,8	30

Как видно из таблицы, ТС обладал более высокой информативной способностью в отношении деструктивных процессов костной ткани, однако низкая диагностическая эффективность метода в отношении мягкотканых структур и интрамедуллярных изменений служили поводом для назначения МРТ.

Метод МРТ в 98,7% случаев подтвердил наличие хронического воспалительного процесса в костной ткани. Доминирующими семиотическими признаками выступали трабекулярный отек (98,7%), отек ростковой зоны (96,1%) и очаг деструкции костной ткани (81,8%).

Подробно МР-семиотика ПХО представлена в таблице 32.

Таблица 32

Диагностическая эффективность МРТ (Асс) при ПХО (n=139)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Асс, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	63	11	46	19	76,8	80,7	78,4	85,1
Изменение зоны роста	115	4	17	3	97,5	81	95	96,6
Отек костного мозга	134	1	3	1	94,5	75,3	90,1	95,2
Изменение надкостницы	122	4	10	3	97,6	71,4	95	96,8
Деструкция	80	1	55	3	96,4	98,2	97,1	98,8
Изменение мягких тканей	119	3	15	2	98,3	83,3	96,4	97,5
Экстраоссальный компонент	21	2	109	7	75	98,2	89,7	91,3
Изменение структур сустава	41	6	89	3	93,2	93,7	93,5	87,2
Выпот	58	4	75	2	96,7	94,9	95,7	93,5

При составлении таблицы были выбраны наиболее значимые диагностические критерии поражения эпифизов и метафизов костей у детей. Как видно из таблицы, МРТ четко выявляет все лучевые признаки хронического воспаления костей, за исключением оценки нарушения конгруэнтности сустава (58,4%) и периостальной реакции (51,2%).

МСКТ выполнена 49 пациентам с мультифокальными формами рецидивирующего процесса с целью оценки размера деструктивной полости, соотношения со смежными анатомическими структурами и состояния

костномозгового канала. В этом случае значительная диагностическая информация получена из аксиальных сканов.

Подробно КТ-семиотика ПХО представлена в таблице 33

Таблица 33

Диагностическая эффективность МСКТ (Асс) при ПХО (n=49)

Семиотический признак	ИП	ЛП	ИО	ЛО	Se, %	Spe, %	Асс, %	PPV, %
Нарушение конфигурации метаэпифиза	46	1	1	1	97,9	50	95,9	97,9
Изменение зоны роста	16	9	5	19	45,7	35,7	42,9	64
Изменение надкостницы	23	8	6	12	65,7	42,9	59,2	74,2
Деструкция	40	2	5	2	95,2	71,4	91,8	95,2
Изменение мягких тканей	23	2	13	11	67,6	86,7	73,5	92
Экстраоссальный компонент	10	3	18	18	35,7	85,7	57,1	76,9
Изменение структур сустава	8	18	10	13	38,1	35,7	36,7	30,8
Выпот	15	3	17	14	51,7	85	65,3	83,3

Как видно из представленной таблицы КТ обладала значительно более высокой диагностической эффективностью в отношении деструктивных очагов костной ткани (96,4%), периостальной реакции (92,6%), поражение зоны роста кости (82,2%). Наряду с этим метод имел низкие показатели в отношении мягкотканых и интрамедуллярных структурных изменений.

С целью демонстрации представлен клинический пример.

Пациент С., 12 лет, обратился с жалобами на боли распирающего характера в правом коленном суставе. Болевой синдром появился 3 недели назад. По месту жительства выполнено УЗИ и СР. Костно-деструктивных изменений не отмечено. Неделю назад появилась субфебрильная температура, которая расценена как проявление ОРВИ. Поводом для обращения послужило усиление болевого синдрома после тренировок по футболу.

На момент осмотра отмечается хромота по типу шадящей походки, усиление сосудистого рисунка средней трети правой голени. В лабораторных анализах повышение С-реактивного белка до 56 ед/л.

Выполнена СР, костно-деструктивных изменений не отмечено (рис. 91а).

Обследование дополнено УЗИ, так же без диагностических находок.

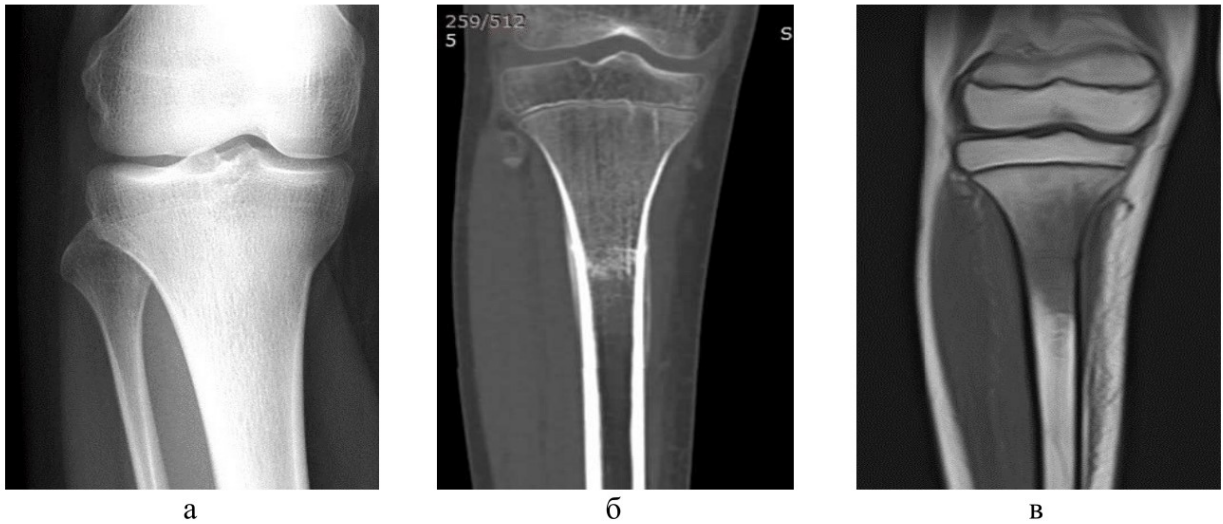


Рис. 91 – Рентгенограмма (а), КТ (б) - и МР (в) -томограммы правого коленного сустава с захватом костей голени пациента С. 12 лет с ПХО: а – прямая проекция, костно-деструктивных изменений не выявлено; б – COR, линейная периостальная реакция и повышение плотности (HU) содержимого костномозгового канала до положительных значений; в – T2-ВИ, COR, гипоинтенсивный сигнал от костного мозга метафиза большеберцовой кости – трабекулярный отек

Учитывая несоответствие данных клинико-лабораторного обследования с полученной информацией, принято решение о выполнении КТ (рис. 91б).

На КТ выявлена линейная смешанная периостальная реакция по типу гиперостоза и линейного периостита и повышение плотности содержимого костномозгового канала до положительных значений. Достоверно деструктивной полости не визуализировано.

С целью обнаружения интрамедуллярных изменений пациент направлен на МРТ (рис. 91в). В результате диагностирован остеомиелитический процесс правой большеберцовой кости.

Таким образом, МРТ имела высокую диагностическую эффективность в отношении состояния костномозгового канала, наличия мягкотканого компонента и экстраоссального компонента.

На основании данных таблиц сформирована сводная Таблица диагностической эффективности методов лучевой диагностики при хронических воспалительных процессах (табл. 34).

Сводная таблица диагностической эффективности (Асс) при ПХО

Выявляемый признак	УЗИ, %	СР, %	ТС, %	КТ, %	МРТ, %	p<0,05
Изменения формы МЭ	51,3	87,7	93	95,9	78,4	1-2;1-3;1-4;1-5
Изменение зоны роста	19,4	34,7	61,4	72,9	95,7	1-2;1-3;1-4;1-5
Трабекулярный отёк	—	—	—	—	95,2	—
Периостальная реакция	43,1	57,9	73,1	89,2	93,2	1-3;1-4;1-5
Деструкция	28,4	58,7	77,2	91,8	97,1	1-2;1-3;1-4;1-5
Изменение мягких тканей	88,1	40,6	35,1	73,5	96,4	1-2;1-3;1-4;1-5
Экстраоссальный компонент	60,6	78,7	80,7	57,1	89,7	1-3;1-4;1-5
Изменение структур сустава	89,8	24,5	57,9	36,7	93,5	1-2;1-3;1-4;1-5
Выпот	78,7	30,3	36,8	65,3	95,7	1-2;1-3;1-4;1-5

На основании данных сводной таблицы сформулированы выводы по подразделу, были сформированы выводы по эффективности методов лучевой диагностики для данной группы пациентов.

Выводы по подразделу

1. Ранними сроками заболевания считали 3–5 недели от начала активных жалоб. Хронический воспалительный процесс обуславливал умеренный болевой синдром в 76,8%. На момент обращения у 62,5% детей отмечалась гипотрофия пораженного сегмента, что в совокупности с болевым синдромом определяло область поражения. В 64,8% случаев обследован сегмент конечности на всем протяжении, так как четкая локализация боли не определялось.

2. На ранних сроках заболевания отмечена низкая диагностическая эффективность УЗИ и СР по причине определения только косвенных признаков. УЗИ в 88,1% случаев подтверждало наличие мягкотканых изменений. Реакцию надкостницы оценили в 43,1% преимущественно у детей младшего возраста.

3. СР определяла признаки периостальной реакции у пациентов всех возрастных групп в 57,9%, изменение зоны роста в 34,7%, деструкция в 58,7% случаев. Необходимо отметить, что выявленная деструкция в 71,5%

соответствовала 5–9 неделе заболевания, что относится к поздним срокам процесса.

4. При анализе данных ТС у 24,4% получена дополнительная информация о структуре костной ткани. Диагностическая эффективность методики в выявлении деструкции 77,2%; периостальной реакции по типу гиперостоза 73,1%; изменения зоны роста 61,4%. Однако без оценки состояния костномозгового канала и окружающих мягких тканей была затруднена дифференциальная диагностика и, что крайне важно, нельзя было определить стадию патологического процесса.

5. МРТ определяла трабекулярный отек (95,2%), выпот (95,7%), синовит сустава (93,5%), ЭОК (89,7%) а также вовлечение окружающих мягких тканей (96,4%).

6. Таким образом, высокая чувствительность в отношении мягкотканых изменений и ЭОК, позволили провести дифференциальную диагностику с ОГО, системными и ревматоидными заболеваниями.

7. МСКТ проявила большую диагностическую эффективность на поздних стадиях процесса, когда патологический очаг уже сформировался. Деструкция выявлена в 91,8%, изменение зоны роста у 72,9%, периостальная реакция у 89,2%. У 32% детей в ранней стадии заболевания не отмечены вышеуказанные признаки, в то время как МРТ их определила. Данная информация объясняет нецелесообразность применения МСКТ на ранних этапах заболевания. Учитывая полученную информацию, разработан алгоритм рациональной диагностики ПХО у детей старше года и подростков (рис. 92).

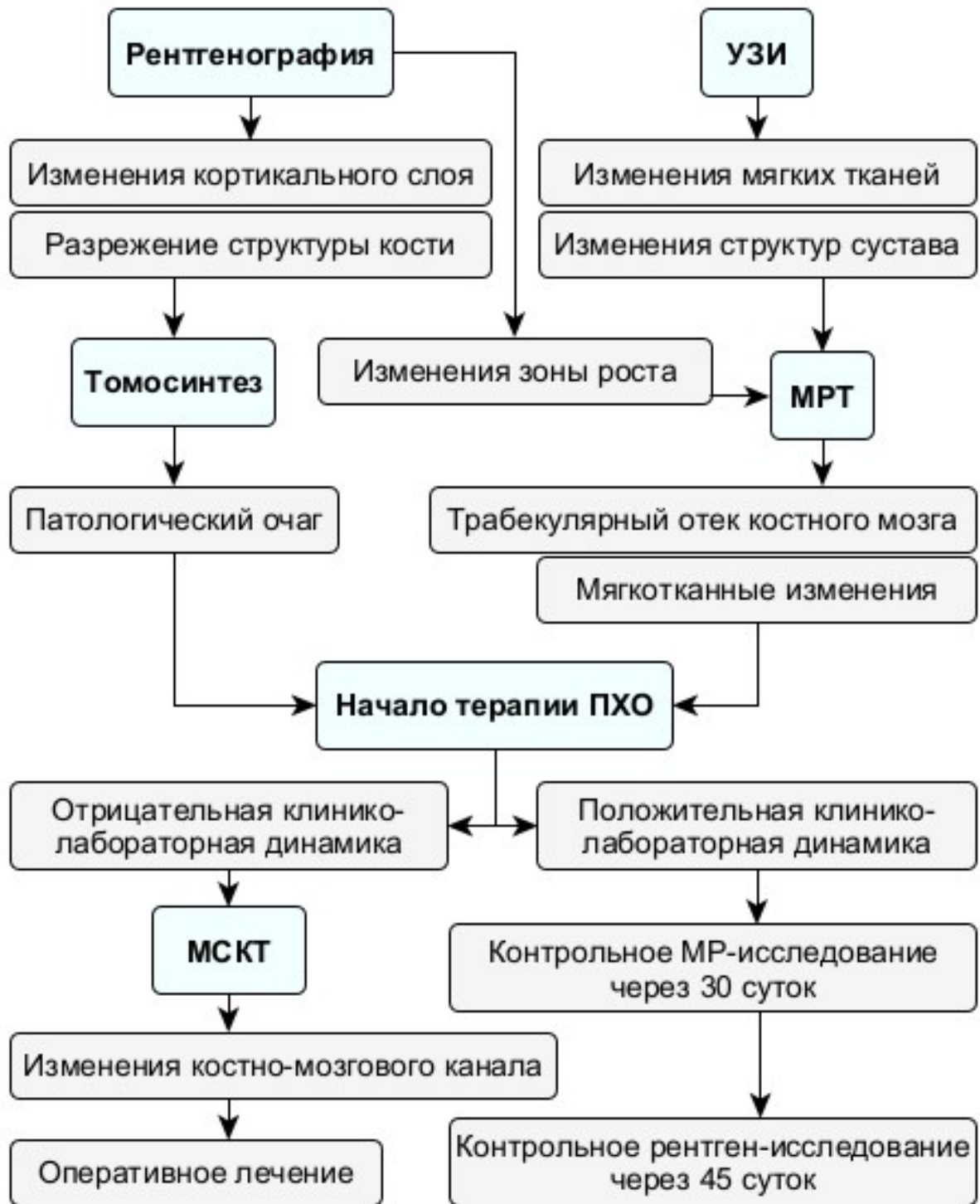


Рис. 92 – Алгоритм рациональной лучевой диагностики ПХО
у детей старше 6 месяцев и подростков

На основании данных обширного материала целесообразно представить **следующие выводы по главе:**

1. В результате исследования сформировано четкое представление о диагностической эффективности методов лучевой диагностики при поражении эпифизов и метафизов костей у детей старше года и подростков.

2. Острые воспалительные процессы костей и суставов сопровождаются активной симптоматикой, выраженным болевым синдромом с частой иррадиацией в другие суставы и симптомами общей интоксикации, что часто воспринимается как течение ОРВИ.

3. Базового лучевого обследования в виде УЗИ и СР не было достаточно для окончательного диагноза. Алгоритмы обследования детей старше года формировались в корреляции с клиническими данными и в обязательном порядке включали метод МРТ. Маркером

4. Методика ТС позволила в ряде случаев выявить деструктивные изменения кости и избежать применение МСКТ (29,4%).

5. МСКТ входила в алгоритм при массивных деструктивных и мультифокальных поражениях, а также на этапах предоперационного планирования.

6. Хронические воспалительные процессы эпиметафизарной зоны отличались более длительным анамнезом, стертой клинической картиной и отсутствием симптомов общей интоксикации. В подавляющем большинстве случаев первичное рентгеновское обследование характеризовалось косвенными признаками и требовало дополнительных обследований. УЗИ имело низкие диагностические параметры в выявлении семиотических признаков хронического воспаления костной ткани.

7. Как показало исследование, ранними патогномичными признаками поражения эпифизов и метафизов костей выступал отек костного мозга, расширение и отек зоны роста, и наличие ЭОК, что в 97,1% случаев выявлено на МРТ.

Исходя из выше сказанного, наиболее целесообразной тактикой лучевого обследования детей старше года, является формирование рациональных алгоритмов в зависимости от возраста, клинической картины в корреляции с данными УЗИ и СР.

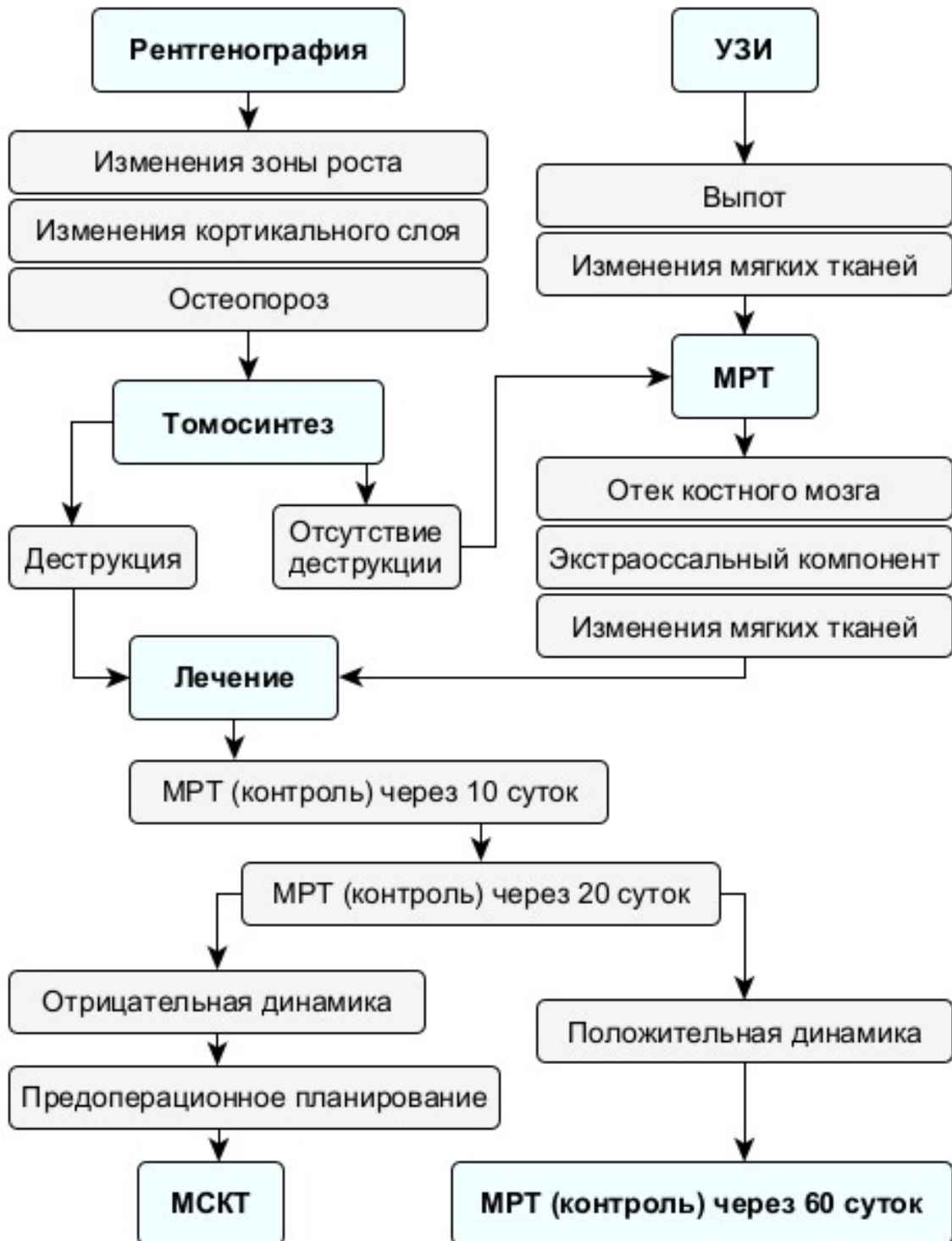


Рис. 93 – Алгоритм лучевой диагностики при поражении метафизов и эпифизов у детей старше 6 месяцев и подростков

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы отмечается неуклонный рост интереса к проблеме визуализации опорно-двигательной системы детей и подростков. Это объясняется многими факторами: сложностью анатомо-физиологического строения, пролонгированным по времени процессом формирования скелета и длительным невниманием профессионального сообщества к лучевой диагностике в педиатрии, повлекшее отсутствие системных подходов в субспециальности [16, 100, 113].

По мнению С. S. Bhat, С. Anderson (2018), при большинстве патологических процессов скелетно-мышечной системы у детей и подростков становится уязвимой именно МЭ зона. Скелет ребенка постоянно подвергается многоуровневой и разнонаправленной нагрузке, которая значительно усилилась в последнее десятилетие в связи с социальной активностью общества [140].

МСКТ, признанная «золотым стандартом» в визуализации костной ткани и ее патологии, все чаще перестает отвечать на поставленные задачи, и это преимущественно относится к ранним стадиям патологических процессов. Методика способна идентифицировать мельчайшие детали травмы, определять пространственную взаимосвязь между минерализованными структурами, которыми характеризуется этот регион, но не дает информации о неоссифицированных структурах скелета и состоянии костномозгового канала [4, 107, 185, 213]. Этот факт оказался ключевым в решении вопроса о тактике лечения у детей на ранних стадиях патологического процесса МЭ области [13, 168, 217]. Все больше исследователей призывают учитывать факт высокой лучевой нагрузки МСКТ на растущий детский организм, особенно при динамическом контроле. Описаны случаи многократных исследований с минимальным объемом диагностической информации, в ситуациях заведомо не требующих томографической визуализации [13, 82, 101, 111].

На фоне дисбаланса между качеством информации и дозой лучевой нагрузки обследований у детей, увеличивается число высказываний о

необходимости системных исследований возможностей методов лучевой диагностики в костной патологии детского возраста.

Так, по мнению А. Llewellyn (2019), на ранних стадиях ряда заболеваний убедительную информацию можно получить с помощью МРТ, ПЭТ, ОФЭКТ. Однако низкая доступность оборудования и высокая лучевая нагрузка обуславливают необходимость поиска методов с максимальной диагностической точностью, на основе базовых методик – УЗИ и СР, что особенно актуально для педиатрии [189].

Возвращаясь к вопросу анализа мировой литературы, необходимо отметить разрозненность и фрагментарность информации о возможностях методов лучевой диагностики при патологии МЭ отделов костей и отсутствие системных обобщающих исследований на данную тему. Чаще представлены данные по отдельным нозологическим формам без учета возрастных и антропометрических особенностей детей [13, 110, 142, 144, 201].

В связи с нарастающей необходимостью поиска оптимальных методов лучевой диагностики целью данного исследования установлена разработка критериев лучевой диагностики поражений эпифизов и метафизов костей у детей и подростков в зависимости от возраста.

Для достижения обозначенной цели были определены следующие задачи:

1. Проанализировать современное состояние вопроса о лучевой диагностике поражения эпифизов и метафизов костей у детей и подростков.
2. Уточнить значение методики ТС при диагностике МЭ поражений костей у детей и подростков на разных стадиях патологического процесса.
3. Определить место МРТ в алгоритме лучевой диагностики МЭ поражений у детей различных возрастных групп
4. Установить значимость высокоразрешающего УЗИ в диагностике МЭ поражений различной этиологии у детей всех возрастных групп.
5. Изучить лучевую семиотику поражений метафизов и эпифизов различной этиологии у детей и подростков на различных стадиях патологического процесса.

6. Оценить эффективность комплексного лучевого обследования детей и подростков с различными нозологическими формами МЭ поражений с учетом стадии патологического процесса на основании принципов доказательной медицины.

7. Усовершенствовать алгоритм лучевого обследования детей и подростков при подозрении на поражение метафиза и эпифиза кости в зависимости от возраста пациента, предполагаемой нозологической единицы и стадии патологического процесса.

Для достижения поставленной цели исследование проходило в 2 этапа. Первоначально отобраны 3 группы пациентов с поражением эпифизов и метафизов костей обследованные и пролеченные в условиях многопрофильного скоропомощного стационара и ортопедического центра за период с 2013–2021 гг.: экстренное обращение 108 пациентов в возрасте от 1 сут. жизни до 5 мес. 29 сут.; экстренное обращение 159 пациентов в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес.; плановое обращение 124 пациента в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес.

После анализа предоставленных данных клинических, лабораторных и лучевых обследований выделены четыре основные группы исследования в зависимости от возраста и нозологической формы:

- I группа - новорожденные и дети раннего возраста – 108 пациентов,
- II группа - дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ОГО – 76 пациентов,
- III группа дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ПХО – 155 пациентов,
- IV группа дети в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с АН кости – 52 пациента.

Такое распределение обусловлено анатомо-физиологическими особенностями оссификации детского скелета и патогенезом предполагаемого заболевания, поражающего МЭ отдел кости.

I группу составили 108 пациентов (126 очагов поражения) в возрасте от 5 часов до 5 мес. 29 сут. Верхняя граница возраста пациентов данной группы обоснована окончанием острого воспалительного процесса, начавшегося в неонатальном периоде (первые 28 сут. жизни) с учетом поправки на гестационный возраст пациентов. Младенцы, доставленные в досуточном возрасте (3), были с ЭФ длинных трубчатых костей. Дети 1 нед. жизни – ЭФ (2), подвывих головки лучевой кости (1) и ОМ (8). Нами отмечено, что в 5 из 8 случаев ОМ развивался на фоне врожденного вывиха бедра, а причиной направления пациента в стационар служило подозрение о дисплазии тазобедренного сустава. Детей в возрасте 1 нед. – 1 мес. было наибольшее количество (62,0%), существенно преобладали девочки. Несколько меньше было младенцев, доставленных в возрасте более 1 мес.(38%), из них 28 младенцев (25,9%) недоношенные (гестационный срок 25–38 нед.).

Гендерные различия были существенными: количество девочек составило 60,2% ($p=0,004$), при этом наибольшее количество девочек отмечено в возрасте 1 нед. – 1 мес. (49,1%), что вполне согласуется с литературными данными.

Жалобы пациентов на момент поступления оценены косвенно, со слов родителей (50 детей, 46,3%) или медперсонала при переводе из других клиник (58 детей, 54,6%).

Преобладание жалоб носило общий соматический характер: изменение поведения, аппетита, характера стула. Реже родители обращали внимание на местные изменения МЭ области, ограничения подвижности конечности и/или конфигурации сустава.

Необходимо указать, что началом заболевания до момента поступления в стационар мы считали появление активной симптоматики в виде изменения поведения ребенка, обратившее на себя внимание родителей, а также первые клинические симптомы. Проведенный анализ показал, что длительность от начала заболевания до момента поступления в клинику для «домашних» детей составила 2,26 сут. (3 ч.– 1 нед.), для детей, переведенных из других

стационаров – 1,4 сут. (4 ч. – 2,5 сут.), 1 случай – около 1-го мес. при некорректной трактовке исходных рентгенологических данных.

При клиническом обследовании пациентов на момент поступления состояние было расценено как удовлетворительное в 82,4% случаев, среднетяжелое в 14,8%, тяжелое в 2,8%. В последнем случае дети сразу были госпитализированы в отделение реанимации и интенсивной терапии, остальные пациенты в профильные отделения.

Локализация МЭ поражений была разнообразна: из 108 пациентов у 6 были ЭФ (3 – проксимальный ЭФ плеча, 2 – дистальный ЭФ плеча, 2 – дистальный ЭФ бедра), в 1 случае – вывих головки лучевой кости, в остальных – ОМ поражение. МЭ поражения костей нижней конечности встречались почти в 2 раза чаще (64,4%) случаев, чем верхней (35,6%). При этом 83,4% всех поражений пришлось на 3 локализации: проксимальные отделы бедренной и плечевой костей, а также дистальный отдел бедренной кости.

Помимо перечисленных МЭ поражений, у пациентов с ОМ находили очаги деструкции другой локализации (кости черепа – 1; ребра – 5 у 2 детей; челюсти – 2 у 1 ребенка); позвонки – 3 у 2 детей; ключица – 1; таранная и пяточная кости по 1; кости таза – 3, пястные и плюсневые кости по 1).

Наряду с множественными очагами проявились сопутствующие тяжелые поражения, прямо или косвенно обусловленные основным заболеванием. К последним отнесены синус-тромбоз (1), пиелонефрит (3), пневмонию (4), энтероколит (4).

При поступлении пациента в стационар в первую очередь выполнялось рентгенологическое обследование области предполагаемого поражения в 2-х проекциях, независимо от длительности заболевания. Несмотря на отсутствие вероятности обнаружения деструкции кости в первые 5–8 сут. от начала ОМ, данное обследование выполнялось всем пациентам для решения следующих вопросов:

1. Выявление повреждения костей (переломы диафизов костей, в том числе антенатальные, как симуляторы МЭ поражений);
2. Определение нарушения конфигурации суставов: врожденный вывих бедра, как преморбидное состояние у младенцев с ОМ проксимального отдела бедренной кости.

II группу составили 76 пациентов в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ОГО. Отмечено преобладание в данной группе пациентов в возрасте 12–18 лет (39,5%), с преимущественным количеством мальчиков (67,1%).

Анамнестические данные и активные жалобы пациентов позволили установить связь возникновения ОГО с травмой во время активных профессиональных занятий спортом (48,7%). Относительно меньшее количество пациентов (27,6%) имели в анамнезе перенесенное ОРВИ. Еще один этиологический фактор, обративший наше внимание, случайная травма (23,7%).

У пациентов данной группы преобладали жалобы на болевой синдром в заинтересованном сегменте скелета (97%), иррадиация в близлежащий сустав (84%), повышение температуры и симптомы общей астении (80,3%), быструю утомляемость при нагрузке (77,6%), хромоту при поражении нижней конечности (75%).

Длительность жалоб в большинстве случаев (88,2%) составила от 5 до 10 дней. Развитие активной симптоматики и выраженность болевого синдрома послужили причиной самостоятельного обращения.

Клинические проявления при первичном осмотре в большинстве случаев (77,6%) не позволяли заподозрить наличие ОМ процесса. На первый план выступали симптомы общей интоксикации, на основании которых пациента часто (31,6%) госпитализировали в отделение инфекционного профиля. Ситуация осложнялась тем, что на первичных рентгенограммах у большинства детей не были выявлены деструктивные изменения кости (93,4%).

В анализах крови преобладали показатели общей интоксикации: лейкоцитоз (94,7%), повышение тромбоцитов (63,2%), снижение гемоглобина (56,6%), повышение С-реактивного белка (69,7%) и D-димера (68,4%).

Клиническая симптоматика у пациентов с ОГО нарастала в течение 3–5 дней, по мере развития процесса. При этом сохранялись жалобы на выраженный болевой синдром в пораженной конечности, что служило поводом для выполнения контрольной СР (даже при наличии на руках рентгенограмм) (95%) и УЗИ (90,8%).

Референтным методом стала морфологическая верификация и верификация временем (у пациентов на консервативном лечении).

В III группу включены 155 пациентов в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с ПХО и его атипичными формами. Заболевание встречалось у детей всех возрастных групп, с преимущественным преобладанием девочек в возрасте 1–3 (55%). В остальных группах большинство составили мальчики (57%).

Наибольшее количество пациентов обратилось в стационар в экстренном порядке с обострением существующего болевого синдрома (62,4%). Остальные пациенты направлялись в КДО клиники после неэффективного обследования по месту жительства (48,9%).

Анализ заболевания подтвердил наличие у 59,1% пациентов в анамнезе вирусного заболевания, преимущественно ротавирусной этиологии

Основные жалобы детей с ПХО – это боли распирающего характера в пораженном сегменте скелета (89,1%). У части детей отмечены боли низкой интенсивности с иррадиацией в дистально расположенный сустав (42,7%), ограничение движений в сегменте (64,5%), повышение температуры тела до субфебрильных цифр (34,1%), явления астении (46%), хромота была у большинства пациентов с поражением нижней конечности (90,2%).

Длительность жалоб в большинстве составила 18–30 дней (86%). Отчасти это обусловлено болевым синдромом невысокой интенсивности, который расценивался родителями и педиатрами по месту жительства как «боли роста» и «боли на фоне занятий спортом».

При физикальном осмотре не выявлены симптомы общей интоксикации, а преобладали местные проявления болезненности пассивных ротационных движений в заинтересованном сегменте скелета (45,2%), а также отечность и усиление сосудистого венозного рисунка области поражения (60%). Заслуживает внимания тот факт, что в значительном количестве случаев в анализах крови обнаружены симптомы, указывающие на аутоиммунный процесс: повышение С-реактивного белка и ревматоидного фактора (88,7%). Данный критерий служил поводом для включения в дифференциальный ряд системные ревматоидные заболевания.

Все пациенты обследованы по базовому протоколу: УЗИ и СР в методологически обоснованных проекциях.

Пациентам, обследованным по месту жительства одним из методов в течение 14 дней, не производили повторного обследования. Референтным методом служила морфологическая верификация и верификация временем (у пациентов на консервативном лечении).

В IV группу включены 52 пациента в возрасте от 6 мес. до 17 лет 11 мес. с АН кости. В данном случае отмечен иной возрастной и половой состав, достоверно чаще болели мальчики в младшей возрастной группы от 3 до 9 лет (78%) и 13–18 лет (87,5%). В возрастной группе 1–3 года преобладали дети после лечения врожденного вывиха бедра. Жалобы этих пациентов оценивались со слов родителей или законных представителей. У 13% детей причиной обращения в стационар служило беспокойство родителей по поводу резкого ограничения движений в суставе и хромоты.

При объективном физикальном осмотре в большинстве случаев выявлены ограничение движений в суставе (97%) и гипотрофия сегмента (57,7%). У 76% детей процесс преимущественно локализовался в нижних конечностях, поэтому имела место хромота (75,4%). Субъективно пациенты чаще предъявляли жалобы на боль в суставе (89%), иррадиация в дистально расположенный сустав отмечена у 84,2%.

У пациентов с локализацией АН в проксимальном эпифизе бедренной кости выделена иррадиация болей в коленный сустав (48,4%). Обращал на себя факт травмы в анамнезе на фоне активных занятий спортом (55%).

Ограничение движений в суставе выявлено у 73,1% пациентов. Необходимо отметить, что, в отличие от детей с ОГО, жалобы, связанные с общим соматическим статусом не отмечены.

Клинические проявления при первичном осмотре у данной группы пациентов в большинстве случаев (76,4%) не указывали на АН, что требовало расширения обследования пациентов.

Всем детям были выполнены анализы крови (клинический и биохимический) и мочи. Значимых изменений лабораторных данных не отмечалось.

При анализе анамнестических данных выявлено, что клиническая симптоматика у пациентов с АН нарастала в течение 2–4 нед. Характер болевого синдрома оценен как умеренно интенсивный (86,5%) и часто начинался с иррадирующих болей в дистально расположенный сустав (36,7%).

Базовый протокол обследования, включающий УЗИ и СР применен у всех пациентам. У детей этой группы верификация диагноза произведена с помощью динамического клинико-рентгенологического контроля.

Таким образом, диссертационная работа выполнена на основании результатов исследования 391 ребенка от 1 сут. жизни до 17 лет 11 мес. с МЭ поражениями различных нозологических форм.

Всем 391 пациентам был выполнен базовый протокол лучевого обследования, который включил СР в методологически обоснованных (предусмотренных) проекциях и УЗИ. Для визуализации степени погружения головки бедренной кости в вертлужную впадину проводились специальные методологические обоснованные проекции: рентгенограмма с отведением и внутренней ротацией бедренной кости под углом 45°; в проекции по Лаунштейну. Специальные проекции производились в рентгеновском кабинете строго под контролем лечащего врача с учетом клинической картины.

При СР детей младшей возрастной группы подтвержденная деструкция МЭ являлась основным, но, к сожалению, поздним признаком. В 78,1% деструкция определена на 7–13 сут. от начала активной симптоматики, у 11,4% на 3–4 нед., у 10,5% на 5 нед. заболевания. В этом аспекте наше исследование не согласуется с данными ряда авторов. По данным Г. Н. Румянцевой (2017) деструкция при ОГО новорожденных выявляется на 5–7 сут. [83]. По нашим данным на 5–8 сут. от начала заболевания определены только косвенные рентгенологические признаки. Ранними косвенными признаками поражения были: изменение зоны роста кости (48,8%), разрежение контура кости (47%), регионарный остеопороз (27,1%), линейная периостальная реакция (24,1%), изменение конфигурации в виде вывиха бедра на фоне артрита тазобедренного сустава (34,7%) и задержка развития ядра окостенения (39,1%). При отсутствии оссификации ядра окостенения (в возрасте до 5–6 мес.) косвенным признаком наличия патологического процесса стало расширение рентгеновской суставной щели сустава (17,2%).

Эти данные по большей части совпадают с данными Е. Ven-Meir. (2017), В. Д. Завадовской и С. А. Полковниковой (2017) [35, 139].

При УЗИ достоверное определение диагностической информативности отдельных эхографических симптомов было возможно только для ОМ, ввиду крайне малого числа других вариантов поражений МЭ зоны у новорожденных (7 ЭФ и 1 вывих бедра).

Анализ параметров диагностической эффективности закономерно показал высокую чувствительность таких ранних эхопризнаков, как отек мягких тканей, утолщение синовиальной оболочки и выпот в сопряженном суставе. ЭОК и изменение зоны роста выявлялись реже, имели закономерно невысокую чувствительность, но компенсировали ее высокой специфичностью (98,6%) и положительной прогностичностью (т. е. наличие данных эхосимптомом облигатно означало дебют ОМ).

Наряду с этим высокую диагностическую информативность имел эхосимптом «дефект метафиза» – единственный признак ОМ, достоверно

выявляемый рентгенологически на поздних сроках и характерный для ОГО. Эхографические изменения структур встречались реже, соответственно чувствительность и отрицательная прогностичность эхосимптома невелики, зато специфичность и положительная прогностичность признака значительны.

Эхографический симптом «нарушение конфигурации метаэпифиза» характерен для поражения проксимального отдела бедренной кости и в общей массе новорожденных детей с ОМ обладал невысокой чувствительностью, зато специфичность и положительная прогностичность признака были высоки.

УЗИ способствовало обнаружению мягкотканых изменений у 98,1% младенцев уже в начале заболевания. Максимальную диагностическую ценность имел эхопризнаквыпот в суставе (90,2%), утолщение синовиальной оболочки (88,9%), дислокация головки бедра (44,7%). Зона деструкции кости определена в 60,2%, в 98,1% имелись достоверные эхопризнаки значительной структурной перестройки эпифизарного хряща: головка бедра выглядела уплощенной, с неровными контурами, с неравномерным диффузным повышением эхогенности.

При сравнении наших данных отмечается согласованность с исследованиями Е. Б. Ольховой (2016, 2020), Г. Н. Румянцевой (2017), однако есть разногласия с исследованием Z. Chen, L. Cheng (2018), которые описывают наличие гнойных и псоас-абсцессов как казуистический случай [64, 66, 83, 146]. В нашем случае присутствие крупных гнойных затеков и параоссальных скоплений имело место в 23,4% случаев (суммарно для обоих признаков).

Пациентам с косвенными рентгенологическими и эхографическими признаками, сочетающимися с клинико-лабораторными данными, выполнялся ТС, который показал сравнительно большую диагностическую эффективность в отношении деструкции костной ткани со СР. У 88,1% пациентов с косвенными признаками на рентгенограмме методика позволила подтвердить деструкцию уже на 7–12 день. Вместе с тем ТС был эффективен в выявлении изменений зоны роста (48,1%) и надкостницы (43,5%), обнаружив при этом низкую

чувствительность к мягкотканым изменениям: прилежащие мягкие ткани (63,9%), структуры сустава (47,2%), ЭОК (58,3%), выпот (39,6%).

Отдельно необходимо указать, что в выявлении изменений надкостницы на ранних стадиях процесса отмечена меньшая эффективность (41,7%). В сравнении с более поздними сроками (15–19 сут.), когда изменения выявлялись эффективнее.

Наш опыт применения ТС в педиатрической практике относится к одним из первых, в силу чего сравнительный анализ можно провести с единичными исследованиями. Так, полученные нами результаты согласуются с данными Н. Н. Боголеповой (2013), которая основным достоинством ТС отнесла возможность нивелировать суммационный эффект, убирая дополнительные тени, и визуализировать как костную структуру, так и мягкие ткани в более высоком качестве [9]. Исследования, подтверждающие собственные данные по оптимальным протоколам, обеспечивающим более низкую дозовую нагрузку при ТС, согласуются с работами А. Ю. Васильева и С. С. Карпова (2017). Авторы проводили сравнение эффективной дозы СР, ТС и МСКТ в экспериментальном исследовании с детским фантомом и определили снижение суммарного облучения в 5–7 раз в сравнении с МСКТ, на основании чего рекомендуют применение методики в педиатрии [15].

Детям с подозрением на мультифокальные поражения в сочетании с ухудшением клинико-лабораторных данных проводили МРТ. Показания к исследованию тщательно взвешивались консилиумом, учитывая факт анестезиологического пособия и сопутствующий соматический статус.

В подавляющем большинстве исследований (96,2%) отмечены интрамедуллярные изменения, у 28,2% детей найдены дополнительные очаги. У 88,5% детей с подтвержденным ОМ был гомогенно гипоинтенсивный сигнал от костного мозга на T1-ВИ, при этом зона изменений отграничивалась от здоровой кости четкой продольной гиперинтенсивной на STIR полосой. Деструктивные изменения костной ткани определены у 16,3% детей. В первые 5–7 дней у 90,1% пациентов отмечен сигнал низкой и средней интенсивности на

T1-ВИ и гомогенный высокоинтенсивный сигнал на STIR. Деструкция в более поздние строки от начала заболевания представляла собой гомогенный высокоинтенсивный сигнал на STIR с окаймляющей низкоинтенсивной T1-ВИ, T2-ВИ и STIR зоной. Полость воспалительной деструкции у всех пациентов была гиперинтенсивная на STIR и гипоинтенсивная на T1-ВИ. У 2,6% пациентов имели место секвестры, что соответствовало 7–8 неделе заболевания.

Изменения надкостницы у младших детей отличались от таковых у старших – значительное утолщение надкостницы отмечено крайне редко, только у 2% пациентов. Однако изменение сигнальных характеристик прилежащей к патологическому очагу надкостницы, в виде гиперинтенсивного на T2-ВИ и PD, имело место у 72,9%. У пациентов с ЭФ изменений надкостницы отмечено не было.

Необходимо отдельно отметить факт выявления ЭОК у 96,7% с ОГО уже в первые 7–10 дней от дебюта активной симптоматики. Данный симптом соответствовал муфтообразной зоне, плотно циркулярно прилежащей к кости с гомогенным гипоинтенсивным на T1-ВИ и гиперинтенсивным на T2-ВИ, STIR сигналом. У 96,2% определялись признаки ограничения диффузии на DWI при $b=800$. Толщина компонента не превышала 2–3 мм у 79,0%, а в остальных случаях была 3,5–4 мм. ЭОК всегда сопровождался изменениями сигнала от костного мозга в виде отека, а по протяженности превышал ее у 76,5% детей.

Окружающие мягкие ткани у пациентов данной группы были изменены по типу гиперинтенсивного на T2-ВИ и STIR/PD FS(с подавлением сигнала от жировой ткани) и гипоинтенсивного на T1-ВИ.

Изменение структур сустава имели место у 32% детей и подлежали оценке на STIR. Негомогенное утолщение синовиальной оболочки на T1-ВИ в сочетании с увеличением жидкостного содержимого в полости сустава гиперинтенсивного при T2-ВИ и гипоинтенсивного на T1-ВИ.

Подводя итог применению МРТ у младенцев, мы отметили высокую диагностическую эффективность у всех детей вне зависимости от стадии процесса уже на 2–3 день от начала активной симптоматики.

Патогномоничными признаками были трабекулярный отек костного мозга, который характеризовался низким сигналом в T1-ВИ и высоким сигналом на изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани (STIR). Септическое воспаление было представлено однородным гипоинтенсивным на T1-ВИ сигналом в 97,3%. Наряду с данными признаками характерно было наличие ЭОК, выявляемого у 98,9% с ОГО.

Примечательно, что вышеописанные признаки были выявлены в рентгенонегативной стадии у 97,9% пациентов с ОМ и согласуются с данными В. А. Гилевой и И. А. Баулина (2020), которые провели исследование у детей от 7 мес. с поражением мелких и плоских костей. Работа Т. А. Ахадова (2021) отмечает наличие трабекулярного отека в ранней стадии ОМ процесса, однако выполнена на анализе материала детей старше года и не отражает данных об эффективности у новорожденных [6, 23].

На наш взгляд, сочетание отека костного мозга с ЭОК и изменениями зоны роста позволили установить диагноз в ранней стадии и начать консервативное и/или оперативное лечение гораздо раньше развития активной клинической и лабораторной картины.

Примечательно, что тазобедренный сустав единственный из исследованных, где на ранних сроках ОМ проксимального отдела бедренной кости определяли нарушение конгруэнтности в виде формирования патологического вывиха или подвывиха (42,9%), при этом только в 4,4% случаев имелся врожденный вывих бедра, как преморбидное состояние. В остальных случаях при сохранении глубины суставной впадины отмечена достоверная латерализация головки бедренной кости.

МСКТ выполнена 17 пациентам: 4 ребенка на ранней стадии процесса (1–3 нед. от начала активной симптоматики) и 13 детей в более поздние сроки (4–9 нед.). У всех пациентов на ранней стадии процесса признаков деструкции достоверно не определили. На этой стадии у 10,1% проявился выпот в суставе и неровность контура кости. На 2–4 нед. у 39,8% наблюдалась периостальная реакция линейного характера, разрушение кортикального слоя у 45,1% детей. И

только на 3–6 нед. у всех пациентов выявлена деструкция кости с разрушением кортикального слоя, секвестрация в у 8,2% и вовлечение смежных структур 5,9% пациентов.

Таким образом, наши данные указывают на высокую диагностическую эффективность МСКТ в отношении деструкции костной ткани на поздних стадиях ОМ – на 3–6 нед. заболевания. По этой причине после подведения промежуточных итогов исследования мы стали применять метод в случаях массивных деструктивных процессов и секвестрации, а также на этапах планирования оперативного лечения, исключив его из рутинного алгоритма обследования.

В этой части наши данные совпадают с данными Г. В. Дьячковой (2017, 2020), одной из первых указавшей на особенности визуализации деструктивных изменений при ОМ у детей разных возрастных групп [28–30]. По части эффективности методов лучевой диагностики наши результаты соотносятся с данными С. И. Михайловой, Г. Н. Румянцевой, А. А. Юсуфова (2017, 2020), однако есть несоответствие в выявлении первых признаков деструкции. В нашем исследовании самые ранние достоверные признаки деструкции МЭ области выявлены на 3–5 нед., в то время как авторы указывают на визуализацию признака на 4 нед. [83, 195].

У детей старше периода новорожденности с ОГО ранним периодом острого воспалительного процесса считали 5–7 сут. от начала активных жалоб и симптоматики. У детей младших возрастных групп оценка производилась со слов родителей или представителей.

В этом периоде у 92,2% пациентов отмечена низкая диагностическая эффективность СР. В эти сроки на рентгенограмме определялись изменения зоны роста в 62,1% случаев, нечеткость контура кортикального слоя метафиза в 19,7%. Указанные рентгенологические признаки мы считали косвенными проявлениями патологического процесса. Всем пациентам, вне зависимости от выявленных признаков, выполнялось УЗИ, показавшее наибольшую диагностическую эффективность в отношении мягкотканых структур –

наличие изменений окружающих мягких тканей (78,9%), выпот в суставе (57,9%) и изменение надкостницы (48,7%).

Наряду с СР и УЗИ пациентам с косвенными рентгенологическими признаками в алгоритм включалась методика ТС, позволившая в 59,6% случаев получить дополнительную информацию о деструкции костной ткани. При этом визуализация мягкотканых элементов достоверно не превысила эффективность УЗИ.

Несмотря на выявление деструктивных изменений кости, ее кортикального слоя, зоны роста и признаков реактивного воспаления в суставе по данным СР, ТС и УЗИ, достоверно дифференцировать патологию и исключить посттравматический или ревматоидный характер процесса не представлялось возможным. В этих случаях значительную диагностическую эффективность продемонстрировала МРТ. Наличие трабекулярного отека (98,1%), ЭОК (81,7%) и изменения окружающих мягких тканей (89,7%) позволили провести дифференциальную диагностику с ревматоидными, дистрофическими и онкологическими процессами.

МСКТ проявила высокую диагностическую эффективность в более поздних стадиях процесса. Наибольшее количество признаков деструкции костной ткани выявлено на 14–17 день от начала активной симптоматики (74,1%). В это период достоверно определен размер и локализация патологического очага, и его соотношение с окружающими структурами (59,9%). Секвестры и свищевые ходы у 85% пациентов выявлены на МСКТ на 14–18 сут., у 10,3% на 19–21 сут. Однако у 4,7% пациентов наличие секвестров наблюдалось на 8–9 сут. заболевания. На основании анализа данных мы отметили нецелесообразность выполнения МСКТ до 14 сут. от начала заболевания.

Наше утверждение согласуется с исследованиями D. Jaramillo (2017) [170], который считает, что методику необходимо назначать в более поздних стадиях процесса и на этапах предоперационного планирования для оценки

размеров деструкции, вовлечении в процесс прилежащих костей, оценки секвестрации.

Таким образом, максимальная эффективность при выявлении ранних признаков ОГО показала МРТ, в 98,1% выявившая интрамедуллярные изменения уже на 2 день заболевания.

Динамический контроль на этапах лечения осуществляли методом МРТ. Как уже было сказано в предыдущем разделе, в части эффективности методов лучевой у детей до 3-х лет наши результаты соотносятся с данными С. И. Михайловой, Г. Н. Румянцевой, А. А Юсуфова (2017, 2020). Однако наши показатели не соответствуют утверждению, что у детей старше 3-х лет начиная с 7 дня заболевания возможно выявление деструкции на МСКТ [83, 195]. Методику необходимо назначать в более поздних стадиях процесса, когда можно оценить характер деструктивной полости и ее распространение на смежные структуры и на этапах предоперационного планирования для оценки размеров деструкции, вовлечении в процесс прилежащих костей, оценки секвестрации.

Наряду с этим, высказываем сомнение с данными G. A. Govaert (2017) рекомендуемым в качестве комбинированной схемы диагностики ОМ сочетание МСКТ, ОФЕКТ и сцинтиграфии лейкоцитов (2017). На наш взгляд, такой поход к первичной диагностике в условиях РФ, существенно усложнит этапы и увеличит срок постановки диагноза [160].

При анализе данных лучевых исследований пациентов с ПХО ранними сроками заболевания считали 3–4 нед. от начала активных жалоб. Хронический воспалительный процесс обуславливал умеренный болевой синдром в 76,8% случаев. На момент обращения у 92% детей отмечалась гипотрофия заинтересованного сегмента с вовлечением сустава, что способствовало определению область исследования. В 64,5% случаев обследован сегмент конечности на всем протяжении, так как четкая локализация боли не определялась. Обращала на себя внимание иррадиация боли в дистально расположенный сустав.

На ранних сроках заболевания отмечена низкая диагностическая эффективность УЗИ и СР. В этот временной промежуток у 72% пациентов определены только косвенные признаки. УЗИ в 85,2% случаев подтверждало наличие мягкотканых изменений. Реакцию надкостницы оценили в 43,7% случаев, преимущественно у детей младшего возраста.

При СР выявлены признаки периостальной реакции у пациентов всех возрастных групп в 49,9% случаев, изменение зоны роста в 34,1%, деструктивные изменения в 56,6% случаев. Необходимо отметить, что выявленная деструкция в 71% случаев соответствовали 5–9 нед. заболевания, что относится поздним срокам процесса.

При анализе данных ТС у 24,9% пациентов получена дополнительная информация о структуре костной ткани: в 12,4% случаев выявлена деструкция; в 6,3% периостальная реакция по типу гиперостоза, в 5,7% разрушение кортикального слоя метафиза. Однако без оценки состояния костномозгового канала и окружающих мягких тканей была затруднена дифференциальная диагностика, и что крайне важно для определения стадии патологического процесса.

С помощью МРТ в 99,4% случаев определялся трабекулярный отек, выпот (95,7%), синовит (93,5%), а также вовлечение окружающих мягких тканей (98,7%).

В итоге высокая чувствительность в отношении мягкотканых изменений и ЭОК, позволили провести дифференциальную диагностику с ОГО и ревматоидными заболеваниями.

МСКТ продемонстрировала значительную диагностическую эффективность на поздних стадиях процесса, когда патологический очаг уже сформировался. Деструкция выявлена в 79,1% случаев, изменение зоны роста в 72,9%, периостальная реакция в 93,2% случаев. У 32% детей на ранней стадии заболевания не отмечены деструктивные изменения, в то время как МРТ таковые выявляла.

Полученные нами данные согласуются с мнением А. Ю. Мушкина, В. И. Зорина (2020) о необходимости выполнения МРТ детям с подозрением на хронический воспалительный процесс и с целью определения хирургической тактики [38].

Однако наши данные не согласуются с предложением Т. А. Ахадова (2020) о применении МСКТ у детей с костной патологией ввиду меньшей доступности МРТ [6]. На наш взгляд, алгоритм обследования таких больных должен включать методы исключительно в зависимости от возрастных особенностей и стадии патологического процесса. Это подтверждает многоуровневое исследование А. И. Снеткова и С. Ю. Батракова (2021), указывающее на чрезмерное применение в последние годы МСКТ в детской ортопедии [97].

На основании анализа данных группы пациентов с АН эпифиза различной локализации обосновали мнение о том, что ранними сроками заболевания является 5–10 нед. от начала активных жалоб. В 89% случаев указанные сроки соответствовали II стадии заболевания. В этом периоде отмечена низкая диагностическая эффективность СР и цифрового ТС. Косвенными признаками АН были изменение формы и снижение высоты эпифиза /или метафиза (89%), изменение зоны роста (34,6%), гипотрофия мягких тканей (41,5%). Для II стадии процесса характерна патологическая перестройка костной ткани в виде уплотнения структуры по типу «белой головки», которая визуализирована при СР в 68,1% случаев, при ТС в 86,5%.

УЗИ выявляло только наличие изменений синовиальной сумки и выпот в суставе (78,9 и 57,9% соответственно). Однако это не позволяло определить этиологию процесса и провести дифференцировку с ревматоидным и ОМ характером процесса.

Наибольшая диагностическая эффективность показана при МРТ: трабекулярный отек эпифиза и метафиза кости (97,1%), синовит (95,3%), выпот в суставе (79,3%) выявлены в рентгенонегативной стадии процесса. Таким образом, высокая чувствительность в отношении мягкотканых изменений и

ЭОК позволили провести дифференциальную диагностику с ОМ ревматоидными заболеваниями.

МСКТ продемонстрировала большую диагностическую эффективность на III (фрагментации) и IV (консолидации) стадиях АН (96,9%). Возможность полипроекционной реконструкции применяли на этапах предоперационного планирования и решения вопроса о завершении ортопедического лечения. В то время как на ранних этапах заболевания применение МСКТ считали нецелесообразным.

Несмотря на большой объем проведенных исследований по проблематике АН кости у детей, наши данные противоречат устоявшемуся правилу «золотого стандарта» визуализации при МСКТ. Мы согласны с мнением J. Bruns, M. Werner, C. Habermann (2018) об ограничениях рентгеновской визуализации при первичной диагностике по причине отсутствия специфичных признаков заболевания [142]. В плане тактики формирования плана обследования наше мнение совпадает с исследованиями, Н. Н. Боголеповой (2013), А. Ю. Васильева (2017, 2020), S. Chan (2018) и др. о необходимости минимизации МСКТ и более широкого применения методики ТС на этапах первичной диагностики и контроля костной патологии у детей [9, 12–14, 145].

На основании анализа клинической картины, интерпретации лабораторных данных и результатов лучевых методов определялся план лечения во всех группах исследования.

Выполнено 263 операции, обязательно производилась биопсия, в результате которой получен материал для морфологической (бактериологическая и цитологическая) и ИГХ верификации. При отсутствии оперативного лечения верификация диагноза производилась клинико-рентгенологическим динамическим контролем.

На окончательном этапе выполнено сопоставление данных лучевых исследований с результатами морфологического анализа и статистическая обработка данных. По результатам исследования составлена база данных

лучевых изображений «Поражения эпифизов и метафизов у детей и подростков» (свидетельство о регистрации № 021622045 от 30.09.2021).

В результате проведенного анализа данных исследования определено, что поражение эпифизов и метафизов у детей и подростков требует системного и индивидуального подхода к лучевой диагностике на этапах первичного обращения и динамического контроля, основанного на дифференцировке по возрасту пациента и предполагаемой нозологии.

ТС, по сравнению с СР в 54,2% случаев имел большую диагностическую эффективность на ранних этапах патологического процесса. На начальной стадии ОГО процесса МЭ области отмечена низкая диагностическая эффективность рентгеновских методов лучевой диагностики: СР (35,2%) и МСКТ (46,9%).

МРТ показала высокую диагностическую эффективность при поражении метафизов и эпифизов костей у детей и подростков на всех стадиях процесса. Выявление трабекулярного отека (98,1%), ЭОК (85,2%) и изменение зоны (97%) служили маркерами острого воспалительного процесса. МРТ выполненная, младенцам и детям до года с ОГО на фоне ухудшения клинической и лабораторной картины позволила выявить дополнительные очаги поражения в 90,2% случаев.

На ранней стадии воспалительного процесса у детей старше года и подростков высокую диагностическую эффективность доказала МРТ. Ведущими признаками ОГО служили трабекулярный отек (98,1%), ЭОК (80,7%), изменение параартикулярных мягких тканей (98,7%), изменение надкостницы (96,1%). Для ПХО доминантными признаками были трабекулярный отек в сочетании с деструкцией (97,1%) и изменением зоны роста (95,7%).

УЗИ метафизов и эпифизов у новорожденных и детей всех возрастных групп обнаружило высокие параметры диагностической эффективности в отношении мягкотканых и хрящевых структур: выпот в суставе (87,9%); ЭОК (67,7%); изменение мягких тканей (78,9%) .

Комплексное лучевое обследование при подозрении на поражение метафизов и эпифизов продемонстрировало диагностическую эффективность в 90,6%.

Подводя итоги исследования необходимо акцентировать внимание на том, что первичная диагностика у детей и подростков не может осуществляться одним методом, а должна основываться на применении базового комплекса в виде СР и УЗИ с последующим дополнением в зависимости от возраста и предполагаемой нозологии.

На ранних стадиях заболевания в диагностический алгоритм необходимо включить МРТ для оценки интрамедуллярных и поднадкостничных изменений. МСКТ не является методом первого этапа и выполняется только при выявлении признаков деструкции костной ткани при СР, УЗИ и МРТ.

ВЫВОДЫ

1. Поражение эпифизов и метафизов у детей и подростков требует системного и индивидуального подхода к лучевой диагностике на этапе первичного обращения и динамического контроля, основанного на дифференцировке по возрасту пациента и предполагаемой нозологии.

2. В ходе исследования установлена высокая диагностическая эффективность томосинтеза на ранних стадиях воспалительного процесса метаэпифизарной области (69,2%). На данном этапе отмечена низкая диагностическая эффективность стандартной рентгенографии (35,2%) и мультисрезовой компьютерной томографии (46,9%).

3. Магнитно-резонансная томография проявила высокую диагностическую эффективность при поражении метафизов и эпифизов костей у новорожденных и детей в возрасте до 6 месяцев на всех стадиях патологического процесса. Трабекулярный отек (96,6%), изменение зоны роста (96,2%) и экстраоссальный компонент (85,2%) служили маркерами острого воспалительного процесса. Магнитно-резонансная томография у младенцев и детей раннего возраста с острым гематогенным остеомиелитом, выполненная на фоне ухудшения клинической и лабораторной картины, позволила выявить дополнительные очаги поражения в 90,2% случаев.

4. На ранней стадии воспалительного процесса и асептического некроза метаэпифизарной области у детей старше 6 месяцев и подростков высокую диагностическую эффективность показала магнитно-резонансная томография. Для острого гематогенного остеомиелита ведущими признаками служили трабекулярный отек (98,1%), экстраоссальный компонент (97,8%), изменение параартикулярных мягких тканей (89,7%). Для первично-хронического остеомиелита доминантными признаками были трабекулярный отек (95,2%), деструкция (97,1%) и изменением зоны роста (95,7%). Для асептического некроза кости – трабекулярный отек (97,8%), остеонекроз (96,7%), выпот (98,4%).

5. Ультразвуковое исследование метафизов и эпифизов у новорожденных и детей всех возрастных групп проявило высокие параметры диагностической эффективности в отношении мягкотканых и хрящевых структур – выпот в суставе (88,7%), экстраоссальный компонент (67,7%), изменение мягких тканей (78,9%).

6. Комплексное лучевое обследование пациентов при подозрении на поражение метафизов и эпифизов продемонстрировало диагностическую эффективность в 90,6% случаев. Первичная диагностика у детей и подростков не может осуществляться одним методом, а основывается на применении базового комплекса, состоящего из стандартной рентгенографии и ультразвукового исследования с последующим дополнением методами в зависимости от возраста и предполагаемой нозологии.

7. На ранних стадиях заболевания в диагностический алгоритм необходимо включить магнитно-резонансную томографию для оценки интрамедуллярных и мягкотканых изменений. Мультисрезовая компьютерная томография не является методом первого этапа и выполняется только в случае выявления деструкции костной ткани при стандартной рентгенографии, ультразвуковом исследовании и магнитно-резонансной томографии.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При подозрении о поражении эпифиза и метафиза кости у детей и подростков алгоритм лучевой диагностики должен строиться в зависимости от возраста и предполагаемой нозологии.

2. Методика томосинтеза метаэпифизарной области у детей и подростков является дополнительной и используется для исключения деструкции костной ткани, в случае выявления косвенных признаков при стандартной рентгенографии и ультразвуковом исследовании. Это позволяет в ряде случаев избежать применения мультисрезовой компьютерной томографии.

3. Первый этап лучевого обследования пациентов при подозрении о поражении метаэпифизарной области у детей и подростков должен состоять из стандартной рентгенографии для исключения повреждений костей и ультразвукового исследования, для оценки мягких тканей и хрящевых структур. При выявлении косвенных признаков поражения метафиза и эпифиза кости, вторым этапом показана магнитно-резонансная томография для оценки костномозгового канала, зоны роста и мягких тканей. При выявлении на стандартной рентгенограмме косвенных признаков деструктивного процесса необходимо выполнение томосинтеза.

4. Для исключения мультифокального характера заболевания, также в случае отрицательной динамики обосновано применение магнитно-резонансной томографии всего тела. Болевой синдром в области сустава у детей и подростков в течение 7–14 дней считается длительным и служит показанием для магнитно-резонансной томографии. Отсутствие изменений на стандартной рентгенограмме и ультразвуковом исследовании на фоне активной клинической картины обуславливает выполнение магнитно-резонансной томографии.

5. Оптимальный протокол сканирования метаэпифизарной области у детей и подростков должен включать последовательности: STIR COR, STIR AX, STIR SAG, T1-ВИ COR, PD COR, T2-ВИ AX, DWI (b=800).

6. Динамический контроль на этапах лечения острого гематогенного и первично-хронического остеомиелита осуществляется с помощью метода магнитно-резонансной томографии.

7. Мультисрезовая компьютерная томография не является методом выбора при подозрении о поражении метафизов и эпифизов костей у детей и подростков и показана не ранее 8–14 суток от начала активной симптоматики. Методика обоснована при достоверных деструктивных изменениях по данным других методов лучевой диагностики.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

МСКТ — мультисрезовая компьютерная томография

МРТ — магнитно-резонансная томография

TRA — transverse plane (поперечная/горизонтальная плоскость)

SAG — sagittal plane (сагиттальная плоскость)

COR — coronal plane (корональная/фронтальная плоскость)

TR — repetition time (время повтора)

TE — echo time (время эхо)

TI — inversion time (время инверсии)

T1-ВИ — T1-взвешенное изображение

T2-ВИ — T2-взвешенное изображение

PD — Proton Density (изображение, взвешенное по протонной плотности)

DWI — Diffusion-Weighted Imaging (диффузионно-взвешенное изображение)

ADC — Apparent Diffusion Coefficient (измеряемый коэффициент диффузии)

b-фактор — фактор диффузии

FS (FatSat) — Fat Saturation (насыщение МР-сигнала от жировой ткани)

STIR — Short TI Inversion Recovery (инверсия–восстановление с коротким временем инверсии)

T1+C — T1-взвешенное изображение с контрастным усилением

ТС — томосинтез

УЗИ — ультразвуковое исследование

СР — стандартная рентгенография

РИП — расстояние источник-поверхность

ОМ — остеомиелит

ОГО — острый гематогенный остеомиелит

ЭФ — эпифизеолиз

АН — асептический некроз

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акинъшина, А. Д. Комплексное лечение хронического остеомиелита у детей с учетом соматического статуса: Автореф. дис. ... канд. мед.наук: 14.01.15 / Акинъшина Александра Дмитриевна. – М., 2017. – 24 с.
2. Атлас укладок при рентгенологических исследованиях: учебно-методическое пособие / О. М. Алексеева, Н. Н. Блинов, Д. А. Лежнев, Н. А. Шолохова. – М.: ФГБОУ ВО МГМСУ им. А. И. Евдокимова Минздрава России, 2019. – 62 с.
3. Алиева, С. Г. Магнитно-резонансная томография / С. Г. Алиева, А. А. Скороход, М. А. Полиданов [и др.] // ModernScience. – 2020. – Т. 4(3). – С. 194–201.
4. Алиханов, А. А., Диагностическая эффективность, безопасность и биоэквивалентность применения гадобутрола у детей до 2 лет по сравнению с более старшими детьми и взрослыми / А. А. Алиханов, Н. Л. Шимановский // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2017. – Т. 2. – № 98. – С. 97–102.
5. Анаева, Л. А. Роль реабилитационного отделения КБР в структуре оказания помощи детям с заболеваниями нервной системы и костно-мышечного аппарата / Л. А. Анаева, Р. А. Жетишев // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2015. – Т. 5. – № 4. – С. 28–30.
6. Компьютерная и магнитно-резонансная томографии при остеомиелите у детей / Т. А. Ахадов, В. А. Митиш, И. А. Мельников, О. В. Божко, Р. Т. Налбандян, М. В. Ублинский // Детская хирургия. Журнал им. Ю. Ф. Исакова. – 2021. – Т. 25(5). – С. 303–310.
7. Возможности обследования новорожденных с помощью низкодозовой микрофокусной рентгенографии / А. В. Алхазишвили, Л. Г. Константинова, В. Б. Бессонов, Ю. Н. Потрахов, Н. Н. Потрахов, Г. Е. Труфанов // Радиационная безопасность. Лучевая диагностика и терапия. – 2018. – № 1(9). – С. 178.

8. Научные основы радиационной защиты в современной медицине / М. И. Балонов, В. Ю. Голиков, А. В. Водоватов [и др.]. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, 2019. – 320 с.
9. Боголепова, Н. Н. Опыт использования томосинтеза в детском лечебном учреждении / Н. Н. Боголепова, М. В. Ростовцев // Педиатрический вестник Южного Урала. – 2013. – № 2. – С. 49–56.
10. Бровин, Д. А. Определение однородности зон роста у детей при помощи методики диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии / Д. А. Бровин, Т. Н. Трофимова, В. М. Кенис // Лучевая Диагностика и Терапия. – 2022. – Т. 13(1S). – С. 161–162.
11. Буланова, И. М. Малодозовая микрофокусная рентгенография в характеристике косной ткани (клинико-экспериментальное исследование) / И. М. Буланова, В. А. Смирнова, Д. В. Бойчак // Радиология – практика. – 2011. – № 4. – С. 13–20.
12. Васильев, А. Ю. Томосинтез: монография / А. Ю. Васильев. – М.: ИКАР, 2020. – 223 с.
13. Васильев, А. Ю. Медико-технические требования к некоторым видам рентгеновского оборудования: учебно-методическое пособие / А. Ю. Васильев, О. М. Алексеева, О. О. Мануйлова. – М.: ИКАР, 2021. – 31 с.
14. Васильев, А. Ю. Анализ эффективности применения томосинтеза при диагностике остеохондропатии головки бедренной кости (болезнь Легга – Кальве – Пертеса) / А. Ю. Васильев, С. С. Карпов // Альманах клинической медицины. – 2017. – Т. 45. – № 1. – С. 14–22.
15. Васильев, А. Ю. Сравнение дозовой нагрузки при проведении стандартной цифровой рентгенографии, томосинтеза и мультисрезовой компьютерной томографии в экспериментальном исследовании детского антропоморфного фантома / А. Ю. Васильев,

- С. С. Карпов // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2017. – Т. 98. – № 1. – С. 23–29.
16. Васильев, А. Ю. Медико-технические требования к рентгеновскому оборудованию для педиатрии / А. Ю. Васильев, Н. А. Шолохова // Радиология-практика. – 2018. – Т. 68. – № 2. – С. 37–42.
 17. Васильев, Ю. А. Цифровая микрофокусная технология рентгенографии в оценке анатомического строения зубов (экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... канд. мед.наук: 14.01.13 / Васильев Юрий Александрович – М.: ГБОУ ВПО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, 2015. – 23 с.
 18. Визуальная Педиатрия: научное издание / под ред.: В.А. Доскина [и др.]. – М.: Медицинское информационное агентство, 2017. – 400 с.
 19. Волков, М. В. Болезни костей у детей / М. В. Волков. – М.: Медицина, 1985. – 512 с.
 20. Острый гематогенный остеомиелит ребра у ребенка 14 лет: клинический случай / В. П. Гаврилюк, Е. В. Донская, М. И. Статина, Д. А. Северинов, М. В. Довбня // Вопросы современной педиатрии. – 2021. – Т. 20(2). – С. 144–148.
 21. Ганиева, А. М. Потенциальные возможности методики цифрового томосинтеза в диагностике метафизарных поражений у детей / А. М. Ганиева // Сборник тезисов Научной Сессии молодых учёных и студентов «Медицинские этюды». – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, 2018. – С. 54–55.
 22. Гаркавенко, Ю. Е. Комплексное лечение детей с последствиями гематогенного остеомиелита: на стыке проблем / Ю. Е. Гаркавенко, М. Г. Семенов, Д. О. Трощичева // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2016. – Т. 4. – № 2. – С. 29–36.

23. Гилева, В. А. Возможности дифференцировки различных процессов, вызывающих очаговую деструкцию мелких и плоских костей у детей / В. А. Гилева, И. А. Баулин // Медицинский альянс. – 2020. – Т. 8. – № 2. – С. 64–71.
24. Гисак, С. Н. Оптимизация ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей и эффективного лечения больных / С. Н. Гисак, Е. А. Склярова, А. А. Шестаков [и др.] // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2016. – Т. 19. – № 4. – С. 167–174.
25. Григоровский, В. В. Современная классификация опухолей костей ВОЗ (IV издание, 2013). Комментарии патолога / В. В. Григоровский // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2015. – № 4. – С. 103–120.
26. Детская хирургия: Национальное руководство / под ред. А. Ю. Разумовского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021.– 1280 с.
27. Дьячков, К. А. Лучевая диагностика в выявлении закономерностей формирования дистракционного регенерата и качества кости при удлинении конечности: Автореф. дис. ... докт. мед.наук: 14.01.13 / Дьячков Константин Александрович. – М.: ФГБУ «РНЦ «ВТО им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, 2017. – 47 с.
28. «Многоликий» хронический остеомиелит: лучевая диагностика / Г. В. Дьячкова, К. А. Дьячков, Н. М. Ключин, Т. А. Ларионова, А. Л. Шастов // Гений ортопедии. – 2020. – Т. 26. – № 3. – С. 385–391.
29. Остеомиелитические полости, как форма хронического остеомиелита, с точки зрения рентгеноморфологии / Г. В. Дьячкова, Н. М. Ключин, А. Л. Шастов, К. А. Дьячков, П. В. Нецветов, Т. А. Ларионова // Гений ортопедии. – 2019. – Т. 25. – № 2. – С. 199–206.
30. Болезнь Легга-Кальве-Пертеса и асептический некроз головки бедренной кости: МРТ–семиотика терминальных стадий заболевания с исходом в деформирующий артроз / Г. В. Дьячкова, М. П. Тепленький,

- К. А. Дьячков, Т. А. Ларионова // *Гений ортопедии*. – 2020. – Т. 26. – № 3. – С. 370–374.
31. МРТ-семиотика ягодичных мышц у больных асептическим некрозом головки бедренной кости и болезнью Легга-Кальве-Пертеса / Г. В. Дьячкова, М. П. Тепленький, К. А. Дьячков, Т. А. Ларионова // *Гений ортопедии*. – 2019. – Т. 25. – № 2. – С. 481–486.
32. Егорова, Е. А. Рентгенодиагностика в остеологии: учебное пособие для врачей и студентов мед.вузов / Е. А. Егорова. – М.: АП «Столица», 2015. – 556 с.
33. Жуков, Н. В. Трансформация аневризмальной костной кисты в телеангиэктатическую остеосаркому: развитие второй опухоли или ошибочный первоначальный диагноз? / Н. В. Жуков, Л. Л. Казакова // *Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии*. – 2020. – Т. 4. – № 19. – С. 150–157.
34. Цветовое доплеровское картирование в диагностике острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита у детей / В. Д. Завадовская, С. А. Полковникова, В. М. Масликов [и др.] // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. – 2016. – № 5. – С. 60–68.
35. Завадовская, В. Д. Особенности ультразвуковой картины острого гематогенного остеомиелита у детей раннего возраста / В. Д. Завадовская, С. А. Полковникова, В. М. Масликов // *REJR*. – 2017. – Т. 7. – № 2. – С. 94–101.
36. От простых симптомов к сложному диагнозу / О. В. Зайцева, М. В. Беседина, Е. В. Стрига [и др.] // *Педиатрия. Consilium Medicum*. – 2020. – № 2. – С. 17–20.
37. Зорин, В. И. Основные клинические обследования опорно-двигательного аппарата у детей: учебно-методическое пособие / В. И. Зорин. – СПб.: Издательство СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2017. – 40 с.

38. Зорин, В. И. Хронический небактериальный остеомиелит в детской хирургической практике: учебно-методическое пособие / В. И. Зорин, А. Ю. Мушкин. – СПб.: СпецЛит, 2020. – 39 с.
39. МРТ-диагностика нарушений зон роста у детей / А. К. Карпенко, Е. А. Ярнова, С. Н. Погорелый, И. В. Яновская, Е. С. Кириллова // Медицинская визуализация. – 2009. – № 4. – С. 31–37.
40. Карпов, С. С. Томосинтез в диагностике заболеваний позвоночника у детей и подростков / С. С. Карпов, Н. А. Шолохова // Сборник тезисов Московского международного форума по костно-суставной патологии, 21–23 апреля. – М., 2016. – С. 54–55.
41. Стоматологические аспекты гипофосфатемического рахита. Клинические случаи / Л. П. Кисельникова, Д. А. Лежнев, Е. В. Вислобокова, А. Н. Тюльпаков, К. С. Куликова, И. Ю. Кульгускин, Н. А. Шолохова // Клиническая стоматология. – 2017. – № 2. – С. 8–13.
42. Консенсусное заявление РАСУДМ о протоколе ультразвукового исследования / В. В. Митьков, М. Д. Митькова, М. Н. Алехин [и др.] // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2019. – № 1. – С. 107–111.
43. Опухоли мягких тканей и костей у детей: учебно-методическое пособие / Т. А. Корень, М. Н. Шепетько, З. Э. Гендревич, Т. И. Минайло. – Минск: БГМУ, 2018. – 32 с.
44. Критерии дифференциации небактериального и гематогенного остеомиелитов: исследование «случай-контроль» с проспективной верификацией исходов / М. М. Костик, О. Л. Копчак, А. И. Тащилкин, В. И. Зорин, А. С. Малетин, А. Ю. Мушкин // Вопросы современной педиатрии. – 2018. – Т. 17. – № 6. – С. 458–464.
45. Котягина, С. Е. Лучевая диагностика остеомиелита у детей / С. Е. Котягина, Т. А. Епишина, В. Ю. Колесов // Материалы ежегодной научной конференции университета / под общ.ред. проф. В. А. Кирюшина. – Рязань: РИО РязГМУ, 2012. – С. 105–106.

46. Краснов, А. С. Фиброзная дисплазия костей лицевого скелета у детей. Лучевая и дифференциальная диагностика. Обзор литературы с демонстрацией клинических случаев / А. С. Краснов, Н. А. Шолохова // Научно-практический журнал Институт Стоматологии. – 2021. – № 3 (92). – С. 72–75.
47. Кутин, А. А. Хирургия остеомиелита: Практическое руководство. Оперативное вмешательство. Дополнительные методы терапии / А. А. Кутин. – М.: Ленанд, 2018. – 304 с.
48. Лабузов, Д. С. Методы диагностики острого эпифизарного остеомиелита у детей / Д. С. Лабузов, А. Б. Салопенкова, Я. Н. Проценко // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2017. – Т. 5. – № 2. – С. 59–64.
49. Лагунова, И. Г. Клинико-рентгенологическая диагностика дисплазий скелета / И. Г. Лагунова. – М.: Медицина – 1989. – 256 с.
50. Лишманов, Ю. Б. Национальное руководство по радионуклидной диагностике: в 2 т. Т. 1 / Ю. Б. Лишманов, В. И. Чернов. – Томск: STT, 2010. – 290 с.
51. Майкова-Строганова, В. С. Кости и суставы в рентгеновском изображении. Конечности / В. С. Майкова-Строганова, Д. Г. Рохлин. — Ленинград: Медгиз, 1957. – 484 с.
52. Гематогенный остеомиелит у новорожденных / А. А. Цыбин, А. Е. Машков, А. В. Вайс, П. Ю. Дегтярев [и др.] // Вестник новых медицинских технологий, электронный журнал. – 2019. – № 1. – С. 40–47.
53. Международная классификация болезней (МКБ-10) – версия: 2019. – URL: <https://icd.who.int/browse10/2019/en> (дата обращения: 03.10.2022). – Текст: электронный.
54. Морфологическая диагностика проявлений недифференцированной дисплазии соединительной ткани в детской хирургической практике / С. В. Минаев, С. И. Тимофеев, А. Э. Мационис, И. В. Павленко //

- Медицинский Вестник Северного Кавказа. – 2016. – Т. 11. – № 2. – Вып. 2. – С. 34–338.
55. Применение лучевых методов в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей / С. В. Минаев, Н. В. Филиппева, В. В. Лескин [и др.] // «Доктор.Ру» Педиатрия. – 2018. – № 5(149). – С. 32–36.
56. Современные подходы к выбору антибактериальной терапии при лечении острого гематогенного остеомиелита у детей / С. В. Минаев, Н. В. Филиппева, В. В. Лескин [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2018. – № 1(71). – С. 15–18.
57. Лечение острого гематогенного остеомиелита в детском возрасте / С. В. Минаев, Н. В. Филиппева, А. В. Исаева, В. В. Лескин, С. В. Тимофеев [и др.] // Материалы Северо-Кавказской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии в медицине детского возраста Северо-Кавказского федерального округа». – Ставрополь, 2017. – С. 69–72.
58. Диагностика и тактика наблюдения новорожденных с артериовенозной мальформацией вены Галена в многопрофильном детском стационаре / А. К. Миронова, А. С. Шарыкин, К. В. Ватолин, М. И. Пыков, И. М. Османов // Российский вестник перинатол. и педиатр. – 2020. – Т. 65(3). – С. 138–146.
59. Мушкин, А. Ю. Туберкулез костей и суставов у детей: алгоритмирование диагностики и принципы лечения / А. Ю. Мушкин, А. А. Першин, Н. А. Советова // Медицинский альянс. – 2015. – № 4. – С. 1–10.
60. Мушкин, А. Ю. Костно-суставной туберкулез у детей: что изменилось в концепции стратегии частной проблемы современной фтизиатрии? / А. Ю. Мушкин, В. В. Петухова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2021. – № 1. – С. 24–27.
61. Современные аспекты диагностики и лечения остеомиелита. Обзор литературы / В. В. Новомлинский, Н. А. Малкина, А. А. Андреев, А. А. Глухов, Е. В. Микулич // Современные проблемы науки и

- образования. – 2016. – № 5. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25326>
62. Ольхова, Е. Б. Ультразвуковая диагностика в неотложной неонатологии: руководство для врачей в 3-х томах. Т. 3. / Е. Б. Ольхова. – М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2016. – 432 с.
63. Ольхова, Е. Б. Ультразвуковая диагностика эпифизеолиза плечевой кости у новорожденных / Е. Б. Ольхова // Радиология – практика. – 2013. – № 5. – С. 53–57.
64. Ольхова, Е. Б. Ультразвуковая диагностика гнойного псоита у новорожденного (клиническое наблюдение) / Е. Б. Ольхова, Т. В. Мукасева // Радиология – практика. – 2017. – № 1. – С. 59–64.
65. Ольхова, Е. Б. Ультразвуковая диагностика дистального эпифизеолиза бедра у новорожденных / Е. Б. Ольхова, Н. А. Шолохова // Радиология – практика. – 2018. – № 6. – С. 62–67.
66. Ольхова, Е. Б. Эхографическое представление остеомиелита проксимального отдела бедренной кости у новорожденных / Е. Б. Ольхова, Н. А. Шолохова // Материалы V съезда специалистов по лучевой диагностике и лучевой терапии Сибирского федерального округа 10 сентября 2018 г. – Иркутск, 2018. – С. 25.
67. Ольхова, Е. Б. Эхография в дифференциальной диагностике эпифизарных поражений у новорожденных / Е. Б. Ольхова, Н. А. Шолохова, С. В. Жумаситов // Детская хирургия. – 2019. – Т. 23. – № 9. – С. 49.
68. Ольхова, Е. Б. Комплексная лучевая диагностика осложненной септикопиемической мультифокальной формы остеомиелита у новорожденного: обзор литературы и клиническое наблюдение / Е. Б. Ольхова, Н. А. Шолохова, А. С. Кирсанов // Радиология – практика. – 2020. – № 3(81). – С. 62–74.
69. Основы здорового образа жизни детей: информационные материалы / под ред. А.П. Фисенко. – изд. 2 е, исправл. и дополнен.; ФГАУ «НМИЦ

- здоровья детей» Минздрава России – М.: Полиграфист и издатель, 2021. – 220 с.
70. Панкратьев, А. А. Современные взгляды на роль ультразвуковой диагностики в комплексном обследовании при травмах коленного сустава / А. А. Панкратьев, Ю. А. Провизион, Л. Д. Савенко // Морфологический альманах имени В.Г. Ковешникова. – 2019. – Т. 17. – № 3. – С. 111–119.
71. Патент на полезную модель № 204909 U1 Российская Федерация, МПК А61В 6/00, Свидетельство о регистрации программы повышения квалификации (номер на портале V0007467–2022 от 24.05.2022). Инновационные технологии в лучевой диагностике скелетно-мышечной системы новорожденных и детей раннего возраста / Н. Н. Потрахов, А. Ю. Васильев, Д. И. Наумова [и др.]; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова» – Тест-объект: № 2020141333: заявл. 14.12.2020: опубл. 17.06.2021.
72. Патент на промышленный образец № 128031 Российская Федерация, МКПО 19–07. Схема «Алгоритм рациональной лучевой диагностики поражений эпифизов и метафизов костей у новорожденных» / Н. А. Шолохова, А. Ю. Васильев, И. Ю. Кульгускин, Е. Б. Ольхова; патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики». – № 2021501772: заявл. 09.04.2021: опубликовано 25.10.2021. – Бюл. № 11.
73. Патент на промышленный образец № 130176 Российская Федерация, МКПО 19–07. Схема «Алгоритм рациональной лучевой диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей и подростков» / Н. А. Шолохова, А. Ю. Васильев, И. Ю. Кульгускин, Е. Б. Ольхова, А. Т. Баркинхоев; патентообладатель: Шолохова Н. А. – № 2021504620: заявл. 17.09.2021: опубликовано 22.03.2022 – Бюл. № 4.

74. Педиатрия: учебник: в 5 т. Т. 1. Сердечно-легочная реанимация, неонатология, лихорадка и основы антибиотикотерапии / Д. Ю. Овсянников, И. В. Кршеминская, М. А. Абрамян [и др.]; под редакцией Д. Ю. Овсянникова. – Москва – 2021. – 476 с.
75. Поздникин, И. Ю. Ошибки диагностики и начала консервативного лечения детей с врожденным вывихом бедра / И. Ю. Поздникин, В. Е. Басков, С. Ю. Волошин // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2017. – Т. 5. – № 2. – С. 42–51.
76. Полковникова, С. А. Диагностическое доплеровское картирование острого гематогенного остеомиелита у детей / С. А. Полковникова, В. Д. Завадовская, Б. Т. Перова, А. П. Куражов // Медицинская визуализация. – 2016. – № 2. – С. 67–73.
77. Прошлякова, Т. Ю. Сравнительная характеристика рахитоподобных заболеваний / Т. Ю. Прошлякова, Т. С. Короткая, С. Ю. Кузнецова // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2018. – Т. 63. – № 3. – С. 19–25.
78. Пыков, М. И. Детская ультразвуковая диагностика: учебник в 5 т., Т. 5. Андрология. Эндокринология. Частные вопросы / Под ред. М. И. Пыкова. – М.: Издательский дом Видар-М, 2016. – 360 с.
79. Разинова, А. А. Магнитно-резонансная томография по протоколу wholebody у детей: клиническое применение (обзор литературы) / А. А. Разинова // Визуализация в медицине. – 2020. – Т. 2. – № 1. – С. 3–15.
80. Разумовский, А. Ю. Острый гематогенный остеомиелит у детей: Федеральные клинические рекомендации / А. Ю. Разумовский. – Воронеж, 2015. – 25 с.
81. Фосфопеническая форма остеомаляции, индуцированная ФРФ23-секретирующей опухолью левой бедренной кости /

- С. С. Родионова, А. И. Снетков, А. Д. Акинъшина [и др.] // Научно-практическая ревматология. – 2019. – Т. 57. – № 6. – С. 708–712.
82. Методы лучевой диагностики при остром метаэпифизарном остеомиелите / Г. Н. Румянцева, А. Ю. Горшков, С. П. Сергеечев, С. И. Михайлова // Детская хирургия. – 2019. – Т. 23. – № 29. – С. 56.
83. Острый метаэпифизарный остеомиелит у детей раннего возраста, особенности течения и диагностики / Г. Н. Румянцева, А. Ю. Горшков, С. П. Сергеечев, С. И. Михайлова // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26630>
84. Садофьева, В. И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы детей / В. И. Садофьева. – Ленинград: Медицина, 1990. – 216 с.
85. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621263 Российская Федерация. Конусно-лучевая компьютерная томография в педиатрии / Н. А. Шолохова, А. Ю. Васильев, Н. Н. Блинов [и др.]; заявитель Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы». – № 2021621114: заявл. 29.05.2021: опубл. 10.06.2021 – EDN GQHDHU.
86. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021622045 Российская Федерация. Поражение метафизов и эпифизов у детей и подростков: / Н. А. Шолохова, А. Ю. Васильев, Е. Б. Ольхова [и др.] – № 2021621957: заявл. 24.09.2021: опубл. 30.09.2021. – EDN CHDNDZ.
87. Селиверстов, П. В. Лучевая диагностика диспластически-дистрофического синдрома тазового пояса у детей: Дис. ... докт. мед.наук: 14.00.19 / Селиверстов Павел Владимирович. – М.:ГОУВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет», 2009. – 182 с.

88. Сергунова, К. А. Исследование и разработка методов и средств контроля характеристик магнитно-резонансных и рентгеновских компьютерных томографов: Автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.11.17 / Сергунова Кристина Анатольевна. – СПб.:СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. – 17 с.
89. Сергунова, К. А. Моделирование процессов диффузии в магнитно-резонансной томографии / К. А. Сергунова, А. В. Петряйкин, Е. С. Ахмад // Радиология – практика. – 2019. – № 2 – С. 50–68.
90. Контроль и стандартизация данных при количественной компьютерной томографии / А. В. Петряйкин, К. А. Сергунова, А. В. Смирнов [и др.] // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – М.: 2019. – № 38. – 28 с.
91. Симоновская, Х. Ю., Подходы к решению актуальных диагностических задач в педиатрии с использованием цифрового томосинтеза органов грудной клетки / Х. Ю. Симоновская, О. В. Зайцева, Н. А. Шолохова // Педиатрия. – 2020. – Т. 99. – № 2. – С. 112–117.
92. Синюк, И. В. Применение статической остеосцинтиграфии в диагностике болезни Пертеса / И. В. Синюк, В. А. Дударев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 2–2. – С. 213–215.
93. Смирнова, В. А. Цифровая микрофокусная рентгенография в диагностике остеоартропатии (клинико-экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.19 / Смирнова Виктория Александровна. – М., 2008. – 22 с.
94. Лечение патологических переломов у детей на фоне костных кист / А. И. Снетков, С. Ю. Батраков, А. Д. Акиньшина [и др.] // Турнеровские чтения: Ежегодная научно-практическая конференция, посвященная актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста, Санкт-Петербург, 7–8 октября 2021 года. – СПб.: ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г. И. Турнера» Минздрава России, 2021. – С. 184–188.

95. Первый опыт применения лазерной абляции у пациентов с доброкачественными опухолями, опухолеподобными и воспалительными заболеваниями скелета / А. И. Снетков, Н. Ю. Груздев, С. Ю. Батраков [и др.] // Лазерная медицина. – 2020. – Т. 24. – № 4. – С. 37–42.
96. Психологические факторы восприятия боли подростками / А. И. Снетков, А. Д. Акиньшина, С. Ю. Батраков [и др.] // Сборник «Способности и ментальные ресурсы человека в мире глобальных перемен». – М.: Институт психологии РАН, 2020. – С. 1140–1148.
97. Патологические переломы длинных костей скелета у детей и подростков при доброкачественных опухолях и опухолеподобных заболеваниях / А. И. Снетков, С. Ю. Батраков, А. Д. Акиньшина, В. А. Горелов, С. Г. Баламетов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2019. – № 4. – С. 22–32.
98. Здравоохранение в России: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). – М., 2021. – С. 64–65.
99. Стрелков, Н. С. Гематогенный остеомиелит у детей / Н. С. Стрелков, М. П. Разин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 160 с.
100. Стрелков, Н. С. Патоморфология костной ткани в ранние сроки острого гематогенного остеомиелита у детей / Н. С. Стрелков, Н. А. Кирьянов, П. О. Шкляев // Прижизненная морфологическая диагностика наиболее частых и социально-значимых заболеваний человека (современные направления, пути совершенствования и инновационные технологии): материалы III Республиканского съезда патологоанатомов с международным участием. – Витебск: ВГМУ, 2016. – С. 185–187.
101. Истинные и псевдо-междисциплинарные исследования: принципы системно-структурного подхода к планированию медико-психологических проектов / Н. Е. Харламенкова, Н. А. Еськин, А. И. Снетков, А. Д. Акиньшина, С. Ю. Батраков, Г. А. Виленская, И. М. Дан, М. В. Дан, Н. Н. Матвейчук, Е. А. Никитина // Экспериментальная психология. – 2019. – Т. 12. – № 4. – С. 177–192.

102. Остеомиелит у детей: монография / А. А. Цыбин, В. С. Бояринцев, А. Е. Машков [и др.].– Тула: Аквариус, 2016. – 384 с.
103. Шелехов, П. В. Эффективность использования оборудования лучевой диагностики в субъектах Российской Федерации / П. В. Шелехов // Менеджер здравоохранения. – 2017. – № 5. – С. 33–41
104. Патологический вывих бедра у детей, перенесших эпифизарный остеомиелит / П. А. Шихабудинова, М. И. Израилов, Я. М. Яхьяев [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2019. – Т. 22. – № 6. – С. 354–358.
105. Шкляев, П. О. Оптимизация ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей (клинико-экспериментальная работа): Автореф. дис. ... канд. мед.наук: 14.01.19 / Шкляев Павел Олегович. – Уфа, 2019. – 21 с.
106. Шолохова, Н. А. Алгоритм диагностики поражений эпифизов и метафизов костей у детей / Н. А. Шолохова // Сборник трудов Общероссийской межведомственной научно-практической конференции «Неотложная лучевая диагностика в многопрофильной клинике» 29 октября 2020 года. – М., 2020. – С. 183–184.
107. Шолохова, Н. А. Визуализация поражений метафизов и эпифизов костей у новорожденных и детей раннего возраста / Н. А. Шолохова // Радиология – практика. – 2021. – № 5. – С. 82–90.
108. Шолохова, Н. А. Лучевая диагностика остеомиелита у детей / Н. А. Шолохова // Сборник материалов Юбилейной конференции «65 лет кафедре лучевой диагностики ФГБОУ ВО МГМСУ им. А. И. Евдокимова» 5 ноября 2019 года. – М., 2019. – С. 54.
109. Лучевая диагностика остеомиелита у детей и подростков / Н. А. Шолохова, А. М. Ганиева, Е. Б. Ольхова, Т. В. Мукасева // Лучевая диагностика и терапия. – 2019. – № 1(S). – С. 138.
110. Шолохова, Н. А. Магнитно-резонансная семиотика при воспалительных поражениях метаэпифизарной зоны у детей / Н. А. Шолохова // Вестник СурГУ. Медицина. – 2021. – № 3(49). – С. 25–29.

111. Шолохова, Н. А. Современные требования к рентгеновскому оборудованию для педиатрии / Н. А. Шолохова // Сборник материалов «Конгресс РОПР» 7-8 ноября 2019 года. – М., 2019. – С. 66.
112. ТС в диагностике заболеваний костно-суставной системы у детей и подростков: учебное пособие / Н. А. Шолохова, И. Ю. Кульгускин, А. М. Ганиева, В. В. Попов, А. А. Скопина, С. С. Карпов. – М., «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» МЗ РФ. – 2018. – 36 с.
113. Шолохова, Н. А. Разработка режимов органавтоматики для рентгенографии детей различных возрастных групп / Н. А. Шолохова, Н. Н. Блинов, Н. Е. Станкевич // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции производителей рентгеновской техники, Санкт-Петербург, 26-27 ноября 2020 года. – СПб., 2020. – С. 48–49.
114. Шолохова, Н. А. Потенциальные возможности методики цифрового томосинтеза в диагностике заболеваний тазобедренного сустава у детей / Н. А. Шолохова, А. М. Ганиева // Сборник материалов Юбилейной конференции «65 лет кафедре лучевой диагностики ФГБОУ ВО МГМСУ им. А. И. Евдокимова» 5 ноября 2019 года. – М., 2019. – С. 19.
115. Применение методики цифрового томосинтеза в диагностике костно-травматических повреждений костей нижних конечностей у детей / Н. А. Шолохова, А. М. Ганиева, И. Ю. Кульгускин, А. А. Скопина // Материалы V съезда специалистов по лучевой диагностике и лучевой терапии Сибирского федерального округа 10 сентября 2018 года. – Иркутск, 2018. – С. 68.
116. Шолохова, Н. А. Современное состояние вопроса лучевой диагностики остеохондропатии головки бедренной кости: обзор литературы / Н. А. Шолохова, А. М. Ганиева, Д. А. Лежнев // Радиология-практика. – 2019. – № 4(76). – С. 69–80.
117. Шолохова, Н. А. Современное состояние вопроса комплексной лучевой диагностики остеомиелита у детей и подростков / Н. А. Шолохова,

- А. М. Ганиева, Д. А. Лежнев // Вестник СурГУ. Медицина. – 2019. – № 4(42). – С. 8–14.
118. Шолохова, Н. А. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике воспалительных процессов костной ткани у детей младшего возраста / Н. А. Шолохова, Е. А. Грик, О. В. Луковкина // Лучевая диагностика и терапия. – 2021. – Т. 12. – № 1(S). – С. 163.
119. Шолохова, Н. А. Место рентгенографии в алгоритме диагностики минерально-костных нарушений у детей / Н. А. Шолохова, Е. А. Грик, А. А. Скопина // Лучевая диагностика и терапия. – 2021. – Т. 12. – № 1. – С. 123.
120. Шолохова, Н. А. Хронический небактериальный остеомиелит челюстно-лицевой области в детском возрасте / Н. А. Шолохова, А. С. Краснов // Медицинский вестник МВД. – 2021. – № 6 (115). – С. 51–57.
121. Шолохова, Н. А. К вопросу о комплексной лучевой диагностике воспалительных заболеваний костей у детей на ранней стадии процесса / Н. А. Шолохова, Е. Б. Ольхова // РМЖ. Медицинское обозрение. – 2021. – № 5(5). – С. 330–334.
122. Применение методики цифрового томосинтеза в диагностике метафизарных поражений у детей / Н. А. Шолохова, Е. Б. Ольхова, Е. В. Белкина, В. Ю. Исаев // Сборник тезисов IV московского городского съезда педиатров «Трудный диагноз в педиатрии» 17–19 октября 2018 года. – М., 2018. – С. 69.
123. Шолохова, Н. А. Трудности диагностики образований костей голени у ребенка с первичной оксалурией (клинический случай) / Н. А. Шолохова, Е. Б. Ольхова, Е. А. Грик // Радиология – практика. – 2021. – № 6. – С. 82–91.
124. Роль МРТ в диагностике остеомиелита у подростка (клиническое наблюдение) / Н. А. Шолохова, Е. Б. Ольхова, Ю. И. Шмелева, В. Ю. Исаев // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2019. – Т. 14. – № 2. – С. 67–72.

125. Цифровой томосинтез в педиатрической практике: возможности и перспективы в контексте мирового опыта (обзор) / Н. А. Шолохова, Х. Ю. Симоновская, О. В. Зайцева, Е. Б. Ольхова // *GeorgianMedicalNew*. – 2020. – № 12(309). – С. 152–156.
126. Щелоченкова, Т. Д. Комплексная диагностика и лечение гематогенного остеомиелита у детей: Автореф. дис. ... канд. мед.наук: 14.01.19 / Щелоченкова Татьяна Дмитриевна. – Тверь, 2017. – 24 с.
127. Эшонова, Т. Д. Острый гематогенный остеомиелит у детей / Т. Д. Эшонова // *Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского*. – 2016. – № 2. – С. 146–152.
128. Clinical features of children with chronic non-bacterial osteomyelitis: A multicenter retrospective case series from Turkey / C. Acari, E. Comak, S. Cekic, S. Turkucar[et al.] // *Archives of Rheumatology*. – 2021. – № 36(3). – P. 419–426.
129. Agarwal, A. Bone and Joint Infections in Children: Septic Arthritis / A. Agarwal, A. N. Agarwal // *Indian Journal of Pediatrics*. – 2016. – № 83(8). – P. 825–833.
130. Ahlawat, S. Revisiting the WHO classification system of bone tumors: emphasis on advanced magnetic resonance imaging sequences. Part 1 / S. Ahlawat, L. Fayad // *Polish Journal of Radiology*. – 2020. – № 85(1). – P. 396–408.
131. Ahlawat, S. Revisiting the WHO classification system of bone tumors: emphasis on advanced magnetic resonance imaging sequences. Part 2 / S. Ahlawat, L. Fayad // *Polish Journal of Radiology*. – 2020. – №85(1). – pp. 409–419.
132. Anari, J. B. The utility of digital tomosynthesis to the practicing orthopedic trauma surgeon: a case series / J. B. Anari // *Journal of Orthopaedic Trauma*. – 2016. – № 2(30). – P. 59–63.

133. Anderson, W. J. Updates from the 2020 World Health Organization Classification of Soft Tissue and Bone Tumors / W. J. Anderson, L. A. Doyle // *Histopathology*. – 2021. – Vol. 78(5). – P. 644–657.
134. Radiological diagnosis of chronic recurrent multifocal osteomyelitis using whole-body MRI-based lesion distribution patterns / S. Andronikou, Mendes da Costa T. [et al.] // *Clinical radiology*. – 2019. – № 8(73). – P. 737.
135. Whole-body MRI in the diagnosis of pediatric CNO/CRMO / S. Andronikou, J. K. Kraft, A. C. Offiah [et al.] // *Rheumatology (Oxford)*. – 2020. – № 59(10). – P. 2671–2680.
136. Valgus slipped capital femoral epiphysis: a systematic review / C. Assi, J. Mansour, P. Kouyoumdjian, K. Yammine // *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. – 2021. – № 30(2). – P. 116–122.
137. Benign tumors and tumor-like lesions of bone / M. Atif, Obada Hussein Ali Hasan, Umair Ashraf, M. Mustafa // *Journal of Pakistan Medical Association*. – 2018. – T. 68. – №. 10. – P. 1502.
138. Bone pain at leukemia diagnosis and other risk factors for symptomatic osteonecrosis in children with acute lymphoblastic leukemia / S. Barzilai-Birenboim, J. Yacobovich, Y. Zalberg [et al.] // *Pediatric Blood & Cancer*. – 2021. – № 68(8). – P. e29033.
139. Neonatal cervical osteomyelitis with bilateral upper limb paresis / E. Ben-Meir, M. Rubinshtein, I. Pessach [et al.] // *Pediatr. Infect. Dis. J.* – 2017. – Vol. 36(10). – P. 1013–1015.
140. Chronic non-bacterial osteitis — a multicenter study / C. S. Bhat, C. Anderson, A. Harbinson, L. J. McCann, M. Roderick, A. Finn, J. E. Davidson, A. V. Ramanan // *PediatrRheumatol Online J.* – 2018. – Vol. 16(1). – P. 74.
141. Bone and Joint Infections / J. Saavedra-Lozano, OanaFalup-Pecurariu, Saul N. Faust [et al.] // *The Pediatric infectious disease journal*. – 2017. – Vol. 36(8). – P. 788–799.

142. Bruns, J. Osteochondritis Dissecans: Etiology, Pathology, and Imaging with a Special Focus on the Knee Joint / J. Bruns, M. Werner, C. Habermann // *Cartilage*. – 2018. – Vol. 9(4). – P. 346–362.
143. Chronic Non-bacterial Osteomyelitis: A Review / K. Buch, A. C. B. Thuesen, C. Brøns, P. Schwarz // *Calcif Tissue Int*. – 2019. – Vol. 104(5). – P. 544–553.
144. Campbell, T. N. Chronic non-bacterial osteomyelitis masquerading as fibrous dysplasia / T. N. Campbell, B. Frizzell, P. MacMullan // *Mod Rheumatol Case Rep*. – 2020. – Vol. 4(2). – P. 192–195.
145. Chan, S. Digital Tomosynthesis Applications in Pediatric Orthopedic Imaging: A Case Series / S. Chan // *Mo Med*. – 2018. – Vol. 115(4). – P. 344–348.
146. Chen, Z. Bone inflammation and chronic recurrent multifocal osteomyelitis / Z. Chen, L. Cheng, G. Feng // *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. Mar. – 2018. – Vol. 5(22). – P. 1380–1386.
147. Choi, J. The 2020 WHO Classification of Tumors of Bone: An Updated Review / J. Choi, J. Ro // *Advances in Anatomic Pathology*. – 2021. – Vol. 28(3). – P. 119–138
148. Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study / A. Cieza, K. Causey, K. Kamenov, S. W. Hanson, S. Chatterji, T. Vos // *The Lancet*. – 2021. – Vol. 396(10267) – P. 2006–2017. – doi: 10.1016/S0140-6736(20)32340-0
149. Criteria Revisited in the Era of MRI: how often does the Kocher criteria identify underlying osteomyelitis? / A. Nguyen, J. H. Kan, G. Bisset, [et al.] // *J. Pediatr. Orthop*. – 2017. – Vol. 37(2). – P. 114–119.
150. Degnan, A. J. More than epiphyseal osteochondromas: updated understanding of imaging findings in dysplasia epiphysealishemimelica (trevor disease) / A. J. Degnan, V. M. Ho-Fung // *American Journal of Roentgenology*. – 2018. – Vol. 211(4). – P. 910–919.
151. Dotti, R. Klinik, Aetiologie, Pathogenese, Diagnostik und Therapie der aseptischen Knochennekrosen – eineaktuelleLiteraturanalyse (Clinical aspects,

- etiology, pathogenesis, diagnosis and therapy of aseptic bone necrosis - a current analysis of the literature) / R. Dotti, D. M. Müller, A. Benini // Praxis (Bern 1994). 2002. – Vol. 91(5). – P. 163–76.
152. El-Ali, A. M. Solitary long-bone epiphyseal lesions in children: radiologic-pathological correlation and epidemiology / A. M. El-Ali, A. Coblentz, A. J. Degnan // *PediatrRadiol.* – 2020. – Vol. 12(50). – P. 1724–1734.
153. Elgazzar, A. H. Diagnosis of Inflammatory Bone Diseases / A. H. Elgazzar // *Orthopedic Nuclear Medicine.* Springer, Cham. – 2017. – С. 37–100. – doi:10.1007/978-3-319-56167-7_2.
154. Epidemiology and management of acute, uncomplicated septic arthritis and osteomyelitis: Spanish multicenter study / C. Calvo, Esmeralda Núñez, Marisol Camacho [et al.] // *The Pediatric infectious disease journal.* – 2016. – Vol. 35(12). – P. 1288–1293.
155. ESUR European Society of Urogenital Radiology. ESUR Guidelines on Contrast Agents 10.0 // *ESUR Guidelines.* – 2019. – URL: <https://www.esur.org/esur-guidelines/> (датаобращения: 03.10.2022). – Текст: электронный.
156. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group / W. J. Metsemakers, M. Morgenstern, M. A. McNally, [et al.] // *Injury.* – 2018. – Vol. 49(3). – P. 505–510.
157. Bone Geometry, Quality, and Bone Markers in Children with Type 1 Diabetes Mellitus / R. Franceschi, S. Longhi, V. Cauvin [et al.] // *Calcif Tissue Int.* – 2018. – Vol. 2(102). – P. 657–665.
158. Franco, A. Neonatal distal femoral physeal injury secondary to mechanical trauma of birth: A case report / A. Franco, A. Chaturvedi // *Clin. Imaging.* – 2018. – Vol. 51. – P. 65–67.
159. Five insights from the Global Burden of Disease Study 2019 / GBD 2019 Viewpoint Collaborators // *Lancet.* – 2020. – Vol. 396(10258). – P. 1135-1159. – doi: 10.1016/S0140-6736(20)31404-5. – PMID: 33069324; PMCID: PMC7116361.

160. Accuracy of diagnostic imaging modalities for peripheral post-traumatic osteomyelitis — a systematic review of the recent literature / G. A. Govaert, F. F. IJpma, M. McNally, E. McNally, I. H. Reininga, A. W. Glaudemans // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. – 2017. – Vol. 44(8). – P. 1393–1407.
161. Multi-modality imaging approach to bone tumors – State-of-the art / N. Goyal, M. Kalra, A. Soni, P. Baweja, N. P. Ghonghe // *J Clin Orthop Trauma*. – 2019. – Vol. 10(4). – P. 687–701.
162. Graf, R. Sonographie der sauglingshufte / R. Graf. – Stuttgart: Enke, 1989. – P. 135.
163. Greenspan, A. *Orthopedic Imaging: A Practical Approach*. 5th ed. / A. Greenspan. – Lippincott Williams & Wilkins, 2011. – 986 p.
164. Gupta, V. Chronic nonbacterial osteomyelitis from a tertiary care referral center / V. Gupta, A. Jain, A. Aggarwal // *J. Postgrad. Med.* – 2018. – Vol. 3(64). – P. 170–173.
165. What low back pain is and why we need to pay attention / J. Hartvigsen, M. J. Hancock, A. Kongsted [et al.] // *Lancet*. – 2018. – Vol. 391. – P. 2356–2367.
166. New Insights into Adult and Paediatric Chronic Non-bacterial Osteomyelitis CNO / C. M. Hedrich, H. Morbach, C. Reiser, H. J. Girschick // *CurrRheumatol Rep*. – 2020. – Vol. 9(22). – P. 52.
167. Hotchen, A. J. The classification of long bone osteomyelitis: a systemic review of the literature / A. J. Hotchen, M. A. McNally, P. Sendi // *J Bone Jt. Infect*. – 2017. – Vol. 2(4). – P. 167–174.
168. Short-versus long-course antibiotics in osteomyelitis: A systematic review and meta-analysis / C. Y. Huang, R. W. Hsieh, H. T. Yen [et al.] // *Int. J. Antimicrob. Agents*. – 2019. – Vol. 53(3). – P. 246–60. – doi: 10.1016/j.ijantimicag.2019.01.007
169. Occult Andersson lesions in patients with ankylosing spondylitis: undetectable destructive lesions on plain radiographs / Ji-Chen Huang, Bang-Ping Qian,

- Yong Qiu, Bin Wang, Yang Yu, Shi-Zhou Zhao // Chinese Medical Journal. – 2021. – Vol. 134(12). – P. 1441–1449.
170. Hematogenous osteomyelitis in infants and Children: Imaging of a Changing Disease / D. Jaramillo, J. Dormans, J. Delgado [et al.] // Radiology. Radiological Society of North America Inc. – 2017. – Vol. 283(3). – P. 629–643.
171. Jette, A. M. Global Prevalence of Disability and Need for Rehabilitation / A. M. Jette // Phys Ther. – 2021. – Vol. 101(2). – P. pzab004. – doi: 10.1093/ptj/pzab004. PMID: 33556184.
172. Coxa vara in postseptic arthritis of the hip in children / A. N. Johari, A. Hampannavar, R. A. Johari, A. A. Dhawale // J. Pediatr. Orthop. B. – 2017. – Vol. 26(4). – P. 313–319.
173. Fragility fractures of the proximal femur: review and update for radiologists / K. K. Kani, J. A. Porrino, H. Mulcahy, F. S. Chew // Skeletal Radiol. – 2019. – Vol. 48(1). – P. 29–45.
174. Diagnostic value of MRI signs in differentiating Ewing sarcoma from osteomyelitis / Ö. Kasalak, J. Overbosch, H. J. A. Adams [et al.] // Acta radiol. SAGE Publications Inc. – 2019. – Vol. 60(2). – P. 204–212.
175. Pre- and post-magnetic resonance imaging of hips and knees for detecting osteonecrosis in children and adolescents undergoing hematopoietic cell transplantation / S. Kaste, A. Y. Suliman, Y. Li, D. Keerthi, G. Kang, B. Triplett, A. Srinivasan // Bone Marrow Transplant. – 2020. – Vol. 55(9). – P. 1837–1839.
176. Kazemi, M. Depth and strain rate-dependent mechanical response of chondrocytes in reserve zone cartilage subjected to compressive loading / M. Kazemi, J. L. Williams // Biomech Model Mechanobiol. – 2021. – Vol. 4(20). – P. 1477–1493.
177. Khotsim, O. A. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis: case report / O. A. Khotsim, L. Z. Sychevskiy, V. S. Anosov // J. Grodno State Med. Univ. – 2017. – Vol. 15(5). – P. 574–577.

178. Langerhans cell histiocytosis of the jaw, a mimicker of osteomyelitis on CT and MR images: A retrospective analysis / J. E. Kim, W.-J. Yi, M.-S. Heo [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. NLM (Medline). – 2019. – Vol. 98(27). – P. e16331.
179. How nonbacterial osteomyelitis could be discriminated from tuberculosis in the early stages: the simple algorithm / M. M. Kostik, O. L. Kopchak, A. S. Maletin, A. Y. Mushkin // *Clin Rheumatol.* – 2020. – Vol. 39(12). – P. 3825–3832.
180. The peculiarities and treatment outcomes of the spinal form of chronic non-bacterial osteomyelitis in children: a retrospective cohort study / M. M. Kostik, O. L. Kopchak, A. S. Maletin, A. Y. Mushkin // *Rheumatol Int.* – 2020. – Vol. 40(1). – P. 97–105.
181. Kraus, E. Team Approach: Bone Health in Children and Adolescents / E. Kraus, L. K. Bachrach, M. Grover // *JBJS Rev.* – 2018. – Vol. 6(10). – P. 6.
182. Pathophysiologie der aseptischen Hüftkopfnekrose: Pathogenese und histopathologische Differenzialdiagnostik (Pathophysiology of aseptic femoral head necrosis: Pathogenesis and histopathological differential diagnosis) / V. Krenn, S. Müller, V. T. Krenn, H. Hempfling // *Orthopade.* – 2018. – Vol. 47(9). – P. 710–716.
183. Labuzov, D. S. Methods of diagnosis of acute epiphyseal osteomyelitis in children / D. S. Labuzov, A. B. Salopenkova, Y. N. Proshchenko // *Pediatr. Traumatol. Orthop. Reconstr. Surg.* LLC Eco-Vector. – 2017. – Vol. 5(2). – P. 59–64.
184. The imaging of osteomyelitis / Y. J. Lee, S. Sadigh, K. Mankad [et al.] // *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*. AME Publishing Company. – 2016. – Vol. 6(2). – P. 184–198.
185. Lezhnev, D. A. The Imaging of Legge-Calve-Pertes Disease / D. A. Lezhnev, N. A. Sholokhova, A. M. Ganieva // *International Journal of Biomedicine.* – 2019. – Vol. 9(1). – P. 8–14.

186. Analysis of the mineral density of calcified tissues in children with X-linked hypophosphatemic risk and hypophosphatasia using cone-beam computed tomography data / D. A. Lezhnev, E. V. Vislobokova, L. P. Kiselnikova, M. V. Smyslenova, V. P. Truten, N. A. Sholokhova // *International Journal of Biomedicine*. – 2021. – Vol. 11(1). – P. 53–57.
187. Delayed treatment of septic arthritis in the neonate: A review of 52 cases / Y. Li, Q. Zhou, Y. Liu [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2016. – Vol. 95(1). – P. 56–82.
188. Extended field of view magnetic resonance imaging for suspected osteomyelitis in very young children: is it useful? / A. J. Lindsay [et al.] // *Pediatr. Radiol.* Springer Verlag. – 2019. – Vol. 49(3). – P. 379–386.
189. Imaging tests for the detection of osteomyelitis: a systematic review / A. Llewellyn [et al.] // *Health Technol. Assess. NLM (Medline)*. – 2019. – Vol. 23(61). – P. 1–128.
190. Antibiotic therapy of bone and joint infections in children: proposals of the French Pediatric Infectious Disease Group / M. Lorrot Y. Gillet, C. Gras Le Guen [et al.] // *Arch Pediatr*. – 2017. – № 24. – P. 36–41.
191. State of bone in children living in different conditions of environment / M. A. Luchynskyi, V. M. Luchynskyi, B. O. Palasyuk [et al.] // *Wiad Lek*. – 2018. – Vol. 9(71). – P. 1722–1728.
192. Malizos, K. N. Global Forum: The Burden of Bone and Joint Infections: A Growing Demand for More Resources / K. N. Malizos // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2017. – Vol. 99(5). – P. e20. – doi: 10.2106/JBJS.16.00240. PMID: 2824
193. Evaluation of the current use of imaging modalities and pathogen detection in children with acute osteomyelitis and septic arthritis / N. Manz, A. H. Krieg, U. Heininger, N. Ritz // *Eur. J. Pediatr.* Springer Verlag. – 2018. – Vol. 177(7). – P. 1071–1080.
194. Mascarenhas, V. V., Castro M. O. et al. The Lisbon Agreement on Femoroacetabular Impingement Imaging-part 1: Overview. *European Radiology*. – 2020. – Vol. 30 (10). – P. 5281–5297.

195. Acute radiation diagnostic methods of hematogenous osteomyelitis in children of different age groups / S. I. Mikhaylova, G. N. Rumyantseva, A. A. Yusufov [et al.] // *Modern Probl. Sci. Educ. Euroasian Scientific and Industrial Chamber, Ltd.* – 2020. – Vol. 2. – P. 60.
196. Increased bone matrix mineralization in treatment-naïve children with inflammatory bowel disease / B. M. Misof, P. Roschger, K. Klaushofer [et al.] // *Bone.* – 2017. – Vol. 105. – P. 50–56.
197. Diffusion-weighted MR imaging in chronic non-bacterial osteitis: Proof-of-concept of the apparent diffusion coefficient as an outcome measure / J. M. Møller, C. M. Andreasen, T. W. Buus [et al.] // *Acta Radiol Open.* – 2021. – Vol. 10(9).
198. Nievelstein, R.A.J. Non-traumatic Musculoskeletal Diseases in Children: Chapter 20. // *Musculoskeletal Diseases 2021–2024: Diagnostic Imaging [Internet]* / J. Hodler, R. A. Kubik-Huch, G. K. von Schulthess, editors. Cham (CH) // Springer. – 2021. – doi.org/10.1007/978-3-030-71281-5_2.
199. Primary Iliopsoas Abscess in a Neonate / M. U. Nisar, S. Sikander, Z. Noorain, M. S. Baig, N. Akhtar // *J. Coll. Physicians Surg. Pak.* – 2019. – Vol. 29(6). – P. 45–47.
200. What Is the Association Among Epiphyseal Rotation, Translation, and the Morphology of the Epiphysis and Metaphysis in Slipped Capital Femoral Epiphysis? / E. N. Novais, S. Hosseinzadeh, S. A. Emami [et al.] // *Clin OrthopRelat Res.* – 2021. – Vol. 479(5). – P. 935–944.
201. Slipped Capital Femoral Epiphysis in Children without Obesity / K. K. Obana, A. A. Siddiqui, A. M. Broom [et al.] // *J. Pediatr.* – 2020. – Vol. 1(218). – P. 192–197.
202. Patel, M. D. Pearls and Pitfalls in Imaging Bone Marrow in Pediatric Patients / M. D. Patel, J. Brian, N. A. Chauvin // *Seminars in Ultrasound, CT and MRI.* – WB Saunders. – 2020. – Vol. 41(5). – P. 472–487.

203. Predictors of outcome in pediatric osteomyelitis: Five-year experience in a single tertiary center / A. C. Martin, D. Anderson, J. Lucey[et al.] // *Pediatr. Infect. Dis. J.* – 2016. – Vol. 35. – P. 387–391.
204. Multifocal bone and bone marrow lesions in children–MRI findings / M. Raissaki,S. Demetriou,K. Spanakis [et al.] // *Pediatric radiology.* – 2017. – Vol. 47(3). – P. 342–360.
205. Rutkowski, M. The Epidemiology of Benign Proliferative Processes of the Skeletal System in Children / M. Rutkowski, K. Niewinska // *Int. J. Environ Res. Public Health.* – 2021. – Vol. 18(17). – P. 9338.
206. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis in children: a single center experience over five years / E. Sağ, H. E. Sönmez, S. Demir [et al.] // *Turk. J. Pediatr.* – 2019. – Vol. 3(61). – P. 386–391.
207. Bone and Joint Infections: The Role of Imaging in Tailoring Diagnosis to Improve Patients' Care / A. Sambri, P. Spinnato, S. Tedeschi [et al.] // *J. Pers. Med.* – 2021. – Vol. 11(12). – P. 1317.
208. Imaging in non-bacterial osteomyelitis in children and adolescents: diagnosis, differential diagnosis and follow-up-an educational review based on a literature survey and own clinical experiences / M. C. Schaal, L. Gendler, B. Ammann [et al.] // *Insights Imaging.* – 2021. – Vol. 12(1). – P. 113.
209. Shah, A. Review of spinal involvement in Chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO): What radiologists need to know about CRMO and its imitators / A. Shah, M. Rosenkranz, M. Thapa // *Clin. Imaging.* – 2022. – Vol. 81. – P. 122–135.
210. Digital tomosynthesis in pediatric patients: opportunities and promises (review) / N. Sholohova, H. Simonovskaya, O. Zaytseva, E. Olkhova // *Georgian Med News.* – 2020. – Vol. 309. – P. 151–156. – PMID: 33526746.
211. Sucato, D. J. Approach to the Hip for SCFE: The North American Perspective / D. J. Sucato // *J. Pediatr. Orthop.* – 2018. – Vol. 38(1). – P. S5-S12.

212. Chronic non-bacterial osteomyelitis: a comparative study between children and adults / A. Skrabl-Baumgartner, P. Singer, T. Greimel, G. Gorkiewicz, J. Hermann // *PediatrRheumatol J.* – 2019. – Vol. 17(1). – P. 49.
213. MRI Is Better Than CT scan for Detection of Structural Pathologies After Traumatic Posterior Hip Dislocations in Children and Adolescents / S. Thanacharoenpanich, S. Bixby, M. A. Breen, Y. J. Kim // *J. Pediatr. Orthop.* – 2020. – Vol. 40(2). – P. 86–92.
214. The imaging of osteomyelitis / Y. J. Lee, S. Sadigh, K. Mankad [et al.] // *Quant. Imaging. Med. Surg.* – 2016. – Vol. 6(2). – P. 184–198.
215. Knochen- und Weichteiltumoren im Kindesalter: Vorschlag für ein rational-diagnostisches Vorgehen (Bone and soft tissue tumours in children: Proposal for a rational diagnostic approach) / M. Uhl, G. Herget, S. Hettmer, T. von Kalle // *Radiologe.* – 2021. – Vol. 61(7). – P. 649–657.
216. Vendra, B. B. Chondron curvature mapping in growth plate cartilage under compressive loading / B. B. Vendra, E. Roan, J. L. Williams // *J. Mech Behav. Biomed. Mater.* – 2018. – Vol. 84. – P. 168–177.
217. Vidoni, A. Paediatric bone lesions: diagnostic accuracy of imaging correlation and CT-guided needle biopsy for differentiating benign from malignant lesions / Vidoni A., Pressney I., Saifuddin A. // *Br J Radiol.* – 2021. – Vol. 94(1120). – P. 20201234.
218. Magnetic resonance imaging of musculoskeletal infections / J. S. Weaver, I. M. Omar, W. A. Mar [et al.] // *Polish Journal of Radiology.* – 2022. – Vol. 87(1). – P. 141–162.
219. Westhoff, B. Morbus Perthes – Neuigkeiten in der Diagnostik und Behandlung [Perthes disease-news in diagnostics and treatment] / B. Westhoff, J. S. Weaver, I. M. Omar, W. A. Mar [et al.] // *Orthopade.* – 2019. – Vol. 48(6). – P. 515–522.
220. Whelan, J. S. Osteosarcoma, Chondrosarcoma, and Chordoma / J. S. Whelan, L. E. Davis // *J. Clin. Oncol.* – 2018. – Vol. 36(2). – P. 188–193.

221. Digital tomosynthesis of the pediatric elbow / M. A. Zapala, K. Livingston, A. S. Phelps, J. D. MacKenzie // *Pediatr. Radiol.* – 2019. – Vol. 49(12). – P. 1643–1651.
222. Chronic nonbacterial osteomyelitis (CNO) and chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO) / D. Y. Zhao, L. McCann, G. Hahn, C. M. Hedrich // *J. Transl. Autoimmun.* – 2021. – Vol. 4 – P. 100095. – doi: 10.1016/j.jtauto.2021.100095.
223. Zhorne, D. Review of Pediatric Osteoarticular Infections / D. Zhorne, K. K. Bradford, R. Jhaveri // *Rev. Recent Clin. Trials.* – 2017. – Vol. 12(4). – P. 260–268.
224. Bone tumors: magnetic resonance imaging versus computed tomography / W. D. Zimmer, T. H. Berquist, R. A. McLeod [et al.] // *Radiology.* – 1985. – Vol. 155(3). – P. 709–718.
225. Zimmermann, P. The role of *Cutibacterium acnes* in auto-inflammatory bone disorders / P. Zimmermann, N. Curtis // *Eur. J. Pediatr.* – 2019. – Vol. 1(78). – P. 89–95.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Патент на промышленный образец

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ

№ 128031

**СХЕМА «АЛГОРИТМ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЛУЧЕВОЙ
ДИАГНОСТИКИ ПОРАЖЕНИЙ ЭПИФИЗОВ И
МЕТАФИЗОВ КОСТЕЙ У НОВОРОЖДЕННЫХ»**

Патентообладатель(ли): *Общество с ограниченной ответственностью
«Центральный научно-исследовательский институт лучевой
диагностики» (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № **2021501772**
Приоритет(ы) промышленного образца **09 апреля 2021 г.**
Дата государственной регистрации в
Государственном реестре промышленных
образцов Российской Федерации **25 октября 2021 г.**
Срок действия исключительного права
на промышленный образец истекает **09 апреля 2026 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

 **Г.П. Ивлиев**



ОКОНЧАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Автор(ы): *Шолохова Наталия Александровна (RU); Васильев Александр Юрьевич (RU); Кульгускин Илья Юрьевич (RU); Ольхова Елена Борисовна (RU)*

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Патент на промышленный образец

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ

№ 130176

**СХЕМА «АЛГОРИТМ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЛУЧЕВОЙ
ДИАГНОСТИКИ ОСТРОГО ГЕМАТОГЕННОГО
ОСТЕОМИЕЛИТА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ»**

Патентообладатель(ли): **Шолохова Наталия Александровна (RU)**

Автор(ы): **Шолохова Наталия Александровна (RU), Васильев Александр Юрьевич (RU), Кульгускин Илья Юрьевич (RU), Ольхова Елена Борисовна (RU), Баркинхоев Адам Тарханович (RU)**

Заявка № **2021504620**
Приоритет(ы) промышленного образца **17 сентября 2021 г.**
Дата государственной регистрации в
Государственном реестре промышленных
образцов Российской Федерации **22 марта 2022 г.**
Срок действия исключительного права
на промышленный образец истекает **17 сентября 2026 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Патент на полезную модель

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 204909

Тест-объект

Патентообладатель: *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина)" (RU)*

Авторы: *Потрахов Николай Николаевич (RU), Васильев Александр Юрьевич (RU), Наумова Дарья Игоревна (RU), Павлова Тимара Валерьевна (RU), Шолохова Наталия Александровна (RU)*

Заявка № **2020141333**
 Приоритет полезной модели **14 декабря 2020 г.**
 Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **17 июня 2021 г.**
 Срок действия исключительного права на полезную модель истекает **14 декабря 2030 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности



Г.П. Ивлиев

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Свидетельство о государственной регистрации базы данных

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации базы данных
№ 2021621263

«Конусно-лучевая компьютерная томография в педиатрии»

Правообладатель: *Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы» (ГБУЗ «ДГКБ св. Владимира ДЗМ»)* (RU)

Авторы: *Шолохова Наталья Александровна (RU), Васильев Александр Юрьевич (RU), Блинов Николай Николаевич (RU), Заварохин Сергей Иванович (RU), Баркинхоев Адам Тарханович (RU), Горлычева Елена Геннадиевна (RU)*

Заявка № 2021621114
Дата поступления 29 мая 2021 г.
Дата государственной регистрации
в Реестре баз данных 10 июня 2021 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Изrael

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Свидетельство о государственной регистрации базы данных

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации базы данных

№ 2021622045

Поражение метафизов и эпифизов у детей и подростков

Правообладатель: *Шолохова Наталья Александровна (RU)*

Авторы: *Шолохова Наталья Александровна (RU), Васильев Александр Юрьевич (RU), Ольхова Елена Борисовна (RU), Кульгускин Илья Юрьевич (RU), Баркинхоев Адам Тарханович (RU)*

Заявка № 2021621957
Дата поступления **24 сентября 2021 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре баз данных **30 сентября 2021 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев