

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РЕНТГЕНОРАДИОЛОГИИ»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБУ «РНЦРР» Минздрава России)

На правах рукописи

Люгай Ольга Олеговна

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ У ДЕТЕЙ С ОБСТРУКТИВНЫМИ
УРОПАТИЯМИ**

14.01.13 - лучевая диагностика и лучевая терапия

14.01.23 - урология

Диссертация

на соискание учёной степени

кандидата медицинских наук

Научные руководители:

д.м.н. Фомин Дмитрий Кириллович

д.м.н., профессор Павлов Андрей Юрьевич

Москва – 2017

Оглавление

Список использованных сокращений	4
Введение	5
Глава 1. Современные методы диагностики обструктивных уропатий у детей (обзор литературы)	11
1.1. Определение гидронефроза и уретерогидронефроза, классификация	11
1.2 Диагностика гидронефроза и уретерогидронефроза	14
1.2.1 Клинико-anamнестическое исследование	14
1.2.2 Ультразвуковое исследование	15
1.2.3. Динамическая нефросцинтиграфия	19
1.2.4. Статическая нефросцинтиграфия	25
1.2.5. Экскреторная урография	28
1.2.6. Ретроградная уретеропиелография и антеградная пиелоуретерография	33
1.2.7. Мультиспиральная компьютерная томография	35
1.2.8. Магнитно-резонансная томография	40
1.3. Лечение гидронефроза и обструктивного нерефлюксирующего мегауретера	42
Глава 2. Объекты и методы исследования	49
2.1. Клиническая характеристика пациентов, распределение обследуемых больных по группам	49
2.2. Методы исследования почек и мочевыводящих путей	52
2.2.1. УЗИ почек и мочевыводящих путей	52
2.2.2. Экскреторная урография	54
2.2.3. Динамическая сцинтиграфия почек	55
2.2.4 Статическая сцинтиграфия почек	56
2.2.5 Гибридная КТ-сцинтиграфия	58
2.2.6 Статистическая обработка результатов	60
Глава 3. Результаты применения гибридной КТ-сцинтиграфии почек и мочевых путей у детей с обструктивными уропатиями	62
3.1. Сопоставление результатов рутинных методов визуализации мочевыводящей системы и гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с уретерогидронефрозом	63

3.1.1. Анализ результатов применения гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с уретерогидронефрозом без использования экскреторной урографии и динамической нефросцинтиграфии	80
3.2. Результаты традиционных методик визуализации мочевых путей и гибридной КТ-сцинтиграфии и сравнение их эффективности у детей с гидронефрозом	88
3.2.1 Результаты использования гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с гидронефрозом	115
3.3. Расчет эффективной дозы гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с обструктивными уропатиями в зависимости от возраста	126
3.4. Изучение возможности определения оптимального времени проведения КТ-сканирования для визуализации мочеточника у детей с обструктивными уропатиями при гибридной КТ-сцинтиграфии методами статистического анализа	130
Заключение	143
Выводы	155
Практические рекомендации	156
Список использованной литературы	157
Приложение 1	166

Список использованных сокращений

HU – Hounsfield unit (единица измерения шкалы плотности Хаунсфилда)

АД – артериальное давление

ВМП – верхние мочевые пути

ГКТ – гибридная КТ-сцинтиграфия почек и мочевых путей

ГН – гидронефроз

ДНСГ – динамическая нефросцинтиграфия

ИИЗ – индекс интегрального захвата

КТ – рентгеновская компьютерная томография

ЛМС – лоханочно-мочеточниковый сегмент

МБк – мегабеккерель

МВС – мочевыделительная система

мЗв – миллизиверт

МРТ – магнитно-резонансная томография

НСГ – нефросцинтиграфия

ОАМ – общий анализ мочи

ОУ – обструктивные уropатии

ОФЭКТ-КТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией

п/зр – поле зрения

РКС – рентгеноконтрастное средство

РФП – радиофармпрепарат

СНСГ – статическая сцинтиграфия почек

СОЭ – скорость оседания эритроцитов

УВС – уретерovesикальное соустье

УГН – уретерогидронефроз

УЗИ – ультразвуковое исследование

УЦА – уретероцистоанастомоз

ЧЛС – чашечно-лоханочная система

ЭВУЦА – экстравезикальный уретероцистоанастомоз

ЭУ – экскреторная урография

ВВЕДЕНИЕ

Аномалии мочевой системы составляют 40% от всех врожденных пороков развития у детей и 20-30% из всех причин перинатальной и младенческой смертности [93]. В Российской Федерации развитие хронической почечной недостаточности (ХПН) у детей в 65% случаев обусловлено наличием врожденных пороков почек и мочевых путей [24]. Ведущее место среди данной категории заболеваний составляют гидронефроз и уретерогидронефроз. У детей с обструктивными уропатиями (ОУ) своевременно выполненное хирургическое вмешательство в 80-95% случаев позволяет сохранить функцию пораженной почки [122]. Определяющим моментом для выбора тактики хирургического лечения является анатомическое строение прилоханочного сегмента в случае гидронефроза, или уретеровезикального соустья в случае уретерогидронефроза [8; 63]. Таким образом, чрезвычайно существенным является выбор инструментальной методики, обладающей высокой чувствительностью и специфичностью в оценке анатоμο-функционального состояния почек и мочевых путей.

Общепринятыми методами визуализации мочевых путей у детей с (ОУ) являются ультразвуковое исследование (УЗИ) почек и мочевых путей, экскреторная урография (ЭУ) и динамическая нефросцинтиграфия (НСГ). Несмотря на широкую доступность, указанные методики имеют ряд существенных ограничений. Так, ЭУ обладает низкой чувствительностью и специфичностью при выявлении стеноза прилоханочного сегмента (83% и 39% соответственно) или визуализации конкрементов (чувствительность 44%), а также неинформативна в определении уретеровазальных конфликтов [1]. Ультразвуковое исследование, наоборот, высокоинформативно в диагностике сосудистых аномалий (чувствительность 89%), однако при отсутствии дилатации не позволяет проследить ход мочеточников, что резко снижает диагностическую ценность метода в случаях определения причины стеноза прилоханочного

сегмента [19]. Динамическая нефросцинтиграфия позволяет оценить степень нарушения уродинамики, однако не дает возможности определить анатомическое строение пораженного отдела мочеточника [25]. Указанные ограничения стандартных методов приводят к необходимости дообследования детей с ОУ. Согласно данным ряда авторов, наиболее информативными в определении причины нарушения уродинамики являются магнитно-резонансная (МРТ) и рентгеновская компьютерная томография (КТ) [90; 101; 104]. Однако использование этих высокотехнологичных методов встречает на своем пути серьезные препятствия. Так, слабая интенсивность МР-сигнала в отсутствие дилатации мочевых путей и необходимость седации ребенка вследствие длительности исследования ограничивают широкое применение МРТ у детей [116]. В случае рентгеновской компьютерной томографии ключевой проблемой является невозможность предсказать точное время поступления контрастного вещества в тот или иной отдел мочеточника, что ведет к многократным КТ-сканированиям, существенно увеличивая лучевую нагрузку на ребенка [101].

Существующие на сегодняшний день гибридные системы используются для одновременного получения объемного рентгеновского и сцинтиграфического изображения, позволяя выполнять КТ-сканирование и сцинтиграфическую запись не меняя положение пациента (ОФЭКТ-КТ). Высокую информативность ОФЭКТ-КТ проявляет в частности при диагностике костных метастазов [10]. Кроме этого в литературе есть данные об эффективности таких систем при оценке нефросклероза у детей с поликистозом почек [41], однако использование этой технологии при проведении динамических исследований, т.е. для изучения быстрых процессов транспорта и выведения радиометки, не разработаны.

Таким образом, представляется актуальным создание современного диагностического подхода для оценки анатомо-функционального состояния почек и мочевых путей у детей с обструктивными уропатиями, сочетающего в себе высокое качество получаемых изображений при ограниченной лучевой нагрузке.

Цель исследования: улучшение диагностической информативности и снижение лучевой нагрузки в процессе диагностики обструктивных уропатий у детей с помощью гибридного рентгено-радионуклидного метода.

Задачи исследования

1. Разработать показания к применению гибридного рентгено-радионуклидного метода диагностики почек и мочевых путей у детей с гидронефрозом и обструктивным уретерогидронефрозом.
2. Изучить возможности применения и диагностическую информативность гибридных технологий в прицельной визуализации уровня обструкции мочевых путей.
3. Оценить возможность снижения лучевой нагрузки посредством использования гибридного исследования почек и мочевых путей по сравнению с прочими методами лучевой диагностики.
4. Разработать протокол проведения гибридной КТ-сцинтиграфии почек и мочевых путей для типовых клинических ситуаций.
5. Изучить возможности современных лучевых методов исследования в ранней диагностике нефросклероза и снижения жизнеспособности почечной паренхимы.

Научная новизна

Разработанный и внедренный в клиническую практику обследования детей с гидронефрозом и обструктивным уретерогидронефрозом симультанный метод использования КТ-урографии и динамической нефросцинтиграфии, наряду со значительной минимизацией лучевой нагрузки, позволяет добиться максимальной информации об анатомо-функциональном состоянии мочевых путей. Показания к применению гибридной КТ-сцинтиграфии, сформулированные на основе анализа параметров оценки информативности данного метода, позволяют обоснованно исключить из алгоритма обследования детей с гидронефрозом и обструктивным

уретерогидронефрозом экскреторную урографию, КТ и ретроградную уретеропиелографию. Сравнительный анализ возможностей визуализации мочевых путей у детей с гидронефрозом и обструктивным уретерогидронефрозом при использовании УЗИ, экскреторной урографии, динамической нефросцинтиграфии и гибридной КТ-сцинтиграфии обоснованно определил пределы диагностической значимости этих методов в зависимости от уровня обструкции мочевых путей. Анализ показателей статической и динамической нефросцинтиграфии у детей с гидронефрозом и обструктивным уретерогидронефрозом позволил обоснованно доказать нецелесообразность использования динамической нефросцинтиграфии для оценки функционального состояния почечной паренхимы и использования с этой целью только статической нефросцинтиграфии.

Практическая значимость работы:

Результаты проведенного исследования позволили снизить лучевую нагрузку при обследовании ребенка с обструктивной уропатией более чем на треть и использовать гибридную КТ-сцинтиграфию в качестве основного метода окончательной диагностики причины нарушения уродинамики у пациентов с данной патологией. Установлено, что проведение динамической сцинтиграфии почек и экскреторной урографии для выявления причины обструкции мочевыводящих путей более чем в 75% случаев не приводит к желаемому результату и требует дальнейшего дообследования, еще более увеличивающего лучевую нагрузку. При выраженном сужении пораженного отдела мочеточника гибридная КТ-сцинтиграфия не позволяет точно определить протяженность стриктуры, в этом случае обследование ребенка завершается ретроградной уретеропиелографией.

Положения, выносимые на защиту:

1. У детей с обструктивными уропатиями после проведения экскреторной урографии и динамической нефросцинтиграфии необходимость в дальнейшем уточнении причины нарушения уродинамики возникает более чем в половине случаев.

2. Преимуществами гибридной КТ-сцинтиграфии по сравнению с традиционной КТ-урографией является меньшая эффективная доза и отсутствие потенциального риска получения неинформативного заключения.

3. С целью получения максимального объема диагностической информации при ограниченной лучевой нагрузке необходимо использовать различные протоколы гибридной КТ-сцинтиграфии применительно к конкретной клинической ситуации.

4. Суждение о функциональном состоянии почечной паренхимы у детей с обструктивными уропатиями и определение степени нефросклероза должно основываться на результатах статической нефросцинтиграфии.

Апробация диссертационной работы

Материалы диссертационного исследования были представлены на конгрессах «Инновационные технологии в педиатрии и детской хирургии» (25-26.10.2012, РФ, г.Москва), Европейского общества ядерной медицины в 2012 (Италия, г. Милан, EANM'12 Congress 27-31.10.2012) и 2013 гг. (Франция, г. Лион, EANM'13 Congress 19-23.10.2013), а также на заседании научно-клинической конференции и совета по апробациям кандидатских диссертаций ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации 05.06.2017.

Внедрение результатов работы

Результаты диссертационной работы внедрены в клиническую практику ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации. На описанную методику получен патент №2562326 «Способ визуализации почечной лоханки, верхнего, среднего, приустьевого, интрамурального отделов мочеточника, с помощью ОФЭКТ-КТ диагностической системы у взрослых и детей с обструктивными уропатиями» от 21 июля 2014 года.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, включая 3 статьи в российских рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 166 страницах машинописного текста и состоит из: введения, трех глав (разделенных на подпункты), заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы. Библиографический указатель включает 123 ссылку (из них отечественных – 48, зарубежных – 75).

В качестве иллюстраций в диссертации приведены: 13 таблиц, 25 рисунков.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ОБСТРУКТИВНЫХ УРОПАТИЙ У ДЕТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Термин «обструктивные уропатии» (ОУ) подразумевает под собой комплекс структурно-функциональных изменений почечной паренхимы, преимущественно тубулоинтерстициального типа, которые развиваются вследствие нарушений пассажа мочи функционального или органического генеза на уровне чашечно-лоханочного, лоханочно-мочеточникового, пузырно-уретерального сегментов или являются следствием инфравезикальной обструкции [1]. Распространенность ОУ у детей составляет 1-5,4% всей детской популяции в Российской Федерации [24]. Наиболее тяжелыми видами ОУ являются гидронефроз и уретерогидронефроз. Гидронефроз часто протекает бессимптомно, и в 12-40% случаев впервые диагностируется при появлении артериальной гипертензии или при развитии хронической почечной недостаточности (ХПН) [36; 55; 99]. Ведущая роль в развитии указанных осложнений принадлежит нарушениям уродинамики верхних мочевых путей (ВМП) [44]. Своевременное выявление нарушений внепочечного оттока является определяющим фактором успешного лечения данной категории пациентов [79; 102].

Несмотря на значительные успехи в ранней диагностике гидронефроза и уретерогидронефроза у детей, точность современных лучевых диагностических методик не превышает 85% [17; 101].

1.1 Определение гидронефроза и уретерогидронефроза, классификация

Гидронефроз (ГН) – заболевание, характеризующееся прогрессирующим расширением чашечно-лоханочной системы (ЧЛС), вследствие нарушения оттока мочи в пиелоуретеральном сегменте, которое может быть обусловлено следующими причинами: 1) врожденным сужением лоханочно-мочеточникового сегмента (ЛМС); 2) высоким отхождением мочеточника от лоханки; 3) уретеровазальным конфликтом в данной области (в том числе из-за наличия

добавочного сосуда); 4) наличием конкремента в просвете ЛМС; 5) клапаном в зоне ЛМС; 6) сегментарной нейромышечной дисплазией ЛМС [23; 36].

Согласно классификации, предложенной Н.А. Лопаткиным (1969, дополненная в 1978 году) выделяют 3 стадии развития гидронефроза:

1 стадия (начальная) – расширение только лоханки (пиелоектазия) с незначительным нарушением функции почки;

2 стадия (ранняя) – расширение не только лоханки, но и чашечек (гидрокаликоз), уменьшение толщины паренхимы и значительное нарушение ее функции;

3 стадия (терминальная – А и Б, в зависимости от степени нарушения канальцевой функции и величины артериального давления) – резкая атрофия паренхимы почки при значительной дилатации собирательной системы.

В странах Западной Европы и США наиболее распространена классификация гидронефроза у детей, предложенная Обществом Фетальных Урологов (Society of Fetal Urology, 1993), в основу которой положены сонографические данные, учитывающие расширение лоханки, деформацию чашечек и степень истончения паренхимы [66]. Согласно данной классификации выделяли четыре степени поражения почки:

Степень I - лоханка едва визуализируется. Размеры почечного синуса до 10 мм.

Степень II - размеры почечного синуса более 10 мм при экстраренальной и интратренальной лоханке без дилатации чашечек, либо определяются несколько групп увеличенных чашечек наряду с расширением лоханки.

Степень III - определяются все группы увеличенных чашечек, наряду с расширением лоханки, без истончения кортикального слоя паренхимы.

Степень IV - дилатация всех чашечек с истончением кортикального слоя паренхимы.

Уретерогидронефроз (УГН) – заболевание, характеризующееся резким расширением и удлинением мочеточника на всем протяжении, в сочетании с гидронефротической трансформацией в результате функционального или

органического препятствия в дистальном отделе мочеточника, ведущим к нарушению уродинамики ВМП [35].

На сегодняшний день в литературе используется ряд терминов обозначающих УГН: атония мочеточника, дилатация мочеточника, гигантский мочеточник, мегауретер, мегадолихоуретер, гидроуретер, ахалазия, нейромышечная дисплазия [26].

Согласно международной классификации, предложенной M.Smith с соавт. (1977 год), в соответствии с особенностями нарушения уродинамики в расширенном мочеточнике, выделяют три типа мегауретера [99]:

1. рефлюксирующий;
2. обструктивный;
3. нерефлюксирующий – необструктивный;

Мегауретер в данных группах подразделяется на первичный и вторичный.

М.Д. Джавад-Заде, пользуясь данными рентгентелескопии и уретероманометрии, а также принимая во внимание этиологические факторы, у взрослой группы пациентов выделяет 4 стадии мегауретера [47]:

1 стадия – функция почки и сократительная способность мочеточника нормальны, возможна легкая гиперкинезия, незначительное расширение мочеточника в дистальном отделе.

2 стадия – умеренное снижение функции почки, повышение базового давления, гиперкинезия, увеличение диаметра мочеточника до 1,5 см, определяются антиперистальтические сокращения мочеточника.

3 стадия – функция почки значительно снижена, базовое давление в мочеточнике может быть как повышенным, так и сниженным, наблюдается снижение моторной активности мочеточника по всем параметрам, асинхронность сокращений, рентгенологически мочеточник значительно удлинен с петлеобразными изгибами, резко расширен, достигает двух и более сантиметров в диаметре.

4 стадия – характеризуется тяжелыми морфологическими и функциональными нарушениями, функция почки резко снижена или полностью отсутствует. В случае двустороннего процесса при третьей и 4 стадии развивается хроническая почечная недостаточность [16].

1.2. Диагностика гидронефроза и уретерогидронефроза

1.2.1. Клинико-anamнестическое исследование

Клинические проявления ГН и УГН многообразны, зависят от стадии и причины обструкции мочевых путей [35].

Клиническая картина гидронефроза крайне маловыражена и довольно часто может протекать бессимптомно. При одностороннем ГН отмечаются жалобы на тупые ноющие боли на стороне поражения. Вероятны также макро- и микрогематурия и повышение артериального давления [85]. При остром нарушении оттока мочи с выраженной обструкцией ЛМС, могут проявиться симптомы почечной колики (приступообразная боль, тошнота, рвота). При двустороннем ГН наблюдаются жалобы, обусловленные нарастающим нарушением функции почек и азотемией [2].

Болевой синдром при УГН у детей имеет место в 17,7-53%, лейкоцитурия и протеинурия – 18,3-19,0%, гематурия – 2,7-27,6%, дизурические явления – у 11,7-73,3% больных. Осложнения в виде хронического пиелонефрита встречаются в 74% , ХПН – в 3-40% случаев [23; 26; 36].

Согласно данным литературы, на начальных и ранних стадиях ГН и УГН результаты физикального обследования мало или вовсе неинформативны. Лишь по мере прогрессирования заболевания, что характеризуется усугублением ретенционных изменений ВМП и ухудшением функционального состояния почечной паренхимы, проявляется симптоматика, которая способствует правильной диагностике ОУ [35].

Пальпация почек и живота не позволяет точно диагностировать ГН и УГН. Только при терминальной стадии гидронефроза, которая, в большинстве случаев,

сопровождается выраженной дилатацией ЧЛС, пальпаторно определяется объемное образование в соответствующей половине живота. Патогномоничные аускультативные и перкуторные признаки гидронефроза отсутствуют [35].

1.2.2. Ультразвуковое исследование

Ультразвуковое исследование (УЗИ) – инструментальный метод диагностики, основанный на регистрации ультразвуковых волн от тканей и органов организма, обладающих различным акустическим сопротивлением. Широкое распространение УЗИ в медицинской практике началось с 70-х годов прошлого века, а с конца 80-х – стало неотъемлемой частью обследования у детей с заболеваниями почек и мочевых путей, а также оптимальным методом ante- и постнатального скрининга [89; 105]. Последнее, в первую очередь связано с тем, что сонография не несет лучевой нагрузки на ребенка, неинвазивна и безболезненна.

В детской урологии, общепринятыми показаниями для проведения УЗИ являются: антенатально выявленные аномалии мочевыделительной системы (МВС), гипертермия без катаральных явлений, дизурические нарушения, изменения в анализах мочи, болевой абдоминальный синдром или синдром пальпируемой опухоли живота [5; 94; 103].

Для проведения сонографии у детей наиболее распространены линейные (диапазон частот 3,5-15 МГц), конвексные (2-7,5 МГц) или микроконвексные ультразвуковые датчики [13; 37; 55].

Исследование почек и мочевых путей принято проводить полипозиционно с продольным и поперечным сканированием в сагиттальной и фронтальной плоскостях. При сонографии почек оценивают их размеры, форму и контуры, эхогенность и толщину паренхимы, ее дифференцировку на корковый и мозговой слои, размеры ЧЛС, наличие эхо-позитивных включений или теней как в паренхиме, так и в коллекторной системе [37; 95].

На сегодняшний день нет единых представлений о границах нормальных размеров почки. В нашей стране широкое распространение получила таблица возрастных норм у детей, представленная И.В. Дворяковским и соавт [14], в которой размеры почки соотносятся с ростом ребенка. Однако, ряд авторов считают обязательным при определении размеров почки учитывать не только рост, но и возраст ребенка. Так, в работе А.Ю. Васильева и соавт. для расчета длины почки приводится формула $L = 62 + 3 \times (n - 1)$, где L – нормальная длина почки в мм, n – возраст ребенка в годах [5]. Недостатком указанного расчета другие авторы считают то, что последний не учитывает различную степень физического развития у детей одного и того же возраста [6]. Кроме анатомических размеров почки, возможно определение ее объема с помощью простой формулы: $V = 0,523 (A \times B \times C)$, где A – длина, C – толщина, B – ширина почки на уровне почечных ворот [37]. Как отмечает М.И. Пыков и соавт [37], полученное произведение соответствует массе почек в граммах, так как удельный вес почечной ткани приближается к единице. В норме масса одной почки у ребенка должна строго соответствовать 0,2-0,3% от массы тела.

При оценке состояния почечной паренхимы на сонограммах определяют толщину и степень ее дифференцировки на корковый и мозговой слой. В норме, толщина паренхимы у детей 1-6 месяцев варьирует в диапазоне 8-11 мм, 7-12 месяцев – 9-12 мм, 1-3 лет – 11-13 мм, 3-6 лет – 13-14 мм, 6-12 лет – 13-16 мм, у подростков – 16-17 мм [6]. Изменения паренхимы при гидронефрозе характеризуются постепенным (в зависимости от стадии процесса) ее истончением, повышением эхогенности и сглаживанием кортико-медуллярной дифференцировки. Необходимо отметить, что ряд авторов указывает на низкую чувствительность УЗИ в определении состояния почечной паренхимы, особенно на ранних стадиях дефицита ее жизнеспособности [28; 75; 115]. Кроме этого, УЗИ не позволяет определить объем функционирующей почечной паренхимы [48]. Согласно современным взглядам, получить наиболее точное представление о

функциональной способности почечной ткани позволяют радионуклидные методы – в первую очередь статическая нефросцинтиграфия [59].

Наиболее важным фактором при подозрении на ОУ является определение размеров ЧЛС. В норме, при внутрипочечном расположении лоханки у детей раннего возраста, толщина ее просвета не превышает 3 мм, у 4-5 летних детей – 5 мм, в пубертатном возрасте – до 7 мм. При экстраренальном и смешанном типе лоханки данные значения составляют 6, 10 и 14 мм соответственно. Оценка стенок лоханки на сонограммах бывает часто невозможна на фоне других гиперэхогенных структур ворот почки [37].

Некоторые авторы указывают на недостаточную информативность УЗИ в выявлении дилатации ЧЛС. Так, в работе Еникеева М.Э., чувствительность и специфичность метода составляли 85% и 46% соответственно [17]. Более того, известны факторы, способные повлиять на размер почечной лоханки, тем самым приводящие к ложноположительному заключению об обструкции ВМП, а именно: перерастяжение мочевого пузыря, увеличение потока мочи (действие диуретиков, контрастных веществ, диабетическая полиурия, гипергидратация), атония лоханки при острых воспалениях, кистозные изменения в почке и др. [80].

На этапе уточняющей диагностики ОУ, информативность метода очень сильно варьирует в зависимости от причины нарушения уродинамики. С наиболее сильной стороны УЗИ проявляет себя в диагностике конкрементов почек и мочевых путей – чувствительность и специфичность по данным разных авторов достигает 88-93% и 90-95% соответственно [5; 6; 72]. Однако стоит отметить, что приведенные высокие показатели справедливы только при диаметре камней более 5 мм. Ложноотрицательные результаты при нефро- или уретеролитиазе наиболее часто встречаются при попытке визуализации мелких конкрементов или камней плоской формы, которые по плотности приближаются к изображению чашечных структур и почечного синуса [3].

УЗИ достаточно информативно в диагностике уретеро-вазальных конфликтов – по данным разных авторов чувствительность составляет 72-92%,

специфичность – 85-89% [3; 14; 17; 72]. Последнее достигается за счет использования режимов импульсной эходопплерографии и цветового доплеровского картирования, при которых возможно определить не только дополнительные почечные сосуды, но и выявить гемодинамические нарушения в почке. В случае гидронефротической трансформации на сонограммах определяется повышение периферического артериального сосудистого сопротивления, регистрация паренхиматозного кровотока со снижением его диастолического компонента, а также скорости и амплитуды доплеровских сигналов [72]. Диагностическая точность эходопплерографии при ОУ снижается в случае частичной или преходящей обструкции, а также при лечении нестероидными противовоспалительными препаратами [14].

При оценке состояния мочеточников на сонограммах возникают серьезные ограничения. В норме средние значения диаметра мочеточника у детей грудного возраста находятся в диапазоне 3-4 мм, возрастом 3-6 лет – 3,6-4,3 мм, 6-9 лет – 4,3-4,6 мм, 9-12 лет – до 5 мм [76]. Проследить ход нерасширенного мочеточника на сонограммах в большинстве случаев не удастся. Это обстоятельство оборачивается неэффективностью УЗИ как метода уточняющей диагностики у детей с гидронефрозом – получить картину стриктуры ЛМС и оценить ее протяженность не представляется возможным (специфичность не превышает 46%)[17; 23]. Широко используемая в данной ситуации проба с фуросемидом (или фармакоультразвуковое исследование) позволяет лишь дифференцировать органическую или функциональную обструкцию на этом уровне, но не повысить качество изображения пиелоуретерального сегмента. Кроме этого, фуросемидный тест противопоказан у детей с третьей стадией гидронефроза, так как может спровоцировать некупируемую почечную колику [37].

В случае *первичной* диагностики мегауретера УЗИ демонстрирует высокую эффективность, что обусловлено усилением акустического сигнала от расширенных мочеточников, особенно в их дистальной и проксимальной части (в средней трети визуализация часто затруднена из-за интерпозиции газа в петлях

кишечника). Однако, как и в случае гидронефроза, метод малоинформативен на этапе уточняющей диагностики, что в первую очередь связано с трудностями оценки уретерovesикального соустья. Последние имеют место в силу малого диаметра предпузырного отдела, а также необходимостью добиться тугого наполнения мочевого пузыря, что обычно затруднительно у детей раннего возраста [73].

1.2.3. Динамическая нефросцинтиграфия

Динамическая нефросцинтиграфия (ДНСГ) – радионуклидный метод, основанный на регистрации транзита и накопления нефротропного короткоживущего радиофармпрепарата в почках и мочевых путях путем динамической записи на гамма-камере.

Динамическая НСГ, история применения которой в клинической практике насчитывает более шести десятилетий, предоставляет диагностическую информацию о секреторно-экскреторной суммарной и отдельной функции почек, их кровоснабжения, уродинамике, анатомо-топографических особенностях почек и мочевых путей [40].

На сегодняшний день известен ряд РФП, которые могут быть использованы для проведения динамической нефросцинтиграфии, при этом особенности ренального трансфера того или иного радиоиндикатора определяют специфику и информативность заключения ДНСГ [43; 114].

С помощью препаратов, выведение которых обеспечивается за счет сосудистых клубочков, возможно определить анатомо-топографические особенности почек, оценить скорость суммарной и отдельной клубочковой фильтрации. Наиболее известным гломерулотропным радиоиндикатором является ^{99m}Tc -ДТПА (диэтилентриаминпентауксусная кислота, меченная ^{99m}Tc), который является единственным визуализируемым РФП для определения скорости клубочковой фильтрации (к РФП, по которым возможно определить СКФ лабораторными методами относят ^{51}Cr -ЭДТА и ^{125}I -иоталамат) [25; 114].

Несмотря на уникальную способность данного РФП в оценке СКФ и простоту его приготовления, ^{99m}Tc -ДТПА обладает низкой степенью связи с белками плазмы, медленной ренальной экстракцией при значительном перераспределении в межклеточном пространстве с повторным поступлением в кровотоки. В этой связи, при оценке сцинтиграмм наблюдается низкое отношение почечной «активности» к фоновому накоплению, а при наличии у пациента ХПН, сопровождающейся водно-электролитными нарушениями, может наблюдаться непрогнозируемое замедление транзита радиометки [40; 42].

Основными тубулотропными агентами являются ^{123}I - или ^{131}I -гиппурат, ^{99m}Tc -этилендицистеин, ^{99m}Tc -метилдифосфат и ^{99m}Tc -меркаптоацетилтриглицерин (^{99m}Tc -МАГЗ). Применение ^{123}I - или ^{131}I -гиппурата при ДНСГ в настоящее время признано нецелесообразным. В случае с ^{123}I -гиппурата это связано с дорогим циклотронным производством, а при ^{131}I -гиппурата – высокой лучевой нагрузкой [114]. ^{99m}Tc -этилендицистеин обладает более высоким клиренсом чем ^{99m}Tc -МАГЗ, однако не доступен на отечественном рынке РФП [62]. ^{99m}Tc -метилдифосфат, одновременно тропный к почечной и костной тканям, в РФ практически недоступен. Сравнительно новый препарат ^{99m}Tc -НТА (нитрилтриуксусная кислота) – клиренс которого эквивалентен ^{123}I -гиппурату, а накопление в желчевыводящей системе, в отличие от ^{99m}Tc -МАГЗ, практически отсутствует, – в нашей стране не зарегистрирован [39].

Таким образом, наибольшее распространение в мировой практике получил ^{99m}Tc -МАГЗ. Основным путем трансфера через нефроны ^{99m}Tc -МАГЗ служит канальцевая секреция, которая, в отличие от клубочковой, меньше зависит от водно-электролитного статуса и гемодинамики. Другим преимуществом перед гломерулотропными препаратами является высокая ренальная экстракция и тропность к белкам плазмы, что обеспечивает лучшее качество сцинтиграфического изображения и воспроизводимость результатов [25]. В литературе существуют различные рекомендации по выбору оптимальной

диагностической активности вводимого РФП. Так, согласно С.П. Миронову и соавт. у детей до 7 лет рекомендуемая активность составляет 74 МБк, 8-12 лет – 100 МБк, у подростков – 120 МБк [29]. В работе Д.К. Фомина и соавт. приводятся данные о том, что адекватная оценка ЧЛС почек может быть достигнута и при использовании меньших активностей ^{99m}Tc -МАГЗ (37 МБк для детей до 7 лет, 7-12 лет - 45 МБк, 8-18 лет 54 МБк), однако для уверенной визуализации мочеточников требуется увеличение активности РФП, а именно: для пациентов до 6 лет - 74 МБк, 7-12 лет - 89 МБк, у подростков – 109 МБк [42]. Необходимо также отметить, что на территории стран Евросоюза могут применяться еще более высокие активности: у детей до одного года – 73 МБк, у детей 2-5 лет 140 МБк, 6-10 лет 230 МБк, у подростков – до 370 МБк [64]. Эффективная эквивалентная доза находится в диапазоне 0,022-0,12 мЗв/МБк [113].

ДНСГ проводится с помощью гамма-камеры, в положении ребенка сидя или лежа в зависимости от возраста, детектор устанавливают параллельно вертикальной оси почек. Энергетический диапазон регистрации излучения составляет 140 кЭв (что соответствует фотопику ^{99m}Tc), при ширине окна 20-25%. Продолжительность динамической съемки, в зависимости от протокола исследования может составлять 10-25 минут (в отечественной практике чаще 20 минут), скорость записи обычно составляет 1-5 секунд на кадр [114]. Результатом ДНСГ является получение серий последовательных сцинтиграмм с изображением почек в различные временные интервалы. Анализ полученных сцинтиграмм осуществляют как визуально, так и с построением кривых «активность-время» (ренограмм). На ренографической кривой условно выделяют три сегмента – сосудистый (40-60 секунд с момента болюсного введения РФП), секреторный (участок кривой вплоть до достижения ее максимума) и экскреторный (от момента достижения максимальной «активности» до конца записи)[71].

Анализ сосудистого сегмента кривых «активность-время», при построении зон интереса над обеими почками и брюшной частью аорты, позволяет провести отдельную оценку ренальной перфузии (ангиосцинтиграфия почек).

Определение почечного кровотока осуществляют путем сравнения амплитуды их кривых с динамикой радиоактивности в области брюшной аорты. В норме скорость изменений амплитуды ангиограмм обеих почек одинакова, с одновременным достижением пика и незначительным отставанием от кривой с области аорты (не более двух секунд). При этом показатель T_{max} – время достижения максимума ангиограммы составляет 4-9 секунд. Кроме того, возможен расчет относительного индекса перфузии, равный процентному отношению амплитуды ангиосцинтиграммы на 5 секунде с момента начала поступления РФП в ту или другую почку к сумме этих амплитуд. У пациентов с односторонним стенозом почечной артерии визуально определяются различия в степени перфузии и задержка появления изображения одной из почек на серии ангиосцинтиграмм. Важно отметить, что объективная оценка почечного кровотока на сцинтиграммах возможна только в случае симметричного расположения почек, но не достоверна в случае нефроптоза [25].

Секреторная функция почки оценивается на основании интенсивности включения РФП в почку в первые три минуты записи, а также по скорости подъема секреторного сегмента ренографической кривой и фиксации радиометки в ЧЛС. В норме пик ренограммы находится в 3-5 минутном интервале времени после инъекции РФП, высота подъема кривых носит симметричный характер. О нарушении секреторной функции почки свидетельствует сглаживание пика и снижение амплитуды ренограмм, уменьшение ее секреторного сегмента [18; 25]. Необходимо отметить, что многие авторы отмечают неоднозначность оценки секреторной функции почки посредством ДНСГ, т.к. указанные характеристики сильно зависят от скорости сосудисто-почечного транзита, величины сердечного выброса и могут сильно колебаться у подростков [28; 40; 48]. Оценка очагов гипофиксации РФП в проекции паренхимы почки на сцинтиграммах не отражает истинную картину нефросклероза. Так, в работе [40] выявленные на динамическом исследовании «очаги нежизнеспособности почечной ткани» в 44% случаев не нашли своего подтверждения на статической нефросцинтиграфии. Для

оценки функции одной почки относительно другой в литературе широко используется показатель дифференциальной почечной функции (DRF) [28; 114]. Данный показатель может быть рассчитан как на основании результатов динамической, так и статической сцинтиграфии (методика приводится в следующем разделе). В настоящее время расчет DRF осуществляется автоматически путем соответствующего программного обеспечения на основе регрессионных методов оценки наклона прямых (Рутланда-Патлака, метод наклона и др.) [59; 111; 114].

Выделительная функция почки определяется визуально (по скорости очищения ЧЛС), на основании формы и симметричности кривых «активность-время» при построении зоны интереса над всей почкой, а также значения периода полувыведения РФП ($T_{1/2}$), который соответствует времени снижения высоты ренографической кривой на 50%. При использовании ^{99m}Tc -Технемаг в норме $T_{1/2}$ не превышает 12 минут. При невозможности определения $T_{1/2}$ на кривых «активность-время», что регистрируется при обструктивных нарушениях уродинамики, высчитывают выведение РФП за время исследования, а результат выражают в процентах.

В зависимости от длительности задержки выведения РФП из почек, принято выделять три степени нарушения выделительной функции [25].

1 степень – умеренные нарушения выделительной функции почки, при $T_{1/2} \leq 20$ минут, выведение РФП за время исследования $\geq 50\%$.

2 степень – нарушения выделительной функции средней степени выраженности, когда $T_{1/2}$ на кривых «активность-время» не определяется, выведение РФП за время исследования составляет 30-49% от максимальной «радиоактивности» почки.

3 степень – выраженные нарушения выделительной функции, когда $T_{1/2}$ на кривых «активность-время» не определяется, выведение РФП за 20 минут $\leq 29\%$.

В зависимости от причины, в отечественной литературе выделяют следующие типы задержки выведения радиометки из почки [4]:

- паренхиматозная, когда нарушение выделительной функции почки обусловлены замедлением транспорта РФП через кортикальные отделы;
- задержка оттока РФП, вследствие замедления эвакуации препарата из полостной системы почки;
- смешанная, когда нарушения выделительной функции почки обусловлены как замедленным кортикальным транзитом препарата, так и задержкой его оттока из собирательной системы.

Важным преимуществом динамической сцинтиграфии почек перед УЗИ и ЭУ является возможность определения нарушений уродинамики в отсутствие видимого расширения полостной системы почки [65]. Так согласно работе [58] точность НСГ в регистрации наличия факта нарушения уродинамики составляет 100%.

Для выявления резервных возможностей пораженной почки и оценки состояния ВМП применяется диуретическая проба, которая дает возможность дифференцировать обструктивный и необструктивный типы нарушения уродинамики [25]. Существует три варианта введения диуретика: за 15 минут до инъекции, одновременно с радиометкой, или через 20 минут после инъекции РФП. В случае недостаточного опорожнения собирательной системы почки, через 50-60 минут после инъекции РФП и вертикализации пациента, выполняют отсроченную динамическую (минимальное время записи 2 минуты) или статическую запись [71]. При анализе кривых «активность-время» рассчитывают время полувыведения РФП из почки ($T_{1/2}$): $T_{1/2} < 10$ минут свидетельствует об отсутствии ОУ, $T_{1/2}$ превышающее 20 минут означает выраженную обструкцию.

В силу малого разрешения матрицы, используемой при записи исследования, ДНСГ дает ограниченное представление о состоянии мочеточников. Так высказаться о степени расширения в случае мегауретера, протяженности стриктуры ЛМС при гидронефрозе или наличии конкремента в том или ином отделе мочеточника, не представляется возможным. Прямых

сцинтиграфических признаков уретеровазального конфликта в литературе также не приводится [25; 101].

Таким образом, анализируя диагностические возможности динамической НСГ у детей с ОУ можно сделать вывод, что специфика записи изображения с одной стороны позволяет определить даже легкие нарушения уродинамики (что невозможно при ЭУ и УЗИ), при этом демонстрируя спорные результаты в оценке жизнеспособности почечной паренхимы, и, что самое существенное, не позволяет определить собственно причину обструкции верхних мочевых путей.

1.2.4. Статическая нефросцинтиграфия

Статическая нефросцинтиграфия почек (НСГ) применяется с 80-х годов прошлого века для оценки состояния почечной паренхимы. Особенный интерес к данному методу существовал в сфере первичной диагностики объемных образований почек, однако только до той поры, пока УЗИ не вошло в повсеместное использование у клиницистов. Последнее связано с тем, что при НСГ невозможно провести дифференциальную диагностику объемных образований почек, а только судить об их наличии при регистрации очага гипофиксации на сцинтиграмме [25; 40].

Наиболее распространенным РФП для проведения НСГ является ^{99m}Tc -ДМСА (димеркаптоянтарная кислота, меченная ^{99m}Tc), которая медленно экскретируется почками (посредством гломерулярной фильтрации - 35% и клубочковой секреции - 65%) [114]. Таким образом, принципиальным отличием статической от динамической нефросцинтиграфии является возможность оценить изображение почки в интервале от одного до 6 часов после инъекции РФП. Длительная фиксация ^{99m}Tc -ДМСА принципиально меняет пространственное разрешение получаемого изображения, что дает возможность визуализировать даже мелкие очаги гипофиксации РФП. Последнее достигается за счет регистрации большого количества импульсов и, следовательно, возможности

использовать матрицу 256x256 или 512x512. В этой связи, для оценки функционального состояния почки предпочтение отдается статической сцинтиграфии с ^{99m}Tc -ДМСА, нежели динамической сцинтиграфии с ^{99m}Tc -ДТПА [98].

Кроме ^{99m}Tc -ДМСА для проведения СНСГ возможно использование ^{99m}Tc -глюкогептоната, 10-15% от введенной активности которого длительно накапливаются в почечных канальцах [114].

Эффективная доза метода составляет 0,4-1 мЗв [97], данных о наличии осложнений в литературе не приводится.

При оценке полученных через 1-6 часов после введения РФП сцинтиграмм определяют анатомо-топографические особенности почек – их размеры, положение, форму, контуры, а также интенсивность и равномерность включения радиометки в паренхиму. В норме изображение почек характеризуется бобовидной формой, ровными контурами, с интенсивной и равномерной фиксацией радиоиндикатора в паренхиме. При патологии может иметь место как увеличение (викарная гипертрофия), так и уменьшение (в сочетании с пониженным накоплением РФП отражает нефросклероз) изображения почки; неравномерное накопление радиоиндикатора может носить как очаговый (локальный), так и диффузно-очаговый характер, и встречаться при объемных образованиях или нефросклерозе; сниженная фиксация РФП с равномерным распределением «активности» может наблюдаться при стенозе почечной артерии различной этиологии [25; 97].

В литературе существуют несколько методик расчета объема активно функционирующей ренальной паренхимы. В странах Западной Европы и США одной из наиболее распространенных является вычисление показателя раздельной функции почки (DRF) через два часа после введения РФП. Для этого сравнивают захват радиометки одной почкой относительно обеих почек, принимая накопление РФП в обеих за 100%. Так, DRF левой почки возможно вычислить по простой формуле:

$$DR_{\text{Лев. почки}} = \frac{LROI}{LROI+RROI} \times 100\%,$$

где LROI – захват РФП левой почкой, RROI – захват РФП правой почкой. В норме указанный показатель составляет 45-55% [111]. Ряд авторов отмечают неправомерность такого расчета в случае симметричного поражения почек, или у больных с единственной почкой [28; 40].

Известны и другие расчетные методики определения объема функционирующей паренхимы каждой почки, например, путем вычисления индекса интегрального захвата (ИИЗ), отражающего накопление РФП каждой почкой в отдельности с учетом активности введенного в кровоток радиоиндикатора. Благодаря этому становится возможной оценка жизнеспособности почечной паренхимы как при двусторонних поражениях почек, так и у больных с единственной почкой [40]. Кроме этого, в литературе приводятся данные о зависимости величины ИИЗ от причины нарушения уродинамики при ОУ. Так И.Е. Смирнов и соавт. [38] на основании результатов СНСГ с ^{99m}Tc -ДМСА выполненной у 51 ребенка с гидронефрозом установили, что у детей со стенозом ЛМС характерно более значимое снижение ИИЗ, нежели в случае обструкции, вследствие уретеровазального конфликта.

В интегральном алгоритме обследования детей с ОУ, СНСГ занимает прочную, но ограниченную позицию. С одной стороны, статическая нефросцинтиграфия признается наиболее эффективной в оценке состояния жизнеспособности почечной паренхимы, особенно на ранних стадиях уродинамических нарушений [31; 69; 88]. Так, например, в работе [115] приводится сравнительный анализ эффективности обнаружения рубцового поражения почек посредством УЗИ и статической нефросцинтиграфии с ^{99m}Tc -ДМСА. Было показано, что СНСГ позволила выявить рубцовое поражение почек в 35% случаев, при которых на сонограммах какие-либо патологические изменения почечной паренхимы отсутствовали. В работе [82] также отмечается меньшая информативность сонографии по сравнению со СНСГ при выявлении

склеротических изменений почечной паренхимы (чувствительность и специфичность УЗИ составила 61% и 66%, СНСГ – 88% и 84% соответственно). С другой стороны, в литературе приводятся данные о том, что чувствительность СНСГ в определении жизнеспособности почечной паренхимы на двухчасовом скане может снижаться в случае значительной обструкции на уровне ЛМС, за счет длительной задержки РФП в собирательной системе почки [123]. Кроме этого, в силу специфики метода, СНСГ, как впрочем, и динамическая сцинтиграфия почек, не дает информации о причине нарушения оттока мочи у детей с ОУ.

1.2.5. Экскреторная урография

Экскреторная урография (ЭУ) – рентгенологический метод, позволяющий оценить анатомическое состояние почек и мочевых путей, а также (в зависимости от скорости выведения рентгенконтрастного вещества за фиксированные временные интервалы) косвенно судить о выделительной функции почек [21]. Согласно рекомендациям национального руководства по лучевой диагностике в педиатрии [5] показаниями к проведению ЭУ у детей являются: наличие или подозрение на ОУ, а также врожденные аномалии развития МВС. Выполнение ЭУ противопоказано у детей возрастом менее двух недель, при наличии почечной недостаточности или систолического АД менее 70 мм. рт. ст., а также в случае непереносимости йод-содержащих препаратов.

Суть процедуры ЭУ заключается в выполнении серии рентгеновских снимков в фиксированные интервалы времени. Существуют различные варианты проведения съемки – в горизонтальном положении на спине, в положении лежа на животе (для одномоментного контрастирования мочеточников на всем протяжении), а также в боковых и косых проекциях (для оценки состояния ЧЛС с различных точек зрения). При подозрении на нефроптоз выполняют рентгенограммы с переводом больного из горизонтального в вертикальное положение [21].

В начале исследования проводится нативная обзорная урограмма, позволяющая оценить наличие теней в почках и мочевых путях, отображающих конкременты. Информативность нативного снимка в диагностике нефро- и уретеролитиаза напрямую связана с величиной и химическим составом конкрементов. Так самое отчетливое изображение дают оксалатные камни, имеющие наибольшую рентгеновскую плотность, менее отчетливое – фосфатные, уратные и цистиновые конкременты; белковые, холестериновые и ксантиновые камни являются рентгенонегативными [5; 21]. Другими факторами, приводящими к ложноотрицательной диагностике конкрементов при ЭУ является их диаметр менее 5 мм, а также наложение на изображение теней ребер или кишечного содержимого. В силу приведенных обстоятельств данные различных источников о чувствительности и специфичности ЭУ в диагностике конкрементов варьируют в широком диапазоне – от 44% до 90% [17; 86] и 73-93% [54; 86; 100] соответственно.

Следующим этапом проведения ЭУ является в/в введение рентгенконтрастного средства (РКС). У детей при выборе контрастного вещества на сегодняшний день отдают предпочтение неионным РКС, в силу их меньшего нефротоксического воздействия. В литературе описаны различные варианты ЭУ, отличающиеся скоростью и объемом вводимого РКС (традиционная, высокоскоростная, высокообъемная и инфузионная), однако в настоящее время предпочтение отдают введению больших объемов контрастного препарата с максимально возможной скоростью введения [21]. Снимок, выполненный после введения РКС (нефрограмма) отражает нефрографическую фазу, на которой оценивают интенсивность и равномерность контрастирования теней почек. Запоздалое контрастирование тени почки по сравнению с контралатеральной стороной расценивают как отражение сниженной жизнеспособности почечной паренхимы. Усиление плотности нефрограммы в течение всего исследования при одновременном отсутствии контрастирования ЧЛС, может иметь место при острой обтурации мочеточника или ушибе почки. Снижение интенсивности

нефрограммы характерно для воспалительных заболеваний почек. Рентгенологическая картина хронического пиелонефрита или поликистоза характеризуется неравномерным контрастированием почечной паренхимы, а наличие участков повышенной плотности – злокачественным опухолям почки [21].

Для получения изображения ВМП последующие урограммы выполняют через 5-7, 12-15 и 20-25 минут после введения РКС. О снижении эвакуаторной функции почки судят на основании времени появления контрастного средства в мочеточниках (в норме – не более 15 минут). По данным разных авторов, при наличии выраженных нарушений уродинамики отсроченные снимки могут проводиться от одного, вплоть до четырех часов после контрастирования. Чувствительность ЭУ в выявлении расширенной ЧЛС составляет 77-81%, специфичность – 36-39% [17; 23].

Косвенным признаком наличия дефицита почечной паренхимы является увеличение времени появления контрастного препарата в собирательной системе почки (в норме не более 7 минут). Кроме этого, для оценки состояния почечной паренхимы может быть вычислен пиело-ренальный индекс (отношение условной площади чашечно-лоханочного комплекса к условной площади почки, в норме не превышает 0,4). Для этого на урограмме проводят построение двух прямоугольников – по краям ЧЛС и по границам всей почки [5; 21].

Согласно данным литературы, оценка функционального состояния почек на основании степени и времени контрастирования чашечно-лоханочного комплекса в большой мере неоднозначна. Так, достаточное выделение почкой контрастного вещества может быть расценено только как показатель хорошей функции клубочков, а не всего аппарата мочеобразования, т.к. трехатомные йодсодержащие РКС выделяются за счет клубочковой фильтрации. Таким образом, поражение канальцев существенным образом не сказывается на степени контрастирования ЧЛС. С другой стороны, снижение или даже полное отсутствие контрастирования мочевых путей может иметь место при острой окклюзии

мочеточника, давая ложное представление о нарушении жизнеспособности почечной паренхимы [21].

Мочеточники на урограммах в норме отображаются фрагментарно в виде отдельных теневых полосок шириной 2-4 мм, которые соответствуют цистоидам в фазе диастолы. Лоханочно-мочеточниковый сегмент представлен зоной перехода лоханки в мочеточник. Брюшная часть мочеточников проходит почти параллельно позвоночному столбу, в тазовой части проецируясь на крестцово-подвздошное сочленение и, образуя кнаружи дугу, переходит в короткий косо расположенный пузырно-внутристеночный отдел.

Оценка состояния мочеточника на ЭУ у детей с ОУ обычно встречает определенные трудности. Так, часто не удается добиться ясного изображения ЛМС в случае внутрпочечного расположения лоханки, а также при выраженной гидронефротической трансформации, характеризующийся стазом РКС на этом уровне. Приведенными ограничениями можно объяснить недостаточную информативность ЭУ при определении стеноза ЛМС, а именно – чувствительность и специфичность составляют 75-83% и 39-45% соответственно [17; 26]. Визуализация интрамурального отдела мочеточника также может быть затруднена, в связи с экранированием наполненным мочевым пузырем рентгеноконтрастным веществом [81]. Ложноположительная диагностика мегауретера на ЭУ может быть в случае использования больших объемов РКС или приемом диуретиков.

При терминальных стадиях ГН и УГН, которые характеризуются отсутствием или чрезвычайно слабым контрастированием ЧЛС с пораженной стороны, информативность ЭУ ограничивается только оценкой структурного состояния ВМП контралатеральной почки [21].

При диагностике сосудистых аномалий у детей, часто приводящих к нарушению уродинамики на уровне пиелоуретерального сегмента, результаты ЭУ оказываются неинформативными в силу отсутствия значимых рентгенологических признаков уретеровазального конфликта [81]. В этих случаях

возможно выполнение почечной ангиографии, чувствительность которой в определении данной патологии составляет 88-90% [17; 56]. Тем не менее, основываясь на все большем количестве исследований посвященных эффективности и безопасности почечной ангиографии по сравнению с МР- и КТ-ангиографии, в детской урологической практике предпочтение отдается последним двум методам (чувствительность и специфичность МР-ангиографии составляет 94-97% и 90-93%, КТ-ангиографии – 90-100% и 88-99% соответственно [74; 92]).

Частота осложнений при проведении ЭУ обусловлена составом используемого РКС. Так, согласно работе [21] при введении ионных контрастных средств частота осложнений может составлять 2-10%, неионных – 2-3,1%. Наиболее часто встречаются псевдоаллергические (аллергоидные) реакции, наиболее грозно проявляющиеся в виде анафилактического шока с последующей остановкой дыхания и симптомами сердечно-сосудистой недостаточности. У пациентов с определенными факторами риска (сахарный диабет, введение больших доз РКС, одновременный прием НПВС, уровень сывороточного креатинина > 0.132 ммоль/л) возможно развитие РКС-индуцированной острой почечной недостаточности [21].

Значение эффективной дозы при проведении ЭУ зависит от возраста ребенка и количества выполненных рентгеновских снимков. При серии из 6 урограмм у детей возрастом до двух лет среднее значение ЭД составляет 1,2 мЗв, у пациентов в возрасте 2-6 лет – 2,8 мЗв, 7-12 лет – 3,2-6 мЗв [22].

Несмотря на низкую информативность ЭУ по сравнению с другими лучевыми методами диагностики почек и мочевых путей (МРТ и МСКТ) данное исследование широко применяется в детской урологии в силу низкой стоимости и доступности.

1.2.6. Ретроградная уретеропиелография и антеградная пиелоуретерография

Ретроградная уретеропиелография (РУПГ) – рентгенологическое исследование, требующее цистоскопии и предварительной катетеризации мочеточника. Актуальность и целесообразность метода в диагностике ОУ у детей в последнее время подвергается все большему сомнению. Так Енихеев и соавт. отмечает, что решение о проведении РУПГ должно быть принято только в том случае, когда другие визуализирующие методики не позволили получить качественное изображение мочевых путей на уровне обструкции. Кроме этого, согласно данным некоторых исследователей, применение РУПГ может быть целесообразно непосредственно перед и во время выполнения малоинвазивных оперативных коррекций ГН или стеноза уретеропиелоанастомоза, а также при необходимости повторного стентирования ВМП [21; 35]. Среди противопоказаний к выполнению РУПГ большинство авторов относят острые воспалительные процессы в половых органах, нижних и верхних отделах мочевой системы [23; 26; 35].

Суть метода заключается в получении в рентгеновского изображения верхних мочевых путей после ретроградного их заполнения РКС через мочеточниковый катетер. В зависимости от задач исследования мочеточниковый катетер вводят на различную высоту в мочеточник, контролируя его положение путем выполнения обзорного снимка или телевизионного монитора при наличии электронно-оптического преобразователя. При интерпретации ретроградных уретеропиелограмм оценивают анатомическое строение ВМП и характер уродинамики, о котором можно судить по степени опорожнения лоханки и мочеточника.

По данным работы [17], в которой РУПГ проводили 20 детям с расширением полостной системы почки, чувствительность метода при оценке состояния ЛМС составила 89,9%. Высокая эффективность метода также была

отмечена при диагностике рентгенонегативных камней мочеточника и объемных образований лоханки.

В свете все большего распространения и доступности современных высокотехнологичных методов визуализации (МСКТ, МРТ) частота проведения РУПГ постепенно снижается [5]. Последнее в первую очередь связано с инвазивностью исследования и, следовательно, высоким риском инфицирования ВМП с развитием острого пиелонефрита. Значение эффективной дозы при проведении ретроградной уретеропиелографии составляет 0,2-1 мЗв [22].

Антеградная пиелоуретерография (АПГ) – метод рентгенологического исследования, основанный на прямом контрастировании ЧЛС почки, осуществляемый путем введения РКС через нефростому или путем чрескожной пункции почки. Ряд авторов, при определении показаний к методу сходятся во мнении, что проведение АПГ целесообразно у больных с целью определения причины «немой» почки, а также для послеоперационного контроля состояния ЧЛС оперированной почки и мочеточника [17; 21; 36]. В послеоперационном периоде АПГ позволяет определить проходимость ВМП (что может быть основанием для решения вопроса о возможности удаления нефростомического дренажа), форму и размеры ЧЛС и их тонус, расположение конкремента и протяженность стеноза мочеточника. К противопоказаниям метода относят паранефрит, подозрение на опухоль почки и нарушение свертывающей системы крови [35].

В доступных литературных источниках конкретные данные об информативности АПГ немногочисленны, что можно объяснить сложностями в наборе репрезентативной выборки для проведения статистического анализа в связи с редкой необходимостью установки нефростомического дренажа. В работе [17], при проведении АПГ у детей с ГН чувствительность методики в оценке состояния ВМП составила 80%, специфичность – 83,3%, согласно данным Каситериди И.Г. 83% и 39% [23].

Согласно М.А. Газимиеву при выполнении ретроградной уретеропиелографии и антеградной пиелоуретрографии инфицирование мочевых путей составляет 10,3%, обострение хронических воспалительных заболеваний нижних мочевых путей – 5,1%, травмы мочевых путей – в 2,9% наблюдений [9]. Значение эффективной дозы при проведении антеградной уретеропиелографии составляет 0,2-1 мЗв [22].

1.2.7. Мультиспиральная компьютерная томография

Широкое внедрение в клиническую практику мультиспиральной рентгеновской компьютерной томографии (КТ, МСКТ) с 90-х годов прошлого века позволило значительно расширить диагностические возможности лучевых методов исследования ОУ. Принцип метода заключается в получении послойного изображения за счет разности ослабления рентгеновского излучения органами и тканями человека [46]. Как и при ЭУ, в диагностике патологий мочевыводящей системы обязательным условием проведения КТ является использование РКС, позволяющее получить качественное изображение мочевых путей.

Ряд авторов отмечают, что показания для выполнения КТ-урографии у детей должны быть строго обоснованными, т.к. величина эффективной дозы существенно выше по сравнению с другими лучевыми и радионуклидными методами диагностики мочевой системы [82; 110; 116]. Согласно работе [101] у детей с ОУ такими показаниями являются: уточнение оценки состояния ВМП в случае неинформативности УЗИ и ЭУ; определение причины нарушения уродинамики; выбор объема предстоящего или определения эффективности проведенного хирургического лечения. Противопоказания к проведению КТ схожи с таковыми для ЭУ, что обусловлено в обоих случаях в/в введением РКС, а кроме этого – значительной лучевой нагрузкой: возраст ребенка до трех месяцев, выраженное нарушение азотистого обмена или концентрационной способности почек, непереносимость йод-содержащих препаратов, печеночная

недостаточность. Относительным противопоказанием являются феохромоцитома, тиреотоксикоз и сахарный диабет [51].

Как правило, при выполнении КТ-урографии выделяют 4 фазы: 1) нативный снимок – до введения РКС; 2) артериальная фаза - непосредственно после введения рентгеноконтрастного препарата; 3) паренхиматозная фаза – через 80-100 секунд после начала инъекции; 4) экскреторная фаза – в норме через 3-5 минут после начала исследования (при ОУ от 10 минут до нескольких часов после введения контрастного средства в зависимости от степени обструкции и нарушения функции почки) [13]. Лишь некоторые авторы рекомендуют адаптировать протокол исследования в зависимости от предварительного диагноза и возникающих в этой связи конкретных задач [5; 13; 116]. Так например, у детей с подозрением на нефро- или уретеролитиаз обязательным является выполнение нативного снимка, а в случае УЗ-признаков добавочного сосуда – артериальной фазы. У детей с ОУ количество снимков, выполненных в отсроченную фазу, в каждом конкретном случае может сильно варьировать – в зависимости как от стороны поражения (одно- или двухстороннего) так и степени обструкции [77]. Последнее обусловлено отсутствием возможности определить время контрастирования пораженного отдела (или отделов при двустороннем процессе) мочевых путей, что приводит к необходимости выполнения повторных отсроченных сканов.

При необходимости визуализации кровоснабжающих почку сосудов и ее собирательной системы на одном КТ-скане предложен метод отсроченного (дополнительного) контрастирования, который заключается в двухфазном последовательном введении РКС через фиксированный интервал времени [46]. Для этого, внутривенное болюсное введение контрастного препарата осуществляют спустя 3-5 минут после струйного введения РКС в объеме 20-30% от рассчитанного на вес тела ребенка. Таким образом, удастся добиться совмещения артериальной и отсроченной фазы, что особенно ценно в случае диагностики уретеровазальных конфликтов [34], а также снизить эффективную

дозу. Кроме этого, совместить изображение кровоснабжения почки и ВМП на одном КТ-скане возможно с помощью соответствующего программного обеспечения к рабочей станции томографа [11].

Нормальная КТ-анатомия почек у детей схожа с таковой для ЭУ и УЗИ, однако в силу более высокого разрешения получаемого изображения и возможности определять количественные значения плотности ренальных структур существуют дополнительные КТ-характеристики нормы [34; 46]. Так, в отсутствии контрастного усиления плотность жировой клетчатки почечного синуса должна находиться в диапазоне 80-100 НУ, паренхимы – 30-45 НУ [96]. Плотность коркового слоя почечной паренхимы после введения контрастного вещества составляет около 140 НУ, определяется четкая кортико-медуллярная дифференцировка [34]. Нормальные характеристики ЧЛС и толщины паренхимы почки у детей аналогичны сонографическим нормам (см. раздел 1.2.2.) [75].

В артериальную фазу удается оценить кровоснабжение почки. Диаметр почечных артерий у детей грудного возраста не превышает 2,5 мм, вен – до 3,5 мм. У детей 1-3 лет диаметр почечных артерий до 4 мм, вен – до 6 мм, в возрасте 3-7 лет – до 5 и 8 мм, 8-13 лет – до 6 и 9 мм соответственно [118].

Ширина просвета мочеточника в норме не превышает 3-7 мм (в зависимости от возраста ребенка), при этом определяются три физиологических сужения (в области ЛМС, при переходе брюшной части в тазовую и перед входением в стенку мочевого пузыря) [109].

Гидронефротическая трансформация на КТ-сканах находит свое отражение в виде выраженного расширения полостной системы почки, сопровождающаяся потерей дифференцировки форниксов и истончением паренхимы. В зависимости от степени нарушения почечной функции, после введения РКС может определяться как задержка кортико-медуллярного усиления, так и контрастирования ЧЛС. При терминальной стадии ГН вследствие высокого давления в просвете собирательной системы происходит атрофия почечных сосочков и полная потеря дифференцировки медуллярных пирамид [34].

КТ-морфология вазоренального конфликта обычно характеризуется наличием добавочного сосуда, направляющегося либо к воротам, либо к нижнему сегменту почки [109]. В роли добавочного сосуда чаще всего выступает артерия, которая может отходить как от почечной артерии, так и отдельным стволом от брюшной части аорты. В случае использования методики отсроченного (согласно другим авторам – «дополнительного») контрастирования возможно получение непосредственной картины сдавления ЛМС добавочным сосудом. На отсроченных сканах косвенными признаками уретеровазального конфликта считается отсутствие или нитевидное контрастирование пиелoureтерального сегмента при практически прямом угле отхождения данного отдела мочеточника от лоханки [118]. В работах [23; 74] чувствительность и специфичность метода в диагностике уретеровазальных конфликтов у детей составляла 96-98% и 88-96% соответственно.

Стриктура ЛМС или УВС на КТ-сканах характеризуется конусовидным сужением данного отдела мочеточника, при этом дистальнее определяются отсутствие контрастирования [109]. Согласно современным исследованиям, касающихся информативности КТ в определении стриктуры на уровне ЛМС, приводятся высокие показатели специфичности и чувствительности (95-98% и 95-100% по данным разных авторов) [23; 110]. При визуализации уретерovesикального соустья информативность метода снижается (чувствительность составляет 70-88%) [87; 118]. Кроме этого, ряд авторов в случаях значительного нарушения пассажа РКС по мочевым путям отмечали необходимость выполнения дополнительных отсроченных сканов в экскреторную фазу исследования [110; 118].

Визуализация конкрементов возможна только в нативную фазу исследования, и обычно не вызывает затруднений. В случае необходимости дифференциальной диагностики конкремента и флеболитов оценивают как нативные, так и отсроченные сканы [34]. В определении конкрементов в просвете мочеточника большинство авторов признает КТ-урографию наиболее

высокоинформативным методом, что связано с высокой разрешающей способностью получаемого изображения, позволяющей различить на нативном скане даже камни малого диаметра (менее 5 мм) [119]. Так метод демонстрирует 97-100% чувствительность и 94-96% специфичность в определении конкрементов мочевых путей [61; 77; 91].

КТ-семиотика мегауретера характеризуется значительным расширением мочеточника проксимальнее места обструкции, образованием дополнительных (обычно петле- или коленообразных) изгибов, отмечается задержка его контрастирования; дистальнее области обструкции мочеточник спавшийся и плохо визуализируется. Информативность КТ-урографии в диагностике мегауретера составляет 95-100%; однако, при двустороннем процессе, когда необходимо получить изображение обоих мочеточников на всем протяжении, в случаях значительных расхождений в динамике транзита РКС авторы отмечали необходимость в проведении дополнительных отсроченных сканов [87; 101].

Таким образом, проведение МСКТ с внутривенным болюсным контрастированием предоставляет возможность определить уровень обструкции ВМП, оценить состояние собирательной системы почки, локализацию объемных образований и конкрементов. Последующая трехмерная реконструкция изображения дает точное представление о протяженности измененного участка мочеточника, позволяет визуализировать почки с максимальной анатомической точностью, оценить ход почечных артерий и особенности васкуляризации почки с меньшей инвазивностью, при эффективности сопоставимой с ангиографией [23]. Кроме этого, дополнительным преимуществом МСКТ является возможность виртуальной эндоскопии. Так, в работе J. Allan и соавт. основывающейся на результатах обследования 26 пациентов с различными обструктивными заболеваниями ВМП, виртуальная эндоскопия лоханки и чашечек на стороне обструкции была информативной во всех случаях [50].

Несмотря на вышеперечисленные возможности КТ в диагностике уропатий, высокая лучевая нагрузка является фактором, существенно ограничивающее

широкое использование метода у детей с нарушениями уродинамики. Как было сказано выше, последнее связано с невозможностью предсказать время контрастирования мочевых путей и тем самым получить изображение пораженного отдела мочеточника за одно включение рентгеновской трубки томографа. Указанное обстоятельство, в свою очередь, ведет к недостаточной эффективности метода в оценке анатомии УВС при мегауретере, особенно в случае двустороннего поражения.

Значение эффективной дозы при КТ-урографии зависит от выбранных параметров сканирования (в основном определяемых исходя из возраста и веса ребенка) и количества включений рентгеновской трубки томографа. При выполнении 4 сканов за исследование, эффективная доза у детей раннего возраста составляет 4,5-6,2 мЗв, у пациентов 3-7 лет 6,5-9 мЗв, 8-12 лет – 8,8-14 мЗв, а у подростков достигать 18 мЗв [118].

Осложнения КТ-урографии наблюдаются достаточно редко и сходны с таковыми при выполнении ЭУ, т.к. оба метода требуют введения значительного объема йодсодержащего РКС. Так умеренно выраженные реакции гиперчувствительности (покраснение кожи, тошнота, крапивница, зуд) встречаются не чаще чем в 3% наблюдений. Угрожающие жизни осложнения в виде желудочковой тахикардии или бронхоспазма встречаются не чаще чем в 0,04% случаев [51].

1.2.8. Магнитно-резонансная томография

Магнитно-резонансная томография – метод визуализации органов и тканей основанный на регистрации энергии атомов водорода, выделяемой под действием электромагнитных волн (явления ядерного магнитного резонанса). По мере появления на рынке томографов с большой мощностью магнитного излучения, которая позволяет получать томограммы высокого разрешения, МРТ приобретает все большее значение в клинической практике. Особый интерес к методу в

детской урологии в первую очередь связан с отсутствием ионизирующего излучения, в отличие от лучевых визуализирующих методик [78].

Выделяют две основные модификации МР-урографии: без контрастирования и с в/в введением хелатных комплексов с высоким содержанием ионов гадолиния [13]. При выборе той или иной модификации метода принято учитывать тот факт, что качество визуализации мочевых путей на томограммах пропорционально степени их дилатации [87]. Так в отсутствии расширения ВМП невозможно получить достаточную интенсивность сигнала и четкое их изображение [77].

При МР-урографии с в/в введением парамагнитных средств визуализация мочевых путей осуществляется по мере выведения контрастного вещества почками. Для более тугого заполнения мочевых путей перед его введением ряд авторов рекомендует использование фуросемида. С помощью различных режимов при контрастной МР-урографии можно также получить изображение почек, почечных сосудов и провести виртуальную уретерореноскопию. Ряд авторов утверждает, что сочетание неконтрастной и контрастной (с введением малых доз контрастного вещества) МР-урографии позволяет максимально повысить информативность исследования [60; 77; 118].

При выявлении дилатации ЧЛС чувствительность данной методики составляет 95-100%, специфичность – 83-90% [60; 78]; в случае стеноза ЛМС данные показатели составляют 91,2-100% и 80-95% [53; 78], для уретеровазального конфликта – 89-96% и 88-96% соответственно [104; 107].

Кроме оценки состояния ВМП у детей, МРТ приобретает все большее распространение и в пренатальной диагностике. Ряд авторов отмечают значительное повышение эффективности МРТ в выявлении пороков развития ВМП у плода по сравнению с УЗИ (90-100% и 60-75% соответственно) [27; 118].

Несмотря на высокую информативность метода в диагностике ОУ, существенным ограничением проведения МРТ у детей является необходимость обязательной седации пациентов в силу длительности исследования, а также

наличие значимых артефактов дыхательных движений [116]. Следует также отметить, что при МР-урографии невозможно дифференцировать кальцинированные и мягкотканые структуры (сгусток крови, опухоль), вызывающие обструкцию мочевых путей, в то время как МСКТ предоставляет такую возможность.

Вопрос о безопасности использования МРТ с в/в усилением у детей раннего возраста или в случаях значимых нарушений азотистого обмена остается открытым. В литературе приводятся сведения о влиянии хелатов гадолиния на показатели периферической крови и морфологию почек [49]. Так в работе Весниной Ж.В. и соавт. в опытах *ex vivo*, под действием широко используемого при МР-урографии препарата магневист, авторы наблюдали зернистую дистрофию эпителия почечных канальцев, интерстициальный отек и мелкие очаги кровоизлияния в строме почки [7]. Тем не менее, большинство авторов сходятся во мнении, что РКС на основе йода, обладают большим повреждающим воздействием на паренхиму почек, нежели агенты на основе ионов гадолиния [57; 67].

1.3. Лечение гидронефроза и обструктивного нерефлюксирующего мегауретера

Лечение гидронефроза

На сегодняшний день, при всем многообразии выбора хирургических методов лечения гидронефроза остается неизменной целью оперативного вмешательства, заключающаяся в обязательном удалении суженного, рубцово-измененного ЛМС с последующим созданием проходимого функционального пиелoureteroанастомоза [35]. Забегая вперед отметим, что в выборе того или иного варианта оперативной коррекции, важную роль отводят результатам визуализирующих методов ВМП [63].

Различные авторы сходятся во мнении, что оперативному вмешательству должны подвергаться дети со второй и третьей стадиями гидронефроза. При

начальной стадии заболевания рекомендовано регулярное наблюдение и консервативное лечение, и лишь признаки прогрессирования процесса или появление осложнений являются показанием к хирургическому лечению [17].

У новорожденных и грудных детей одной из частых причин гидронефроза являются динамические факторы, обусловленные незрелостью тканей и диспропорцией роста и развития органов. У данной возрастной группы согласно отечественным рекомендациям необходимо проведение УЗИ в динамике каждые 3 месяца, общего анализа мочи и крови. При установлении диагноза пиелонефрита применяют соответствующую медикаментозную терапию. В случае нарастания клинико-лабораторных симптомов обструкции целесообразно прибегать к оперативному лечению [35].

В настоящее время крайне редко выполняются операции без резекции пораженного участка мочеточника (уретеролиз, резекция сегментарных сосудов и др.), поскольку достоверно доказано, что длительное сдавление лоханки и мочеточника приводит к нервно-мышечным расстройствам в пиелоуретеральном сегменте и верхнем отделе мочеточника, циркулярному истончению его стенки, атрофии мышечных волокон и разрастанию соединительной ткани. Все это препятствует восстановлению нормальной уродинамики в послеоперационном периоде [17].

В настоящей работе у детей с гидронефрозом выполняли операцию по Хайнцу-Андерсону. Данный вид оперативной коррекции получил наибольшее распространение, ввиду патогенетической обоснованности и хороших функциональных результатов [17; 35; 120]. Суть операции Хайнц-Андерсона заключается в следующем: после выделения верхней трети мочеточника и лоханки осматривают ЛМС, определяя толщину его стенки и протяженность суженного отдела. При отсутствии сокращения лоханки и мочеточника, свидетельствующей об органической форме нарушения пассажа мочи, производят резекцию стенозированного участка с последующим наложением пиелоуретерального анастомоза с широким эллипсовидным просветом.

Частичную резекцию внепочечной лоханки производят в случае обнаружения ее значительной дилатации и отсутствия сокращений. Эффективность методики по данным ряда авторов достигает 97,82% [35; 52; 121].

Согласно данным ряда авторов, определяющим фактором в эффективности проведенного вмешательства является обеспечение адекватного оттока мочи [35; 83; 99]. Последнее связано с тем, что нарушение ее эвакуации в ранние сроки после оперативной коррекции может иметь место вследствие отека тканей в области сформированного анастомоза; в этой связи происходит повышение внутрилоханочного давления, продавливание мочи сквозь швы в параренальное пространство, приводящее к обострению пиелонефрита. Кроме этого, мочева инфильтрация тканей служит провоцирующим фактором активного рубцевания, что отрицательно сказывается на отдаленных результатах операции [26].

На сегодняшний день, с целью временного отведения мочи в детской урологии получило широкое распространение установка силиконовых дренажей (внутренних мочеточниковых стентов) [75; 99]. Преимуществом внутренних стентов перед нефростомическим дренажом является «закрытый» вариант дренирования почечной лоханки, что значительно снижает вероятность инфекции мочевых путей. Кроме этого, как отмечает в своей работе Павлов А.Ю и соавт., возможность длительного нахождения мочеточникового стента (до 3 месяцев) обеспечивает адекватное формирование анастомоза с просветом, равным диаметру катетера-стента [30].

Определение уретеровазального конфликта на дооперационном этапе является основанием для изменения объема хирургического лечения. Так при гидронефрозе, возникшем на фоне нижнесегментарного сосуда при отсутствии рубцового сужения ЛМС, существуют рекомендации ограничиться антевазальным пиело-пиелоанастомозом без удаления отрезка ВМП [15]. Однако большинство исследователей критически относятся к антевазальной пластике ВМП, и при выявлении дополнительного сосуда к нижнему сегменту почки производят его резекцию, а также резекцию нижнего сегмента почки и

обязательное удаление ЛМС с последующим формированием уретеропиелоанастомоза [12; 17; 70]. Ряд авторов считают предпочтительным воздержаться от резекции добавочных сосудов, однако только в случае расположения последних вне зоны сформированного уретеропиелоанастомоза [17; 35; 36].

В отдаленные сроки, открытые операции проведенные по поводу ГН, дают 73-85% положительных результатов [35], при этом наиболее высокий процент наблюдают у пациентов с первой и второй стадиями развития ГН при коротком (до 0,5 см) стенозированном отделе ЛМС. Наименьший процент (73%) положительных функциональных результатов был получен у детей с терминальной (А и Б) стадией гидронефроза при потере функции почки до 80% на дооперационном этапе. Данное обстоятельство авторы объясняют утратой компенсаторных механизмов как в почке, так и в гладкомышечном слое стенки лоханки и мочеточника [35].

Оперативное лечение обструктивного нерефлюксирующего мегауретера

При определении сроков выполнения хирургического лечения по поводу обструктивного нерефлюксирующего мегауретера ряд авторов указывают на необходимость опираться не только на ультразвуковые или рентгенологические признаки наличия дилатации мочевых путей, но и результаты радионуклидных методов оценки функции пораженной почки (статическая и динамическая нефросцинтиграфия) [108; 118]. Так при отсутствии или минимальной потере функции рекомендуется выжидательная тактика. Данное утверждение авторы обосновывают тем, что при ЭУ гипотония мочеточника может быть ошибочно расценена как мегауретер у детей с хроническим циститом, в случае временной незрелости мочеточника или диспропорции его роста. В подобных наблюдениях рекомендовано проведение медикаментозного лечения и физиотерапии в течение

3-6 месяцев. При контрольном обследовании, в случае наличия данных в пользу первичного обструктивного мегауретера, показана оперативная коррекция [35].

Во всех остальных случаях, когда диагноз первичного обструктивного нерефлюксирующего мегауретера не вызывает сомнений абсолютно показано выполнение оперативного вмешательства [35; 70].

Основополагающим принципом оперативного лечения детей с обструктивными уropатиями ВМП является выбор метода, с помощью которого представляется возможным создать наиболее физиологические условия эвакуации мочи из почек [36]. В случае нерефлюксирующего мегауретера в основе нарушения эвакуации мочи по мочеточникам лежит их суправезикальная обструкция, обусловленная склеротическими изменениями в дистальных отделах [35]. Одним из наиболее частых осложнений оперативных коррекций, выполненных на уретерovesикальном соустье, является возникновение пузырно-мочеточникового рефлюкса (ПМР) [68]. Таким образом, главной задачей оперативного лечения является формирование пузырно-уретерального соустья, обеспечивающего адекватный пассаж мочи и исключающего ПМР [84]. В этой связи на сегодняшний день предложено большое количество методик выполнения антирефлюксных операций – Политано-Лидбеттера, Коэну, Паквину и др., которые требуют достаточно широкой мобилизации мочеточника [45; 112].

В настоящей работе у детей с нерефлюксирующим мегауретером выполняли наложение экстравезикального уретероцистоанастомоза (ЭВУЦА). Ряд авторов указывают на существенные преимущества ЭВУЦА перед другими методиками. Так Поляков Н.В. и соавт. отмечает минимальную травматичность метода, что предоставляет возможность его проведения у детей раннего возраста, у пациентов с нейрогенными дисфункциями мочевого пузыря, осложненными нарушением уродинамики верхних мочевых путей, а также у больных, ранее оперированных на нижних мочевых путях. Данное суждение авторы обосновывают тем, что в отличие от методик по Политано-Лидбеттеру или Коэну, при ЭВУЦА не требуется трансвезикальное наложение уретероцистоанастомоза, с

широким (4-6 см) рассечением стенки мочевого пузыря для подхода к зоне наложения пузырно-мочеточникового соустья. Кроме этого, при выполнении ЭВУЦА, в отличие от методики Lich-Gregoir, не требуется рассечения детрузора с последующим его ушиванием над мочеточником, что существенно снижает вероятность формирования выраженного рубца в зоне вновь сформированного интрамурального отдела мочеточника [33]. Павлов А.Ю. и соавт. также выделяют ряд дополнительных технических достоинств метода, к которым относятся: создание искусственного устья мочеточника, легко доступного для последующих эндоскопических манипуляций на ипсилатеральной почке, при их необходимости; возможность формирования подслизистого тоннеля на любом участке мочевого пузыря или моделирования мочеточника при его дилатации. Авторы определяют ЭВУЦА как наиболее эффективный, универсальный и малотравматичный способ оперативной коррекции мегауретера, при этом настаивая на строгом соблюдении максимально кратчайших сроков дренирования мочеточников (7-10 дней) [30].

Согласно данным литературы, частота осложнений в послеоперационном периоде у детей с мегауретером варьирует от 8 до 30% (по другим источникам 5-18%) [32; 35], которые обычно проявляются в виде пузырно-мочеточникового рефлюкса, стеноза анастомоза и мочевого свища. Пугачев А.Г. и соавт [35] отмечает, что причины их возникновения заключаются в следующем: а) формировании неоанастомоза вне треугольника Льево с коротким подслизистым тоннелем, что может быть обусловлено расхождениями в до- и интраоперационной оценке анатомии мочевого пузыря, б) фиксированном S-образном изгибе имплантируемого в мочевой пузырь мочеточника, вызывающего обструкцию мочевых путей, в) нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря с повышенным внутрипузырным давлением, г) нарушением кровоснабжения стенок мочеточника после его резекции и различных видов моделирования; д) натяжением имплантированного мочеточника, что может иметь место в силу отсутствия представления о месте фиксации мочеточника и его длине.

Катамнестические исследования в отдаленные сроки (10-30 лет после операции) показали, что результат хирургического лечения зависит от стадии заболевания. Так было установлено, что при первой стадии мегауретера положительный результат констатируется в 83,3-93,4%, а в случае необходимости моделирования мочеточника различными методами (вторая и третья стадии) положительная динамика отмечена лишь в 67-75% случаев [20; 35].

Таким образом, исход лечения ОУ в первую очередь определяется сроками и вариантом проведенного оперативного вмешательства, но в очень большой степени от конкретной анатомической ситуации, которая выясняется на основании проведенных визуализирующих исследований МВС. Учитывая низкую информативность традиционных методов (УЗИ, ЭУ) в определении причины нарушения уродинамики с одной стороны, и значительную эффективную дозу при высокой диагностической эффективности КТ с другой стороны, перечисленные обстоятельства определили постановку цели данного исследования – поиска новых возможностей получения качественного изображения ВМП при ограниченной лучевой нагрузке на ребенка.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Клиническая характеристика пациентов, распределение обследуемых больных по группам

В основу настоящего исследования были положены клинические наблюдения 260 пациентов, оперированных в клинике детской урологии и андрологии ФГБУ «РНЦРР» Минздрава России по поводу нарушений уродинамики. Из них были отобраны 44 ребенка, у которых традиционные методы исследования ВМП (УЗИ, ЭУ и динамическая НСГ) оказались неинформативны, из-за чего понадобилось прибегнуть к гибридной КТ-сцинтиграфии. Кроме этого, проспективно были обследованы 46 детей, у которых имелись ультразвуковые данные о расширении мочевых путей. Этим пациентам совмещенное исследование выполняли без предшествующих лучевых методов диагностики. Как будет продемонстрировано в главе 3 настоящей работы, указанный подход был обусловлен тем, что как ЭУ, так и динамическая нефросцинтиграфия, не вносили дополнительной диагностической информации к данным сонографического исследования. Средний возраст больных составлял $3,1 \pm 2,1$ лет.

Протокол обследования пациентов, включенных в настоящую работу, представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Дизайн исследования. n – количество пациентов.

В зависимости от уровня обструкции (определенного согласно сонографическим данным) включенные в настоящее исследование 90 детей были разделены на две группы: 50 пациентов с гидронефрозом, 40 – с уретерогидронефрозом. У 68 детей патологическое расширение ВМП носило односторонний, у 22 – двусторонний характер. В таблице 1 приведены данные по локализации дилатации ВМП в зависимости от стороны поражения.

Таблица 1. Распределение детей по локализации патологического процесса. УГН – уретерогидронефроз, ГН – гидронефроз.

Локализация	УГН	ГН	Количество
Левосторонний	19	19	38
Правосторонний	9	21	30
Двусторонний	12	10	22
Всего	40	50	90

Количество сторон поражения при гидронефрозе составляло 60, при уретерогидронефрозе – 52.

Врожденные аномалии развития мочевой системы в виде подковообразной и L-образной почек на фоне гидронефротической трансформации имели место у двоих детей и одного ребенка соответственно. В одном наблюдении было выявлено полное удвоение почки, имеющий односторонний характер.

Длительность заболевания удалось проследить у 35 детей с ГН, которая составляла от 6 месяцев до трех лет, и у 32 пациентов с УГН (от 7 месяцев до четырех лет). В остальных случаях патология была выявлена впервые.

У 10 больных с ГН заболевание сопровождалось ноющими болями на стороне поражения, у трех – определялась симптоматика почечной колики (тошнота, приступообразная боль), в четырех случаях имела место вторичная артериальная гипертензия. УГН сопровождался болями в животе у 8 детей. 17 детей с ГН и 21 ребенок с УГН были обследованы в связи с симптоматикой пиелонефрита, в основном проявлявшейся в виде гипертермии тела без катаральных явлений. В остальных случаях, независимо от типа ОУ, заболевание протекало бессимптомно.

Возраст детей варьировал от 7 месяцев до 15 лет, при этом, как следует из таблицы 2, преобладали дети двух возрастных групп (1-3 и 3-7 лет) – 80%, из них в возрасте до трех лет было 50 детей. Большинство из исследуемых детей составили мальчики – 55 больных (61%).

Таблица 2. Распределение детей по полу и возрасту.

Возраст, лет	Мальчики	Девочки	Количество
0-1	10	5	15
1-3	20	15	35
3-7	22	15	37
7-15	3	-	3
Всего	55	35	90

2.2. Методы исследования почек и мочевыводящих путей

Пациентам проводили комплексное обследование, включавшее изучение жалоб и сбор анамнеза, физикальное исследование, лабораторный статус, ультразвуковое исследование, экскреторную урографию, динамическую и статическую нефросцинтиграфию, а также гибридную КТ-сцинтиграфию.

Диагностическую ценность перечисленных методов в определении причины нарушения уродинамики оценивали на основании интраоперационной картины.

2.2.1. УЗИ почек и мочевыводящих путей

Ультразвуковое исследование почек, мочеточников и мочевого пузыря выполнялось всем детям, на аппаратах Logic-500 «General Electric» с конвексными датчиками, частотой 2,5-5,0 МГц и Fucuda Denshi UF-5000 с использованием линейного датчика 3,5 МГц.

Исследование почек проводили полипозиционно с продольным и поперечным сканированием в сагиттальной и фронтальной плоскостях с измерением размеров ренальных структур (линейные размеры почки, толщина паренхимы, размеры лоханки и чашечек). Учитывая тот факт, что наиболее стабильным размером почки является ее длина [37], проводили сравнение ее величины со значением L , отражающим длину почки у здорового ребенка. Для этого использовали следующую формулу $L = 62 + 3 \times (n - 1)$, где L - длина почки в мм, n - возраст ребенка в годах.

В качестве эхо-характеристик почки здорового ребенка принимали следующее: почка имеет овальную форму, ровные четкие контуры, эхогенность кортикального слоя паренхимы ниже эхогенности фрагментов соседних паренхиматозных органов (у новорожденных эхогенность кортикального слоя паренхимы почек может быть выше акустического сигнала от других органов); четко прослеживаются гипоэхогенные пирамиды, которые морфологически

соответствуют группам собирательных трубочек в мозговом слое паренхимы почек, ЧЛС не расширена.

В двухмерном режиме определяли правильность контуров, дифференциацию почечной паренхимы на корковый и мозговой слои, стенки лоханки. Измерение толщины паренхимы и коркового слоя проводили в нескольких участках (в верхнем полюсе, среднем сегменте и нижнем полюсе).

После оценки состояния почечной паренхимы в В-режиме больным проводилось цветное доплеровское картирование (ЦДК). В режиме ЦДК и энергетического доплера (ЭД) уточнялось положение внутривисочечных сосудов, оценивалась степень васкуляризации паренхимы.

Измерение диаметра мочеточника на достаточном протяжении (преимущественно в проксимальных и дистальных отделах) было возможным только в случаях мегауретера. При отсутствии дилатации мочеточника, визуализация последнего была существенно затруднена в связи с низким уровнем эхо-сигнала. При возможности оценивали аномалии дистального отдела мочеточника – наличие удвоения или уретероцеле. Эхонегативную тень округлой или овальной формы в просвете мочеточника расценивали как конкремент.

При исследовании мочевого пузыря обращали внимание на его форму, на толщину стенки, наличие эхопризнаков патологических включений в его просвете.

Эхо-семиотика **гидронефроза** характеризовалась увеличением размеров почки, расширением ЧЛС разной степени выраженности, истончением почечной паренхимы, отсутствием визуализации мочеточника. Сонографическая картина **уретерогидронефроза** была представлена в виде пиелокаликоектазии (в ряде случаев с истончением паренхимы почки и нарушением ее кровоснабжения при ЦДК) и значительным расширением мочеточника в проксимальном и дистальном отделах. Выполнение УЗИ осуществляли как при наполненном, так и при опорожненном мочевом пузыре. Визуализация дистального отдела мочеточника была возможна только в случае тугого наполнения мочевого пузыря, что тем

самым не давало возможности оценить состояние уретерovesикального соустья у детей раннего возраста. Признаками обструктивного мегауретера считали отсутствие сокращения мочеточника в диаметре после мочеиспускания. При выполнении диуретической пробы отмечали нарастание дилатации мочевых путей с пораженной стороны.

2.2.2. Экскреторная урография

33 пациентам ЭУ была проведена по месту жительства, что потребовало повторного анализа рентгеновских снимков, в 11 случаях – в РНЦРР на рентгеновском стационарном комплексе РД «Legend 210». Остальным 46 детям в связи с полученными в настоящей работе данными о недостаточной информативности исследования, ЭУ не проводилась (непосредственно после получения сонографической картины обструкции мочевых путей выполняли гибридную КТ-сцинтиграфию).

С целью получения информации о наличии или отсутствии рентгеноконтрастных конкрементов и врожденных пороков развития костной системы (дисплазия крестцово-копчикового сочленения, незаращение дужек позвонков) рентгенологическое исследование начинали с выполнения обзорного снимка. ЭУ выполняли через 1, 5, 15, 30 минут после введения РКС. При нарушении уродинамики и снижении функции почек проводились отсроченные снимки через 60, 90, 120 и 180 минут от начала исследования. На 15 минуте выполняли урограмму в вертикальном положении ребенка для определения ортостатической реакции ЧЛС и степени подвижности почки. При интерпретации урограмм оценивали величину и форму почек, мочеточников, мочевого пузыря, время и интенсивность заполнения РКС собирательной системы, время контрастирования мочеточников и мочевого пузыря, конфигурацию мочевого пузыря.

С целью уточнения наличия пузырьно-зависимого компонента нарушения оттока мочи из ВМП отсроченные снимки выполняли на фоне декомпрессии

мочевого пузыря уретральным катетером. Отсутствие снижения интенсивности контрастирования и дилатации верхних мочевых путей при опорожнении мочевого пузыря свидетельствовало об отсутствии пузырного компонента в патогенезе расстройств уродинамики широкого мочеточника.

2.2.3. Динамическая сцинтиграфия почек

У 34 пациентов динамическая нефросцинтиграфия была выполнена по месту жительства. Был проведен повторный анализ представленных сцинтиграмм и кривых «активность-время». У 10 детей НСГ была проведена в РНЦРР. В остальных случаях, в связи с полученными в настоящей работе данными о том, что результаты динамической НСГ сами по себе не вносят дополнительную диагностическую информацию в установление причины ОУ, непосредственно после проведения УЗИ выполняли гибридную КТ-сцинтиграфию.

В качестве радиофармпрепарата использовали ^{99m}Tc -Технемаг, препарат вводили внутривенно. Активность радиоиндикатора составляла в среднем 80-140 МБк, эффективная доза 0,43-0,54 мЗв/МБк [40]. Сразу же после внутривенной инъекции РФП проводили динамическую запись с помощью гамма-камеры (Nucline DH-V Spirit и Siemens Symbia, Германия) в задней проекции с использованием матрицы 64x64, продолжительностью кадра в одну минуту. Пациентам до трех лет динамическую запись выполняли в положении лежа на спине, свыше – сидя спиной к детектору гамма-камеры. Путем обработки получаемых сцинтиграмм определяли секреторную и выделительную функции почек.

Для оценки секреторной функции, при построении зоны интереса над всей поверхностью почек проводили анализ кривых «активность-время», где определяли симметричность, амплитуду и форму пиков ренограмм, а также время достижения максимальной «радиоактивности» почек (T_{max} , в норме составляет 3-5 минут). Кроме этого, учитывали тот факт, что ренографическая кривая зависит не только от секреторной, но и от выделительной функции. Так, при

задержке РФП в собирательной системе почек, пик ренограммы имеет тенденцию к сглаживанию или смещению вправо, либо вовсе не определяются [25]. В этой связи, во избежание ошибочной интерпретации, проводили визуальный покадровый анализ динамической записи.

Для оценки выделительной функции определяли период полувыведения РФП ($T_{1/2}$), соответствующий времени снижения высоты ренографической кривой на 50%, нормальным $T_{1/2}$ считали время, не превышающее 12 минут. При невозможности определения $T_{1/2}$ на кривых «активность-время» в случае обструктивных нарушений уродинамики, высчитывали выведение РФП за время исследования. Для оценки скорости транзита радиометки через кортикальные отделы почек выбирали соответствующее построение зоны интереса.

Определение степени нарушения выделительной функции и типа задержки выведения радиометки из почки осуществляли на основании классификации, представленной в разделе 1.2.3.

2.2.4. Статическая сцинтиграфия почек

Статическая нефросцинтиграфия (НСГ) была проведена всем 90 детям с целью сравнительной оценки информативности всех использованных в настоящей работе методов в определении состояния почечной паренхимы. НСГ выполняли на однофотонном широкопольном эмиссионном гамма-томографе Nucline DH-V Spirit (Венгрия) и гибридной системе Philips Precedence (Нидерланды). В качестве радиометки использовали препарат ^{99m}Tc -Технемек (ДМСА), активностью 120 МБк. Регистрацию сцинтиграфического изображения почек (матрица 512x512) проводили через два часа после внутривенного введения РФП в положении больного лежа на спине до набора 1 000 000 импульсов на проекцию; запись осуществляли одновременно с двух детекторов в передней и задней проекциях. Цифровую обработку сцинтиграмм для оценки функционального состояния почечной паренхимы проводили согласно методике представленной в работе [38]. Последняя заключалась в определении наличия

очаговых изменений почек и их выраженности, однородности накопления РФП и различий между абсолютным распределением РФП (отношение «активностей» радиометки, зарегистрированной над правой и левой почкой) и относительным распределением (отношение «активностей» РФП в почках к площади их изображения) а также расчете индекса интегрального захвата (ИИЗ), отражающего общий объем функционирующей почечной ткани. ИИЗ рассчитывали по следующей формуле:

$$\text{ИИЗ (справа/слева)} = \frac{(U_{\text{справа/слева}} - V_{\text{справа/слева}}) \times \text{КА} \times 100}{(SF - SE - I)}, \text{ где:}$$

U – сумма захвата РФП почками в тысячах импульсов в зоне интереса в передней и задней проекциях при длительности записи две минуты;

V – сумма «активности» радиометки в окружающих тканях (фоновая «активность») в передней и задней проекциях (в тысячах импульсов в зоне интереса);

КА – коэффициент аттенуации (ослабления): у детей от 1 до 7 лет равный 1,3, 8-12 лет – 1,15, 12-18 лет – 1;

SF и SE – активности полного и пустого шприца соответственно (в тысячах импульсов за 20 секунд);

I – «активность» РФП в месте инъекции (в тысячах импульсов за 20 секунд).

В качестве сцинтиграфической картины нормы принимали однородную фиксацию радиометки в проекции почечной паренхимы, при этом допуская возможность наличия в проекции собирательной системы очагов снижения накопления до 10%. При регистрации очагов снижения фиксации РФП более 10% выделяли три степени выраженности очаговых изменений:

1) Умеренные – не более трех очагов снижения накопления радиометки, локализующихся только в проекции собирательной системы;

2) Средней степени – три и более очага снижения интенсивности фиксации РФП, локализующихся как в проекции собирательной системы, так и вне ее с сохранением между ними неизменной почечной паренхимы;

3) Выраженные диффузно-очаговые изменения – более трех очагов снижения накопления радиоиндикатора, определяющихся как в проекции собирательной системы, так и вне ее, с диффузными изменениями паренхимы между ними.

2.2.5. Гибридная КТ-сцинтиграфия

Гибридная КТ-сцинтиграфия состояла из двух компонентов: а) динамической нефросцинтиграфии с ^{99m}Tc -Технемаг; б) рентгеновской компьютерной томографии с внутривенным контрастированием. Методика проведения НСГ изложена в разделе 2.2.3 настоящей главы.

КТ-сканирование выполняли на гибридной диагностической системе Philips Precedence с 16-срезовой конфигурацией КТ при следующих параметрах: коллимация 16x0,75, питч 0,9, толщина среза 2 мм, шаг спирали 1 мм. В качестве неионогенного рентгеноконтрастного препарата был использован ультравист-370, в дозировке, указанной производителем (1,2 мл/кг). У всех обследуемых детей осложнений или существенных реакций на введение контрастного препарата отмечено не было.

У детей с уретерогидронефрозом как правило применялся единственный КТ-скан, синхронизированный по времени появления радиометки в проекции уретеровезикального соустья, при этом исследование проводили на опорожненном мочевом пузыре. У больных перенесших неоуретероцистостомию сканирование осуществляли на наполненном мочевом пузыре. Сосудистая фаза и нативный скан не проводились. Технические особенности проведения исследования при наполненном и опорожненном мочевом пузыре рассмотрены в разделе 3.1 (стр. 63).

У больных с гидронефрозом, в случае подозрений на конкременты выполнялся нативный КТ-скан, при косвенных признаках сосудистой аномалии по данным ультрасонографии исследование дополняли сосудистой фазой. В отличие от стандартного протокола КТ-урографии визуализация ЛМС выполнялась по результатам наблюдения за транзитом радиоактивной метки в окне сбора информации, сканирование проводили при опорожненном мочевом пузыре (подробное описание см. в Главе 3, раздел 3.2.1 «Результаты гибридного исследования у детей с гидронефрозом», стр. 115).

При описании томограмм руководствовались нижеследующими признаками **нормальной КТ картины почек и мочевых путей** у детей, представленной в работах [5; 34]. Нормальной топографией почек у детей до одного года жизни считали их ретроперитонеальное расположение, между Th12 и L5, при вертикальном размере, равным высоте 4-5 поясничных позвонков (в среднем 4,2 см). Учитывали, что почки у детей грудного возраста имеют округлую форму с волнистыми контурами, ротированы лоханкой кпереди, мочеточник выходит из лоханки почти под прямым углом; у детей раннего возраста расположение почек на уровне Th11-L4, их длина равна высоте 3,5-4 поясничных позвонков, форма бобовидная, с ровными контурами; у детей 5-7 лет нормальное расположение почек – на уровне Th12 - L3, длина до 8,5 см.

В качестве неизменной паренхимы почки расценивали ее С-образную форму и четкую кортико-медулярную дифференцировку. КТ-признаками отсутствия дилатации мочевых путей считали внутрпочечное расположение лоханки с хорошо визуализируемыми форниксами малых чашечек, диаметр мочеточника не превышал возрастные нормы (приведены в разделе 1.2.2).

Оценку состояния кровоснабжения почки осуществляли, руководствуясь характеристиками, представленными в разделе 1.2.7.

Картиной **гидронефротической трансформации** на КТ-сканах считали значительное расширение ЧЛС с потерей дифференцировки форниксов, задержку кортико-медулярного усиления и контрастирования ЧЛС, снижение толщины

паренхимы пораженной почки по сравнению с контралатеральной стороной. Терминальная стадия ГН характеризовалась полной потерей дифференцировки медуллярных пирамид с формированием гидронефротического «мешка», окруженного тонким кольцом паренхимы.

Суждение о **вазоренальном конфликте** выносили на основании непосредственной картины сдавления ЛМС добавочным сосудом, что было возможно за счет использования методики дополнительного контрастирования.

Признаком **стриктуры** прилоханочного сегмента на КТ-сканах считали отсутствие заполнения контрастным средством мочеточника ниже или на уровне ЛМС на отсроченных сканах при отсутствии других объективных причин обструкции (конкремента в просвете мочеточника, уретеровазального конфликта и др.). За стриктуру уретеровезикального соустья принимали конусовидное сужение дистальной части нижней трети мочеточника при отсутствии контрастирования его предпузырного отдела.

Заключение о наличии **мегауретера** выносили при наличии выраженной дилатации мочеточника проксимальнее места обструкции (в качестве нормального диаметра мочеточника использовали данные, представленные в разделе 1.2.2). Дополнительными подтверждающими признаками считали наличие коленообразных изгибов и задержку его контрастирования.

2.2.6. Статистическая обработка результатов

Статистическая обработка результатов проведенных исследований проводилась с использованием программ Microsoft Excel и программного языка обработки данных R (свободная программная среда) с применением методов вариационной статистики и корреляционного анализа. Для выявления корреляций между функциональными и анатомическими характеристиками ВМП при нарушениях уродинамики использовался непараметрический анализ с применением рангового коэффициента корреляции Спирмена. При сравнении значений эффективной дозы у детей в зависимости от протокола обследования

почек и мочевых путей различия считались достоверными при $p < 0,05$, где p – уровень значимости. При расчете показателей информативности гибридной КТ-сцинтиграфии за «золотой стандарт» (истинные результаты) принимали данные, полученные интраоперационно. За абсолютную погрешность измерения протяженности стриктуры мочеточника принимали модуль разности точного (интраоперационного) и измеренного на ГКТ значений.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНОЙ КТ-СЦИНТИГРАФИИ ПОЧЕК И МОЧЕВЫХ ПУТЕЙ У ДЕТЕЙ С ОБСТРУКТИВНЫМИ УРОПАТИЯМИ

Основные методы обследования детей с ОУ, включающие в себя УЗИ почек и мочевых путей, ЭУ и динамическую нефросцинтиграфию, часто не позволяют определить причины и степень сужения пораженного отдела мочевых путей. Так ЭУ является малоинформативным методом в диагностике стеноза ЛМС (чувствительность и специфичность составляют 83% и 39%) [23], конкрементов размерами до 5 мм (чувствительность 44%) [54] и не позволяет оценить структурные изменения интрамурального отдела мочеточника в случае заполненного контрастным средством мочевого пузыря. Подтвердить наличие сосудистых аномалий с помощью традиционной ЭУ не представляется возможным [21].

Ультразвуковое исследование является эффективным методом в диагностике уретеровазальных конфликтов и конкрементов (чувствительность и специфичность достигают до 95% и 100%) [56], однако в отсутствие дилатации мочевых путей, на сонограммах становится невозможным проследить ход мочеточников, что резко снижает диагностическую ценность в случаях определения причины стеноза прилоханочного сегмента (чувствительность и специфичность 85% и 46% соответственно) [23]. Использование динамической нефросцинтиграфии в диагностике ОУ позволяет установить факт и степень нарушения уродинамики, однако не дает информации о причине обструкции мочевых путей [40].

Недостаточная информативность вышеуказанных методов обследования у детей с ОУ приводит к необходимости проведения рентгеновской КТ, однако существующий «слепой» подход в виде выполнения КТ-сканирований через фиксированные временные интервалы, приводит к значительным величинам эффективной дозы, тем самым ограничивая его широкое применение [101]. С

целью поиска путей снижения лучевой нагрузки при обследовании детей с ОУ, в настоящей работе были изучены возможности одновременного совмещения радионуклидного и КТ-исследований.

3.1. Сопоставление результатов рутинных методов визуализации мочевыводящей системы и гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с уретерогидронефрозом

У 20 из 40 детей с уретерогидронефрозом для визуальной оценки состояния ВМП было проведено УЗИ, ЭУ, динамическая нефросцинтиграфия и гибридная КТ-сцинтиграфия (ГКТ); из них у 14 процесс носил односторонний характер, у 6 обструктивные нарушения уродинамики имели место с обеих сторон.

Статическая нефросцинтиграфия для оценки состояния почечной паренхимы была проведена у всех больных.

У 14 детей с односторонней дилатацией ЧЛС и мочеточника из анамнеза было известно, что:

- у 11 детей дилатация дренажной системы почки и мочеточника была выявлена пренатально с 23 по 32 недели гестации. В возрасте 3-6 месяцев на сонограммах имела место отрицательная динамика в виде истончения паренхимы и грубой деформации полостной системы почки и мочеточника. Согласно лабораторным данным, лейкоцитурия разной степени выраженности (2-60 клеток в п/зр) имела место во всех наблюдениях, которая в трех случаях сопровождалась протеинурией; у 9 детей показатели азотистого обмена соответствовали референсным значениям, у двух – было отмечено незначительное повышение уровней креатинина и мочевины плазмы крови, но без электролитных нарушений.

- у трех детей, в возрасте 7-8 лет, выявлено осложненное течение заболевания, которое проявлялось рецидивирующими атаками пиелонефрита; определялась стойкая лейкоцитурия и наличие кристаллов солей в мочевом осадке; электролитных и нарушений азотистого обмена не наблюдалось.

Определение состояния паренхимы и полостной системы почки по данным УЗИ, ЭУ и динамической нефросцинтиграфии

На сонограммах толщина паренхимы составляла 65-90% от возрастной нормы, при этом у трех детей отмечались рубцовые изменения и повышение эхогенности последней. На ЭУ данные изменения находили свое подтверждение в виде задержки появления контрастного вещества в ЧЛС почки: у 12 детей на 10-15 минутах, у двух – не ранее 20 минуты, которое при этом сопровождалось запоздалым появлением тени почки на нефрограмме. При динамической нефросцинтиграфии сохранная секреторная функция на стороне поражения имела место в 12 наблюдениях, в двух случаях отмечалось сглаживание секреторного пика кривой «активность-время» и снижение амплитуды последней. Согласно результатам статической нефросцинтиграфии у всех детей определялись рубцовые изменения почечной паренхимы пораженной почки разной степени выраженности. Так в 8 случаях последние носили умеренный характер, в остальных наблюдениях определялись очаги снижения накопления как в проекции ЧЛС, так и вне собирательной системы, что соответствовало рубцовым изменениям паренхимы средней степени тяжести. Результаты состояния почечной паренхимы согласно вышеперечисленным методам исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3. Характеристики состояния паренхимы пораженной почки по данным стандартных методик обследования мочевых путей у детей с односторонним уретерогидронефрозом. Данные представлены в порядке нарастания дефицита почечной паренхимы согласно УЗИ. НСГ – нефросцинтиграфия. ИИЗ – индекс интегрального захвата пораженной почки.

N	Возраст, лет	УЗИ: сохранность паренхимы, % (100% - толщина паренхимы почки превышает или соответствует возрастной норме)	ЭУ: время появления контрастного препарата в ЧЛС (норма – не более 7 минут)	Динамическая НСГ: секреторная функция	Статическая НСГ	
					ИИЗ (норма 46-70)	Очаговые изменения
1.	1	90	10	сохранена	56	умеренные
2.	3	88	10	сохранена	54	умеренные
3.	8	87	10	сохранена	57	умеренные
4.	1	85	10	сохранена	60	умеренные
5.	8	85	10	сохранена	52	умеренные
6.	7	80	10	сохранена	56	умеренные
7.	1	80	10	сохранена	40	средние
8.	2	78	10	сохранена	42	средние
9.	2	75	10	сохранена	48	умеренные
10.	1	72	10	сохранена	38	средние
11.	3	72	15	сохранена	44	умеренные
12.	2	69	15	снижена	40	средние
13.	2	67	20	сохранена	40	средние
14.	2	65	20	снижена	39	средние

Размеры почечных чашечек на УЗИ у 13 детей варьировали в диапазоне 10-16 мм, лоханки - 20 – 35 мм, превышая тем самым возрастную норму в 2 - 3,5 раза. У одного ребенка максимальный переднезадний размер лоханки достигал 45 мм, чашечек почки – до 20 мм. У детей с менее выраженной дилатацией на серии

урограмм фиксировалось сглаживание форникального аппарата при резко замедленной эвакуаторной функции: 45-60 минут в 11 случаях, в двух наблюдениях - более 75 минут. У одного ребенка с более выраженным расширением ЧЛС почки имелась грубая деформация форникального аппарата, эвакуации контрастного вещества не происходило до 90 минут.

На сцинтиграммах изображение ЧЛС с пораженной стороны было значительно увеличено по сравнению с контралатеральной почкой, имели место выраженные нарушения ее выделительной функции: в 13 наблюдениях за счет задержки эвакуации РФП из собирательной системы, у ребенка со значительной дилатацией ЧЛС – смешанного генеза, с вовлечением в патологический процесс паренхиматозного компонента почки. Выведение радиометки к 20 минуте исследования у двух детей было в диапазоне 7-10%, в остальных наблюдениях не происходило вовсе.

Таким образом, данные сонограмм, ЭУ и статической нефросцинтиграфии, свидетельствующие о патологических изменениях почечной паренхимы у детей с уретерогидронефрозом, не согласовывались с результатами динамической нефросцинтиграфии, а именно: снижение жизнеспособности почечной ткани при динамическом исследовании удалось зарегистрировать только в 14% случаев. Выявленные на УЗИ и урограммах расширение полостной системы почки и мочеточника, во всех случаях находили свое отражение в резком замедлении транзита радиометки при динамической НСГ.

Визуализация мочеточников при УЗИ, ЭУ и динамической нефросцинтиграфии, определение причины обструкции

Ход мочеточника на УЗИ у 13 из 14 детей определялся фрагментарно: в верхней и нижней трети у 7 детей, в 6 случаях – только в верхней трети (диаметр варьировал в диапазоне 12-19 мм); у одного ребенка со значительным расширением верхних мочевых путей, УЗИ позволило визуализировать мочеточник с пораженной стороны практически на всем протяжении

(максимальный диаметр достигал 24 мм). Данные сонограмм оказались информативными у четырех детей:

- у двух детей на сонограммах было возможным получить изображение конически-суженного предпузырного отдела, что косвенно свидетельствовало о стриктуре последнего как причины УГН.

- у двух детей, в проекции предполагаемой локализации предпузырного отдела мочеточника на сонограммах регистрировалась акустическая тень, косвенно отражающая наличие конкремента.

В остальных 10 случаях сонографический характер изменений в области УВС установлен не был, вследствие невозможности получить тугое наполнение мочевого пузыря.

С пораженной стороны контрастирование извитого и расширенного мочеточника на урограммах регистрировалось у 9 детей с 60 минуты (выполнено 5 снимков за серию, эффективная доза составила $2,1 \pm 0,5$ мЗв), в четырех случаях с 75 (6 урограмм, $2,9 \pm 0,4$ мЗв), у одного ребенка только на 120 минуте исследования (ЭУ включала 8 снимков, 3,2 мЗв). Подробной анатомической картины УВС на рентгенограммах у этих детей получить не удалось: у 8 пациентов в силу наложения изображения газа в петлях кишечника, в 6 наблюдениях – вследствие экранирования предпузырного отдела мочеточника заполненным контрастным средством мочевым пузырем. Таким образом, у четырех из 14 детей при УЗИ удалось высказать предположение о причине односторонней дилатации полостной системы почки и мочеточника, которые, однако, не нашли своего подтверждения на ЭУ.

На сцинтиграммах у 5 детей мочеточники с пораженной стороны визуализировались широкой полосой сцинтилляций к 15-19 минуте. В остальных случаях фиксация радиометки в проекции мочеточника с пораженной стороны за 20 минут динамической записи не определялась. Судить о генезе обструкции ВМП по данным динамической нефросцинтиграфии не представилось

возможным. Для определения причины нарушения уродинамики пациентам было проведено гибридное исследование.

Гибридная КТ-сцинтиграфия мочевыделительной системы у детей: предпосылки к применению методики

В 2013 году в детскую урологическую клинику ФГБУ РНЦРР поступил ребенок К. 6 лет с сонографическими признаками односторонней дилатации почки и мочеточника. В наше распоряжение были предоставлены результаты ЭУ и КТ-урографии, выполненных по месту жительства. На сериях урограмм определялась типичная рентгенологическая картина расширения полостной системы почки и мочеточника слева, однако оценить анатомическое строение уретерovesикального соустья было невозможно в силу экранирования последнего заполненным контрастным средством мочевым пузырем (рисунок 2). Эффективная доза данного исследования составила 1,4 мЗв.



Рисунок 2. Экскреторная урограмма (60 минута исследования) ребенка К. 6 лет. Определяется грубое расширение коллекторной системы почки и мочеточника слева, уретерovesикальное соустье экранировано заполненным контрастным средством мочевым пузырем.

При пересмотре предоставленных результатов КТ-урографии, оказалось, что ребенку было выполнено 4 КТ-сканирования за фиксированные временные интервалы, а именно: через 6, 15, 20 и 40 минут после введения

рентгенконтрастного средства. На КТ-сканах имело место выраженная дилатация полостной системы левой почки с деформированными форниксами и истончением паренхимы до 8 мм, однако ни на одной из серий томограмм УВС не контрастировалось. Эффективная доза КТ-урографии составила 8 мЗв. Таким образом, несмотря на проведенное обследование и лучевую нагрузку (суммарно 9,4 мЗв) конкретных причин обструкции, которые позволили бы определить тактику и объем хирургического лечения этого ребенка получено не было. В этой связи перед нами была поставлена задача определить анатомию пораженного отдела мочеточника.

Имея в распоряжении гибридную систему, было решено модифицировать исследование путем одновременного введения рентгенконтрастного препарата и РФП, непрерывный контроль транзита радиометки по мочевым путям осуществляли в окне сбора информации. На основании предположения о том, что кинетика РФП и контрастного средства примерно совпадет между собой, КТ-сканирование было выполнено в момент начала поступления радиометки в мочевой пузырь при уже заполненных мочеточниках. На полученных КТ-сканах определялось значительное расширение ЧЛС и мочеточника слева. Левый мочеточник был контрастирован на всем протяжении, при этом имело место сужение УВС до 2,5 мм, свидетельствующее о его стриктуре (рисунок 3).

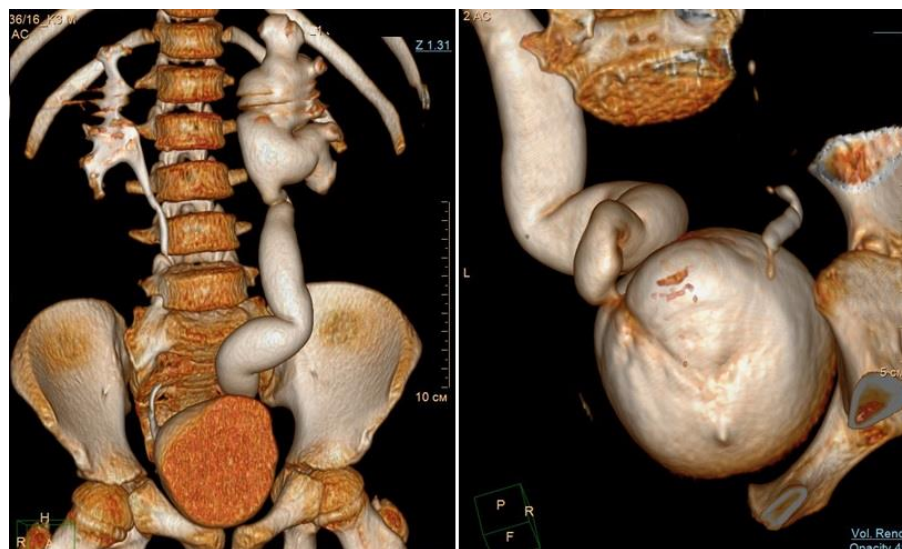


Рисунок 3. Ребенок К. 6 лет: объемное КТ-изображение мочевых путей. Определяется расширение полостной системы почки и мочеточника слева, в области УВС – сужение до 2,5 мм.

Для дифференциальной диагностики характера нарушения уродинамики ВМП в случае традиционной КТ-урографии возможно было выполнить отсроченное сканирование, однако вместо этого мы воспользовались оценкой транзита РФП по мочевым путям. Для определения стойкой, либо преходящей задержки эвакуации из собирательной системы почек проводили физиологическую эвакуаторную пробу по методике, представленной в работе [40]. Последняя заключалась в вычислении степени опорожнения собирательной системы после дозированной физической нагрузки или, в зависимости от возраста ребенка, вертикализации исследуемого. Через 20 минут проводили регистрацию серии кадров продолжительностью в одну минуту, с разрешением матрицы 64x64. Степень опорожнения ЧЛС вычисляли следующим образом: при уменьшении активности радиометки через 20 минут более чем в 4 раза от исходной, задержку эвакуации радиофармпрепарата расценивали как преходящую, при уменьшении активности радиометки в дренажной системе почки менее чем в 4 раза от исходной, задержку эвакуации определяли как стойкую. В данном случае на отсроченных сцинтиграммах имело место очищение собирательной системы в 1,5 раза, по сравнению с исходной

«активностью» ЧЛС пораженной почки, что исключало ахалазию левого мочеточника.

Таким образом, указанный подход позволил получить изображение УВС за единственное КТ-сканирование, что позволило снизить эффективную дозу, по крайней мере, на 75% по сравнению с традиционной КТ-урографией.

На основании полученного результата мы пришли к выводу, что у детей с заведомо понятной целью исследования можно использовать этот прием для исключения необходимости выполнять КТ-сканирования в фиксированные интервалы времени. Отличительная составляющая предлагаемого метода состоит в том, что время появления радиометки в зоне интереса может служить ориентиром для выбора момента включения рентгеновской трубки томографа.

Результаты КТ-сцинтиграфии у детей с односторонним уретерогидронефрозом

На основании косвенных признаков конкрементов УВС в двух случаях протокол совмещенного исследования был дополнен бесконтрастной КТ, в остальных 12 наблюдениях – без модификаций. У двух детей на нативных сканах в просвете предпузырного отдела мочеточника с пораженной стороны определялись округлые гиперденсивные образования (плотностью 1000 НУ) диаметром 2 мм и 1.8 мм соответственно. При регистрации продвижения радиометки по мочевым путям после введения контрастного средства и РФП, время фиксации последней в проекции предпузырного отдела мочеточника у одного ребенка определялось на 15 минуте исследования, что потребовало остановки динамической записи для выполнения КТ-исследования. В остальных наблюдениях накопления радиоиндикатора в проекции УВС за 20 минутный интервал в окне сбора информации не происходило, что требовало дальнейшей регистрации трансфера радиометки. Появление РФП в пораженном отделе мочеточника варьировало в диапазоне 15-68 минуты и соответствовало

заполнению последнего контрастным средством в 11 из 14 наблюдений, что у 9 детей позволило ограничить гибридное исследование одним КТ-сканированием (в двух случаях дополнительно выполнялись нативные снимки). У двух пациентов опорожнение мочевого пузыря во время КТ осложнило визуализацию УВС – заполнение контрастным средством этого отдела на сканах не регистрировалось. Последнее потребовало возобновление динамической записи и выполнения дополнительных отсроченных снимков после умеренной водной нагрузки и момента повторной фиксации РФП в проекции предпузырного отдела мочеточника на фоне заполненного мочевого пузыря. У этих детей для получения картины предпузырного отдела мочеточника с пораженной стороны было проведено по два КТ-сканирования.

У одного ребенка, в силу выраженных нарушений секреторно-выделительной функции почки, наблюдались значительные расхождения в динамике трансфера радиометки и РКС. Так фиксация радиометки в проекции предпузырного отдела мочеточника с пораженной стороны регистрировалась на 45 минуте динамического исследования, что было основанием для включения рентгеновской трубки. Однако, на полученных томограммах имело место лишь частичное заполнение контрастным средством полостной системы почки и расширенного мочеточника, что не давало возможности оценить анатомическое строение УВС. В последнем случае «тугое» заполнение предпузырного отдела удалось получить только с третьего сканирования после умеренной водной нагрузки на 95 минуте от введения РФП.

При построении зоны интереса над всей почкой с пораженной стороны выведения радиометки из собирательной системы за 20 минут не происходило в 13 случаях, в одном наблюдении было равным 39%; при проведении эвакуаторной пробы у всех 14 детей наблюдалась стойкая задержка эвакуации РФП – очищение полостной системы составляло 15-56%.

С пораженной стороны, при сопоставлении результатов рутинных методик (УЗИ и ЭУ) с данными ГКТ были найдены следующие совпадения: так,

определенная на уро- и сонограммах степень дилатации ЧЛС почки и мочеточника была сравнима с таковыми на совмещенном исследовании (значения переднезадних размеров лоханки варьировали в диапазоне 17-45 мм, диаметр расширенных и извитых мочеточников колебался от 10 до 23 мм (см. таблицу 4).

Таблица 4. Сопоставление тяжести анатомических и функциональных характеристик нарушений уродинамики у детей с односторонним уретерогидронефрозом (данные представлены в порядке нарастания дилатации дренажной системы почки).

наблюдение	Возраст	Пораженная сторона				Контралатеральная сторона		
		Время фиксации РФП в н/3 мочеточника на сцинтиграммах, минуты	Время контрастирования УВС на КТ-сканах	Передне-задний размер лоханки, мм	Диаметр	Время фиксации РФП в н/3 мочеточника на сцинтиграммах, минуты	Передне-задний размер лоханки, мм	Диаметр
1	1	40	42	17	1,5	4	9	3
2	1	38	40	18	1,5	3	8	3
3	2	15	17	20	2,4	4	11	3
4	1	20	22	20	2	5	7	3,5
5	1	22	25	22	1,4	4	8	3
6	8	56	58	22	2,1	4	6	3
7	7	36	38	25	1,2	9	11	5
8	2	39	41	26	1,3	4	8	4
9	2	65	66	28	2,3	6	7	2,4
10	3	43	45	30	1,4	7	13	3,2
11	2	50	52	33	1,3	7	8	3
12	8	68	80	40	1,3	10	24	4
13	3	45	95	43	1,1	6	10	2,5
14	2	56	70	45	1,5	7	14	1

Как видно из таблицы 4, время фиксации радиометки в проекции предпузырного отдела мочеточника с пораженной стороны не зависело как от величины расширения полостной системы почки, так и от степени сужения УВС.

Эхо- и рентгенологические признаки паренхиматозного дефицита, а также результаты статической нефросцинтиграфии, в свою очередь находили свое подтверждение на КТ-сцинтиграфии: толщина паренхимы колебалась от 5 до 9 мм, составляя 50-70% от возрастной нормы. Таким образом, изменения дренажной системы и паренхимы почки, выявленные на ЭУ и УЗИ, в большей части дублировались на совмещенном исследовании, однако ключевым ограничением традиционных методов оказалось отсутствие возможности получить изображение пораженного отдела мочеточника, и тем самым определить причину нарушения уродинамики. Совмещенное исследование наоборот, позволило охарактеризовать структурные изменения мочеточника: на томограммах с пораженной стороны имели место КТ-признаки стриктуры УВС, а именно отмечалось конусовидное сужение последнего в интервале 1,1-2,3 мм, из них нитевидное контрастирование указанного отдела мочеточника определялось в трех наблюдениях. При интраоперационной ревизии причина расширения ЧЛС почек и мочеточников в виде стриктуры в 12 наблюдениях и конкрементов УВС у двух детей были подтверждены. В 12 случаях было выполнено хирургическое лечение в объеме уретероцистоанастомоза по экстравезикальной методике, в двух – сеанс дистанционной ударно-волновой литотрипсии.

Кроме этого, необходимо отметить, что данные ЭУ и УЗИ, во всех случаях свидетельствующие только об одностороннем расширении полостной системы почки и мочеточника согласовывались с гибридным исследованием только в 10 из 12 наблюдений: у двух детей с контралатеральной патологическому процессу стороны, была обнаружена изолированная пиелоектазия (сопровождавшееся умеренным нарушением выделительной функцией почки на динамической нефросцинтиграфии и отсутствием участков стеноза мочеточников на КТ), ранее не определявшаяся при УЗИ и ЭУ.

Информативность стандартных методов диагностики верхних мочевых путей и гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с двухсторонним уретерогидронефрозом

У 6 детей расширение ЧЛС почек и мочеточников с обеих сторон было выявлено антенатально. Из них в трех случаях в возрасте 6-18 месяцев были установлены внутренние мочеточниковые стенты с обеих сторон (с последующим их удалением через 2-4 месяцев), в двух – двустороннее эндоскопическое бужирование и стентирование УВС, у одного ребенка – УЦА с обеих сторон.

При катamnестическом обследовании рецидив заболевания в виде двусторонней дилатации дренажной системы почки и мочеточника был выявлен в возрасте 2-8 лет. Согласно данным лабораторно-инструментального обследования, в двух случаях указанные изменения сопровождались нарушениями азотистого обмена в виде умеренного повышения содержания мочевины и креатинина плазмы крови; лейкоцитурия разной степени выраженности (5-60 кл в п/зр) имела место во всех наблюдениях. На сонограммах эхогенность паренхимы обеих почек была повышена, ее толщина во всех случаях не превышала 10 мм, составляя 70-85% от возрастной нормы. На ЭУ также определялись признаки дефицита почечной паренхимы, что согласовывалось со временем накопления контрастного средства в собирательной системе почек: у четырех детей справа последнее составляло 15 минут, в двух случаях – 10 минут; слева контрастирование ЧЛС происходило не ранее 10 минуты у пяти детей, с 15 минуты – у одного ребенка.

При динамической нефросцинтиграфии у двух детей отмечалась сохранная секреторная функция обеих почек, в четырех случаях регистрировалось двустороннее снижение и правосторонний сдвиг секреторного сегмента кривой «активность-время» при построении зоны интереса над всей почкой. В первых двух случаях, согласно статической нефросцинтиграфии, определялись рубцовые изменения паренхимы обеих почек средней степени тяжести, в остальных

наблюдениях – выраженные диффузно-очаговые изменения паренхимы обеих почек со снижением общего объема функционирующей ткани. Таким образом, оценка секреторной функции почек по данным нефросцинтиграфии совпадала по крайней мере в 4 из 6 случаев с результатами ЭУ и УЗИ. Признаки паренхиматозного дефицита, выявленные при статической нефросцинтиграфии находили свое подтверждение на динамическом исследовании в 4 из 6 наблюдений.

При УЗИ имело место значительное расширение полостных систем обеих почек: переднезадние размеры лоханок были в пределах 24 - 37 мм, чашечек 15 - 18 мм. На экскреторных урограммах также регистрировалась выраженная дилатация мочевых путей с грубой деформацией форникального аппарата. Эвакуаторная функция во всех наблюдениях была замедлена: справа у четырех детей до 60 минут, в двух случаях – до 45 минут; слева – до 45 и 60 минут у двух и четырех детей соответственно. Данные ЭУ и УЗИ косвенно подтверждались при динамической нефросцинтиграфии: определялся обструктивный тип кривой выведения радиометки, изображение ЧЛС наслаивалось на латеральный контур почки. При построении зоны интереса над кортикальным отделом у четырех детей регистрировалось двустороннее замедление трансфера РФП через почечную кору, что свидетельствовало о нарушении выделительной функции почек за счет задержки эвакуации РФП из собирательной системы с вовлечением в патологический процесс паренхиматозного компонента. В двух случаях нарушения транзита радиометки через кортикальные отделы почек не определялось.

При УЗИ максимальные значения диаметров мочеточников у одного ребенка с обеих сторон не превышали 15 мм, у пяти детей варьировали в диапазоне 20-28 мм. Значительная дилатация позволила визуализировать оба мочеточника в верхней и нижней трети в пяти случаях, у ребенка с умеренной дилатацией – только в верхней трети последнего. При оценке уретерovesикального соустья на сонограммах, у двух детей со значительной

дилатацией мочевых путей регистрировалось изображение конически-суженного предпузырного отдела мочеточника с обеих сторон, косвенно отражающее наличие стриктуры последнего как причины УГН. В остальных случаях отсутствие визуализации дистального отдела мочеточника на сонограммах было обусловлено невозможностью получить наполнение мочевого пузыря необходимым объемом.

На ЭУ «тугое» контрастирование в расширенных и извитых мочеточниках у пяти детей справа наблюдалось с 60 минуты, у одного ребенка – с 45 минуты; слева – с 30 и 45 минуты в двух и четырех случаях соответственно. При анализе серий ЭУ изображения предпузырного отдела мочеточника получено не было: у четырех пациентов в силу интерпозиции газа в петлях кишечника, у двух детей вследствие экранирования последнего заполненным контрастным средством мочевым пузырем. На сцинтиграммах, к 20 минуте исследования, фиксация радиоиндикатора в проекции мочеточников с обеих сторон отсутствовала вследствие выраженных нарушений эвакуаторной функции почки – не более 10% во всех наблюдениях.

Таким образом, в двух из 6 рассматриваемых случаев данные УЗИ позволили сделать предположение о причине расширения полостной системы почки и мочеточника, которое при этом не было подтверждено результатами ЭУ. Генез обструкции на основании динамической нефросцинтиграфии во всех 6 наблюдениях определить не представилось возможным.

Данные совмещенного исследования у детей с двусторонним уретерогидронефрозом

В ходе проведения ГКТ у 6 детей с двусторонним расширением ЧЛС и мочеточника, время фиксации радиометки в проекции УВС на сцинтиграммах справа варьировало в диапазоне 45-60 минут, слева – 25-55 минут. К моменту появления РФП в пораженном отделе мочеточника на динамической нефросцинтиграфии, последние определялись широкими полосами сцинтилляции.

В силу существенных различий в уродинамике у одного и того же ребенка, единовременное контрастирование УВС с обеих сторон было отмечено только в двух случаях (расхождение во времени появления предпузырных отделов мочеточников на динамической записи составляло не более 10 минут), что позволило визуализировать заданный отдел мочеточника с обеих сторон за единственное включение рентгеновской трубки томографа. У остальных 4 детей потребовалось выполнение двух КТ-сканирований за исследование – в момент накопления РФП как с одной, так и с другой стороны.

При построении зоны интереса над всей почкой на сцинтиграммах у четырех детей справа выведение радиометки не происходило вовсе, в двух наблюдениях колебалось от 5 до 10%; слева у трех детей регистрировался обструктивный тип кривой, в трех наблюдениях выведение РФП не превышало 10% к 20 минуте исследования. При проведении эвакуаторной пробы очищение собирательной системы было неудовлетворительным и составляло от 25 до 53%. Данные КТ частично дублировались патологическими находками на УЗИ и ЭУ: определялось значительное расширение дренажных систем обеих почек, мочеточники были деформированы, с формированием коленообразных изгибов в латеральном и вентральном направлениях. На КТ-сканах диаметр предпузырного отдела в рассматриваемых наблюдениях не превышал 1,4 мм, нитевидное контрастирование последнего имело место справа в 4 случаях, слева – у трех детей.

Интраоперационно определялась двусторонняя дилатация мочеточников с отсутствием перистальтики в дистальных отделах. Протяженность стриктуры предпузырного отдела составляла 0,5 - 1 см. 4 детям хирургическое лечение было проведено в объеме двустороннего наложения уретероцистоанастомоза, в двух случаях – реуретероцистоанастомоза по экстравезикальной методике.

При сопоставлении информативности методов визуализации мочевых путей у детей с одно- или двусторонним расширением ЧЛС почки и мочеточника (таблица 5) видно, что стандартный протокол обследования позволил установить

причину обструкции только у 30% пациентов, в то время как результаты ГКТ определили механизм нарушения уродинамики во всех случаях.

Таблица 5. Сравнение результатов УЗИ, ЭУ, динамической нефросцинтиграфии и гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с уретерогидронефрозом. Указано количество наблюдений с информативными заключениями.

Причина обструкции	Конкремент в просвете предпузырного отдела мочеточника (2)	Стриктура УВС (18)
Методы визуализации		
ЭУ	0	0
УЗИ	2	4
Динамическая нефросцинтиграфия	0	0
Гибридное исследование	2	18

У 20 детей с уретерогидронефрозом совмещенное исследование в 13 случаях было выполнено за одно, в 7 наблюдениях – за два КТ-сканирования. Необходимость в дополнительных сканах была обусловлена в силу значительной разницы в кинетике трансфера радиометки и рентгенконтрастного средства при выраженных нарушениях секреторно-выделительной функции почки (у одного ребенка), выполнением бесконтрастных снимков для визуализации конкрементов (два наблюдения), расхождением во времени появления предпузырных отделов мочеточников на динамической записи при двустороннем процессе (4 случая).

Таким образом, у детей с мегауретером результаты ЭУ, УЗИ и динамической НСГ не позволили однозначно определить причину обструкции ВМП, и, следовательно, выработать тактику дальнейшего лечения. Данные КТ-сцинтиграфии оказались информативными во всех наблюдениях, из чего следовало, что совмещенное исследование следует выполнять у детей с уретерогидронефрозом минуя ЭУ и динамическую НСГ в ее традиционном исполнении. Результаты указанного подхода представлены в следующем разделе.

3.1.1 Анализ результатов применения гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с уретерогидронефрозом без использования экскреторной урографии и динамической нефросцинтиграфии

У 20 из 40 пациентов с сонографическими признаками мегауретера, КТ-сцинтиграфия была проведена минуя выполнение динамической нефросцинтиграфии и ЭУ.

У 15 детей на УЗИ определялась *односторонняя* дилатация дренажной системы почки и мочеточника, из них у одного ребенка в возрасте 12 месяцев была выполнена нефруретерэктомия справа по поводу полной утраты функции почки вследствие гидронефроза, обусловленного врожденной стриктурой ЛМС. В 12 наблюдениях заболевание было выявлено антенатально, в трех случаях в возрасте 3-7 лет. У детей дошкольного возраста манифестация заболевания проявлялась в виде умеренной лейкоцитурии, микрогематурией, появлением кристаллов солей в мочевом осадке и периодической болью в нижней части живота у одного ребенка, увеличением СОЭ и незначительной протеинурией (0,03-0,3 г/л) в одном случае. Азотемии или электролитных нарушений не определялось ни в одном из 15 наблюдений.

Двустороннее расширение ЧЛС почки и мочеточника у 5 детей диагностировано внутриутробно. При клинико-лабораторном обследовании в возрасте 2-4 месяцев нарушение азотистого обмена имели место у трех детей, лейкоцитурия и бактериурия – во всех 5 случаях, гипернатриемия у одного ребенка.

В случаях **одностороннего процесса** дефицит почечной паренхимы согласно данным сонограмм составлял 76-90% от возрастной нормы, в трех наблюдениях отмечалось усиление ее эхогенности. Рубцовые изменения паренхимы пораженной почки по данным статической нефросцинтиграфии были зарегистрированы во всех 15 наблюдениях, из них в трех случаях они носили умеренный характер, у остальных детей – средней степени выраженности. Передне-задние размеры лоханок варьировали в диапазоне 14-34 мм, в 6 случаях

определялось расширение и уплотнение сводов чашечек, у 9 детей отмечалась их округлая форма, свидетельствующая о выраженной деформации форникального аппарата. Вследствие значительного расширения мочеточников с пораженной стороны, их ход четко прослеживался в верхней и нижней трети. УВС было визуализировано у 5 детей: в 4 случаях отмечалось его конусовидное сужение, у одного ребенка в предпузырном отделе определялась акустическая тень максимальным диаметром 4 мм. Для уточнения картины уродинамической патологии пациентам было проведено гибридное исследование.

На основании зарегистрированного позитивного эхо-сигнала в проекции предпузырного отдела мочеточника у одного ребенка протокол совмещенного исследования был дополнен бесконтрастным КТ-сканированием. На нативных сканах в просвете предпузырного отдела мочеточника с пораженной стороны визуализировалось округлое гиперденсивное образование (плотностью 850 НУ) диаметром 4,3 мм. В остальных 14 наблюдениях совмещенное исследование было проведено без модификаций.

У двух детей при регистрации продвижения радиометки по мочевым путям после введения контрастного средства и РФП, время фиксации последней в проекции предпузырного отдела мочеточника с пораженной стороны происходило в пределах 20 минутной динамической съемки, а именно на 17 и 19 минутах соответственно. В этих случаях регистрация трансфера РФП была прервана для выполнения КТ-сканирования. В остальных 13 наблюдениях появление РФП в искомом отделе мочеточника варьировало в диапазоне 17-60 минуты. Накопление радиоиндикатора в проекции УВС соответствовало заполнению последнего контрастным средством в 14 из 15 наблюдений, что у 13 детей позволило ограничиться единственным включением рентгеновской трубки (у ребенка с признаками конкремента дополнительно проведено нативное КТ). У одного ребенка рентгеновское сканирование было выполнено в момент появления РФП в проекции нижней трети мочеточника с пораженной стороны на 38 минуте исследования, т.к. имело место экранирование области уретерovesикального

соустья мочевым пузырем вследствие интенсивного поступления радиометки из контралатеральной почки. На томограммах определялось частичное заполнение РКС мочеточника вплоть до нижней его трети, однако контрастирование УВС практически отсутствовало. Повторное сканирование на 45 минуте от начала регистрации транзита радиометки по мочевым путям было выполнено после умеренной водной нагрузки и вертикализации ребенка. Указанные мероприятия позволили получить КТ-изображение предпузырного отдела у данного ребенка, однако гибридное исследование дважды потребовало включения рентгеновской трубки.

На динамической нефросцинтиграфии при построении зоны интереса над всей почкой с пораженной стороны выведение радиометки к 20 минуте записи у двух детей составляло 35% и 40% соответственно, в остальных наблюдениях не происходило вовсе. При проведении эвакуаторной пробы очищение собирательной системы составляло 20-65%, что свидетельствовало о стойкой задержке эвакуации РФП во всех 15 наблюдениях. Выявленная на УЗИ дилатация ЧЛС почки и мочеточника согласовывалась с данными КТ: значения передне-задних размеров лоханки варьировали в диапазоне 15-35 мм, диаметр расширенных и извитых мочеточников колебался от 14 до 21 мм. Признаки паренхиматозного дефицита, ранее зарегистрированные на сонограммах также находили свое подтверждение на КТ: ее толщина колебалась от 6 до 12 мм, составляя 60-90% от возрастной нормы. Эти данные, однако, не находили своего подтверждения на сцинтиграммах: сдвиг кривой «активность-время» и снижения ее амплитуды по сравнению с контралатеральной стороной имели место только в 4 наблюдениях, у остальных 11 детей секреторная функция пораженной почки согласно динамической нефросцинтиграфии была сохранена.

С пораженной стороны в 14 наблюдениях имели место КТ-признаки стриктуры УВС: определялось конусовидное сужение предпузырного отдела в интервале 1,3-2 мм. В одном случае нарушение уродинамики было обусловлено обтурацией просвета УВС конкрементом.

С контралатеральной стороны на КТ-сканах деформации и структурных изменений почки и мочеточника не отмечалось, что согласовывалось с результатами сонограмм. Время полувыведения при построении зоны интереса над всей почкой было умеренно замедлено у трех детей и составляло 16-19 минут, в остальных 11 наблюдениях не превышало 12 минут. У одного ребенка имела место единственная пораженная левая почка.

Результаты ГКТ были подтверждены интраоперационно во всех случаях. Детям данной группы было выполнено хирургическое лечение: в 14 случаях в объеме уретероцистоанастомоза по экстравезикальной методике, у одного ребенка – дистанционно ударно-волновой литотрипсии.

У 5 детей при УЗИ имело место расширение полостных систем **обеих почек**: переднезадние размеры лоханок были в пределах 22 - 34 мм, отмечалось округление чашечек с облитерацией сосочков. Толщина паренхимы почек колебалась от 60 до 90% от возрастной нормы, в двух наблюдениях определялось повышение ее эхогенности, у трех детей – грубые нарушения дифференцировки коркового и медуллярного слоев. При анализе результатов статической нефросцинтиграфии в рассмотренных наблюдениях определялись рубцовые изменения почечной паренхимы средней степени выраженности обеих почек, при этом у трех больных также было зарегистрировано снижение общего объема функционирующей ткани.

В трех случаях, в силу выраженной дилатации, ход мочеточников удавалось проследить практически на всем протяжении (максимальный диаметр составлял 19-23 мм), у двух детей – только в верхней и средней трети. Визуализация УВС на сонограммах с обеих сторон была возможной у двух детей, при этом имело место его коническое сужение до 2-3 мм, в остальных наблюдениях оценить изменения предпузырного отдела мочеточника не удалось.

На сцинтиграммах время фиксации радиометки в проекции УВС с обеих сторон справа варьировало в диапазоне 28-54 минут, слева – 31-59 минут. К моменту появления РФП в проекции предпузырного отдела мочеточника на

динамической нефросцинтиграфии, последние определялись широкими полосами сцинтилляции. У одного ребенка наблюдалось практически единовременное накопление РФП в проекции УВС с обеих сторон: справа на 28, слева – на 31 минуте. В данном случае совмещенное исследование было ограничено единственным КТ-сканированием, на котором определялось заполнение контрастным средством обоих расширенных мочеточников. В 4 наблюдениях, в силу различных эвакуаторных характеристик пораженных почек у одного и того же ребенка, расхождение во времени появления предпузырных отделов мочеточников на динамической записи составляло более 10 минут, что потребовало выполнение двух КТ-сканирований за исследование – в момент накопления РФП как с одной, так и с другой стороны.

С обеих сторон, при построении зоны интереса над всей почкой, на сцинтиграммах у двух детей выведение радиометки не происходило вовсе, в трех наблюдениях колебалось от 7 до 16%), при проведении эвакуаторной пробы очищение собирательной системы составляло 30-58%. Снижение секреторной функции по данным динамической нефросцинтиграфии имело место у одного ребенка справа, у двух детей с обеих сторон. В двух наблюдениях накопительная функция почки была сохранена. Ранее выявленные на УЗИ патологические находки дублировались на КТ-сканах: передне-задние размеры почечных лоханок колебались от 26 до 37 мм, регистрировалось неравномерное истончение паренхимы от 5 до 8 мм и значительная дилатация мочеточников. Диаметр предпузырного отдела в рассматриваемых наблюдениях не превышал 1,4 мм, нитевидное контрастирование последнего имело место справа в трех случаях, слева – у двух детей. Интраоперационно, выявленная стриктура УВС у этих детей была подтверждена. Объем хирургического вмешательства включал уретероцистоанастомоз с обеих сторон по экстравезикальной методике.

Таким образом, при совмещенном исследовании получить изображение УВС за единственное КТ-сканирование удалось в 70% наблюдений (14 детей), за два – в 30% случаев (6 пациентов). Потребность в дополнительных сканах у

четырёх детей была обусловлена значительными расхождениями в скорости трансфера радиометки с обеих сторон поражённых почек, у одного ребёнка – различиями в кинетике радиофармпрепарата и контрастного средства при выраженном нарушении эвакуаторно-накопительной функции почки, в одном наблюдении было выполнено бесконтрастное КТ для визуализации конкремента.

Клинический пример.

Ребенок Д. 7 лет. В возрасте одного года, по поводу полной утраты функции правой почки вследствие гидронефроза, обусловленной врожденной стриктурой ЛМС, ребёнку была выполнена нефроуретерэктомия справа. При дальнейшем динамическом наблюдении, в возрасте 7 лет, на УЗИ диагностировано расширение верхних мочевых путей слева на фоне эхо-признаков дефицита почечной паренхимы, в анализах крови и мочи – протеинурия и лейкоцитурия в отсутствии электролитных и нарушений азотистого обмена. На сонограммах ход расширенного и извитого мочеточника отчетливо прослеживался в верхней и нижней трети, однако визуализации предпузырного отдела получить не удалось. С целью снижения лучевой нагрузки и минимизации индуцированной контрастным средством нефротоксичности учитывая единственную почку, от предварительного выполнения экскреторных урограмм и традиционной КТ-урографии решено было отказаться в пользу гибридной КТ-сцинтиграфии. Для этого, после введения 17 мл рентгеноконтрастного средства и стандартной активности РФП, осуществляли регистрацию продвижения радиометки по мочевым путям посредством динамической нефросцинтиграфии, на которой появление радиоиндикатора в проекции УВС определялось только через 40 минут от начала исследования. На КТ, выполненной в указанный момент времени накопления РФП в проекции дистального отдела мочеточника (рисунок 4), имело место значительное расширение дренажной системы единственной почки и мочеточника, с формированием двух коленообразных изгибов в латеральном направлении и

максимальным диаметром до 24 мм. В области УВС регистрировалось конусообразное сужение мочеточника до 1,5 мм, свидетельствующее о стриктуре данного отдела. Толщина паренхимы не превышала 7 мм.

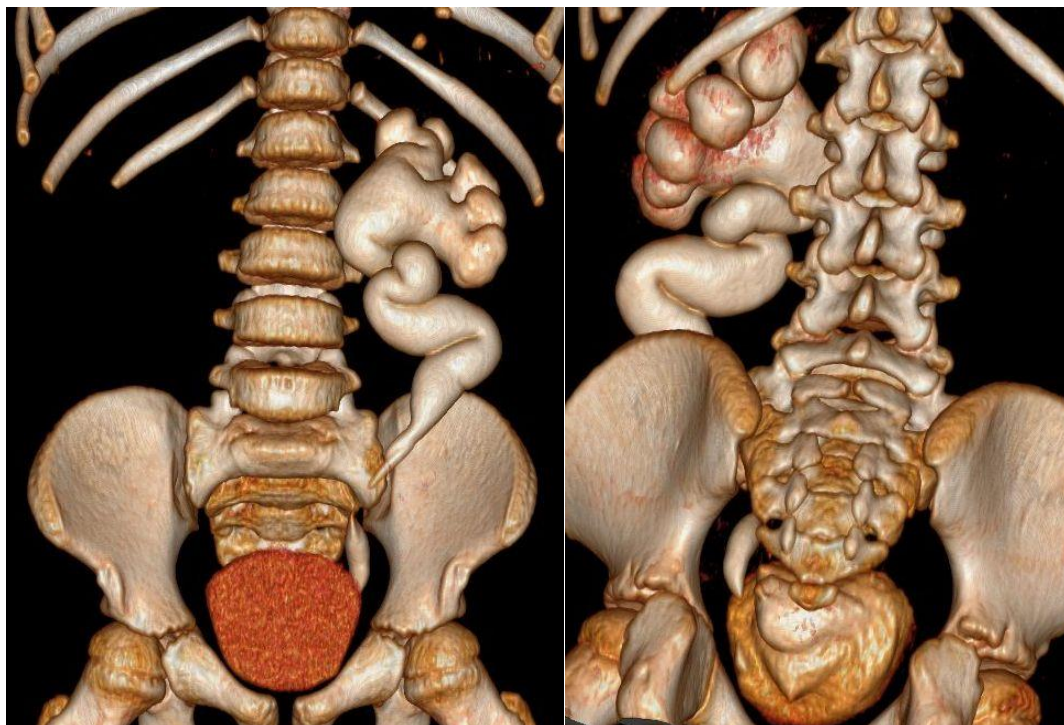


Рисунок 4. Пациент Д. Объемное изображение верхних мочевых путей (отсроченные снимки через 45 минут после введения контрастного средства). Определяется уретерогидронефроз слева, стриктура предпузырного отдела мочеточника

На динамической нефросцинтиграфии определялся обструктивный тип кривой, выведения радиометки за 20 минут не происходило. При проведении эвакуаторной пробы очищение собирательной системы единственной левой почки было неудовлетворительным и составляло 44%.

Интраоперационно стриктура УВС была подтверждена, хирургическое лечение было выполнено в объеме уретероцистоанастомоза слева. Таким образом, причина расширения ВМП в рассмотренном наблюдении была установлена посредством совмещенного исследования за единственное КТ сканирование, минуя выполнение ЭУ, что позволило минимизировать нефротоксичность и дозную нагрузку на ребенка.

У детей с уретерогидронефрозом совмещенное исследование модифицировали в зависимости от наличия в анамнезе оперативного лечения, а также от сонографических находок в мочевых путях. Так в случае выполненного ранее уретероцистоанастомоза для наилучшей визуализации неоустья сканирование проводили на наполненном мочевом пузыре (в отсутствии оперативной коррекции в анамнезе – на опорожненном), а при наличии акустической тени в мочевых путях, визуализированной при УЗИ, исследование дополняли нативным сканом. На рисунке 5 представлена схема протокола ГКТ у детей с уретерогидронефрозом.

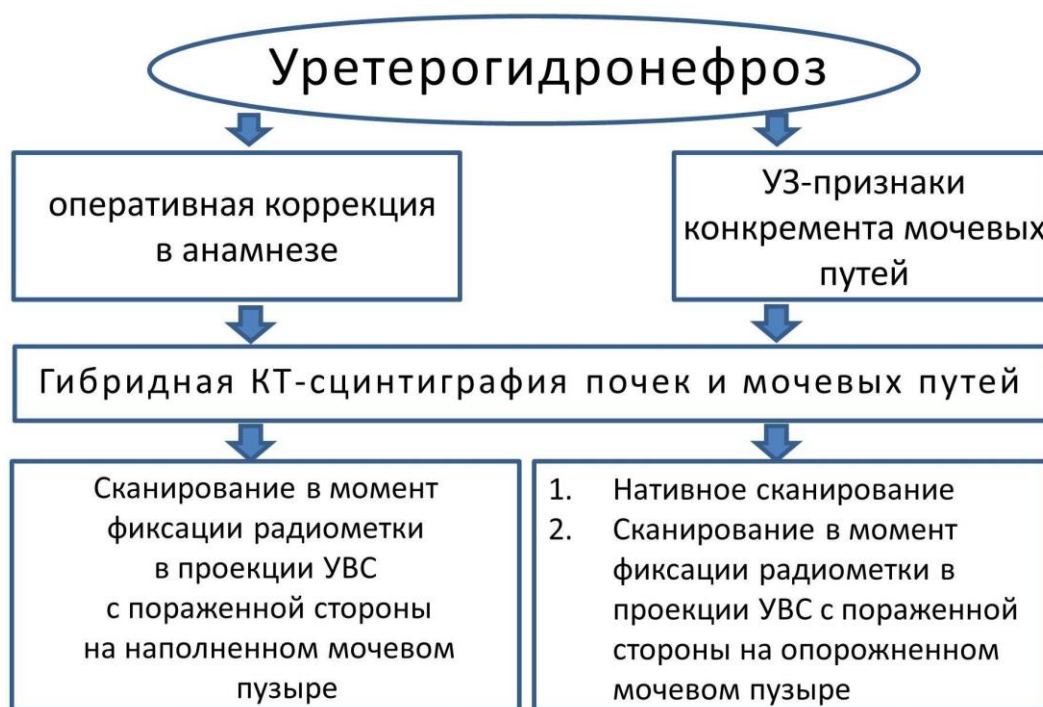


Рисунок 5. Протокол проведения гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с уретерогидронефрозом. УВС – уретеровезикальное соустье.

Точность гибридной КТ-сцинтиграфии в определении причины нарушения уродинамики на уровне УВС составила 100%. Однако, ошибка измерения (абсолютная погрешность) протяженности стриктуры УВС при сравнении с интраоперационными данными составила $5 \pm 1,22$ мм.

3.2. Результаты традиционных методик визуализации мочевых путей и гибридной КТ-сцинтиграфии и сравнение их эффективности у детей с гидронефрозом

У 24 из 50 детей с гидронефрозом, в рамках диагностики состояния ВМП были проведены: УЗИ, ЭУ, динамическая и статическая нефросцинтиграфия, а также гибридная КТ-сцинтиграфия (ГКТ). У 24 детей данной группы показаниями для обследования мочевых путей явились:

- лейкоцитурия и бактериурия на фоне анемии легкой степени тяжести (116-121 г/л) имела место в 14 случаях, из них одностороннее расширение полостной системы почки было выявлено пренатально у 6 детей, при скрининговом УЗИ в возрасте 7-8 лет при подготовке школу в 4 случаях, в возрасте 4-5 лет – в 4 наблюдениях. Заболевание сопровождалось чувством дискомфорта в поясничной области у четырех детей, нарушений азотистого обмена и протеинурии не определялось ни у одного ребенка;

- кристаллы солей в мочевом осадке определялись у 5 детей, из них приступы почечной колики отмечали трое пациентов; в ОАМ наблюдалась выраженная лейкоцитурия (более 100 клеток в поле зрения) и бактериурия. Показатели азотистого обмена и концентрационные характеристики почек (относительная плотность мочи) были в пределах нормальных значений;

- у 5 детей в возрасте 3-12 месяцев по месту жительства была выполнена пластика ЛМС по поводу гидронефротической трансформации, обусловленной врожденной стриктурой указанного отдела мочеточника: в двух случаях с одной стороны, в трех случаях – с обеих сторон. При контрольном обследовании через 3-6 месяцев после хирургического лечения в двух наблюдениях сокращения полостной системы с пораженной стороны не произошло, что было расценено как рецидив гидронефроза, при этом была отмечена дилатация дренажной системы контралатеральной почки. У трех детей с двусторонним процессом в анамнезе, при контрольном УЗИ через 3-6 месяцев после оперативного лечения нарушения уродинамики не определялось. При катamnестическом обследовании в возрасте 3-

7 лет по поводу атаки пиелонефрита, на сонограммах имело место двусторонняя дилатация ЧЛС.

Таким образом, согласно сонографическим данным, одностороннее расширение полостной системы почки наблюдалось у 19 детей, двустороннее – в 5 случаях.

Характеристики состояния почечной паренхимы по данным УЗИ, ЭУ и динамической нефросцинтиграфии

На основании данных УЗИ, ЭУ статической и динамической нефросцинтиграфии у 24 детей была проведена оценка состояния почечной паренхимы почек с пораженной стороны. При отсутствии очагов измененного эхо-сигнала и снижения толщины паренхимы на сонограммах (по сравнению с соответствующими возрастными нормативами) сохранность последней принималась за 100%. В качестве косвенного признака неизменной почечной паренхимы при рентгенологическом исследовании принимали своевременное (не позднее 7 минуты) появление рентгеноконтрастного препарата в собирательной системе почки. Секреторную функцию почки на динамической нефросцинтиграфии считали сохранной в том случае, когда время достижения максимальной радиоактивности (показатель T max) составляло не более 7 минут, при отсутствии снижения амплитуды и сдвига секреторного сегмента кривой «активность-время» по сравнению с контралатеральной стороной. Оценку состояния почечной паренхимы при статической нефросцинтиграфии осуществляли согласно методике, представленной в разделе 2.2.4 главы Материалы и методы, а именно – определяли наличие и выраженность очагов гипофиксации радиометки изображения почки, рассчитывали ИИЗ.

В таблице 6 представлены данные УЗИ, ЭУ и статической и динамической нефросцинтиграфии, отражающие изменения почечной паренхимы с пораженной стороны у 19 детей с односторонним расширением полостной системы почки.

Таблица 6. Характеристики состояния паренхимы пораженной почки по данным стандартных методик обследования мочевых путей у детей с односторонним расширением полостной системы. Данные представлены в порядке нарастания дефицита почечной паренхимы согласно УЗИ. НСГ – нефросцинтиграфия. ИИЗ – индекс интегрального захвата пораженной почки.

N	Возраст, лет	УЗИ: сохранность паренхимы, % (100% - толщина паренхимы почки превышает или соответствует возрастной норме)	ЭУ: время появления контрастного препарата в ЧЛС (норма – не более 7 минут)	Динамическая НСГ: секреторная функция	Статическая НСГ	
					ИИЗ (норма 46-70)	Очаговые изменения
1.	1	100	7	сохранена	53	умеренные
2.	2	100	5	сохранена	50	умеренные
3.	4	100	5	сохранена	57	умеренные
4.	5	100	5	сохранена	65	умеренные
5.	5	100	5	сохранена	54	умеренные
6.	5	100	5	сохранена	58	умеренные
7.	5	100	5	сохранена	51	умеренные
8.	6	100	5	сохранена	69	умеренные
9.	5	92	7	сохранена	52	умеренные
10.	2	88	7	сохранена	50	умеренные
11.	4	83	5	сохранена	45	умеренные
12.	4	83	7	сохранена	47	умеренные
13.	1	77	7	сохранена	53	умеренные
14.	3	75	14	снижена	37	средние
15.	8	69	14	сохранена	52	средние
16.	2	66	14	сохранена	41	средние
17.	8	54	5	сохранена	51	средние
18.	7	46	14	сохранена	44	средние
19.	5	42	21	снижена	37	диффузно-очаговые

Как видно из таблицы 6, на сонограммах толщина паренхимы с пораженной стороны в 8 наблюдениях соответствовала возрастным нормам. В остальных 11 случаях регистрировались эхо-признаки дефицита почечной паренхимы – ее толщина составляла 42 - 92% от должной, при этом у трех детей имели место рубцовые изменения и повышение эхогенности последней.

На сериях ЭУ своевременное появление контрастного препарата в собирательной системе имело место в 14 случаях, в остальных наблюдениях было замедлено: у четырех детей происходило не ранее 14 минуты, в одном наблюдении – с 21 минуты исследования. Данное обстоятельство находило свое отражение на нефрограммах – отмечалось запоздалое появление тени почки по сравнению с контралатеральной стороной.

У 17 детей визуальные и количественные характеристики ренограмм пораженных почек отражали сохранную секреторную функцию. Сцинтиграфические признаки снижения ренальной секреции определялись только у двух детей: имело место снижение амплитуды и сдвиг «секреторного» сегмента ренографической кривой вправо, показатель T_{max} составлял 12 и 15 минут соответственно. Согласно результатам статической нефросцинтиграфии во всех случаях были зарегистрированы очаговые изменения почечной паренхимы – в 13 случаях умеренные, в 5 – средней степени, у одного ребенка – выраженные диффузно-очаговые. Снижение индекса интегрального захвата было отмечено у 5 детей, в остальных наблюдениях ИИЗ находился в пределах нормальных значений.

На рисунке 6 представлено соотношение количества детей с нормальной и патологически измененной паренхимой почки по данным УЗИ, ЭУ, динамической и статической нефросцинтиграфии.

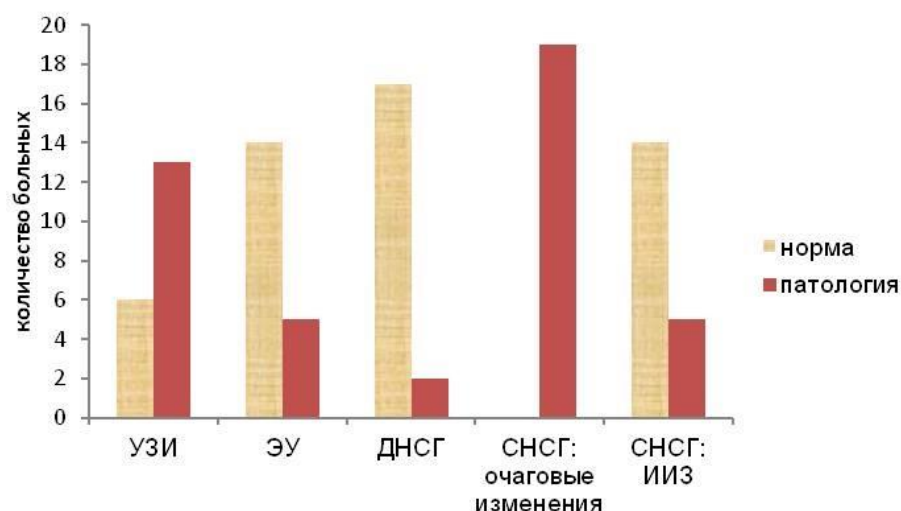


Рисунок 6. Соотношение количества детей с измененной и сохранной паренхимой пораженной почки по данным УЗИ, ЭУ, динамической и статической нефросцинтиграфии у детей с односторонним расширением ЧЛС. УЗИ – ультразвуковое исследование почек. ЭУ – экскреторная урография, за норму принято количество детей, у которых время появления контрастного препарата в собирательной системе почки не превышало 7 минут. НСГ – динамическая нефросцинтиграфия (указано количество детей с сохранной и нарушенной секреторной функцией). «СНСГ: очаговые изменения» – количество больных с наличием очаговых изменений согласно статической нефросцинтиграфии. «СНСГ: ИИЗ» – столбец «норма» отражает количество больных, у которых индекс интегрального захвата варьировал в пределах нормальных значений ИИЗ; столбец «патология» – количество больных, у которых значение ИИЗ было снижено.

При сравнении ультразвукового и рентгенологического методов оценки состояния почечной паренхимы оказалось, что результаты ЭУ, свидетельствующие о нарушении накопительной функции почки с пораженной стороны были косвенно подтверждены на УЗИ только в 45% случаев. Указанное противоречие могло объясняться тем фактом, что «свежий» очаг сниженной жизнеспособности имеет на сонограммах одинаковую плотность с неизменной почечной тканью [37], а также быть следствием того, что скорость контрастирования паренхимы на ЭУ зависит от давления в собирательной системе почки [3]. Оценка секреторной функции пораженных почек, полученная на основании динамической нефросцинтиграфии, совершенно не согласовывалась с сонографическими и рентгенологическими данными, а также с результатами

статической нефросцинтиграфии. Возможное объяснение несоответствия в определении состояния почечной паренхимы, данное на основании УЗИ, статической и динамической нефросцинтиграфии может заключаться в низком разрешении матрицы при динамическом исследовании, когда малые очаги нефросклероза на сцинтиграммах экранируются из-за значительного накопления радиометки в собирательной системе почки [25; 114].

На основании приведенных результатов УЗИ, ЭУ и динамической нефросцинтиграфии можно отметить, что ни один из вышеперечисленных методов, вплоть до наступления критических изменений состояния почечной паренхимы, не давал сведений о снижении функции почки. Так только в 11% наблюдений при динамической нефросцинтиграфии определялось снижение секреторной функции почки, тогда как во всех случаях при статической нефросцинтиграфии были зарегистрированы рубцовые изменения почечной паренхимы. Более того, в плане определения состояния почечной паренхимы динамическая нефросцинтиграфия продемонстрировала меньшую чувствительность по сравнению с ЭУ. Так, на урограммах замедление времени появления РКС в собирательной системе, что косвенно свидетельствовало о значимом повреждении почечной паренхимы, имело место в 26% случаев, и только в 10% наблюдений при динамической нефросцинтиграфии. В этой связи, можно отметить, что при оценке функциональной способности почечной паренхимы, особенно на ранних стадиях изменения последней, следует опираться только на данные статической нефросцинтиграфии.

С контралатеральной стороны значимых признаков нарушений накопительной функции почки по данным стандартных методик визуализации ВМП не определялось. Так появление контрастного препарата в полостной системе почки на сериях ЭУ было своевременным (не позднее 7 минуты), толщина паренхимы на сонограммах соответствовала возрасту ребенка, на сцинтиграммах показатель T мах варьировал в пределах 3-6 минут. При статической нефросцинтиграфии только у одного ребенка определялись

умеренные рубцовые изменения почечной паренхимы, снижение значения ИИЗ не было отмечено ни в одном случае.

У 5 детей, ранее перенесших реконструктивно-пластические операции по поводу врожденной стриктуры ЛМС (трое – с двух сторон, двое – с одной стороны), на сонограммах регистрировалось повышение эхогенности и неравномерное истончение паренхимы оперированных почек в диапазоне 6 - 8 мм. В трех случаях двустороннего процесса на ЭУ «тугое» наполнение контрастным средством ЧЛС правой почки отмечалось только на 60 (в двух случаях) и 75 минуте (у одного ребенка), левой почки – к 60 минуте исследования (в трех наблюдениях); у двух детей с односторонним процессом – с 14 и 21 минуты соответственно. У пациентов перенесших одностороннее хирургическое вмешательство, с контралатеральной стороны на УЗИ имело место визуально сохранная структура и неизменная толщина паренхимы почки, при своевременном появлении контрастного препарата в полостной системе на сериях ЭУ.

На динамической нефросцинтиграфии сглаживание секреторного пика и уменьшение амплитуды кривой «активность-время» имело место при двустороннем процессе у двоих детей справа и у одного ребенка слева, при одностороннем поражении – в обоих наблюдениях с оперированной стороны. В случаях одностороннего рецидива показатель T_{max} с контралатеральной стороны при построении зоны интереса над всей почкой составлял 3 и 5 минут соответственно. У одного ребенка с двусторонним процессом скнтиграфических признаков нарушения секреторной функции обеих почек отмечено не было. При статической нефросцинтиграфии в рассмотренных случаях определялись умеренные рубцовые изменения паренхимы пораженных почек, однако при сохранном общем объеме функционирующей паренхимы.

Таким образом, факт снижения секреторной функции на динамическом исследовании был установлен только у детей со значительными изменениями накопительной функции при ЭУ. В случаях умеренной задержки появления

контрастного препарата на урограммах (не позднее 21 минуты), нефросцинтиграфия отражала сохранную ренальную секрецию. При оценке взаимосвязи между изменениями почечной паренхимы при УЗИ и скоростью появления контрастного средства в ЧЛС на сериях ЭУ можно заключить, что снижение накопительной функции почки имело место у всех детей с гипоэхогенными зонами на сонограммах. Визуализированные на сонограммах зоны сниженной эхогенности в паренхиме почки во всех случаях соответствовали очагам гипофиксации РФП при статической сцинтиграфии.

Характеристики эвакуаторной функции почки

У 19 детей с односторонним расширением ЧЛС почки переднезадний размер почечной лоханки на сонограммах колебался от 10 до 36 мм, тем самым превышая возрастные нормы максимально в 3,3 раз (см. таблицу 7); дилатация почечных чашечек достигала 7-16 мм.

Таблица 7. Характеристики эвакуаторной функции пораженной почки по данным стандартных методик обследования мочевых путей у детей с односторонним расширением коллекторной системы. Данные представлены в порядке нарастания дилатации ЧЛС. Нормы переднезаднего размера почечной лоханки приведены согласно работе [106].

N	Возраст, лет	УЗИ Переднезадний размер лоханки, % от должной нормы (100% - отсутствие дилатации)	Экскреторная урография Время появления контрастного средства в мочеточниках, минуты (норма не более 15 минут)	Нефросцинтиграфия	
				очищение собирательной системы за 20 минут, %	Трансфер РФП через кору почки
1.	8	100	60	4	Не замедлен
2.	1	103	30	0	замедлен
3.	2	120	30	10	Не замедлен
4.	7	128	30	0	Не замедлен
5.	2	140	30	5	Не замедлен
6.	6	148	45	0	Не замедлен
7.	4	151	30	5	Не замедлен
8.	5	164	45	0	Не замедлен
9.	3	164	30	8	Не замедлен
10.	2	170	60	0	замедлен
11.	4	170	60	0	Не замедлен
12.	5	172	90	0	замедлен
13.	5	172	45	5	Не замедлен
14.	1	175	60	11	Не замедлен
15.	4	179	45	0	Не замедлен
16.	5	200	45	8	Не замедлен
17.	8	225	120	0	Не замедлен
18.	5	254	60	0	замедлен
19.	5	327	120	0	Не замедлен

Сопоставляя ультразвуковые и рентгенологические характеристики эвакуаторной функции пораженной почки (таблица 7) можно отметить, что наличие дилатации ЧЛС на сонограммах находило свое отражение на серии урограмм в виде сглаживания форникального аппарата и расширения полостной системы при замедленной эвакуаторной функции (до 30 минут у 6 детей, до 60 и 90 минут у пятерых и одного ребенка соответственно). У двух детей на ЭУ регистрировалась выраженная задержка транзита контрастного препарата по мочевым путям (до 120 минут), которая соответствовала значительному расширению почечной лоханки при УЗИ (до 36 мм). Тем не менее, достоверной корреляции между степенью расширения полостной системы на сонограммах и временем появления контрастного вещества в мочеточниках на ЭУ не существовало. Последнее могло объясняться тем, что эвакуаторная функция почки зависит от ее накопительной способности, при этом, как было сказано выше, степень поражения почечной паренхимы у детей была различной. Кроме этого, при внутрпочечном типе лоханки, даже грубые нарушения уродинамики не обязательно приводят к значительному расширению последней [87].

При динамической нефросцинтиграфии с пораженной стороны определялся обструктивный тип кривой выведения РФП, изображение ЧЛС было увеличено по сравнению с контралатеральной почкой. Так у 11 детей к 20 минуте исследования очищение собирательной системы не происходило вовсе, в остальных случаях варьировало от 4 до 11%. При построении кривых «активность-время» с кортикальных отделов пораженной почки оказалось, что транзит РФП через них был своевременным в подавляющем большинстве случаев (15 человек), в остальных наблюдениях фиксация радиометки в проекции паренхимы пораженной почки сохранялась к 20 минуте динамического исследования. Таким образом, у 4 детей задержка эвакуации из собирательной системы сопровождалась замедлением паренхиматозного трансфера.

С контралатеральной стороны дилатации полостной системы почки на УЗИ и ЭУ в 18 наблюдениях не определялась. Время полувыведения радиометки с

контралатеральной стороны при построении зоны интереса над всей почкой в 16 наблюдениях составляло не более 12 минут, у двоих детей – 14 и 17 минут соответственно. Увеличение $T_{1/2}$ на динамической нефросцинтиграфии в последних двух случаях трактовали как физиологические варианты выведения радиометки из ЧЛС, учитывая своевременную эвакуацию контрастного средства при ЭУ и отсутствие дилатации полостной системы при УЗИ. У одного ребенка на сонограммах имело место удвоение ЧЛС с расширением нижней лоханки до 14 мм, при этом на ЭУ данная аномалия не визуализировалась; на динамической записи к 20 минуте выведение РФП было замедлено и составляло 37%.

У 5 детей с реконструктивно-пластическими операциями в анамнезе при УЗИ значения размеров лоханки и чашечек ранее оперированных почек варьировали в диапазоне 27 - 30 мм и 12 - 15 мм соответственно. На экскреторных урограммах в трех случаях двустороннего рецидива на фоне значительного расширения почечных лоханок с грибовидной деформацией чашечек, эвакуаторная функция была резко замедлена: справа у двух детей более 120 минут, у одного ребенка – более 90 минут; слева – более 90 минут в трех наблюдениях. Эти данные находили свое отражение на сцинтиграммах: с обеих сторон определялся обструктивный тип кривой выведения РФП при визуальном увеличенной ЧЛС почки. Показатель $T_{1/2}$ при построении зоны интереса над почечной корой слева у двух детей составляли 14 и 15 минут, справа – 15 и 17 минут соответственно. У одного ребенка $T_{1/2}$ коры с обеих сторон было равным 16 минутам.

У двух детей перенесших одностороннюю пластику ЛМС появление контрастного препарата в мочеточниках с оперированной стороны имело место на 60 и 90 минутах соответственно, на динамической нефросцинтиграфии очищения собирательной системы за 20 минут исследования не происходило, трансфер радиоиндикатора через почечную кору был замедлен. ЧЛС контралатеральных почек, согласно ЭУ и УЗИ была расширена (максимальные размеры почечной лоханки 18 и 20 мм, чашечек – 11 и 13 мм соответственно), контрастирование

мочеточников наблюдалось с 21 минуты в обоих случаях. На фоне своевременного транзита радиометки через почечную кору выведение последней за 20 минут динамического исследования при построении зоны интереса над всей почкой было замедлено до 45% и 40%.

Как видно из представленных данных, расширение полостной системы почки при УЗИ на ЭУ проявлялось в виде позднего контрастирования мочеточников и мочевого пузыря. Тем не менее, прямой зависимости между степенью дилатации ЧЛС почки на УЗИ и временем трансфера контрастного препарата в мочеточники на урограммах не определялось. Аналогично отсутствовала закономерность между величиной выведения радиометки из полостной системы почки на динамической записи и степенью нарушения эвакуаторной функции на ЭУ.

Результаты визуализации мочеточника по результатам традиционных методов обследования верхних мочевых путей и их вклад в установление причины пиелэктазии

У 19 детей с односторонним расширением полостной системы проследить на сонограммах ход мочеточников на всем протяжении не удалось, в связи с отсутствием расширения и ретроперитонеальным расположением последних. Так с контралатеральной стороны у 10 детей определялась верхняя и, фрагментарно, нижняя треть, в 6 наблюдениях – только верхняя, у трех – фрагмент нижней трети мочеточника. С пораженной стороны сонограммы оказались информативными в 9 из 19 случаев, а именно:

- у двух детей определялось коническое сужение ЛМС, что могло быть следствием стриктуры данного отдела мочеточника;

- в пяти случаях в просвете данного сегмента была видна акустическая тень, предположительно отражающая наличие конкремента;

- в двух наблюдениях был визуализирован абберантный сосуд, направляющийся к нижнему полюсу почки, косвенно свидетельствующий об уретеровазальном конфликте как причины расширения полостной системы.

На ЭУ с пораженной стороны отмечался стаз контрастного средства на уровне ЛМС, мочеточник визуализировался цистоидами к 30 минуте у 6, к 45 минуте у трех, на 60 минуте у 7, на 90 минуте у одного и на 120 минуте у двух детей. Только у одного из 5 детей с сонографическими признаками конкремента прилоханочного отдела мочеточника, на обзорной рентгенограмме определялся дефект заполнения контрастного средства. В остальных 4 наблюдениях рентгенологически наличие конкремента не подтверждалось, вероятнее всего в силу малых размеров (максимальный диаметр камней не превышал 2,5 мм – интраоперационные данные). На динамической нефросцинтиграфии фиксации радиометки в проекции мочеточника с пораженной стороны не определялось вплоть до 20 минуты динамической съемки в 17 наблюдениях; у трех детей имело место слабоинтенсивное накопление РФП в проекции прилоханочного сегмента в диапазоне 17-19 минуты.

С контралатеральной стороны на урограммах наблюдалось фрагментарное контрастирование мочеточника: у 10 детей с 5 минуты, в пяти наблюдениях – с 7, у 4 детей – с 10 минуты исследования. На сцинтиграммах накопление РФП в мочеточнике было обычным, без признаков задержки эвакуации – у девяти детей с 4, в 10 случаях – с 5 минуты динамической записи соответственно. У одного ребенка на УЗИ определялось удвоение мочеточников в проксимальном отделе, диаметрами 5 и 4 мм, в нижней трети ход мочеточника не прослеживался. На ЭУ имело место фрагментарное накопление контрастного средства в верхней трети мочеточника, рентгенологических признаков удвоения последнего выявить не удалось. При динамической нефросцинтиграфии фиксация радиометки в проекции удвоенного мочеточника определялась на 19 минуте исследования широкой полосой сцинтилляций.

У пяти детей, ранее перенесших пластику прилоханочного сегмента по Хайнц-Андерсену по поводу двух- или одностороннего расширения ЧЛС почки (три и два случая соответственно) ход мочеточников при УЗИ прослеживался фрагментарно: в верхней и нижней трети справа в трех, слева — в двух наблюдениях. В остальных случаях определялась только нижняя треть мочеточника. Судить о причине рецидивирующей обструкции ЛМС у этих детей не представилось возможным, что было обусловлено отсутствием дилатации и ретроперитонеального расположения прилоханочного сегмента мочеточника. Данные ЭУ оказались также малоинформативны: на фоне интерпозиции газа в петлях кишечника во всех случаях регистрировался стаз контрастного вещества на уровне ЛМС с обеих сторон. У детей с двусторонним процессом справа контрастирование мочеточников цистоидами наблюдалось с 90 минуты в двух случаях, у одного ребенка мочеточник не визуализировался вплоть до 120 минуты исследования; слева фрагментарное контрастирование мочеточника отмечалось к 90 минуте у двоих детей, в одном наблюдении – к 120 минуте. На сцинтиграммах фиксации радиометки в проекции мочеточников за 20 минут динамического исследования с обеих сторон зарегистрировано не было. У детей с односторонней пластикой пиелоуретерального сегмента в анамнезе частичное контрастирование мочеточников с оперированной стороны на ЭУ наблюдалось не ранее 90 минуты, отсутствие фиксации радиометки в проекции последних на динамической нефросцинтиграфии – вплоть до конца исследования. С контралатеральной стороны частичное заполнение контрастным препаратом на ЭУ имело место к 30 и 45 минуте соответственно. При динамической нефросцинтиграфии у одного ребенка к 15 минуте регистрировалась слабоинтенсивная фиксация радиометки в проекции средней трети мочеточника, во втором случае – не определялось вплоть до 20 минуты съемки.

Таким образом, на основании УЗИ сделать предположение о причине расширения полостной системы почки было возможным только у 9 из 24 детей, при этом результаты сонограмм подтверждались рентгенологически только у

одного ребенка, и не находили прямого подтверждения на динамической нефросцинтиграфии ни в одном случае. Дальнейшее обследование этих пациентов было продиктовано необходимостью определения механизма дилатации ЧЛС и вида оперативного доступа.

Результаты гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с гидронефрозом

Всем 24 детям с гидронефрозом была проведена гибридная КТ-сцинтиграфия.

У 13 детей после одномоментного введения контрастного средства и РФП осуществляли регистрацию продвижения радиоиндикатора по мочевым путям посредством динамической нефросцинтиграфии. У трех детей запись динамического исследования была прервана на 17-19 минутах для проведения КТ, в связи с фиксацией радиометки в проекции пиелoureтерального сегмента с пораженной стороны. В остальных наблюдениях время накопления радиометки в проекции прилоханочного сегмента мочеточника превышало стандартный 20 минутный интервал, что требовало возобновления динамической записи вплоть до появления изображения ЛМС на сцинтиграммах. В этих случаях накопление РФП происходило в диапазоне 23 - 79 минуты (см. таблицу 8). При КТ-сканировании, выполненном непосредственно после момента накопления РФП в проекции прилоханочного сегмента, появление контрастного препарата в данном отделе мочеточника имело место в 10 наблюдениях. В двух случаях время фиксации радиоиндикатора не совпадало с моментом заполнения РКС пораженного отдела мочеточника, а именно: определялось частичное контрастирование только полостной системы почки. После возобновления динамической записи повторное КТ сканирование, на котором у обоих детей удалось визуализировать пиелoureтральный сегмент, было выполнено в момент появления радиометки в верхней трети мочеточника.

На КТ-сканах определялось значительное расширение полостной системы почки с пораженной стороны (см. таблицу 8), толщина паренхимы варьировала в

диапазоне 4-12 мм, что согласовывалось с данными УЗИ и ЭУ. У 12 детей определялось сужение ЛМС в диапазоне 1,7-2,8 мм; в одном наблюдении коленообразный изгиб мочеточника в верхнелатеральном направлении был расценен как фиксированный перегиб указанного сегмента.

У 10 детей, у которых время динамической записи составляло 20 и более минут, при построении зоны интереса над всей почкой определялся обструктивный тип кривой «активность-время». У трех детей, у которых динамическое исследование было прервано досрочно (на 17-19 минуте), выведение радиометки к последней минуте съемки было от 10 до 18%. Результаты физиологической эвакуаторной пробы свидетельствовали о стойком характере обструкции: очищение собирательной системы варьировало в диапазоне 6-59%.

Таблица 8. Временной интервал от инъекции контрастного препарата до получения тугого наполнения лоханочно-мочеточникового сегмента в зависимости от степени расширения собирательной системы.

наблюдени	Возраст ребенка, лет	Время фиксации РФП в ЛМС мочеточника на сцинтиграммах, минуты	Время тугого наполнения ЧЛС на КТ-сканах, минуты	Передне-задний размер лоханки, мм	Размер чашечек, мм	Диаметр ЛМС, мм
1	8	19	21	12	9	1,3
2	4	17	19	14	8	1,6
3	8	29	32	20	12	1,4
4	1	39	41	21	14	2,5
5	5	18	20	24	15	2,8
6	6	28	30	25	12	1,6
7	1	23	25	28	10	2,8
8	5	58	60	28	19	1,3
9	2	53	55	29	17	1,1
10	4	32	34	30	12	1,4
11	2	25	35	31	10	2,6
12	4	79	81	35	13	1,7
13	5	41	60	40	16	1,3

С контралатеральной стороны данные динамической нефросцинтиграфии у в 12 случаях отражали сохранную эвакуаторную функцию почки, на КТ-сканах патологической дилатации полостной системы отмечено не было. Так у семи детей время полувыведения радиометки при построении зоны интереса над всей почкой составляло не более 12 минут, у пяти детей было в диапазоне 15 - 17 минут. Фиксация радиометки в проекции мочеточника с непораженной стороны у 9 детей регистрировалась не позднее 4 минуты, в остальных наблюдениях – с 5 минуты динамического исследования. У ребенка, с обнаруженным на сонограммах удвоением ЧЛС, на КТ, выполненном в момент фиксации радиометки на всем протяжении мочеточника, визуализировалось накопление контрастного препарата в обоих мочеточниках, а также их слияние на уровне копчика и впадение в мочевой пузырь единым устьем. На динамической нефросцинтиграфии к 20 минуте выведение радиометки было равным 37%.

Результаты ГКТ, свидетельствующие в 12 наблюдениях о стриктуре, и о фиксированном перегибе прилоханочного сегмента мочеточника у одного ребенка, интраоперационно были подтверждены: при выделении пиелоуретерального сегмента выявлено сужение и дисплазия данного отдела мочеточника на протяжении 1,5-3 см. Объем операции включал пластику ЛМС с установлением внутреннего стента.

В трех наблюдениях ГКТ дополняли методикой «двойного контрастирования». Данный протокол был выбран в связи с косвенными сонографическими признаками наличия абберантного почечного сосуда, что требовало визуализации прилоханочного сегмента мочеточника и картины кровоснабжения почки на одном КТ-скане. Для этого, одновременно с РФП в кубитальную вену струйно вводили контрастное средство в объеме 10% от расчетного на вес тела ребенка. Время фиксации радиометки в проекции ЛМС превышало 20 минутный интервал динамической нефросцинтиграфии, что было основанием для продолжения регистрации продвижения РФП вплоть до

появления последнего в пораженном отделе мочеточника. Накопление радиоиндикатора в проекции пиелoureтерального сегмента у двух детей определялась через 45 минут, у одного ребенка спустя 60 минут после инъекции. Непосредственно после момента появления РФП в заданной зоне интереса выполняли КТ-сканирование с болюсным введением остаточного объема контрастного вещества.

На КТ сканах регистрировалось значительное одностороннее расширение полостной системы почки с истончением паренхимы по сравнению контралатеральной стороной. Выбранное на основании фиксации радиометки в проекции ЛМС время КТ-сканирования соответствовало появлению контрастного препарата в прилоханочном сегменте в двух из трех случаев. У одного ребенка накопление РФП в деформированной в каудальном направлении лоханке было ошибочно расценено как фиксация радиометки в ЛМС. В последнем случае, после возобновления динамической съемки, повторное КТ было выполнено в момент регистрации РФП в проекции верхней трети мочеточника (на 65 минуте от момента введения радиоиндикатора), что позволило визуализировать пиелoureтеральный сегмент. При построении объемного КТ-изображения во всех трех наблюдениях визуализировался добавочный сосуд, идущий к нижнему сегменту пораженной почки и компремирующий ЛМС. В двух случаях отмечалось нитевидное контрастирование данного сегмента на протяжении 2-5 мм (диаметр прилоханочного сегмента менее 1 мм), у одного ребенка – сужение указанного отдела до 1,7 мм. При проведении эвакуаторной пробы отмечалась стойкая задержка эвакуации радиометки – очищение собирательной системы составляло 22, 37 и 45% соответственно. С контралатеральной стороны данные динамической нефросцинтиграфии отражали неизменные эвакуаторные и секреторные характеристики почки, что согласовывалось с ранее полученными результаты ЭУ и УЗИ. Деформации дренажной системы и структурных изменений почки на КТ-сканах также не определялось.

Данные ГКТ находили подтверждение интраоперационно: была выявлена абберантная артерия диаметром 2-3,5 мм вызывающая уретеровазальный конфликт, при отсечении ЛМС от лоханки определялось сужение последнего до 2-3 мм. Объем оперативного вмешательства включал антевазальную пластику пиелоуретерального сегмента по Хайнц-Андерсену на стенке с выделением добавочной артерии.

У пяти детей на сонограммах в просвете ЛМС определялась акустическая тень, свидетельствующая о конкременте, при этом факт наличия камня был подтвержден на ЭУ только у одного ребенка. У этих детей в протокол ГКТ было включено нативное КТ-сканирование. На полученных сканах в просвете пиелоуретерального сегмента с пораженной стороны определялись гиперденсивные (плотностью 800 - 1000 НУ) округлые образования, максимальными диаметрами 1,5-2,4 мм, соответствующие конкрементам. После введения необходимого объема контрастного средства и радиофармпрепарата, в окне сбора информации осуществляли непрерывную регистрацию продвижения радиометки по мочевым путям, потребовавшую значительного времени. Так фиксация РФП в проекции прилоханочного сегмента мочеточника с пораженной стороны у одного ребенка наблюдалась с 55 минуты, у двух детей с 75 минуты, в двух случаях с 90 и 98 минуты после инъекции. Было установлено, что время накопления радиоиндикатора в проекции ЛМС совпадало с моментом его заполнения рентгенконтрастным средством на КТ-сканах, диаметр пиелоуретерального сегмента составлял 2 - 3,1 мм, переднезадние размеры почечной лоханки достигали 35 - 42 мм, чашечек — 8 - 11 мм. При расчете транзита радиометки через ЧЛС почки определялся обструктивный тип кривой, при эвакуаторной пробе – стойкая задержка эвакуации (очищение собирательной системы составляло от 15% до 22%). На отсроченных КТ-сканах с контралатеральной стороны форма и размеры полостной системы почек были не изменены, регистрировалось цистоидное накопление контрастного препарата в

мочеточниках максимальным диаметром до 5 мм. На динамической нефросцинтиграфии при построении зоны интереса над всей почкой время полувыведения варьировало от 12 до 15 минут.

На предоперационной ретроградной уретеропиелографии наличие конкрементов в ЛМС было подтверждено. Выполненный в последующем сеанс дистанционной ударно-волновой литотрипсии в рассмотренных наблюдениях позволил нормализовать уродинамику с пораженной стороны.

У двух детей, ранее перенесших пластику ЛМС по поводу одностороннего гидронефроза, время фиксации радиометки в проекции прилоханочного сегмента мочеточника с оперированной стороны составляло 39 и 48 минут, с контралатеральной – 18 и 25 минут соответственно. При КТ-сканировании, момент проведения которого был выбран на основании времени накопления радиоиндикатора в ЛМС с пораженной стороны, определялось нитевидное контрастирование пиелоуретрального сегмента диаметром 1 и 1,2 мм. Собирательная система оперированных почек была расширена, что подтверждало полученные ранее данные УЗИ и ЭУ: передне-задний размер лоханки в первом наблюдении был равен 38 мм, во втором – 44 мм, чашечки деформированы по «грибовидному» типу. На этом фоне были отмечены рентгенологические признаки дефицита почечной паренхимы – толщина последней не превышала 8 мм. При построении зоны интереса над всей почкой на сцинтиграммах регистрировался обструктивный тип кривой, при проведении эвакуаторной пробы очищение собирательной системы было неудовлетворительным и составляло 48 и 60%.

С контралатеральной стороны на КТ-сканах сужение просвета ЛМС не наблюдалось – диаметр последнего составлял 3,7 и 3,9 мм соответственно. В обоих случаях была отмечена изолированная пиелозктазия с сохранной почечной паренхимой, что согласовывалось с результатами УЗИ. Полученные данные ГКТ у детей с рецидивом одностороннего гидронефроза представлены в таблице 9.

Таблица 9. Соотношение анатомических и функциональных признаков нарушения оттока мочи у детей с рецидивом одностороннего гидронефроза.

наблюдение	Возраст ребенка, лет	Оперированная почка			Контралатеральная почка		
		Время фиксации РФП в в/3 мочеточника на сцинтиграммах, минуты	Передне-задний размер лоханки, мм	Диаметр ЛМС, мм	Время фиксации РФП в в/3 мочеточника на сцинтиграммах, минуты	Передне-задний размер лоханки, мм	Диаметр ЛМС, мм
1	3	39	38	1	18	20	3,7
2	2	48	44	1,2	25	17	3,9

Интраоперационно в рассмотренных наблюдениях были выявлены рубцовые изменения мочеточника на протяжении 2-3 см дистальнее лоханки. Хирургическое лечение было выполнено в объеме повторной пластики ЛМС с резекцией лоханки. Таким образом, рецидив стриктуры прилоханочного сегмента, визуализированный на ГКТ за единственное КТ-сканирование, был подтвержден в обоих случаях.

У трех детей, ранее оперированных по поводу двустороннего гидронефроза, по данным УЗИ и ЭУ оценить послеоперационные изменения ЛМС не удалось вследствие интерпозиции газа в петлях кишечника и отсутствия дилатации мочеточников. С целью получения изображения пораженных отделов мочеточника была выполнена ГКТ. Фиксация радиометки в проекции ЛМС мочеточника на сцинтиграммах у трех детей, справа определялась на 32, 65 и 40 минутах, слева – на 35, 28 и 38 минутах соответственно. В двух случаях практически единовременного накопления РФП в ЛМС с обеих сторон, удалось получить изображение последних за однократное включение рентгеновской трубки томографа. У одного ребенка потребовалось выполнить две томограммы (через 28 и 65 минут после начала динамической записи), что было обусловлено существенными различиями в скорости трансфера радиометки по мочевым путям

с разных сторон. На отсроченных КТ-сканах ЛМС справа был сужен до 2,4, 2,6 и 1,4 мм, слева – до 2,5, 2,7 и 1,6 мм соответственно. ЧЛС почек была расширена – справа максимальный передне-задний размер лоханки составлял 43 мм, слева – 28 мм, с обеих сторон группы чашечек деформированы по «грибовидному» типу. На сцинтиграммах с двух сторон регистрировался обструктивный тип кривой, при проведении эвакуаторной пробы очищение собирательной системы было неудовлетворительным: справа 44, 38 и 45%, слева – 35, 43 и 51% соответственно.

Результаты ГКТ у детей с рецидивом двустороннего гидронефроза, отражающие связь между анатомическими и функциональными показателями нарушения транзита мочи представлены в таблице 10.

Таблица 10. Взаимосвязь анатомических критериев обструкции верхних мочевых путей с тяжестью замедления транзита радиометки у детей с рецидивом двустороннего гидронефроза.

наблюдение	Возраст ребенка, лет	Правая почка			Левая почка		
		Время фиксации РФП в в/3 мочеточника на сцинтиграммах, минуты	Передне-задний размер лоханки, мм	Диаметр ЛМС, мм	Время фиксации РФП в в/3 мочеточника на сцинтиграммах, минуты	Передне-задний размер лоханки, мм	Диаметр ЛМС, мм
1	1	32	27	2,4	35	28	2,5
2	6	65	43	2,6	28	24	2,7
3	3	40	25	1,4	38	23	1,6

При сравнении анатомических и функциональных нарушений оттока мочи у детей как с односторонней, так и двусторонней дилатацией ЧЛС почек (таблица 9 и таблица 10 соответственно), можно отметить, что тяжесть замедления трансфера радиометки по ВМП не была связана как со степенью расширения ЧЛС, так и диаметром пораженного при данной патологии прилоханочного сегмента мочеточника.

У детей с рецидивом двустороннего гидронефроза была проведена повторная пластика ЛМС с обеих сторон, результаты ГКТ интраоперационно были подтверждены во всех случаях.

Клинический пример.

Ребенок С., 9 лет. Показанием для проведения обследования было повышение температуры тела без катаральных явлений, сопровождающееся дискомфортом в поясничной области. По результатам лабораторного исследования отмечена умеренная лейкоцитурия (12 кл в п/зр) и протеинурия (0,03 г/л) без нарушений азотистого и электролитного обмена. При УЗИ, на фоне незначительного дефицита почечной паренхимы (90% от возрастной нормы), визуализировалось расширение собирательной системы слева (рисунок 7А), ход мочеточника с пораженной стороны прослеживался только в нижней трети последнего (диаметр составлял 6 мм), ЛМС на сонограммах не определялся.



Рисунок 7А. УЗИ почек у ребенка С. 9-ти лет с гидронефрозом слева – определяется расширение собирательной системы левой почки



Рисунок 7Б. Экскреторная урограмма у ребенка С. с гидронефрозом слева: определяется стаз контрастного средства на уровне ЛМС (45 минута).

Серия ЭУ включала в себя 5 рентгеновских снимков: был выполнен обзорный снимок, а также на 5, 10, 30 и 45 минутах соответственно; в результате эффективная доза составила 2,8 мЗв. Оценить характер изменений прилоханочного сегмента слева на основании ЭУ не представлялось возможным: на фоне заполненной контрастом расширенной лоханки ЛМС не визуализировался (рисунок 7Б). Появление контрастного препарата в полостной системе пораженной почки имело место на 10 минуте исследования, в мочевом пузыре – с 45 минуты. С контралатеральной стороны эвакуаторно-накопительные характеристики почки по данным УЗИ и ЭУ были не изменены. Таким образом, рутинные методы визуализации ВМП не позволили определить причину нарушения уродинамики. Ребенку было рекомендовано выполнение гибридного исследования с использованием метода «двойного контрастирования» с целью визуализации возможного уретеровазального конфликта. Для этого, одновременно с РФП в кубитальную вену струйно введено 2,5 мл контрастного

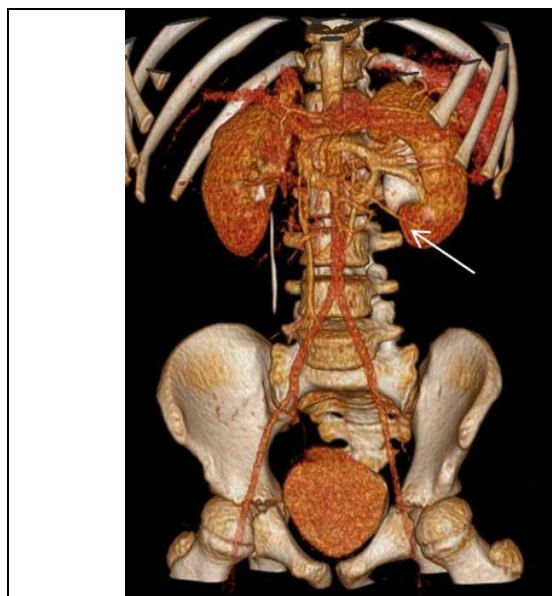


Рисунок 8. Ребенок С.: 3D КТ-реконструкция сосудов и собирательной системы почек полученная методом «дополнительного контрастирования». Стрелкой указан добавочный нижнеполярный сосуд левой почки.

вещества (10% от общего объема с расчетом на вес тела ребенка). При динамической нефросцинтиграфии фиксация РФП в проекции ЛМС левого мочеточника определялась только на 30 минуте записи. На 35 минуте проведена КТ с болюсным введением контрастного вещества остаточным объемом 22,5 мл.

На полученных КТ-сканах (рисунок 8) на фоне расширенной ЧЛС левой почки визуализировался добавочный нижнеполярный сосуд, идущий к ее нижнему сегменту и компримирующий просвет мочеточника

на уровне ЛМС. Патологических изменений контралатеральной (правой) почки выявлено не было – дренажная система была не расширена, дефицита почечной паренхимы не наблюдалось, время полувыведения радиометки при построении зоны интереса над всей почкой составляло 12 минут. При эвакуаторной пробе очищение собирательной системы с пораженной стороны составляло 37%.

Пациенту была выполнена пластика левого пиелoureтерального сегмента по Хайнц-Андерсену на стенке, выделение добавочной артерии и ЛМС с резекцией гипотрофированного участка последнего на протяжении 1,5 см. Наличие сосудистой аномалии, приводящее к сдавлению прилоханочного сегмента мочеточника, выявленное на совмещенном исследовании, было подтверждено интраоперационно.

Таким образом, на указанном примере видно, что результаты ГКТ позволили определить причину обструкции у ребенка с односторонним гидронефрозом. Данные ЭУ и динамической НСГ оказались диагностически малоинформативны, несмотря на значительную эффективную дозу полученной ребенком, нефротоксическое воздействие РКС и затраченное время.

Сравнение информативности традиционных методов обследования и гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с гидронефрозом

В таблице 11 представлены результаты стандартных методов обследования и ГКТ, на основании которых было возможно определить причину обструкции верхних мочевых путей у детей с расширением дренажной системы почки.

Таблица 11. Сравнение информативности методов визуализации верхних мочевых путей у детей с гидронефрозом: указано количество наблюдений с информативными заключениями. НСГ – нефросцинтиграфия. ГКТ – гибридная КТ-сцинтиграфия почек и мочевых путей.

Методы визуализации	Причина обструкции	Конкремент ЛМС (5)	Стриктура ЛМС (13)	Фиксированный перегиб ЛМС (3)	Вазоренальный конфликт (3)
ЭУ		1	0	0	0
УЗИ		5	3	0	1
Динамическая НСГ		0	0	0	0
ГКТ		5	13	3	3

Из представленных данных видно, что сделать предположение о механизме нарушения уродинамики у детей с картиной гидронефроза на основании сонограмм в настоящей работе удалось только в 37,5% наблюдений, которые только у одного ребенка с конкрементом в прилоханочном отделе мочеточника были подтверждены на урограммах. Кроме этого, у одного из 24 обследуемых пациентов на ЭУ были получены рентгенологические признаки сужения ЛМС, однако установить причину обструкции данного отдела мочеточника не представилось возможным. Динамическая нефросцинтиграфия позволяла подтвердить факт нарушения уродинамики, однако определить причину обструкции этим методом было невозможно. Таким образом, у детей с гидронефрозом такие рутинные методы обследования ВМП как ЭУ, ультразвуковое исследование и сцинтиграфия почек показали абсолютно неудовлетворительные результаты в определении причины обструкции. Низкая информативность ЭУ в диагностике конкрементов в 80% случаях была обусловлена их малыми размерами (не более 2,5 мм), невозможность получения изображения прилоханочного сегмента объяснялась стазом контрастного вещества на этом уровне (у всех детей данной группы), отсутствие достоверных рентгенологических признаков вазоренального конфликта на урограммах не

позволило определить наличие сосудистой аномалии ни у одного ребенка. Низкая информативность УЗИ в определении стриктуры или фиксированного перегиба лоханочно-мочеточникового сегмента в 77% наблюдениях имела место вследствие отсутствия дилатации мочеточников. Результаты ГКТ позволили определить механизм формирования ОУ у всех детей, что было подтверждено интраоперационно. Высокая диагностическая эффективность ГКТ объяснялась выполнением КТ-сканов в момент появления контрастного препарата в зоне интереса, что было достигнуто путем непрерывного контроля трансфера радиометки в окне сбора информации.

Получить изображение пиелоуретерального сегмента мочеточника при ГКТ за единственное включение рентгеновской трубки удалось в 66% наблюдений (16 детей), за два – в 33% случаев (8 пациентов). Необходимость в дополнительных КТ-сканированиях у трех детей была обусловлена различиями в кинетике радиофармпрепарата и контрастного средства при выраженном нарушении эвакуаторно-накопительной функции почки, у 5 – выполнением нативных снимков для визуализации конкремента.

Таким образом, проводя сравнительный анализ эффективности рутинных и гибридного методов исследования у детей с гидронефрозом, можно заключить, что использование ЭУ, УЗИ и динамической НСГ не принесли дополнительной диагностической информации к полученной на КТ-сцинтиграфии картине патологии ВМП. Исходя из этого, было высказано предположение о том, что гибридную КТ-сцинтиграфию следует выполнять, минуя ЭУ и НСГ в ее традиционном исполнении, т.к. данные методы несут в себе дополнительную лучевую нагрузку. В следующем разделе представлены результаты применения вышеуказанного диагностического подхода.

3.2.1 Результаты использования гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с гидронефрозом

У 26 из 50 детей с гидронефрозом, для уточняющей диагностики состояния ВМП была выполнена ГКТ, минуя ЭУ и НСГ. Из анамнеза было известно, что:

- у 11 детей дилатация полостной системы почки впервые была зарегистрирована пренатально: у 5 детей односторонняя, у 6 – с обеих сторон; при клинико-лабораторном обследовании в возрасте 1-3 месяцев у детей с эхокартиной вовлечения в патологический процесс обеих почек наблюдалось умеренное повышение уровней креатинина и мочевины плазмы крови в сочетании с гиперкалиемией, лейкоцитурия с бактериурией в ОАМ; у пациентов с односторонним поражением имела место изолированная бактериурия, других отклонений в лабораторном статусе не отмечалось.

- в 12 случаях одностороннее расширение дренажной системы почки было выявлено при скрининговом УЗИ в возрасте 3-4 месяцев; умеренная лейкоцитурия (2-15 клеток в п/зр) имела место у 6 детей, нарушений азотистого обмена, изменений электролитного баланса или концентрационной способности почек ни у одного ребенка не отмечалось.

- у трех детей антенатально была выявлена аномалия развития МВС: в двух случаях – сращение нижних полюсов обеих почек по типу подковы, у одного ребенка – по типу L-образной почки. Нарушение уродинамики в виде одностороннего расширения ЧЛС впервые было отмечено в возрасте 3-5 лет, которое в одном случае сопровождалось рецидивирующими атаками пиелонефрита, у двух детей – в отсутствии изменений в анализах мочи и крови.

Таким образом, односторонний гидронефроз определялся у 20 детей, двусторонний – в 6 наблюдениях.

У 17 детей с выявленным на УЗИ односторонним расширением ЧЛС почки определялись сонографические признаки дефицита почечной паренхимы: ее толщина составляла 60-85% от возрастной нормы, при этом у двух детей имело

место повышение экзогенности последней. Данные статической нефросцинтиграфии также свидетельствовали о патологических изменениях почечной паренхимы, а именно: признаки рубцового поражения последней определялись во все случаях. В трех случаях изменения носили умеренный характер, при этом на сцинтиграммах определялось снижение накопления РФП в проекции ЧЛС. У 10 детей были выявлены рубцовые изменения паренхимы почек средней степени тяжести, проявляющиеся снижением фиксации радиоиндикатора как в проекции собирательной системы, так и наличием очагов сниженного накопления вне проекции ЧЛС. В 4 наблюдениях имела место сцинтиграфическая картина выраженных диффузно-очаговых изменений, при которой также определялись диффузные изменения почечной паренхимы между очагами сниженного накопления РФП.

Значения передне-задних размеров лоханки колебались от 13 до 25 мм, на фоне расширения почечных чашечек до 10-15 мм определялась деформация форникального аппарата. Патологических изменений полостной системы и паренхимы контралатеральных почек на сонограммах не отмечалось. Отсутствие расширения мочеточников с обеих сторон существенно затрудняло визуализацию последних на сонограммах. Так у 9 детей с пораженной стороны ход мочеточников было возможным проследить в верхней и средней трети, у 7 – только в нижней трети. Оценить характер изменений ЛМС было возможным только у одного ребенка, а именно: определялось коническое сужение данного отдела мочеточника, косвенно свидетельствующее о его стриктуре. В остальных наблюдениях причину расширения полостной системы почки по данным УЗИ выявить не удалось, что послужило основанием для выполнения ГКТ.

Для этого, после одномоментного введения контрастного средства и РФП осуществляли регистрацию продвижения последнего по мочевым путям в окне сбора информации. Время накопления радиометки в проекции прилоханочного сегмента мочеточника с пораженной стороны превышало 20 минут во всех 17 наблюдениях, что требовало возобновления динамической записи вплоть до

появления изображения ЛМС на сцинтиграммах. Фиксация РФП в проекции пиелоуретерального сегмента происходила в диапазоне 28 - 80 минуты. На КТ, выполненной непосредственно после момента накопления РФП в проекции прилоханочного сегмента, появление контрастного препарата в данном отделе мочеточника имело место в 13 наблюдениях. В этих случаях ГКТ удалось выполнить за единственное включение рентгеновской трубки томографа. В 4 случаях время фиксации радиоиндикатора не совпадало с моментом заполнения рентгенконтрастным средством зоны интереса – на первоначальных томограммах определялось частичное контрастирование полостной системы пораженной почки, ЛМС не визуализировался. В этих наблюдениях потребовалось возобновление динамической записи вплоть до появления радиоиндикатора в проекции верхней трети мочеточника и выполнения повторных снимков, на которых удалось визуализировать пиелоуретеральный сегмент. В указанных случаях совмещенное исследование включало два КТ-сканирования.

На КТ-сканах с пораженной стороны определялось расширение чашечек и почечной лоханки, передне-задние размеры которых колебались от 14 до 27 мм и 9-18 мм соответственно, что практически полностью совпадало с таковыми, измеренными ранее на сонограммах. Толщина паренхимы варьировала в диапазоне 5-8 мм, что также было согласовано с данными УЗИ. При построении зоны интереса над всей почкой показатель T_{max} во всех наблюдениях не определялся, при этом снижение амплитуды и сдвига секреторного сегмента кривой «активность-время» имело место только у трех из 17 детей. Таким образом сцинтиграфические признаки снижения секреторной функции были отмечены в трех случаях.

В рассматриваемых наблюдениях выявлены КТ-признаки стриктуры прилоханочного сегмента, а именно: имело место его коническое сужение в диапазоне 1,4-2,4 мм. При построении зоны интереса над всей почкой на сцинтиграммах выведение радиометки к 20 минуте динамического исследования не превышало 5-12%, при проведении эвакуаторной пробы очищение

собирающей системы было неудовлетворительным – варьировало в диапазоне 10-46%. Замедление транзита РФП через кортикальные отделы почек было отмечено у 5 детей.

С контралатеральной стороны данные динамической нефросцинтиграфии отражали сохранную эвакуаторную функцию почки, на КТ-сканах патологической дилатации полостной системы отмечено не было. Так у 11 детей время полувыведения радиометки при построении зоны интереса над всей почкой составляло не более 12 минут, у 6 – не более 18 минут. Фиксация радиометки в проекции мочеточника с незаинтересованной стороны у 10 детей регистрировалась с 4-6 минуты, у пяти – с 8 минуты, у одного ребенка с 10 минуты динамического исследования.

Таким образом, в большинстве описанных наблюдений (у 15 из 17 детей) одностороннего гидронефроза совмещенное исследование было проведено за единственное КТ-сканирование, при отсутствии (во всех случаях) неинформативных заключений.

Результаты ГКТ, свидетельствующие о стриктуре прилоханочного сегмента мочеточника были подтверждены интраоперационно: определялась дисплазия проксимального отдела мочеточника протяженностью 1,5-2,5 см. Объем операции включал пластику ЛМС: в 11 случаях лапароскопическую, в 6 наблюдениях открытым доступом.

У трех детей с аномалиями развития МВС в виде подковообразной (два случая) и L-образной почки (у одного ребенка) на УЗИ определялось одностороннее расширение почечной лоханки в диапазоне 22-28 мм и групп чашечек с деформацией форникального аппарата. Дефицит почечной паренхимы с пораженной стороны в виде истончения последней до 8 мм наблюдался у одного ребенка с L-образной почкой, что при статической нефросцинтиграфии соответствовало рубцовым изменениям паренхимы средней степени тяжести.

На основании данных сонограмм предположить причину обструкции было возможным только у одного ребенка, а именно: визуализировался добавочный

сосуд, направляющийся к нижнему полюсу левой половины L-образной почки и перекрывающий изображение ЛМС, однако сделать однозначное заключение об уретеровазальном конфликте, как причины ОУ было невозможно. В остальных наблюдениях визуализировать прилоханочный сегмент с пораженной стороны не удалось. В этой связи детям была выполнена ГКТ с использованием модификации «двойного контрастирования», учитывая сложный тип кровоснабжения при данных аномалиях развития МВС, часто проявляющейся в виде аббератного почечного сосуда, компремирующего ЛМС [117].

Для этого, инъекцию РФП проводили совместно с контрастным средством в объеме 10% от расчетного на вес тела ребенка. Фиксация радиометки в проекции ЛМС в двух наблюдениях определялась только на 36 и 45 минуте от начала исследования соответственно. У одного ребенка накопление радиоиндикатора в проекции пиелоуретерального сегмента мочеточника с пораженной стороны было зарегистрировано на 17 минуте, что потребовало прерывания динамической записи для проведения КТ-сканирования с болюсным введением остаточного объема контрастного вещества.

На КТ-сканах у двух детей определялась подковообразная почка с ротированными к передней брюшной стенке воротами. В одном случае визуализировалось ассиметричное сращение противоположных полюсов горизонтально повернутых почек по L-образному типу. На фоне расширения полостной системы пораженной половины почки, в двух случаях структурных изменений паренхимы не определялось, у одного ребенка имело место истончение паренхимы до 8 мм, что согласовывалось с полученными ранее данными УЗИ.

Время фиксации радиометки в проекции прилоханочного сегмента соответствовало его контрастированию на томограммах во всех трех наблюдениях. При построении объемного изображения, на фоне разветвленного типа кровоснабжения, визуализировался добавочный сосуд, идущий к нижнему сегменту пораженной половины почки и компремирующий ЛМС. В двух случаях

отмечалось сужение указанного прилоханочного сегмента до 1,5 и 1,8 мм, у одного ребенка – нитевидное контрастирование данного сегмента на протяжении 2,7 мм. При динамической нефросцинтиграфии секреторная функция заинтересованной половины почки у детей с аномалией развития МВС была сохранена, что не соответствовало сонографическим данным в одном случае. При проведении эвакуаторной пробы отмечалась стойкая задержка эвакуации радиометки – очищение собирательной системы составляло 30, 42 и 55% соответственно. С контралатеральной половины почки данные динамической нефросцинтиграфии отражали неизменные эвакуаторные и секреторные характеристики, что согласовывалось с данными УЗИ, деформации собирательной системы на КТ-сканах также не определялось.

Причина дилатации собирательной системы, выявленная при гибридной КТ-сцинтиграфии была подтверждена интраоперационно: было обнаружено пересечение дисплазированного ЛМС абберантным сосудом диаметром 2-3 мм. Объем оперативного вмешательства включал пластику пиелoureтерального сегмента по Хайнц-Андерсену на стенте с выделением добавочной артерии и резекцией лоханки.

У 6 детей при УЗИ имело место двустороннее расширение собирательных систем почек, толщина почечной паренхимы справа составляла 67-90%, слева – 70-86% от возрастных норм. ЛМС на сонограммах не был визуализирован ни у одного ребенка. Пациентам было проведено гибридное исследование. В силу значительного расхождения в скорости трансфера радиоиндикатора с обеих сторон, его появление в проекции ЛМС отмечалось на динамическом исследовании в разные сроки: справа в диапазоне от 30 до 60 минут, слева – от 25 до 51 минуты. В этой связи каждому ребенку выполняли по два КТ сканирования, так как необходимость визуализации мочеточника существовала с обеих сторон. Тем не менее, время накопления РФП в проекции пиелoureтерального сегмента совпадало с его заполнением контрастным средством на КТ-сканах. Справа нитевидное контрастирование ЛМС на протяжении 2-3 мм имело место у трех

детей, слева — у одного ребенка (протяженность составляла 3,4 мм). Сужение прилоханочного сегмента от 1,8 до 2 мм справа определялось у трех детей, слева — в 5 случаях (диаметр был в пределах 1,9-2,3 мм), что во всех наблюдениях свидетельствовало о стриктуре. ЧЛС обеих почек была расширена — справа передне-задний размер лоханки варьировал в диапазоне 35- 43 мм, слева — 28 -36 мм, с обеих сторон на фоне дилатации групп чашечек наблюдалась выраженная деформация форникального аппарата. Толщина паренхимы справа колебалась в диапазоне от 6 до 9 мм, слева — от 5 до 9 мм. На сцинтиграммах при построении зоны интереса над всей почкой у 4 детей регистрировался сдвиг секреторного сегмента кривой «активность-время» вправо с обеих сторон, у двух — только с одной стороны. Выведение радиометки за 20 минут съемки было замедлено у всех 6 детей и составляло не более 7% слева и 10% справа. При проведении эвакуаторной пробы очищение собирательной системы было неудовлетворительным с обеих сторон: справа колебалось от 30 до 43%, слева — от 35 до 60% соответственно.

В рассмотренных наблюдениях, выявленная при ГКТ причина обструкции в виде двусторонней стриктуры предпузырного отдела мочеточника была подтверждена интраоперационно, протяженность участка дисплазии прилоханочного отдела составляла 1,5-2 см. Объем операции включал двустороннюю пластику ЛМС с установлением внутреннего стента.

На совмещенном исследовании получить изображение прилоханочного сегмента мочеточника за единственное КТ-сканирование удалось в 62% наблюдений (16 детей), за два — в 38% случаев (10 пациентов). Потребность в дополнительных КТ-сканированиях у четырех детей была обусловлена различиями в кинетике радиофармпрепарата и контрастного средства при выраженном нарушении эвакуаторно-накопительной функции почки, у 6 — в связи со значительными расхождениями в скорости трансфера радиометки с обеих сторон пораженных почек.

Клинический пример.

Ребенок О. 5 лет. Аномалия развития мочевой системы в виде подковообразной почки впервые диагностирована внутриутробно, далее находился под динамическим наблюдением, специального лечения не получал в связи с отсутствием признаков нарушения уродинамики. В возрасте 5 лет, при очередном обследовании, на УЗИ впервые выявлено расширение собирательной системы левой половины подковообразной почки (рисунок 9) с истончением паренхимы до 8 мм, при отсутствии патологических изменений в анализах крови, мочи.



Рисунок 9. Пациент О.: на сонограммах определяется подковообразная почка с расширением собирательной системы левой ее половины

Учитывая особенности кровоснабжения подковообразной почки, которые могут проявляться в виде уретеровазального конфликта [117], ГКТ проводили с использованием метода «дополнительного контрастирования». Для этого, в кубитальную вену выполняли последовательное струйное введение двух миллилитров контрастного вещества (10% от общего объема контрастного вещества с расчетом на вес тела ребенка) и РФП. При динамической нефросцинтиграфии фиксация радиометки в проекции ЛМС левого мочеточника определялась в виде низкоинтенсивной полосы сцинтилляций на 17 минуте, накопление радиоиндикатора в области правого мочеточника регистрировалось с

5 минуты исследования. Выведение РФП из полостной системы правой половины подковообразной почки было своевременным (T1/2 при построении зоны интереса над всей половиной почки составляло 11 минут), слева – замедленным (28% к 20 минуте записи). Секреторная функция с обеих сторон была сохранена, транзит радиометки через почечную кору не замедлен. При эвакуаторной пробе слева очищение дренажной системы почки было неудовлетворительным (50%).

На 22 минуте выполнена КТ с болюсным введением контрастного вещества остаточным объемом 15 мл.

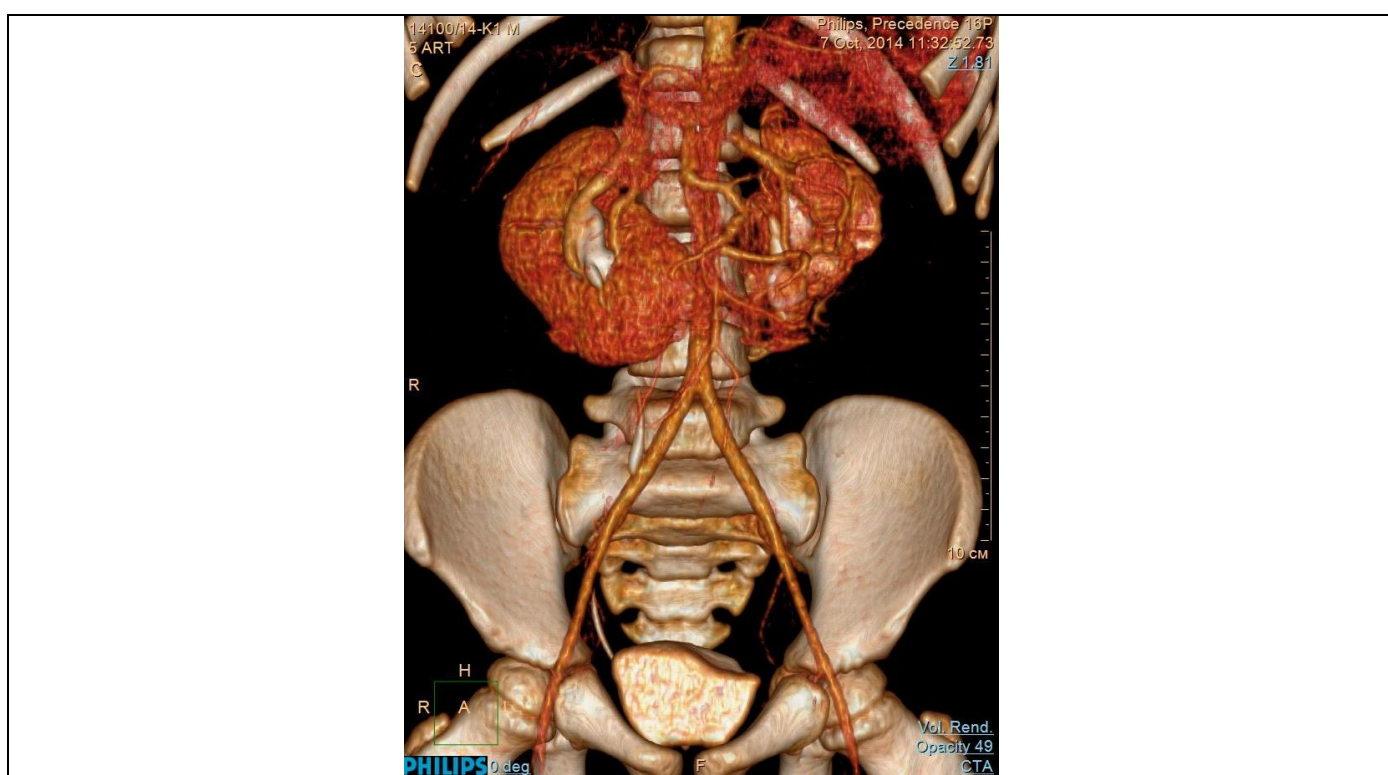


Рисунок 10. Пациент О.: 3D-КТ реконструкция сосудов и собирательной системы подковообразной почки полученная методом «дополнительного контрастирования». Определяется уретеровазальный конфликт, обусловленный нижнеполярным aberrантным сосудом, гидронефротическая трансформация левой половины подковообразной почки.

На полученных КТ-сканах (рисунок 10) визуализировался добавочный нижнеполярный сосуд, отдельным стволом отходящий от аорты и направляющийся к нижнему сегменту левой половины подковообразной почки, компремирующий мочеточник на уровне пиелoureтерального сегмента. Слева имело место значительное расширение собирательной системы с истончением

паренхимы последней до 8 мм; в прилоханочной области, на уровне прохождения абберантного нижнеполярного сосуда регистрировалось отсутствие заполнения контрастным средством ЛМС на протяжении 8-9 мм, что отражало стриктуру последнего вследствие уретеровазального конфликта. Патологических изменений правой половины почки в виде истончения ее паренхимы или дилатации полостной системы выявлено не было. В ходе интраоперационной ревизии вышеуказанные данные гибридного исследования были подтверждены, пациенту было выполнено выделение добавочной артерии и ЛМС, с пластикой и резекцией гипотрофированного участка последнего по Хайнцу-Андерсену на протяжении 0,8 см.

Таким образом, в рассмотренном случае врожденной аномалии верхних мочевых путей результаты КТ-сцинтиграфии позволили выяснить причину нарушения уродинамики, минуя выполнение ЭУ и динамической нефросцинтиграфии, тем самым сократив величину эффективной дозы и время обследования ребенка.

Проведение гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с гидронефрозом потребовало следующих модификаций в протоколе исследования: в случае сонографических признаков конкремента ВМП дополнительно выполняли нативное сканирование, при подозрении на аномалии развития мочевой системы или наличия добавочного почечного сосуда задействовали методику дополнительного контрастирования с целью получения картины ренального кровоснабжения и мочевых путей на одном скане (см. рисунок 11).

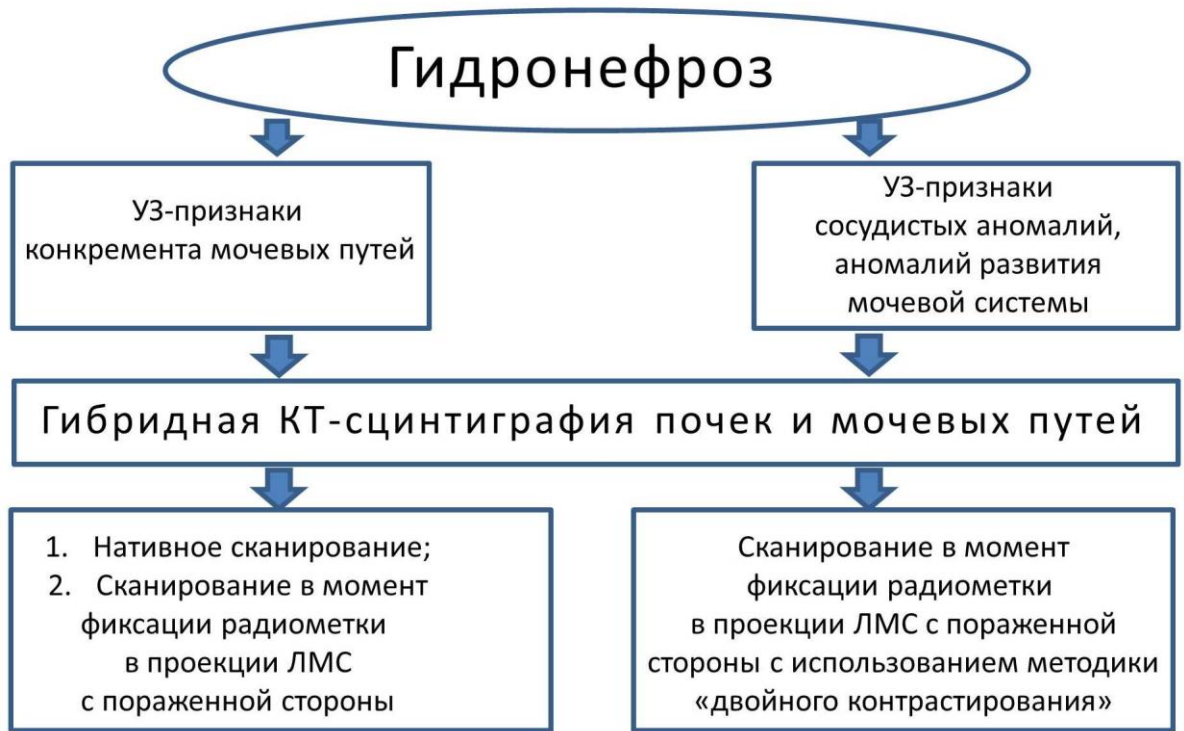


Рисунок 11. Протокол гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с гидронефрозом. ЛМС – лоханочно-мочеточниковый сегмент.

Точность гибридной КТ-сцинтиграфии в определении причины нарушения уродинамики на уровне лоханочно-мочеточникового сегмента составила 100%. Абсолютная погрешность измерения протяженности стриктуры ЛМС при сравнении с интраоперационными данными составила $7 \pm 1,58$ мм.

3.3. Расчет эффективной дозы гибридной КТ-сцинтиграфии у детей с обструктивными уропатиями в зависимости от возраста

Известно, что среди всего арсенала визуализирующих методов диагностики патологий мочевой системы наиболее информативной оказывается КТ-урография [5; 87; 101]. Тем не менее, в детской урологической практике данное исследование не получило широкого распространения в силу значительной эффективной дозы. Последнее связано с тем, что при традиционном использовании КТ почек и мочевых путей, невозможно заранее предположить точное время контрастирования мочевых путей в зоне интереса, что приводит к необходимости проведения дополнительных КТ-сканов. В этой связи была проведена оценка величин эффективной дозы у детей, которым в качестве альтернативы стандартной КТ-урографии проводили совмещенное исследование – гибридную КТ-сцинтиграфию почек и мочевых путей.

В 57 случаях совмещенное исследование включало в себя одно, в 33 наблюдениях – два КТ-сканирования. Необходимость в дополнительных сканах была обусловлена разной скоростью заполнения мочевых путей при двустороннем процессе (56% наблюдений), выполнением нативных снимков для визуализации конкремента (24% случаев) и различиями в кинетике радиофармпрепарата и контрастного средства при выраженном нарушении эвакуаторно-накопительной функции почки (20% случаев). В связи с тем, что параметры силы тока и напряжения рентгеновской трубки томографа при проведении сканирования зависят от возраста ребенка, для корректного сравнения исследуемые дети были подразделены на 5 возрастных диапазонов. Результаты представлены в таблице 12.

Таблица 12. Значения эффективной дозы за одно совмещенное исследование у детей с обструктивными уропатиями в возрасте от 6 месяцев до 15 лет. Приведены средние значения со среднеквадратическими отклонениями.

Возраст, лет	0.5-1	2-3	4-7	8-11	итого
Число пациентов	33	33	15	9	90
Среднее значение эффективной дозы, мЗв	2,68±0,76	3,39±1,09	4,96±1,75	5,23±1,92	-
Максимальное количество КТ-сканов за гибридное исследование	2	2	2	2	-

Из таблицы 12 видно, что среднее значение лучевой нагрузки при совмещенном исследовании увеличивалось с возрастом ребенка, что объясняется необходимостью усиления напряжения и силы тока рентгеновской трубки пропорционально весу и размеру обследуемого для получения КТ-картины надлежащего качества. В приведенные в таблице значения включена также величина эффективной дозы, полученной ребенком при динамической нефросцинтиграфии. Данное значение составляло 0,4 мЗв, и было одинаковым во всех случаях.

Кроме этого, был проведен сравнительный анализ величин эффективной дозы у детей при гибридной КТ-сцинтиграфии в зависимости от уровня обструкции мочевых путей (см. таблицу 13).

Таблица 13. Величина лучевой нагрузки при гибридной КТ-сцинтиграфии в зависимости от типа обструктивной уропатии. ГН – гидронефроз, УГН – уретерогидронефроз.

Возраст, лет	0.5-1	2-3	4-7	8-11
Среднее значение эффективной дозы у детей с гидронефрозом, мЗв	3,1±0,46	4,5±1,5	5,8±1,8	6,1±1,7
Среднее значение эффективной дозы у детей с уретерогидронефрозом, мЗв	2,1±0,5	2,3±0,9	3,1±0,8	2,9±1,4

Как видно, при проведении ГКТ значение эффективной дозы у детей с гидронефрозом на $46\pm 9\%$ превышало таковое у пациентов с уретерогидронефрозом. Последнее объяснялось необходимостью выполнения дополнительных сканов у детей с ГН для визуализации конкрементов, а также поиском aberrантных почечных сосудов.

Особый интерес представляло сравнение величин эффективной дозы у детей, которым КТ-сцинтиграфия была проведена после ЭУ и динамической нефросцинтиграфии (далее обозначена как группа 1), и у пациентов, которым из лучевых методов диагностики ОУ выполняли только гибридное исследование (группа 2). В группу 1 входили 44 человека, в группу 2 – 46 детей.

Кроме этого, отдельно было сделано предположение о величине эффективной дозы у детей первой группы, в том случае, если бы вместо совмещенного исследования им была бы проведена КТ-урография, включавшая в себя три КТ-сканирования при стандартных параметрах рентгеновской трубки, выбранной на основании веса и возраста ребенка.

На рисунке 12 представлен результат сопоставления эффективной дозы у детей перечисленных групп.

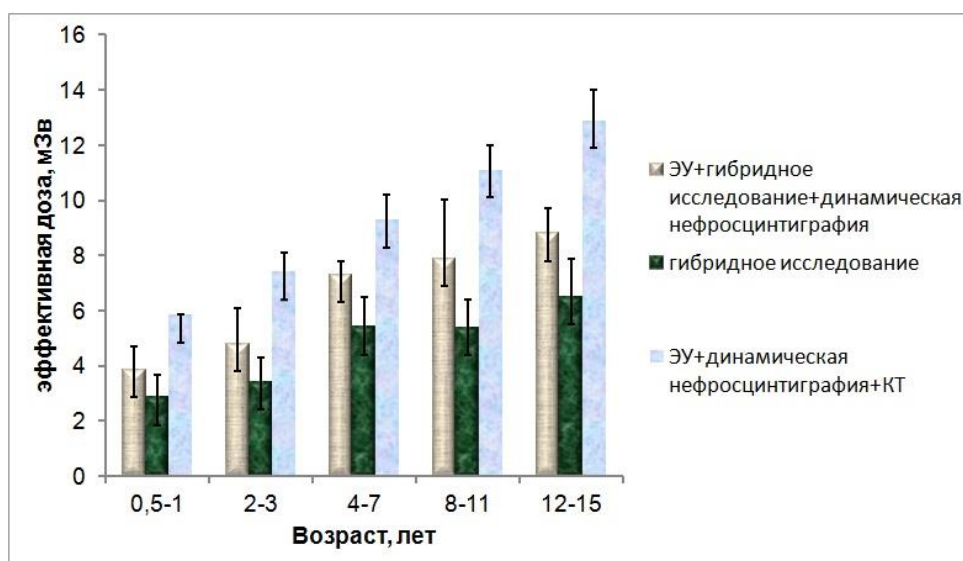


Рисунок 12. Сравнение эффективной дозы у детей, в зависимости от протокола обследования почек и мочевых путей. ЭУ – экскреторная урография, КТ – рентгеновская КТ-урография, при которой сканирования выполняются в фиксированные временные интервалы.

По представленным на гистограмме данным (рисунок 12), видно, что эффективная доза у детей второй группы составила в среднем $4,68 \pm 1,1$ мЗв и была на $38 \pm 6\%$ ($1,8 \pm 0,6$ мЗв) ниже, чем при включении в протокол обследования внутривенной урографии (группа 1). Если бы для уточняющей диагностики в первой группе вместо совмещенного исследования использовали стандартную КТ-урографию, то среднее значение величины эффективной дозы во второй группе было бы на $67 \pm 9\%$ ($4,8 \pm 1,1$ мЗв) ниже по сравнению с группой 1.

Таким образом, выполнение совмещенного исследования для уточняющей диагностики ОУ у детей является предпочтительнее с точки зрения лучевой нагрузки, нежели традиционная КТ-урография. Кроме того, включение экскреторной урографии в алгоритм обследования детей с патологиями ВМП представляется нецелесообразным ввиду значительного вклада последней в суммарную эффективную дозу при неудовлетворительной диагностической информативности.

3.4. Изучение возможности определения оптимального времени проведения КТ-сканирования для визуализации мочеточника у детей с обструктивными уропатиями при гибридной КТ-сцинтиграфии методами статистического анализа.

Ранее было указано, что время контрастирования мочеточника у детей с ОУ сильно варьирует в зависимости от степени его обструкции. На сегодняшний день не существует какой-либо математической модели, способной предсказать через какое время после введения контрастного препарата необходимо проводить КТ-сканирование для получения изображения заданного отдела мочеточника. С одной стороны, уникальная возможность КТ-сцинтиграфии в режиме реального времени фиксировать накопление радиометки в проекции мочеточника, решает указанную проблему. С другой стороны, при стойкой задержке эвакуации РФП из собирательной системы почки, проведение совмещенного исследования сопряжено с необходимостью непрерывной и иногда чрезвычайно длительной (до трех часов) визуальной регистрации движения радиометки по мочевым путям.

Исходя из вышесказанного, была поставлена задача с помощью накопленных данных совмещенного исследования, предсказать примерное время накопления радиометки в мочеточнике у детей с ОУ, и тем самым определить момент проведения КТ-сканирования с целью визуализации необходимого отдела мочевых путей.

Для этого, были проанализированы кривые выведения радиометки у детей, у которых непрерывная динамическая запись составляла 20 и более минут, а также данные отсроченных сцинтиграмм, выполненных через 40 минут от начала динамической съемки. Для возможности математической обработки, выведение РФП из ЧЛС пораженной почки через 20 и 40 минут было представлено в процентах. Зависимость времени визуализации мочеточника на динамическом исследовании от выведения РФП через 40 минут от начала исследования представлена на рисунке 13.

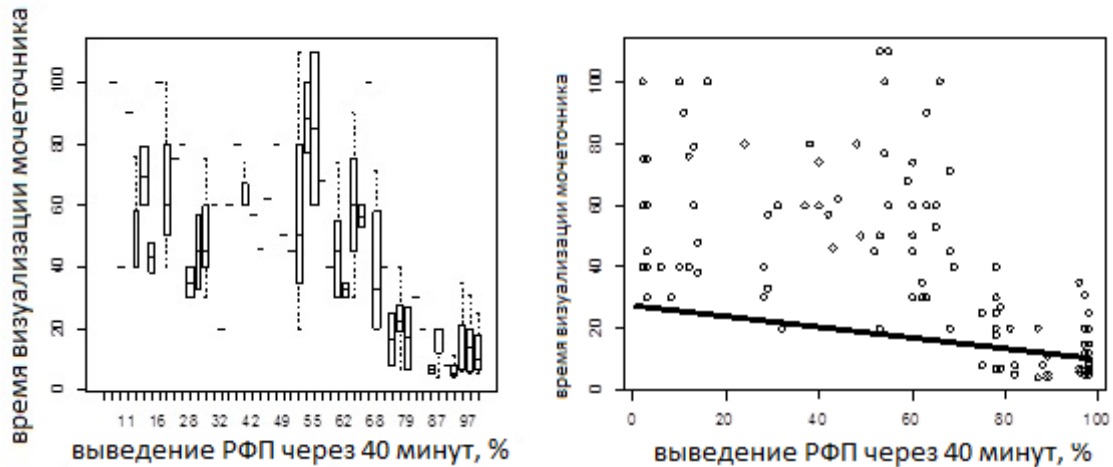


Рисунок 13. Зависимость времени визуализации мочеточника от очищения собирательной системы почки через 40 минут динамического исследования. Представлены диаграммы размаха для каждого временных значений и первичные данные.

Из рисунка 13 видно, что зависимость времени визуализации мочеточника (t_m) от выведения радиометки через 40 минут (p_2) может быть представлена как состоящая из двух участков – плато для диапазона $0\% < p_2 < 60\%$ и убывающей части $60\% < p_2 < 100\%$. При этом для значительной обструкции, если в качестве типичного значения принять 60 минут ($p_2 < 60$), разброс времени визуализации мочеточника на динамической съемке варьирует в значительном диапазоне – от 35 до 110 минут. С помощью метода построения линейной регрессии видно, что зная величину выведения РФП через 40 минут от начала исследования выраженную в процентах можно предсказать время визуализации мочеточника на динамической записи, однако последнее справедливо только для диапазона $60\% < p_2 < 100\%$. Однако при значительной задержке эвакуации РФП ($p_2 < 60\%$, где p_2 - очищение собирательной системы почки через 40 минут динамического исследования), что наблюдается практически у всех детей с ОУ, такое предсказание времени визуализации мочеточника на получаемых сцинтиграммах методами регрессионного анализа невозможно, вследствие значительного разброса значений в указанном диапазоне.

На рисунке 14 представлена гистограмма распределения выведения радиометки, где по оси абсцисс представлено выведение РФП через 40 минут от начала динамической записи, выраженное в процентах. Пик в окрестности 100% соответствует почкам с сохранной выделительной функцией. Видно, что для патологических случаев распределение близко к равномерному.

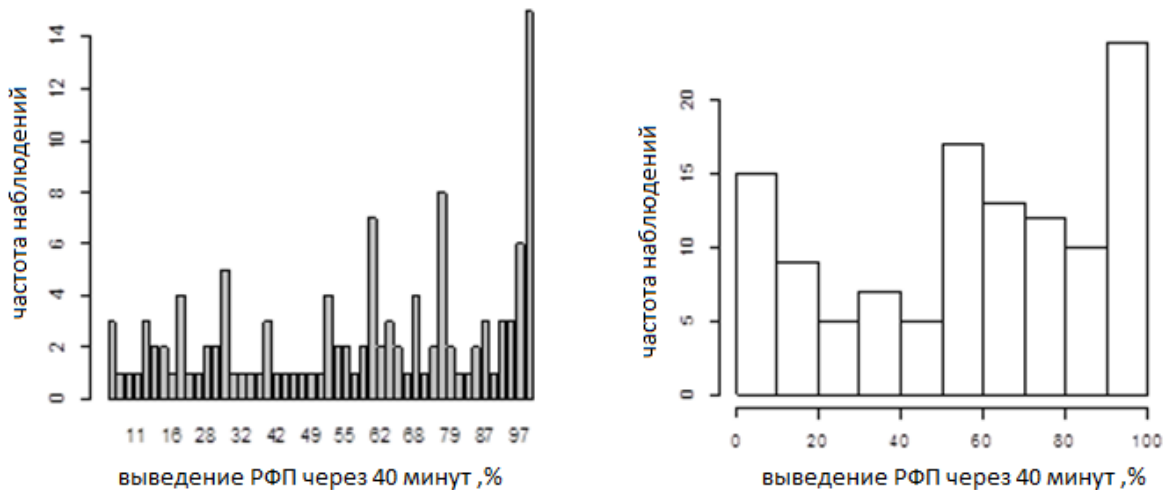


Рисунок 14. Гистограмма распределения выведения радиометки из собирательной системы почки через 40 минут.

Как было указано выше, осуществить расчет примерного времени визуализации мочеточника на динамической съемке у детей с выраженным нарушением выделительной функции почки, на основании значения выведения радиометки из собирательной системы через 40 минут от начала динамической записи не представляется возможным. Исходя из этого, был поставлен вопрос – можно ли зная выведение радиометки из собирательной системы почки через 20 минут от введения РФП, предсказать время визуализации мочеточника на динамическом исследовании? Для этого полученные значения времени визуализации мочеточника на динамической записи были сопоставлены с очищением собирательной системы почки через 20 минут после введения РФП у всех детей с ОУ. На рисунке 15 представлена зависимость времени визуализации мочеточника (t_m) от выведения радиометки через 20 минут (p_1 , %) и от $T_{1/2}$ - времени полувыведения РФП из почки.

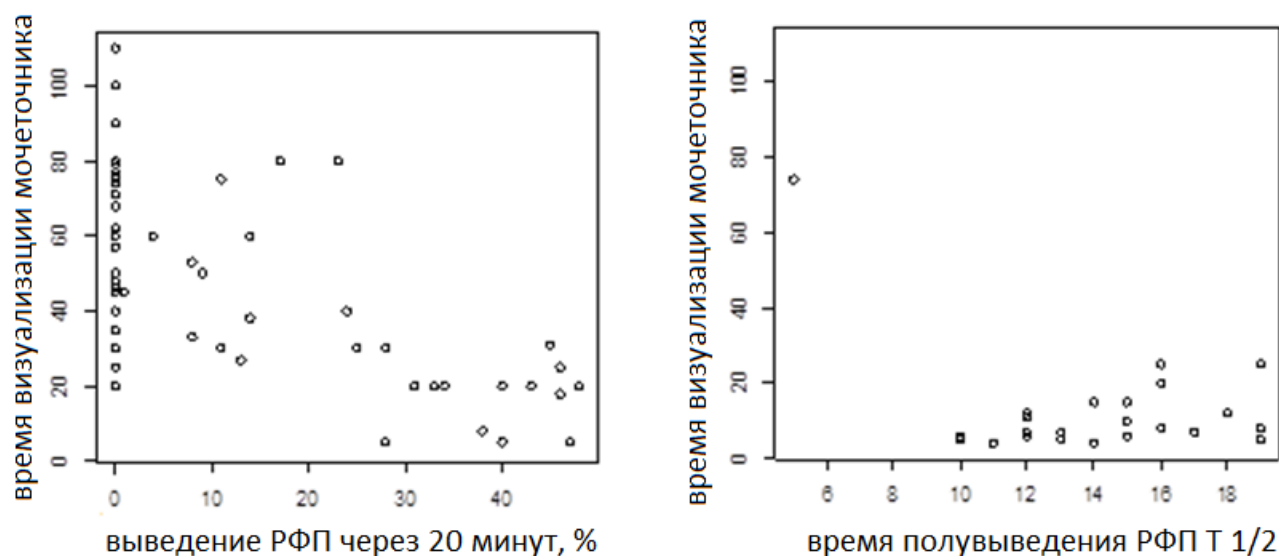


Рисунок 15. Зависимость времени визуализации мочеточника от очищения собирательной системы почки через 20 минут динамического исследования.

На рисунке 15 видно, что при выведении радиометки за 20 минут более 30% ($p1 > 30\%$), соответствующей первой и второй степеням нарушения выделительной функции почки, время визуализации мочеточника методом построения линейной регрессии можно считать равным 20 ± 5 минутам. Однако в тех ситуациях, когда выведение радиометки за 20 минут составляет менее 20% ($p1 < 20\%$), что соответствуют третьей степени нарушения выделительной функции почки и наблюдается практически у всех детей с гидро- или уретерогидронефрозом, предсказание времени визуализации мочеточника на сцинтиграммах невозможно, вследствие отсутствия зависимости между рассматриваемыми параметрами в указанном диапазоне.

Для изучения зависимости между выведением радиометки через 40 и 20 минут от момента инъекции, указанные значения были выражены в процентах, и проведен регрессионный анализ.

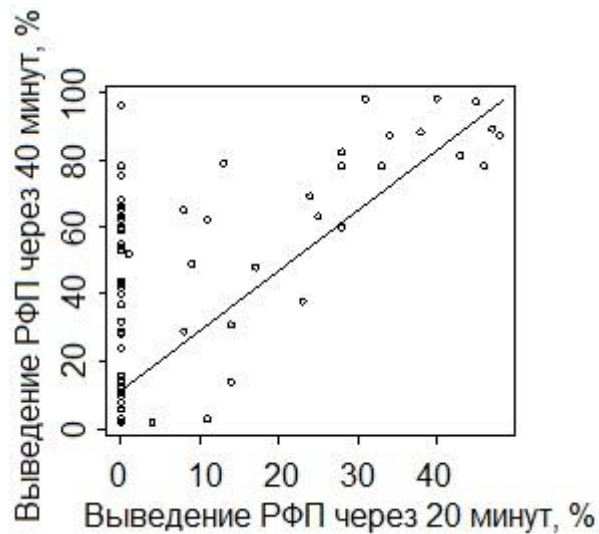


Рисунок 16. Зависимость выведения радиометки через 40 минут (p_2 , %) от такого для 20 минут (p_1).

На рисунке 16 представлена зависимость выведение радиометки через 40 минут выраженное в процентах (p_2 , %) от такового для 20 минут (p_1 , %). Как видно из рисунка 9, предсказание величины выведения РФП за 40 минут (p_2) по таковой за 20 минут (p_1 , %) методом построения линейной регрессии возможно для тех случаев, когда выведение радиометки за 20 минут составляет более 25% ($p_1 > 25\%$). Однако, значительный разброс представленных значений для диапазона от нуля до 25%, что соответствует выраженному нарушению выделительной функции почки характерному для детей с ОУ, свидетельствует об отсутствии зависимости между величиной выведения радиометки через 40 и 20 минут от начала динамической записи.

В настоящей работе были также исследованы зависимости между временем визуализации мочеточника на динамической нефросцинтиграфии, выполняемой при гибридном исследовании, и анатомическими особенностями собирательной системы почки и мочеточников у детей с ОУ. Так была предпринята попытка определить примерное время накопления радиометки в мочеточнике на основании степени расширения почечной лоханки. Для этого был проведен корреляционный анализ между временем визуализации мочеточника на

динамической записи и размерами лоханки, построены диаграммы рассеяния для указанных переменных (рисунок 17).

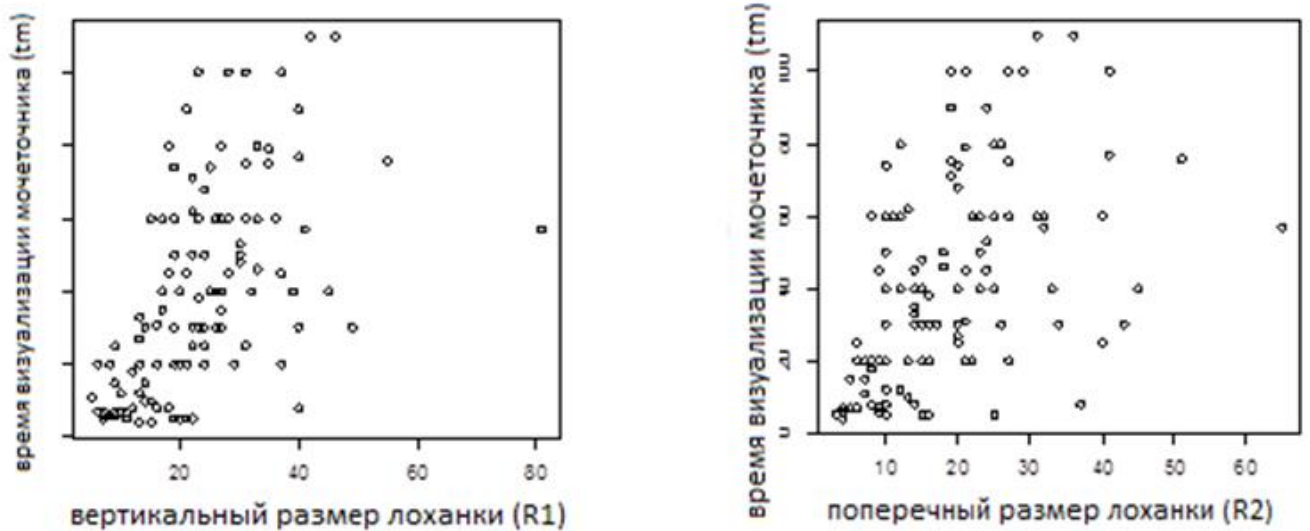


Рисунок 17А и 17Б. Определение зависимости времени визуализации мочеточника от степени расширения лоханки у детей с ОУ.

Коэффициент корреляции Спирмана между временем визуализации мочеточника и вертикальным и поперечным размерами почечной лоханки составляет 0,45 и 0,38 соответственно, при $p > 0,05$. Таким образом, достоверная связь между временем визуализации мочеточника и размером лоханки (вертикального и поперечного, согласно данным УЗИ) отсутствует.

Кроме этого, были построены диаграммы рассеяния для значений времени накопления радиометки в проекции мочеточника на динамическом исследовании и диаметром мочеточника (рисунок 18).

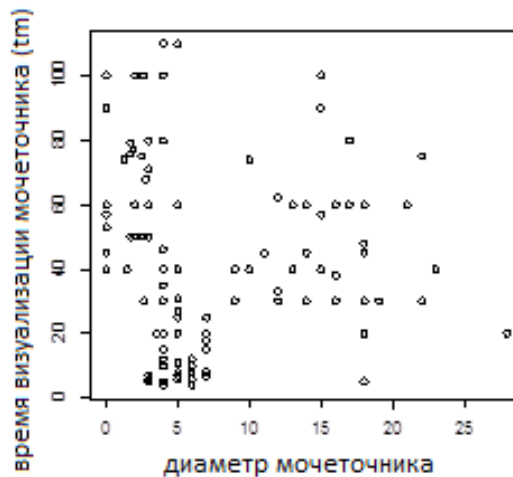


Рисунок 18. Зависимость времени визуализации мочеточника от его диаметра у детей с ОУ.

При оценке зависимости между временем визуализации мочеточника и диаметром последнего (рисунок 18) видно, что исследуемые величины можно подразделить на две группы по диаметру мочеточника (D), а именно: $D < 10$ и $D > 10$. Указанное разбиение рассматриваемых значений на два кластера отражает наличие в исследуемой выборке больных как с уретерогидронефрозом ($D > 10$ мм), так и с мочеточниками нормального размера ($D < 10$ мм).

Определение зависимости между размерами лоханки и мочеточника у детей с обструктивными уропатиями

При анализе возможных зависимостей между размерами лоханки и мочеточника в каждом случае гидро- или уретерогидронефротической трансформации обнаружено, что достоверная корреляция ($R=0,85$, $p=0,03$) существует только между поперечным и вертикальными размерами лоханки (рисунок 19).

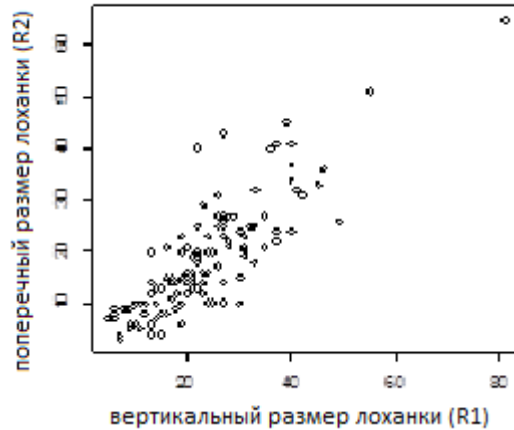


Рисунок 19. Зависимость вертикального и поперечного размеров почечной лоханки у детей страдающих гидронефрозом.

Указанная зависимость, очевидно, объясняется тем, что расширение почечной лоханки при обструктивных уropатиях происходит как в поперечном, так и вертикальном направлениях.

Для определения возможной зависимости между максимальным диаметром мочеточника и размерами лоханки была построена диаграмма рассеяния для указанных параметров (рисунок 20).

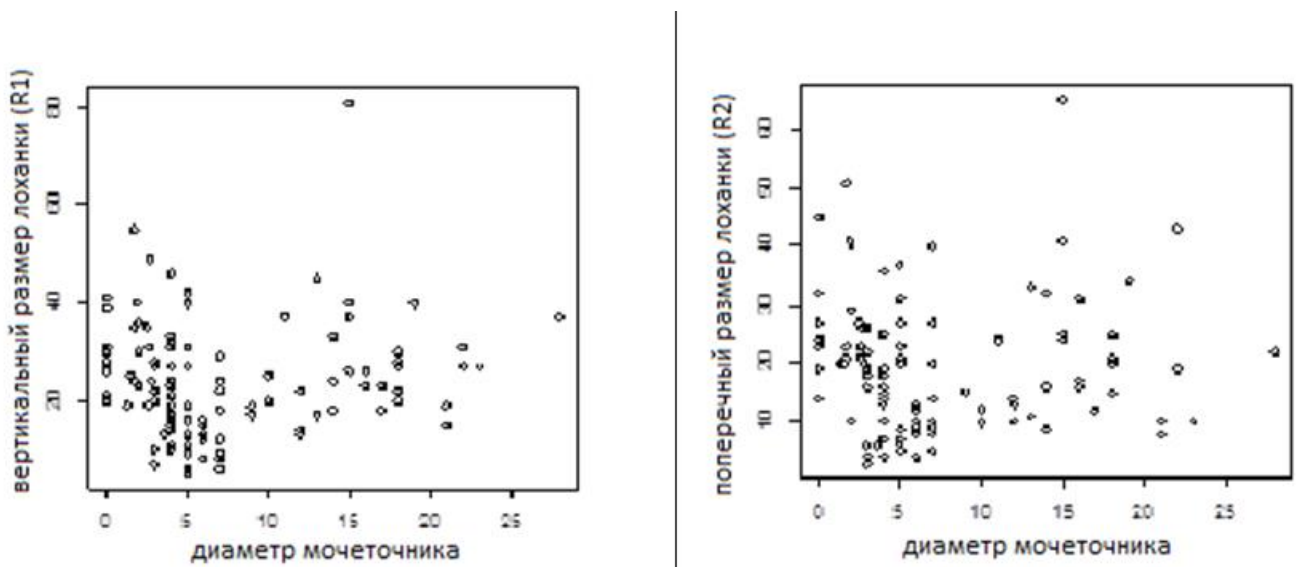


Рисунок 20. Соотношение размеров лоханки (вертикального и поперечного) и диаметра мочеточника. Диаметр мочеточника не зависит от поперечного или вертикального размеров лоханки у детей с ОУ.

Как видно из представленных выше диаграмм рассеяния (рисунок 20), диаметр мочеточника не зависит ни от поперечного, ни от вертикального размеров лоханки. Возможно, указанное отсутствие корреляции объясняется тем фактом, что у детей с уретерогидронефрозом значительная дилатация мочеточников может сочетаться как с умеренным, так и выраженным расширением собирательной системы пораженной почки [35].

Прогнозирование времени накопления радиометки в мочеточнике в зависимости от вида обструктивной уropатии

Следующей задачей явилось определение возможности прогнозирования времени накопления радиометки на скинтиграммах в зависимости от вида ОУ. Для этого была построена диаграмма размаха распределений значений времени визуализации мочеточника в зависимости от диагноза выборочной совокупности (рисунок 21).

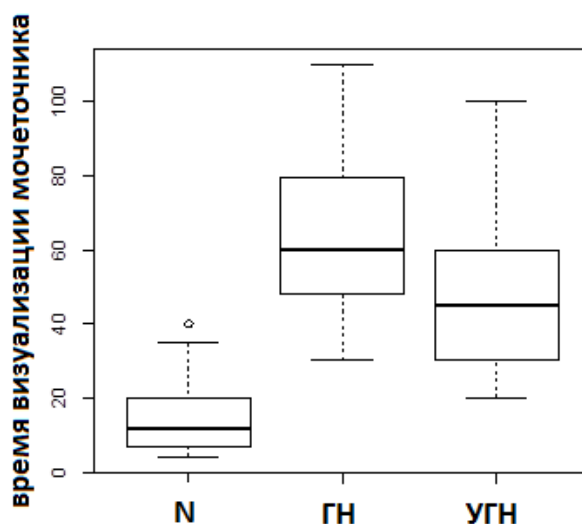


Рисунок 21. Диаграмма размаха – сравнение распределений значений времени визуализации мочеточника в зависимости от диагноза выборочной совокупности. N – контралатеральная почка, ГН – гидронефроз, УГН – уретерогидронефроз. Горизонтальная линия в каждом «ящике» - значение медианы, верхние и нижние границы «ящика» – верхний и нижний квартили соответственно; минимальное и максимальное значение каждой выборки указаны соответствующими разбросами.

При сравнении распределений значений времени визуализации мочеточников на динамической записи у детей с гидро- и уретерогидронефрозом (рисунок 21) было выявлено, что время накопления радиометки в проекции мочеточника не зависит от типа ОУ. Значимые отличия ($p=0.02$) определяются только между временем визуализации мочеточника с пораженной и сохранной стороны.

При анализе полученных данных гибридного исследования была изучена зависимость между временем визуализации мочеточника и видом ОУ. Для этого были построены диаграммы размаха для выведения радиометки из ЧЛС почки через 20 и 40 минут динамического исследования (p_1 и p_2 соответственно) у детей с гидро- и уретерогидронефрозом.

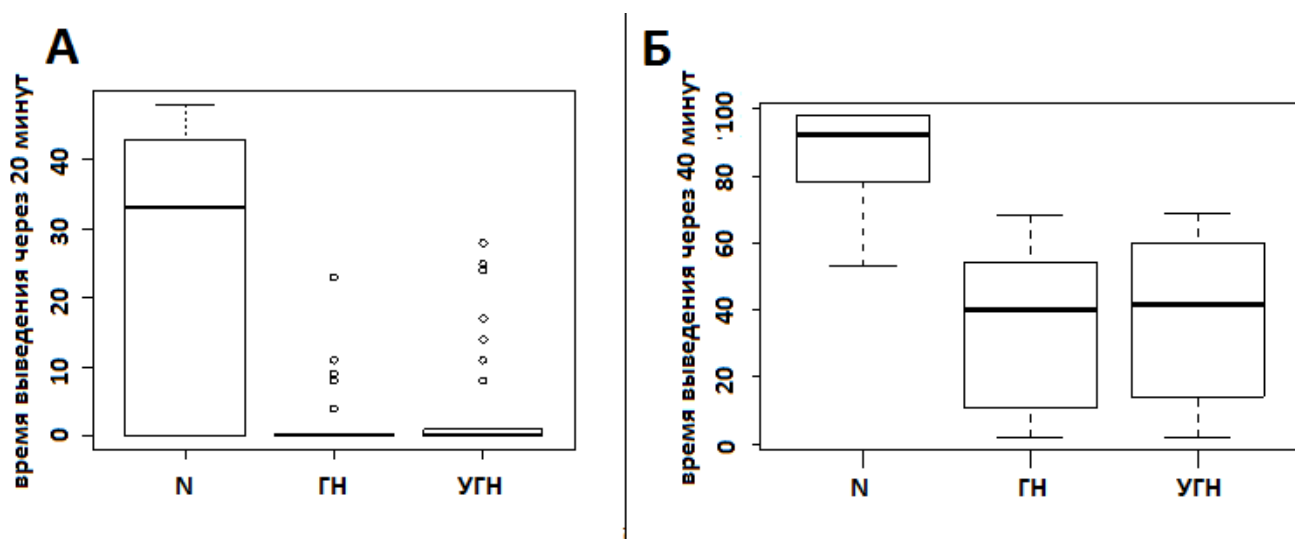


Рисунок 22. Зависимость выведения радиометки через 20 (А) и 40 (Б) минут в зависимости от типа обструктивной уропатии, где N –контралатеральная почка, GN - гидронефроз, UGN – уретерогидронефроз.

Из представленных диаграмм (рисунок 22) видно, что величина выведения радиометки как через 20, так и 40 минут не зависит от типа ОУ. При этом время выведения радиометки через 20 и 40 минут у нормально функционирующих почек значительно отличается от такового в случае наличия ОУ.

Кроме того, нами было проведено сравнение распределений значений диаметра мочеточников и размеров почечной лоханки у больных в зависимости от

типа ОУ. Для этого были построены диаграммы размаха для значений диаметров мочеточника и размеров лоханки у детей с гидро- и уретерогидронефрозом (рисунок 23 и 24).

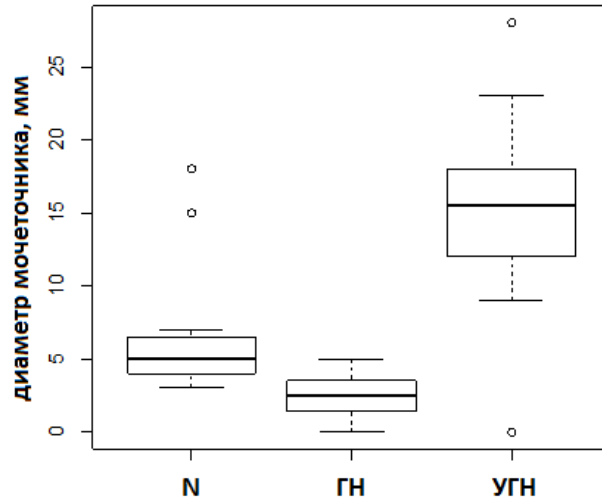


Рисунок 23. Значения диаметра мочеточника в зависимости от типа ОУ, где N – контралатеральная почка, ГН - гидронефроз, УГН – уретерогидронефроз.

Анализ диаграмм размаха (рисунок 23) подтверждает, что диаметры мочеточников в случае разных типов ОУ – ГН и УГН значительно различаются между собой. Аналогичное различие между размерами лоханки в зависимости от типа ОУ продемонстрировано на рисунке 24.

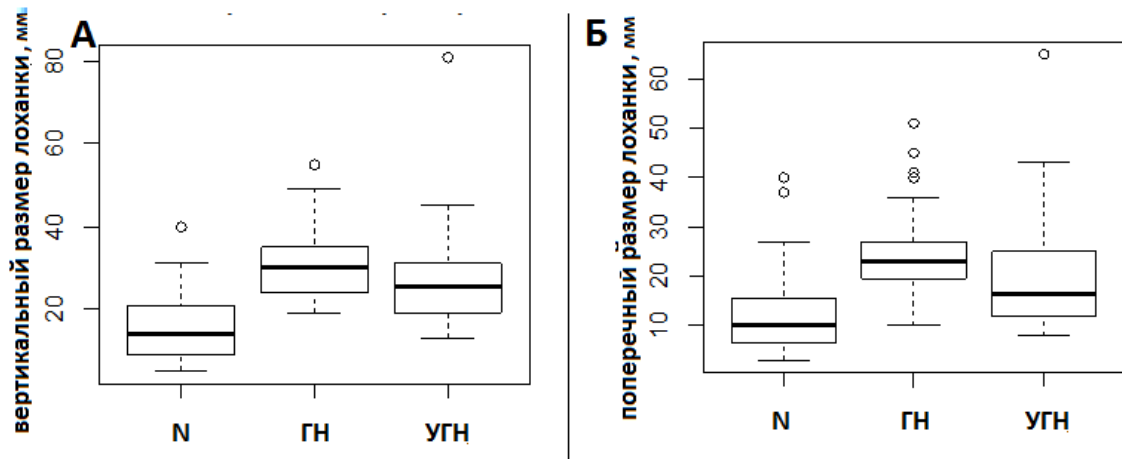


Рисунок 24. Распределение вертикального (А) и поперечного (Б) размеров почечной лоханки в зависимости от типа ОУ, где N –контралатеральная почка, ГН - гидронефроз, УГН – уретерогидронефроз.

Полученные различия между диаметрами мочеточника и размерами почечной лоханки в зависимости от типа ОУ согласовывается с особенностями

изменений мочевых путей, однако время визуализации мочеточника и выведение радиометки как через 20 так и 40 минут, не зависит от типа ОУ – гидро- или уретерогидронефроза.

Результаты статистического анализа данных совмещенного исследования у детей с обструктивными уропатиями

Вышеизложенный статистический анализ, включающий в себя поиск зависимостей между различными анатомическими и функциональными параметрами мочевых путей у детей с ОУ, был проведен с целью определения оптимального времени проведения КТ-сканирования для визуализации мочеточника при совмещенном исследовании. На основании полученных результатов можно заключить следующее:

1) с помощью метода линейной регрессии оптимальное время КТ-сканирования, выбранное на основании результатов динамической записи, возможно рассчитать только у детей с умеренными нарушениями выделительной функции почки. Тем не менее, этот способ расчета не представляет большого интереса в практическом плане, так как, согласно полученным в настоящей работе данным динамической нефросцинтиграфии, у всех детей с ОУ определяются выраженные нарушения выделительной функции пораженной почки;

2) время визуализации мочеточника на динамической записи не зависит от степени расширения почечной лоханки у детей с ОУ. Методом регрессионного анализа возможно рассчитать время КТ-сканирования с погрешностью ± 4 минуты у детей с диаметром мочеточника до 10 мм;

3) существует достоверная корреляция между вертикальным и поперечным размерами почечной лоханки у детей с ОУ, при этом зависимости между диаметром мочеточника и размерами лоханки не прослеживается;

4) время визуализации мочеточника, как и время очищения собирательной системы на динамическом исследовании, не зависит от типа ОУ – гидро- или уретерогидронефроза. Таким образом, прогнозирование времени КТ-сканирования для получения изображения нужного отдела мочеточника не может быть осуществимо исходя из нозологической формы уропатии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обструктивные уropатии занимают первое место в России по распространенности среди всех заболеваний мочевой системы у детей, и составляют 40% в качестве причин хронической почечной недостаточности [24]. Ведущее место среди данной категории заболеваний составляют гидронефроз и уретерогидронефроз. Известно, что своевременно выполненное хирургическое вмешательство позволяет сохранить функцию пораженной почки в подавляющем большинстве случаев, при этом качественное изображение анатомического строения мочевых путей является основанием для выбора конкретного вида операции [8; 63].

Общепринятыми методами визуализации мочевых путей у детей с обструктивными уropатиями являются УЗИ почек и мочевых путей, экскреторная урография и динамическая нефросцинтиграфия. Несмотря на широкую доступность, они имеют несколько существенных ограничений по ряду причин. Так экскреторная урография обладает низкой чувствительностью и специфичностью при выявлении стеноза прилоханочного сегмента или визуализации конкрементов, и неинформативна в определении уретеровазальных конфликтов [21; 23]. Ультразвуковое исследование, наоборот, высокоинформативно в диагностике сосудистых аномалий, однако при отсутствии дилатации мочеточников не позволяет проследить ход последних, визуализировать стриктуру ЛМС или УВС и оценить ее протяженность [23; 37]. Данное обстоятельство в большинстве случаев негативно сказывается на диагностической ценности метода в определении причины и характера нарушения уродинамики при обструктивных уropатиях [19]. Динамическая нефросцинтиграфия позволяет довольно точно оценить степень нарушения уродинамики и секреции почки, однако не дает возможности получить качественное изображение почечных сосудов и мочевых путей [28; 40].

Указанные ограничения стандартных методов являются предпосылками к использованию более сложных диагностических технологий. Наиболее информативными в определении причины нарушения уродинамики являются магнитно-резонансная и рентгеновская компьютерная томография [5; 27; 101]. Слабая интенсивность МР-сигнала в отсутствии дилатации мочевых путей и необходимость седации ребенка вследствие длительности исследования ограничивают широкое применение МРТ [116]. В случае рентгеновской компьютерной томографии ключевой проблемой является невозможность предсказать точное время поступления контрастного вещества в тот или иной отдел мочеточника, что ведет к многократным КТ-сканированиям, существенно увеличивая лучевую нагрузку на ребенка [118]. Исходя из этого, в настоящей работе была предпринята попытка разработать новый метод диагностики обструктивных уropатий у детей, совмещающего в себе высокую информативность компьютерной томографии с ограниченной лучевой нагрузкой.

Для этого из 260 пациентов, оперированных в клинике детской урологии и андрологии ФГБУ «РНЦРР» Минздрава России по поводу нарушений уродинамики, были отобраны 44 ребенка, у которых традиционные методы исследования верхних мочевых путей оказались неинформативны, что явилось основанием для выполнения гибридной КТ-сцинтиграфии. Кроме этого, проспективно были обследованы 46 детей, у которых имелись ультразвуковые данные о расширении мочевых путей. Этим пациентам совмещенное исследование выполняли без предшествующих лучевых методов диагностики. В зависимости от уровня обструкции мочевых путей, пациенты были разделены на две группы – дети с гидронефрозом (50 человек) и больные с нерефлюксирующим мегауретером (40 пациентов).

У 44 детей на основании данных сонографии, ЭУ и динамической нефросцинтиграфии была проведена оценка состояния почечной паренхимы, характеристик эвакуаторной функции пораженной почки и проанализирован вклад каждого из методов в установление причины расширения ВМП. При

сравнении ультразвукового и рентгенологических методов в оценке жизнеспособности ренальной паренхимы оказалось, что результаты ЭУ, свидетельствующие о нарушении накопительной функции почки с пораженной стороны были косвенно подтверждены на сонограммах менее чем в половине случаев. Указанное обстоятельство могло быть следствием того, что скорость контрастирования ЧЛС, косвенно отражающая состояние паренхимы на урограммах, сильно зависит от давления собирательной системы почки. С другой стороны, как подчеркивают многие авторы, УЗИ не позволяет визуализировать «свежие» очаги снижения жизнеспособности паренхимы [111; 115]. В свою очередь данные динамической нефросцинтиграфии, отражающие секреторную функцию почки совершенно не согласовывались с результатами ЭУ и УЗИ, что также могло быть связано с тем, что характеристики НСГ, по которым дается заключение о накопительной функции почки, сильно зависят от скорости сосудисто-почечного транзита и величины сердечного выброса.

Кроме этого у детей с ОУ был проведен анализ данных УЗИ, ЭУ и НСГ, отражающих степень расширения ВМП и нарушения уродинамики. При сопоставлении ультразвуковых и рентгенологических характеристик было отмечено, что дилатация полостной системы пораженной почки на сонограммах во всех случаях сопровождалась замедлением эвакуаторной функции разной степени выраженности. Однако, достоверной корреляции между степенью расширения ЧЛС на сонограммах и временем появления контрастного вещества в мочеточниках на ЭУ не существовало. Указанное наблюдение могло объясняться тем, что размеры лоханки при нарушении уродинамики зависят как от типа ее расположения (внутри- или внепочечного), так и от степени поражения почечной паренхимы, которая у всех детей была различной [21].

У 44 детей, которым на амбулаторном этапе была проведена динамическая нефросцинтиграфия при анализе кривых «активность-время» с пораженной стороны определялся обструктивный тип ренограмм, визуальное изображение полостной системы было увеличено по сравнению с контралатеральной почкой.

Так у 27 детей к 20 минуте исследования очищение собирательной системы не происходило вовсе, в остальных случаях варьировало от 4 до 45%. Закономерность между величиной выведения радиоиндикатора из ЧЛС на динамической записи и степенью нарушения эвакуаторной функции почки на ЭУ проследить не удалось, что могло быть связано как с разницей фармакодинамических свойств $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ и РКС, так и различной чувствительностью методов при определении транзита используемого агента по мочевым путям [28].

Традиционные методы обследования ВМП внесли скудный вклад в установление причины обструкции независимо от типа ОУ. Так у детей с гидронефрозом ЭУ позволила определить наличие конкрементов ВМП только в 20% наблюдений, в остальных 80% случаях оказалась неинформативной в силу малых размеров камней. Попытка визуализации пиелоуретерального сегмента на урограммах потерпела неудачу, что объяснялось стазом контрастного вещества на этом уровне. Установить причину нарушения уродинамики у детей с уретерovesикальным конфликтом на ЭУ оказалось невыполнимой задачей, что объяснялось отсутствием достоверных рентгенологических признаков сосудистых аномалий [21].

УЗИ продемонстрировало низкую информативность в определении стриктуры или фиксированного перегиба ЛМС у детей с гидронефрозом (23%). Последнее имело место в силу отсутствия дилатации мочеточников, что крайне затрудняло получение необходимого изображения на сонограммах. Уретерovesикальный конфликт как причина нарушения оттока мочи на сонограммах был установлен только в 33% наблюдений. Наиболее эффективной УЗИ оказалось в определении конкрементов – наличие акустической тени в прилоханочном сегменте мочеточника регистрировалось у всех 5 детей с уретеролитиазом.

У детей с мегауретером определить рентгенологическую картину УВС было невозможно вследствие его экранирования заполненным РКС мочевым пузырем.

Интерпозиция газа в петлях кишечника и невозможность получить тугое наполнение мочевого пузыря привели к неудовлетворительным результатам при УЗИ-визуализации уретерovesикального соустья: стриктура была зарегистрирована у 4 из 18 детей (22% случаев), наличие конкремента в 100% наблюдений. Суммарная информативность сонограмм у детей с уретерогидронефрозом составила 30%.

У детей с гидро- и уретерогидронефрозом динамическая нефросцинтиграфия в силу специфики метода (в первую очередь малой разрешающей способности получения изображения) лишь подтверждала факт нарушения уродинамики, но ни в одном из рассматриваемых случаев не позволила судить о ее генезе. В итоге, причину нарушения уродинамики по данным УЗИ и ЭУ возможно было предположить только в 34% и 4% случаев соответственно, однако потребность в проведении уточняющей диагностики (дообследования) существовала у всех обследуемых детей. Последнее объяснялось необходимостью выбора объема оперативной коррекции, для которого было чрезвычайно существенным получить качественное изображение ВМП на предполагаемом уровне обструкции, а именно: определить протяженность стриктуры того или иного отдела мочеточника, подтвердить или исключить наличие конкрементов, дать оценку особенностям кровоснабжения почки при подозрении на уретеровазальный конфликт.

Как представлено в главе 1, в силу малой разрешающей способности динамическая нефросцинтиграфия не способна определить причину нарушения уродинамики, но дает точную информацию о транзите радиометки по мочевым путям [40]. КТ-урография наоборот, позволяет получить высококачественное изображение ВМП, однако отсутствие возможности предсказать время контрастирования пораженного отдела мочеточника оборачивается значительной лучевой нагрузкой на ребенка и риском получения неинформативного заключения [116]. В этой связи нами были изучены возможности одновременного совмещения радионуклидного и КТ-исследований.

Имея в распоряжении гибридную диагностическую систему, оснащенной 16-срезовым компьютерным томографом, что позволяло получать томограммы высокого качества, в настоящей работе был предложен метод гибридной КТ-сцинтиграфии. Отличительная составляющая нашей методики состояла в том, что время появления радиометки в зоне интереса служило ориентиром для выбора момента включения рентгеновской трубки томографа. Для этого, после одномоментного введения РКС и РФП осуществляли регистрацию продвижения радиоиндикатора по мочевым путям посредством динамической нефросцинтиграфии (у детей с подозрением на наличие конкрементов предварительно выполняли нативный скан). Прерывание съемки для КТ-сканирования осуществляли в момент фиксации радиометки в пораженном отделе мочеточника. Так у трех из 24 детей с дилатацией ЧЛС почки запись динамического исследования была прервана на 17-19 минутах для проведения КТ, в связи с фиксацией РФП в проекции ЛМС. В остальных наблюдениях, в силу выраженных нарушений уродинамики, время накопления радиометки в проекции пиелoureтерального сегмента происходило в диапазоне 23-79 минут. Получить изображение ЛМС при ГКТ за единственное включение рентгеновской трубки удалось в 66% наблюдений (16 детей), за два – в 33% случаев (8 пациентов). Необходимость в дополнительных КТ-сканированиях у трех детей была обусловлена различиями в кинетике радиофармпрепарата и контрастного средства при выраженном нарушении эвакуаторно-накопительной функции почки, у 5 – выполнением нативных снимков для визуализации конкремента. Таким образом, причиной нарушения уродинамики на уровне ЛМС в 13 случаях была обусловлена его стриктурой, в двух наблюдениях – фиксированным перегибом пиелoureтерального сегмента, в 6 – конкрементом, у трех детей – уретеровазальном конфликтом. У детей со стриктурой или фиксированным перегибом ЛМС была выполнена пластика пиелoureтерального сегмента по Хайнц-Андерсену с выделением добавочной артерии (в случае уретеровазального конфликта), если причиной обструкции являлся конкремент ЛМС – сеанс

дистанционной ударно-волновой литотрипсии. Интраоперационно результаты КТ-сцинтиграфии были подтверждены во всех указанных случаях.

В случаях дифференциальной диагностики истинного уретерогидронефроза и мегалоуретера (ахалазии мочеточника) в настоящей работе использовали физиологическую эвакуаторную пробу по методике, представленной в работе [40]. Последняя заключалась в вычислении степени опорожнения собирательной системы после дозированной физической нагрузки, или, в зависимости от возраста ребенка, вертикализации исследуемого. Степень опорожнения ЧЛС определяли путем сравнения «активности» радиометки на исходных и отсроченных сцинтиграммах, на основании которой можно было сделать вывод о том, является ли задержка эвакуации РФП стойкой или преходящей. Этот прием позволил нам отказаться от выполнения отсроченных сканов (которые проводят в таких ситуациях при традиционной КТ-урографии) тем самым снизить лучевую нагрузку на ребенка.

У детей с мегауретером появление РФП в проекции УВС на динамической записи происходило в диапазоне 15-68 минут. Совмещенное исследование в 11 случаях было выполнено за одно, в 9 наблюдениях – за два КТ-сканирования. Необходимость в дополнительных сканах у трех детей была обусловлена в силу значительной разницы в кинетике трансфера радиометки и РКС при выраженных нарушениях секреторно-выделительной функции почки, в двух наблюдениях – выполнением бесконтрастных снимков для визуализации конкрементов, расхождением во времени появления предпузырных отделов мочеточников на динамической записи при двустороннем процессе в четырех случаях. На основании данных гибридного исследования стриктура УВС являлась причиной мегауретера в 18 наблюдениях (всем детям в последующем был выполнен уретероцистоанастомоз по экстравезикальной методике), в двух случаях была обусловлена конкрементом предпузырного отдела мочеточника (проведен сеанс дистанционной ударно-волновой литотрипсии).

Проводя ретроспективный сравнительный анализ эффективности рутинных методов визуализации мочевыводящей системы и гибридной КТ-сцинтиграфии у 44 детей было сделано заключение о том, что использование УЗИ, ЭУ и НСГ не принесли никакой дополнительной диагностической информации к полученной на КТ-сцинтиграфии картине патологии ВМП, но внесли существенный вклад в суммарную эффективную дозу. При этом информативность предложенного нами метода у детей первой группы составила 100% – результаты КТ-сцинтиграфии у всех детей были подтверждены интраоперационно. Исходя из этого, было высказано предположение о том, что совмещенное исследование следует выполнять минуя ЭУ и динамическую нефросцинтиграфию в ее традиционном исполнении.

У 46 пациентов ГКТ выполняли сразу после ультразвукографии: у 26 на УЗИ имело место расширение полостной системы почки, у 20 – ЧЛС и мочеточника. Односторонний гидронефроз определялся у 20 детей, из них у трех имели место аномалии развития – подковообразное сращение нижних полюсов почек у двоих, L-образная почка – у одного ребенка. На УЗИ у всех детей с односторонним ГН определялись признаки дефицита почечной паренхимы (толщина корково-мозгового слоя составляла 60-85% от возрастной нормы), оценить характер изменений ЛМС было возможным только у одного ребенка – определялось коническое сужение последнего, что косвенно свидетельствовало о его стриктуре. В остальных наблюдениях причину расширения полостной системы почки по данным сонографии выявить не удалось, что послужило основанием для выполнения КТ-сцинтиграфии. При регистрации транзита радиометки по мочевым путям время накопления РФП с пораженной стороны варьировало в диапазоне 28-80 минут. Время фиксации радиометки в 18 из 20 случаев совпадало с моментом контрастирования ЛМС, что позволило ограничиться единственным КТ-сканированием. В двух наблюдениях потребовалось выполнение отсроченных сканов в связи с выраженным снижением поглощательной функции почки. Стриктура прилоханочного сегмента была определена у 17, вазоренальный

конфликт – в 3 случаях. Интраоперационно причина обструкции была подтверждена у всех 20 детей с односторонним гидронефрозом.

У 6 детей с двусторонним ГН, на фоне умеренного дефицита паренхимы обеих почек (толщина составляла 86-90% от возрастной нормы) пиелоуретеральный сегмент на сонограммах не визуализировался. При проведении динамической записи определялось значительное расхождение в скорости трансфера радиоиндикатора с обеих сторон. Последнее потребовало выполнение двух сканирований при КТ-сцинтиграфии, т.к. необходимость оценки ЛМС существовала с двух сторон. На основании полученных КТ сканов у всех 6 детей было сделано заключение о том, что причиной нарушения уродинамики на уровне прилоханочного сегмента являлась его стриктура, что в последующем было подтверждено интраоперационно (была выполнена двусторонняя пластика ЛМС с установкой внутренних стентов).

У 15 детей с односторонним мегауретером на УЗИ ход мочеточника с пораженной стороны четко прослеживался в верхней и нижней трети, однако тугое наполнение мочевого пузыря и визуализация УВС была возможной только в 5 случаях (у 4 детей отмечалось конусовидное сужение данного отдела, у одного ребенка – акустическая тень в его просвете). Время контрастирования предпузырного отдела мочеточника в 14 из 15 случаев совпадало с моментом фиксации в нем радиометки на динамической записи. Однако гибридное исследование удалось провести за единственное КТ-сканирование только у 13 из 15 детей. В первом случае это было связано с проведением нативного скана для визуализации конкремента, а во втором – в силу экранирования области УВС в окне сбора информации мочевым пузырем вследствие интенсивного поступления РФП из контралатеральной почки. На томограммах в 14 наблюдениях определялись КТ-признаки стриктуры УВС (в последующем выполнен уретероцистоанастомоз по экстравезикальной методике), у одного ребенка нарушение уродинамики было обусловлено обтурацией просвета УВС конкрементом (проведен сеанс уретеролитотрипсии).

У 5 детей с двусторонним мегауретером визуализация УВС на сонограммах была возможна только у двух детей (имело место его коническое сужение). При динамической записи в 4 наблюдениях гибридное исследование потребовало двукратного включения рентгеновской трубки в силу существенного (более 10 минут) расхождения во времени появления РФП в области УВС в окне сбора информации. Только у одного ребенка фиксация радиометки происходила практически одновременно с двух сторон, что позволило выполнить КТ-сцинтиграфию за одно сканирование. На полученных томограммах во всех 5 случаях определялась стриктура УВС с обеих сторон. Интраоперационно результаты ГКТ нашли свое подтверждение во всех случаях.

Таким образом, у детей с гидронефрозом, которым совмещенное исследование проводили сразу после УЗ-диагностики, данные сонограмм оказались информативными в 8% случаев, при дилатации ЧЛС почки и мочеточника – в 35% наблюдений. Результаты ГКТ позволили определить причину обструкции у всех обследованных по данному протоколу детей.

Гибридная КТ-сцинтиграфия продемонстрировала высокую эффективность при диагностике уретеровазального конфликта у детей с гидронефрозом или другими аномалиями развития мочевой системы (подковообразная или L-образная почка). Так давно существующая в КТ-диагностике методика двойного или отсроченного контрастирования во всех случаях ее применения в настоящей работе позволила получить картину кровоснабжения почки и уретеровазальных взаимоотношений на одном КТ-скане за единственное включение рентгеновской трубки. Эта максимальная результативность была достигнута за счет проведения сканирования непосредственно в момент контрастирования проксимального отдела мочеточника, который возможно было определить только при совмещенном исследовании, но не в случае КТ-урографии с фиксированными временными интервалами.

На основании накопленного в настоящей работе опыта проведения совмещенных исследований нам представляется возможным предложить

следующий протокол обследования детей с гидронефрозом и неретрофлюксирующим мегауретером с использованием ГКТ (приложение 1).

Важно отметить, что при модификации протокола проведения гибридной КТ-сцинтиграфии следует опираться на полученные сонографические признаки патологических находок ВМП. Так при наличии УЗ-признаков вазоренального конфликта или аномалий развития мочевой системы ГКТ необходимо выполнять с использованием методики двойного контрастирования для визуализации сосудистой и отсроченной фазы на одном КТ-скане. При подозрении на конкременты обязательно выполнение нативного сканирования, а в случае наложенного ранее уретероцистоанастомоза КТ-сканирование следует выполнять на наполненном мочевом пузыре для лучшей визуализации неоустья.

При сравнении суммарной эффективной дозы было получено, что проведение ГКТ в обход экскреторной урографии и динамической нефросцинтиграфии позволяет ограничить эффективную дозу в среднем на 38 процентов. Если бы для уточняющей диагностики использовали КТ-урографию с фиксированными временными интервалами сканирования, то величина эффективной дозы могла быть снижена в среднем на 67%. Таким образом, можно сделать вывод о том, что проведение ЭУ и динамической нефросцинтиграфии у детей с ОУ является нецелесообразным ввиду того, что данные методы вносят значительный вклад в суммарную эффективную дозу и не приносят никакой дополнительной диагностической информации. Совмещенное исследование представляется наилучшим методом уточняющей диагностики ОУ по следующим причинам: 1) гибридная КТ-сцинтиграфия оказывается более безопасной с точки зрения лучевой нагрузки по сравнению с КТ-урографией; 2) в отличие от стандартной КТ почек и мочевых путей, при которой сканирования выполняются в фиксированные временные интервалы, отсутствует потенциальный риск получения неинформативных заключений, которые по данным литературы могут встречаться в 30% случаев [101].

Выраженные нарушения уродинамики у детей с ОУ находили свое отражение на совмещенном исследовании в виде необходимости длительной непрерывной регистрации транзита радиометки вплоть до появления последней в зоне интереса. В этой связи был поставлен вопрос о том, возможно ли предсказать время накопления РФП и контрастного препарата в пораженном отделе мочеточника на основании степени расширения полостной системы почки, величины выведения радиометки за 20 или 40 минут регистрации в окне сбора информации или от типа ОУ – гидро- или уретерогидронефроза. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что ни один из вышеперечисленных параметров не может служить ориентиром времени контрастирования пораженного отдела мочеточника, и, следовательно, определять момент проведения КТ-сканирования. В этой связи, добиться значимого ограничения количества КТ-сканов при одновременно высокой информативности исследования возможно только при использовании гибридной системы. Тем не менее, в случае отсутствия технических возможностей для проведения такого исследования рекомендуется выполнение КТ-урографии с ограниченным количеством сканов, которое можно ориентировочно выбрать, изучив покадровый транзит радиометки на заранее проведенной динамической нефросцинтиграфии.

Таким образом, в настоящей работе был предложен новый метод диагностики обструктивных уропатий у детей, в основе которого лежит симультанное использование КТ-урографии и динамической нефросцинтиграфии – гибридная КТ-сцинтиграфия. Ключевым преимуществом предлагаемой методики является тот факт, что в отличие от традиционной КТ-урографии, гибридная КТ-сцинтиграфия позволяет получить максимально информативную анатомо-функциональную картину мочевых путей при значительной минимизации лучевой нагрузки.

ВЫВОДЫ

1. Показаниями к применению гибридной КТ-сцинтиграфии почек и мочевых путей у детей с гидронефрозом и уретерогидронефрозом являются данные ультразвукового исследования, свидетельствующие о дилатации собирательной системы почки, мочеточников и сосудистых аномалий мочевой системы при отсутствии нарушений секреторной функции почек, проявляющейся хронической почечной недостаточностью.
2. Гибридная КТ-сцинтиграфия позволяет достоверно выявить характер и причину нарушения уродинамики верхних мочевых путей вне зависимости от локализации патологического процесса, которая во всех случаях была подтверждена интраоперационными данными (точность метода составила 100%).
3. Использование гибридной КТ-сцинтиграфии мочевых путей заменяет необходимость проведения экскреторной урографии и динамической нефросцинтиграфии в монорежиме, снизив эффективную дозу за все время обследования на $38\pm 6\%$.
4. Протокол проведения гибридной КТ-сцинтиграфии предусматривает этапность исследования, что в зависимости от конкретной клинической ситуации, с целью снижения лучевой нагрузки, позволяет исключить: нативное сканирование, тугое наполнение чашечно-лоханочной системы, дополнительное контрастирование сосудов, наполнение и опорожнение мочевого пузыря.
5. Статическая нефросцинтиграфия является основным и максимально информативным методом оценки жизнеспособности почечной паренхимы и распространенности нефросклероза вне зависимости от причин развития обструктивной уропатии.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- 1) Для принятия решения о возможности и объеме проведения гибридной КТ-сцинтиграфии необходимо убедиться в отсутствии грубых нарушений функции почек, а также оценить по данным ультразвукографии предполагаемый уровень обструкции мочевых путей, одно- или двусторонний характер поражения, а также возможное наличие сосудистых аномалий и конкрементов мочевой системы.
- 2) Для получения в результате проведения КТ-сцинтиграфии изображения оптимального качества при подозрении на гидронефроз следует дополнять исследование нативным сканом; при необходимости уточнения топологических особенностей уретерovesикального соустья (особенно при наличии неoустья) – проводить исследование на наполненном мочевом пузыре; при подозрении на сосудистые аномалии – использовать методику дополнительного контрастирования.
- 3) Для определения времени тугого заполнения интересующего отдела мочевыводящих путей и получения их качественного изображения следует ориентироваться на время появления сцинтилляций радионуклидной метки на соответствующем уровне верхних мочевых путей.
- 4) При наличии возможности проведения гибридной КТ-сцинтиграфии применение экскреторной урографии и динамической нефросцинтиграфии для установления причины нарушения уродинамики нецелесообразно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айнакулов, А.Д. Диагностика и лечение обструктивных уропатий у детей / А.Д. Айнакулов, С. Н. Зоркин // *Детская хирургия*. - 2012. - Т. 6. - С. 23-26.
2. Аляев Ю.Г. Гидронефроз / Аляев Ю.Г // *ГЭОТАР-Медиа*. - 2002. - С. 40.
3. Амосов, А.В. Ультразвуковые методы функциональной диагностики в урологической практике: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.40 / Амосов Александр Валентинович. – М., 1999. С.45.
4. Борисова, О.А. Диагностическая эффективность радионуклидных, ультразвуковых и рентгенологических исследований детей с пузырно-мочеточниковым рефлюксом: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.13. / Борисова Ольга Анатольевна. – М., 2010. С. 116.
5. Васильев, А.Ю. Лучевая диагностика в педиатрии. / А.Ю. Васильев. *ГЭОТАР-Медиа*. 2009. - С. 217.
6. Васильев, А.Ю. Ультразвуковая диагностика в неотложной детской практике. Руководство для врачей. / А.Ю. Васильев, Е.Б. Ольхова. *ГЭОТАР-Медиа*. 2010. - С. 387.
7. Веснина, Ж.В. Влияние рентгеноконтрастных веществ на основе йода и гадолиния на клеточный состав крови и морфологию почек / Ж.В. Веснина, Н.В. Литовченко, А.М. Гуляев, М.В. Фадеев, Ю.Б. Лишманов // *Сибирский медицинский журнал*. - 2009. - Т. 24. - №4-1. - С. 45-49.
8. Вялкова, А.А. Вопросы диагностики хронической болезни почек у детей / А.А. Вялкова, И.В. Зорин, Л.М. Гордиенко, А.И. Мещерякова, М.С. Егорочкина, Е.В. Савельева // *Практическая медицина*. - 2013. - Т. 6. - С. 38-46.
9. Газимиев, М.А. Неинвазивная диагностика обструктивных заболеваний мочевых путей: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.40 / Газимиев Магомед Алхазурович. М. - 2004. С 121.
10. Глушков, Е.А. Эффективность ОФЭКТ-КТ в обнаружении костных метастазов при раке молочной железы и простаты / Е.А. Глушков, А.Г. Кисличко, М.С. Рамазанова // *Сибирский медицинский журнал*. - 2015. - Т. 6. - С. 19-25.
11. Глыбочко, П.В. 3D-технологии при операциях на почке / П.В. Глыбочко, Ю.Г. Аляев *ГЭОТАР-Медиа*. 2014. - С. 18.
12. Григорян, В.А. Хирургическое лечение гидронефроза: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.40 / Григорян Вагаршак Арамаисович. – М. 1998. С 131.
13. Громов, А.И. Лучевая диагностика и терапия в урологии. Национальное руководство. / А. И. Громов, В.М. Буйлов, С.К. Терновой. *ГЭОТАР-Медиа*. - 2011. - С. 544.
14. Дворяковский, И.В. УЗ диагностика в детской хирургии / И.В. Дворяковский, О.А. Беляева. М.: Профит. - 1997. - С. 26.
15. Деревянко, И.М. Обструкция мочеточника. / И.М. Деревянко. Ставрополь. - 1979. - С. 15-18.

16. Джавад-Заде, М.Д. Отдаленные результаты двусторонних уретероцистостомий у детей с мегауретером / М.Д. Джавад-Заде // Материалы III науч. практ. конф. дет. хирургов Таджикистана. Сб. науч. работ: Душанбе. - 1994. - С. 324-326.
17. Еникеев, М.Э. Гидронефроз: современные технологии в диагностике и лечении: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.40 / Еникеев Михаил Эликович. –М., 2008. - С. 44-102.
18. Игнатова, М.С. Детская нефрология / М.С. Игнатова. МИА. - 2011. - С. 123-144.
19. Игнашин, Н.С. Ультразвуковая диагностика урологических заболеваний / Н.С. Игнашин. МИА. - 2010. - С. 25.
20. Истокский, К.Н. Реконструктивно-пластические операции из малоинвазивных доступов в лечении обструктивных заболеваний мочеточников: дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.23 / Истокский Константин Николаевич. –М., 2014. - С. 258.
21. Ищенко, Б.И. Клиническая рентгенодиагностика в урологии. Руководство для врачей. / Б.И. Ищенко. ЭЛБИ-СПБ, 2010. - С. 179.
22. Каприн, А.Д. Рентгеноурологические исследования и дозовые нагрузки на пациентов / А.Д. Каприн, А.А. Костин, А.В. Меских, А.Б. Блинов, Р.В. Ставицкий, Н.В. Харченко // Радиология - Практика. - 2005. - С. 22-26.
23. Каситериди, И.Г. Сравнительная оценка современных методов исследования при гидронефрозе: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.40 / Каситериди Ираклий Георгиевич. М., 2005. - С. 120.
24. Крыганова, Т.А. Частота аномалий органов мочевой системы и функциональное состояние почек в зависимости от степени выраженности дисплазии соединительной ткани у детей / Т.А. Крыганова, В.В. Длин // Российский вестник перинатологии и педиатрии. - 2016. - Т. 3. - С. 81-86.
25. Лишманов, Ю.Б. Радионуклидная диагностика для практических врачей / Ю.Б. Лишманов, В.И. Чернов. -Томск: STT., 2004.
26. Лопаткин, Н.А. Детская урология. Руководство. / Н.А. Лопаткин, А.Г. Пугачев. М. 1986. С. 130-149.
27. Лямзин, С.И. Обструкция пиелоуретерального сегмента у детей раннего возраста (принципы пре- и ранней постнатальной диагностики и совершенствование хирургического лечения): автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.35 / Лямзин Сергей Иванович. Омск., 2007. - С. 19.
28. Матюшина, К.М. Значение маркеров ранних нарушений функции почек в обосновании хирургической и консервативной тактики при гидронефрозе у детей грудного и раннего возраста: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.19 / Матюшина Катерина Марковна. М. - 2015. - С. 209.
29. Миронов, С.П. Детская радиология / С.П. Миронов, Ю.Н. Касаткин. Москва. - 1993. - С. 209.
30. Павлов, А.Ю. Влияние сроков пребывания интубирующих дренажей на динамику морфоструктуры верхних мочевых путей при операциях на пузырно-

- уретральном сегменте / А.Ю. Павлов, Н.В. Поляков, Ю.В. Кудрявцев, В.И. Кирпатовский // Ангиология и сосудистая хирургия. - 2005. - Т. 1. - С. 29-31.
- 31.** Павлов, А.Ю. Современные возможности лучевой диагностики пороков развития мочевыделительной системы у детей / А.Ю. Павлов, З.Р. Сабирзянова, Д.К. Фомин, С.В. Бачиев, Г.В. Симонян // Российский электронный журнал радиологии. - 2011. - Т. 1. - №2. - С. 135-136.
- 32.** Подуровская, Ю.Л. Дифференциально-диагностические критерии функциональной и органической обструкции при нерефлюксирующем мегауретере: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.35 / Подуровская Юлия Леонидовна. – М., 2007. - С. 99.
- 33.** Поляков, Н.В. Экстравезикальный уретероцистоанастомоз / Н.В. Поляков, Н.Г. Москалева, К.В. Красюк, А.Ю. Павлов // Урология. - 2002. - Т. 2. - С. 40-43.
- 34.** Прокоп, М. Спиральная многослойная компьютерная томография / М. Прокоп, М. Галански. МЕД-пресс информ. - 2011. - С. 416.
- 35.** Пугачев, А.Г. Детская урология / А.Г. Пугачев. ГЭОТАР-Медиа. - 2009. - С. 294.
- 36.** Пугачев, А.Г. Гидронефроз у детей / А.Г. Пугачев, Ю.В. Кудрявцев, И. Н. Ларионов // Урология и нефрология. - 1997. - Т. 5. - С. 2-4.
- 37.** Пыков, М.И. Детская ультразвуковая диагностика в уронефрологии / М.И. Пыков М.И. -М. Видар-М. - 2012. - С. 192.
- 38.** Смирнов, И. Е. Радионуклидные исследования структурно-функционального состояния почек при гидронефрозе у детей / И.Е. Смирнов, И.Н. Хворостов, О.В. Комарова, А.Г. Кучеренко, С.Н. Зоркин // Российский педиатрический журнал. - 2013. - Т. 3., - С. 7-13
- 39.** Сомов, Д.В. Особенности стандартизации радиофармацевтических препаратов / Д.В. Сомов, Л.В. Волознев, В.В. Береговых, И.П. Рудакова, И.А. Самылина // Фармация. - 2013. - Т. 3. - С. 49-52.
- 40.** Фомин, Д.К. Диагностика обструктивных уропатий у детей методами ядерной медицины: автореф. дис. ... д-ра мед наук: 14.00.19.,14.00.35. / Фомин Дмитрий Кириллович. –М, 2008. - С. 212.
- 41.** Фомин, Д.К. Первый опыт использования ОФЭКТ-КТ для определения объема склеротических и кистозных изменений у детей с аутосомно-доминантной поликистозной болезнью почек / Д.К. Фомин, В.В. Длин, О.О. Люгай, С.В Папиж. // Вестник РНЦРР. - 2012. - Т. 12. - С. 13.
- 42.** Фомин, Д.К. К вопросу о выборе радиофармпрепарата для динамической сцинтиграфии почек с функциональными пробами / Д.К. Фомин, Т.В. Лепаева, Е.Г. Агапов, С.П. Яцык, А.В. Рябцева, А.А. Назарова, О.А. Борисова // Педиатрическая фармакология. - 2008. - Т. 5. - №5. - С. 57-59.
- 43.** Фомин, Д.К. Радионуклидные исследования в педиатрической практике: взаимодействие исследователя, ребёнка, родителей / Д.К. Фомин, С.П. Яцык, Е.В. Яцык, О.А. Борисова, А.А. Назаров // Педиатрическая фармакология. - 2008. - Т. 5. - С. 74-76.

- 44.** Хворостов, И.Н. Механизм формирования и особенности диагностики обструктивных уропатий у детей / И.Н. Хворостов, С.Н. Зоркин, И.Е. Смирнов // Вопросы современной педиатрии. – 2005. - Т. 4. - С. 62-66.
- 45.** Хинман, Ф. Оперативная урология / Ф. Хинман. ГЭОТАР-Медиа. - 2007. - С. 1192.
- 46.** Хофер, М. Компьютерная томография / М. Хофер. Медицинская литература. - 2011. - С. 232.
- 47.** Юшко, Е.И. Мегауретер у детей. Терминология, классификация, клиника, диагностика, лечение. / Е.И. Юшко // Вестник ВГМУ. - 2006. - Т. 5. - №4. - С. 1-8.
- 48.** Яцык, С.П. Иммунологическая и радиоизотопная оценка состояния почек и мочевых путей при обструктивных уропатиях у детей и подростков: автореф. дис. ... мед наук: 14.00.35 / Яцык Сергей Павлович –М. 2005. - С. 184.
- 49.** Akgun, H. Are gadolinium-based contrast media nephrotoxic? A renal biopsy study / H. Akgun // Arch Pathol Lab Med. - 2006. - Т. 130. - №9. - С. 1354-1357.
- 50.** Allan, J.D., Virtual endoscopy in urology / J. D. Allan, D. A. Tolley // Curr Opin Urol. - 2001. - Т. 11. - №2. - С. 189-192.
- 51.** Andreucci, M. Side effects of radiographic contrast media / M. Andreucci // Biomed Res Int. - 2014. - Т. 2014. - С. 872574.
- 52.** Apocalypse, G.T. Outcome of apparent ureteropelvic junction obstruction identified by investigation of fetal hydronephrosis / G. T. Apocalypse // Int Urol Nephrol. - 2003. - Т. 35. - №4. - С. 441-448.
- 53.** Arlen, A.M. Magnetic resonance urography for diagnosis of pediatric ureteral stricture / A. M. Arlen // J Pediatr Urol. - 2014. - Т. 10. - №5. - С. 792-798.
- 54.** Belfield, J. Pitfalls in Stone Imaging / J. Belfield, S. Kennish // Semin Roentgenol. - 2016. - Т. 51. - №1. - С. 49-59.
- 55.** Belman, K.L. Clinical Pediatric Urology / K. L. Belman B., Kramer S., // CRC Press. - 2001. - С. 1392.
- 56.** Borelli, F.A. Analysis of the sensitivity and specificity of noninvasive imaging tests for the diagnosis of renal artery stenosis / F. A. Borelli // Arq Bras Cardiol. - 2013. - Т. 101. - №5. - С. 423-433.
- 57.** Buhaescu, I. Gadolinium-induced nephrotoxicity / I. Buhaescu, H. Izzedine // Int J Clin Pract. - 2008. - Т. 62. - №7. - С. 1113-1118.
- 58.** Camlar, S.A. The role of dynamic renal scintigraphy on clinical decision making in hydronephrotic children / S. A. Camlar // Saudi J Kidney Dis Transpl. - 2017. - Т. 28. - №1. - С. 76-80.
- 59.** Celik, T. Comparison of the Relative Renal Function Calculated with ^{99m}Tc-Diethylenetriaminepentaacetic Acid and ^{99m}Tc-Dimercaptosuccinic Acid in Children / T. // World J Nucl Med. - 2014. - Т. 13. - №3. - С. 149-153.
- 60.** Cerwinka, W. H. Magnetic resonance urography in pediatric urology / W. H. Cerwinka, J. Damien Grattan-Smith, A. J. Kirsch // J Pediatr Urol. - 2008. - Т. 4. - №1. - С. 74-82.

- 61.** Chen, M. Y. Can noncontrast helical computed tomography replace intravenous urography for evaluation of patients with acute urinary tract colic? / M. Y. Chen, R. J. Zagoria // *J Emerg Med.* - 1999. - T. 17. - №2. - C. 299-303.
- 62.** Dharmalingam, A. Tc-99m Ethylenedicysteine and Tc-99m Dimercaptosuccinic Acid Scintigraphy-Comparison of the Two for Detection of Scarring and Differential Cortical Function / A. Dharmalingam [// *Indian J Nucl Med.* - 2017. - T. 32. - №2. - C. 93-97.
- 63.** El-Nahas, A. R. Role of multiphasic helical computed tomography in planning surgical treatment for pelvi-ureteric junction obstruction / A. R. El-Nahas // *BJU Int.* - 2004. - T. 94. - №4. - C. 582-587.
- 64.** Eshima, D. Technetium-99m (99mTc) mercaptoacetyltriglycine: update on the new 99mTc renal tubular function agent / D. Eshima, A. Taylor, Jr. // *Semin Nucl Med.* - 1992. - T. 22. - №2. - C. 61-73.
- 65.** Faure, A. Early mercaptoacetyltriglycine(MAG-3) diuretic renography results after pyeloplasty / A. Faure, K. London, G. H. Smith // *BJU Int.* - 2016. - T. 118. - №5. - C. 790-796.
- 66.** Fernbach, S. K. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology / S. K. Fernbach, M. Maizels, J. J. Conway // *Pediatr Radiol.* - 1993. - T. 23. - №6. - C. 478-480.
- 67.** Fraum, T. J. Gadolinium-based contrast agents: A comprehensive risk assessment / T. J. Fraum, D. R. Ludwig, M. R. Bashir, K. J. Fowler // *J Magn Reson Imaging.* - 2017.
- 68.** Garcia-Aparicio, L. Postoperative vesicoureteral reflux after high-pressure balloon dilation of the ureterovesical junction in primary obstructive megaureter. Incidence, management and predisposing factors / L. Garcia-Aparicio // *World J Urol.* - 2015. - T. 33. - №12. - C. 2103-2106.
- 69.** Genseke, P. Detection of obstructive uropathy and assessment of differential renal function using two functional magnetic resonance urography tools. A comparison with diuretic renal scintigraphy in infants and children / P. Genseke // *Nuklearmedizin.* - 2017. - T. 56. - №1. - C. 39-46.
- 70.** Godbole, K. M. *Pediatric Urology: Surgical Complications and Management* / K. M. Godbole P., Wilcox D., // John Wiley & Sons. - 2015. - C. 440.
- 71.** Gordon I. Auspices of Paediatric Committee of European Association of Nuclear. Guidelines for standard and diuretic renogram in children / I. Gordon, A. Piepsz, R. Sixt, M. Auspices of Paediatric Committee of European Association of Nuclear // *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* - 2011. - T. 38. - №6. - C. 1175-1188.
- 72.** Govender, N. Adequacy of paediatric renal tract ultrasound requests and reports in a general radiology department / N. Govender, S. Andronikou, M. D. Goodier // *Pediatr Radiol.* - 2012. - T. 42. - №2. - C. 188-195.
- 73.** Gupta, C. V. *Diagnostic Radiology Paediatric Imaging* / C. V. Gupta A., Khandelwal N., // Jaypee Brothers Publishers. - 2011. - C. 560.
- 74.** Halpern, E. J. Preoperative evaluation of living renal donors: comparison of CT angiography and MR angiography / E. J. Halpern // *Radiology.* - 2000. - T. 216. - №2. - C. 434-439.

- 75.** Harber, M. Practical Nephrology / Harber M. // Springer. - 2014. - C. 901.
- 76.** Hellstrom, M. Normal ureteral diameter in infancy and childhood / M. Hellstrom // Acta Radiol Diagn (Stockh). - 1985. - T. 26. - №4. - C. 433-439.
- 77.** M. P. Hiorns. Imaging of the urinary tract: the role of CT and MRI / M. P. Hiorns // Pediatr Nephrol. - 2011. - T. 26. - №1. - C. 59-68.
- 78.** Hwang, S.I. Effectiveness of MR urography in the evaluation of kidney which failed to opacify during excretory urography: comparison with ultrasonography / S. I. Hwang // Korean J Radiol. - 2000. - T. 1. - №3. - C. 152-158.
- 79.** Jackson, L. The molecular biology of pelvi-ureteric junction obstruction / L. Jackson, M. Woodward, R. J. Coward // Pediatr Nephrol. - 2017.
- 80.** Kamholtz, R. G. Obstruction and the minimally dilated renal collecting system: US evaluation / R. G. Kamholtz, J. J. Cronan, G. S. Dorfman // Radiology. - 1989. - T. 170. - №1 Pt 1. - C. 51-53.
- 81.** Khan, A. Z. A comparison of non-contrast CT and intravenous urography in the diagnosis of urolithiasis and obstruction / A. Z. Khan N., Zafar A., Ahmed F., Ather M, // African Journal of Urology. - 2012. - T. 18. - №3. - C. 108-111.
- 82.** Krzemien, G. Importance of different imaging methods in diagnosis of significant urodynamically ureteropelvic junction obstruction in children with congenital hydronephrosis] / G. Krzemien // Pol Merkur Lekarski. - 2008. - T. 24 Suppl 4. - C. 41-45.
- 83.** Liu, D.B. Hydronephrosis: prenatal and postnatal evaluation and management / D. B. Liu, W. R. Armstrong, 3rd, M. Maizels // Clin Perinatol. - 2014. - T. 41. - №3. - C. 661-678.
- 84.** Lopez, M. Laparoscopic-Assisted Extravesical Ureteral Reimplantation and Extracorporeal Ureteral Tapering Repair for Primary Obstructive Megaureter in Children / M. Lopez // J Laparoendosc Adv Surg Tech A. - 2017.
- 85.** Mandic, V. Recent diagnostic and therapeutic approaches to prenatally and perinatally diagnosed hydronephrosis and their implementation in the University Clinical Hospital Mostar / V. Mandic // Coll Antropol. - 2015. - T. 39. - №1. - C. 267-274.
- 86.** McCarthy, C. J. Radiology of renal stone disease / C. J. McCarthy // Int J Surg. - 2016. - T. 36. - №Pt D. - C. 638-646.
- 87.** Medina, A. Evidence-Based Imaging in Pediatrics: Improving the Quality of Imaging in Patient Care / A. K. Medina L., Blackmore C., // Springer Science & Business Media. - 2010. - C. 666.
- 88.** Mendichovszky, I. Nuclear Medicine in Pediatric Nephro-Urology: An Overview / I. Mendichovszky // Semin Nucl Med. - 2017. - T. 47. - №3. - C. 204-228.
- 89.** Moaddab, A. Prenatal Diagnosis and Perinatal Outcomes of Congenital Megalourethra: A Multicenter Cohort Study and Systematic Review of the Literature / A. Moaddab // J Ultrasound Med. - 2015. - T. 34. - №11. - C. 2057-2064.
- 90.** Moon, E. H. Crossed Fused Renal Ectopia: Presentations on 99mTc-MAG3 Scan, 99mTc-DMSA SPECT, and Multidetector CT / E. H. Moon, M. W. Kim, Y. J. Kim, I. O. Sun // Clin Nucl Med. - 2015. - T. 40. - №10. - C. 835-837.

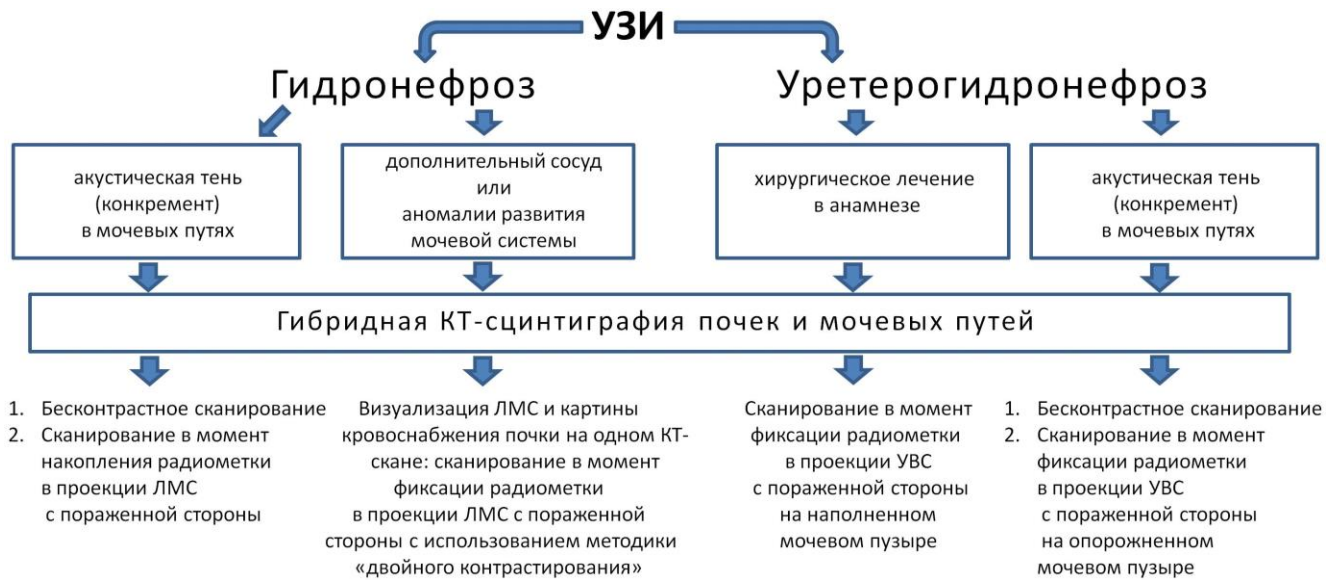
- 91.** Moore, C. L. Accuracy of reduced-dose computed tomography for ureteral stones in emergency department patients / C. L. Moore // *Ann Emerg Med.* - 2015. - T. 65. - №2. - C. 189-198 e182.
- 92.** Moritz, M. Comparison of CT and MR angiography for evaluation of living renal donors / M. Moritz // *Transplant Proc.* - 2001. - T. 33. - №1-2. - C. 831-832.
- 93.** Nef, S. Outcome after prenatal diagnosis of congenital anomalies of the kidney and urinary tract / S. Nef // *Eur J Pediatr.* - 2016. - T. 175. - №5. - C. 667-676.
- 94.** Nelson, C.P. Ultrasound as a screening test for genitourinary anomalies in children with UTI / C. P. Nelson, E. K. Johnson, T. Logvinenko, J. S. Chow // *Pediatrics.* - 2014. - T. 133. - №3. - C. e394-403.
- 95.** Nguyen, H. T. Multidisciplinary consensus on the classification of prenatal and postnatal urinary tract dilation (UTD classification system) / H. T. Nguyen // *J Pediatr Urol.* - 2014. - T. 10. - №6. - C. 982-998.
- 96.** Park, C. W. Measurement and Estimation of Renal Size by Computed Tomography in Korean Children / C. W. Park // *J Korean Med Sci.* - 2017. - T. 32. - №3. - C. 448-456.
- 97.** Piepsz, A. Guidelines for 99mTc-DMSA scintigraphy in children / A. Piepsz // *Eur J Nucl Med.* - 2001. - T. 28. - №3. - C. BP37-41.
- 98.** Piepsz, A. Performing renography in children with antenatally detected pelvi-ureteric junction stenosis: errors, pitfalls, controversies / A. Piepsz, R. Sixt, I. Gordon // *Q J Nucl Med Mol Imaging.* - 2010. - T. 54. - №4. - C. 350-362.
- 99.** Rabinowitz, R. *Pediatric Urology for the Primary Care Physician* / Rabinowitz R., Hulbert W., Mevorach R.. // Springer. - 2014. - C. 351.
- 100.** Rajaie Esfahani, M. Comparison of ultrasonography and intravenous urography in the screening and diagnosis of hematuria causes / M. Rajaie Esfahani, A. Momeni // *Urol J.* - 2006. - T. 3. - №1. - C. 54-60; discussion 60.
- 101.** Ramanathan, S. Multi-modality imaging review of congenital abnormalities of kidney and upper urinary tract / S. Ramanathan // *World J Radiol.* - 2016. - T. 8. - №2. - C. 132-141.
- 102.** Rickard, M. Parenchyma-to-hydronephrosis Area Ratio Is a Promising Outcome Measure to Quantify Upper Tract Changes in Infants With High-grade Prenatal Hydronephrosis / M. Rickard, A. J. Lorenzo, L. H. Braga, C. Munoz // *Urology.* - 2017. - T. 104. - C. 166-171.
- 103.** Riedmiller, H. EAU guidelines on paediatric urology / H. Riedmiller // *Eur Urol.* - 2001. - T. 40. - №5. - C. 589-599.
- 104.** Ritter, L. Significance of MR angiography in the diagnosis of aberrant renal arteries as the cause of ureteropelvic junction obstruction in children / L. Ritter // *Rofo.* - 2015. - T. 187. - №1. - C. 42-48.
- 105.** Scala, C. Diagnostic accuracy of mid-trimester antenatal ultrasound for multicystic dysplastic kidneys / C. Scala // *Ultrasound Obstet Gynecol.* - 2016.
- 106.** Schaeffer, A. J. MRI-based reference range for the renal pelvis anterior-posterior diameter in children ages 0-19 years / A. J. Schaeffer // *Br J Radiol.* - 2016. - T. 89. - №1067. - C. 20160211.

- 107.** Sharma, A. Comparison of intravenous urography and magnetic resonance urography in preoperative evaluation of pelvi-ureteric junction obstruction in children / A. Sharma // *J Indian Assoc Pediatr Surg.* - 2016. - T. 21. - №4. - C. 169-174.
- 108.** Shokeir, A. A. Primary megaureter: current trends in diagnosis and treatment / A. A. Shokeir, R. J. Nijman // *BJU Int.* - 2000. - T. 86. - №7. - C. 861-868.
- 109.** Siegel, M. *Pediatric Body CT* / Siegel M. // Lippincott Williams & Wilkins. - 2008. - C. 467.
- 110.** Silverman, S. G. What is the current role of CT urography and MR urography in the evaluation of the urinary tract? / S. G. Silverman, J. R. Leyendecker, E. S. Amis, Jr. // *Radiology.* - 2009. - T. 250. - №2. - C. 309-323.
- 111.** Smokvina, A. The renal parenchyma evaluation: MAG3 vs. DMSA / A. Smokvina // *Coll Antropol.* - 2005. - T. 29. - №2. - C. 649-654.
- 112.** Sriram, K. Extravesical (modified Gregoir Lich) versus intravesical (Cohen's) ureteric reimplantation for vesicoureteral reflux in children: A single center experience / K. Sriram, R. Babu // *Indian J Urol.* - 2016. - T. 32. - №4. - C. 306-309.
- 113.** Stabin, M. Radiation dosimetry for technetium-99m-MAG3, technetium-99m-DTPA, and iodine-131-OIH based on human biodistribution studies / M. Stabin, A. Taylor, Jr., D. Eshima, W. Wooter // *J Nucl Med.* - 1992. - T. 33. - №1. - C. 33-40.
- 114.** Taylor, A. T. Radionuclides in nephrourology, part 1: Radiopharmaceuticals, quality control, and quantitative indices / A. T. Taylor // *J Nucl Med.* - 2014. - T. 55. - №4. - C. 608-615.
- 115.** Temiz, Y. The efficacy of Tc99m dimercaptosuccinic acid (Tc-DMSA) scintigraphy and ultrasonography in detecting renal scars in children with primary vesicoureteral reflux (VUR) / Y. Temiz // *Int Urol Nephrol.* - 2006. - T. 38. - №1. - C. 149-152.
- 116.** Thukral, B. B. Problems and preferences in pediatric imaging / B. B. Thukral // *Indian J Radiol Imaging.* - 2015. - T. 25. - №4. - C. 359-364.
- 117.** Toka, H. R. Congenital anomalies of kidney and urinary tract / H. R. Toka, O. Toka, A. Hariri, H. T. Nguyen // *Semin Nephrol.* - 2010. - T. 30. - №4. - C. 374-386.
- 118.** Towbin, R. *Pediatric Interventional Radiology* / Towbin R, Baskin K. // Cambridge University Press. - 2015. - C. 493.
- 119.** Van Batavia, J. P. Clinical effectiveness in the diagnosis and acute management of pediatric nephrolithiasis / J. P. Van Batavia, G. E. Tasian // *Int J Surg.* - 2016. - T. 36. - №Pt D. - C. 698-704.
- 120.** Vandervoort, K. Hydronephrosis in infants and children: natural history and risk factors for persistence in children followed by a medical service / K. Vandervoort // *Clin Med Pediatr.* - 2009. - T. 3. - C. 63-70.
- 121.** Vemulakonda, V. Prenatal hydronephrosis: postnatal evaluation and management / V. Vemulakonda, J. Yiee, D. T. Wilcox // *Curr Urol Rep.* - 2014. - T. 15. - №8. - C. 430.
- 122.** Weitz, M. Primary non-surgical management of unilateral ureteropelvic junction obstruction in children: a systematic review / M. Weitz, M. Schmidt, G. Laube // *Pediatr Nephrol.* - 2016.

123. Yamazaki, Y. Reliability of ^{99m}technetium dimercapto-succinic acid uptake 2 hours after injection in hydronephrosis / Y. Yamazaki, B. B. Shi, R. Yago, H. Toma // J Urol. - 1997. - T. 158. - №3 Pt 2. - C. 1248-1251.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Протокол обследования детей с гидронефрозом и нерефлюксирующим мегауретером с использованием гибридной КТ-сцинтиграфии.



ЛМС – лоханочно-мочеточниковый сегмент. УВС – уретерovesикальное соустье.