

На правах рукописи

Люгай Ольга Олеговна

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

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

14.01.23 – урология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (директор - академик РАН, профессор Солодкий В.А.)

Научные руководители:

- доктор медицинских наук **Фомин Дмитрий Кириллович;**
- доктор медицинских наук, профессор **Павлов Андрей Юрьевич.**

Официальные оппоненты:

- доктор медицинских наук **Кудряшова Наталья Евгеньевна**, ГБУЗ «НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы», научное отделение радиоизотопной диагностики, заведующая отделением;
- доктор медицинских наук, профессор **Мартов Алексей Георгиевич**, ГБУЗМ «ГКБ имени Д.Д. Плетнева Департамента здравоохранения города Москвы», отделение урологии, заведующий отделением.

Ведущее учреждение:

Медицинский радиологический научный центр имени А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится « 25 » декабря 2017 года в 14.30 часов на заседании диссертационного совета Д.208.081.01 при ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России по адресу: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д.86.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «РНЦРР» Минздрава России (117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 86).

Автореферат разослан «___» ноября 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор

Цаллагова З.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Обструктивные уropатии (ОУ) занимают первое место в России по распространенности среди всех заболеваний мочевой системы у детей, и составляют 40% в качестве причин хронической почечной недостаточности [Крыганова Т.А., 2016]. Ведущее место среди данной категории заболеваний составляют гидронефроз (ГН) и уретерогидронефроз (УГН). Известно, что своевременно выполненное хирургическое вмешательство позволяет сохранить функцию пораженной почки в подавляющем большинстве случаев, при этом качественное изображение анатомического строения верхних мочевых путей (ВМП) является основанием для выбора конкретного вида операции [Вялкова А.А., 2013; El-Nahas A.R., 2004]. Общепринятыми методами визуализации мочевых путей у детей с обструктивными уropатиями являются ультразвуковое исследование почек и мочевых путей (УЗИ), экскреторная урография (ЭУ) и динамическая нефросцинтиграфия (НСГ). Несмотря на широкую доступность, они имеют несколько существенных ограничений по ряду причин. Так ЭУ обладает низкой чувствительностью и специфичностью при выявлении стеноза прилоханочного сегмента или визуализации конкрементов, и неинформативна в определении уретеровазальных конфликтов [Ищенко Б.И., 2010]. УЗИ наоборот, высокоинформативно в диагностике сосудистых аномалий, однако при отсутствии дилатации мочеточников не позволяет проследить ход последних, визуализировать стриктуру лоханочно-мочеточникового (ЛМС) или уретеровезикального (УВС) сегментов и оценить ее протяженность [Пыков М.И., 2012]. Динамическая НСГ позволяет довольно точно оценить степень нарушения уродинамики и секреции почки, но не дает возможности получить качественное изображение почечных сосудов и мочевых путей [Фомин Д.К., 2008]. Указанные ограничения стандартных методов являются предпосылками к использованию более сложных диагностических технологий, таких как магнитно-резонансная (МРТ) и рентгеновская компьютерная томография (КТ) [Васильев А.Ю., 2009; Ramanathan S., 2016]. Слабая интенсивность МР-сигнала

в отсутствии дилатации мочевых путей и необходимость седации ребенка вследствие длительности исследования ограничивают широкое применение МРТ [Thukral B.V., 2015]. В случае КТ невозможность предсказать точное время поступления рентгеноконтрастного вещества в тот или иной отдел мочеточника ведет к многократным сканированиям, существенно увеличивая лучевую нагрузку на ребенка [Towbin R., 2015].

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 [Глушков Е.А., 2015]. В литературе есть данные об эффективности таких систем при оценке нефросклероза у детей с поликистозом почек [Фомин Д.К., 2012], однако использование этой технологии при проведении динамических исследований не разработаны.

Исходя из этого, в настоящей работе была предпринята попытка разработать новый метод диагностики ОУ у детей, совмещающего в себе высокую информативность КТ с ограниченной лучевой нагрузкой.

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 «РНЦРР» Минздрава России.

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. 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 12.08.2015.

Объем и структура работы

Диссертационная работа изложена на 166 страницах, содержит 13 таблиц и 25 рисунков. Она состоит из введения, трех глав (разделенных на подпункты), заключения, выводов, практических рекомендаций и списка цитируемой литературы, насчитывающего 123 наименований (из них отечественных – 48, зарубежных – 75).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Характеристика материала и методов исследования

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, экскреторная урография 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, не используя вышеперечисленные методы лучевой диагностики. Как будет

продемонстрировано далее, указанный подход был обусловлен тем, что как ЭУ, так и динамическая НСГ, не вносили дополнительной диагностической информации к данным сонографического исследования. Протокол обследования пациентов, включенных в настоящую работу, представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Протокол обследования включенных в исследование пациентов. n – количество больных.

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.

У двух больных диагностирован ГН одной из половин подковообразной почки, у одного ребенка – гидронефроз одной из половин L-образной почки.

В одном наблюдении имела место гидронефротическая трансформация при полном удвоении почки, имеющее 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 заболевание было выявлено 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, из них 55 мальчиков и 35 девочек. Преобладали дети двух возрастных групп (1-3 и 3-7 лет) – 80%, из них в возрасте до трех лет было 50 детей.

Методы исследования почек и мочевыводящих путей

Пациентам проводили комплексное обследование, включавшее изучение жалоб и сбор анамнеза, лабораторный статус, УЗИ, ЭУ, динамическую и статическую НСГ, а также гибридную КТ-сцинтиграфию.

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

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. При интерпретации сонографических данных, руководствовались эхо-характеристиками почек и мочевых путей в норме и при нарушении уродинамики, представленными в работе Пыкова М.И., 2012.

Экскреторная урография 33 пациентам была проведена по месту жительства, однако количество рентгенограмм не позволяло точно диагностировать заболевание, что потребовало повторного обследования; 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 ЭУ, данное исследование не проводилось (непосредственно после получения сонографической картины обструкции мочевых путей выполняли гибридную КТ-сцинтиграфию).

Динамическая сцинтиграфия почек у 34 пациентов была выполнена по месту жительства, у 10 – 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.

Активность радиоиндикатора (использовали ^{99m}Tc -Технемаг) составляла 80-140 МБк, эффективная доза 0,43-0,54 мЗв/МБк. Сразу же после внутривенной инъекции радиофармпрепарата (РФП) проводили динамическую запись с помощью гамма-камеры (Nucline DH-V Spirit и Siemens Symbia, Германия) в задней проекции с использованием матрицы 64x64, продолжительностью кадр в одну минуту. Определение секреторной и выделительной функции почек, степени нарушения последней и типа задержки выведения радиометки из почки осуществляли согласно методике представленной в работах Лишманова Ю.Б., 2004; Борисовой О.А., 2010.

Статическая нефросцинтиграфия была проведена всем 90 детям. Исследование 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, 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 10^6 импульсов на проекцию. Последующая обработка сцинтиграмм заключалась в определении очаговых изменений почек и их выраженности, однородности накопления РФП, различий между абсолютным и относительным распределением радиометки, а также расчете индекса интегрального захвата (ИИЗ), отражающего общий объем функционирующей почечной ткани. Расчет

ИИЗ осуществляли согласно методике, представленной в работе Фомина Д.К., 2008.

Гибридная КТ-сцинтиграфия (ГКТ) состояла из двух компонентов:

а) динамической нефросцинтиграфии с ^{99m}Tc -Технемаг; б) рентгеновской компьютерной томографии с внутривенным контрастированием.

У детей с уретерогидронефрозом, как правило, применялось единственное КТ-сканирование, синхронизированное по времени появления радиометки в проекции уретерovesикального соустья, при этом исследование выполняли на опорожненном мочевом пузыре. У больных, перенесших неуретероцистостомию, КТ осуществляли на наполненном мочевом пузыре. Сосудистая и нативная фазы сканирования не проводились.

У больных с гидронефрозом в случае подозрений на наличие конкрементов 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.

Для дифференциальной диагностики характера нарушения уродинамики взамен отсроченного КТ-сканирования оценивали транзит радиометки по мочевым путям – выполняли физиологическую эвакуаторную пробу [Фомин Д.К., 2008].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы «Microsoft Excel» и программного языка обработки данных «R» с применением методов вариационной статистики и корреляционного анализа.

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 истину принимали данные, полученные интраоперационно.

Результаты исследований

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 НСГ и гибридная КТ-сцинтиграфия; из них у 14 процесс носил односторонний характер, у 6 обструктивные нарушения уродинамики имели место с обеих сторон. Статическая НСГ для оценки состояния почечной паренхимы была проведена у всех больных.

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 рентгеноконтрастного средства (РКС) в чашечно-лоханочной системе почки (ЧЛС) – у 18 детей на 10-15 минутах, у двух – не ранее 20 минуты, которое при этом сопровождалось запоздалым появлением тени почки на нефрограмме. При динамической НСГ сохранная секреторная функция на стороне поражения имела место в 14 наблюдениях, в остальных случаях отмечалось сглаживание секреторного пика кривой «активность-время» и снижение амплитуды последней. Согласно результатам статической НСГ у всех детей определялись рубцовые изменения почечной паренхимы пораженной почки разной степени выраженности (в 8 случаях последние носили умеренный характер, в остальных наблюдениях были средней степени тяжести).

При мультимодальной оценке состояния почечной паренхимы у детей с УГН оказалось, что данные сонограмм, ЭУ и статической нефросцинтиграфии, не согласовывались с результатами динамической НСГ, а именно: снижение жизнеспособности почечной ткани при динамическом исследовании удалось зарегистрировать только в 30% случаев.

Выявленное на УЗИ и урограммах расширение полостной системы почки и мочеточника во всех случаях находило свое отражение в резком замедлении транзита радиометки при динамической НСГ.

У детей с УГН традиционные методы обследования ВМП внесли скудный вклад в установление причины обструкции. Так динамическая НСГ лишь подтверждала факт нарушения уродинамики, но ни в одном из рассматриваемых случаев не позволила судить о ее генезе. При ЭУ определить рентгенологическую картину УВС было невозможно вследствие его экранирования заполненным рентгеноконтрастным средством мочевого пузыря. Интерпозиция газа в петлях кишечника и невозможность получить тугое наполнение мочевого пузыря привели к неудовлетворительным результатам при ультразвуковой визуализации УВС: стриктура была зарегистрирована у 4 из 18 детей (22% случаев), наличие конкремента – в 100% наблюдений. В итоге, причину нарушения уродинамики по данным традиционных методов визуализации возможно было предположить только в 30% случаев, однако потребность в проведении уточняющей диагностики 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.

Известно, что в силу малой разрешающей способности динамическая НСГ не способна определить причину нарушения уродинамики, но дает точную информацию о транзите радиометки по мочевым путям [Фомин Д.К., 2008]. 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 [Thukral V.V., 2015].

В этой связи нами были изучены возможности одновременного совмещения радионуклидного и КТ-исследований.

Имея в распоряжении гибридную диагностическую систему, оснащенную 16-срезовым компьютерным томографом позволяющим 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 радиофармпрепарата посредством динамической нефросцинтиграфии осуществляли регистрацию продвижения радиоиндикатора по мочевым путям (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.

В случаях дифференциальной диагностики стойкого и преходящего нарушения уродинамики в настоящей работе использовали физиологическую эвакуаторную пробу [Фомин Д.К., 2008; Борисова О.А., 2010], которая заключалась в вычислении степени опорожнения собирательной системы почки после дозированной физической нагрузки или, в зависимости от возраста ребенка, вертикализации исследуемого. Степень опорожнения ЧЛС определяли путем сравнения «активности» радиометки на исходных и отсроченных скинтиграммах, 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) и, тем самым, снизить лучевую нагрузку на ребенка.

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 значительной разницей в кинетике трансфера радиометки и РКС 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). На основании данных гибридного исследования стриктура УВС в 18 наблюдениях являлась причиной мегауретера (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).

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.

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 НСГ и ЭУ. Одностороннее расширение собирательной системы было зафиксировано у 15 детей, у 5 – двустороннее.

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). В 4 наблюдениях гибридное исследование потребовало двукратного включения рентгеновской трубки в силу существенного (более 10 минут) расхождения во времени появления РФП в области УВС с каждой стороны 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.

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. В 19 наблюдениях имела место односторонняя, в 5 – двусторонняя дилатация собирательной системы почки.

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. Оценка секреторной функции пораженных почек, полученная на основании динамической НСГ, 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 НСГ, 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 [Taylor A.T., 2014].

Рутинные методы визуализации мочевой системы продемонстрировали низкую информативность в определении причины гидронефроза. Так ЭУ позволила определить наличие конкрементов ВМП только в 20% наблюдений, а в остальных 80% случаях оказалась неинформативной в силу малых размеров камней. Попытка визуализации пиелoureтерального сегмента на урограммах потерпела неудачу, что объяснялось стазом РКС 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 [Ищенко Б.И., 2010].

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 эффективным УЗИ оказалось в определении конкрементов – наличие акустической тени в прилоханочном сегменте мочеточника регистрировалось у всех 5 детей с уретеролитиазом.

Всем 24 детям с гидронефрозом была проведена гибридная КТ-сцинтиграфия. В трех наблюдениях 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 РКС при выраженном нарушении

эвакуаторно-накопительной функции почки, у 5 – выполнением нативных снимков для визуализации конкремента. Таким образом, нарушение уродинамики на уровне ЛМС в 13 случаях было обусловлено 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.

Проводя ретроспективный сравнительный анализ эффективности рутинных методов визуализации мочевыводящей системы и ГКТ у детей с гидронефрозом, 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. Исходя из этого, было высказано предположение о том, что совмещенное исследование у детей с ГН, как и в случае УГН, следует выполнять, минуя ЭУ и динамическую НСГ в ее традиционном исполнении.

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 динамическую НСГ. Односторонний гидронефроз определялся у 20 детей, из них у трех имели место аномалии развития – в двух случаях подковообразное сращение нижних полюсов почек, L-образная почка – у одного ребенка. При УЗИ у всех детей с односторонним ГН оценить характер изменений ЛМС оказалось возможным только у одного ребенка – определялось коническое сужение указанного сегмента мочеточника, 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 из-за выраженного снижения поглотительной функции почки потребовалось выполнение отсроченных сканов. Стриктура прилоханочного сегмента была определена у 17 больных, 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) пиелoureтеральный 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 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»).

При проведении **сравнительной оценки величин эффективной дозы** у детей, которым ГКТ проводили после ЭУ и динамической НСГ, и у пациентов, в случае которых выполняли только гибридное исследование, установлено, что проведение ГКТ в обход ЭУ и динамической НСГ позволяет уменьшить лучевую нагрузку в среднем на 38%. При моделировании ситуации, когда для уточняющей диагностики состояния ВМП вместо ГКТ была бы использована КТ-урография с фиксированными временными интервалами сканирования, эффективная доза у детей, которым выполняли только гибридное исследование, могла быть снижена в среднем на 67%.

На основании накопленного в настоящей работе опыта проведения совмещенных исследований нам представляется возможным предложить следующий алгоритм обследования детей с гидронефрозом и нерефлюксирующим мегауретером с использованием ГКТ (рисунок 2).



Рисунок 2. Алгоритм обследования детей с гидронефрозом и нерефлюксирующим мегауретером с использованием ГКТ. ЛМС – лоханочно-мочеточниковый сегмент. УВС – уретерovesикальное соустье.

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 ультрасонографии 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 неоустья) – 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 работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Фомин Д.К., Павлов А.Ю., **Люгай О.О.**, Сабирзянова З.Р. Первый опыт визуализации внутрипузырного отдела мочеточника с помощью гибридной диагностической системы. // Вестник РНЦРР. –2012. –№12. http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v12/papers/uroconf/fomin3_v12t.htm

2. Фомин Д.К., Длин В.В., **Люгай О.О.**, Папиж С.В. Первый опыт использования ОФЭКТ-КТ для определения объема склеротических и кистозных изменений у детей с аутосомно-доминантной поликистозной болезнью почек. // Вестник РНЦРР. –2012. –№12. http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v12/papers/uroconf/fomin2_v12t.htm

3. V.A. Solodky, A.Yu. Pavlov, D.K. Fomin, Z.R. Sabirzianova, **O.O. Lugaй** Radionuclide diagnosis of vesicoureteral reflux. // Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine. Programme book of Abstracts. Milan, Italy, October 27-31, 2012. P.486.

4. Z. Sabirzyanova, A. Pavlov, D. Fomin, **O. Luygay** The effectiveness of different diagnostic methods in detection of vesicoureteral reflux in children. // The journal of Urology, Sup. –2013. –Vol.189. –№4S. p.831
5. V.A. Solodky, A.Yu. Pavlov, V.V. Dlin, D.K. Fomin, **O.O. Luygay** The use of SPECT-CT for determining the volume of sclerotic and cystic changes in children with the autosomal dominant polycystic kidney disease. // Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine. Programme book of Abstracts. Lyon, France, October 19-23, 2013. P.315.
6. Патент 2562326 РФ, МПК⁵¹ А⁶¹ Способ визуализации почечной лоханки, верхнего, среднего, приустьевого, интрамурального отделов мочеточника, с помощью ОФЭКТ-КТ диагностической системы у взрослых и детей с обструктивными уropатиями / Солодкий В.А., Павлов А.Ю., Фомин Д.К., **Люгай О.О.**, Сабирзянова З.Р.- № 2014140435/14 от 07.10.2014; заявлено 21.07.2014; опубликовано 10.09.2015, Бюл. № 25.
7. **Павлов А.Ю., Сабирзянова З.Р., Фомин Д.К., Люгай О.О., Мифтяхетдинова О.В., Симонян Г.В. Современные возможности радионуклидной и лучевой диагностики в оценке анатомо-функционального состояния почек и мочевых путей у детей. // Педиатрия. –2015. –Т.94. –№3. –С.52-56.**
8. **Солодкий В.А., Павлов А.Ю., Фомин Д.К., Люгай О.О. Первый опыт использования гибридной диагностической системы у детей с обструктивными уropатиями. // Медицинская визуализация. –2015. –№2. –С.87-94.**
9. **Павлов А.Ю., Фомин Д.К., Люгай О.О., Сабирзянова З.Р., Симонян Г.В., Мифтяхетдинова О.В., Пятницкий И.А. Формирование нового алгоритма диагностики аномалий и пороков развития мочевой системы у детей. // Вестник РНЦРР. –2016. –Т.16. –№4. <http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v16/v16.htm>**

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВМП – верхние мочевые пути
ГКТ – гибридная КТ-сцинтиграфия
ГН – гидронефроз
ИИЗ – индекс интегрального захвата
КТ – компьютерная томография
ЛМС – лоханочно-мочеточниковый сегмент
МБк – мегабеккерель
МВС – мочевыделительная система
мЗв – миллизиверт
МРТ – магнитно-резонансная томография
НСГ – нефросцинтиграфия
ОУ – обструктивные уropатии
РКС – рентгеноконтрастное средство
РФП – радиофармпрепарат
УВС – уретерovesикальное соустье
УГН – уретерогидронефроз
УЗИ – ультразвуковое исследование
ЧЛС – чашечно-лоханочная система
ЭУ – экскреторная урография