



КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 616.61-008.64

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-2-107-118>

Доклиническая ультразвуковая диагностика гемолитико-уремического синдрома у ребенка. Клиническое наблюдение

Елена Борисовна Ольхова¹, Виктория Олеговна Соболева²,
Мария Михайловна Федосеева³

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия

^{1,2,3} ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

¹ elena-olchova@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3757-8001>

² soboleva.vo@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8252-2632>

³ m.m_fedoseeva@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0382-5425>

Автор, ответственный за переписку: Елена Борисовна Ольхова, elena-olchova@bk.ru

Резюме

Гемолитико-уремический синдром (ГУС) — одно из наиболее тяжелых состояний в детской практике. Острое почечное повреждение (ОПП), являющееся компонентом ГУС, обуславливает необходимость максимально ранней диагностики и оказания экстренной медицинской помощи. Большинство пациентов раннего детского возраста страдают от д-арея-ассоциированного (Д+) ГУС, что определяет значимость эхографического поиска признаков поражения почек у пациентов раннего возраста с тяжелым гемоколитом. В статье приводится наблюдение доклинической диагностики ОПП у ребенка 2 лет 11 мес. с гемоколитом, когда признаки ГУС в виде изменений эхоструктуры почечной паренхимы и критических нарушений ренальной гемодинамики были обнаружены до клинических проявлений ОПП. Наблюдение иллюстрировано эхограммами и сопровождается кратким обзором литературы.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, гемолитико-уремический синдром, дети

Для цитирования: Ольхова Е. Б., Соболева В. О., Федосеева М. М. Доклиническая ультразвуковая диагностика гемолитико-уремического синдрома у ребенка. Клиническое наблюдение // Радиология — практика. 2024;(2):107-118. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-2-107-118>

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

© Ольхова Е. Б., Соболева В. О., Федосеева М. М., 2024

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Соответствие принципам этики

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS

Short report

Preclinical diagnostics hemolytic-uremic syndrome in a child. Clinical observation

Elena B. Olkhova¹, Viktoriya O. Soboleva², Maria M. Fedoseeva³

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Healthcare of the Russia, Moscow, Russia

^{1,2,3} Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir of the Department of Healthcare of Moscow, Russia

¹ elena-olchova@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3757-8001>

² soboleva.vo@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8252-2632>

³ m.m_fedoseeva@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0382-5425>

Corresponding author: Elena B. Olkhova, elena-olchova@bk.ru

Abstract

Hemolytic – uremic syndrome (HUS) is one of the most severe conditions in pediatric practice. Acute kidney failure (AKF), which is a component of HUS, requires the earliest diagnosis and emergency medical care. Most of the young patients suffer from diarrhea-associated (D+) HUS, so ultrasound marks of kidney injury very important for young patients with severe hemocolitis. In this article we present the observation of preclinical diagnostics AKF the child 2 years and 11 month old with hemocolitis, when HUS's marks (such as structure's changes of the renal parenchyma and critical changes of renal hemodynamics) were detected before clinical manifestation AKF. This observation is illustrated with echograms and accompanied by a brief review of the literature.

Keywords: Ultrasonography, Hemolytic-uremic syndrome, Children

For citation: Olkhova E. B., Soboleva V. O., Fedoseeva M. M. Preclinical diagnostics hemolytic-uremic syndrome in a child. Clinical observation. *Radiology – Practice*. 2024;2:107-118. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-2-107-118>

Funding

The study was not funded by any sources.

Conflicts of Interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

Актуальность

Гемолитико-уремический синдром (ГУС) — одно из наиболее тяжелых острых заболеваний детского возраста, требующее реанимационного уровня оказания медицинской помощи. Ранняя диагностика ГУС позволяет максимально эффективно оказать медицинскую помощь и предотвратить развитие полиорганных осложнений в дебюте заболевания. Диагностика ГУС основана на клинико-лабораторных методах, при этом обычно сначала диагностируется анурия, после чего лабораторные методы подтверждают гиперазотемию, выявляют анемию и гемолиз. Собственно клиническая оценка олиго/анурии у пациентов раннего возраста с колитом бывает крайне затруднена: многократный жидкий стул не позволяет дифференцировать отсутствие мочи, тем более у детей «памперсного» возраста. Таким образом, на практике часто приходится сталкиваться с ситуациями, когда дебют заболевания остался нераспознанным, и диагноз ГУС ставится уже на стадии возникновения полиорганных изменений (отек мозга, отек легких и пр. на фоне острого почечного повреждения). Среди методов медицинской визуализации и оценки состояния почек у детей

с гемолитико-уремическим синдромом может быть использована только ультразвуковая диагностика, что определяет значимость метода в выявлении факторов риска развития острого почечного повреждения. В настоящее время на практике УЗИ почек выполняется только при поставленном диагнозе ГУС.

Цель: демонстрация возможностей эхографии в доклинической диагностике острого почечного повреждения при диарея-ассоциированном гемолитико-уремическом синдроме у ребенка.

Обзор литературы

Гемолитико-уремический синдром является наиболее частой причиной острого почечного повреждения (ОПП) у детей. Частота ГУС невелика — до 1,5 на 100 000 человек в год, однако тяжесть течения и вероятность инвалидизации определяет значимость максимальной ранней диагностики заболевания [5, 9]. Для ГУС типично мультисистемное поражение с триадой ведущих симптомов: тромбоцитопенией, гемолитической анемией и ОПП [1, 9]. Более чем в половине случаев ГУС тяжесть ОПП требует проведения диализа, до 7 % пациентов сразу после острой стадии заболевания развивают терминальную

стадию хронического почечного поражения, летальность в последние годы составляет 3–5 % [10]. Этим симптомам часто предшествует продромальный период в виде гемоколита, рвоты, гипертермии. Гемоколит, типичный в дебюте ГУС, наблюдается в 90 % заболевания (диарея-ассоциированный ГУС — Д+ГУС) и обусловлен воздействием шигатоксина [5, 6, 8, 10]. Частым и грозным компонентом ГУС является поражение центральной нервной системы, частота которого достигает 20–50 % случаев и часто проявляется судорогами, изменением уровня сознания и симптомами поражения ствола мозга, являясь основной причиной инвалидизации и смертности [9].

Диагностика и прогнозирование течения ГУС основаны на клинико-лабораторных данных. Прогностическая ценность лабораторных показателей касательно тяжести течения ГУС может быть оценена только ретроспективно. Так, имеет значение длительность продромального периода (клинических проявлений гемоколита): чем быстрее развивается полная симптоматика ГУС, тем тяжелее он будет протекать [4]. Доказано, что в группах детей с Д+ГУС при длительности продромального периода в 1–2 сут частота тяжелого течения ГУС составила 75,8 %, при длительности продрома 3–7 сут — 29,6 %, а при длительности гемоколита более 8 сут — 11,4 % [4]. Также доказано, что при Д+ГУС более высокий уровень гемоглобина при поступлении (т. е. выраженность гиповолемии и гемоконцентрации), особенности азотемии, лейкоцитоз и ранее перенесенная респираторная инфекция с антибактериальной терапией прямо коррелируют с тяжестью течения ОПП [2, 3, 10].

УЗИ выполняется в подавляющем большинстве случаев уже при поставленном диагнозе «ГУС» для оценки состояния почек. Фундаментальные исследования в области оценки серо-

шкальных и доплеровских изменений почек при ГУС выполнены еще в конце прошлого столетия [1, 11]. Было доказано типичное для ГУС повышение эхогенности паренхимы почек и значительное повышение резистивных характеристик артериального ренального кровотока [1, 11]. В последующем были предприняты попытки компьютерной оценки эхогенности почечной паренхимы, однако сложность методики с необходимостью уникального программного обеспечения предопределила отсутствие ее широкого практического применения [7]. Через 10–15 лет, в начале XXI века, были выполнены исследования объемного кровотока почек при ГУС: было доказано резко выраженное снижение перфузии почек на единицу площади поверхности тела [12]. Это интересное исследование, к сожалению, избыточно трудоемко и недостаточно точно, так что практического применения не нашло [12]. При этом прогностическое значение УЗИ почек при гемоколите в плане оценки риска развития ОПП не изучено: только в единичном исследовании М. Glatstein (2010) упоминается о 2 случаях выполнения УЗИ почек на 2-е сут течения гемоколита. При этом у детей было зафиксировано повышение эхогенности паренхимы почек, в то время как в анализах у детей было зафиксировано только небольшое повышение креатинина и мочевины без снижения гемоглобина и без тромбоцитопении [6]. В среднем же в исследованной группе УЗИ почек назначалось на 13-е сутки от начала гемоколита на фоне клинической картины типичного Д+ГУС [6]. Авторы делают справедливое заключение о ценности эхографического обнаружения повышенной эхогенности паренхимы почек у детей с гемоколитом как признака риска развития ОПП, что одновременно помогает исключить кишечную инвагинацию как причину крови в стуле [6]. К сожалению, автора-

ми данной публикации анализируется только серозальное представительство почек: анализа нарушений ренального кровотока в исследовании нет.

Таким образом, на сегодняшний день эхографическое представительство ГУС, его клинических вариантов, осложнений и полиорганных проявлений исследовано достаточно полно [1, 6, 11, 12]. В то же время предсказательные возможности метода практически не изучены, не определены показания к превентивному УЗИ и основные эхографические критерии риска развития ОПП.

Собственное наблюдение

Мальчик N., 2 г. 11 мес., поступил в состоянии средней тяжести с жалобами на жидкий стул со слизью, сильные схваткообразные боли в животе в течение последних 6 сут. Раннее развитие по возрасту, телосложение астеническое. Госпитализирован с диагнозом «другой и неуточненный гастроэнтерит и колит инфекционного происхождения».

Через 10 ч после поступления при УЗИ выявлено, что вся толстая киш-

ка на протяжении спавшаяся, с резко утолщенной (до 5–7 мм) пониженной эхогенности, малоструктурной стенкой, незначительно гиперемированной при доплеровском исследовании (синдром пораженного полого органа). Обнаружено умеренное количество свободного жидкостного содержимого в брюшной полости, неизменный червеобразный отросток и множественные мезентериальные лимфоузлы до 14 мм в диаметре (рис. 1).

Одновременно при УЗИ почек определялось только умеренно выраженное диффузное повышение эхогенности кортикального слоя паренхимы при нормальных размерах почек (67 × 28 мм справа и 65 × 30 мм слева) и нормальных параметрах ренального кровотока (на магистральных почечных артериях (МПА): Vmax около 0,6 м/с, RI около 0,64 с обеих сторон).

Учитывая эхографическую картину тяжелого колита и диффузные изменения паренхимы почек, было рекомендовано повторить УЗИ кишечника и почек через сутки. Примечательно, что в это время диурез у ребенка был сохранен,

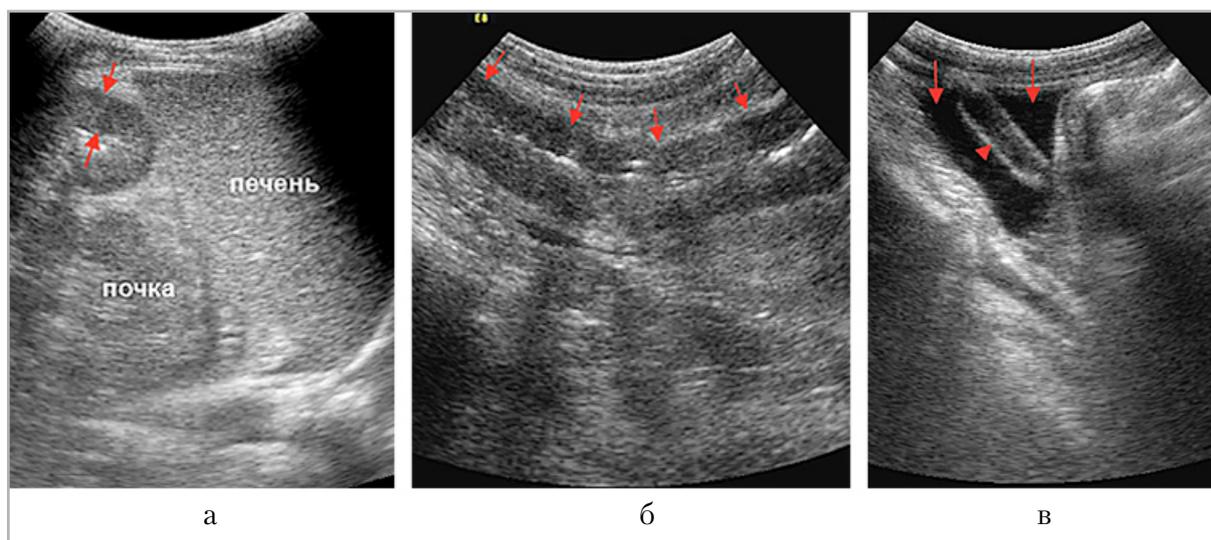


Рис. 1. Изменения органов брюшной полости у ребенка в продроме Д+ГУС: а — сканирование справа в подпеченочной области: между стрелками — толщина стенки толстой кишки в печеночном углу; б — сканирование выше пупка: поперечно-ободочная кишка на протяжении (стрелки); в — косопролонгальное сканирование справа в подвздошной области: неизменный червеобразный отросток (короткая стрелка) на фоне выпота (стрелки) в брюшной полости

лабораторное исследование азотемии не выявляло: мочевины — 5,24 ммоль/л, креатинин — 51,30 мкмоль/л (норма).

Через сутки размеры почек (66 × 29 мм справа и 68 × 33 мм слева) и повышение эхогенности кортикального слоя паренхимы оставались практически без изменений, но при доплеровском исследовании выявлены критические нарушения ренального кровотока: интратрениальный сосудистый рисунок был резко обеднен, прослеживался только в проекции медуллярного слоя паренхимы почек в виде единичных цветовых локусов, «мерцал» при наблюдении в режиме реального времени. Прослеживалось попеременное окрашивание потока в области почечных ворот в красные и синие тона. V_{max} на МПА с обеих сторон была снижена до 0,3 м/с при критическом повышении RI на МПА до 1,0 при полном отсутствии антеградного диастолического компонента потока (пикообразный паттерн доплеровской кривой). Венозный ренальный кровоток имел маятникообразный характер с обеих сторон (рис. 2).

Эхографическая картина была однозначно расценена как дебют ОПП

(предположительно — ГУС). После УЗИ экстренно выполнено лабораторное обследование и выявлено умеренное повышение показателей азотемии: мочевины: 14,76 ммоль/л, креатинин — 129,68 мкмоль/л. Отмечено снижение диуреза: обильно мочился ночью, но с утра до 15.00 выделил всего 55 мл мочи.

Ребенок сразу переведен в отделение гемодиализа. На следующее утро значительно выросли показатели азотемии: мочевины — 29,09 ммоль/л, креатинин — 219 мкмоль/л, диурез за сутки составил 111 мл на фоне стимуляции. Стул в виде слизи с прожилками крови. Отмечена прибавка в весе, нарастание периферических отеков, снижение уровня тромбоцитов, нарастание выраженности внутрисосудистого гемолиза. Принято решение о начале заместительной почечной терапии методом перитонеального диализа.

На следующие сутки на фоне проведения перитонеального диализа отмечено нарастание азотемии: мочевины до 45,35 ммоль/л, креатинин — 465 мкмоль/л. Примерно такие показатели азотемии сохранялись на протяжении недели.

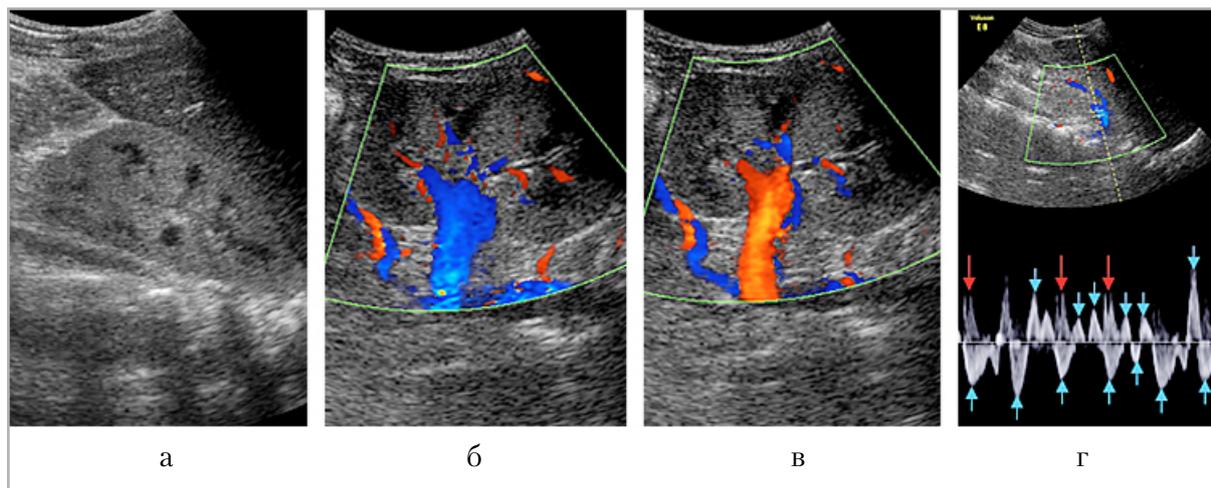


Рис. 2. УЗИ почек на 2-е сутки пребывания в стационаре: *а* — сканирование в В-режиме, правый латеральный доступ; *б, в* — цветное доплеровское сканирование, доступ со спины: чередования окрашивания почечной вены с красного на синие тона и наоборот, соответственно маятникообразному паттерну кровотока в ней; *г* — доплерограмма: наложение артериального (*красные стрелки*) и маятникообразного венозного (*голубые стрелки*) спектров кровотока

Через 6 сут на фоне сохраняющейся анурии эхографически зафиксировано увеличение размеров почек до 77×33 мм справа и 76×39 мм слева, эхогенность кортикального слоя паренхимы оставалась высокой, интраорганный сосудистый рисунок прослеживался только в проекции медуллярного слоя паренхимы почек в виде единичных цветовых локусов, V_{\max} на МПА оставался сниженным до 0,4 м/с при повышении RI на МПА до 1,0 с обеих сторон. Венозный кровоток приобрел монофазный характер.

В течение последующих дней состояние ребенка существенно не менялось, продолжался перитонеальный диализ, гиперазотемия сохранялась: мочевины около 45–50 ммоль/л, креатинин — 460–510 мкмоль/л.

При УЗИ еще через 4 суток (13-е сутки пребывания в стационаре) выявлено дальнейшее увеличение размеров почек (82×40 мм справа и 87×44 мм слева) с сохранением эхогенного кортикального слоя и выраженное улучшение ренальной гемодинамики: в медуллярном слое почки восстановился сосудистый рисунок. Значительно изменились количественные параметры артериального ренального кровотока: V_{\max}

на МПА повысились до 0,77 м/с, а RI снизилась до 0,91 на МПА с обеих сторон (рис. 3). В тот же день к вечеру отмечено появление первых порций мочи (25 мл за сут) и постепенное медленное снижение азотемии (на следующий день мочевины около 25 ммоль/л, креатинин около 350 мкмоль/л).

Течение заболевания было тяжелым, но благоприятным, диализ продолжался в общей сложности в течение 14 сут. На 30-е сут после поступления ребенок выписан домой с восстановлением функции почек: структура и размеры почек нормализовались (66×32 мм справа и 68×30 мм слева), параметры ренального кровотока восстановились в пределах возрастной нормы.

Обсуждение

Представленное наблюдение является казуистически редким. Собственный многолетний опыт работы с пациентами отделения гемодиализа насчитывает всего 3 случая доклинической диагностики ОПП (ГУС). Во всех случаях это были пациенты, поступившие в педиатрические отделения нашего стационара на 3–5-е сут заболевания с клиникой тяжелого колита: девочка

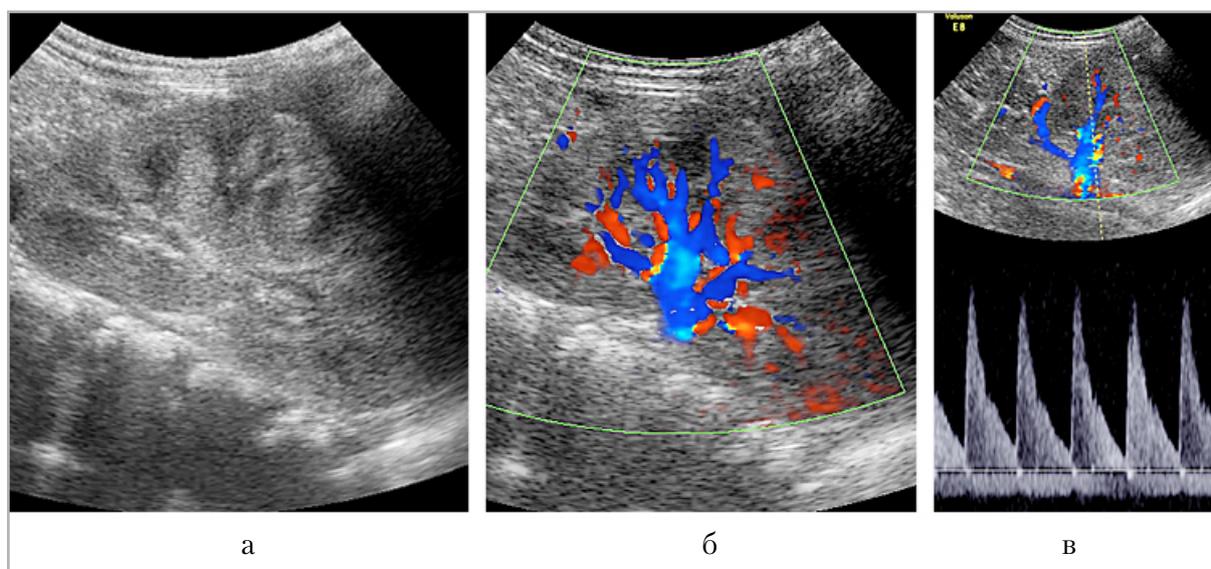


Рис. 3. УЗИ на 13-е сут пребывания в стационаре: *а* — исследование в В-режиме, левый латеральный доступ; *б* — тот же доступ, цветное доплеровское сканирование; *в* — доплерограмма потока в МПА слева

6 лет, мальчик 3 лет и выше приведенное наблюдение. Во всех случаях УЗИ органов брюшной полости и почек было выполнено при поступлении и в связи с тяжестью гемоколита выполнялось в динамике; у всех пациентов эхографическая картина соответствовала панколиту: синдрому пораженного полого органа на протяжении всей толстой кишки. Толщина стенки пораженной кишки достигала 5–10 мм, сосудистый рисунок в ней был усилен в различной степени, структурность стенки снижена за счет отека, просвет был относительно нешироким (1–2 см) с гетерогенным содержимым и газом. Примечательно, что у девочки родной брат год назад также перенес Д+ГУС с неблагоприятным исходом, о чем мать сразу же предупредила врачей, но, несмотря на максимальную бдительность (максимально возможную коррекцию водно-электролитных нарушений, антибактериальную и посиндромную терапию) и доклиническую диагностику, предотвратить развитие тяжелого ГУС не удалось. Во всех случаях типичные для ОПП эхографические изменения почек возникали примерно за 1–1,5 сут до развития полной клинико- лабора-

торной картины анурической формы ГУС. В приведенном наблюдении посуточный УЗ-контроль состояния почек позволил зафиксировать сначала только повышение эхогенности паренхимы без специфических нарушений ренального кровотока. В совокупности с эхографическим симптомом пораженного полого органа это заставило проявить максимальную настороженность в плане риска развития ГУС и рекомендовать УЗИ через 24 часа, при котором уже была выявлена типичная для дебюта ГУС картина.

Выводы

1. Эхографические признаки ОПП при Д+ГУС развиваются как минимум за сутки до манифестации клинико-лабораторной картины анурической формы ГУС.
2. Повышение эхогенности паренхимы почек с типичными изменениями артериального ренального кровотока в виде снижения V_{max} и резкого повышения RI должны быть расценены как свидетельство развития ОПП, несмотря на сохраняющийся диурез и отсутствие/невысокие показатели азотемии.

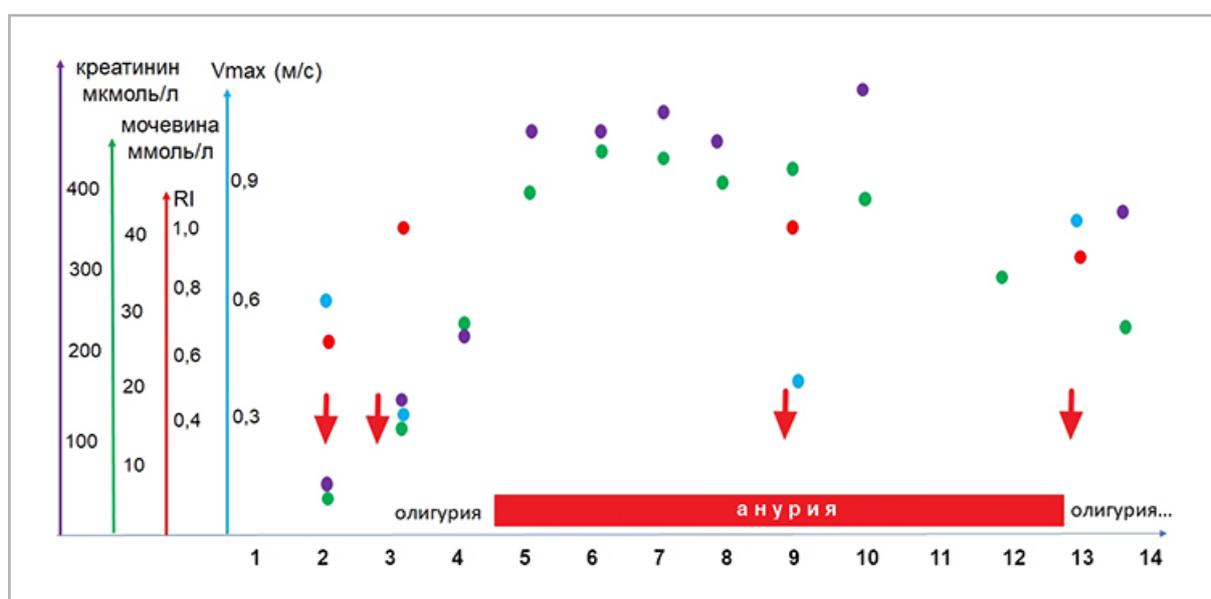


Рис. 4. Схема течения заболевания: ось ординат — сутки пребывания в стационаре; красные стрелки — УЗИ

3. Посуточный эхографический контроль состояния почек и ренальной гемодинамики целесообразно выполнять всем детям с клиникой гемоколита, эхопризнаками панкреолита в виде распространенного синдрома пораженного полого органа и диффузным повышением эхогенности почечной паренхимы.
 4. Максимально ранняя диагностика нарушений ренального кровотока должна быть основанием для экстренного лабораторного дообследования и коррекции терапии (предотвращение метаболических нарушений, отечного синдрома). Предотвратить развитие ОПП при Д+ГУС даже при максимально ранней диагностике на сегодняшний день не представляется возможным, но своевременная коррекция терапии позволяет избежать фатальных метаболических нарушений в дебюте заболевания.
4. Balestracci A., Battaglia L. M., Toledo I., Martin S. M., Beaudoin L. Duration of prodromal phase and severity of hemolytic uremic syndrome *Pediatr. Nephrol.* 2024 Jan;39(1):213-219. <https://doi.org/10.1007/s00467-023-06104-8>
 5. Bianchi L., Gaiani F., Vincenzi F., Kayali S., Di Mario F., Leandro G., De' Angelis G. L., Ruberto C. Hemolytic uremic syndrome: differential diagnosis with the onset of inflammatory bowel diseases. *Acta Biomed.* 2018 Dec 17;89(9-S):153-157. <https://doi.org/10.23750/abm.v89i9-S.7911>
 6. Glatstein M., Miller E., Garcia-Bournissen F., Scolnik D. Timing and utility of ultrasound in diarrhea-associated hemolytic uremic syndrome: 7-year experience of a large tertiary care hospital *Clin Pediatr (Phila)*. 2010 May; 49(5):418-21. <https://doi.org/10.1177/009922809342582>
 7. Hafer R. C., Hiss M., Kielstein J. T., Menne J., Gueler F., Beneke J., Linnenweber-Held S., Haller H., Einecke G. Ultrasound findings in EHEC-associated hemolytic-uremic syndrome and their clinical relevance. *Int Urol Nephrol.* 2016 Apr;48(4):561-70. <https://doi.org/10.1007/s11255-015-1194-7>
 8. Liu Y., Thaker H., Wang Ch., Xu Zh., Dong M. Diagnosis and Treatment for Shiga Toxin-Producing Escherichia coli Associated Hemolytic Uremic Syndrome. *Toxins (Basel)*. 2022 Dec 23;15(1):10. <https://doi.org/10.3390/toxins15010010>
 9. Mansour M. A., Dyana F. Khalil, Hasham M. A., Youssef A., Rashad M., Awadallah M., Ali H. Hemolytic uremic syndrome with central nervous system manifestations, a case report and literature review. *Radiol. Case Rep.* 2023 Apr 18;18(6):2268-2273. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2023.02.035>
 10. Mody R. K., Gu W., Griffin P. M., Jones T. F., Rounds J., Shiferaw B., Tobin-D'Angelo M., Smith G., Spina N., Hurd S., Lathrop S., Palmer A., Boothe E., Luna-Gierke R. E., Hoekstra R. M. Postdiarrheal

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев А. Ю., Ольхова Е. Б. Ультразвуковая диагностика в неотложной детской практике. М. ГЭОТАР-Медиа. 2023. Т. 2. С. 240–252. ISBN 978-5-9704-7043-5
2. Ardissino G., Daccò V., Testa S., Civitillo C. F., Tel F., Possenti I., Belingheri M., Castorina P., Borsa-Ghiringhelli N., Tedeschi S., Paglialonga F., Salardi S., Consonni D., Zoia E., Salice P., Chidini G. Hemoconcentration: a major risk factor for neurological involvement in hemolytic uremic syndrome. *Pediatr. Nephrol.* 2015;30:345-352. <https://doi.org/10.1007/s00467-014-2918-0>
3. Balestracci A., Battaglia L. M., Toledo I., Martin S. M., Alvarado C. Blood urea nitrogen to serum creatinine ratio as a prognostic factor in diarrhea-associated hemolytic uremic syndrome: a validation study. *Eur. J. Pediatr.* 2018 Jan;177(1):63-68. <https://doi.org/10.1007/s00431-017-2999-4>

hemolytic uremic syndrome in United States children: clinical spectrum and predictors of in-hospital death. *J. Pediatr.* 2015;166:1022-1029. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.12.064>

11. Patriquin H. B., O'Regan S., Robitaille P., Paltiel H. Hemolytic-uremic syndrome: intrarenal arterial Doppler patterns as a useful guide to therapy *Radiology.* 1989 Sep;172(3):625-8. <https://doi.org/10.1148/radiology.172.3.2672090>
12. Scholbach T. M. Changes of renal flow volume in the hemolytic-uremic syndrome color Doppler sonographic investigations. *Pediatr. Nephrol.* 2001 Aug;16(8):644-7. <https://doi.org/10.1007/s004670100638>

References

1. Vasil'ev A. Yu., Ol'khova E. B. Ul'trazvukovaya diagnostika v neotlozhnoy detskoy praktike. M. GEOTAR-Media. 2023. T. 2. S. 240–252. (In Russ.). ISBN 978-5-9704-7043-5
2. Ardissino G., Daccò V., Testa S., Civitillo C. F., Tel F., Possenti I., Belingheri M., Castorina P., Borsa-Ghiringhelli N., Tedeschi S., Paglialonga F., Salardi S., Consonni D., Zoia E., Salice P., Chidini G. Hemoconcentration: a major risk factor for neurological involvement in hemolytic uremic syndrome. *Pediatr. Nephrol.* 2015;30:345-352. <https://doi.org/10.1007/s00467-014-2918-0>
3. Balestracci A., Battaglia L. M., Toledo I., Martin S. M., Alvarado C. Blood urea nitrogen to serum creatinine ratio as a prognostic factor in diarrhea-associated hemolytic uremic syndrome: a validation study. *Eur. J. Pediatr.* 2018 Jan;177(1):63-68. <https://doi.org/10.1007/s00431-017-2999-4>
4. Balestracci A., Battaglia L. M., Toledo I., Martin S. M., Beaudoin L. Duration of prodromal phase and severity of hemolytic uremic syndrome *Pediatr. Nephrol.* 2024 Jan;39(1):213-219. <https://doi.org/10.1007/s00467-023-06104-8>
5. Bianchi L., Gaiani F., Vincenzi F., Kayali S., Di Mario F., Leandro G., De' Angelis G. L., Ruberto C. Hemolytic uremic syndrome: differential diagnosis with the onset of inflammatory bowel diseases. *Acta Biomed.* 2018 Dec 17;89(9-S):153-157. <https://doi.org/10.23750/abm.v89i9-S.7911>
6. Glatstein M., Miller E., Garcia-Bournissen F., Scolnik D. Timing and utility of ultrasound in diarrhea-associated hemolytic uremic syndrome: 7-year experience of a large tertiary care hospital. *Clin Pediatr (Phila).* 2010 May; 49(5):418-21. <https://doi.org/10.1177/000922809342582>
7. Hafer R. C., Hiss M., Kielstein J. T., Menne J., Gueler F., Beneke J., Linnenweber-Held S., Haller H., Einecke G. Ultrasound findings in EHEC-associated hemolytic-uremic syndrome and their clinical relevance. *Int Urol. Nephrol.* 2016 Apr;48(4):561-70. <https://doi.org/10.1007/s11255-015-1194-7>
8. Liu Y., Thaker H., Wang Ch., Xu Zh., Dong M. Diagnosis and Treatment for Shiga Toxin-Producing Escherichia coli Associated Hemolytic Uremic Syndrome. *Toxins (Basel).* 2022 Dec 23;15(1):10. <https://doi.org/10.3390/toxins15010010>
9. Mansour M. A., Dyana F. Khalil, Hasham M. A., Youssef A., Rashad M., Awadallah M., Ali H. Hemolytic uremic syndrome with central nervous system manifestations, a case report and literature review. *Radiol. Case Rep.* 2023 Apr 18;18(6):2268-2273. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2023.02.035>
10. Mody R. K., Gu W., Griffin P. M., Jones T. F., Rounds J., Shiferaw B., Tobin-D'Angelo M., Smith G., Spina N., Hurd S., Lathrop S., Palmer A., Boothe E., Luna-Gierke R. E., Hoekstra R. M. Postdiarrheal hemolytic uremic syndrome in United States children: clinical spectrum and predictors of in-hospital death. *J. Pediatr.* 2015;166:1022-1029. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.12.064>
11. Patriquin H. B., O'Regan S., Robitaille P., Paltiel H. Hemolytic-uremic syndrome: intrarenal arterial Doppler patterns as

- a useful guide to therapy. *Radiol.* 1989 Sep;172(3):625-8. <https://doi.org/10.1148/radiology.172.3.2672090>
12. Scholbach T. M. Changes of renal flow volume in the hemolytic-uremic syndrome color Doppler sonographic investigations. *Pediatr. Nephrol.* 2001 Aug;16(8):644-7. <https://doi.org/10.1007/s004670100638>

Сведения об авторах / Information about the authors

Ольхова Елена Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия. 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.
+ 7 (495) 611-01-77

Вклад автора: создание концепции научного направления; анализ литературы, написание текста; участие в сборе материала; одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации; приняла на себя ответственность за все аспекты работы и готова подтвердить, что вопросы, относящиеся к достоверности и цельности любой части исследования, должным образом изучены и решены.

Oikhova Elena Borisovna, M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow of Healthcare Department, Moscow, Russia.
9a, st. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.
+7 (495) 611-01-77

Author's contribution: creation of the concept of the scientific direction; literature analysis, text writing; participation in the collection of material; approval of the final version of the article before submitting it for publication; I have assumed responsibility for all aspects of the work and am ready to confirm that issues related to the reliability and integrity of any part of the study have been properly studied and resolved.

Соболева Виктория Олеговна, врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ «ДГКБ святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия. 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.
+7 (499) 268-83-87

Вклад автора: поиск публикаций по теме; анализ литературы; сбор материала; участие в обработке материала; работа с различными изображениями и подрисовочными подписями; написание первой версии статьи или ее критический пересмотр на предмет важного интеллектуального содержания.

Soboleva Viktoriya Olegovna, Radiologist of Department of Ultrasound Diagnostic, Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia.
1/3, st. Rubtsovsko-Dvortsovaya, Moscow, 107014, Russia.
+7 (499) 268-83-87

Author's contribution: search for publications on the topic; literature analysis, collection of material; participation in the processing of the material; work with various images and captions; writing the first version of the article or its critical revision for important intellectual content.

Федосеева Мария Михайловна, врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ «ДГКБ святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия. 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.
+7 (499) 268-83-87

Вклад автора: поиск публикаций по теме; сбор материала; участие в обработке материала; написание первой версии статьи или ее критический пересмотр на предмет важного интеллектуального содержания.

Fedoseeva Maria Michailovna, Radiologist of Department of Ultrasound Diagnostic, Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia.

1/3, st. Rubtsovsko-Dvortsovaya, Moscow, 107014, Russia.

+7 (499) 268-83-87

Author's contribution: search for publications on the topic; literature analysis, collection of material; work with various images and captions; writing the first version of the article or its critical revision for important intellectual content.

Статья поступила в редакцию 20.01.2024;
одобрена после рецензирования 01.02.2024;
принята к публикации 20.02.2024.

The article was submitted 20.01.2024;
approved after reviewing 01.02.2024;
accepted for publication 20.02.2024.