

М.И. ПЫКОВ<sup>1</sup>, д.м.н., профессор, В.В. БАЛАШОВ<sup>2</sup>, д.м.н., Е.А. ФИЛИПОВА<sup>3</sup>, д.м.н., В.Ю. БОСИН<sup>1</sup>, д.м.н., профессор, Ч.М. ХИЗРОЕВА<sup>4</sup>, д.м.н.

<sup>1</sup> Российская медицинская академия непрерывного медицинского образования Минздрава России, Москва

<sup>2</sup> Детская городская клиническая больница им. З.А. Башляевой Департамента здравоохранения г. Москвы

<sup>3</sup> Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова Минздрава России, Москва

<sup>4</sup> Республиканский перинатальный центр «Мама Патимат», Махачкала

# УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА

## НЕКРОТИЧЕСКОГО ЭНТЕРОКОЛИТА

Некротический энтероколит (НЭК) остается основным заболеванием, приводящим к смертности преимущественно недоношенных детей с низкой и экстремально низкой массой тела. Процент новорожденных с НЭК за последние годы имеет тенденцию к увеличению, что связано с интенсивным развитием неонатологии и реаниматологии. Высокая распространенность заболевания и сопровождающая его летальность среди недоношенных детей остаются на высоком уровне, несмотря на многочисленные исследования по оптимизации принципов выхаживания и лечения, и в подавляющем большинстве случаев встречаются у детей на стадии мекониевого перитонита, возникающего на фоне перфорации стенки кишки.

Диагностика на ранних стадиях начавшегося патологического процесса в желудочно-кишечном тракте у маловесных детей крайне затруднена. Распознавание ранних признаков грозного заболевания является одной из первых задач детских хирургов и неонатологов. Лучевая диагностика служит наиболее достоверным диагностическим методом при появлении клинической картины НЭК. Определение наиболее значимых ультразвуковых симптомов НЭК остается важной задачей для врачей ультразвуковой диагностики, неонатологов и детских хирургов.

**Ключевые слова:** некротический энтероколит, неонатология, ультразвуковая диагностика.

M.I. PYKOV, MD<sup>1</sup>, Prof., V.V. BALASHOV<sup>2</sup>, MD, E.A. FILIPPOVA<sup>3</sup>, MD, V.Y. BOSIN<sup>1</sup>, MD, Prof., CH.M. KHIZROEVA<sup>4</sup>, MD

<sup>1</sup> Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

<sup>2</sup> State budgetary health care institution «Bashlyaeva Children's City Clinical Hospital», Moscow

<sup>3</sup> Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology of the Ministry of Health of Russia, Moscow

<sup>4</sup> State budgetary institution «The Republican Perinatal Center – «Mother Patimat»

### ULTRASOUND DIAGNOSIS OF NECROTIZING ENTEROCOLITIS

The necrotizing enterocolitis remains the basic disease leading to a mortality of mainly prematurely born children with low and extremely low body weight. The percent of newborns with a necrotizing enterocolitis in recent years tends to increase that is connected with intensive development of a neonatology and resuscitation. The high prevalence of the necrotizing enterocolitis and the lethality accompanying it among prematurely born children remain at the high level, despite numerous researches on optimization of the principles of nursing and treatment, and in most cases meets at children at a stage of perforation of a wall of a gut and mekonialny peritonitis. Diagnostics at early stages of the begun pathological process in digestive tract at small children is extremely complicated. Recognition of precursory symptoms of a terrible disease is one of the first tasks of children's surgeons and neonatolog. Radiodiagnosis serves as the most reliable diagnostic method at emergence of a clinical picture of a necrotizing enterocolitis. Definition of the most significant ultrasonic symptoms of a necrotizing enterocolitis remains an important task for ultrasonographers, neonatolog and children's surgeons.

**Keywords:** necrotizing enterocolitis, neonatology, ultrasound diagnosis.

## ВВЕДЕНИЕ

Некротический энтероколит (НЭК), или некротизирующий энтероколит плода и новорожденного (Код(ы) МКБ-10: P77), – неспецифическое воспалительное заболевание, вызываемое инфекционными агентами на фоне незрелости механизмов местной защиты и гипоксически-ишемического повреждения слизистой кишечника, склонное к генерализации с развитием системной воспалительной реакции [1]. Распространенность НЭК среди недоношенных новорожденных, поступающих в отделение реанимации и интенсивной терапии (7,2%), сопровождается высокой летальностью (26%), и в подавляющем большинстве случаев (80%) это дети с III-перфоративной стадией НЭК [2, 3]. Часто встречающимися сопутствующими патологиями у детей с НЭК являются: постгипоксиче-

ское перинатальное поражение центральной нервной системы (ЦНС) (церебральная ишемия – 45%, внутрижелудочковые кровоизлияния – 19%), врожденные пороки сердца (ВПС) встречаются в 50% случаев (открытое овальное окно (23,8%), открытый артериальный проток (21,4%), бронхолегочная патология (пневмония – у 21,4% детей, синдром дыхательных расстройств – у 16%, бронхолегочная дисплазия – у 7%)) [2]. Высокий уровень летальности среди детей, развивших хирургическую стадию, выявлен в группе детей с сочетанной соматической, хирургической и инфекционной патологией. Среди детей с летальным исходом перфоративный перитонит встречается в 80% случаев, синдром полиорганной недостаточности – в 63,3%, сепсис – в 45% [2]. Отмечается повышение риска неблагоприятного исхода при наличии недоношенности, патологии бронхолегочной системы,

врожденных пороков сердца [3, 4]. Некротическим энтероколитом заболевают, по данным отечественных ученых, около 5–8% новорожденных, поступающих в отделения интенсивной терапии по поводу различных неотложных состояний. Бурное развитие неонатологии и реаниматологии сделало возможным выживание детей, родившихся глубоко недоношенными, перенесших гипоксию в родах, имеющих признаки внутриутробного или интранатального инфицирования, а также родившихся с тяжелыми врожденными пороками развития желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и сердечно-сосудистой системы (ССС), сопровождающимися стрессом. Подавляющее большинство этих детей (90%) – недоношенные с массой тела менее 1500 г, поэтому НЭК называют «болезнью выживших недоношенных».

В странах, где уровень рождения недоношенных детей низкий (Япония, Швейцария), НЭК встречается реже [3, 5].

Однако стоит отметить, что у новорожденных с гестационным возрастом 37 недель и массой при рождении 2500 г и более при наличии у них врожденных аномалий развития, в том числе аномалий развития ЖКТ, ВПС и хромосомных аномалий, в 23% случаев развивается клиническая картина НЭК. В 8% случаев тяжесть состояния приводит к хирургическому лечению и смертности. Врожденные аномалии развития присутствуют почти в половине случаев развития НЭК у 2500-граммовых новорожденных. Смертность увеличивается с развитием клинической картины сепсиса и перфорации стенки кишки [4, 6].

Известно, что частота встречаемости патологии и уровень летальности прямо пропорциональны степени зрелости новорожденного. В настоящее время показатели смертности ненамного лучше, чем при первом описании данного заболевания W. Heinrich в 1944 г. Так, несмотря на интенсивные совместные усилия неонатологов, детских хирургов, анестезиологов-реаниматологов, а также развитие современных технологий диагностики, выживания и лечения новорожденных, уровень летальности колеблется от 28 до 60% [7].

В 1944 г. W. Heinrich (Швейцария) описал 62 случая некротического энтероколита у новорожденных; все дети умерли, этиология заболевания не раскрыта [7]. Лишь в 1969 г. в Детройте J. Lloyd высказал предположение, что развитие болезни связано с неонатальной гипоксией [7]. До сих пор причина и патогенез этого грозного заболевания до конца не изучены, поэтому, по определению Д. Клоэрты (2002), НЭК новорожденных – острый некротический кишечный синдром неясной этиологии. В его патогенезе в качестве ведущего звена следует рассматривать гипоксию и нарушение мезентериального кровотока, приводящие к нарушению барьерной функции слизистой кишечника, транслокацию микробов в кровеносное русло, воспаление, запускаящее каскад цитокиновых реакций, изъязвление слизистой, некроз и ее перфорацию [7–9]. При этом возникает ряд вопросов: ишемия ли запускает все вышеописанные процессы или воспаление, которое посредством провоспалительных цитокинов

вызывает вазоконстрикцию и далее приводит к перфорации стенки кишки? Почему не описано ни одного случая внутриутробного некротического энтероколита (при наличии хронической внутриутробной гипоксии плода) и, наконец, если первопричина в ишемии, почему заболевание развивается на 7–14-е сутки жизни ребенка, а не в наиболее критическую точку ишемии – внутриутробно, интранатально и в ранний неонатальный периоды [7, 10].

***Некротическим энтероколитом заболевают, по данным отечественных ученых, около 5–8% новорожденных, поступающих в отделения интенсивной терапии по поводу различных неотложных состояний***

По мнению отечественных и зарубежных ученых, ишемия представляется в большинстве случаев не единственным инициирующим фактором в развитии НЭК, но она играет важную роль на всех стадиях развития НЭК. Резкие изменения гемодинамики после рождения и незрелая система контроля мезентериального кровообращения, особенно у недоношенных новорожденных, делают брыжеечные сосуды уязвимыми. Послеродовой стресс легко нарушает функцию эндотелия, что приводит к микроциркуляторным нарушениям в кишечнике, проявляющимся вазоконстрикцией артериол, нарушением эндотелиального барьера в капиллярах, воспалительной клеточной инфильтрацией стенки кишечника. При длительном воздействии повреждающих факторов нарушение микроциркуляции прогрессирует до коагуляционного некроза, определяя в конечном счете направленность течения НЭК [11]. Экспериментальные исследования на культурах клеток из резецированных препаратов кишечника новорожденных с НЭК позволили установить, что у плодов и недоношенных новорожденных имеется чрезмерная воспалительная реакция на послеродовую микробную колонизацию, сопровождающуюся повреждением эпителиальных клеток кишечника. Исследования колоний бактерий кишечника выявили многочисленные разновидности микроорганизмов, проживающих в теле новорожденных. Микробиом – совокупность всех микроорганизмов, обитающих в теле человека, вероятно, переходит от матери к новорожденному, а также к плоду. Перекрестная связь между плодом и эмбриональным микробиомом происходит непрерывно, для того чтобы сформировать уникальную иммунную систему новорожденного к моменту рождения [12]. Современная гипотеза подчеркивает роль незрелости ЖКТ и иммунной системы у недоношенных новорожденных, приводящей к уязвимости стенки кишечника. Чрезмерное повреждение стенки кишечника в результате неадекватного воспалительного ответа, связанного с аномальной кишечной флорой, в настоящее время считается наиболее вероятной основой патогенеза НЭК [11, 13].

На данный момент наиболее часто используется классификация НЭК M. Bell в модификации M. Walsh и R. Kliegman [1, 10].

## СТАДИИ ТЕЧЕНИЯ НЕКРОТИЧЕСКОГО ЭНТЕРОКОЛИТА

*Стадия 1* – «подозреваемый некротический энтероколит», или продромальная:

- 1А – характеризуется следующими симптомами: неустойчивая температура тела – гипотермия, апноэ, брадикардия, вялость; незначительное вздутие живота; рентгенологически кишечные петли выглядят обычно или слегка расширены, возможно появление горизонтальных уровней;
- 1Б – характеризуется примесью яркой красной крови в каловых массах.

*Стадия 2* – «явный некротический энтероколит» характеризуется двумя составляющими:

- 2А – «обратимая стадия», появление признаков 1-й стадии + парез кишечника + рентгенологический пневматоз кишечника;
- 2Б – «необратимая стадия», те же симптомы + рентгенологически газ в портальной системе.

*Стадия 3* – «прогрессирующий некротический энтероколит»:

- 3А – признаки перитонита, расширение кишечных петель, множественные горизонтальные уровни, пневматоз кишечной стенки;
- 3Б – генерализованный перитонит с его осложнениями (синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания, синдром полиорганной недостаточности, сепсис), пневмоперитонеум.

Ранние симптомы НЭК неспецифичны и вариабельны – от признаков непереносимости к энтеральному питанию до катастрофического течения с клинической картиной сепсиса, шока и перитонита. Доминируют синдром угнетения ЦНС, апноэ и признаки нарушенной перфузии тканей – положительный симптом «белого пятна», периферический цианоз, ацидоз, гипергликемия, температурная нестабильность, склонная к гипотермии. Нарушения со стороны ЖКТ – метеоризм, задержка эвакуации желудочного содержимого, диарея, стул с примесью крови. Прогрессирование болезни проявляется эритемой и отеком брюшной стенки, растущим напряжением абдоминальных мышц, выраженной интоксикацией и декомпенсацией со стороны органов и систем. У недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела клиническая картина еще более неспецифична [7, 9]. Данное обстоятельство требует более внимательного и трепетного отношения к недоношенным детям и для предотвращения грозных осложнений приводит к необходимости систематизировать накопленные данные и оптимизировать диагностические критерии патологических процессов, происходящих в брюшной полости у больных с НЭК.

На сегодняшний день наиболее информативным дооперационным методом диагностики перфорации кишки у недоношенных детей с подозрением на НЭК является ультразвуковая диагностика (УЗД, эхография) [14–16]. Серошкальная эхография существенно превосходит данные пальпации и перкуссии в определении топографии патологического процесса, его органной принадлежности независимо от глубины и расположения

исследуемых тканей [17]. При сравнении возможностей рентгенографии, компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии и эхографии в диагностике патологических изменений УЗД не уступает двум первым методам и превосходит их по простоте, доступности и дешевизне. Одними из главных положительных характеристик эхографии являются полное отсутствие ионизирующей радиации, неинвазивность УЗИ без необходимости введения диагностических средств, проведение позиционного сканирования в реальном режиме времени. Также УЗД выгодно отличается от других методов диагностики возможностью мгновенно получить качественные и количественные характеристики кровотока в пораженном органе, что значительно помогает оценить степень ишемии тканей, определить взаимоотношение очага поражения с окружающими тканями [17].

В 1984 г. С. Merritt, J. Goldschnuth и M. Sharp описали наличие газа в воротной вене у 12 новорожденных с НЭК, диагностированным с помощью УЗИ. У 5 из этих детей отсутствовали рентгенологические признаки заболевания. Авторы описали два признака, характерных для этой патологии: высокоэхогенные частицы (микропузырьки) в воротной вене и высокоэхогенные «бляшки» в печеночной паренхиме [9].

Наибольшей чувствительностью при НЭК обладают следующие ультразвуковые признаки: повышение эхогенности и утолщение до 2–3 мм стенки петель кишечника, интрамуральные пузырьки газа, газ в системе воротной вены, наличие свободной жидкости в брюшной полости, отсутствие или снижение перистальтики, вздутие петель кишечника, заполненных жидкостным содержимым (рис. 1) [13].

Утолщение стенки кишки с повышением эхогенности определяется при наличии у больного отека петель, покрытых рыхлым фибрином, с участками некроза или перфорациями. При легком течении заболевания, когда процесс останавливается на I стадии, выявление феномена газа в сосудах печени сочетается только со снижением перистальтики или пневматозом кишечной стенки – мел-

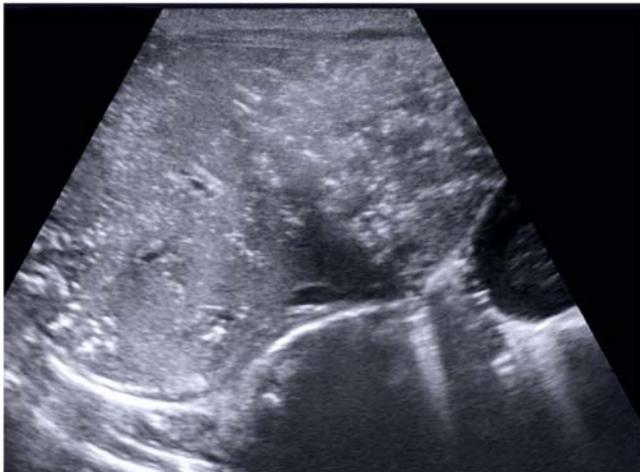
### Рисунок 1. Недоношенный новорожденный 15 дней

Продольное сканирование в правой мезогастральной области. Жидкий химус в просвете восходящей ободочной кишки. Перистальтика в кишке ослаблена. Свободная однородная жидкость в межпетлевых пространствах



**Рисунок 2. Недоношенный новорожденный 17 дней. НЭК**

Гиперэхогенные (белые) включения по ходу ветвей воротной вены, обусловленные газом

**Рисунок 3. Тот же ребенок**

Симптом «пневматоза» – гиперэхогенные (белые) мелкие включения в утолщенной стенке кишки (газ). Свободная жидкость между петлями кишки



кими пузырьками газа по всей окружности кишечной петли или фрагментарно. Следует отметить, что при закрытых перфорациях эхографические изменения минимальны, а небольшое количество свободной жидкости в брюшной полости (5–10 мл) при ультразвуковом исследовании может не определяться [16]. Ультразвуковой признак «газ в системе воротной вены» выявляется у 20% больных НЭК, чаще при II стадии (50%), в виде отдельныхдвигающихся пузырьков в просвете ствола вены и ее ветвей, линейной формы эхогенных включений в периферических отделах паренхимы без четкой акустической тени или феномена хвоста кометы (рис. 2). Газ в толще кишечной стенки встречается гораздо реже у больных НЭК II стадий (рис. 3) [18, 19].

Ультразвуковой симптом «газ в системе воротной вены» не позволяет судить о тяжести заболевания, так как встречается и при начальных стадиях, и при наличии некроза, перфорации стенки кишки. Однако наличие у больного одновременно нескольких ультразвуковых симптомов НЭК: газ в воротной вене, свободная жидкость в брюшной полости, снижение или отсутствие перистальтики и утолщение стенки петель кишечника – говорит в

пользу НЭК II–III стадий [19]. Вздутые петли кишечника, заполненные жидкостным содержимым с ослабленной перистальтикой или ее отсутствием, – признак пареза кишечника (рис. 4).

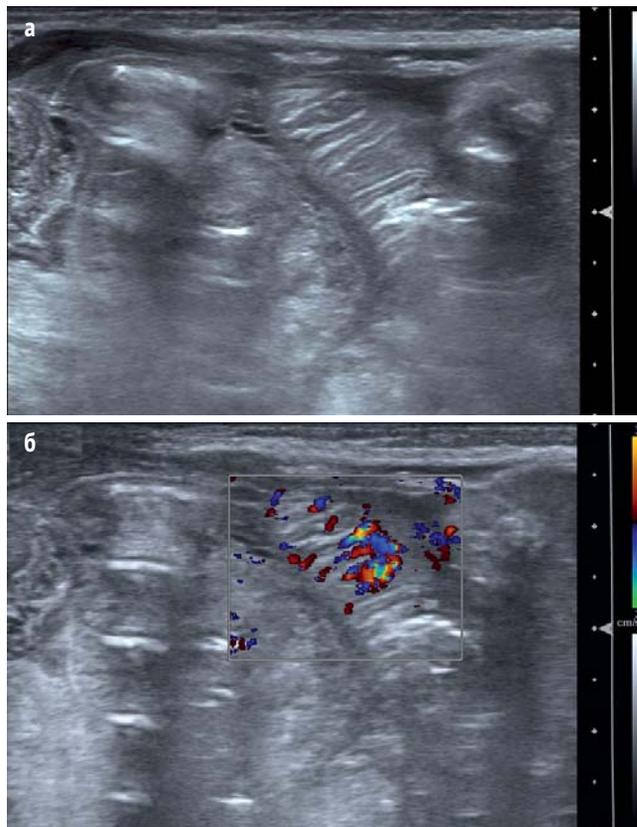
Эхогенный неоднородный выпот в брюшной полости – признак перфорации стенки кишки. Наличие кальцинов в стенке кишки и (или) на париетальном листке брюшины – признак перенесенного перитонита [15].

В 77% случаев у детей с НЭК выявляются диффузные изменения печени в виде мелких эхогенных включений, что расценивается как признак внутриутробной инфекции. Изменения желчного пузыря в виде утолщения стенки, перифокального отека и неоднородного содержимого определяются у 21% больных, чаще при НЭК II стадии (рис. 5).

Для III стадии течения НЭК характерны структурные изменения стенки петель кишечника (нарушение дифференцировки слоев, наличие интрамурально пузырьков газа, гемодинамические нарушения вплоть до отсутствия кровотока в стенке пораженной кишки (рис. 6), газ в системе воротной вены, снижение и (или) отсутствие перистальтики в петлях кишок, свободная жидкость в брюшной полости или эхогенный выпот). Данные эхоимптомы встречаются в большинстве случаев при НЭК II–III стадии, на стадиях перфорации стенки кишки и перитоните.

**Рисунок 4. Ребенок 15 дней. НЭК**

Петли кишечника растянуты, стенки их отечны, перистальтика практически отсутствует (а), но сохраняется кровообращение в стенке кишки при исследовании в режиме цветового доплеровского картирования (б)



**Рисунок 5. Больной Д. 17 дней**

Продольное сканирование в области правого подреберья. Желчный пузырь правильной формы, стенки ровные, утолщены, небольшой отек парапузырной клетчатки. В просвете желчного пузыря большое количество плотного осадка, который заполняет практически всю полость

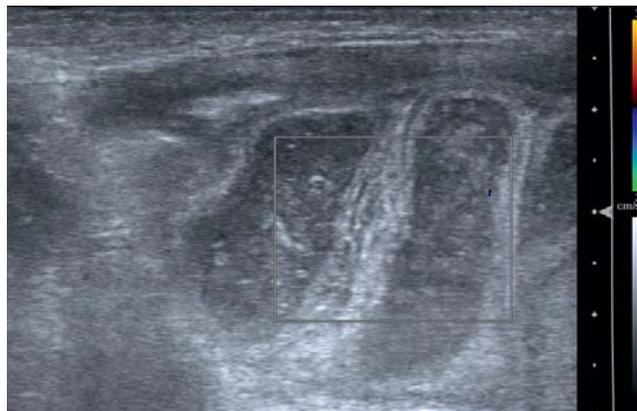


Тромботические массы в левой долевой ветви воротной вены с сохранением проходимости сосуда выявляются у больных с I стадией, а в сочетании с признаками флебита пупочной вены – при III стадии НЭК [18]. Анализ соответствия клиническим проявлениям стадиям НЭК и ультразвуковым симптомам болезни приведен в *таблице 1*.

Таким образом, на основании проведенного нами анализа соответствия ультразвуковых изменений клиническим проявлениям НЭК можно сделать вывод, что наибольшее значение ультразвуковое исследование органов брюшной полости имеет при II–III стадиях НЭК, предперфорации и перфорации стенки кишки с развитием пери-

**Рисунок 6. Ребенок 15 дней. НЭК**

Петли кишки растянуты, стенки их отечны, перистальтика отсутствует. При цветовом доплеровском картировании отсутствует кровоток в стенке кишки – некроз



тонита. В начальном развитии заболевания ультразвуковые признаки неспецифичны и могут быть выявлены при других состояниях.

Необходимо отметить, что до недавнего времени основным диагностическим методом, отражающим стадии патологического процесса в брюшной полости при НЭК, являлось рентгеновское исследование. При появлении клинической картины заболевания назначалось динамическое рентгенологическое обследование в течение первых суток с интервалом 6–8 ч, затем снимки выполнялись по показаниям. Рентгенологические признаки НЭК: неравномерное вздутие кишечных петель,

**Таблица 1. Анализ соответствия ультразвуковых изменений клиническим проявлениям НЭК**

Клиническая картина НЭК I стадии Симптомы со стороны ЖКТ	Ультразвуковая картина НЭК I стадии (неспецифична)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вздутие живота</li> <li>• Вялая перистальтика кишечника</li> <li>• Появление и увеличение отделяемого по желудочному зонду срыгивания</li> <li>• Задержка стула</li> <li>• Изменение характера стула, появление примесей (слизи или крови)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мозаичная перистальтика (участки с нормальной, участки с вялой перистальтикой)</li> <li>• Расширение петель кишки до 2 см и более</li> <li>• Незначительное количество свободной жидкости (до 2–4 мм во всех отлогах местах)</li> <li>• Утолщение стенки более 2 мм</li> </ul>
Клиническая картина НЭК II стадии Симптомы со стороны ЖКТ	Ультразвуковая картина НЭК II стадии
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вздутие живота нарастает</li> <li>• Отек и гиперемия передней брюшной стенки, цианотическая окраска</li> <li>• Отсутствие перистальтики кишечника</li> <li>• Застойное отделяемое по желудочному зонду/срыгивания</li> <li>• Задержка стула или увеличение патологических примесей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пневматоз стенки кишки</li> <li>• Появление газа в системе воротной вены (непостоянный признак, может уйти за 2–4 ч)</li> <li>• Умеренное количество свободной жидкости в брюшной полости</li> <li>• Участки кишки без видимой перистальтики</li> </ul>
Клиническая картина НЭК III стадии Симптомы со стороны ЖКТ	Ультразвуковая картина НЭК III стадии
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Напряжение и вздутие живота</li> <li>• Отек и гиперемия передней брюшной стенки, цианотическая окраска</li> <li>• Контурирование подкожной венозной сети</li> <li>• Отсутствие перистальтики кишечника</li> <li>• Появление рентгенологических и ультразвуковых признаков некроза и перфорации кишечника: асцит, неравномерное вздутие, паралич кишечника, свободный газ в брюшной полости</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гемодинамические нарушения вплоть до отсутствия кровотока в стенке пораженной кишки</li> <li>• Асцит (при перфорации стенки кишки появляется экзогенная взвесь на фоне асцита)</li> <li>• Отсутствие перистальтики в большей части петель кишечника</li> <li>• Пневматоз стенки кишки</li> </ul>

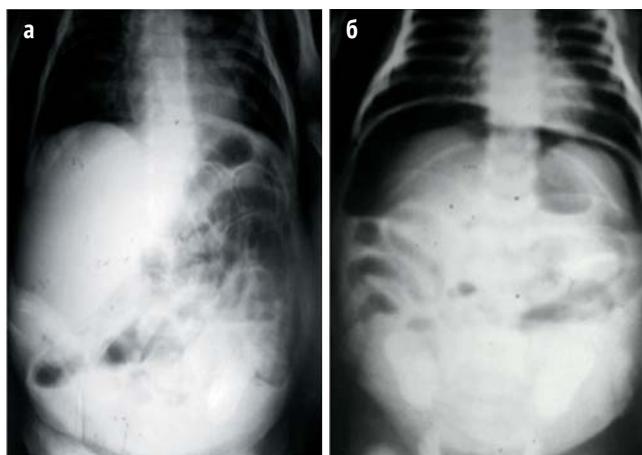
пневматоз кишечной стенки, газ в системе воротной вены, наличие гипостатичной петли кишки, пневмоперитонеум, наличие жидкости в брюшной полости. Пневматоз и газ в воротной системе печени – самые частые рентгенологические признаки НЭК.

Для I стадии характерна лишь повышенная пневматизация кишечных петель (перерастяжение газом петель кишок). При прогрессировании заболевания (стадия II) определяется увеличение расстояния между кишечными петлями, что свидетельствует о появлении отека кишечной стенки. Кишечные петли четко контурируются благодаря повышенному газонаполнению, контуры их выпрямляются вследствие отека и ригидности (рис. 7). Пневматоз кишечника (скопление пузырьков газа в толще ткани кишечной стенки) – один из характерных признаков НЭК. Микроскопически газовые пузырьки определяются в интерстициальной ткани кишечной стенки, а также по ходу лимфатических сосудов и мелких ветвей воротной вены, макроскопически могут быть обнаружены под висцеральной брюшиной. Пневматоз, как правило, ассоциирован с локальным инфарктом кишечной стенки и участками предперфорации и перфорации. Обычно это явление сопровождается симптомами генерализованного перитонита. При прогрессировании пневматоза кишечника газовые пузырьки определяются по ходу ветвей воротной вены, что также отражает наличие трансмурального инфаркта.

Газ в портальной системе печени ассоциируется с плохим прогнозом. Наличие растянутой газом «неподвижной» петли кишечника на серии рентгенограмм свидетельствует о ее некрозе (стадия III НЭК). Перфорация кишки или желудка проявляется снижением пневматизации кишечных петель и появлением свободного газа в брюшной полости. На рентгенограммах

### Рисунок 7. Ребенок 16 дней. НЭК

(а) Выраженное вздутие кишечных петель преимущественно слева с явлениями пневматоза (двухслойности) кишечной стенки с горизонтальными уровнями. Резкое снижение газонаполнения кишечных петель в проекции правых отделов брюшной полости. (б) Пневмоперитонеум – свободный газ под обоими куполами диафрагмы, обусловленный перфорацией кишечной стенки. Отсутствие газонаполнения петель в нижних отделах брюшной полости. Асцит



свободный газ определяется в виде «серпа» под правым и левым куполом диафрагмы в вертикальном положении пациента, скопления под передней брюшной стенкой на боковых рентгенограммах в положении пациента лежа.

Отсутствие на рентгенограмме свободного газа в брюшной полости может наблюдаться в случае «прикрытой» перфорации, нетипичной локализации отверстия в сальниковой сумке. Асцит в виде затемнения в отлогих местах брюшной полости сопровождается развитием перитонита и является очень неблагоприятным признаком. К рентгенологическим признакам наличия жидкости в брюшной полости относятся: сильное вздутие живота при сниженном газонаполнении кишечных петель; концентрация переполненных газом петель кишечника в центре брюшной полости; увеличение расстояния между петлями кишечника (табл. 2) [1, 9, 10].

**Таблица 2. Классификация НЭК по Беллу (рентгенографические симптомы)**

Стадии течения НЭК	Рентгеновские симптомы
НЭК I стадия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Норма</li> <li>• Перерастяжение кишечных петель</li> </ul>
НЭК II стадия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вздутие кишечных петель</li> <li>• Кишечный пневматоз/газ в системе воротной вены</li> <li>• Кишечная непроходимость</li> </ul>
НЭК III стадия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пневмоперитонеум</li> <li>• Асцит</li> </ul>

Таким образом, информативность УЗД в сравнении с рентгенологическим исследованием в диагностике НЭК очень высока, а порой и превосходит рентгенографию. Ультразвуковой метод обладает высокой чувствительностью в диагностике воспалительных изменений органов брюшной полости: определение свободной жидкости в брюшной полости, деструктивных изменений стенки кишечника, наличие газа в стенке кишки и системе воротной вены, гемодинамических нарушений кишечника, нарушение перистальтики в петлях кишок. Структурные изменения стенки петель кишечника (нарушение дифференцировки слоев, наличие интрамурально расположенных пузырьков газа, гемодинамические нарушения вплоть до отсутствия кровотока в стенке пораженной кишки), газ в системе воротной вены, снижение и (или) отсутствие перистальтики в петлях кишок, свободная жидкость в брюшной полости или экзогенный выпот встречаются в большинстве случаев при НЭК II–III стадии, на стадиях перфорации стенки кишки и перитоните. При НЭК I стадии ультразвуковые симптомы менее выражены и неспецифичны: свободная жидкость в брюшной полости определяется в небольшом количестве, перистальтика прослеживается, но вялая или отсутствует в каком-либо отделе кишечника, определяется выраженное газонаполнение петель кишечника.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Хотя возможности диагностики и лечения НЭК в основном неизменны, понимание процессов патофизиологии НЭК продолжает развиваться. Современные клинические исследования позволили глубоко исследовать иммунологические особенности, связанные с контаминацией кишечника недоношенных детей патогенными микроорганизмами. Однозначно единственного патологического микроорганизма, ответственного за развитие болезни, не выявлено, однако иммунологические исследования в настоящий момент сосредоточены на микробиоме. Определение времени начальной микробной колонизации ЖКТ плода и новорожденно-го – актуальный предмет интереса. Недавние исследования выявили многочисленные бактериальные разновидности, проживающие в теле новорожденных, и их роль в развитии заболевания у недоношенных детей. Микробиом, вероятно, переходит от матери к новорожденному, а также к плоду. Перекрестная связь между плодом и эмбриональным микробиомом происходит непрерывно, для того чтобы сформировать уникальную иммунную систему новорожденного к моменту рождения. Продолжающиеся исследования в скором будущем позволят выявить причину формирования патологического процесса в иммунной системе плода и ее потенциальное участие в отношении развития НЭК. Современная гипотеза подчеркивает роль незрелости ЖКТ и

иммунной системы у недоношенных новорожденных, приводящих к уязвимости стенки кишечника. Однако в настоящее время чрезмерное повреждение стенки кишечника в результате воспалительного процесса считается наиболее вероятной основой патогенеза НЭК.

### **Современные клинические исследования позволили глубоко исследовать иммунологические особенности, связанные с контаминацией кишечника недоношенных детей патогенными микроорганизмами**

В основании данного суждения первоочередной задачей для врача УЗИ становится поиск у больного ультразвуковых признаков воспаления и перфорации стенки кишечника: свободной жидкости и определение характера выпота в брюшной полости, деструктивных изменений стенки кишечника, наличие газа в стенке кишки и системе воротной вены, нарушение перистальтики и микрогемодинамики стенки кишечника. На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что наибольшее значение ультразвуковое исследование органов брюшной полости имеет на II–III стадиях прогрессирования болезни, т. е. при далеко зашедшем процессе поражения кишечника.



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кучеров Ю.И., Жиркова Ю.В., Шишкина Т.Н., Михалев И.А., Арса А.В., Чеботаева Л.И. Диагностика и лечение некротического энтероколита у недоношенных. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*, 2014, 6: 18-25.
2. Нассер М.М.А.М. Заболеваемость и лечебно-диагностическая тактика ведения новорожденных с язвенно-некротическим энтероколитом. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*, 2014, 4(5). ID: 2014-05-4-T-3811.
3. Bhatt D, Travers C, Patel RM, Shinnick J, Arps K, Keene S, Raval MV. Predicting Mortality or Intestinal Failure in Infants with Surgical Necrotizing Enterocolitis. *J. Pediatr*, 2017 Dec, 191: 22-27.
4. Zhang LP, Lei XP, Luo LJ, Dong WB. Risk factors for necrotizing enterocolitis in very preterm infants: a case-control study in southwest China. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2017 Nov, 2: 1-6.
5. Frost BL, Modi BP, Jaksic T, Caplan MS. New Medical and Surgical Insights Into Neonatal Necrotizing Enterocolitis: A Review. *JAMA Pediatr*, 2017 Jan 1, 171(1): 83-88.
6. Velazco CS, Fullerton BS, Hong CR, Morrow KA, Edwards EM<sup>3</sup>, Soll RF, Jaksic T, Horbar JD, Modi BP. Morbidity and mortality among «big» babies who develop necrotizing enterocolitis: A prospective multicenter cohort analysis. *J Pediatr Surg*, 2017 Oct 12. pii: S 0022-34 (17) 30650-4.
7. Parigi GB. Pathogenesis and treatment of necrotizing enterocolitis. Lecture. Dept. of Paediatric Surgery. University of Pavia and «S. Matteo». Research Hospital: Pavia, 2010, 11.
8. Федоров Д.А. Хирургическое лечение некротизирующего энтероколита у новорожденных с синдромом интраабдоминальной гипертензии (экспериментально-клиническое исследование): Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Омск 2012, 23.
9. Katherleen M, Moss L. Necrotizing enterocolitis. *Clinics inperinatology*, 2012: 387-401.
10. Караваева С.А. СПб. Некротический энтероколит – диагностика и лечение. [http://www.medico.ru/articles/surgery/article\\_003.htm](http://www.medico.ru/articles/surgery/article_003.htm).
11. Дамиров О.Н. Обоснование тактики лечения хирургического лечения язвенно-некротического энтероколита у новорожденных: Автореф. дисс. ... канд. мед.наук. Волгоград, 2015, 23.
12. Choi YS, Song IG. Fetal and preterm infant microbiomes: a new perspective of necrotizing enterocolitis. *Korean J Pediatr*, 2017 Oct, 60 (10): 307-311.
13. Esposito F, Mamone R, Di Serafino M, Mercogliano C, Vitale V, Vallone G, Oresta P. Diagnostic imaging features of necrotizing enterocolitis: a narrative review. *Quant Imaging Med Surg*, 2017 Jun, 7(3): 336-344.
14. Hashem RH, Mansi YA, Almasah NS, Abdelghaffar S. Doppler ultrasound assessment of the splanchnic circulation in preterms with neonatal sepsis at risk for necrotizing enterocolitis. *J Ultrasound*, 2017 Jan 23, 20(1): 59-67.
15. Staryszak J, Stopa J, Kucharska-Miąsik I, Osuchowska M, Guz W, and Witold. Usefulness of Ultrasound Examinations in the Diagnostics of Necrotizing Enterocolitis. *Polih Journal of Radiology*, 2015, 80: 1–9.
16. Aliev MM, Dekhqonboev AA, Yuldashev RZ. Advantages of abdominal ultrasound in the management of infants with necrotizing enterocolitis. *Pediatr Surg Int*, 2017 Feb, 33(2): 213-216.
17. Пыков М.И., Гуревич А.И., Османов И.М., Галкина Я.А., Полещук Л.А., Балашов В.В. Детская ультразвуковая диагностика: Учебник. Том 1. Гастроэнтерология. Под ред. М.И. Пыкова. М.: Издательский дом Видар-М, 2014. 256 с.
18. Миронюк О.А., Пыков М.И. Ультразвуковые симптомы некротического энтероколита. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*, 2013, 4: 49-54.
19. Barczuk-Fałęcka M, Bombiński P, Majkowska Z, Brzewski M, Warchoł S. Hepatic Portal Venous Gas in Children Younger Than 2 Years Old - Radiological and Clinical Characteristics in Diseases Other Than Necrotizing Enterocolitis. *Pol J Radiol*, 2017 May 19, 82: 275-278.