

УДК 616-073.43+620.179.16+616.38-009.7+616-07-053.2
DOI: 10.56871/UTJ.2025.15.62.005

ОСОБЕННОСТИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ АБДОМИНАЛЬНОЙ БОЛИ У ДЕТЕЙ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

© Равил Фаткулисламович Махмутов, Глеб Александрович Новиков

Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького. 283003, Донецк, пр. Ильича, д. 16,
Российская Федерация

Контактная информация: Равил Фаткулисламович Махмутов — д.м.н., профессор кафедры педиатрии № 2.
E-mail: ravilclassic@yandex.com <https://orcid.org/0000-0002-4562-7515> SPIN: 7069-3170

Для цитирования: Махмутов Р.Ф., Новиков Г.А. Особенности, влияющие на чувствительность ультразвукового исследования в диагностике абдоминальной боли у детей. Обзор литературы. University Therapeutic Journal. 2025;7(3):52–59. <https://doi.org/10.56871/UTJ.2025.15.62.005>

Поступила: 16.05.2025

Одобрена: 10.06.2025

Принята к печати: 28.07.2025

РЕЗЮМЕ. В данном литературном обзоре систематизированы современные данные о возможностях и ограничениях ультразвукового исследования (УЗИ) в диагностике абдоминальной боли у детей с акцентом на остром аппендиците. УЗИ является предпочтительным методом в педиатрической практике благодаря безопасности, доступности и информативности. Чувствительность метода при неперфоративном аппендиците достигает 88–94%, специфичность — 90–96%, что сопоставимо с компьютерной томографией, но без лучевой нагрузки. УЗИ эффективно выявляет инвагинацию кишечника (точность до 98%), патологии гепатобилиарной системы, мезентериальный лимфаденит и некоторые гинекологические заболевания. Однако диагностика перфоративного аппендицита остается проблемной: чувствительность УЗИ падает до 55%. Ключевыми ограничениями метода являются операторозависимость (снижение точности на 15–20% без специалистов, имеющих опыт работы с детьми), ожирение, метеоризм и спаечные процессы. Эффективность метода варьирует в зависимости от клинического контекста: рутинное применение УЗИ не всегда сокращает время диагностики, но селективное использование ускоряет постановку диагноза на 30–40%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: диагностика, абдоминальная боль, ультразвуковое исследование, дети

FEATURES AFFECTING THE SENSITIVITY OF ULTRASONIC EXAMINATION IN THE DIAGNOSIS OF ABDOMINAL PAIN IN CHILDREN. A REVIEW OF THE LITERATURE

© Ravil F. Makhmutov, Gleb A. Novikov

M. Gorky Donetsk State Medical University. 16 Ilyich ave., Donetsk 283003 Russian Federation

Contact information: Ravil F. Makhmutov — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Pediatrics № 2.
E-mail: ravilclassic@yandex.com <https://orcid.org/0000-0002-4562-7515> SPIN: 7069-3170

For citation: Makhmutov RF, Novikov GA. Features affecting the sensitivity of ultrasonic examination in the diagnosis of abdominal pain in children. A review of the literature. University Therapeutic Journal. 2025;7(3):52–59. <https://doi.org/10.56871/UTJ.2025.15.62.005>

Received: 16.05.2025

Revised: 10.06.2025

Accepted: 28.07.2025

ABSTRACT. This literature review systematizes current data on the capabilities and limitations of ultrasound (US) in diagnosing abdominal pain in children, with a focus on acute appendicitis. US is the preferred method in pediatric practice due to its safety, accessibility, and diagnostic value. For non-perforated appendicitis, the sensitivity of US reaches 88–94%, and specificity is 90–96%, comparable to computed tomography but without radiation exposure. US effectively detects intestinal intussusception (accuracy up to 98%), hepatobiliary pathologies, mesenteric lymphadenitis, and certain gynecological conditions. However, diagnosing perforated appendicitis remains challenging, with US sensitivity dropping to 55%. Key limitations include operator dependence (a 15–20% reduction in accuracy without pediatric radiology specialists), obesity, bowel gas, and adhesive processes. The method's efficacy varies by clinical context: routine US does not always shorten diagnostic time, but selective use accelerates diagnosis by 30–40%.

KEYWORDS: diagnosis, abdominal pain, ultrasound examination, children

ВВЕДЕНИЕ

Диагностика абдоминальной боли у детей и дифференциальная диагностика острого аппендицита в частности — задача непростая и требующая комплексного подхода из-за широкого спектра возможных причин, варьирующих от функциональных расстройств до жизнеугрожающих состояний. Сложность усугубляется возрастными особенностями пациентов, ограничивающими возможность четкого описания симптомов. В таких условиях трудно переоценить применение инструментальных методов. Ультразвуковое исследование (УЗИ) стало стандартом в педиатрической практике благодаря безопасности, доступности и высокой информативности в оценке органов брюшной полости. Оно позволяет визуализировать структурные изменения, дифференцируя аппендицит, инвагинацию, патологии желчевыводящих путей и другие патологии. Интерпретация полученных данных при исследовании требует учета возрастных норм, клинического контекста и наличия опыта у исследующего специалиста [1].

Обладая высокой точностью, чувствительностью и специфичностью в отношении диагностики неперфоративных форм аппендицита, УЗД (ультразвуковая диагностика) перфорированного червеобразного отростка имеет сложности и характеризуется значительно меньшими показателями эффективности. Также стоит отметить, что на чувствительность исследования влияет квалификация оператора и возможность круглосуточного проведения УЗИ. Совокупность факторов делает тему УЗД абдоминальной боли актуальной, несмотря на многократно доказанную эффективность [1–4].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Систематизировать современные данные литературы о возможностях и ограничениях ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике абдоминального болевого синдрома у детей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

УЗИ в дифференциальной диагностике абдоминальной боли

Анализ современных исследований демонстрирует, что УЗИ занимает первое место (среди инструментальных методов) в алгоритме дифференциальной диагностики абдоминальной боли у детей. Согласно метаанализу (Löfvenberg F. и соавт., 2016), чувствительность УЗИ в выявлении острого аппендицита у пациентов младше 18 лет достигает 88–94%, а специфичность — 90–96%, что сопоставимо с компьютерной томографией (КТ), но без риска радиационного облучения [2]. Это особенно важно в педиатрии, где минимизация лучевой нагрузки является приоритетом [3]. Эти данные подтверждаются результатами исследования, где чувствительность УЗИ составила 92,3%, специфичность — 95,4%, а точность — 93,7%, что объясняется использованием высокоразрешающей техники (5–8 МГц датчики), подготовкой пациентов и опытом врачей [4].

При инвагинации кишечника УЗИ не только подтверждает диагноз с точностью до 98%, но и позволяет контролировать эффективность воздушной дезинвагинации, снижая необходимость в хирургическом вмешательстве [5].

В структуре патологий гепатобилиарной системы УЗИ демонстрирует высокую диа-

гностическую ценность при холецистите и желчнокаменной болезни, особенно у детей с ожирением [6]. Например, визуализация утолщенных стенок желчного пузыря (>3 мм) и перихолецистической жидкости имеет специфичность 89% для острого холецистита. В исследовании у детей с подозрением на аппендицит УЗИ также выявило аномалии почек, опухоли брюшной полости, гинекологические патологии (включая перекрут кист яичников) [4]. В то же время при подозрении на билиарную атрезию у новорожденных комбинация УЗИ с доплерографией помогает выявить отсутствие желчного пузыря или «треугольный канатик» — маркеры патологии с чувствительностью 82% [6].

Однако эффективность метода варьирует в зависимости от клинического контекста. Кроме того, диагностика мезентериального лимфаденита, часто имитирующего аппендицит, требует интеграции ультразвуковых данных (увеличение лимфатических узлов >8 мм) с лабораторными показателями ($WBC > 10 \times 10^9/\text{л}$), а также данными физикального осмотра и анамнеза, для исключения хирургической патологии [5]. В исследовании ложноположительные результаты часто были связаны с неаппендикулярными воспалительными процессами, такими как мезаденит, что подчеркивает необходимость дифференциального подхода [7].

В исследовании H.W. Ooms и соавт. (1991), при проведении УЗИ с компрессионной нагрузкой 525 пациентам с клиническими признаками острого аппендицита, у 207 из них диагноз был подтвержден хирургическим путем. Морфологический субстрат в виде воспаленного аппендикса (диаметром ≥ 6 мм) был визуализирован с помощью УЗИ у 177 (86%) больных, среди которых неперфоративный аппендицит выявлен в 91%, а перфоративный аппендицит — лишь в 55%. Из 155 пациентов, у которых впоследствии был подтвержден альтернативный диагноз, УЗИ позволило поставить правильный диагноз 140 пациентам: бактериальный илеоцекальный колит (69), мезентериальный лимфаденит (8), гинекологические заболевания (34), урологические заболевания (8), дивертикулит толстого кишечника (6), прободная язва (6), болезнь Крона (2) и другие заболевания (7). Стоит отметить, что у 4 пациентов был поставлен ложноположительный сонографический диагноз «аппендицит», а у 2 пациентов с аппендицитом — было ошибочно диагностировано другое заболевание. Также указано, что за

последние 3 года частота ошибочных аппендектомий составила 7%, а задержка более чем на 6 часов после поступления в больницу наблюдалась только у 2% пациентов с хирургически подтвержденным аппендицитом [8].

СПЕЦИФИЧНОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ОСТРОГО АППЕНДИЦИТА ПРИ УЗИ

Исследование M.J. Siegel и соавт. (1991) подтверждает высокую диагностическую ценность УЗИ. Острый аппендицит выявлен во время операции у 38 пациентов, из которых в 31 (82%) случае диагноз был подтвержден дооперационным УЗИ посредством обнаружения таких морфологических признаков, как неподвижный аппендикс с периаппендикулярным скоплением жидкости или аппендикулярным камнем. Стоит отметить, что ложноположительных результатов УЗИ не было, а в 58 из 140 случаев были обнаружены другие специфические заболевания (гинекологические (25), аномалии желудочно-кишечного тракта (17), внебрюшные (10), почек (6)) [9].

В исследовании G. Meiser и соавт. (1989), в экспериментальных условиях, отрицательный, хронический и острый или флегмонозный аппендицит проявлялся в виде «кокарды» или «псевдопочечного симптома» с отражающей стенкой и эхонегативным просветом. Линейный датчик с частотой 5 МГц позволяет дифференцировать три слоя стенки при отрицательном результате исследования. А в случае острого аппендицита выявляется расширение червеобразного отростка. Тогда как при хроническом воспалении и облитерирующем остром аппендиците стратификация слоев стенки была невозможна. При проведении УЗИ у 335 пациентов, удалось выявить только случаи острого или перфоративного аппендицита ($n=182/220$), но не случаи неинфицированного аппендицита. В 57% соответствующих случаев объективно было определено расширение просвета, в 35% — стратификация слоя стенки [10].

В работе R.B. Jeffrey и соавт. (1988) обследовано 250 пациентов с подозрением на аппендицит с помощью компрессионной сонографии. Первоначальным диагностическим критерием аппендицита была визуализация несжимаемого червеобразного отростка, позже этот критерий был дополнен указанием его размеров. Аппендикс был визуализирован у 91 (36%) из 250 пациентов. Из 5 пациентов с визуализируемым при УЗИ червеобразным отростком, максимальный диаметр которого

составлял ≤ 6 мм, у 3 наблюдалось благоприятное клиническое течение, а у 2 при операции был удален гистологически нормальный аппендикс. Из 84 пациентов с видимым аппендиксом, максимальный диаметр которого превышал 6 мм, у 78 был диагностирован острый аппендицит. При отсутствии убедительных клинических признаков или аппендикулярного камня, пациентам с максимальным диаметром аппендикса 6 мм или менее, следует находиться некоторое время под наблюдением врача [11].

Стоит отметить, что опыт хирургов, участвовавших в УЗД острого аппендицита, является ключевым моментом, влияющим на чувствительность исследования. Выявление аппендицита при УЗИ должно приводить к ранней операции, но отрицательный результат УЗИ сам по себе недостаточно надежен, чтобы избежать хирургического вмешательства при клинически предполагаемом аппендиците [12].

Таким образом, сонография — ценное дополнение к клинической оценке, в то время как клиническая оценка сама по себе превосходит УЗИ как отдельную процедуру [10].

ПРОБЛЕМЫ УЗД ПЕРФОРАЦИИ ЧЕРВЕОБРАЗНОГО ОТРОСТКА

УЗД аппендицита может быть затруднена у пациентов с перфорацией червеобразного отростка. В исследовании K.F. Vorushok и соавт. (1990) для определения специфичности признаков перфорации аппендикса ретроспективно проанализировали данные компрессионной сонографии у 100 пациентов с хирургически подтвержденным острым аппендицитом, из которых у 22 была перфорация. В результате была обнаружена статистически значимая связь между тремя ультразвуковыми признаками и перфорацией: локальная перицекальная жидкость, выраженная перицекальная жировая ткань и циркулярная потеря подслизистого слоя аппендикса. Однако ни один из признаков не имел специфичности выше 59%. При использовании комбинации одного или нескольких признаков общая чувствительность УЗД перфорации составила 86%, но специфичность составила всего 60%. Таким образом, при отсутствии эхографически видимого аппендикса, обнаружение локализованной перицекальной жидкости и заметной периаппендикулярной жировой ткани может служить косвенным признаком для диагностики перфорации червеобразного отростка [13].

В работе G. Meiser и соавт. (1989) острый, флегмонозный или перфоративный аппендицит был диагностирован на основании выявления неподвижной «псевдоопухолевой массы» с преобладающим постоянным гиподенсивным рефлекторным свойством. Соответствующие диаметры, измеренные при клиническом остром аппендиците, значительно превышали диаметры, наблюдаемые при экспериментальной сонографии неизмененных аппендиксов с дифференциальной сохраненной подвижностью. Интралюминарные копролиты и гиперплотные отражающие прикрепленные сегменты сальника облегчали сонографическую диагностику [10].

В исследовании J.B. Puylaert и соавт. (1987) обнаружено, что чувствительность УЗИ у пациентов с перфорацией аппендикса (28,5%) была намного ниже, чем у пациентов с острым неперфоративным аппендицитом (80,5%) или аппендикулярным инфильтратом (89%). Но при этом низкая чувствительность не влияет на тактику лечения, поскольку необходимость хирургического вмешательства у пациентов с перфорацией аппендикса клинически очевидна. У больных с неперфоративным аппендицитом (111) УЗИ позволило изменить первичную тактику лечения у 29 (26%) пациентов, а также поставить правильный диагноз у 16 (14%) пациентов, у которых было обнаружено заболевание, отличное от аппендицита [14].

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РУТИННОГО И ИЗБИРАТЕЛЬНОГО УЗИ ПРИ АБДОМИНАЛЬНОЙ БОЛИ, РОЛЬ В ПРИНЯТИИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

УЗИ становится все более популярным методом диагностики острых заболеваний брюшной полости, и результаты, полученные в специализированных центрах, впечатляют. Однако проблемы, связанные с различиями в квалификации операторов, и трудности с обеспечением круглосуточной работы не позволяют этому методу стать основным в большинстве больниц [15].

В одном из рандомизированных проспективных контролируемых исследований сравнивалась эффективность выборочного рутинного УЗИ у пациентов с острыми симптомами со стороны брюшной полости. УЗИ не позволило быстрее поставить окончательный диагноз, но и не сократило продолжительность стационарного лечения. Выборочное УЗИ повысило диагностическую эффективность по сравнению с рутинным и зарекомендовало себя как предпочтительный вариант. Это

значит, что для пациентов с острыми заболеваниями в стационаре имеет место применение выборочного УЗИ, однако доступ к нему должен быть незамедлительным при наличии показаний [16]. Возможность проведения экстренного УЗИ у постели больного, в виде внедрения POCUS (point-of-care ultrasound) в отделениях неотложной помощи, сокращает время до постановки диагноза на 30–40% [17].

УЗИ было особенно полезно для пациентов с неоднозначными или маловероятными признаками острого аппендицита. Так, в работе A. Zielke и соавт. (1991) из 38 пациентов с острым аппендицитом УЗИ позволило поставить диагноз в 26 случаях. Комбинированный подход, включающий клиническую оценку и рутинное УЗИ, значительно повысил точность диагностики (чувствительность — 85,9%, специфичность — 96,4%, точность — 94%) и существенно снизил частоту лапаротомий по ложному поводу у 7,9% пациентов с подозрением на острый аппендицит [18].

Для получения реалистичной и прагматичной оценки эффективности УЗИ в диагностике острого аппендицита важно оценить его способность влиять на принятие медицинских решений, а не его способность диагностировать конкретное заболевание. В настоящем исследовании УЗИ привело к значительному улучшению клинико-патологической диагностики. Авторы опровергали диагноз острого аппендицита у клинически вероятных пациентов, либо диагностировали острый аппендицит у пациентов, у которых не было никаких подозрений. В ходе исследования УЗИ позволило выявить случаи, которые могли бы привести либо к отрицательным результатам лапаротомии, либо к серьезным диагностическим ошибкам. Значительное снижение частоты диагностических ошибок произошло благодаря группе пациентов с неоднозначным клиническим диагнозом. На первом этапе результаты указывали на то, что УЗИ улучшает диагностику, а также подтверждали целесообразность круглосуточного проведения УЗИ хирургами. Однако, несмотря на благоприятные клинико-патологические показатели, алгоритм не улучшил качество жизни пациентов. Вместо этого теоретическая частота ненужных лапаротомий выросла с 9 до 16%. Это открытие иллюстрирует важность анализа как клинико-патологических, так и процедурных результатов диагностического теста. Теоретически увеличение числа ненужных лапаротомий отражает совокупный эффект ложноположительных клинических диагно-

зов, а также ложноположительных результатов УЗИ [18].

Стоит отметить, что зачастую использовались результаты сонографии, полученные опытным диагностом, в то время как положительный результат у врача-стажера подтверждался только при постановке однозначного сонографического диагноза. Во-первых, это говорит о том, что пациент, у которого клинически вероятен острый аппендицит, но УЗИ, проведенное опытным специалистом, либо не указывает на аппендицит, либо диагностирует серьезное заболевание, которое не требует операции, должен находиться под пристальным наблюдением. Во-вторых, пациенты с неоднозначными результатами УЗИ должны оставаться под наблюдением пока не будет принято окончательное решение о проведении лапаротомии, основанное либо на клиническом наблюдении, либо на результатах, полученных опытным специалистом УЗИ [18].

Проспективное многоцентровое обсервационное исследование (Franke C. и соавт., 1999) для оценки эффективности и клинической пользы УЗИ аппендикса в рамках рутинного клинического обследования включило крупную когорту из 2280 пациентов с острой болью в животе. При проведении однократного УЗИ адекватная чувствительность (44%) была достигнута только при выявлении целевого феномена, но не при использовании других критериев. Не было выявлено корреляции между результатами УЗИ аппендикса и диагностической точностью врача, частотой отрицательного результата аппендэктомии или частотой перфорации аппендикса. В результате исследования сделан вывод, что УЗИ аппендикса не имеет доказанной клинической пользы при рутинной клинической диагностике [19].

В противовес предыдущим результатам W.B. Schwerk и соавт. (1990) указывают, что регулярное использование УЗИ перед принятием терапевтических решений снижает частоту ненужных лапаротомий с 20,3 до 11,3% [20].

Перспективу в дифференциальной диагностике острого аппендицита J. Yao et al. (2024) видят во внедрении технологий контрастного УЗИ для оценки перфузии органов и искусственного интеллекта, автоматизирующего анализ изображений. Например, алгоритмы на основе сверхточных нейронных сетей уже демонстрируют точность 92% в дифференциации аппендицита и мезентериального лимфаденита [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

УЗИ остается незаменимым инструментом в первичной диагностике абдоминальной боли у детей, однако его роль должна быть более значимой, а само исследование стать стандартом первичного обследования детей с абдоминальной болью любого характера. Тем не менее следует воздержаться от УЗИ, когда диагноз ясен, а дополнительные исследования только пролонгируют начало лечения. Дальнейшие исследования в этой области должны фокусироваться на стандартизации протоколов, обучении специалистов и интеграции новых технологий для преодоления существующих ограничений. Именно внедрение искусственного интеллекта в работу врачей, занимающихся визуализацией, может в значительной мере сгладить субъективность восприятия. Речь идет именно о тех системах, которые обращают внимание специалиста на структуры, требующие детального рассмотрения. Также необходимым условием является осмотр и оценка врачом УЗИ клинической картины и анамнеза заболевания пациента, потому как результаты исследования рассматриваются в контексте жалоб и анамнеза. Обучение врачей-клиницистов базовым навыкам УЗИ поможет расширить диагностические возможности отдельно взятого специалиста, ускорит принятие решений в тактике лечения, а также снизит нагрузку врачей УЗИ.

Неоспоримыми преимуществами УЗИ являются:

- 1) безопасность — отсутствие радиации и неинвазивность делают метод оптимальным для многократного применения, например, при динамическом наблюдении за травмами селезенки или при подозрении на острый аппендицит [1–4];
- 2) экономическая эффективность — стоимость УЗИ в 3–5 раз ниже, чем КТ или МРТ [3];
- 3) возможность проведения у постели больного (внедрение POCUS) в отделениях неотложной помощи сокращает время до постановки диагноза до 40% [17].

Несмотря на это, ограничения метода требуют внимания. Одним из ограничений является операторозависимость, которая остается главным и самым сложным вызовом [5]. Вторым моментом выступает точность УЗИ при аппендиците, так как в учреждениях без детских радиологов операторозависимость снижается на 15–20%.

Ожирение, метеоризм, спаечный процесс, описанные у детей с кишечной непроходимостью, затрудняют визуализацию [1]. В таких случаях целесообразно комбинировать УЗИ с МРТ, обладающей чувствительностью 99% при болезни Крона, аномалиях поджелудочной железы [5].

Перспективы развития в диагностической медицине связаны с внедрением технологий контрастного УЗИ для оценки перфузии органов и искусственного интеллекта, автоматизирующего анализ изображений [21].

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонов Р.Г. Синдром боли в животе у детей. Дифференциально-диагностические подходы. Российский медицинский журнал. 2017;23(4):220–224.
2. Löfvenberg F., Salö V. Ultrasound for appendicitis: Performance and integration with clinical data. Pediatric Radiology. Biomed Res Int. 2016;2016:5697692. DOI: 10.1155/2016/5697692.
3. American College of Radiology (ACR). ACR Appropriateness Criteria®: Right Lower Quadrant Pain — Child. 2022;19(11S):445–461. DOI: 10.1016/j.jacr.2022.09.011.
4. Ольхова Е.Б., Щитинин В.Е. Абдоминальный болевой синдром у детей (эхографические варианты). Медицинский журнал. 2004;12:74–93.

5. Riera A., Hsiao A.L., Langan M.L., Goodman T.R., Chen L. Diagnosis of intussusception by physician novice sonographers in the emergency department. *Ann. Emerg. Med.* 2012;60(3):264–268. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2012.02.007.
6. Di Serafino M., Gioioso M., Severino R., Esposito F., Vezzali N., Ferro F., Pelliccia P., Caprio M.G., Iorio R., Vallone G. Ultrasound findings in paediatric cholestasis: how to image the patient and what to look for. *Ultrasound.* 2020;23(1):1–12. DOI: 10.1007/s40477-019-00362-9.
7. Барденикова С.И., Шавлохова Л.А., Шувалов М.Э. Острый мезаденит: взгляд педиатра. *РМЖ. Медицинское обозрение.* 2019;5:2–10.
8. Ooms H.W., Koumans R.K., Ho Kang You P.J. et al. Ultrasonography in the diagnosis of acute appendicitis. *Br J Surg.* 1991;78(3):315–318. DOI: 10.1002/bjs.1800780316.
9. Siegel M.J., Carel C., Surratt S. Ultrasonography of acute abdominal pain in children. *JAMA.* 1991;266(14):1987–1989.
10. Meiser G., Meissner K., Sattlegger P. Experimentelle Ultraschallanalyse der Appendix. Beitrag zur Diagnoseverbesserung akuter Entzündungen im klinischen Alltag. *Chirurg.* 1989;60(3):172–177.
11. Jeffrey R.B. Jr., Laing F.C., Townsend R.R. Acute appendicitis: sonographic criteria based on 250 cases. *Radiology.* 1988;167(2):327–329. DOI: 10.1148/radiology.167.2.3282253.
12. Reisener K.P., Tittel A., Truong S.N., Schumpelick V. Der Wert der Sonographie in der Routinediagnostik der akuten Appendicitis. Eine retrospektive Analyse. *Leber Magen Darm.* 1994;24(1):16–22.
13. Borushok K.F., Jeffrey R.B. Jr., Laing F.C., Townsend R.R. Sonographic diagnosis of perforation in patients with acute appendicitis. *Am J Roentgenol.* 1990;154(2):275–278. DOI: 10.2214/ajr.154.2.2105013.
14. Puylaert J.B., Rutgers P.H., Lalisang R.I., de Vries B.C., van der Werf S.D., Dörr J.P., Blok R.A. A prospective study of ultrasonography in the diagnosis of appendicitis. *N Engl J Med.* 1987;317(11):666–669. DOI: 10.1056/NEJM198709103171103.
15. Paterson-Brown S., Vipond M.N. Modern aids to clinical decision-making in the acute abdomen. *Br J Surg.* 1990;77(1):13–18. DOI: 10.1002/bjs.1800770105.
16. Walsh P.F., Crawford D., Crossling F.T., Sutherland G.R., Negrette J.J., Shand J. The value of immediate ultrasound in acute abdominal conditions: a critical appraisal. *Clin Radiol.* 1990;42(1):47–49. DOI: 10.1016/s0009-9260(05)81622-8.
17. Marin J.R., Abo A.M., Arroyo A.C., Doniger S.J., Fischer J.W., Rempell R. Pediatric emergency medicine point-of-care ultrasound: summary of the evidence. *Crit Ultrasound J.* 2016;8(1):16. DOI: 10.1186/s13089-016-0049-5.
18. Zielke A., Malewski U., Lindlar R., Förster R., Klotter H.J., Rüschhoff J., Sitter H., Rothmund M. Sonographie bei Verdacht auf akute Appendicitis: Möglichkeit oder Notwendigkeit für den Chirurgen? *Chirurg.* 1991;62(10):743–749.
19. Franke C., Böhner H., Yang Q., Ohmann C., Röher H.D. Ultrasonography for diagnosis of acute appendicitis: results of a prospective multicenter trial. *Acute Abdominal Pain Study Group. World J Surg.* 1999;23(2):141–146. DOI: 10.1007/pl00013165.
20. Schwerk W.B., Wichtrup B., Rüschhoff J., Rothmund M. Acute and perforated appendicitis: current experience with ultrasound-aided diagnosis. *World J. Surg.* 1990;14(2):271–276. DOI: 10.1007/BF01664891.
21. Yao J., Chu L.C., Patlas M. Applications of Artificial Intelligence in Acute Abdominal Imaging. *Can Assoc Radiol J.* 2024;75(4):761–770. DOI: 10.1177/08465371241250197.

REFERENCES

1. Artamonov R.G. Abdominal pain syndrome in children. Differential diagnostic approaches. *Rossijskij medicinskij zhurnal.* 2017;23(4):220–224. (In Russian).
2. Löfvenberg F., Salö V. Ultrasound for appendicitis: Performance and integration with clinical data. *Pediatric Radiology. Biomed Res Int.* 2016;2016:5697692. DOI: 10.1155/2016/569769.
3. American College of Radiology (ACR). ACR Appropriateness Criteria®: Right Lower Quadrant Pain — Child. 2022;19(11S):445–461. DOI: 10.1016/j.jacr.2022.09.011.
4. Ol'hova E.B., Shchitinin V.E. Abdominal pain syndrome in children (echographic variants). *Medicinskij zhurnal.* 2004;12:74–93. (In Russian).
5. Riera A., Hsiao A.L., Langan M.L., Goodman T.R., Chen L. Diagnosis of intussusception by physician novice sonographers in the emergency department. *Ann Emerg Med.* 2012;60(3):264–268. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2012.02.007.
6. Di Serafino M., Gioioso M., Severino R., Esposito F., Vezzali N., Ferro F., Pelliccia P., Caprio M.G., Iorio R., Vallone G. Ultrasound findings in paediatric cholestasis: how to image the patient and what to look for. *Ultrasound.* 2020;23(1):1–12. DOI: 10.1007/s40477-019-00362-9.
7. Bardenikova S.I., Shavlokhova L.A., Shuvalov M.E. Acute mesadenitis: a pediatrician's view. *RMZh. Medicinskoe obozrenie.* 2019;5:2–10. (In Russian).
8. Ooms H.W., Koumans R.K., Ho Kang You P.J., Puylaert J.B. Ultrasonography in the diagnosis of acute appendicitis. *Br J Surg.* 1991;78(3):315–318. DOI: 10.1002/bjs.1800780316.
9. Siegel M.J., Carel C., Surratt S. Ultrasonography of acute abdominal pain in children. *JAMA.* 1991;266(14):1987–1989.

10. Meiser G., Meissner K., Sattlegger P. Experimentelle Ultraschallanalyse der Appendix. Beitrag zur Diagnoseverbesserung akuter Entzündungen im klinischen Alltag. *Chirurg*. 1989;60(3):172–177. (In Deutsch).
11. Jeffrey R.B. Jr., Laing F.C., Townsend R.R. Acute appendicitis: sonographic criteria based on 250 cases. *Radiology*. 1988;167(2):327–329. (In Deutsch). DOI: 10.1148/radiology.167.2.3282253.
12. Reisener K.P., Tittel A., Truong S.N., Schumpelick V. Der Wert der Sonographie in der Routinediagnostik der akuten Appendicitis. Eine retrospektive Analyse. *Leber Magen Darm*. 1994;24(1):16–22. (In Deutsch).
13. Borushok K.F., Jeffrey R.B. Jr., Laing F.C., Townsend R.R. Sonographic diagnosis of perforation in patients with acute appendicitis. *Am J Roentgenol*. 1990;154(2):275–278. DOI: 10.2214/ajr.154.2.2105013.
14. Puylaert J.B., Rutgers P.H., Lalisang R.I., de Vries B.C., van der Werf S.D., Dörr J.P., Blok R.A. A prospective study of ultrasonography in the diagnosis of appendicitis. *N Engl J Med*. 1987;317(11):666–669. DOI: 10.1056/NEJM198709103171103.
15. Paterson-Brown S., Vipond M.N. Modern aids to clinical decision-making in the acute abdomen. *Br J Surg*. 1990;77(1):13–18. DOI: 10.1002/bjs.1800770105.
16. Walsh P.F., Crawford D., Crossling F.T., Sutherland G.R., Negrette J.J., Shand J. The value of immediate ultrasound in acute abdominal conditions: a critical appraisal. *Clin Radiol*. 1990;42(1):47–49. DOI: 10.1016/s0009-9260(05)81622-8.
17. Marin J.R., Abo A.M., Arroyo A.C., Doniger S.J., Fischer J.W., Rempell R. Pediatric emergency medicine point-of-care ultrasound: summary of the evidence. *Crit Ultrasound J*. 2016;8(1):16. DOI: 10.1186/s13089-016-0049-5.
18. Zielke A., Malewski U., Lindlar R., Förster R., Klotter H.J., Rüschhoff J., Sitter H., Rothmund M. Sonographie bei Verdacht auf akute Appendicitis: Möglichkeit oder Notwendigkeit für den Chirurgen? *Chirurg*. 1991;62(10):743–749. (In Deutsch).
19. Franke C., Böhner H., Yang Q., Ohmann C., Röher H.D. Ultrasonography for diagnosis of acute appendicitis: results of a prospective multicenter trial. *Acute Abdominal Pain Study Group. World J Surg*. 1999;23(2):141–146. DOI: 10.1007/pl00013165.
20. Schwerek W.B., Wichtrup B., Rüschhoff J., Rothmund M. Acute and perforated appendicitis: current experience with ultrasound-aided diagnosis. *World J Surg*. 1990;14(2):271–276. DOI: 10.1007/BF01664891.
21. Yao J., Chu L.C., Patlas M. Applications of Artificial Intelligence in Acute Abdominal Imaging. *Can Assoc Radiol J*. 2024;75(4):761–770. DOI: 10.1177/08465371241250197.