doi: 10.17116/hirurgia2015575-79

Роль современных методов лучевой визуализации при внутрибрюшных гнойно-воспалительных осложнениях толстокишечного генеза

К.м.н. А.М. КАРСАНОВ*, д.м.н., проф. А.А. КУЛЬЧИЕВ, Т.Р. КАРАЕВ, И.П. КОКАЕВ, к.м.н. В.В. ВАХОЦКИЙ

Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ

The role of current methods of X-ray diagnosis in case of intraabdominal suppurative complications caused bu colonic diseases

A.M. KARSANOV, A.A. KUL'CHIEV, T.R. KARAEV, I.P. KOKAEV, V.V. VAKHOTSKY

North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, острый аппендицит, острый дивертикулит.

Keywords: ultrasonography, computed tomography, resonance imaging magnetic, acute appendicitis, acute diverticulitis.

С современных позиций внутрибрюшные гнойно-воспалительные осложнения заболеваний толстой кишки целесообразно интерпретировать как вариант осложненных абдоминальных инфекций (ОАИ), под которыми подразумевают широкий спектр патологических состояний, развивающихся при воздействии микроорганизмов, колонизирующих желудочно-кишечный тракт и проникающих в другие, обычно стерильные, области брюшной полости (БП) [28]. В случае ОАИ инфекционно-воспалительный процесс распространяется за пределы одного органа, вызывая отграниченный либо распространенный перитонит [28]. Успешное лечение больных с ОАИ базируется на своевременной верификации и точной локализации очага гнойно-деструктивного процесса в БП [13, 28].

Современный уровень развития систем лучевой визуализации (ЛВ) позволяет успешно решать не только диагностические, но и лечебные задачи при ОАИ [5, 22, 30, 31].

Другой важной причиной попытки определения роли лучевых методов визуализации в решении проблем практического отечественного здравоохранения стала насущная необходимость создания в нашей стране клинических рекомендаций и протоколов лечения больных с различными хирургическими заболеваниями органов брюшной полости, что невозможно осуществить без учета зарубежного опыта, базирующегося исключительно на принципах доказательной медицины. С позиций доказательной медицины лучевые методы диагностики и основанное на их использовании миниинвазивное лечение видятся методами выбора при ряде ОАИ [13]. Проблема своевременной и точной диагностики интраабдоминальной инфекции до сих пор не решена. Остается высокой частота диагностических ошибок, приводящих к выполнению напрасных открытых операций или к неоправданной задержке оперативных вмешательств с последующим увеличением числа осложнений [9, 25].

Для больных с абдоминальным сепсисом и нестабильной гемодинамикой, которым не показана немедленная лапаротомия, применение ультразвукового исследования (УЗИ) и мониторинга является лучшим из имеющихся методов визуализации, хотя существуют труднодоступные для сонографической диагностики анатомические области [5]. Для взрослых больных в компенсированном состоянии при отсутствии показаний к немедленной лапаротомии компьютерная томография (КТ) может рассматриваться в качестве визуализационного метода выбора в диагностике большинства (исключая билиарные) внутрибрюшных инфекционных процессов [9, 11, 13].

Технологическим недостатком КТ и УЗИ применительно к ОАИ является невозможность выполнения перитонеального лаважа для бактериологического исследования [13, 36].

Острый аппендицит

По многочисленным данным, при деструктивном остром аппендиците (ОА) данные методов ЛВ, таких как УЗИ и КТ, способствуют предотвращению ошибочного диагноза и содействуют раннему хирургическому вмешательству [2, 3, 21, 22, 36].

Основными преимуществами УЗИ при ОА являются отсутствие противопоказаний к применению, мобильность, неинвазивность, возможность динамического контроля (в том числе мониторинг при наличии аппендикулярного инфильтрата), определение локализации червеобразного отростка (ЧО), возможность проведения дифференциальной диагностики ОА с другими заболевания-

Карсанов А.М. — ассистент кафедры хирургических болезней №3 Северо-Осетинской ГМА; 362019 Владикавказ, ул Пушкинская, 40; *e – mail: karsan@inbox.ru

© Коллектив авторов, 2015

ми органов брюшной полости, малого таза и забрюшинной клетчатки, возможность ранней диагностики пилефлебитических абсцессов печени аппендикулярного генеза [2, 22, 36].

ЭХО-семиотика неосложненного ОА детально изучена, однако продолжается поиск возможности повышения эффективности УЗИ в диагностике его осложненных форм. Так, по данным А.Г. Натрошвили и соавт. [3], чувствительность УЗИ при ОА составила 77,6%, специфичность — 97,3%, точность — 92,8%, при использовании модифицированной для УЗИ диагностической шкалы Альварадо удалось добиться повышения результативности диагностики ОА. Эффективность УЗИ возрастает при комбинированных трансабдоминальном и трансвагинальном исследованиях.

УЗИ расценивается как основной способ диагностики и динамического наблюдения при аппендикулярном инфильтрате. При УЗИ в правой подвздошной области выявляется плотный инфильтрат без жидкостных прослоек, в который входят купол слепой кишки, терминальный отдел подвздошной кишки и ЧО с утолщенными инфильтрированными стенками и невыраженным просветом [2, 22].

ОА как наиболее частая причина неотложных оперативных вмешательств имеет отличительные особенности течения и диагностики у больных разных возрастных групп. Так, у детей перфоративный ОА является наиболее распространенной причиной возникновения брюшных и тазовых абсцессов, причем перфорация осложняет течение ОА у 23—73% детей [22, 36]. Перфорация ЧО встречается значительно чаще у детей до 8 лет (62,5%), чем у детей более старшего возраста (29,5%) [8, 27], а аппендикулярные абсцессы (АА) осложняют течение ОА у 10—13% детей [26, 36]. По сводным данным, частота перфоративного ОА у взрослых варьирует от 13,2 до 41,9% [31]. АА могут быть локализованы, помимо малого таза, в любом отделе брюшной полости и забрюшинной клетчатки [26], вследствие чего диагностическая эффективность при КТ выше, чем при УЗИ [30]. Однако в педиатрической практике должен главенствовать принцип разумной достаточности, согласно которому КТ следует применять только при неинформативности УЗИ [22].

Важно, что УЗИ при АА не только позволяет визуализировать полость деструкции, но и обеспечивает навигацию для возможности пункции и/или дренирования гнойного очага [2, 8, 22, 27].

К сонографическим признакам, ассоциированным с перфорацией ЧО, относят визуализацию абсцесса (чувствительность 36,2%, специфичность 99%), потерю эхопризнаков дифференцировки подслизистого слоя ЧО (чувствительность 100%, специфичность 72,7%) и наличие аппендиколита (чувствительность 68,4%, специфичность 91,7%) у детей в возрасте до 8 лет [8].

Однако результаты метаанализа, проведенного A. Doria и соавт. [11], показывают, что независимо от возраста больных в диагностике ОА разрешающая способность КТ превосходит таковую УЗИ по критериям чувствительности (94 и 88% у детей, 94 и 83% у взрослых) и специфичности (95 и 94% у детей, 94 и 93% у взрослых).

В исследовании В.И. Егорова и соавт. [1] было установлено, что у взрослых чувствительность УЗИ и КТ составила 90 и 98% соответственно, специфичность — 86,4 и 91%, точность — 89 и 96%, прогностическая ценность положительного результата — 94 и 96%, прогностическая ценность отрицательного результата — 80 и 95,5%. Из этого следует, что в неясных клинических ситуациях УЗИ и КТ позволяют в большинстве наблюдений диагностировать ОА, при этом точность КТ оказалась большей по сравнению с УЗИ, а применение обоих методов повышает вероятность обнаружения заболевания. Однако у детей и у беременных целесообразность применения КТ для диагностики ОА должна быть тщательно взвешена ввиду доказанных последствий нежелательной лучевой нагрузки [22, 29].

Возможность нивелирования последствий лучевой нагрузки при КТ была изучена в корейском моноцентровом слепом исследовании у 879 больных в возрасте от 15 до 44 лет с подозрением на ОА, при этом оценивалась частота необоснованных аппендэктомий, выполненных по результатам так называемой низкодозной КТ (средняя доза излучения 116 мГр/см) и КТ брюшной полости, сопровождавшейся стандартной лучевой нагрузкой (средняя доза излучения 521 мГр/см). Частота необоснованных аппендэктомий не возрастала при снижении дозы облучения (3,5% в группе низкодозной и 3,2% в группе стандартной КТ). Однако при низкодозной по сравнению со стандартной КТ была выше потребность в дополнительном обследовании (3,2 и 1,6% соответственно; p=0,09), удлинялся период от обследования до операции (7,1 и 5,6 ч; p=0,02) и недостоверно снижалась эффективность выявления перфоративных форм ОА (26,5 и 23,3%; p=0,46) [20].

Большинство исследователей сходятся во мнении, что мультидетекторная спиральная КТ является наиболее информативным методом диагностики перфоративного ОА и АА [34, 35]. Так, по данным M. Tsuboi и соавт. [34], чувствительность, специфичность и точность этого метода при диагностике перфорации ЧО достигала 95,0, 96,8 и 96,1% соответственно. Чувствительность метода при визуализации полости абсцесса, внекишечного воздуха и аппендиколита составила 37,5, 22,5 и 32,5% соответственно. Чувствительность, специфичность и точность визуализации аппендикулярного перитонита в диагностике перфоративного ОА составили 40,0, 95,2 и 73,5% соответственно.

В то же время, по данным S. Bixby и соавт. [7], при отсутствии экстралюминального скопления воздуха или дислокации аппендиколита возможности мультидетекторной спиральной КТ в диагностике перфорации ЧО ограничены. С учетом того, что при перфоративном ОА абсцесс имел место в 99% наблюдений, внекишечное скопление газов — в 98% и явления кишечной непроходимости — в 93% наблюдений, чувствительность выявления при мультидетекторной КТ этих воспалительных субстратов была низкой — 34, 35 и 53% соответственно. Достоверную значимость имело утолщение ЧО, средний диаметр которого при его перфорации достигал 15,1 мм по сравнению со средним диаметром 11,7 мм у больных с неперфоративным ОА.

В настоящее время магнитно-резонансная томография (МРТ) рассматривается в качестве дополнительного (к клинической диагностике и УЗИ) метода диагностики при подозрении на ОА (особенно у детей и беременных [24]), продемонстрировавшего в отдельных исследованиях показатели диагностической чувствительности и специфичности на уровне 100 и 99% соответственно [10]. J. Heverhagen и соавт. [17], имеющие опыт применения МРТ в диагностике ОА, при чувствительности и специ-

фичности 85 и 97% соответственно констатировали в 40% наблюдений изменение стратегии лечения исключительно по результатам этого исследования. Однако при отсутствии напрасных лапаротомий в 1 из 13 (8%) наблюдений произошла перфорация отростка в результате запоздалой операции вследствие ложноотрицательного результата исследования. Общий экономический эффект от использования МРТ у 52 взрослых больных был в размере 2335 евро.

По результатам одного из последних исследований в детской хирургии [33], при диагностике ОА чувствительность МРТ в изолированном варианте и МРТ после неясного по данным УЗИ диагноза составила 100%, что достоверно превысило чувствительность УЗИ (76%). Показатель специфичности при сравнении трех исследовательских стратегий не имел достоверных различий: для УЗИ в самостоятельном варианте он составил 89%, для МРТ после неясного УЗИ — 80%, для МРТ — 89%. Следовательно, МРТ может быть успешно применена у детей для диагностики ОА.

Вместе с тем пока нет убедительных данных о высокой дифференциально-диагностической ценности метода при простом и перфоративном ОА. Целью недавно завершенного в Нидерландах многоцентрового исследования были оценка точности МРТ в дифференциации простого и перфоративного аппендицита и сравнение эффективности МРТ и УЗИ, дополненного КТ [24]. В результате ОА был диагностирован у 53% из всех обследованных, среди которых у 26,3% выявлен перфоративный ОА. Статистически достоверных преимуществ МРТ по сравнению с УЗИ, дополненным в неясных наблюдениях безконтрастной КТ, в выявлении перфоративного ОА выявлено не было (57 и 48% соответственно). Все пропущенные случаи перфоративного аппендицита были расценены как простой ОА в протоколах обоих методов исследования. На основании полученных данных авторы сделали заключение, что при обоих методах не была выявлена половина больных с перфорацией ЧО, а выбор тактики консервативного лечения ОА на их основе не может считаться безопасным.

Перспективы в повышении диагностической значимости МРТ в выявлении именно перфоративных форм ОА могут быть связаны с расширением применения диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и контрастной МРТ. Так, уже сейчас ДВИ в диагностике ОА показывают чувствительность 99% и специфичность 97% [18].

У больных с АА оптимальный метод лечения на данный момент не определен. Однако в ряде крупных исследований последних лет получены результаты, свидетельствующие о меньшем числе осложнений и повторных операций, а также сокращении общей продолжительности госпитализации и финансовых затрат на лечение в результате применения антибиотикотерапии и чрескожного дренирования аппендикулярных абсцессов (ЧДАА) под лучевым (чаще под ультразвуковым) контролем по сравнению с открытым (инцизионным) методом [19, 32, 36].

ЧДАА технически выполнимо в 85—90% наблюдений с клинической эффективностью 81—100% [19, 26, 27]. Частота осложнений ЧДАА и антибиотикотерапии (от 0 до 15%) значительно ниже частоты осложнений после открытой операции и антибиотикотерапии (26—58%) [19, 32]. После купирования острого воспаления консервативными мероприятиями сохраняется необходимость точной верификации источника гнойно-деструктивного процесса для исключения в первую очередь бластомы и болезни Крона [32].

Острый дивертикулит

Дивертикулез толстой кишки выявляется у 33—66% пожилого населения западных стран, из них у 10—25% минимум однократно развивается острый дивертикулит [12, 23]. В ряду ключевых диагностических задач при острых воспалительных осложнениях дивертикулярной болезни (ВОДБ) в соответствии с классификацией E. Hinchey (1978 г.) либо ее аналогами стоит определение клинического варианта осложнения: острый дивертикулит (ОД), перитонеальная флегмона, абсцесс, гнойный либо каловый перитонит. И хотя некоторые авторы до сих пор считают, что диагностическая ценность УЗИ, КТ и МРТ одинакова, с 80-х годов прошлого века, когда начала широко применяться КТ, этот метод визуализации зарекомендовал себя как основной диагностический инструмент для выявления ВОДБ, поскольку с его помощью удается дифференцировать структуры стенки толстой кишки от мезо- и периколической жировой клетчатки [6]. Это дало возможность усовершенствовать прежние классификации и послужило основой для широкого применения селективных подходов и миниинвазивных хирургических технологий в лечении отдельных видов ВОДБ [25].

Правилом должно быть обязательное сканирование всей брюшной полости при мультидетекторной КТ, иначе существует риск невыявления таких грозных осложнений, как пилефлебит, печеночный абсцесс или ОД иной локализации. КТ с внутривенным и/или интраректальным усилением при острых ВОДБ обеспечивает чувствительность и специфичность, близкую к 100% [4]. Кроме того, возможность прямого чрескожного дренирования делает КТ незаменимой в лечении острых ВОДБ [15]. Так, по данным P. Ambrosetti и соавт. [4], если консервативное лечение без дренирования позволяет избежать открытой операции при периколическом абсцессе малых размеров (менее 4 см в диаметре) у трети больных, то для больных с периколическим абсцессом более 4 см в диаметре и доступной локализацией чрескожное дренирование с использованием КТ и системная терапия являются методом выбора. Такая тактика при монофокальных абсцессах, по данным R. Golfieri и A. Cappelli [15], может быть эффективной в 80% наблюдений, но при мультифокальном поражении и труднодоступной (прежде всего тазовой) локализации альтернативы открытой операции нет.

Благодаря результатам систематизированного КТ-мониторинга после купирования ОД появились данные для выбора дальнейшего лечения. Так, T. Eglinton и соавт. [12] установили, что осложненные формы возникли после первого эпизода неосложненного ОД только у 5% больных, а рецидив заболевания после осложненных форм развился у 24% больных; на основании этого целесообразность превентивной плановой резекции толстой кишки после первого эпизода ОД, купированного консервативными мероприятиями, на данный момент спорна.

Следует признать, что в некоторых клинических ситуациях КТ может не быть столь высокоэффективной. Например, при правосторонней локализации дивертикулов, что в западных странах имеет место у 1,5—5% больных в отличие от стран Азии, в которых этот показатель составляет 55—70%, могут возникнуть значительные трудности в дифференциальной диагностике ОД и ОА [23]. Более важными приходится признать трудности

дифференциальной диагностики ВОДБ и паракан-крозного воспаления при раке толстой кишки с помощью КТ. После КТ в половине наблюдений эта дилемма остается [14], высока вероятность неясного диагноза даже после эндоскопического исследования. К более вероятным КТ-признакам ОД относят протяженность стриктуры кишки более 10 см, отсутствие четкой границы между тканями в области стриктуры и неизмененной стенкой кишки, толщина стенки толстой кишки менее 1 см, диффузный отек брыжейки, отсутствие увеличенных перикулических лимфатических узлов. В исследовании V. Goh и соавт. [14] выявлено достоверное различие результатов перфузионной КТ и морфологических данных в виде повышения гемоперфузионных ($p<0,0001$) и иных характеристик тканей при раке толстой кишки по сравнению со стриктурой дивертикулярного генеза: повышенный объем кровотока в тканях (чувствительность 80%, специфичность 75%), стриктура протяженностью менее 5 см (чувствительность 45%, специфичность 95%), визуализация массива ткани (чувствительность 85%, специфичность 90%), перикулическая воспалительная инфильтрация (чувствительность 75%, специфичность 5%) и выявление перикулических лимфатических узлов (чувствительность 90%, специфичность 45%).

Последние годы отмечены небольшим, но положительным опытом применения МРТ в диагностике ВОДБ при близких к КТ показателях чувствительности (94%) и специфичности (88%) [17], выявлены дополнительные преимущества МРТ перед КТ в виде лучшей визуализации свищей и возможности виртуальной колоноскопии [16].

Таким образом, современные методы лучевой визуализации должны рассматриваться в качестве диапевтических при острых внутрибрюшных осложнениях гнойно-воспалительных заболеваний, протекающих с высокой контаминацией брюшной полости толстокишечной микрофлорой, так как они имеют высокий диагностический потенциал и незаменимы в актуальных концепциях лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров В.И., Витько Н.К., Кармазановский Г.Г. и др. Лучевая диагностика трудных случаев острого аппендицита. *Хирургия*. 2010;2:71-72.
2. Кулезнева Ю.В., Израилов Р.Е. Ультразвуковое исследование в диагностике и лечении острого аппендицита. *Хирургия*. 2010;2:70-71.
3. Натрошвили А.Г., Шулутко А.М., Насиров Ф.Н., Пименова М.В. Значение ультразвукового исследования в диагностике острого аппендицита. *Хирургия*. 2010;2:71.
4. Ambrosetti P, Chautems R, Soravia C et al. Long-term outcome of mesocolic and pelvic diverticular abscesses of the left colon: a prospective study of 73 cases. *Dis Colon Rectum*. 2005;48:787-791.
5. Azzarello G, Lanteri R, Rapisarda C et al. Ultrasound-guided percutaneous treatment of abdominal collections. *Chir Ital*. 2009;3:337-340.
6. Ben Yaacoub I, Boulay-Coletta I, Jullès MC, Zins M. CT findings of misleading features of colonic diverticulitis. *Insights Imaging*. 2011;2:1:69-84.
7. Bixby SD, Lucey BC, Soto JA et al. Perforated versus nonperforated acute appendicitis: accuracy of multidetector CT detection. *Radiology*. 2006;241:3:780-786.
8. Blumfield E, Nayak G, Srinivasan R et al. Ultrasound for differentiation between perforated and nonperforated appendicitis in pediatric patients. *Am J Roentgenol*. 2013;200:5:957-962.
9. Chin JY, Goldstraw E, Lunniss P, Patel K. Evaluation of the utility of abdominal CT scans in the diagnosis, management, outcome and information given at discharge of patients with non-traumatic acute abdominal pain. *Br J Radiol*. 2012;85:596-602.
10. Cobben L, Groot I, Kingma L et al. A simple MRI protocol in patients with clinically suspected appendicitis: results in 138 patients and effect on outcome of appendectomy. *Eur Radiol*. 2009;19:5:1175-1183.
11. Doria AS, Moineddin R, Kellenberger CJ et al. US or CT for diagnosis of appendicitis in children and adults? a meta-analysis. Radiology. 2006;1:83-94.
12. Eglinton T, Nguyen T, Raniga S et al. Patterns of recurrence in patients with acute diverticulitis. *Br J Surg*. 2010;97:952-957.
13. Emmi V, Sganga G. Diagnosis of intra-abdominal infections: clinical findings and imaging. *Infez Med*. 2008;1:19-30.
14. Goh V, Halligan S, Taylor SA et al. Differentiation between diverticulitis and colorectal cancer: quantitative CT perfusion measurements versus morphologic criteria — initial experience. *Radiology*. 2007;242:456-462.
15. Golfieri R, Cappelli A. Computed tomography-guided percutaneous abscess drainage in coloproctology: Review of the literature. *Tech Coloproctol*. 2007;11:197-208.
16. Halpenny DF, McNeil G, Snow A et al. Prospective evaluation of the value of magnetic resonance imaging in suspected acute sigmoid diverticulitis. *Dis Colon Rectum*. 2009;52:5:1030-1031.
17. Heverhagen JT, Pfestroff K, Heverhagen AE. Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging: a prospective evaluation of patients with suspected appendicitis (diamond). *J Magn Reson Imaging*. 2012;35:3:617-623.
18. Inci E, Kilickesmez O, Hocaoglu E et al. Utility of diffusion-weighted imaging in the diagnosis of acute appendicitis. *Eur Radiol*. 2011;21:4:768-775.
19. Kim JK, Ryoo S, Oh HK et al. Management of appendicitis presenting with abscess or mass. J *Korean Soc Coloproctol*. 2010;26:413-419.
20. Kim K, Kim YH, Kim SY et al. Low-Dose Abdominal CT for Evaluating Suspected Appendicitis. *N Engl J Med*. 2012;366:1596-1605.
21. Kim SY, Lee KH, Kim K et al. Acute appendicitis in young adults: low-versus standard-radiation-dose contrast-enhanced abdominal CT for diagnosis. *Radiology*. 2011;260:437-445.
22. Krishnamoorthi R, Ramarajan N, Wang NE et al. Effectiveness of a staged US and CT protocol for the diagnosis of pediatric appendicitis: reducing radiation exposure in the age of ALARA. *Radiology*. 2011;259:1:231-239.
23. Lee IK, Jung SE, Gorden L et al. The diagnostic criteria for right colonic diverticulitis: prospective evaluation of 100 patients. *Int J Colorectal Dis*. 2008;23:1151-1157.
24. Leeuwenburgh MM, Wiezer MJ, Wiarda BM et al. Accuracy of MRI compared with ultrasound imaging and selective use of CT to discriminate simple from perforated appendicitis. *Br J Surg*. 2014;101:1:147-155.
25. Liljegren G, Chabok A, Wickbom M et al. Acute colonic diverticulitis: a systematic review of diagnostic accuracy. *Colorectal Dis*. 2007;9:6:480-488.
26. McCann JW, Maroo S, Wales P et al. Image-guided drainage of multiple intraabdominal abscesses in children with perforated appendicitis: an alternative to laparotomy. *Pediatr Radiol*. 2008;38:6:661-668.
27. McNeeley MF, Vo NJ, Prabhu SJ. Percutaneous drainage of intra-abdominal abscess in children with perforated appendicitis. *Pediatr Radiol*. 2012;42:7:805-812.
28. Menichetti F, Sganga G. Definition and classification of intra-abdominal infections. *J Chemother*. 2009;21:3-4.

29. Pearce MS, Salotti JA, Little MP et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet.* 2012;380:499-505.
30. Rosen MP, Ding A, Blake MA et al. Appropriateness Criteria right lower quadrant pain: suspected appendicitis. *J Am coll Radiol.* 2011;5:749-755.
31. Sicard N, Tousignant P, Pineault R, Dubé S. Non-patient factors related to rates of ruptured appendicitis. *Br J Surg.* 2007;94:2:214-221.
32. Tannoury J, Abboud B. Treatment options of inflammatory appendiceal masses in adults. *World J Gastroenterol.* 2013;19:25:3942-3950.
33. Thieme ME, Leeuwenburgh MM, Valdehueza ZD et al. Diagnostic accuracy and patient acceptance of MRI in children with suspected appendicitis. *Eur Radiol.* 2014;246:3:630-637.
34. Tsuboi M, Takase K, Kaneda I et al. Perforated and nonperforated appendicitis: defect in enhancing appendiceal wall — depiction with multi-detector row CT. *Radiology.* 2008;246:1:142-147.
35. Van Randen A, Bipat S, Zwinderman AH et al. Acute appendicitis: meta-analysis of diagnostic performance of CT and graded compression US related to prevalence of disease. *Radiology.* 2008;249:97-106.
36. Whyte C, Levin T, Harris BH. Early decisions in perforated appendicitis in children: lessons from a study of nonoperative management. *J Pediatr Surg.* 2008;43:8:1459-1463.