



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья
УДК 616-007-053.1
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-1-42-54>

Магнитно-резонансная холангиопанкреатография с построением трехмерных моделей у детей при кистозных расширениях желчных протоков

Наталья Александровна Шолохова¹, Ольга Вячеславовна Луковкина²

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

¹ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», г. Москва, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0002-0412-4938>

² <https://orcid.org/0000-0002-3920-9421>

Автор, ответственный за переписку: Ольга Вячеславовна Луковкина,
lukovkinaov@yandex.ru

Аннотация

Цель исследования. Оценить возможности магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением трехмерных моделей у детей с кистозным расширением желчных протоков.

Материалы и методы. Обследовано 73 ребенка с кистозным расширением желчных протоков: 47 девочек (64 %) и 26 мальчиков (36 %). Возраст пациентов составил от 5 суток жизни до 17 лет 7 мес. Всем детям проведено УЗИ и МРХПГ с построением 3D-моделей.

Результаты. При МРХПГ-исследовании у 43 детей (58,9 %) выявлено КРЖП веретенообразной формы и у 30 детей (41,1 %) – шарообразной формы. Проведена оценка вариативности внутрипеченочных протоков у детей с КРЖП. Установлено, что у детей с КРЖП и наличием АПБС риск развития панкреатита в 5,13 раза больше, чем у детей с нормальным слиянием протоков, результаты статистически значимы ($p < 0,05$).

Показано, что компьютерная 3D-обработка улучшает эффективность метода при диагностике КРЖП у детей, позволяя преодолеть ограничения в виде проекционного наложения анатомических структур. Так получены статистически значимые различия при построении 3D-моделей по сравнению с анализом только МРХПГ-изображений в отношении оценки вариативности слияния внутрипеченочных протоков ($\chi^2 = 34$, $p < 0,001$), вариантов впадения пузырного протока ($\chi^2 = 46$, $p < 0,001$), при анализе типа АПБС ($\chi^2 = 46$, $p < 0,001$).

Заключение. МРХПГ позволяет неинвазивно, без лучевой нагрузки и внутривенного контрастирования получить полное представление о топографии внепеченочных желчных и панкреатических протоков, что позволяет спланировать ход хирургического лечения и избежать повреждения важных анатомических структур.

© Шолохова Н. А., Луковкина О. В., 2025

Дополнение стандартного МРХПГ-исследования построением 3D-моделей улучшает эффективность метода при диагностике КРЖП у детей, позволяя преодолеть ограничения в виде проекционного наложения анатомических структур. Данная методика позволяет пространственно и детально оценить тип слияния внутрипеченочных протоков в 85 %, в 78 % — анатомические варианты пузырного протока и в 40 % — наличие АПБС с последующим подразделением их на типы. Данное преимущество позволяет сократить количество или полностью исключить интраоперационные исследования.

Ключевые слова: магнитно-резонансная холангиопанкреатография, кистозное расширение желчных протоков, киста холедоха, 3D-модель, дети

Для цитирования: Шолохова Н. А., Луковкина О. В. Магнитно-резонансная холангиопанкреатография с построением трехмерных моделей у детей при кистозных расширениях желчных протоков // Радиология — практика. 2025;1:42-54. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-1-42-54>

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

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.

ORIGINAL RESEARCH

Original research

Magnetic Resonance Cholangiopancreatography with Construction of Three-dimensional Models in Children with Cystic Bile Ducts Dilatations

Nataliya A. Sholohova¹, Olga V. Lukovkina²

^{1,2}Children's State Hospital of St. Vladimir, Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

¹Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

¹ <https://orcid.org/0000-0002-0412-4938>

² <https://orcid.org/0000-0002-3920-9421>

Corresponding author: Olga V. Lukovkina, lukovkinaov@yandex.ru

Abstract

Objective. Evaluation of the possibility of magnetic resonance cholangiopancreatography with the construction of three-dimensional models in children with cystic dilation of the bile ducts.

Materials and methods. 73 children with cystic dilation of the bile ducts were examined: 47 girls (64 %) and 26 boys (36 %). The age of the patients ranged from 5 days of life to 17 years 7 months. All children were examined by ultrasound and MRCP with the construction of 3D-models.

Results. During the MRCP study, 43 children (58.9 %) were found to have fusiform cystic bile ducts and 30 children (41.1 %) had spherical cystic bile ducts. The variability of intrahepatic ducts in children with cystic bile ducts was assessed. It was found that in children with choledochal cyst and the presence of APBS, the risk of developing pancreatitis is 5.13 times higher than in children with normal duct fusion, the results are statistically significant ($p < 0.05$).

It was shown that computer 3D processing improves the efficiency of the method in diagnosing cystic dilation of the bile ducts in children, allowing to overcome the limitations in the form of projection superposition of anatomical structures. Thus, statistically significant differences were obtained in the construction of 3D models compared to the analysis of only MRCP images in relation to the assessment of the variability of the fusion of intrahepatic ducts ($\chi^2 = 34$, $p < 0.001$), variants of the cystic duct return ($\chi^2 = 46$, $p < 0.001$), when analyzing the type of abnormal pancreatobiliary anastomosis ($\chi^2 = 46$, $p < 0.001$).

Conclusion. MRCP allows non-invasively, without radiation exposure and intravenous contrast, to obtain a complete picture of the topography of the extrahepatic bile and pancreatic ducts, which allows planning the course of surgical intervention and avoiding damage to important anatomical structures.

Supplementing the standard MRCP study with the construction of 3D models improves the effectiveness of the method in diagnosing cystic dilation of the bile ducts in children, allowing to overcome limitations in the form of projection layering of anatomical structures, which allows to reduce or completely eliminate intraoperative studies..

Keywords: Magnetic Resonance Cholangiopancreatography, Choledochal Cyst, Cystic Bile Ducts Dilatations, 3D Models, Children

For citation: Sholohova N. A., Lukovkina O. V. Magnetic Resonance Cholangiopancreatography with Construction of Three-dimensional Models in Children with Cystic Bile Ducts Dilatations. *Radiology – Practice*. 2025;1:42-54. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-1-42-54>

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

Кистозное расширение желчных протоков (КРЖП), киста холедоха — это редкий порок развития желчевыводящих путей, проявляющийся веретенообразным или шарообразным расширением внутри- и внепеченочных желчных протоков [14]. Частота встречаемости кист холедоха 1 случай на 50 000 наблюдений в Азии и 1 случай на 50 000–150 000 наблюдений на Западе [8], с большей распространенностью у лиц женского пола [11].

У детей для диагностики КРЖП проводят ультразвуковое исследование (УЗИ) [2, 3], эндоскопическую ретроградную холангиографию, магнитно-резонансную холангиопанкреатографию (МРХПГ) и интраоперационную холангиопанкреатографию [9]. Последний метод применяется в основном для получения подробной анатомии гепатобилиарной зоны. Перед детскими врачами всегда стоит вопрос выбора эффективного метода диагностики с учетом соотношения его информативности и возможных негативных последствий.

МРХПГ рекомендуется для исследований в педиатрической практике за счет неинвазивности и отсутствия лучевой нагрузки [1, 7, 12, 14, 16]. В результате получают двумерные плоскостные изображения за счет использования метода проекции максимальной интенсивности (МIP), что может привести к неточной интерпретации из-за наложения анатомических структур [13, 15, 18].

Трехмерная (3D) визуализация представляет современную технологию с преобразованием исходных МР-изображений в 3D-модель с использованием компьютерной постобработки изображений [15]. При этом данная методика имеет преимущество, так как позволяет детально спланировать ход хирургического лечения за счет пространственной визуализации анатомических структур в

области гепатобилиарной зоны, отличающихся своей сложностью и возрастной вариабельностью. Данное преимущество является важным аспектом при мини-инвазивных лапароскопических вмешательствах, которые, по мнению большинства авторов, рекомендуются к выполнению у детей при данной патологии [4, 5].

Таким образом, целью данного исследования было оценить возможности магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением трехмерных моделей у детей различных возрастных групп с кистозным расширением желчных протоков.

Материалы и методы

Проведено обследование 73 пациентов с кистозным расширением желчных протоков. Возраст пациентов составил от 5 сут жизни до 17 лет 7 мес. Преобладали пациенты раннего детского и дошкольного возраста. Среди них 47 девочек (64 %) и 26 мальчиков (36 %).

Все пациенты прошли клинико-лабораторное исследование, УЗИ и МРТ. На первом этапе инструментального исследования всем пациентам в обязательном порядке проводили УЗИ. Исследование проводилось на аппарате премиум-класса Voluson E-8 без седации пациентов, натошак, в положении лежа на спине.

Далее детям проводили МРХПГ, после чего определялась тактика хирургического лечения с обязательной морфологической верификацией.

МРХПГ проводили на магнитно-резонансном томографе Excelart Vantage Atlas-X с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл (Toshiba, Япония) с использованием 8-канальной катушки для сканирования тела Body flex и датчика синхронизации с дыханием. Внутривенное контрастирование не применялось. Детям до 5 лет исследование проводилось в условиях анестезиологического пособия. В старшей возрастной группе удавалось выполнить МРХПГ при синхро-

низации с дыханием или при задержке дыхания на выдохе.

Протокол МРХПГ включал следующие стандартные последовательности: AX T2 Fase, COR T2 Fase, 3D MRCP с различным расположением блока направления сканирования. Далее дополняли программами из серий для брюшной полости: AX T2 fs, SAG T2, COR T2 fs, DWI, AX T1, AX FE in/out. Технические параметры МРХПГ сканирования (3D MRCP) представлены в таблице.

Компьютерная 3D-обработка проводилась после получения послойных изображений с применением программного обеспечения, предустановленного на магнитно-резонансном томографе Excelart Vantage Atlas-X (Toshiba, Япония) и дополнительно с помощью программы Radiant DICOM Viewer (MEDIXANT MACIEJ FRANKIEWICZ, Польша) с использованием инструмента 3D VR (рендеринг объема) в интерактивном окне.

Для статистического анализа использовали программные пакеты Stat-Tech v. 2.8.8 (ООО «Статтех», Россия) и Jamovi Версия 2.3 (Сидней, Австралия), а также Office Excel 2010 (Microsoft, Редмонд, Вашингтон, США).

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова — Смирнова. Для сравнения количественных данных использовали U-критерий Манна — Уитни.

При анализе качественных показателей использовали тест χ^2 Пирсона с коррекцией непрерывности. Для определения наличия статистически значимой разницы в пропорциях между парными данными для сравнения наблюдений исследований до — при МРХПГ и после — с построением 3D-реконструкций использовался критерий МакНемара. Результаты считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

По результатам УЗИ в проекции ворот печени определялось жидкостное образование округлой, овальной или веретенообразной формы, стенки которого представляли стенки общего желчного протока [2] (рис. 1, а). Просвет образования не окрашивался при цветовом доплеровском сканировании (ЦДС) (рис. 1, б).

УЗИ эффективно выявляло КРЖП с оценкой формы кистозного расширения и состояния внутриворотных протоков. Однако дальнейшая оценка вариантов слияния внутриворотных протоков, наличия aberrantных протоков, вариативность впадения пузырного протока в КРЖП, а также наличие аномального панкреатикобилиарного соустья (АПБС) данным методом невозможны. Отсутствие четкой пространственной визуализации структур гепатобилиарной зоны перед планированием хирур-

Параметры последовательностей для получения изображений магнитно-резонансной холангиопанкреатографии

Параметры	Дети < 20 кг	Дети ≥ 20 кг
Матрица сбора данных (мм)	256 × 256	256 × 256
Разрешение (мм)	250 × 250	250 × 250
Поле обзора (мм)	20	34
Толщина среза (мм)	1,2	1,6
TR	660	1260
TE	250	250

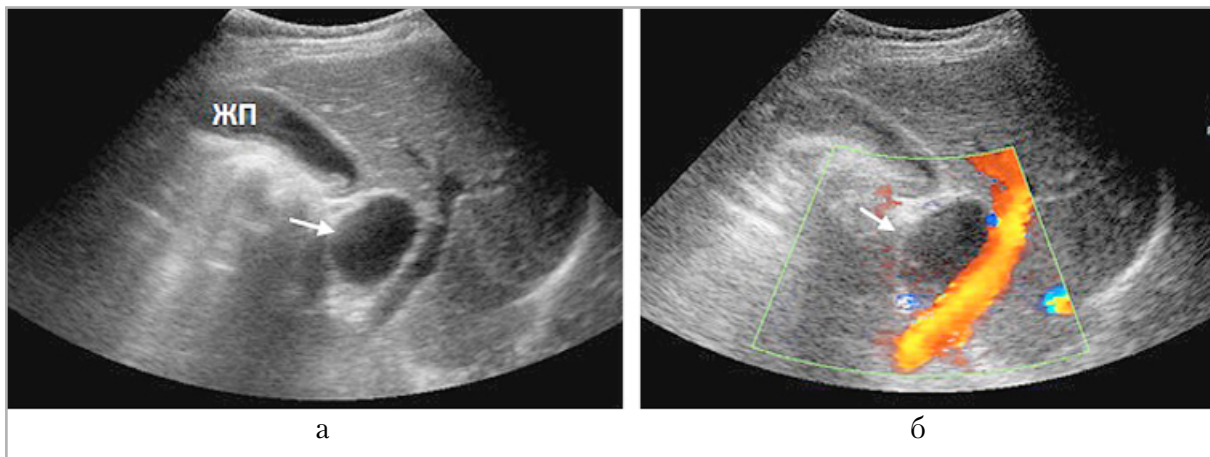


Рис. 1. Эхограммы кисты холедоха (КХ) пациента П., 6 лет: *а* – В-режим, сканирование в правом подреберье (ЖП – желчный пузырь), кистозное расширение холедоха (стрелка); *б* – ЦДС, скан в правом подреберье, выявленное кистозное образование (стрелка) аваскулярно

гического лечения требовало проведения дальнейшего диагностического поиска, а именно проведения МРХПГ.

Тип КРЖП должен быть установлен до этапа хирургической коррекции при дооперационном планировании выбора варианта билиодигестивного соустья, и в большинстве случаев с этой целью ориентируются на данные МРХПГ [8].

При МРХПГ-исследовании у 43 детей (58,9 %) выявлено КРЖП веретенообразной формы и у 30 детей (41,1 %) – шарообразной формы. По классификации Davenport, наиболее часто, в 45,2 % случаев, встречались кисты 1f типа, 1c типа – 28,8 %, почти в равном соотношении кисты 4с – 12,3 % и 4f типа – 13,7 %. Наглядные МРХПГ-изображения различных типов КРЖП у детей представлены на рис. 2.

При анализе МРХПГ-изображений у детей с КРЖП наблюдалась вариативность внутрипеченочных протоков как в отношении их размеров, так и при анализе типа слияния. На диаграммах представлены результаты распределения пациентов в зависимости от величины внутрипеченочных протоков и типов их слияния (рис. 3).

При оценке вариативности слияния протоков особое значение имело постро-

ение 3D-моделей. Так, визуализация правого переднего (ПП), правого заднего (ПЗ) и левого внутрипеченочных протоков (ЛП) на 3D-модели была значительно лучше (85 %), чем на изображениях МРХПГ (38 %) ($\chi^2 = 34$, $p < 0,001$).

Полученные в ходе исследования результаты коррелируют с данными, опубликованными Р. Wang и соавт. [17], получившими также более высокие показатели с помощью 3D-модели (65,7 %), чем при визуализации МРХПГ (37,1 %), для разграничения анатомии секторальных внутрипеченочных протоков и обнаружения редких анатомических вариантов строения структур гепатобилиарной зоны [17].

Такие высокие показатели при построении 3D-моделей обусловлены отсутствием проекционного наложения структур и перекрытия зоны интереса из-за больших размеров кисты или деформированного желчного пузыря, а также повышенным жидкостным содержанием в петлях кишки (рис. 4).

Модель 3D-визуализации обеспечила более четкую топографическую визуализацию и оценку вариантов впадения пузырного протока по сравнению с изображениями МРХПГ (рис. 5). При 3D-визуализации в 78 % случаев были

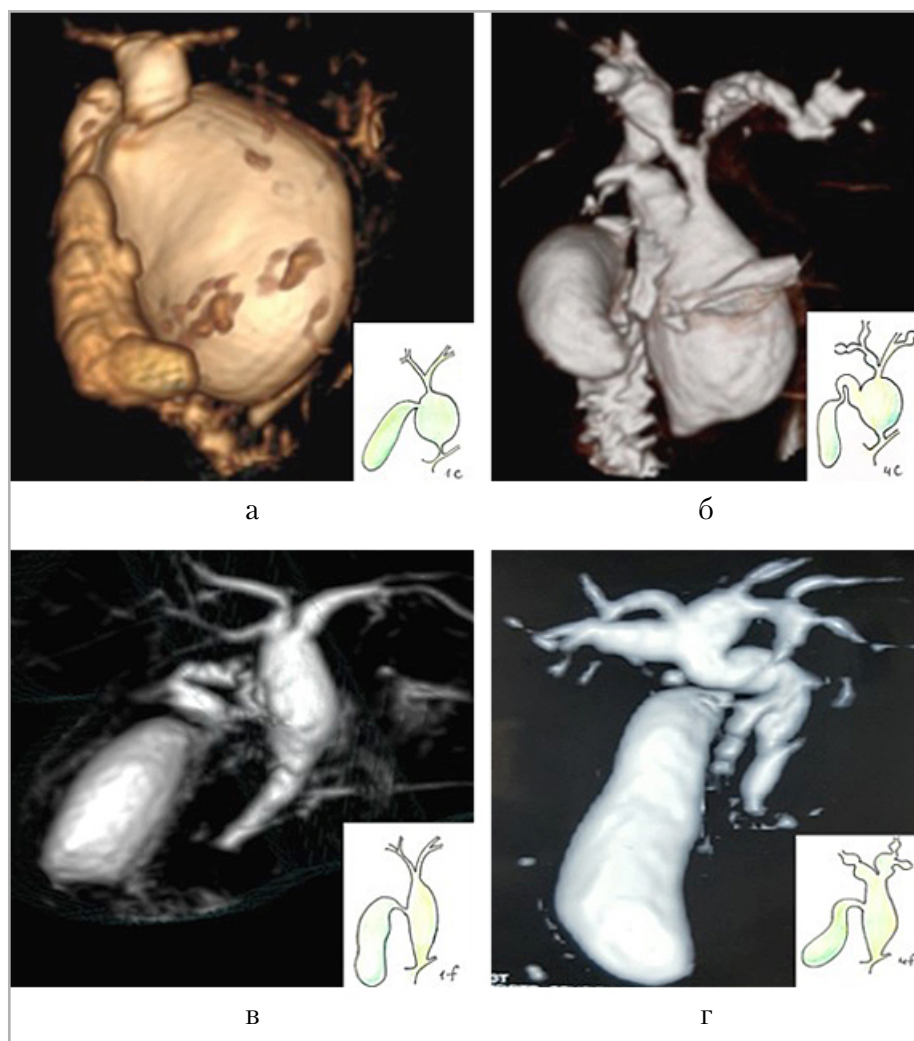


Рис. 2. 3D-MРХПГ разных типов КРЖП и их схематическое изображение: *а* – шарообразный тип, 1с в модификации Davenport; *б* – шарообразный тип, 4с в модификации Davenport; *в* – веретенообразный тип, 1f в модификации Davenport; *г* – веретенообразный тип, 4f в модификации Davenport

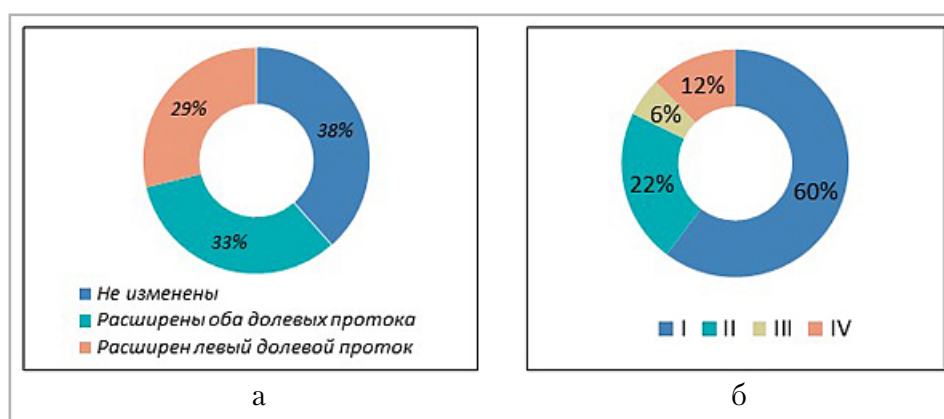


Рис. 3. Диаграммы распределения пациентов с КРЖП в зависимости от состояния внутрипеченочных протоков (*а*) и по типам слияния в соответствии с классификацией по Т. Nakamura (*б*): *I тип*: правый задний печеночный проток сливается с правым передним, образуя правый печеночный проток; *II тип*: трифуркация внутрипеченочных протоков; *III тип*: правый задний проток впадает в общий печеночный проток; *IV тип*: правый задний проток впадает в левый печеночный проток

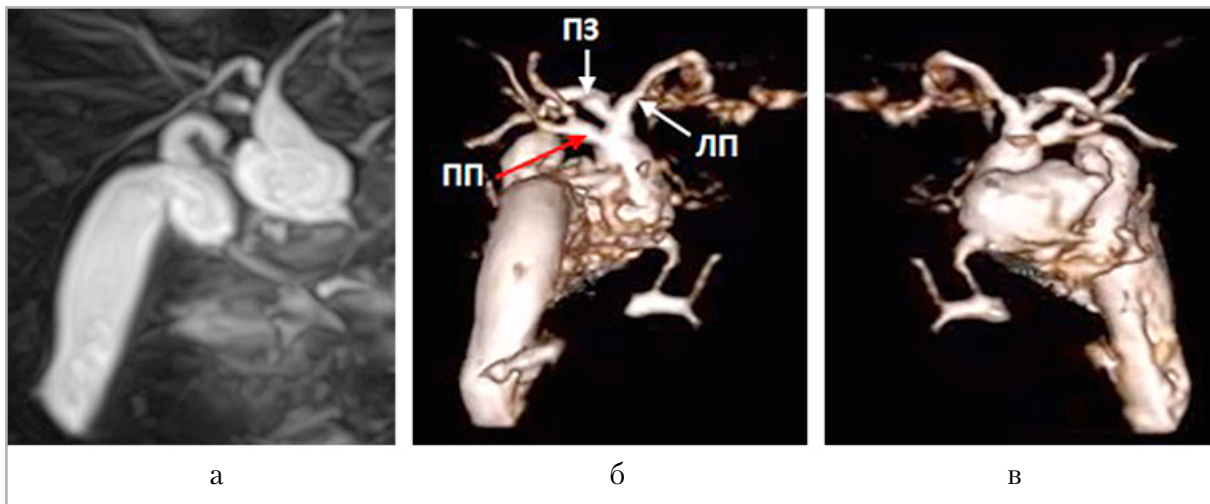


Рис. 4. МРХПГ пациента Д., 3 года, (а) и 3D-реконструкции (б, в): шарообразный тип КРЖП с IV типом слияния внутрипеченочных протоков по Nakamiga: правый задний печеночный проток (ПЗ, стрелка) впадает в левый печеночный проток (ЛП, стрелка). ПП – правый внутрипеченочный проток (красная стрелка)

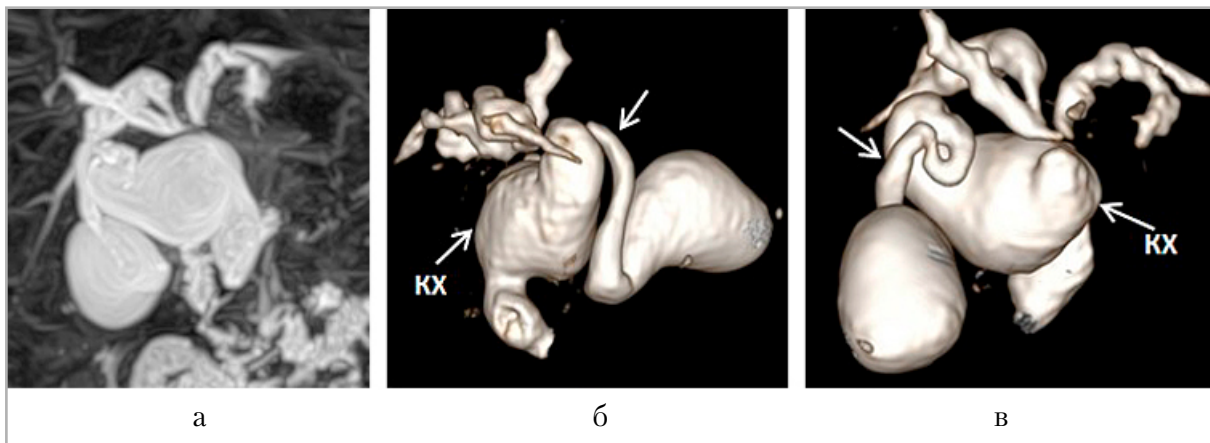


Рис. 5. МРХПГ пациента Г., 7 лет, в коронарной плоскости (а) и 3D-реконструкции (б, в): шарообразный тип КРЖП (стрелка, КХ) с извитым и расширенным пузырьным протоком (стрелка), впадающим в КРЖП

оценены анатомические варианты расположения протоков, при МРХПГ без построения 3D-моделей только в 15 % случаев ($\chi^2 = 46, p < 0,001$).

Неоднозначные результаты получены при визуализации панкреатического протока у детей. Из 73 только у 55 детей (75 %) удалось визуализировать панкреатический проток с построением 3D-моделей и у 54 детей (73 %) при проведении стандартной МРХПГ статистически значимых различий в качестве изображений не выявлено ($\chi^2 = 1, p = 0,317$). Сложности визуализации связа-

ны с малым диаметром протока у детей младшего возраста и ограничением за счет толщины среза изображений.

Однако при оценке пространственного взаимоотношения протоков и анатомических вариантов расположения, в частности, при оценке типа АПБС, 3D-модель показала большую информативность – 86 %. МРХПГ без построения 3D-моделей была эффективна только в 21 % случаев ($\chi^2 = 46, p < 0,001$) (рис. 6).

Точная визуализация АПБС особенно важна у детей перед планированием

хирургического лечения. Считается, что наличие АПБС, которое выявили при МРХПГ у 29 детей (39,7 %), является одним из основных патофизиологических механизмов развития рецидивирующего панкреатита [10, 11]. При наличии АПБС у детей с КРЖП выявляется высокое впадение в холедох панкреатического протока с формированием длинного общего канала, что, в свою очередь, способствует панкреатобилиарному рефлюксу [10, 17].

По результатам нашего исследования установлено, что у детей с КРЖП и наличием АПБС риск развития панкреатита в 5,13 раза больше, чем у детей с нормальным слиянием протоков ($p < 0,05$).

Обобщенные результаты, полученные в ходе анализа эффективности дополнения стандартного исследования построением 3D-моделей, представлены на диаграмме (рис. 7).

При анализе МРХПГ-изображений у детей с КРЖП часто встречалась со-

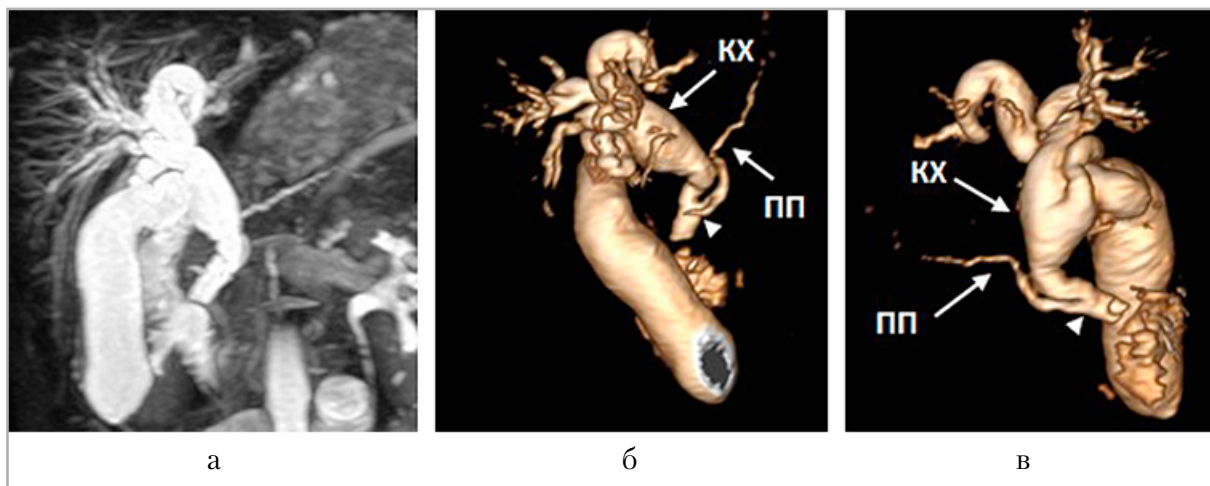


Рис. 6. МРХПГ (а) и 3D-реконструкции (б, в) пациента М, 9 лет: веретенообразная киста холедоха (стрелка, КХ) с наличием аномального слияния холедоха и панкреатического протока (голова стрелки), которое четко визуализируется при построении 3D-моделей (б, в), при стандартной МРХПГ (а) дистальная треть холедоха наслаивается на часть панкреатического протока (ПП) (стрелка, ПП), перекрывая место их слияния

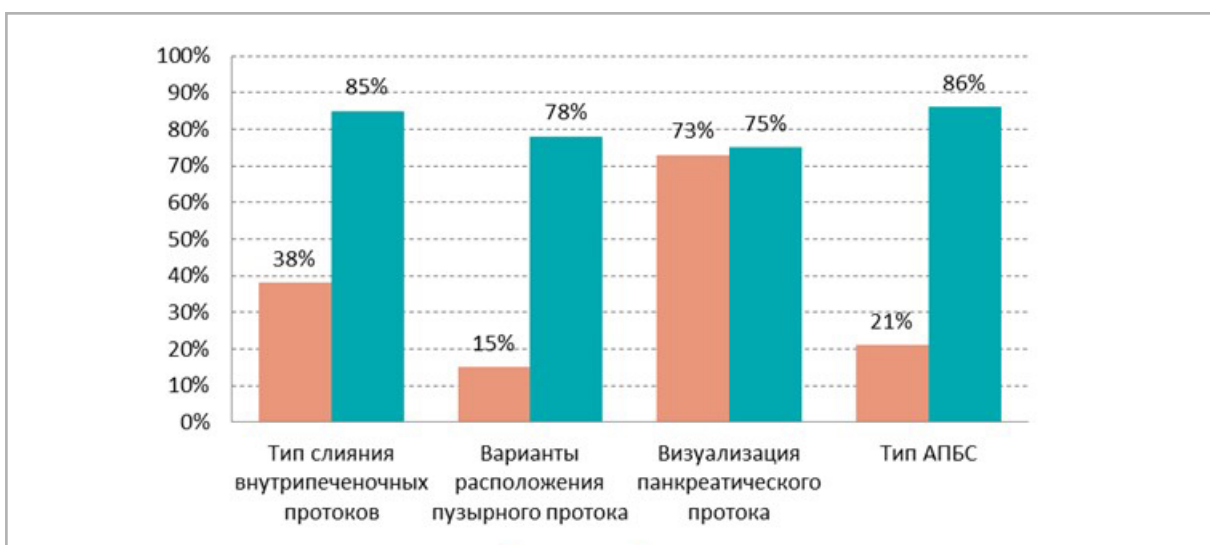


Рис. 7. Диаграмма частотного распределения при визуализации анатомических вариантов строения структур гепатобилиарной зоны у детей с КРЖП при проведении МРХПГ и с построением 3D-моделей

четанная патология в гепатобилиарной зоне: деформация желчного пузыря — в 67,1 % случаев, холедохоцистолитиаз — в 30,2 %, МР-признаки холецистита — в 5,5 % случаев и свободная жидкость в брюшной полости — в 2,7 %.

Полученные в ходе МРХПГ данные у детей с КРЖП и механической желтухой, подтверждающие наличие блока в дистальном отделе общего желчного протока при отсутствии эффекта от консервативной терапии, являлись показанием к хирургической декомпрессии желчных протоков.

Наличие свободной жидкости в брюшной полости и увеличенного и деформированного желчного пузыря требовало улучшить качество визуализации путем построения 3D-реконструкций с выделением зоны интереса вручную и удаления областей с жидкостью, мешающих визуализации протоков.

Заключение

УЗИ, как первичный метод лучевой диагностики, эффективно позволяет выявить КРЖП у детей, однако не предоставляет полную информацию о пространственном расположении и особенностях слияния структур желчевыводящей системы, необходимую для предоперационного планирования.

МРХПГ позволяет неинвазивно, без лучевой нагрузки и внутривенного контрастирования, получить полное представление о топографии внепеченочных желчных и панкреатических протоков, что позволяет спланировать ход хирургического лечения и избежать повреждения важных анатомических структур.

При МРХПГ необходимо определить тип КРЖП, оценить состояние внутрипеченочных протоков (величину, тип слияния, аберрантные протоки) и наличие аномального панкреатико-билиарного соустья, которое является предиктом развития рецидивирующего панкреатита ($\chi^2 = 6,74$, $p = 0,009$).

Дополнение стандартного МРХПГ-исследования построением 3D-моделей улучшает эффективность метода при диагностике КРЖП у детей, позволяя преодолеть ограничения в виде проекционного наложения анатомических структур. Данная методика позволяет пространственно и детально оценить тип слияния внутрипеченочных протоков в 85 %, в 78 % — анатомические варианты пузыря протока и в 40 % — наличие АПБС с последующим подразделением их на типы. Данное преимущество позволяет сократить или полностью исключить интраоперационные исследования.

Список источников

1. Борисова И. И., Каган А. В., Караваева С. А., Котин А. Н. Диагностика и лечение кист общего желчного протока у детей // Детская хирургия. 2020. Т. 24, № 3. С. 161–166. <https://doi.org/10.18821/1560-9510-2020-24-3-161-166>
2. Васильев А. Ю., Ольхова Е. Б. Основы ультразвуковой диагностики в педиатрии и детской хирургии: учебно-методическое пособие для врачей ультразвуковой диагностики / А. Ю. Васильев, Е. Б. Ольхова, Москва: ООО «Фирма СТРОМ», 2019. 340 с.
3. Пыков М. И., Соколов Ю. Ю., Балашов В. В., Зыкин А. П., Леонидов А. Л., Антонов Д. В., Юркин Ю. Ю. Ультразвуковая диагностика кист брюшной полости у детей // Педиатрия. Consilium Medicum. 2017. № 1. С. 68–72.
4. Разумовский А. Ю., Рачков В. Е., Митупов З. Б., Куликова Н. В., Задвернюк А. С., Степаненко Н. С., Шубин Н. В. Мини-лапаротомия при лечении кист холедоха у детей // Российский журнал детской хирургии. 2021. Т. 25, № 3. С. 165–173. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-2-40-47>
5. Соколов Ю. Ю., Ефременков А. М., Уткина Т. В., Солодина Е. Н., Мелехина О. В., Ахматов Р. А., Луковкина О. В.,

- Барская К. А. Лапароскопические вмешательства у детей при кистозных расширениях желчных протоков // *Анналы хирургической гепатологии*. 2024. Т. 2, № 29. С. 48–57. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-2-48-57>
6. Almehdar A., Chavhan G.B. MR cholangiopancreatography at 3.0 T in children: diagnostic quality and ability in assessment of common paediatric pancreaticobiliary pathology. *Br. J. Radiol.* 2013; 86(1025):20130036. <https://doi.org/10.1259/bjr.20130036>
 7. Brown Z. J., Baghdadi A., Kamel I. Diagnosis and management of choledochal cysts. *HPB.* 2023;1(25):14-25. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2022.09.010>
 8. Dillman J. R., Patel R. M., Lin T. K., Towbin A. J., Trout A. T. Diagnostic performance of magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) versus endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) in the pediatric population: a clinical effectiveness study. *Abdom. Radiol.* 2019;44(7):2377-2383. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-01975-8>
 9. Hiramatsu T., Itoh A., Kawashima H., Ohno E., Itoh Y., Sugimoto H., Sumi H., Funasaka K., Nakamura M., Miyahara R., Katano Y., Ishigami M., Ohmiya N., Kaneko K., Ando H., Goto H., Hirooka Y. Usefulness and safety of endoscopic retrograde cholangiopancreatography in children with pancreaticobiliary maljunction. *Pediatr. Surg.* 2015;50(3):377-381. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2014.08.024>
 10. Ishibashi H., Shimada M., Kamisawa T., Fujii H., Hamada Y., Kubota M., Urushihara N., Endo I., Nio M., Taguchi T., Ando H. Japanese Study Group on Congenital Biliary Dilatation (JSCBD). Japanese clinical practice guidelines for congenital biliary dilatation. *J. Hepatobiliary Pancreat. Sci.* 2017;24(1):1-16. <https://doi.org/10.1002/jhbp.415>
 11. Kamisawa T., Ando H., Suyama M., Shimada M., Morine Y., Shimada H. Working Committee of Clinical Practice Guidelines for Pancreaticobiliary Maljunction; Japanese Study Group on Pancreaticobiliary Maljunction. Japanese clinical practice guidelines for pancreaticobiliary maljunction. *J. Gastroenterol.* 2012;47(7):731-59. <https://doi.org/10.1007/s00535-012-0611-2>
 12. Onder H., Ozdemir M. S., Tekbaş G., Ekici F., Gümüş H., Bilici A. 3-T MRI of the biliary tract variations. *Surg. Radiol. Anat.* 2013;35(2):161-7. <https://doi.org/10.1007/s00276-012-1021-0>
 13. Ringe K. I., Hartung D., von Falck C., Wacker F., Raatschen H. J. 3D-MRCP for evaluation of intra- and extrahepatic bile ducts: comparison of different acquisition and reconstruction planes. *BMC Med. Imaging.* 2014;14:16. <https://doi.org/10.1186/1471-2342-14-16>
 14. Soares K. C., Goldstein S. D., Ghaseb M. A., Kamel I., Hackam D. J., Pawlik T. M. Pediatric choledochal cysts: diagnosis and current management. *Pediatr. Surg. Int.* 2017;33(6):637-650. <https://doi.org/10.1007/s00383-017-4083-6>
 15. Soares K. C., Kim Y., Spolverato G., Maithel S., Bauer T. W., Marques H., Sobral M., Knoblich M., Tran T., Aldrighetti L., Jabbour N., Poultsides G. A., Gamblin T. C., Pawlik T. M. Presentation and Clinical Outcomes of Choledochal Cysts in Children and Adults: A Multi-institutional Analysis. *JAMA Surg.* 2015;150(6):577-84. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2015.0226>
 16. Takuma K., Kamisawa T., Hara S., Tabata T., Kuruma S., Chiba K., Kuwata G., Fujiwara T., Egashira H., Koizumi K., Fujiwara J., Arakawa T., Momma K., Igarashi Y. Etiology of recurrent acute pancreatitis, with special emphasis on pancreaticobiliary malformation. *Adv. Med. Sci.* 2012;57 (2):244-250. <https://doi.org/10.2478/v10039-012-0041-7>
 17. Wang P., Gong Y., Lu S., Chen J. Three-dimensional visualization technique compared with magnetic resonance cholangiopancreatography for evaluation of

anatomic variants of pediatric congenital choledochal cysts. *Pediatr. Surg. Int.* 2021;37(6):705-713. <https://doi.org/10.1007/s00383-020-04854-2>

References

1. Borisova I. I., Kagan A. V., Karavaeva S. A., Karavaeva S. A., Kotin A. N. Diagnostics and treatment of choledochal cyst in children. *Pediatric Surgery.* 2020;24(3):161-166. (In Russ.). <https://doi.org/10.18821/1560-9510-2020-24-3-161-166>
2. Vasiliev A. Yu., Olkhova E. B. Fundamentals of ultrasound diagnostics in pediatrics and pediatric surgery. Educational and methodical manual for doctors of ultrasound diagnostics. A. Yu. Vasiliev, E. B. Olkhova. Moscow: LLC «Firm STROM», 2019. 340 p. (In Russ.).
3. Pykov M. I., Sokolov Yu. Yu., Balashov V. V., Zykin A. P., Leonidov A. L., Antonov D. V., Yurkin Yu. Yu. Ultrasound diagnostics of abdominal cysts in children. *Pediatrics. Consilium Medicum.* 2017;1:68-72. (In Russ.).
4. Razumovskiy A. Yu., Rachkov V. Ye., Mitupov Z. B., Kulikova N. V., Zadvernyuk A. S., Stepanenko N. S., Shubin N. V. Minilaparotomy for cystic transformations of bile ducts in children. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2024;29(2):40-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-2-40-47>
5. Sokolov Yu. Yu., Efremenkov A. M., Utkina T. V., Solodinina E. N., Melekhina O. V., Akhmatov R. A., Lukovkina O. V., Barskaya K. A. Laparoscopic interventions in children with cystic bile duct dilations. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2024;2(29):48-57. (In Russ.). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-2-48-57>
6. Almeshdar A., Chavhan G.B. MR cholangiopancreatography at 3.0 T in children: diagnostic quality and ability in assessment of common paediatric pancreaticobiliary pathology. *Br. J. Radiol.* 2013; 86(1025):20130036. <https://doi.org/10.1259/bjr.20130036>
7. Brown Z. J., Baghdadi A., Kamel I. Diagnosis and management of choledochal cysts. *HPB.* 2023;1(25):14-25. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2022.09.010>
8. Dillman J. R., Patel R. M., Lin T. K., Towbin A. J., Trout A. T. Diagnostic performance of magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) versus endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) in the pediatric population: a clinical effectiveness study. *Abdom. Radiol.* 2019;44(7):2377-2383. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-01975-8>
9. Hiramatsu T., Itoh A., Kawashima H., Ohno E., Itoh Y., Sugimoto H., Sumi H., Funasaka K., Nakamura M., Miyahara R., Katano Y., Ishigami M., Ohmiya N., Kaneko K., Ando H., Goto H., Hirooka Y. Usefulness and safety of endoscopic retrograde cholangiopancreatography in children with pancreaticobiliary maljunction. *Pediatr. Surg.* 2015;50(3):377-381. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2014.08.024>
10. Ishibashi H., Shimada M., Kamisawa T., Fujii H., Hamada Y., Kubota M., Urushihara N., Endo I., Nio M., Taguchi T., Ando H. Japanese Study Group on Congenital Biliary Dilatation (JSCBD). Japanese clinical practice guidelines for congenitalbiliary dilatation. *J. Hepatobiliary Pancreat. Sci.* 2017;24(1):1-16. <https://doi.org/10.1002/jhbp.415>
11. Kamisawa T., Ando H., Suyama M., Shimada M., Morine Y., Shimada H. Working Committee of Clinical Practice Guidelines for Pancreaticobiliary Maljunction; Japanese Study Group on Pancreaticobiliary Maljunction. Japanese clinical practice guidelines for pancreaticobiliary maljunction. *J. Gastroenterol.* 2012;47(7):731-59. <https://doi.org/10.1007/s00535-012-0611-2>
12. Onder H., Ozdemir M. S., Tekbaş G., Ekici F., Gümüş H., Bilici A. 3-T MRI of the biliary tract variations. *Surg. Radiol.*

- Anat.* 2013;35(2):161-7. <https://doi.org/10.1007/s00276-012-1021-0>
13. Ringe K. I., Hartung D., von Falck C., Wacker F., Raatschen H. J. 3D-MRCP for evaluation of intra- and extrahepatic bile ducts: comparison of different acquisition and reconstruction planes. *BMC Med. Imaging.* 2014;14:16. <https://doi.org/10.1186/1471-2342-14-16>
 14. Soares K. C., Goldstein S. D., Ghaseb M. A., Kamel I., Hackam D. J., Pawlik T. M. Pediatric choledochal cysts: diagnosis and current management. *Pediatr. Surg. Int.* 2017;33(6):637-650. <https://doi.org/10.1007/s00383-017-4083-6>
 15. Soares K. C., Kim Y., Spolverato G., Maithel S., Bauer T. W., Marques H., Sobral M., Knoblich M., Tran T., Aldrighetti L., Jabbour N., Poultides G. A., Gamblin T. C., Pawlik T. M. Presentation and Clinical Outcomes of Choledochal Cysts in Children and Adults: A Multi-institutional Analysis. *JAMA Surg.* 2015;150(6):577-84. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2015.0226>
 16. Takuma K., Kamisawa T., Hara S., Tabata T., Kuruma S., Chiba K., Kuwata G., Fujiwara T., Egashira H., Koizumi K., Fujiwara J., Arakawa T., Momma K., Igarashi Y. Etiology of recurrent acute pancreatitis, with special emphasis on pancreaticobiliary malformation. *Adv. Med. Sci.* 2012;57 (2):244-250. <https://doi.org/10.2478/v10039-012-0041-7>
 17. Wang P., Gong Y., Lu S., Chen J. Three-dimensional visualization technique compared with magnetic resonance cholangiopancreatography for evaluation of anatomic variants of pediatric congenital choledochal cysts. *Pediatr. Surg. Int.* 2021;37(6):705-713. <https://doi.org/10.1007/s00383-020-04854-2>

Сведения об авторах / Information about the authors

Шолохова Наталия Александровна, доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.
Вклад автора в публикацию: написание текста статьи, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Sholokhova Nataliya Aleksandrovna, PhD, professor, Department of Radiology, «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation»; Head of the Department of Radiology St. Vladimir Children's Clinical Hospital, Moscow, Russia.
Author's contribution: writing text, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Луковкина Ольга Вячеславовна, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия.
Вклад автора в публикацию: сбор и обработка материала, написание текста статьи.

Lukovkina Olga Vyacheslavovna, radiologist, Department of Radiology, St. Vladimir Children's Clinical Hospital Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia.
Author's contribution: collection and processing of material, writing text.

Статья поступила в редакцию 17.09.2024;
одобрена после рецензирования 03.11.2024;
принята к публикации 03.11.2024.

The article was submitted 17.09.2024;
approved after reviewing 03.11.2024;
accepted for publication 03.11.2024.