

ЛУКОВКИНА Ольга Вячеславовна

**МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ХОЛАНГИОПАНКРЕАТОГРАФИЯ С
ПОСТРОЕНИЕМ 3D РЕКОНСТРУКЦИЙ В ДИАГНОСТИКЕ
КИСТОЗНЫХ РАСШИРЕНИЙ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ У ДЕТЕЙ**

3.1.25. Лучевая диагностика (Медицинские науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

Шолохова Наталия Александровна, доктор медицинских наук, доцент

Научный консультант:

Соколов Юрий Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор

Официальные оппоненты:

Степанова Юлия Александровна – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, старший научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики;

Юсуфов Акиф Арифович – доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой лучевой диагностики.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится 12 ноября 2025 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета 21.3.054.06 на базе ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России по адресу: 125993, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр.1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России по адресу: 125445, г. Москва, ул. Беломорская, 19/38 и на сайте <http://www.rmapo.ru>

Автореферат разослан «_____» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Самсонова Любовь Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Врожденные пороки развития желчевыводящих путей на настоящий момент представляют собой актуальную медицинскую проблему. Среди них наиболее часто встречаются кистозные расширения желчных протоков (КРЖП), которые могут осложняться холангитом, панкреатитом, образованием желчных камней и развитием холангиокарциномы [Madadi – Sanjani O. et al, 2019; Mori H. et al, 2022].

Несмотря на низкую распространенность данного заболевания в популяции (5 – 15 случаев на 1 млн человек в Западных странах и США, среди жителей Азии – 1000 случаев на 1 млн человек) [Разумовский А. Ю. и др., 2021], считается, что наличие данной аномалии увеличивает риск развития злокачественных новообразований на 2,5% – 30% [Baison G. N. et al, 2019; Gao R. et al, 2023].

Общепринятым методом лечения КРЖП у детей является полное удаление кистозно-измененных внепеченочных желчных протоков и желчного пузыря с последующим формированием билиодигестивного анастомоза [Гусев А.А. и др., 2024; Plasencia G. et al, 2024].

В последнее время минимально инвазивные вмешательства, включая роботизированные техники [Zhang M. X. et al, 2019], становятся золотым стандартом гепатобилиарной хирургии детского возраста [Разумовский А. Ю. и др., 2024; Ратников С. А. и др., 2021]. Однако лапароскопическая резекция кистозно-расширенных желчных протоков, несмотря на свои преимущества, сопряжена с трудностями позиционирования инструментов в условиях ограниченного пространства [Соколов Ю.Ю. и др., 2023]. Это диктует необходимость применения современных методов диагностики с высокоточной визуализацией пространственных соотношений структур гепатобилиарной зоны еще на этапе подготовки к операции [Brown Z. J. et al, 2023].

Недостаточно полное представление об анатомических особенностях строения билиарного дерева у детей с КРЖП может приводить в ходе оперативных вмешательств к повреждению желчных и панкреатических протоков и к возникновению послеоперационных осложнений [Mazroua J. A. et al, 2023].

Степень разработанности темы

В настоящее время отсутствует четкий алгоритм диагностики КРЖП у детей, обеспечивающий качественное предоперационное обследование, выбор хирургического подхода и тактики послеоперационного ведения [Разумовский А. Ю. и др., 2021; Amano H. et al, 2021; Brown Z. J. et al, 2023].

Магнитно-резонансная холангиопанкреатография (МРХПГ) у взрослых позволяет визуализировать широкий спектр патологии желчных и панкреатических протоков, включая диагностику аномального панкреатикобилиарного соустья (АПБС), холангиокарциномы и холедохолитиаза с точностью, чувствительностью и специфичностью более 75% [Ахлебина М.И. и др., 2016; Степанова Ю. А. и др., 2017]. В диагностике КРЖП у детей МРХПГ так

же занимает лидирующие позиции, вытесняя инвазивные методы исследования, в том числе за счет отсутствия лучевой нагрузки и необходимости контрастирования [Степанова Ю. А. и др, 2009; Brown Z. J. et al, 2023; Soares K. C. et al, 2017]. Однако, данные отечественных и зарубежных исследований по диагностике КРЖП у детей фрагментарны и, в основном, базируются на анализе данных магнитно-резонансной томографии взрослых.

Особенно актуальной у детей с КРЖП остается проблема получения качественных, информативных изображений, необходимых для предоперационного планирования. При проведении стандартной МРХПГ получают двумерные плоскостные изображения с проекционным наложением анатомических структур. Кроме того, повышенное жидкостное скопление по ходу кишки и желудка, большой размер кистозно-расширенных желчных протоков, малый диаметр желчных и панкреатических протоков затрудняют интерпретацию результатов исследования и приводят к диагностическим ошибкам [Морозов Д. А., и др., 2015 Chen W. J., et al, 2024].

В зарубежной литературе существуют единичные публикации об использовании программ компьютерной постобработки для преобразования послойных МР-изображений в трехмерные (3D) реконструкции с возможностью их поворота на 360°, выделения области интереса и удаления лишних элементов, мешающих интерпретации [Wang P. et al, 2021]. Однако эффективность их использования при КРЖП у детей и их роль в дальнейшем планировании лапароскопических вмешательств не изучена. Из-за отсутствия обобщенных исследований эта методика в детской хирургии и лучевой диагностике на данный момент также не нашла широкого применения.

Цель исследования

Усовершенствовать протокол магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением 3D реконструкций у детей с врожденными кистозными расширениями желчных протоков.

Задачи исследования

1. Определить частоту встречаемости типов кистозных расширений желчных протоков, конfluence внутрипеченочных протоков и вариантов панкреатикобилиарного соустья у детей с кистозными расширениями желчных протоков.
2. Провести сравнительный анализ эффективности стандартной магнитно-резонансной холангиопанкреатографии и магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением 3D реконструкций у детей с кистозными расширениями желчных протоков.
3. Установить роль аномального панкреатикобилиарного соустья в развитии панкреатита у детей с врожденными кистозными расширениями желчных протоков.
4. Уточнить у детей с кистозными расширениями желчных протоков на основании данных магнитно-резонансной холангиопанкреатографии частоту встречаемости холедохолитиаза для выполнения декомпрессии желчных протоков в предоперационном периоде.

5. Оценить роль магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением 3D реконструкций для уточнения технических особенностей выполнения лапароскопических вмешательств и выбора оптимального варианта формирования билиодигестивного анастомоза.

6. Разработать алгоритм диагностики кистозных расширений желчных протоков у детей с включением в протокол этапного обследования магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением 3D реконструкций.

7. Уточнить значение 3D магнитно-резонансной холангиопанкреатографии для диагностики в отдаленном послеоперационном периоде стенозов билиодигестивных анастомозов и возможностей проведения хирургической коррекции.

Научная новизна

В работе на большом клиническом материале дан анализ данных МРХПГ у детей с кистозными расширениями желчных протоков.

Впервые у детей для оптимизации хирургической тактики применена 3D реконструкция компьютерного изображения желчных и панкреатических протоков.

Уточнена частота встречаемости типов КРЖП и слияния внутрипеченочных желчных протоков, вариантов панкреатикобилиарного соустья и их значение для планирования лапароскопических вмешательств, а также выбора оптимального варианта формирования билиодигестивного анастомоза у детей с КРЖП.

Определена роль наличия аномального панкреатикобилиарного соустья в развитии панкреатита у детей с КРЖП.

На основании результатов исследования получено свидетельство о государственной регистрации базы данных №2024624479 «Возможности магнитно-резонансной холангиопанкреатографии в диагностике кистозного расширения желчевыводящих протоков у детей» (от 16 октября 2024г.).

Впервые у детей с КРЖП разработан алгоритм диагностики и протокол этапного обследования с включением 3D МРХПГ для оценки состояния билиодигестивного анастомоза и постановки показаний к этапной баллонной дилатации области стеноза желчных протоков.

Теоретическая и практическая значимость работы

Решена научная задача разработки методологии лучевой диагностики кистозных расширений желчных протоков у детей на этапах первичной диагностики и хирургического лечения.

Обоснована научная концепция, определяющая ключевую роль МРХПГ с построением 3D реконструкций в диагностике и выборе тактики хирургического лечения детей с кистозными расширениями желчных протоков.

Установленные в ходе работы технические условия для проведения МРХПГ у детей позволят шире применять методику в детской практике.

Использование полученных после построения 3D реконструкций данных об анатомо-топографических соотношениях желчных протоков у детей с КРЖП показало высокую эффективность для планирования этапов лапароскопических

вмешательств и обуславливает необходимость использования компьютерной постобработки изображений в клинической практике.

Результаты, полученные у детей с КРЖП при проведении МРХПГ в раннем и позднем периоде после выполнения реконструктивных операций, способствуют ранней диагностике стенозов билиодигестивных анастомозов и своевременной коррекции осложнений.

Методология и методы диссертационного исследования

Проведена оценка эффективности МРХПГ с построением 3D реконструкций у детей с КРЖП и их роль для планирования лапароскопических вмешательств. Выполнено открытое ретро- и проспективное исследование с использованием клинико-лабораторных, инструментальных и статистических методов. Проанализированы данные ультразвукового исследования и магнитно-резонансной холангиопанкреатографии до и после построения трехмерных реконструкций с последующей их систематизацией и статистической обработкой результатов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Установлено, что у детей с кистозными расширениями желчных протоков магнитно-резонансная холангиопанкреатография с построением 3D реконструкций позволяет визуализировать анатомические особенности билиарного дерева с определением типов кистозных расширений желчных протоков, конfluence долевых печеночных протоков и вариантов панкреатикобилиарного соустья.

2. Доказано, что дополнение стандартной магнитно-резонансной холангиопанкреатографии построением 3D реконструкций у детей с кистозными расширениями желчных протоков позволяет эффективнее оценить типы конfluence внутрипеченочных протоков (85%, $\chi^2=34$, $p<0,001$), анатомические варианты расположения пузырного протока (78%, $\chi^2=46$, $p<0,001$), наличие и варианты аномального панкреатикобилиарного соустья (34,2%, $\chi^2=19$, $p<0,001$).

3. Показано, что при радикальном хирургическом лечении детей с кистозными расширениями желчных протоков выбор оптимального вида билиодигестивного анастомоза, а также особенности оперативной техники формирования гепатикоеюноанастомоза определяются выявленными при дооперационной 3D МРХПГ типами кистозных расширений желчных протоков, строением долевых печеночных протоков и вариантом слияния общего желчного и панкреатического протоков.

4. Определено, что в отдаленном послеоперационном периоде у детей с кистозными расширениями желчных протоков применение магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением 3D реконструкций позволяет выявить стеноз сформированного билиодигестивного анастомоза и установить показания для его хирургической коррекции.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Концепция работы, цель, задачи, методология, а также полученные результаты соответствуют паспорту научной специальности 3.1.25. Лучевая диагностика (медицинские науки) и направлениям исследования под пунктом 1

«Диагностика и мониторинг физиологических и патологических состояний, заболеваний, травм и пороков развития (в том числе внутриутробно) путем оценки качественных и количественных параметров, получаемых с помощью методов лучевой диагностики» и пунктом 2 «Определение информативности отдельных параметров (диагностических симптомов) и их сочетания (диагностических синдромов) для углубленного изучения этиологии, патогенеза, диагностики, эффективности лечения и исхода заболеваний, травм, патологических состояний и врожденных пороков развития (в том числе внутриутробно) с помощью методов лучевой диагностики».

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов исследования подтверждается достаточным количеством наблюдений, использованием комплексного методологического подхода с включением необходимых методов исследования и статистической обработкой результатов с применением современных статистических методов.

Проведение диссертационного исследования одобрено Независимым этическим комитетом ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (протокол №15 от 18 декабря 2024 года).

Апробация проведена на расширенном заседании кафедры лучевой диагностики детского возраста ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России 26.06.2025г (протокол № 6/251 от 26 июня 2025 года).

Результаты исследования обсуждены и доложены на конференциях: XV Юбилейный Всероссийский Национальный Конгресс лучевых диагностов и терапевтов Радиология (г. Москва, 2021); VIII Всероссийская научная конференция молодых ученых и студентов с международным участием "VolgaMedScience" ФГБОУ НО "Приволжского исследовательского медицинского университета", (г. Нижний Новгород, 2022); Конгресс российского общества рентгенологов и радиологов (г. Москва, 2022); Второй национальный конгресс «Лучевая диагностика в педиатрии. Практические аспекты» (г. Тверь, 2022); VIII Московский городской съезд педиатров с межрегиональным и международным участием «Трудный диагноз в педиатрии» (г. Москва, 2022); I Школа по лучевой диагностике в детской гематологии и онкологии (г. Москва, 2023).

Внедрение результатов исследования

Практические рекомендации настоящего исследования внедрены в клиническую практику отделения лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира ДЗМ» (акт внедрения от 19.05.2025 года); отделения лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница имени З. А. Башляевой ДЗМ» (акт внедрения от 27.05.2025 года); отделения лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская поликлиника №120 ДЗМ» (акт внедрения от 23.04.2025 года). Основные результаты положения и выводы диссертации используются в лекционном курсе программ повышения квалификации на кафедре лучевой диагностики детского возраста ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (акт внедрения от 14.05.2025 года) и на кафедре рентгенологии, УЗИ и функциональной

диагностики ФГБУ НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева (акт внедрения от 19.03.2025 года).

Личный вклад автора

Автором проведен анализ литературы, обоснованы актуальность и степень разработанности темы, разработан дизайн исследования, сформированы цели и задачи, определена научно-практическая значимость диссертационного исследования, сформулированы выводы, даны практические рекомендации и подготовлены публикации по теме диссертационного исследования.

Автор принял непосредственное участие в проведении МРХПГ 85% пациентов с КРЖП, провел анализ полученных клинико-лабораторных и инструментальных данных, компьютерную постобработку 3D реконструкций магнитно-резонансных холангиопанкреатограмм всех пациентов, выполнил подбор оптимальных технических параметров для проведения магнитно-резонансных исследований. Статистическая обработка результатов работы и подготовка схематических изображений произведены автором. Объекты интеллектуальной собственности и публикации по теме диссертации выполнены автором.

Публикации результатов исследований

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 1 патент, 3 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, и 1 статья в журнале, включенном в международную базу научного цитирования SCOPUS.

Объем и структура диссертации

Диссертация содержит введение, 4 главы, заключение, выводы, практические рекомендации, список используемой литературы и приложение. Текст изложен на 135 страницах, содержит 13 таблиц и 61 рисунок. Список литературы включает 115 источников, из них 31 отечественный и 84 зарубежных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы

В исследование включены 73 пациента с КРЖП, оперированные лапароскопическим доступом, за период 2017–2024 гг. в условиях детского многопрофильного стационара ГБУЗ «ДГКБ святого Владимира ДЗМ». Возраст больных составил от 5 суток жизни до 17 лет 7 мес., средний возраст 6 ± 4 года ($M \pm \sigma$). КРЖП в 1,8 раз чаще встречалось у девочек ($n=47$, 64%), чем у мальчиков ($n=26$, 36%). Частота встречаемости различных симптомов у детей с КРЖП в исследуемой группе представлена на диаграмме (Рисунок 1).

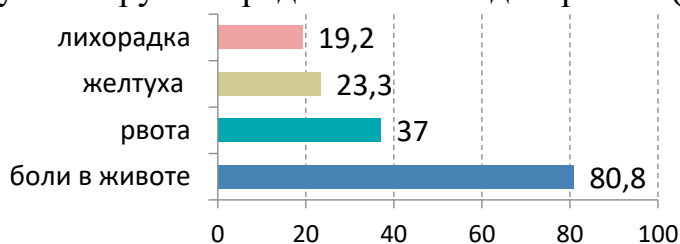


Рисунок 1 – Клинические симптомы у детей с КРЖП, в %

Диагностические методы состояли из лабораторных (результаты клинического и биохимического анализов крови) и инструментальных исследований (УЗИ и МРХПГ с построением 3D реконструкций).

Ультразвуковое исследование проводилось на аппарате премиум класса Voluson E-8 без седации пациентов, натошак, в положении лежа на спине.

При повышении уровня амилазы и липазы, при наличии клинических симптомов и ультразвуковых признаков 19 (26%) пациентам был установлен клинический диагноз панкреатит.

Магнитно-резонансная холангиопанкреатография проводилась на аппарате Exelart Vantage Atlas-X (Toshiba, Япония) с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Исследование выполнялось в положении пациента лежа на спине с применением 8-канальной катушки Body flex для сканирования тела и датчика синхронизации дыхания. Новорожденным и пациентам в возрасте до 6 лет исследование выполнялось с анестезиологическим пособием.

Протокол МРХПГ включал следующие последовательности: AX T2 Fase, COR T2 Fase, 3D MRCP с различным расположением блока направления сканирования: по оси, соединяющей ОЖП и желчный пузырь (Рисунок 2, а); в обратном направлении для визуализации места слияния ГПП и ОЖП (Рисунок 2, б); по направлению панкреатического протока (Рисунок 2, в).

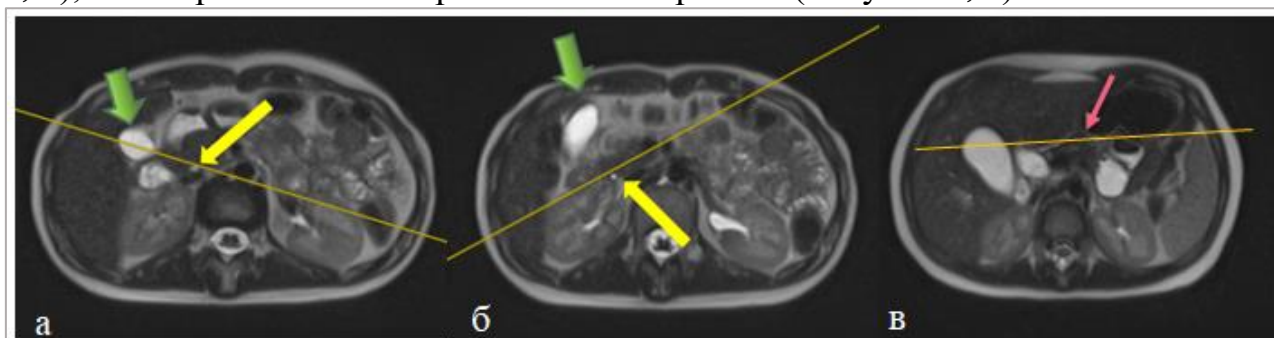


Рисунок 2 – Расположение блока направления сканирования при МРХПГ (зеленая стрелка – ЖП, желтая стрелка – ОЖП, красная стрелка – ГПП)

Технические параметры МРХПГ сканирования (3D MRCP) представлены в таблице (Таблица 1).

Таблица 1

Технические параметры для получения МРХПГ-изображений

Параметры	Дети (0-10 кг)	Дети (10- 20 кг)	Дети >20 кг
Матрица сбора данных (мм)	256x256	256x256	256x256
Разрешение (мм)	250x250	250x250	250x250
Поле обзора (мм)	20	20,4	34
Толщина среза (мм)	1,2	1,4	1,6
TR	660	1260	1260
TE	250	250	250

Компьютерная 3D обработка проводилась после получения послойных изображений с применением программного обеспечения, предустановленного на магнитно-резонансном томографе Toshiba (Япония), и дополнительно с помощью программы Radiant DICOM Viewer (MEDIXANT MACIEJ

FRANKIEWICZ, Польша) с использованием инструмента 3D VR (рендеринг объема) в интерактивном окне.

После полного клинико-инструментального обследования всем пациентам было выполнено лапароскопическое иссечение кистозно-измененных внепеченочных желчных протоков с формированием БДА.

В качестве динамического контроля после хирургического лечения проводилось УЗИ через 3, 6, 12, 24 мес. и 3D МРХПГ через 6, 12, 24 мес.

Статистическая обработка данных проведена с использованием программного обеспечения StatTech v. 2.8.8 (ООО "Статтех", Россия) и Jamovi Версия 2.3 (Сидней, Австралия), а так же Office Exel 2010 (Microsoft, Редмонд, Вашингтон, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ультразвуковое исследование КРЖП у детей

При выполнении УЗИ у детей с КРЖП в проекции ворот печени определялось кистозное образование округлой или веретенообразной формы, просвет которого не окрашивался при ЦДС (Рисунок 3, а, б).

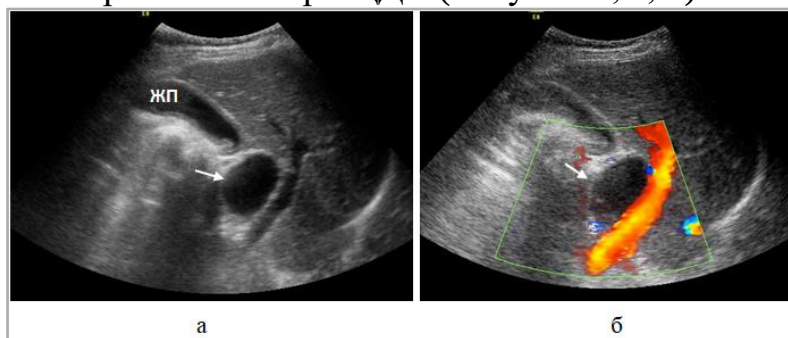


Рисунок 3 – Эхограммы КРЖП, сканирование в правом подреберье: а – В-режим, кистозное расширение ОЖП (стрелка); б – ЦДС

Обобщенные эхографические признаки, выявляемые у детей с КРЖП, представлены в таблице (Таблица 2).

Таблица 2

Эхографические данные у детей с КРЖП

Визуализируемые признаки		Количество пациентов	
		n	%
ОЖП	расширение	73	100
	форма расширения	69	94,5
	конкременты	4	5,5
Внутрипеченочные протоки	расширение	19	26
Панкреатический проток	расширение	12	16,4
Желчный пузырь	деформация	49	67,1
	утолщение стенок	6	8,2
	наличие конкрементов	15	20,6
Выпот в брюшной полости		2	2,7

Несмотря на эффективность УЗИ в диагностике КРЖП, визуализация пространственного расположения желчных и панкреатических протоков, включая тип конfluence внутрипеченочных протоков, расположение пузырного протока и слияние ГПП и ОЖП, была затруднена. С целью детальной визуализации указанных структур проводилась МРХПГ.

МРХПГ с построением 3D реконструкций у детей с КРЖП

При проведении МРХПГ у детей с КРЖП оценивали следующие параметры: тип КРЖП; состояние внутрипеченочных протоков (величина, тип конfluence); вариант панкреатикобилиарного соустья (наличие, вариант АПБС); наличие сочетанных изменений в гепатобилиарной области.

Типы кистозных расширений желчных протоков

При проведении МРХПГ КРЖП определялось как расширение ОЖП и/или ОПП веретенообразной или шарообразной формы (Таблица 3).

Таблица 3

Анатомические типы КРЖП по данным МРХПГ

Тип КРЖП		n	%
По форме	шарообразная	30	41,1
	веретенообразная	43	58,9
По классификации Todani	1a	23	31,5
	1c	31	42,5
	4a	19	26
По классификации Davenport	1c	21	28,8
	1f	33	45,2
	4c	9	12,3
	4f	10	13,7

Наглядные МРХПГ изображения различных типов КРЖП и их схематические изображения представлены на рисунке (Рисунок 4).



Рисунок 4 – 3D реконструкции МРХПГ. Разные типы КРЖП в соответствии с классификацией Davenport и их схематическое изображение (рисунки автора): а – 1с; б – 4с; в – 1f; г – 4f

Оценка состояния внутрипеченочных желчных протоков

На основании данных 3D МРХПГ у детей с КРЖП в 33% случаев наблюдалось расширение обоих долевого протоков, в 29% – изолированное

расширение левого долевого внутрипеченочного протока. По данным 3D МРХПГ определены типы конфлюенса внутрипеченочных протоков в соответствии с классификацией Nakamura (Рисунок 5 – 9).

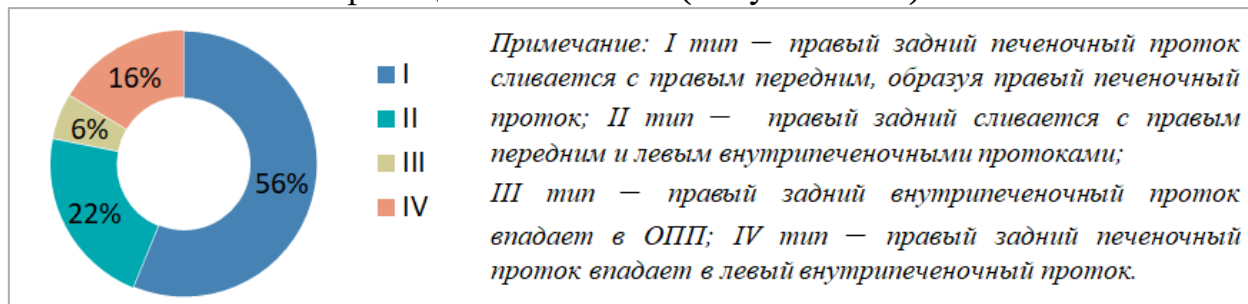


Рисунок 5 – Диаграмма частоты встречаемости типов конфлюенса внутрипеченочных протоков в соответствии с классификацией Nakamura

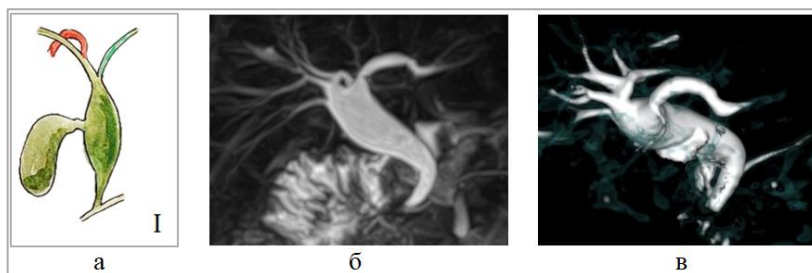


Рисунок 6 – Веретенообразный тип КРЖП и I тип конфлюенса внутрипеченочных протоков по Nakamura: а – схематическое изображение (рисунок автора), б – МРХПГ, в – 3D реконструкция МРХПГ

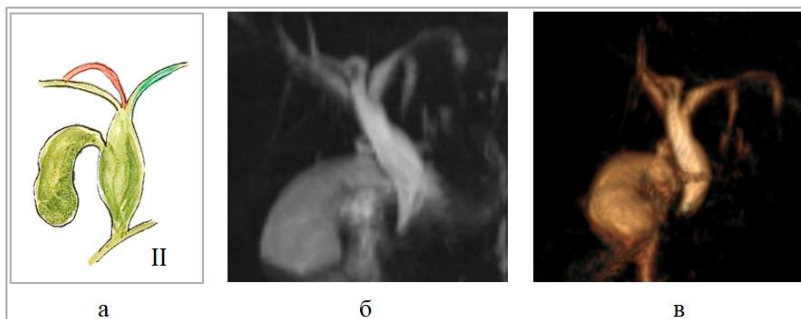


Рисунок 7 – Веретенообразный тип КРЖП и II тип конфлюенса внутрипеченочных протоков по Nakamura: а – схематическое изображение (рисунок автора), б – МРХПГ, в – 3D реконструкция МРХПГ

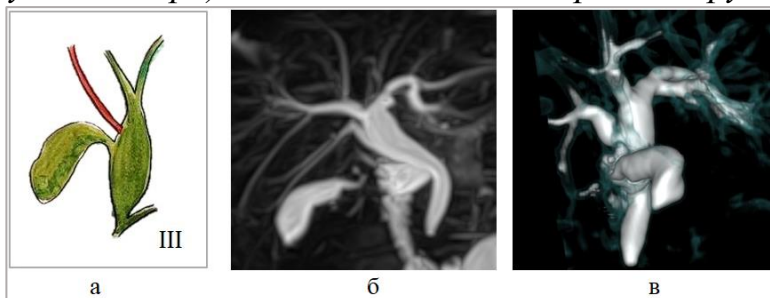


Рисунок 8 – Веретенообразный тип КРЖП и IV тип конфлюенса внутрипеченочных протоков по Nakamura: а – схематическое изображение (рисунок автора), б – МРХПГ, в – 3D реконструкция МРХПГ

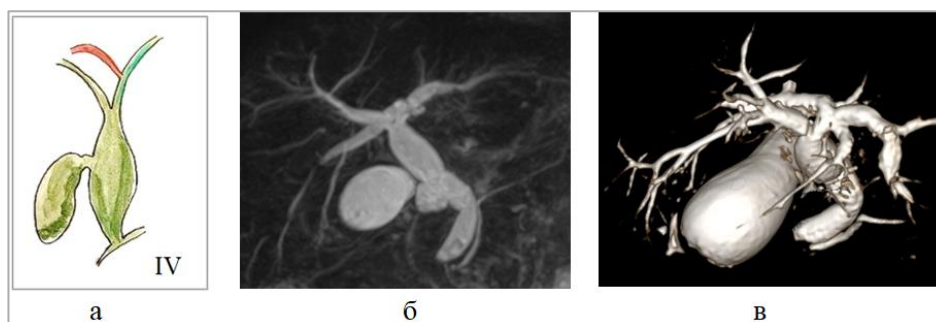


Рисунок 9 – Веретенообразный тип КРЖП и III тип конфлюенса внутрипеченочных протоков по Nakamura: а – схематическое изображение (рисунок автора), б – МРХПГ, в – 3D реконструкция МРХПГ

Оценка наличия аномального панкреатикобилиарного соустья

При наличии АПБС у детей с КРЖП выявляли высокое слияние (вне стенки двенадцатиперстной кишки) ОЖП и ГПП с формированием длинного общего канала ≥ 5 мм.

При проведении МРХПГ у 18 (24,7%) из 73 пациентов с КРЖП младше 5 лет не удалось визуализировать ГПП из-за его малого диаметра. АПБС выявлено у 29 (39,7%) пациентов с КРЖП. Дальнейший анализ МРХПГ-изображений у пациентов с аномальным слиянием ОЖП и ГПП позволил выделить варианты соустья в соответствии с классификацией Коми и комитета по изучению АПБС (Япония). Обобщенные результаты представлены в таблице (Таблица 4).

Таблица 4

Варианты панкреатикобилиарного соустья у детей с КРЖП

Варианты слияния ОЖП и панкреатических протоков			n	%
Нормальное			26	35,6
Аномальное	по классификации Коми	Р-С (под острым углом)	18	24,7
		С-Р (под прямым углом)	10	13,7
		сложный	1	1,4
	по классификации комитета по изучению АПБС (Япония)	А (стенотический)	10	13,7
		В (нестенотический)	13	17,8
		С (локально расширенный)	5	6,9
		Д (комплексный)	1	1,4
	Всего		29	39,7
Не визуализировано			18	24,7
Всего			73	100

Примечание: С-Р – слияние ОЖП и ГПП под прямым углом; Р-С – слияние ОЖП и ГПП под острым углом; комплексный вариант – со сложной системой взаимосвязей протоков.

А (стенотический) – дистальная часть кистозно-измененного ОЖП сужена и переходит в нерасширенный общий канал; В (нестенотический) – дистальная часть ОЖП плавно переходит в общий канал без его локального расширения; С (с локальным расширением общего канала) – нерасширенная дистальная часть ОЖП переходит в локально расширенный общий канал; D (комплексный) – сложная система взаимосвязей между протоками, часто ассоциированная с аномалиями развития ПЖ.

МРХПГ-изображения, 3D реконструкции МРХПГ и схематические изображения различных вариантов АПБС представлены на рисунках (Рисунок 10 – 12).



Рисунок 10 – Магнитно-резонансные холангиограммы. С-Р вариант АПБС (стрелка): а – коронарное изображение, б – 3D реконструкция

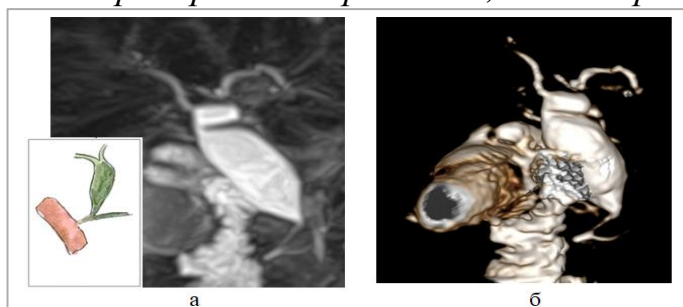


Рисунок 11 – Магнитно-резонансные холангиограммы: КРЖП и Р-С вариант АПБС. а – коронарное изображение, б – 3D реконструкция МРХПГ

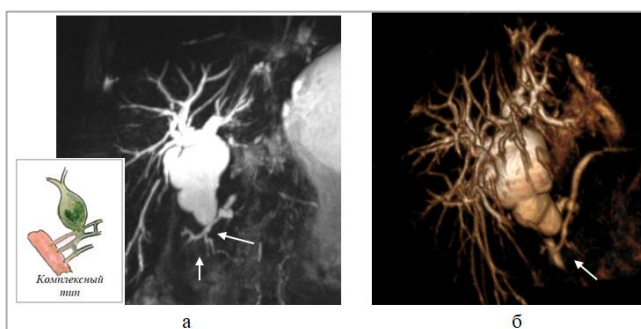


Рисунок 12 – Магнитно-резонансные холангиограммы: КРЖП с комплексным вариантом АПБС (стрелки). а – коронарное изображение, б – 3D реконструкция

На основе анализа полученных данных методом бинарной логистической регрессии была разработана прогностическая модель для определения вероятности развития панкреатита в зависимости от наличия АПБС у детей с КРЖП. С учетом коэффициентов модель описывается следующим уравнением:

$$\text{logit}(p \text{ панкреатит}) = -1,7 + 1,64 \cdot X$$

где p – вероятность развития панкреатита, X – наличие АПБС

Результаты расчета модели показали, что у пациентов с КРЖП и наличием АПБС риск развития панкреатита в 5,13 раза выше, чем у пациентов с нормальным слиянием ОЖП и ГПП. При оценке зависимости вероятности наличия АПБС от значения логистической функции p с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая (Рисунок 13).

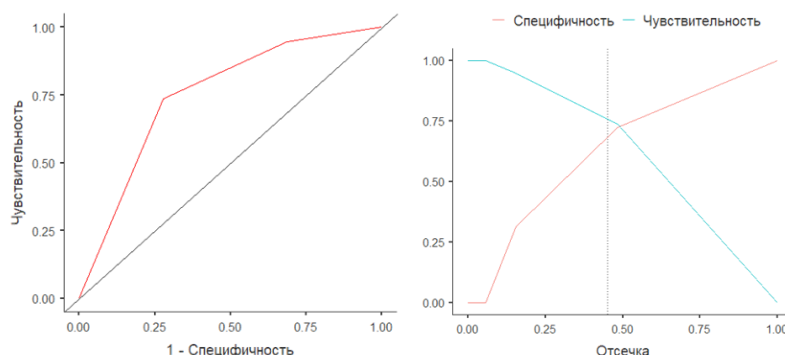


Рисунок 13 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности развития панкреатита от значения логистической функции p и графики чувствительности и специфичности модели

Полученная модель достаточно умеренна и имеет среднюю дискриминационную способность (площадь под ROC-кривой (AUC) равна 0,752). При значении точки отсечки 0,45 точность модели составила 72,6%, специфичность – 72,2%, чувствительность – 73,7% (Рисунок 13).

Статистически значимых различий зависимости развития панкреатита от демографических показателей и формы КРЖП не выявлено.

Сравнительный анализ эффективности стандартной МРХПГ и МРХПГ с построением 3D реконструкций у детей с КРЖП

Статистически значимых различий в качестве визуализации морфологии КРЖП и определении его типа по Davenport при стандартной МРХПГ и после построения 3D реконструкций не выявлено ($\chi^2=1,00$, $p=0,317$).

Однако построение 3D реконструкций позволило эффективнее оценить тип слияния внутрипеченочных протоков (85%, $\chi^2=34$, $p<0,001$) (Рисунок 15), расположение пузырного протока относительно кистозно-измененного ОЖП (78%, $\chi^2=46$, $p<0,001$) (Рисунок 16) и варианты панкреатикобилиарного соустья (34,2%, $\chi^2=19$, $p<0,001$) (Рисунок 17, 18). Обобщенные результаты сравнительного анализа эффективности дополнения стандартного исследования построением 3D реконструкций представлены на диаграмме (Рисунок 14).

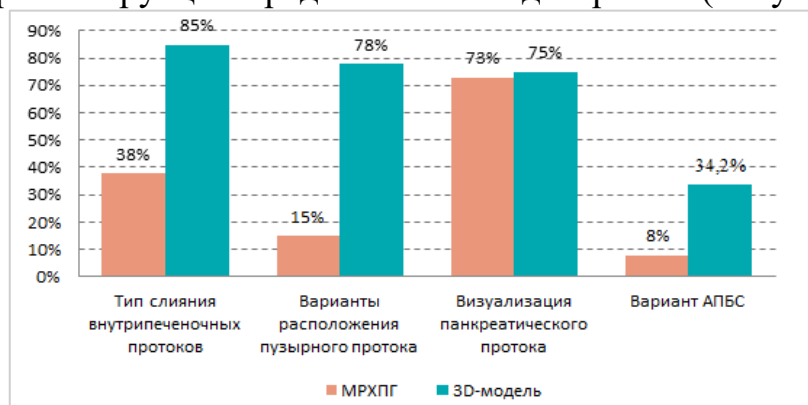


Рисунок 14 – Диаграмма частотного распределения при визуализации анатомических вариантов структур гепатобилиарной области у детей с КРЖП при проведении МРХПГ и после построения 3D моделей

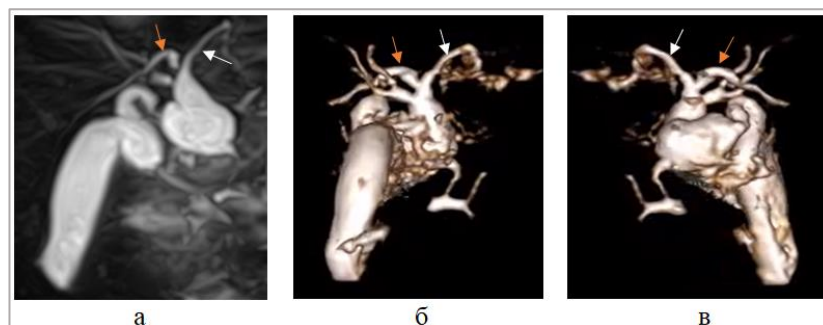


Рисунок 15 – Магнитно-резонансные холангиограммы: а – коронарное МРХПГ; б, в – 3D реконструкции МРХПГ с возможностью поворота на 360° и визуализацией области слияния правого заднего внутрипеченочного протока (оранжевая стрелка) с левым внутрипеченочным протоком (белая стрелка). IV тип конфлюенса внутрипеченочных протоков

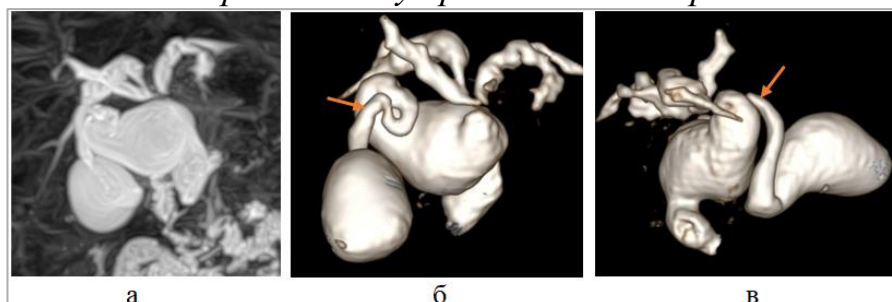


Рисунок 16 – Магнитно-резонансные холангиограммы: а – коронарное МРХПГ; б, в – 3D реконструкции МРХПГ. КРЖП и область слияния пузырного протока (стрелка) с кистозно-измененным ОЖП

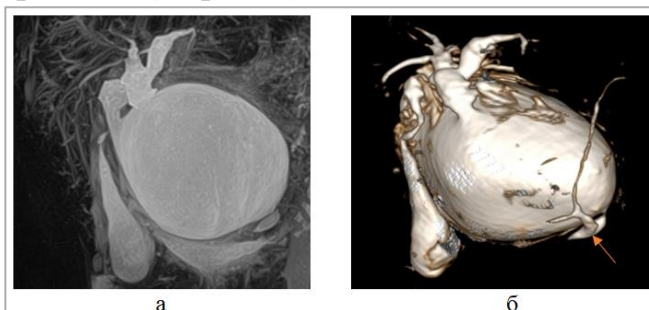


Рисунок 17 – Магнитно-резонансные холангиограммы: а – коронарное МРХПГ; б – 3D реконструкция МРХПГ. Шарообразный тип КРЖП и С-Р вариант АПБС (стрелка)

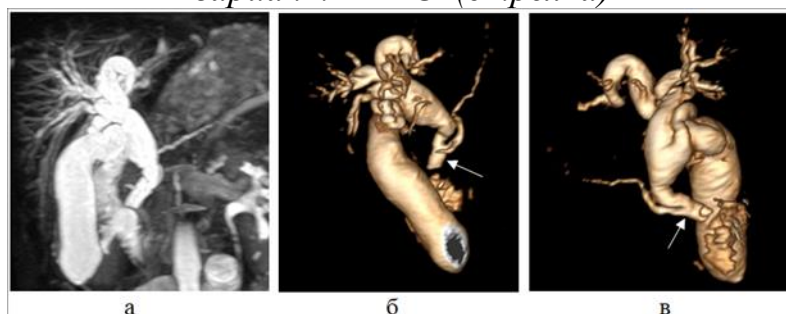


Рисунок 18 – Магнитно-резонансные холангиограммы: а – коронарное МРХПГ; б, в – 3D реконструкции МРХПГ. Веретенообразный тип КРЖП и АПБС (стрелка), при стандартной МРХПГ дистальная треть ОЖП наслаивается на часть ГПП, перекрывая место их слияния

Значение МРХПГ с построением 3D реконструкций для хирургии КРЖП у детей

Роль МРХПГ для предоперационной подготовки детей с КРЖП

В ходе анализа 3D МРХПГ изображений у детей с КРЖП в гепатобилиарной области визуализированы сочетанные изменения (Рисунок 19).

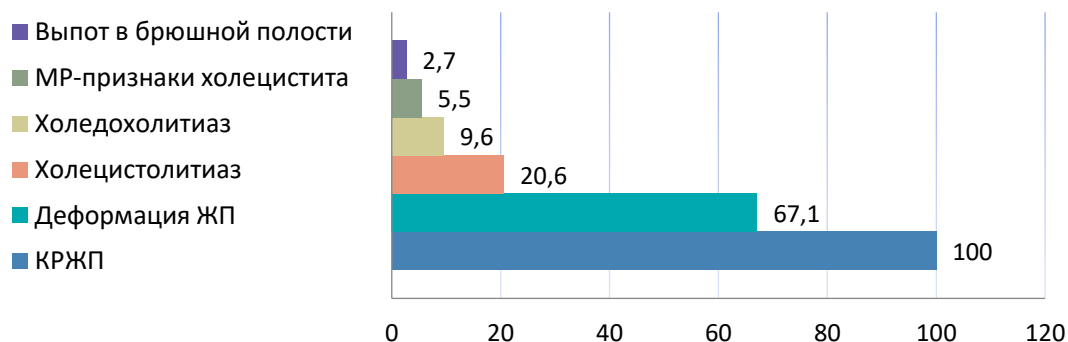


Рисунок 19 – Диаграмма частоты встречаемости сочетанных изменений в гепатобилиарной области у детей с КРЖП при проведении МРТ, в %

В случае выявления при 3D МРХПГ холедохолитиаза у 7 (9,6%) детей с КРЖП успешным явилось применение методов декомпрессии желчных протоков: лапароскопической холецистостомии – 2 (2,7%), ЧЧХС – 2 (2,7%) и ЭПСТ – 3 (4,1%), что позволяло купировать явления билиарной обструкции и подготовить пациента к радикальному оперативному вмешательству

Выбор оптимального варианта билиодигестивного анастомоза

Объем хирургического вмешательства и выбор оптимального варианта БДА у детей с КРЖП производился с учетом данных 3D МРХПГ и определялись в зависимости от типа КРЖП, выявленных анатомических особенностей строения ОПП и долевого внутрипеченочного протока.

В случае выявления КРЖП 1с, 4с, 4f типа по Davenport, при широком (более 10 мм) ОПП, необходимости в наложении бигепатикоеюноанастомоза с дуктопластикой долевого печеночного протока, перенесенных в анамнезе вмешательствах на желчных протоках у 49 (67,1%) детей прибегали к формированию анастомоза ОПП с выключенной по Ру петлей тощей кишки.

При выявлении по данным 3D МРХПГ КРЖП 1f типа по Davenport, когда диаметр ОПП составлял от 5 до 10 мм и отсутствовала необходимость в дуктопластике, а так же не было признаков дуоденостаза и панкреатита, был сформирован ГДА.

При определении по данным 3D МРХПГ наличия трифуркации внутрипеченочных протоков или при наличии аберрантного печеночного протока в 27,4% случаев в ходе формирования ГЕА в область билиодигестивного соустья включали как долевого внутрипеченочного протока, так и аберрантный проток правого сектора (Рисунок 20).



Рисунок 20 – КРЖП и aberrантный правый печеночный проток (стрелка): а – магнитно-резонансная холангиограмма; б – 3D реконструкция МРХПГ; в – схематическое изображение техники формирования БДА

При визуализации при 3D МРХПГ стеноза устьев долевых внутрипеченочных протоков у 3 (4,1%) детей при формировании ГЕА для расширения области билиодигестивного соустья выполняли дуктопластику путем рассечения боковых стенок левого и правого печеночного протока (Рисунок 21).

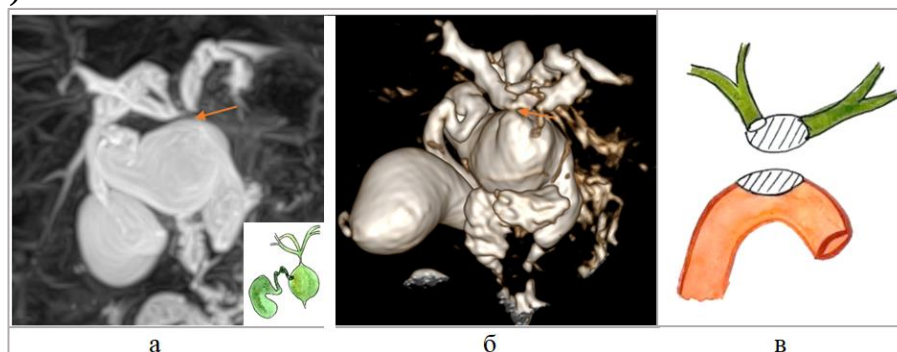


Рисунок 21 – КРЖП и стеноз устьев долевых внутрипеченочных протоков (стрелка): а – магнитно-резонансная холангиограмма; б – 3D реконструкция МРХПГ; в – схематическое изображение техники формирования БДА

В случае выявления короткого и узкого (менее 3 мм) ОПП в одном (1,4%) наблюдении последний пересекали сразу ниже конfluence и формировали бигепатикоеюноанастомоз с проведением дуктопластики левого долевого протока (Рисунок 22).

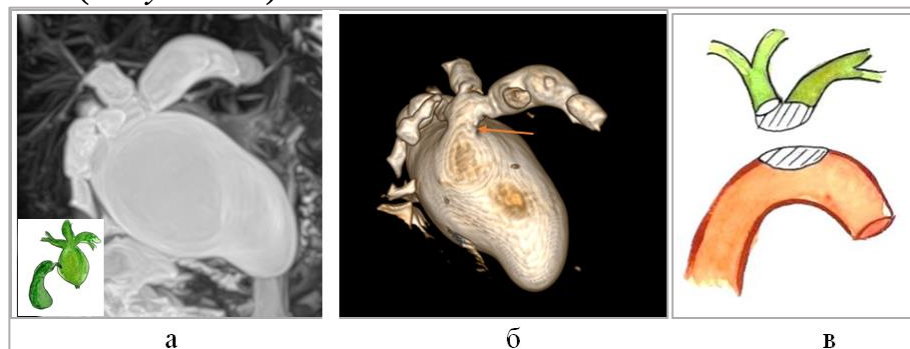


Рисунок 22 – КРЖП и короткий и узкий общий печеночный проток (стрелка): а – магнитно-резонансная холангиограмма; б – 3D реконструкция МРХПГ; в – схематическое изображение техники формирования БДА

В трех (4,1%) случаях ОПП пересекали в поперечном направлении на 5 мм ниже конfluence на уровне его широкой части, что позволяло не вмешиваться на устьях долевых печеночных протоков и в лучших анатомических условиях сформировать широкий ГЕА (Рисунок 23).

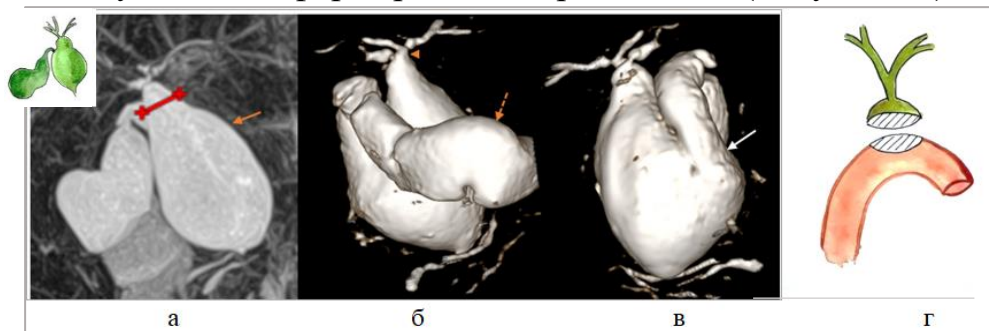


Рисунок 23 – Шарообразный тип КРЖП (оранжевая стрелка): а – магнитно-резонансная холангиограмма; б – 3D реконструкция МРХПГ; в – схематическое изображение техники формирования БДА. Уровень проксимального пересечения ОЖП (красная линия), конфлюенс внутрипеченочных протоков (наконечник стрелки), деформированный желчный пузырь (пунктирная стрелка), место впадения пузырного протока в КРЖП (белая стрелка).

В зависимости от варианта АПБС выбирался уровень дистального пересечения ОЖП (Рисунок 24 – 25).

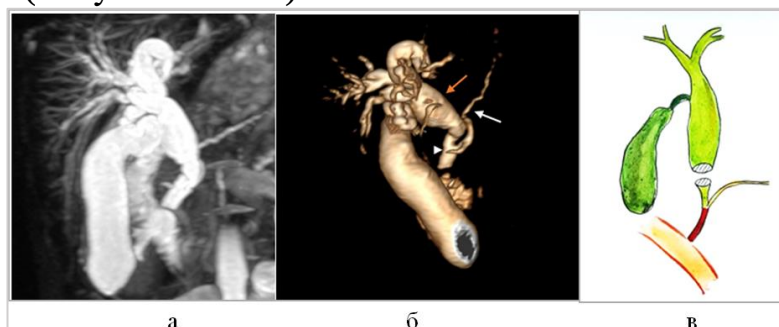


Рисунок 24 – Веретенообразный тип КРЖП и АПБС (наконечник стрелки): а – магнитно-резонансная холангиограмма; б – 3D реконструкция МРХПГ; в – схематическое изображение области дистального пересечения ОЖП при АПБС

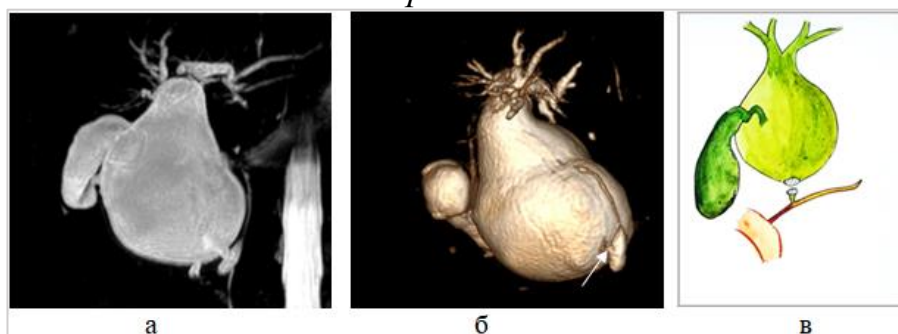


Рисунок 25 – Шарообразный тип КРЖП и АПБС (стрелка): а – магнитно-резонансная холангиограмма; б – 3D реконструкция МРХПГ; в – схематическое изображение области дистального пересечения ОЖП при АПБС

Значение 3D МРХПГ для диагностики стенозов билиодигестивных анастомозов

Применение в отдаленном послеоперационном периоде 3D МРХПГ позволило выявить стенозы БДА у 9 (12,3%) детей (Рисунок 26), что явилось основанием для дальнейшей хирургической коррекции.

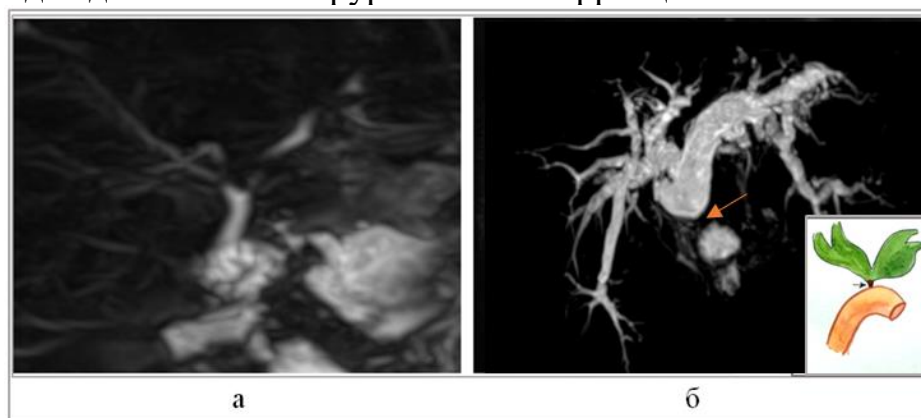


Рисунок 26 – Магнитно-резонансные холангиограммы после хирургического лечения КРЖП: а – нормальное состояние БДА; б – стеноз БДА, потеря жидкостного сигнала в виде дефекта в зоне анастомоза (стрелка) и расширение внутрипеченочных протоков как проявление билиарной обструкции

При выявлении стеноза ГЕА успешно проводилась ЧЧХС с этапной баллонной дилатацией области стеноза, при стенозе ГДА – внутрипросветная эндоскопическая баллонная дилатация анастомоза с последующим его этапным стентированием, что позволяло избежать повторных полостных операций у 5 (6,9%) детей со стенозом БДА. Результаты представлены в таблице (Таблица 5).

Таблица 5

Послеоперационные осложнения, выявляемые при МРХПГ контроле

Осложнение	п (%)	Лечение	п (%)
Стеноз ГЕА	7 (9,6)	лапаротомия, формирование бигепатикоеюноанастомоза с дуктопластикой	3 (4,1)
		ЧЧХС с баллонной дилатацией стриктуры	4 (5,5)
Стеноз ГДА	2 (2,7)	релапароскопия, снятие ГДА, формирование бигепатикоеюноанастомоза	1 (1,4)
		эндоскопическая баллонная дилатация со стентированием ОЖП	1 (1,4)
Всего	9 (12,3)		

Алгоритм применения МРХПГ с 3D реконструкциями у детей с КРЖП для выбора хирургической тактики

На основании полученных результатов, предложен алгоритм диагностики и выбора тактики хирургического лечения детей с КРЖП, представленный на рисунке (Рисунок 27).

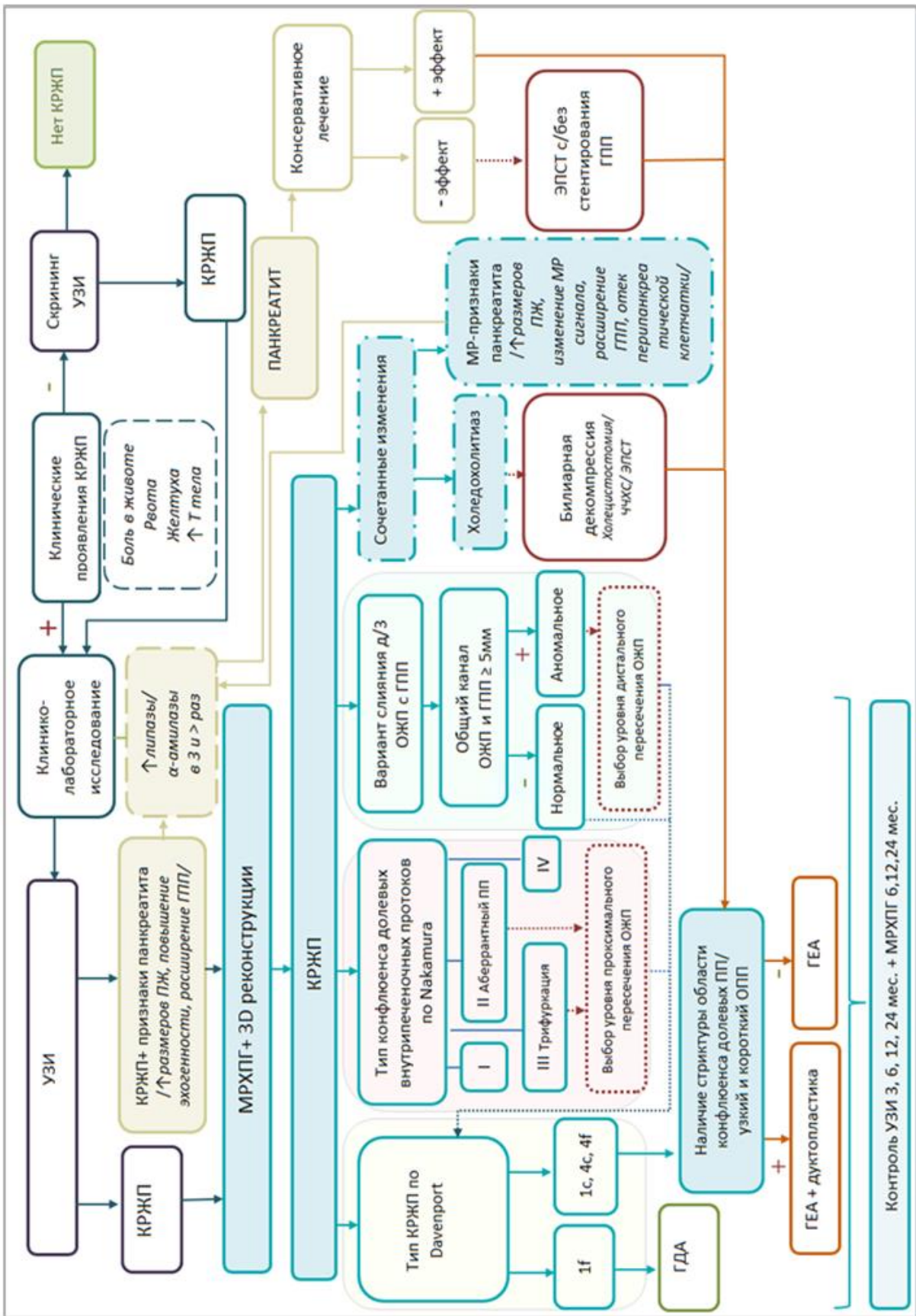


Рисунок 27 – Алгоритм применения 3D МРХПГ у детей с КРЖП для выбора хирургической тактики

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимость дополнения стандартного МРХПГ исследования у детей с КРЖП построением трехмерных реконструкций доказана более эффективной оценкой типа конfluence внутрипеченочных протоков, расположения пузырного протока относительно кистозно-измененного ОЖП и варианта панкреатикобилиарного соустья при построении 3D реконструкций. На 3D моделях лучше визуализировались области слияния протоков за счет возможности поворота изображения на 360°, ручного удаления жидкостных структур, мешающих интерпретации, и ручного выделения области интереса.

Компьютерное построение трехмерных моделей из качественных первичных МРХПГ изображений у детей с КРЖП позволило компенсировать потерю информации, связанную с погрешностями плоскостной визуализации, и получить дополнительную информацию необходимую для предоперационного планирования. Однако не рекомендуется проводить изолированный анализ 3D реконструкций без совместного анализа послойных МРХПГ изображений.

Таким образом, выбор оптимального варианта и технических особенностей формирования БДА после иссечения кистозно-измененных желчных протоков у детей с КРЖП должен основываться на результатах 3D МРХПГ исследования, которое может быть предложено в качестве основной методики для предоперационного планирования лапароскопических вмешательств и послеоперационного динамического наблюдения.

ВЫВОДЫ

1. По данным магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением 3D реконструкций шарообразный тип кистозных расширений желчных протоков выявлен у 41,1% детей (1с тип – 28,8%, 4с – 12,3% тип по Davenport), веретенообразный – у 58,9% детей (1f тип – 45,2%; и 4f тип – 13,7% по Davenport). При оценке типа конfluence внутрипеченочных протоков I тип встречался у 56% детей, II тип – у 22 %, III тип – у 6% , IV тип – у 16%. Частота встречаемости аномального панкреатикобилиарного соустья по данным 3D магнитно-резонансной холангиопанкреатографии составила 39,7%, из них Р-С вариант – 24,7%, С-Р вариант – 13,7%, комплексный вариант – 1,4%.

2. Дополнительное построение 3D реконструкций по сравнению со стандартной магнитно-резонансной холангиопанкреатографией позволяет избежать проекционного наложения анатомических структур гепатобилиарной области, эффективнее оценить типы конfluence внутрипеченочных протоков (85%, $\chi^2=34$, $p<0,001$), анатомические варианты расположения пузырного протока (78%, $\chi^2=46$, $p<0,001$), наличие и вариант панкреатикобилиарного соустья (34,2% , $\chi^2=19$, $p<0,001$).

3. Доказано, что риск развития панкреатита у детей с кистозными расширениями желчных протоков и наличием аномального панкреатикобилиарного соустья в 5,13 раз выше, чем у детей с нормальным слиянием общего желчного и панкреатического протоков ($p<0,05$).

4. По данным 3D магнитно-резонансной холангиопанкреатографии холедохолитиаз выявлен у 9,6% детей с кистозными расширениями желчных протоков, что потребовало применения в предоперационном периоде методов декомпрессии желчных протоков: лапароскопической холецистостомии – 2 (2,7%), чрескожной чреспеченочной холангиостомии – 2 (2,7%) и эндоскопической папиллосфинктеротомии – 3 (4,1%).

5. В случае выявления при 3D магнитно-резонансной холангиопанкреатографии кистозных расширений желчных протоков 1с, 4с, 4f типов по Davenport у 49 (67,1%) детей был сформирован гепатикоеюноанастомоз с выключенной по Ру петель тощей кишки, у 24 (32,9%) детей в соответствии с результатами 3D магнитно-резонансной холангиопанкреатографии – гепатикодуоденоанастомоз.

6. Разработан алгоритм диагностики кистозных расширений желчных протоков у детей для выбора хирургической тактики с включением в протокол этапного обследования детей магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением 3D реконструкций.

7. В ходе этапного обследования детей в отдаленном послеоперационном периоде применение магнитно-резонансной холангиопанкреатографии с построением 3D реконструкций позволило выявить стеноз гепатикоеюноанастомоза у 7 (9,6%) больных, стеноз гепатикодуоденоанастомоза у 2 (2,7%) детей, что явилось основанием для последующей хирургической коррекции.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В предоперационном планировании хирургического лечения КРЖП у детей необходимо в обязательном порядке включать в алгоритм исследования МРХПГ с дополнительной компьютерной постобработкой исходных изображений с построением 3D реконструкций.

МРХПГ-исследование у детей должно проводиться с индивидуальным подбором оптимальных параметров сканирования в соответствии с массой тела пациента, с полипозиционным расположением блока сканирования и наличием контроля над ритмом дыхания пациента в процессе исследования.

При анализе МРХПГ изображений с 3D реконструкциями у детей с КРЖП необходимо оценить следующие наиболее важные для дооперационного планирования зоны интереса: уровень кистозно-измененных ОЖП и ОПП с определением типа КРЖП по Davenport, уровень конfluence долевых печеночных протоков и вариант слияния дистального отдела ОЖП с панкреатическими протоками.

При выявлении по данным МРХПГ конкремента в дистальном отделе ОЖП и проявлений билиарной обструкции с целью подготовки пациента с КРЖП к радикальному оперативному вмешательству необходимо применять методы декомпрессии желчных протоков (ЧЧХС и ЭПСТ со стентированием ОЖП).

Выбор варианта БДА при лапароскопическом лечении детей с КРЖП необходимо осуществлять в соответствии с типом КРЖП по Davenport,

установленным по данным 3D МРХПГ. Наличие выявленных при 3D МРХПГ аберрантного правого печеночного протока, трифуркации протоков и варианта АПБС необходимо учитывать при выборе уровня проксимального и дистального пересечения ОЖП соответственно.

С целью своевременной диагностики возможных послеоперационных осложнений всем детям после лапароскопического вмешательства необходимо динамическое наблюдение с выполнением УЗИ через 3, 6, 12, 24 мес и МРХПГ с 3D реконструкциями через 6, 12, 24 мес.

В случае выявления в послеоперационном периоде у детей с КРЖП по данным 3D МРХПГ стеноза БДА необходимо выполнять чрескожные чреспеченочные интервенционные и внутрипросветные эндоскопические вмешательства, которые позволяют избежать повторных полостных операций. При выявлении стеноза ГЕА рекомендовано проведение ЧЧХС с этапной баллонной дилатацией области стеноза, при стенозе ГДА – внутрипросветной эндоскопической баллонной дилатации анастомоза с последующим его этапным стентированием.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Полученные результаты исследования указывают на следующие перспективы дальнейшей разработки темы: изучение эффективности и возможности использования гепатотропных контрастных веществ у детей при МРХПГ для визуализации желчных протоков; оценка качества визуализации панкреатических протоков у детей младшего возраста на томографе с напряженностью магнитного поля 3 Тл; поиск новых решений для уменьшения времени исследования при сохранении адекватного качества изображений.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Луковкина О.В. Роль магнитно-резонансной холангиопанкреатографии в оценке аномального панкреатобилиарного соединения у детей с врожденной трансформацией гепатикохоледоха / Шолохова Н.А. Соколов Ю.Ю. Уткина Т.В. // Конгресс Российского Общества Рентгенологов и Радиологов. Сборник тезисов. СПб. – 2021 – 329 с. 2/0,5 с.

2. Луковкина О.В. Роль магнитно-резонансной холангиопанкреатографии при диагностике кистозной трансформации гепатикохоледоха и возможных послеоперационных осложнений (клинический случай) / Луковкина О.В., Шолохова Н.А., Соколов Ю.Ю., Уткина Т.В. // Радиология – практика. – 2022. – № 3. – С. 74-82; 9 /2,25с. К-3. ИФ – 0,303.

3. Луковкина О.В. Оценка аномального панкреатобилиарного соединения у детей с врожденной кистозной трансформацией гепатикохоледоха при проведении магнитно-резонансной холангиопанкреатографии / Шолохова Н.А., Соколов Ю.Ю., Уткина Т.В. // Материалы VII съезда врачей-рентгенологов, радиологов, врачей ультразвуковой диагностики и врачей по рентгеноэндоваскулярным диагностике и лечению Сибирского федерального

округа / под. ред. д.м.н., профессора А.П. Дергилева. – Новосибирск. – 2022 - 46 с.; 1/0,25с.

4. Луковкина О.В. Роль магнитно-резонансной холангиопанкреатографии при оценке аномального панкреатобилиарного соединения у детей с врожденной кистозной трансформацией гепатикохоледоха // Сборник тезисов VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов с международным участием «VolgaMedScience» (Нижний Новгород, 17–18 марта 2022 г.): материалы конференции. – Н.Новгород, Издательство Приволжского исследовательского медицинского университета, 2022. – 722 с.; 2/2с.

5. Луковкина О.В. Сравнение возможностей трехмерной визуализации и стандартной магнитно-резонансной холангиопанкреатографии при диагностике кист холедоха у детей/ Луковкина О.В., Шолохова Н.А., Соколов Ю.Ю., Ефременков А.М., Уткина Т.В. // Практика педиатра. – 2023. – № 3. – С. 64-69; 5/1 с. К-3. ИФ-0,303.

6. Луковкина О.В. Возможности магнитно-резонансной холангиопанкреатографии в диагностике кистозного расширения желчевыводящих протоков у детей /Луковкина О.В., Шолохова Н.А., Соколов Ю.Ю.// Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2024624479 от 16.10.2024г. Заявка №2024624007 от 25.09.2024г.

7. Луковкина О.В. Лапароскопические вмешательства у детей при кистозных расширениях желчных протоков/ Соколов Ю.Ю., Ефременков А.М., Уткина Т.В., Солодинина Е.Н., Мелехина О.В. Ахматов Р.А., Луковкина О.В., Барская К.А. // Анналы хирургической гепатологии. – 2024. – Т. 29, № 2. – С. 48-57. 10/1,25с. К-1. ИФ-0,821.

8. Луковкина О.В. Магнитно-резонансная холангиопанкреатография с построением трехмерных моделей у детей при кистозных расширениях желчных протоков/ Шолохова Н.А., Луковкина О.В.// Радиология – практика. – 2025. – № 1. – С. 42-54; 13/6,5 с. К-3. ИФ - 0,303.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АПБС – аномальное панкреатикобилиарное соустье

БДА – билиодигестивный анастомоз

ГДА – гепатикодуоденоанастомоз

ГЕА – гепатикоеюноанастомоз

ГПП – главный панкреатический проток

ЖП – желчный пузырь

КРЖП – кистозное расширение желчных протоков

МРХПГ – магнитно-резонансная холангиопанкреатография

ОЖП – общий желчный проток

ОПП – общий печеночный проток

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЦДС – цветное доплеровское сканирование

ЧЧХС – чрескожная чреспеченочная холангиостомия

ЭПСТ – эндоскопическая папиллосфинктеротомия