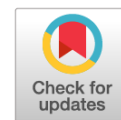


DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1494>

Использование индоцианина зеленого при резекции кист почек у детей

Ю.А. Козлов^{1–3}, С.С. Полоян^{1,3}, А.А. Марчук¹, А.П. Рожанский³, А.А. Быргазов³,
К.А. Ковальков^{4,5}, В.М. Капуллер⁶, А.Н. Наркевич⁷, С.А. Муравьев³

¹ Детская областная клиническая больница, Иркутск, Россия;

² Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, Иркутск, Россия;

³ Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия;

⁴ Кузбасская областная детская клиническая больница им. Ю.А. Атаманова, Кемерово, Россия;

⁵ Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия;

⁶ Университетский медицинский центр Ассута, Университет им. Бен-Гуриона в Негеве, Ашдод, Израиль;

⁷ Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Россия

Аннотация

Технология флюоресцентного изображения с применением индоцианина зеленого (ICG) используется с целью улучшения интраоперационной визуализации анатомических структур пораженных органов и повышения эффективности лапароскопических или роботизированных операций. В последнее время ICG-визуализация стала применяться в педиатрической гастроэнтерологии, онкологии и урологии.

В настоящем исследовании мы представляем описание клинических случаев лапароскопического лечения простых почечных кист у двух пациентов мужского пола в возрасте 10 и 12 лет. Пациентам выполнена резекция внепочечной порции кисты почки с использованием флюороскопического контроля путем внутривенного введения индоцианина зеленого. Внутрпочечный остаток кисты подвергнулся аргон-плазменной коагуляции. На протяжении периода наблюдения 6 и 12 мес. были оценены исходы. Размер кист, измеренный до операции с помощью ультразвукового исследования и компьютерной томографии, составил 50 и 70 мм. Обе кисты располагались в нижнем полюсе правой почки. Длительность операции составила 40 и 45 мин соответственно. В ходе хирургического вмешательства не было отмечено осложнений в виде кровотечения из паренхимы почек или повреждения соседних органов. Содержимым кисты в обоих случаях являлась прозрачная жидкость без патологических примесей. При цитологическом исследовании обнаружено низкое содержание клеток, которые были представлены единичными макрофагами и клетками уротелия. Гистологический анализ установил, что выстилка стенки кисты представлена эпителием переходного типа без признаков злокачественности. Длительность пребывания пациентов в госпитале составила 3 дня. По данным ультразвукового исследования, выполненного через 1, 3, 6 и 12 мес. после операции, не было обнаружено признаков рецидива заболевания. Таким образом, основываясь на представленных клинических наблюдениях, можно предположить, что основное преимущество использования флюоресцентной технологии во время резекции кист почек включает четкое определение демаркационной линии между аваскулярной стенкой кисты и перфузируемой тканью почки, что позволяет предупредить кровотечение из почечной паренхимы.

Ключевые слова: киста почки; лапароскопия; индоцианин зеленый; дети; клинический случай.

Как цитировать:

Козлов Ю.А., Полоян С.С., Марчук А.А., Рожанский А.П., Быргазов А.А., Ковальков К.А., Капуллер В.М., Наркевич А.Н., Муравьев С.А. Использование индоцианина зеленого при резекции кист почек у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2023. Т. 13, № 1. С. 63–72. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1494>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1494>

Use of indocyanine green in the resection of renal cysts in children

Yury A. Kozlov^{1–3}, Simon S. Poloyan^{1,3}, Andrei A. Marchuk¹, Alexander P. Rozhanski³, Anton A. Byrgazov³, Konstantin A. Kovalkov^{4,5}, Vadim M. Kapuller⁶, Artem N. Narkevich⁷, Sergey A. Muravev³

¹ Irkutsk State Regional Children's Clinical Hospital, Irkutsk, Russia;

² Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education — branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Irkutsk, Russia;

³ Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia;

⁴ Kemerovo Clinical Pediatric Hospital, Kemerovo, Russia;

⁵ Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia;

⁶ Assuta University Medical Center, Ben Gurion University of the Negev, Ashdod, Israel;

⁷ Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

Fluorescent imaging technology with indocyanine green (ICG) is used to improve intraoperative visualization of the anatomical structures of the affected organs and increase the efficiency of laparoscopic or robotic operations. Recently, ICG imaging has been used in pediatric gastroenterology, oncology, and urology.

In this study, we present laparoscopic treatment of two cases of simple renal cysts in two male patients aged 10 and 12 years. Resection of the extrarenal portion of the kidney cyst was performed using fluoroscopic control by intravenous administration of ICG. The intrarenal residue was subjected to argon-plasma coagulation. Treatment outcomes were assessed over a follow-up period of 6 and 12 months. The cyst sizes measured before surgery using ultrasound and computed tomography were 50 and 70 mm. Both cysts were located in the lower pole of the right kidney. The operation times were 40 and 45 min. During the surgical intervention, no complications such as bleeding from the kidney parenchyma or damage to neighboring organs occurred. In all cases, the cyst contained a clear liquid without pathological impurities. The cytological examination revealed a low cell content, which was represented by single macrophages and urothelial cells. Histological analysis revealed that the lining of the cyst wall was represented by the transitional epithelium without signs of malignancies. The hospital length of stay was 3 days. Ultrasound examinations performed 1, 3, 6, and 12 months after the operation did not detect signs of disease recurrence. Thus, based on the presented clinical case, the main advantage of using fluorescent technology during kidney cyst resection include a clear definition of the demarcation line between the avascular wall of the cyst and the perfused kidney tissue, which helps prevent bleeding from the renal parenchyma.

Keywords: renal cyst; laparoscopy; indocyanine green; children; case report.

To cite this article:

Kozlov YuA, Poloyan SS, Marchuk AA, Rozhanski AP, Byrgazov AA, Kovalkov KA, Kapuller VM, Narkevich AN, Muravev SA. Use of indocyanine green in the resection of renal cysts in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(1):63–72. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1494>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1494>

吲哚菁绿在儿童肾囊肿切除术中的应用

Yury A. Kozlov¹⁻³, Simon S. Poloyan^{1,3}, Andrei A. Marchuk¹, Alexander P. Rozhanski³,
Anton A. Byrgazov³, Konstantin A. Kovalkov^{4,5}, Vadim M. Kapuller⁶,
Artem N. Narkevich⁷, Sergej A. Muravev³

¹ Irkutsk State Regional Children's Clinical Hospital, Irkutsk, Russia;

² Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education — branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Irkutsk, Russia;

³ Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia;

⁴ Kemerovo Clinical Pediatric Hospital, Kemerovo, Russia;

⁵ Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia;

⁶ Assuta University Medical Center, Ben Gurion University of the Negev, Ashdod, Israel;

⁷ Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

简评

吲哚菁绿 (ICG) 荧光成像技术被用于改善受影响器官解剖结构的术中可视化, 及提高腹腔镜或机器人手术的有效性。近年来, ICG 荧光成像技术是在儿科胃肠病学、肿瘤学和泌尿学领域应用的。

在本研究中, 我们描述了两名年龄分别为10岁和12岁的男性患者的临床病例, 他们俩接受了单纯性肾囊肿的腹腔镜治疗。患者接受了肾囊肿的肾外部分的切除手术, 荧光控制是通过静脉注射吲哚菁绿进行的。囊肿的肾内残余部分接受了氩等离子体凝固术。在6个月和12个月的随访期间内对结果进行了评估。术前通过超声检查和电子计算机断层扫描测量的囊肿大小为50和70毫米。两个囊肿都位于右肾的下极。手术时间分别为40和45分钟。手术中没有肾实质出血或邻近器官损伤的并发症。对两例患者来说, 囊肿里面的内容物是透明液体, 无病理杂质。细胞学检查显示, 细胞含量较低, 以单核巨噬细胞和尿上皮细胞为代表的。组织学分析显示, 囊壁内层由过渡性上皮构成, 没有恶性肿瘤的迹象。住院时间为3天。术后1、3、6和12个月进行的超声检查显示, 没有疾病复发的迹象。因此, 根据所提出的临床观察, 可以认为在肾囊肿切除术中使用荧光技术的主要优势包括明确界定无血管的肾囊肿囊壁和灌注肾组织之间的分界线, 从而防止肾脏实质的出血。

关键词: 肾囊肿; 腹腔镜检查; 吲哚菁绿; 儿童; 临床病例。

引用本文:

Kozlov YuA, Poloyan SS, Marchuk AA, Rozhanski AP, Byrgazov AA, Kovalkov KA, Kapuller VM, Narkevich AN, Muravev SA. 吲哚菁绿在儿童肾囊肿切除术中的应用. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(1):63–72. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1494>

收到: 27.01.2023

接受: 22.02.2023

发布日期: 28.03.2023

ВВЕДЕНИЕ

Одиночные (солитарные) кисты почек (КП) определяются как полостные образования, находящиеся вне и/или внутри почечной паренхимы без связи с собирательной системой почки и не ассоциированные с системными заболеваниями, такими как поликистоз [1, 2]. Кисты почек классифицируют как «простые» или «сложные» на основании их морфологических характеристик и риска малигнизации [3, 4]. В отличие от взрослых, КП у детей встречаются редко — примерно у 1 % детского населения [1]. Патофизиология формирования КП у детей остается неустановленной. Клинически эта аномалия проявляет себя редко и поэтому они являются случайными находками при выполнении рутинного ультразвукового исследования (УЗИ) [4]. Только у 5 % пациентов встречаются симптомы, связанные с болью в животе, артериальной гипертензией и крайне редко с почечной недостаточностью.

Несмотря на редкость, кистозные опухоли почки (кистозные нефромы) были описаны в нескольких исследованиях [5, 6]. В настоящее время оценка КП на предмет риска злокачественного перерождения основывается на рентгенологической классификации М. Bosniak, первоначально представленной для взрослых пациентов [4, 7]. В соответствии с рентгенологическими данными и риском малигнизации КП классифицируется на стадии I–IV. Стадии I, II составляют 95 % всех КП и считаются простыми или доброкачественными, тогда как стадии III, IV — сложными или потенциально злокачественными [7]. Относительно хирургического лечения простых неосложненных КП у детей текущая литература предоставляет неоднородные данные, которые демонстрируют большой разброс хирургических техник от пункционного лечения до робот-ассистированных операций [8–10].

Технология флуоресцентного изображения с применением индоцианина зеленого (ICG), который при воздействии света в ближнем к инфракрасному диапазоне

(NIRF) приобретает зеленый оттенок, нашла применение в минимально инвазивной хирургии и используется с целью улучшения интраоперационной визуализации анатомических структур пораженных органов и повышения эффективности лапароскопических или роботизированных операций. Индоцианин зеленый представляет собой водорастворимый флуоресцентный краситель, который можно вводить внутривенно. Этот препарат связывается с альбумином плазмы и остается внутри сосудов, позволяя визуализировать артерии и вены, лимфатические сосуды, а также ключевые анатомические ориентиры практически мгновенно после инъекции [11].

В последнее время ICG-визуализация стала применяться в педиатрической гастроэнтерологии, онкологии и урологии [12, 13]. С некоторых пор ICG стали использовать при выполнении операций на почках, включая их удвоение, кисты и опухоли [14, 15].

В настоящем исследовании мы представляем новую область применения ICG-визуализации в детской хирургии. Этот продвинутый метод изображения был использован нами для оценки границы резекции внепочечной порции кисты почки после внутривенного введения ICG.

ОПИСАНИЕ СЛУЧАЕВ

В настоящем исследовании мы представляем описание клинических случаев лапароскопического лечения простых почечных кист у двух пациентов мужского пола в возрасте 10 и 12 лет. Периоперативные данные пациентов были ретроспективно собраны из историй болезни. Динамическое наблюдение и консервативное лечение, основанные на клиническом наблюдении и ультразвуковом исследовании (УЗИ), проводилось до тех пор, пока у пациентов не появлялись признаки роста КП или клиническое ухудшение (болевой синдром), связанное с увеличением кисты. Предоперационное обследование включало УЗИ и компьютерную томографию, КТ (рис. 1).

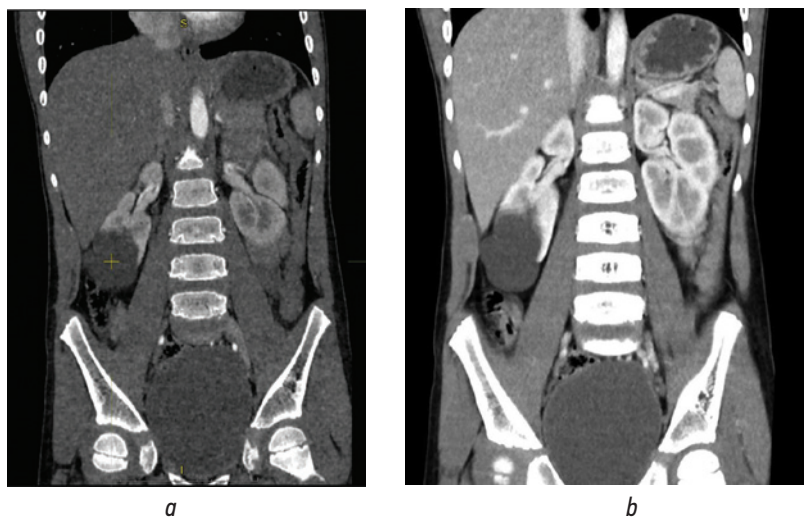


Рис. 1. Компьютерная томография пациентов № 1 (а) и № 2 (б) с кистой нижнего полюса правой почки
Fig. 1. Computed tomography of patients 1 (a) and 2 (b) with a cyst of the lower pole of the right kidney

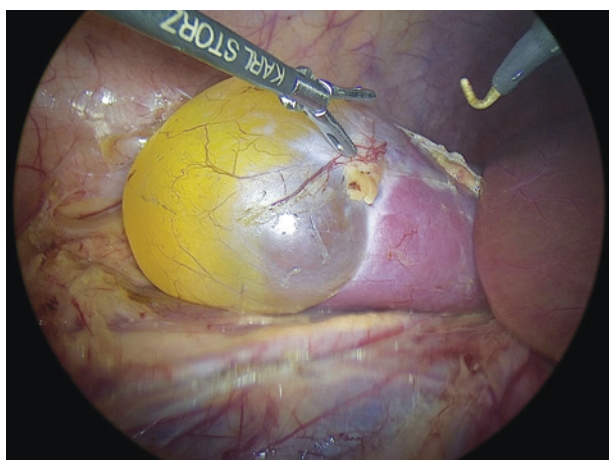


Рис. 2. Визуализация кисты почки в обычном светодиодном освещении

Fig. 2. Visualization of a kidney cyst in conventional LED lighting

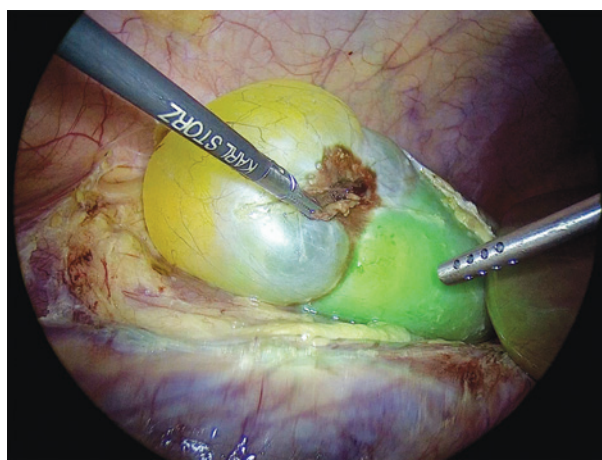


Рис. 3. ICG-NIRF-визуализация кисты почки в режиме наложения изображения

Fig. 3. Indocyanine green-near-infrared fluorescence imaging of a kidney cyst in the overlay mode

Обе кисты после получения результатов КТ были классифицированы как КП стадия II.

Размеры кист, измеренные до операции с помощью УЗИ и КТ, составили 50×48×46 и 70×68×62 мм. Кистозные образования у обоих пациентов располагались в нижнем полюсе справа. Гематурии, артериальной гипертензии, инфекции мочевыводящих путей или нарушения функции почек до операции не зарегистрировано. В семейном анамнезе не было указаний на поликистоз.

Техника операции. Хирургический подход предполагал лапароскопическую фенестрацию с удалением оболочек кисты на границе с почечной тканью и аргонплазменную коагуляцию внутренней выстилки остатка кисты, расположенного внутри паренхимы почки. Хирургическая процедура была выполнена с использованием эндовидеохирургической системы Rubina™ (Karl Storz, Германия). Эта система состоит из источника света ближнего к инфракрасному Opal1® NIR/ICG, головки камеры

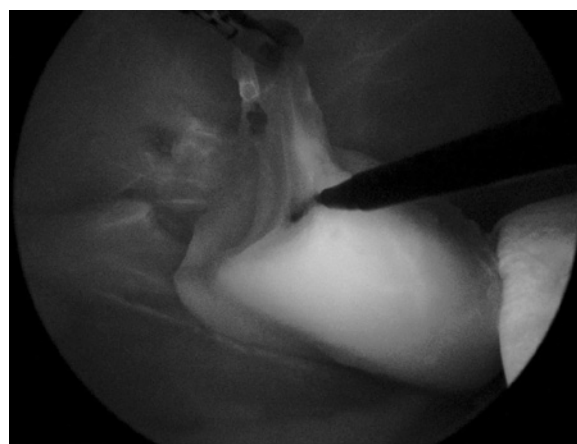


Рис. 4. ICG-NIRF-визуализация кисты почки в режиме монохромного изображения

Fig. 4. Indocyanine green-near-infrared imaging of a kidney cyst in the monochrome mode

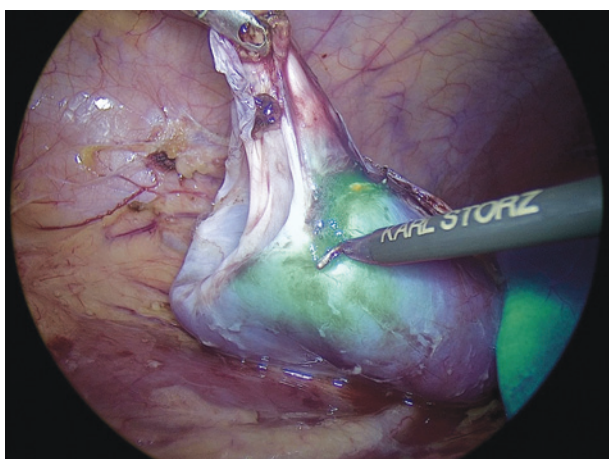


Рис. 5. ICG-NIRF-визуализация кисты почки в режиме цветного картирования

Fig. 5. Indocyanine green-near-infrared visualization of a kidney cyst in the color mapping mode

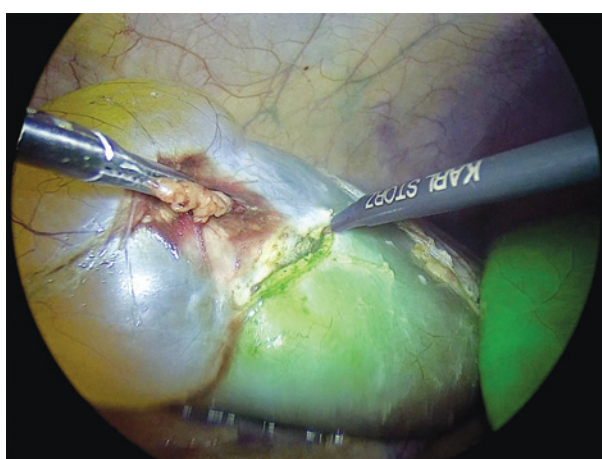


Рис. 6. ICG-NIRF-визуализация и резекция оболочек кисты почки по аваскулярной плоскости в режиме наложения изображения

Fig. 6. Indocyanine green-near-infrared visualization and resection of the membranes of the kidney cyst on the avascular side in the image overlay protocol

для ICG-NIRF-визуализации в сочетании с осветителем Power Led Rubina™ и 30° лапароскопом высокого разрешения Tipcam®1 Rubina™ диаметром 10 мм с двумя дистально встроенными видеочипами. Во время лапароскопии использовали три троакара, один из них диаметром 10 мм располагался в области пупка и служил для установки оптической системы. Два других 5 мм троакара размещали справа и слева от него на удалении так, чтобы соблюдался принцип триангуляции. После мобилизации толстой кишки по линии Toldt рассекалась фасция Gerota для доступа к почке. Как только киста была идентифицирована и обнажена (рис. 2), производилась внутривенная инъекция ICG в дозе 0,35 мг/кг (максимально допустимая 2,5–5 мг/кг). ICG — флуоресцентный краситель для внутривенного введения, который выводится из организма с периодом полувыведения 3–5 мин. Эффект флуоресценции может длиться несколько часов. После инъекции за считанные секунды ICG-визуализация позволила идентифицировать неваккуляризованный купол кисты на фоне васкуляризированной почечной паренхимы.

Режим флуоресценции в спектре света близком к инфракрасному (ICG-NIRF) активировался нажатием кнопки на головке камеры, благодаря чему флуоресцентная визуализация была доступна в режиме реального времени, позволяя идентифицировать почечные сосуды, паренхиму почки и верхние мочевые пути, включая лоханку почки и верхнюю треть мочеточника. Компоненты Rubina™ предлагают различные режимы визуализации сигнала ICG-NIRF. В зависимости от предпочтений хирурга и области применения ICG-NIRF данные могут отображаться в различных режимах: наложения, монохромный, цветное картирование.

В режиме наложения данные ICG-NIRF накладываются на стандартное изображение в обычном светодиодном свете. При использовании этого режима ткань КП была слабо окрашена зеленым цветом, в то время как здоровая почечная ткань обнаруживала признаки яркого свечения (рис. 3).

Еще один — монохромный — режим может отображать сигнал ICG-NIRF в монохромном белом цвете на черном фоне для достижения наибольшего качества дифференциации флуоресцирующих тканей. Ткань почки окрасилась при использовании этого режима интенсивно белым цветом (рис. 4).

Оболочки кисты демонстрировали признаки слабого свечения.

Наконец, режим картирования интенсивности сигнала ICG-NIRF предоставляет хирургу цветовую шкалу в наложенном изображении. Здоровая почечная ткань окрасилась интенсивно в зелено-синие тона (рис. 5). Ткань КП была без признаков флуоресценции.

Следующим этапом содержимое кисты аспирировалось при помощи транспариетальной пункции иглой и подвергалось анализу на предмет атипичных клеток.

Затем выполняли прецизионную резекцию крыши кисты по краю аваскулярной зоны (рис. 6) с остановкой кровотечения на границе с паренхимой почки моно- и биполярными инструментами и отправляли на гистологическое исследование.

Внутрипочечный остаток (внутренняя выстилка КП) подвергали аргон-плазменной коагуляции, используя аппарат ERBE APC 200. Дренажная трубка с активной аспирацией оставалась в ложе удаленной кисты на протяжении 24 ч после операции. Длительность операции составила 40 и 45 мин соответственно. В ходе хирургического вмешательства не было отмечено осложнений в виде кровотечения из паренхимы почек или повреждения соседних органов, а также системных реакций, обусловленных введением ICG.

Содержимым кисты оказалась во всех случаях прозрачная жидкость без патологических примесей. При цитологическом исследовании обнаружено низкое содержание клеток, которые были представлены единичными макрофагами и клетками уротелия. Гистологический анализ установил, что выстилка стенки кисты содержала эпителий переходного типа без признаков злокачественности.

Послеоперационный период. На протяжении всего периода наблюдения пациенты не предъявляли жалоб на дискомфорт и боли в поясничной области. Длительность пребывания пациентов в стационаре составила 3 дня. Выписка на амбулаторное наблюдение осуществлялась после контрольного УЗИ, которое демонстрировало отсутствие скопления патологического экссудата в ложе удаленной кисты. Критериями выписки также были способность пациента самостоятельно принимать пищу, отсутствие примеси крови в моче и полное отсутствие болевого синдрома. Диспансерное наблюдение проводилось через 1, 3, 6 и 12 мес. после операции. УЗИ-контроль, проведенный в эти же сроки, не обнаружил признаков рецидива заболевания.

ОБСУЖДЕНИЕ

Показания для лечения простых КП у детей включают их прогрессивный рост, боль в брюшной полости и осложнения, связанные с ними, такие как кровотечение, инфекция или разрыв, что встречается редко и составляет по разным данным от 0 до 4 % всех случаев заболевания [3, 16]. Консервативное лечение, основанное на клиническом и ультразвуковом наблюдении, проводится до тех пор, пока у пациента не появляется клиническое ухудшение или выраженный рост размеров образования, превышающий 30 мм [9]. Важное значение для выбора способа лечения имеет классификация КП, основанная на результатах УЗИ, КТ или МРТ, предложенная M. Bosniak, которая получила широкое признание сначала среди взрослых, а затем детских хирургов [4, 17, 18]. Известно, что все злокачественные кистозные

опухоли у детей, описанные в литературе, первоначально классифицировались как стадия III и выше [5, 6]. Данных о злокачественной трансформации кист стадии I и II не представлено. Следовательно, полное удаление оболочек кисты у таких пациентов не является обязательным условием.

В настоящее время существует несколько методов лечения КП [1]. Один из них — чрескожная аспирация под контролем УЗИ или КТ — показала высокую частоту рецидивов из-за наличия эпителия, выстилающего стенку кисты и секретирующей жидкости [18]. Применение склерозирующих агентов, таких как тетрациклин, этанол гипертонического раствора натрия хлорида или доксициклин, использованные в качестве дополнительной линии терапии, снизило частоту рецидивов [1, 19]. Однако были описаны серьезные побочные эффекты этих препаратов, такие как системная абсорбция, кальцификация и боль. Лапароскопическое удаление ПК показало более низкую частоту рецидивов, минимальную инвазивность и более раннее восстановление пациентов по сравнению с чрескожной пункционной терапией [19]. Аргон-плазменная коагуляция выстилки кисты позволила свести к минимуму повторное возникновение заболевания [19].

Робот-ассистированное лечение КП у детей представлено в ограниченном количестве научных работ [10, 15]. Это связано в основном с тем, что только ограниченный круг детских хирургов имеет доступ к хирургическому роботу. Очевидно, что робототехника обеспечивает точное и осторожное рассечение тканей. Если проанализировать время самой операции, то роботизированный доступ быстрее лапароскопического, но подготовка пациента, время стыковки инструментов и их удаление все еще больше, чем длительность подготовки к стандартной лапароскопической операции [15].

Использование метода флуоресценции для контроля хирургических процедур у детей началось совсем недавно [12, 13]. Впервые С. Esposito продемонстрировал, что ICG позволяет идентифицировать неваккуляризованную часть КП от ваккуляризованной почечной паренхимы [15]. Следовательно, удаление «крыши» кисты может быть безопасно выполнено без кровотечения или повреждения почечной паренхимы.

Настоящая научная работа является следующим упоминанием об использовании технологии ICG-NIRF для лапароскопического лечения простых кист почек. И хотя исследование имеет некоторые ограничения, которые связаны с малым количеством пациентов (2) и относительно коротким (6 и 12 мес.) периодом наблюдений, мы представили убедительные данные о том, что флуоресценция при выполнении лапароскопической резекции КП сопровождается удовлетворительными послеоперационными итогами. Мы ожидаем, что эти результаты будут подтверждены долгосрочным наблюдением за пациентами и новыми случаями лечения в будущем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, основываясь на представленных клинических случаях, можно предположить, что основное преимущество использования флуоресцентной технологии во время резекции КП включает четкое определение демаркационной линии между аваскулярной стенкой кисты и перфузируемой тканью почки, что позволяет предупредить кровотечение из почечной паренхимы в момент резекции.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Вклад каждого автора: Ю.А. Козлов — хирургическое лечение пациентов, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка, написание текста и редактирование статьи; С.С. Полюян — хирургическое лечение пациентов, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; А.А. Марчук — курация, хирургическое лечение пациентов; А.П. Рожанский — курация пациентов, редактирование статьи; А.А. Быргазов — курация пациентов; С.А. Муравьев, К.А. Ковальков, В.М. Капуллер, А.Н. Наркевич — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы и подготовке рукописи.

Информированное согласие на публикацию. Пациент(ты) и/или их законные представители добровольно подписали форму информированного согласия на публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме, а также на передачу электронной копии подписанной формы информированного согласия сотрудникам редакции журнала.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. The contributions of each author: Yu.A. Kozlov — surgical treatment of patients, literature review, collection and analysis of literary sources, preparation, writing of the text and editing of the article; S.S. Poloyan — surgical treatment of patients, literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text of the article; A.A. Marchuk — curation, surgical treatment of patients; A.P. Rozhansky — curation of patients, editing the article; A.A. Byrgazov — patient care; S.A. Muravyov, K.A. Kovalkov, V.M. Kapuller, A.N. Narkevich — literature review, collection and analysis of literary sources.

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

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

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акрамов Н.Р., Байбиков Р.С. Современные хирургические подходы при лечении простых солитарных, мультилокулярных, множественных кист и поликистоза почек у детей // Казанский медицинский журнал. 2016. Т. 97, № 1. С. 95–101. DOI: 10.17750/KMJ2016-95
2. Bisceglia M., Galliani C.A., Senger C., et al. Renal cystic diseases: a review // *Adv Anat Pathol*. 2006. Vol. 13, No. 1. P. 26–56. DOI: 10.1097/01.pap.0000201831.77472.d3
3. Eroglu F.K., Kargin Çakıcı E., Can G., et al. Retrospective analysis of simple and stage II renal cysts: Pediatric nephrology point of view // *Pediatr Int*. 2018. Vol. 60, No. 12. P. 1068–1072. DOI: 10.1111/ped.13714
4. Bosniak M.A. The Bosniak renal cyst classification: 25 years later // *Radiology*. 2012. Vol. 262, No. 3. P. 781–785. DOI: 10.1148/radiol.11111595
5. Wallis M.C., Lorenzo A.J., Farhat W.A., et al. Risk assessment of incidentally detected complex renal cysts in children: potential role for a modification of the Bosniak classification // *J Urol*. 2008. Vol. 180, No. 1. P. 317–321. DOI: 10.1016/j.juro.2008.03.063
6. Peng Y., Jia L., Sun N., et al. Assessment of cystic renal masses in children: comparison of multislice computed tomography and ultrasound imaging using the Bosniak classification system // *Eur J Radiol*. 2010. Vol. 75, No. 3. P. 287–292. DOI: 10.1016/j.ejrad.2010.05.035
7. Israel G.M., Bosniak M.A. An update of the Bosniak renal cyst classification system // *Urology*. 2005. Vol. 66, No. 3. P. 484–488. DOI: 10.1016/j.urology.2005.04.003
8. Zhou G., Li S., Jiang M., et al. Comparison of Polidocanol Sclerotherapy with Laparoscopic Deroofing in the Management of Pediatric Symptomatic Simple Renal Cysts: A Long-Term Study // *J Endourol*. 2022. Vol. 36, No. 1. P. 99–103. DOI: 10.1089/end.2021.0142.
9. Врублевская Е.Н., Коварский С.Л., Врублевский С.Г., и др. Выбор хирургической тактики лечения пациентов с солитарными кортикальными кистозными поражениями почек // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2011. № 4. С. 73–78.
10. Wang Y.-C., Xia J.-D., Zhang Q.-J., et al. Robotic renal cyst decortication with calyceal diverticulectomy in a toddler - technical practicalities: a case report // *J Med Case Rep*. 2018. Vol. 12, No. 1. ID 284. DOI: 10.1186/s13256-018-1830-9
11. Ebert B., Riefke B., Sukowski U., Licha K. Cyanine dyes as contrast agents for near-infrared imaging *in vivo*: acute tolerance, pharmacokinetics, and fluorescence imaging // *J Biomed Opt*. 2011. Vol. 16, No. 6. ID 066003. DOI: 10.1117/1.3585678
12. Paraboschi I., De Coppi P., Stoyanov D., et al. Fluorescence imaging in pediatric surgery: State-of-the-art and future perspectives // *J Pediatr Surg*. 2021. Vol. 56, No. 4. P. 655–662. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2020.08.004
13. Alghoul H., Farajat F.A., Alser O., et al. Intraoperative uses of near-infrared fluorescence spectroscopy in pediatric surgery: A systematic review // *J Pediatr Surg*. 2022. Vol. 57, No. 6. P. 1137–1144. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2022.01.039
14. Esposito C., Varlet F., Patkowski D., et al. Laparoscopic partial nephrectomy in duplex kidneys in infants and children: results of an European multicentric survey // *Surg Endosc*. 2015. Vol. 29, No. 12. P. 3469–3476. DOI: 10.1007/s00464-015-4096-y
15. Esposito C., Soria-Gondek A., Castagnetti M., et al. Laparoscopic or robotic deroofing guided by indocyanine green fluorescence and perirenal fat tissue wadding technique of pediatric simple renal cysts // *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2020. Vol. 30, No. 4. P. 471–476. DOI: 10.1089/lap.2019.0650
16. Wang Z.T.P., Chan E.P., Vanin Moreno N., et al. What to do with renal cysts in children? // *Urology*. 2020. Vol. 140. P. 138–142. DOI: 10.1016/j.urology.2020.03.001
17. Karmazyn B., Tawadros A., Delaney L.R., et al. Ultrasound classification of solitary renal cysts in children // *J Pediatr Urol*. 2015. Vol. 11, No. 3. P. 149.e1–149.e6. DOI: 10.1016/j.jpuro.2015.03.001
18. Skolarikos A., Laguna M.P., de la Rosette J.J.M.C.H. Conservative and radiological management of simple renal cysts: a comprehensive review // *BJU Int*. 2012. Vol. 110, No. 2. P. 170–178. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2011.10847.x
19. Стальмахович В.Н., Ангархаева Л.В., Яковченко С.Н. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения детей с солитарными кистами почки // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2019. Т. 9, № 4. С. 57–68. DOI: 10.30946/2219-4061-2019-9-4-57-68

REFERENCES

1. Akramov NR, Baybikov RS. Modern surgical approaches in treatment of simple solitary, multilocular, multiple cysts and polycystic kidney disease in children. *Kazan medical journal*. 2016;97(1):95–101. (In Russ.) DOI: 10.17750/KMJ2016-95
2. Bisceglia M, Galliani CA, Senger C, et al. Renal cystic diseases: a review. *Adv Anat Pathol*. 2006;13(1):26–56. DOI: 10.1097/01.pap.0000201831.77472.d3
3. Eroglu FK, Kargin Çakıcı E, Can G, et al. Retrospective analysis of simple and stage II renal cysts: Pediatric nephrology point of view. *Pediatr Int*. 2018;60(12):1068–1072. DOI: 10.1111/ped.13714
4. Bosniak MA. The Bosniak renal cyst classification: 25 years later. *Radiology*. 2012;262(3):781–785. DOI: 10.1148/radiol.11111595
5. Wallis MC, Lorenzo AJ, Farhat WA, et al. Risk assessment of incidentally detected complex renal cysts in children: potential role for a modification of the Bosniak classification. *J Urol*. 2008;180(1):317–321. DOI: 10.1016/j.juro.2008.03.063
6. Peng Y, Jia L, Sun N, et al. Assessment of cystic renal masses in children: comparison of multislice computed tomography and ultrasound imaging using the Bosniak classification system. *Eur J Radiol*. 2010;75(3):287–292. DOI: 10.1016/j.ejrad.2010.05.035
7. Israel GM, Bosniak MA. An update of the Bosniak renal cyst classification system. *Urology*. 2005;66(3):484–488. DOI: 10.1016/j.urology.2005.04.003
8. Zhou G, Li S, Jiang M, et al. Comparison of Polidocanol Sclerotherapy with Laparoscopic Deroofing in the Management of Pediatric Symptomatic Simple Renal Cysts: A Long-Term Study. *J Endourol*. 2022;36(1):99–103. DOI: 10.1089/end.2021.0142.
9. Vrublevskaya EN, Kovarskiy SL, Vrublevskiy SG, et al. The choice of surgical tactics for the treatment of patients with solitary cortical cystic lesions of the kidneys. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2011;(4):73–78.

10. Wang Y-C, Xia J-D, Zhang Q-J, et al. Robotic renal cyst decortication with calyceal diverticulectomy in a toddler — technical practicalities: a case report. *J Med Case Rep.* 2018;12(1):284. DOI: 10.1186/s13256-018-1830-9
11. Ebert B, Riefke B, Sukowski U, Licha K. Cyanine dyes as contrast agents for near-infrared imaging *in vivo*: acute tolerance, pharmacokinetics, and fluorescence imaging. *J Biomed Opt.* 2011;16(6):066003. DOI: 10.1117/1.3585678
12. Paraboschi I, De Coppi P, Stoyanov D, et al. Fluorescence imaging in pediatric surgery: State-of-the-art and future perspectives. *J Pediatr Surg.* 2021;56(4):655–662. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2020.08.004
13. Alghoul H, Farajat FA, Alser O, et al. Intraoperative uses of near-infrared fluorescence spectroscopy in pediatric surgery: A systematic review. *J Pediatr Surg.* 2022;57(6):1137–1144. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2022.01.039
14. Esposito C, Varlet F, Patkowski D, et al. Laparoscopic partial nephrectomy in duplex kidneys in infants and children: results of an European multicentric survey. *Surg Endosc.* 2015;29(12):3469–3476. DOI: 10.1007/s00464-015-4096-y
15. Esposito C, Soria-Gondek A, Castagnetti M, et al. Laparoscopic or robotic deroofing guided by indocyanine green fluorescence and perirenal fat tissue wadding technique of pediatric simple renal cysts. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2020;30(4):471–476. DOI: 10.1089/lap.2019.0650
16. Wang ZTP, Chan EP, Vanin Moreno N, et al. What to do with renal cysts in children? *Urology.* 2020;140:138–142. DOI: 10.1016/j.urol.2020.03.001
17. Karmazyn B, Tawadros A, Delaney LR, et al. Ultrasound classification of solitary renal cysts in children. *J Pediatr Urol.* 2015;11(3):149.e1–149.e6. DOI: 10.1016/j.jpuro.2015.03.001
18. Skolarikos A, Laguna MP, de la Rosette JJMCH. Conservative and radiological management of simple renal cysts: a comprehensive review. *BJU Int.* 2012;110(2):170–178. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2011.10847.x
19. Stalmahovich VN, Angarkhaeva LV, Yakovchenko SN. Comparative analysis of surgical treatment outcomes in children with solitary renal cysts. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care.* 2019;9(4):57–68. (In Russ.) DOI: 10.30946/2219-4061-2019-9-4-57-68

ОБ АВТОРАХ

Юрий Андреевич Козлов, д-р мед. наук, чл.-корр. РАН; главный врач; заведующий кафедрой педиатрии и детской хирургии; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2313-897X>; e-mail: yuriherz@hotmail.com

Симон Степанович Полюян, заместитель главного врача по хирургической помощи; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7042-6646>; e-mail: simonpoloyan@ya.ru

Андрей Алексеевич Марчук, врач-хирург детский; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9767-0454>; e-mail: simonpoloyan@ya.ru

Александр Павлович Рожанский, хирургический ординатор кафедры педиатрии и детской хирургии дополнительного профессионального образования; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7922-7600>; e-mail: alexanderozhanski@mail.ru

Антон Алексеевич Быргазов, врач-радиолог; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9195-5480>; e-mail: byrgazov.ant-doc38@yandex.ru

AUTHORS INFO

Yury A. Kozlov, MD, Dr. Sci. (Med.), Corresponding member of Russian Academy of Sciences; chief; head of the Department of pediatrics and pediatric surgery; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2313-897X>; e-mail: yuriherz@hotmail.com

Simon S. Poloyan, head of pediatric surgery; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7042-6646>; e-mail: simonpoloyan@ya.ru

Andrei A. Marchuk, surgeon; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9767-0454>; e-mail: simonpoloyan@ya.ru

Alexander P. Rozhanski, surgical resident of the Department of Pediatrics and Pediatric Surgery of Additional Professional Education; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7922-7600>; e-mail: alexanderozhanski@mail.ru

Anton A. Byrgazov, radiologist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9195-5480>; e-mail: byrgazov.ant-doc38@yandex.ru

Константин Анатольевич Ковальков, канд. мед. наук, доцент кафедры детских хирургических болезней; заместитель главного врача по хирургической помощи; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6126-4198>; e-mail: gs-det-hirurg@kuzdrav.ru

Вадим Михайлович Капуллер, заведующий отделением детской хирургии; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0076-5778>; e-mail: kapullervadim@mail.com

Артем Николаевич Наркевич, д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики, декан лечебного факультета, заведующий лабораторией медицинской кибернетики и управления в здравоохранении; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1489-5058>; e-mail: narkevichart@gmail.com

***Сергей Александрович Муравьев**, студент; адрес: Россия, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 2; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4731-7526>; e-mail: muravev1999sergey@mail.ru

Konstantin A. Kovalkov, MD, Cand. Sci. (Med.), assistant professor, head of pediatric surgery; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6126-4198>; e-mail: gs-det-hirurg@kuzdrav.ru

Vadim M. Kapuller, MD, PhD, head of pediatric surgery; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0076-5778>; e-mail: kapullervadim@mail.com

Artem N. Narkevich, MD, Dr. Sci. (Med.), assistant professor, head of the Department of medical cybernetics and informatics, dean of the faculty of medicine, head of the Laboratory of medical cybernetics and management in health care; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1489-5058>; e-mail: narkevichart@gmail.com

***Sergey A. Muravev**, student; address: 2, Krasnogo Vosstaniya st., Irkutsk, 664003, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4731-7526>; e-mail: muravev1999sergey@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author