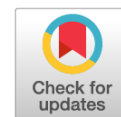


DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1503>

Научная статья



## Использование ICG-навигации при органосохраняющих резекциях тератом яичников у детей

Ю.А. Козлов<sup>1-3</sup>, С.С. Полоян<sup>1,3</sup>, А.А. Марчук<sup>1</sup>, А.П. Рожанский<sup>3</sup>, А.А. Быргазов<sup>3</sup>,  
С.А. Муравьев<sup>3</sup>, К.А. Ковальков<sup>4,5</sup>, В.М. Капуллер<sup>6</sup>, А.Н. Наркевич<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Детская областная клиническая больница, Иркутск, Россия;

<sup>2</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутск, Россия;

<sup>3</sup> Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия;

<sup>4</sup> Кузбасская областная детская клиническая больница им. Ю.А. Атаманова, Кемерово, Россия;

<sup>5</sup> Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия;

<sup>6</sup> Университетский Медицинский Центр Ассута, Университет им. Бен-Гуриона в Негеве, Ашдод, Израиль;

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

### Аннотация

В статье продемонстрирован первый опыт применения индоцианина зеленого (Indocyanine green) для визуализации опухолей яичников у девочек, чтобы показать, как развитие новых технологий изображения может изменить лечение этой патологии.

В исследовании ретроспективно проанализированы истории болезни двух девочек 12 и 15 лет с тератомами яичников, поступившими с жалобами на дискомфорт и боли в нижних отделах живота. При ультразвуковом исследовании и компьютерной томографии брюшной полости диагностированы опухоли размерами 40 × 42 × 38 и 60 × 54 × 38 мм соответственно у одной девочки в правом яичнике, у другой — в левом. Повышение концентрации онкомаркеров (альфа-фетопротеина, β-хорионического гонадотропина и Cancer Antigen 125) не зарегистрировано. Операции по поводу установленного диагноза тератом яичника были выполнены лапароскопическим способом с использованием флуороскопического контроля. Применение визуализации с индоцианином зеленым было эффективным для определения границ опухоли и здоровой ткани яичника, что позволило выполнить органосохраняющую операцию. В ходе хирургического вмешательства не отмечено осложнений в виде кровотечения из паренхимы яичника или повреждений соседних органов. При гистологическом исследовании установлена принадлежность новообразований к зрелым тератомам. Длительность пребывания пациентов в больнице составила 3 дня. При ультразвуковом исследовании через 6 мес. после операции не обнаружено признаков рецидива заболевания. Регенерация ткани яичника, сравнимая с контрлатеральным яичником по размерам, наблюдалась у одной пациентки. У другой девочки пораженный яичник был меньше в размерах приблизительно в два раза.

Таким образом, органосохраняющее хирургическое лечение при тератомах яичников у детей можно считать методом выбора. Принципиальной инновацией является использование технологии флуоресценции с индоцианином зеленым для определения границ распространения опухоли с целью ее резекции в пределах здоровых тканей.

**Ключевые слова:** тератома яичника; лапароскопия; ICG-навигация; клинический случай; дети; онкология; гинекология.

### Как цитировать:

Козлов Ю.А., Полоян С.С., Марчук А.А., Рожанский А.П., Быргазов А.А., Муравьев С.А., Ковальков К.А., Капуллер В.М., Наркевич А.Н. Использование ICG-навигации при органосохраняющих резекциях тератом яичников у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2023. Т. 13, № 2. С. 237–246. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1503>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1503>

Research Article

# Use of ICG navigation in organ-preserving resections of ovarian teratomas in children

Yury A. Kozlov<sup>1-3</sup>, Simon S. Poloyan<sup>1,3</sup>, Andrey A. Marchuk<sup>1</sup>, Alexander P. Rozhanskii<sup>3</sup>, Anton A. Byrgazov<sup>3</sup>, Sergey A. Muravyov<sup>3</sup>, Konstantin A. Kovalkov<sup>4,5</sup>, Vadim M. Kapuller<sup>6</sup>, Artem N. Narkevich<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Children's Regional Clinical Hospital, Irkutsk, Russia;

<sup>2</sup> Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia;

<sup>3</sup> Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia;

<sup>4</sup> Yu.A. Atamanov Kuzbass Regional Children's Hospital, Kemerovo, Russia;

<sup>5</sup> Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia;

<sup>6</sup> Assuta University Medical Center, Ben-Gurion University of the Negev, Ashdod, Israel;

<sup>7</sup> V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

## Abstract

This study presents the first experience of indocyanine green imaging for ovarian tumors in girls to show how the development of new imaging technologies can change the treatment of this pathology.

A retrospective analysis was conducted on the case histories of a 12-year-old girl and a 15-year-old girl with ovarian teratomas who were admitted with complaints of discomfort and pain in the lower abdomen. Ultrasound and computed tomography of the abdominal cavity revealed tumors with sizes of  $40 \times 42 \times 38$  and  $60 \times 54 \times 38$  mm in the right ovary for one girl and in the left ovary for the other girl. No increase in the concentration of tumor markers (alpha-fetoprotein,  $\beta$ -chorionic gonadotropin, and Cancer Antigen 125) was recorded. Operations for the diagnosis of ovarian teratoma were performed laparoscopically using fluoroscopic control. The use of indocyanine green imaging was effective in determining the boundaries of the tumor and healthy ovarian tissues, making it possible to perform organ-sparing surgery. During the surgical intervention, no complications were observed in the form of bleeding from the ovarian parenchyma or damage to neighboring organs. Histological diagnosis established that the neoplasms belong to mature teratomas. The length of hospital stay was three days. Ultrasound examination performed six months after surgery showed no signs of disease recurrence. One of the patients exhibited regeneration of ovarian tissues comparable with the size of the contralateral ovary. In another girl, the affected ovary was about half the size.

Thus, organ-preserving surgical treatment for ovarian teratomas in children is the method of choice. A fundamental innovation is the use of indocyanine green fluorescence technology to determine the boundaries of the spread of the tumor in order to resect it within healthy tissues

**Keywords:** ovarian teratoma; laparoscopy; ICG navigation; cases report; children; oncology; gynecology.

## To cite this article:

Kozlov YuA, Poloyan SS, Marchuk AA, Rozhanskii AP, Byrgazov AA, Muravyov SA, Kovalkov KA, Kapuller VM, Narkevich AN. Use of ICG navigation in organ-preserving resections of ovarian teratomas in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(2):237–246. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1503>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1503>

## ICG导航在儿童卵巢畸胎瘤保留器官切除术中的应用

Yury A. Kozlov<sup>1-3</sup>, Simon S. Poloyan<sup>1,3</sup>, Andrey A. Marchuk<sup>1</sup>, Alexander P. Rozhanskii<sup>3</sup>,  
Anton A. Byrgazov<sup>3</sup>, Sergey A. Muravyov<sup>3</sup>, Konstantin A. Kovalkov<sup>4,5</sup>,  
Vadim M. Kapuller<sup>6</sup>, Artem N. Narkevich<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Children's Regional Clinical Hospital, Irkutsk, Russia;

<sup>2</sup> Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia;

<sup>3</sup> Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia;

<sup>4</sup> Yu.A. Atamanov Kuzbass Regional Children's Hospital, Kemerovo, Russia;

<sup>5</sup> Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia;

<sup>6</sup> Assuta University Medical Center, Ben-Gurion University of the Negev, Ashdod, Israel;

<sup>7</sup> V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

### 简评

这篇文章展示了首次使用吖啶菁绿 (Indocyanine green) 来观察女孩卵巢肿瘤的经验。这表明, 新成像技术的发展会改变这种病理的治疗。

我们在该研究中对两名年龄分别为12岁和15岁的患有卵巢畸胎瘤女孩的病史进行了回顾性分析。这两名女孩因下腹不舒服和疼痛而就医。腹部超声检查和计算机断层扫描诊断出肿瘤, 其大小分别为40×42×38和60×54×38毫米。一个女孩的肿瘤在她的右卵巢, 另一个在她的左卵巢。癌症标志物(甲胎蛋白、β-人绒毛膜促性腺激素和癌抗原125)浓度没有升高。诊断为卵巢畸胎瘤的手术是在腹腔镜下进行的, 并有透视控制。吖啶菁绿成像技术的使用有效地确定了肿瘤和健康卵巢组织的边界。这使得保留器官手术得以进行。在手术过程中, 没有出现卵巢实质出血或邻近器官损伤的并发症。通过组织学检查, 这些肿瘤被确定为成熟性畸胎瘤。住院时间为3天。术后6个月的超声检查时没有发现疾病复发的症状。观察到一名患者的卵巢组织再生, 其大小与对侧卵巢相当。对于另一个女孩来说, 受影响的卵巢大约只有对侧卵巢的一半大小。

因此, 对儿童卵巢畸胎瘤进行的保留器官手术治疗可以说是首选方法。一个基本的创新是使用吖啶菁绿荧光技术来确定肿瘤扩散的边界, 以便在健康组织内切除肿瘤。

**关键词:** 卵巢畸胎瘤; 腹腔镜检查; ICG导航; 临床病例; 儿童; 肿瘤学; 妇科。

### 引用本文:

Kozlov YuA, Poloyan SS, Marchuk AA, Rozhanskii AP, Byrgazov AA, Muravyov SA, Kovalkov KA, Kapuller VM, Narkevich AN. ICG导航在儿童卵巢畸胎瘤保留器官切除术中的应用. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(2):237-246. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1503>

收到: 24.02.2023

接受: 23.05.2023

发布日期: 28.06.2023

## ВВЕДЕНИЕ

Тератома яичника — наиболее частое новообразование у детей, составляющее более 50 % опухолей в детской гинекологии [1]. Патогенез, классификация и лечение тератом яичников в детском возрасте все еще остаются дискуссионными, хотя эти опухоли достаточно распространены в детской популяции [2]. Тератомы яичников у детей и подростков представляют интерес для детских хирургов, так как большинству пациентов этих возрастных групп требуется хирургическое лечение. Хирургический подход может быть дифференцированным, а правильная стратегия лечения основывается на различных факторах, в том числе на размере новообразования, морфологическом строении и наличии или отсутствии положительного результата на онкомаркеры [3]. Наиболее оптимальный хирургический подход представлен малоинвазивной хирургией — лапароскопией или, в последние годы, робототехникой. Лапароскопия имеет признанные преимущества перед лапаротомией, включая более короткое пребывание в стационаре, меньшую кровопотерю и образование спаек, сниженную послеоперационную боль и улучшенные косметические результаты [4].

Удаление опухоли вместе с яичником до некоторых пор считалась общепринятой стратегией лечения этого заболевания. Однако овариоэктомия в молодом возрасте, выполненная даже с одной стороны, может привести к сокращению продолжительности репродуктивной жизни и ранней менопаузе [5, 6], в то время как двусторонняя процедура полностью разрушительна для репродуктивной функции пациенток в будущем. В последние годы большой популярностью при лечении зрелых тератом яичника пользуется органосохраняющая стратегия, предполагающая уход от овариоэктомии и переход к резекции опухоли в границах здоровых тканей с оставлением здоровой части органа [7]. Очевидно, что для реализации этого метода хирургу важно избежать повреждения здоровой ткани яичника во время резекции патологического

очага с целью сохранения как можно большего количества фолликулов в остатке органа.

Набирающая в последнее время популярность технология флуоресцентного изображения с применением индоцианина зеленого (ICG), который при воздействии света в ближнем к инфракрасному диапазоне (NIRF) приобретает зеленый оттенок, нашла применение в хирургии опухолей с целью улучшения интраоперационной визуализации целевых анатомических структур и повышения эффективности лапароскопических или роботизированных операций [8, 9]. Сообщения о применении ICG для лапароскопической резекции тератом яичника у детей появились недавно и представлены единичными публикациями [4].

## ОПИСАНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ

Мы предоставляем описание клинических случаев лапароскопического лечения зрелых тератом яичника у двух девочек в возрасте 12 и 15 лет. Жалобы при поступлении на дискомфорт в области малого таза и боли в нижних отделах брюшной полости. При ультразвуковом исследовании (УЗИ) определялись опухолевые массы, расположенные в ткани яичника. Предоперационное обследование включало компьютерную томографию (КТ) брюшной полости, которая указывала на наличие кистозных масс, расположенных в толще яичника с ободком здоровой ткани вокруг них в виде «полумесяца» (рис. 1). Размер тератом, измеренный до операции с помощью УЗИ и КТ, составил 40 × 42 × 38 мм и 60 × 54 × 38 мм. У одной девочки опухоль располагалась в правом яичнике, у другой — в левом. Повышение концентрации онкомаркеров (альфа-фетопротеина — АФП, β-хорионического гонадотропина — β-ХГ и Cancer Antigen 125 — CA125) до операции не зарегистрировано.

**Техника операции.** Для выполнения оварио-сохраняющей операции применяли лапароскопическую технику, усиленную флуороскопическим контролем, в основе которой лежит разрез и вскрытие наружной белочной оболочки яичника после внутривенного введения ICG с последующим удалением опухоли с оставлением здоровой ткани. Во время лапароскопии использовали три троакара, один из них диаметром 10 мм располагался в области пупка и служил для установки оптической системы. Как только патологически измененный яичник был идентифицирован, выполняли рассечение белочной оболочки яичника. Затем производили внутривенную инъекцию ICG в дозе 0,5 мг/кг (максимально допустимая 2,5–5 мг/кг). ICG — это 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 слабо накапливающий флуоресцент патологический очаг, представленный

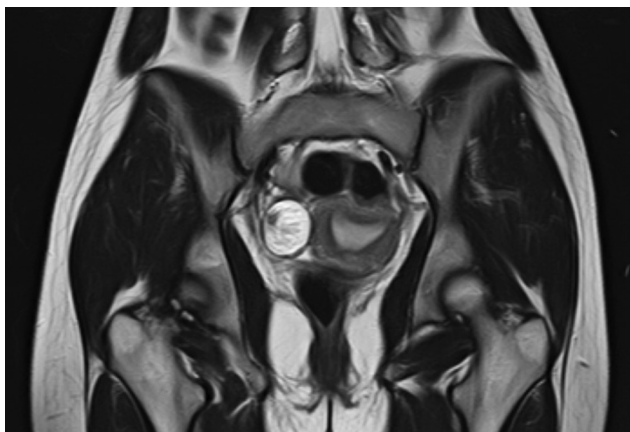


Рис. 1. Компьютерная томография тератомы правого яичника  
Fig. 1. Computed tomography of the teratoma of the right ovary

тканью тератомы, на фоне интенсивно флуоресцирующей хорошо васкуляризированной паренхимы яичника. 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 паренхиму яичника и опухоль. 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: режим наложения, монохромный режим, режим цветного картирования.

В режиме наложения данные ICG-NIRF накладываются на стандартное изображение в обычном светодиодном свете. При использовании этого режима здоровая ткань яичника была окрашена интенсивно зеленым цветом, ткань тератомы давала слабые признаки свечения (рис. 2).

Еще один — монохромный режим — может отображать сигнал ICG-NIRF в монохромном белом цвете на черном фоне для достижения наибольшего качества дифференциации флуоресцирующих тканей. Функционирующая ткань яичника окрасилась при использовании этого режима интенсивно белым цветом (рис. 3). Пораженная ткань не демонстрировала признаков свечения.

Наконец, режим картирования интенсивности сигнала ICG-NIRF предоставляет хирургу цветовую шкалу в наложенном изображении. Здоровая ткань яичника окрасилась интенсивно в зелено-синие тона (рис. 4). Тератома оставалась без признаков флуоресценции.

Конкретный вид режима можно выбрать в меню на головке камеры. Мы предпочитательно использовали режим наложения на стандартное изображение, которое обеспечивает ICG-визуализацию на протяжении всей операции без необходимости переключения между стандартной и ICG-NIRF-камерой.

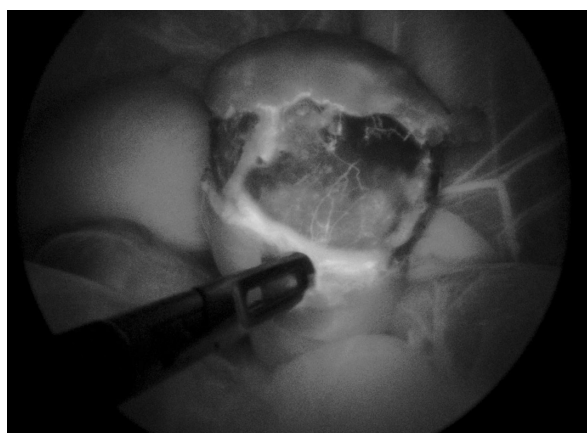


Рис. 3. ICG-флуоресценция тератомы яичника в режиме монохромного изображения  
Fig. 3. ICG-NIRF imaging of ovarian teratoma in monochrome mode

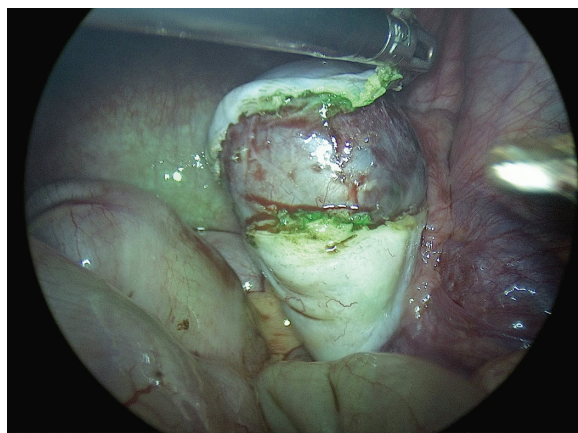


Рис. 2. ICG-флуоресценция тератомы яичника в режиме наложения изображения  
Fig. 2. ICG-NIRF imaging of ovarian teratoma in overlay mode

Использование ICG-визуализации было очень полезным, чтобы идентифицировать здоровую ткань яичника, которая интенсивно окрасилась в зеленый цвет через 2 мин после внутривенного введения ICG. Этот тест подтвердил границы функционирующего остатка ткани яичника и позволил сделать правильный выбор границы резекции.

Далее выполняли резекцию опухоли по границе со здоровой тканью с помощью биполярного зажима BiClamp производства компании ERBE Elektromedizin (Германия). Удаленные образцы опухоли отправлялись на цитологическое и гистологическое исследование (рис. 4). Операция заканчивалась извлечением из брюшной полости лапаропортов и герметизацией отверстий передней брюшной стенки в местах их стояния.

В ходе хирургического вмешательства не было отмечено осложнений в виде кровотечения из паренхимы яичника или повреждений соседних органов. Длительность операции составила 60 и 70 мин соответственно.

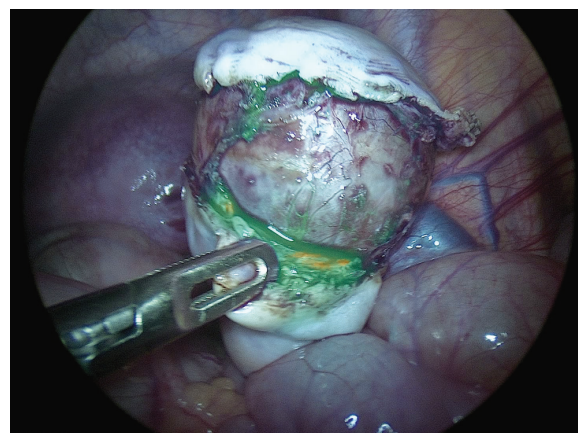


Рис. 4. ICG-флуоресценция тератомы яичника в режиме цветного картирования  
Fig. 4. ICG-NIRF visualization of ovarian teratoma in color mapping mode

Опухоль во всех случаях была представлена кистозным компонентом. При цитологическом исследовании не обнаружено наличия атипичных клеток. Гистологическое исследование подтвердило наличие зрелой тератомы во всех образцах без признаков злокачественности.

Длительность пребывания пациентов в госпитале составила 3 дня. Критериями выписки были способность пациента принимать самостоятельно пищу, отсутствие температуры и полное исчезновение болевого синдрома. Выписка на амбулаторное наблюдение осуществлялась после контрольного УЗИ, которое показало отсутствие патологического экссудата в полости малого таза и сохранение кровотока в оставшейся части ткани яичника. Диспансерное наблюдение за пациентами проводилось на 7, 30, 180-е сутки послеоперационного периода. У обеих девочек исчезли симптомы, связанные с болью и дискомфортом в брюшной полости на протяжении всего периода наблюдения. При УЗИ, выполненном через 1 и 6 мес. после операции, не было обнаружено признаков рецидива заболевания. Регенерация ткани яичника, сравнимая с контрлатеральным яичником по размерам, наблюдалась у одной из пациенток. У другой девочки пораженный яичник был меньше в размерах приблизительно в два раза.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Частота возникновения тератом яичников составляет до 2,6 больных на 100 000 детей [10, 11], и около 75 % из них имеют доброкачественную природу [12]. Тератомы яичников представляют собой эмбриональные опухоли, в которых присутствуют элементы тканей, происходящие из двух или трех зародышевых листков, таких как эктодерма, энтодерма и мезодерма. По классификации Всемирной организации здравоохранения, эти новообразования делятся на зрелые и незрелые тератомы. Последние обладают потенциалом злокачественной трансформации [13]. Наиболее распространенными тератомами у детей являются зрелые кистозные образования, также известные как дермоидные кисты [14].

Тератомы яичников могут быть диагностированы случайно при осмотре молодых пациенток или обследовании по поводу других проблем, таких как нарушения менструального цикла [2]. Часть пациентов может иметь клинические проявления, представленные болью в животе или малом тазу, а также пальпируемым образованием, исходящим из области малого таза. В других случаях пациенты будут страдать от острой боли в результате перекрута яичника или кровотечения в опухоль [15]. Повышенная концентрация сывороточных маркеров будет свидетельствовать в пользу диагноза таких опухолей [16]. Данные литературы показывают, что онкомаркеры АФП,  $\beta$ -ЧХГ, СА125 и лактатдегидрогеназа могут помочь в дифференциальной диагностике между доброкачественной и злокачественной природой опухоли.

Однако, С. Spinelli и соавт. [17] установили, что примерно 20 % доброкачественных новообразований яичников у детей проявляют себя повышенным уровнем онкомаркеров.

Четких рекомендаций по лечению тератом яичников у детей и подростков не существует [18]. Варианты лечения включают овариоэктомию или органосохраняющую операцию. Хирургические подходы включают использование минимально инвазивной хирургии в противовес классическому открытому подходу [19]. При выборе метода лечения пациентов с такими опухолями необходимо сопоставлять клиническую картину болезни, данные визуализации и уровень сывороточных онкомаркеров.

Самый доступный метод диагностики тератом яичников — УЗИ. Одной из наиболее распространенных и точных систем УЗИ-оценки этой патологии является «Международный анализ опухолей яичников» (IOTA). Система IOTA основана на характеристиках, которые подтверждают наличие признаков, необходимых для классификации образования яичника как доброкачественного, злокачественного или неклассифицируемого [20]. Считается, что наиболее чувствительные предоперационные индикаторы для прогнозирования злокачественного новообразования яичников — это диаметр опухоли более 8 см и наличие гетерогенных структур в ее составе, определяемых на УЗИ или КТ [21]. E.J. Renaud и соавт. [22] сообщили, что любые плотные компоненты в массе яичников предполагают злокачественность, в то время как кистозный вид массы имеет 100 % чувствительность, свидетельствующую о доброкачественном характере опухоли. Гребень ткани яичника в виде «полумесяца», расположенный рядом с новообразованием, — признак доброкачественного образования со специфичностью 92–93 % и чувствительностью 96–100 % [22]. Таким образом, кистозные образования с максимальным размером 8 см и отрицательными биохимическими маркерами с большей вероятностью являются прогностическим признаком доброкачественности [23]. Несмотря на то что существуют определенные признаки и особенности, которые могут указывать на злокачественную или доброкачественную природу новообразования яичника, ни одно диагностическое исследование нельзя считать достаточно достоверным, чтобы установить диагноз. По этой причине рекомендуется использовать сочетание данных УЗИ, доплерографии, КТ и МРТ, чтобы получить как можно больше предоперационной информации и лучше спланировать хирургическое вмешательство [21].

Лапароскопическое лечение опухолей яичников — хорошо зарекомендовавший себя метод с известными преимуществами. Тщательный отбор пациентов имеет основополагающее значение для предотвращения возможных осложнений этого подхода. Лапароскопия создает оптимальные условия для реализации метода сохранения яичников. Об этом впервые сообщил A. Elgendy

и соавт. [18]. Несмотря на то что сохранение яичников широко рекомендуется при кистах яичников, при тератомах чаще выполняется тотальная овариоэктомия. Причина этого связана с трудной идентификацией опухолевых масс в здоровой ткани яичника. Технологические усовершенствования, такие как экранное увеличение анатомических структур яичника и микроинструменты, предоставляют возможность препарировать опухолевые очаги малого размера и выполнить органосохраняющие процедуры [18]. Несколько исследователей подтвердили, что почти у половины пациентов можно сохранить ткань яичника [24, 25].

В работе А.Ж. Hermans и соавт. [26] было установлено, что в популяции из 111 пациенток с новообразованиями яичников у 28 (25,2 %) они были злокачественными. Важный факт, однако, заключался в том, что в 46,4 % всех случаев доброкачественных образований была выполнена тотальная овариоэктомия [26]. Это связано с различными факторами, главным образом с тем, что хирург не был уверен в доброкачественном характере образования и, что более важно, не смог отличить образование от здоровой ткани. Эти факты плохо согласуются с современными представлениями, которые, наоборот, поддерживают необходимость сохранения яичника во время операции, полагаясь на то, что заболеваемость злокачественными образованиями у детей очень низкая [4]. По этой причине, если ни один из клинико-лабораторных признаков не указывает на злокачественное новообразование, в качестве первого варианта сохранения фертильности всегда следует рассматривать оварио-сохраняющую операцию [27].

Совсем недавно мы стали применять новую систему визуализации тканей с использованием технологии ICG у пациентов с кистами и опухолями почек. Во всех случаях эта технология позволяла лучше визуализировать границу иссечения опухоли и играла важную роль в интраоперационной оценке поражения, чтобы принять правильное решение в отношении сохранения здоровой ткани почки. Этот подход позже был с успехом перенесен для ICG-визуализации границ тератомы яичника и выполнения оварио-сохраняющей резекции опухоли С. Esposito и соавт. [4]. В настоящем исследовании на примере двух пациенток нам также удалось сохранить пораженный яичник, выполнив удаление патологических тканей по границе со здоровой тканью, и избежать овариоэктомии.

Основное ограничение использования ICG-визуализации опухолей — это наличие специального оборудования, которое в настоящее время есть не во всех хирургических центрах и имеет высокую стоимость. По этой причине этот метод пока будет доступен только для тех специалистов, кто уже владеет технологией ICG, особенно для тех, кто занимается лечением онкологических и урологических заболеваний.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, органосохраняющее хирургическое лечение при тератомах яичников является методом выбора. Принципиальная инновация состоит в использовании технологии ICG-флуоресценции для определения границ распространения опухоли с целью ее резекции в пределах здоровых тканей.

## 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, написание текста и редактирование статьи; С.С. Полоян — хирургическое лечение пациентов, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование 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 исследования.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных и фотографий.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' 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. Yu.A. Kozlov — surgical treatment of patients, literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text and editing the article; S.S. Poloyan — surgical treatment of patients, literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text and editing the article; A.A. Marchuk — curation, surgical treatment of patients; A.P. Rozhansky — curation of patients, editing the article; A.A. Byrgazov — curation of patients; S.A. Muravyov, K.A. Kovalkov, V.M. Kapuller, A.N. Narkevich — literature review, collection and analysis of literary sources.

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

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

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. Szymon O., Bogusz B., Taczanowska-Niemczuk A., et al. Ovarian sparing surgery in mature ovarian teratomas in children: A 20-year single-center experience // *Eur J Pediatr Surg*. 2021. Vol. 31, No. 1. P. 2–7. DOI: 10.1055/s-0040-1716877
2. Al Jama F.E., Al Ghamdi A.A., Gasim T., et al. Ovarian tumors in children and adolescents—a clinical study of 52 patients in a university hospital // *J Pediatr Adolesc Gynecol*. 2011. Vol. 24, No. 1. P. 25–28. DOI: 10.1016/j.jpags.2010.06.005
3. Takayasu H., Masumoto K., Tanaka N., et al. A clinical review of ovarian tumors in children and adolescents // *Pediatr Surg Int*. 2020. Vol. 36, No. 6. P. 701–709. DOI: 10.1007/s00383-020-04660-w
4. Esposito C., Coppola V., Cerulo M., et al. Review of a 25-year experience in the management of ovarian masses in neonates, children and adolescents: From laparoscopy to robotics and indocyanine green fluorescence technology // *Children (Basel)*. 2022. Vol. 9, No. 8. ID 1219. DOI: 10.3390/children9081219
5. Haadsma M.L., Mooij T.M., Groen H., et al. A reduced size of the ovarian follicle pool is associated with an increased risk of a trisomic pregnancy in IVF-treated women // *Hum Reprod*. 2010. Vol. 25, No. 2. P. 552–558. DOI: 10.1093/humrep/dep404
6. Rosendahl M., Simonsen M.K., Kjer J.J. The influence of unilateral oophorectomy on the age of menopause // *Climacteric*. 2017. Vol. 20, No. 6. P. 540–544. DOI: 10.1080/13697137.2017.1369512
7. Gkrozou F., Tsonis O., Vatopoulou A., et al. Ovarian teratomas in children and adolescents: Our own experience and review of literature // *Children (Basel)*. 2022. Vol. 9, No. 10. ID 1571. DOI: 10.3390/children9101571
8. 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
9. Alghoul H., Al Farajat F., 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
10. Lindfors O. Primary ovarian neoplasms in infants and children. A study of 81 cases diagnosed in Finland and Sweden // *Ann Chir Gynaecol Fenn Suppl*. 1971. Vol. 177. P. 1–66.
11. Martelli H., Patte C. Tumeurs des gonades chez l'enfant // *Archives de Pediatrie*. 2003. Vol. 10, No. 3. P. 246–250. DOI: 10.1016/S0929-693X(03)00038-1
12. Anton-Păduraru D.-T., Miron I.C., Lupu V.V., et al. Ovarian teratoma in a teenager causing ureterohydronephrosis: Case report and literature review // *Medicine (Baltimore)*. 2021. Vol. 100, No. 27. ID e26472. DOI: 10.1097/MD.00000000000026472
13. Outwater E.K., Siegelman E.S., Hunt J.L. Ovarian teratomas: tumor types and imaging characteristics // *Radiographics*. 2001. Vol. 21, No. 2. P. 475–490. DOI: 10.1148/radiographics.21.2.g01mr09475
14. Oosterhuis J.W., Looijenga L.H., van Echten J., de Jong B. Chromosomal constitution and developmental potential of human germ cell tumors and teratomas // *Cancer Genet Cytogenet*. 1997. Vol. 95, No. 1. P. 96–102. DOI: 10.1016/s0165-4608(96)00275-0
15. Spinelli C., Pucci V., Strambi S., et al. Treatment of ovarian lesions in children and adolescents: a retrospective study of 130 cases // *Pediatr Hematol Oncol*. 2015. Vol. 32, No. 3. P. 199–206. DOI: 10.3109/08880018.2013.856050
16. Sarnacki S., Brisse H. Surgery of ovarian tumors in children // *Horm Res Paediatr*. 2011. Vol. 75, No. 3. P. 220–224. DOI: 10.1159/000322829
17. Spinelli C., Pucci V., Buti I., et al. The role of tumor markers in the surgical approach of ovarian masses in pediatric age: a 10-year study and a literature review // *Ann Surg Oncol*. 2012. Vol. 19, No. 6. P. 1766–1773. DOI: 10.1245/s10434-012-2249-y
18. Elgendy A., Lakshminarayanan B., Elrouby A., et al. Management of pediatric benign ovarian tumors in England and Egypt: A comparative study // *Afr J Paediatr Surg*. 2020. Vol. 17, No. 1-2. P. 33–38. DOI: 10.4103/ajps.AJPS\_64\_20
19. Michelotti B., Segura B.J., Sau I., et al. Surgical management of ovarian disease in infants, children, and adolescents: a 15-year review // *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2010. Vol. 20, No. 3. P. 261–264. DOI: 10.1089/lap.2009.0137
20. Kaijser J., Bourne T., Valentin L., et al. Improving strategies for diagnosing ovarian cancer: a summary of the International Ovarian Tumor Analysis (IOTA) studies // *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2013. Vol. 41, No. 1. P. 9–20. DOI: 10.1002/uog.12323
21. Terzic M., Rapisarda A.M.C., Della Corte L., et al. Diagnostic work-up in paediatric and adolescent patients with adnexal masses: an evidence-based approach // *J Obstet Gynaecol*. 2021. Vol. 41, No. 4. P. 503–515. DOI: 10.1080/01443615.2020.1755625
22. Renaud E.J., Sømme S., Islam S., et al. Ovarian masses in the child and adolescent: An American Pediatric Surgical Association Outcomes and Evidence-Based Practice Committee systematic review // *J Pediatr Surg*. 2019. Vol. 54, No. 3. P. 369–377. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2018.08.058
23. Hayes-Jordan A. Surgical management of the incidentally identified ovarian mass // *Semin Pediatr Surg*. 2005. Vol. 14, No. 2. P. 106–110. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2005.01.006
24. Rousseau V., Massicot R., Darwish A.A., et al. Emergency management and conservative surgery of ovarian torsion in children: a report of 40 cases // *J Pediatr Adolesc Gynecol*. 2008. Vol. 21, No. 4. P. 201–206. DOI: 10.1016/j.jpags.2007.11.003
25. Gonzalez D.O., Cooper J.N., Aldrink J.H., et al. Variability in surgical management of benign ovarian neoplasms in children // *J Pediatr Surg*. 2017. Vol. 52, No. 6. P. 944–950. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2017.03.014
26. Hermans A.J., Kluivers K.B., Wijnen M.H., et al. Diagnosis and treatment of adnexal masses in children and adolescents // *Obstet Gynecol*. 2015. Vol. 125, No. 3. P. 611–615. DOI: 10.1097/AOG.0000000000000665
27. Banlı-Cesur I., Tanrıdan-Okcu N., Özçelik Z. Ovarian masses in children and adolescents: Analysis on 146 patients // *J Gynecol Obstet Hum Reprod*. 2021. Vol. 50, No. 6. ID 101901. DOI: 10.1016/j.jogoh.2020.101901



## REFERENCES

1. Szymon O, Bogusz B, Taczanowska-Niemczuk A, et al. Ovarian sparing surgery in mature ovarian teratomas in children: A 20-year single-center experience. *Eur J Pediatr Surg.* 2021;31(1):2–7. DOI: 10.1055/s-0040-1716877
2. Al Jama FE, Al Ghamdi AA, Gasim T, et al. Ovarian tumors in children and adolescents — a clinical study of 52 patients in a university hospital. *J Pediatr Adolesc Gynecol.* 2011;24(1):25–28. DOI: 10.1016/j.jpaga.2010.06.005
3. Takayasu H, Masumoto K, Tanaka N, et al. A clinical review of ovarian tumors in children and adolescents. *Pediatr Surg Int.* 2020;36(6):701–709. DOI: 10.1007/s00383-020-04660-w
4. Esposito C, Coppola V, Cerulo M, et al. Review of a 25-year experience in the management of ovarian masses in neonates, children and adolescents: From laparoscopy to robotics and indocyanine green fluorescence technology. *Children (Basel).* 2022;9(8):1219. DOI: 10.3390/children9081219
5. Haadsma ML, Mooij TM, Groen H, et al. A reduced size of the ovarian follicle pool is associated with an increased risk of a trisomic pregnancy in IVF-treated women. *Hum Reprod.* 2010;25(2):552–558. DOI: 10.1093/humrep/dep404
6. Rosendahl M, Simonsen MK, Kjer JJ. The influence of unilateral oophorectomy on the age of menopause. *Climacteric.* 2017;20(6):540–544. DOI: 10.1080/13697137.2017.1369512
7. Gkrozou F, Tsonis O, Vatopoulou A, et al. Ovarian teratomas in children and adolescents: Our own experience and review of literature. *Children (Basel).* 2022;9(10):1571. DOI: 10.3390/children9101571
8. 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
9. Alghoul H, Al Farajat F, 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
10. Lindfors O. Primary ovarian neoplasms in infants and children. A study of 81 cases diagnosed in Finland and Sweden. *Ann Chir Gynaecol Fenn Suppl.* 1971;177:1–66.
11. Martelli H, Patte C. Gonadal tumours in children. *Arch Pediatr.* 2003;10(3):246–250. DOI: 10.1016/S0929-693X(03)00038-1
12. Anton-Păduraru D-T, Miron IC, Lupu VV, et al. Ovarian teratoma in a teenager causing ureterohydronephrosis: Case report and literature review. *Medicine (Baltimore).* 2021;100(27):e26472. DOI: 10.1097/MD.00000000000026472
13. Outwater EK, Siegelman ES, Hunt JL. Ovarian teratomas: tumor types and imaging characteristics. *Radiographics.* 2001;21(2):475–490. DOI: 10.1148/radiographics.21.2.g01mr09475
14. Oosterhuis JW, Looijenga LH, van Echten J, de Jong B. Chromosomal constitution and developmental potential of human germ cell tumors and teratomas. *Cancer Genet Cytogenet.* 1997;95(1):96–102. DOI: 10.1016/s0165-4608(96)00275-0
15. Spinelli C, Pucci V, Strambi S, et al. Treatment of ovarian lesions in children and adolescents: a retrospective study of 130 cases. *Pediatr Hematol Oncol.* 2015;32(3):199–206. DOI: 10.3109/08880018.2013.856050
16. Sarnacki S, Brisse H. Surgery of ovarian tumors in children. *Horm Res Paediatr.* 2011;75(3):220–224. DOI: 10.1159/000322829
17. Spinelli C, Pucci V, Buti I, et al. The role of tumor markers in the surgical approach of ovarian masses in pediatric age: a 10-year study and a literature review. *Ann Surg Oncol.* 2012;19(6):1766–1773. DOI: 10.1245/s10434-012-2249-y
18. Elgendy A, Lakshminarayanan B, Elrouby A, et al. Management of pediatric benign ovarian tumors in England and Egypt: A comparative study. *Afr J Paediatr Surg.* 2020;17(1-2):33–38. DOI: 10.4103/ajps.AJPS\_64\_20
19. Michelotti B, Segura BJ, Sau I, et al. Surgical management of ovarian disease in infants, children, and adolescents: a 15-year review. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2010;20(3):261–264. DOI: 10.1089/lap.2009.0137
20. Kaijser J, Bourne T, Valentin L, et al. Improving strategies for diagnosing ovarian cancer: a summary of the International Ovarian Tumor Analysis (IOTA) studies. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013;41(1):9–20. DOI: 10.1002/uog.12323
21. Terzic M, Rapisarda AMC, Della Corte L, et al. Diagnostic work-up in paediatric and adolescent patients with adnexal masses: an evidence-based approach. *J Obstet Gynaecol.* 2021;41(4):503–515. DOI: 10.1080/01443615.2020.1755625
22. Renaud EJ, Sømme S, Islam S, et al. Ovarian masses in the child and adolescent: An American Pediatric Surgical Association Outcomes and Evidence-Based Practice Committee systematic review. *J Pediatr Surg.* 2019;54(3):369–377. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2018.08.058
23. Hayes-Jordan A. Surgical management of the incidentally identified ovarian mass. *Semin Pediatr Surg.* 2005;14(2):106–110. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2005.01.006
24. Rousseau V, Massicot R, Darwish AA, et al. Emergency management and conservative surgery of ovarian torsion in children: a report of 40 cases. *J Pediatr Adolesc Gynecol.* 2008;21(4):201–206. DOI: 10.1016/j.jpaga.2007.11.003
25. Gonzalez DO, Cooper JN, Aldrink JH, et al. Variability in surgical management of benign ovarian neoplasms in children. *J Pediatr Surg.* 2017;52(6):944–950. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2017.03.014
26. Hermans AJ, Kluivers KB, Wijnen MH, et al. Diagnosis and treatment of adnexal masses in children and adolescents. *Obstet Gynecol.* 2015;125(3):611–615. DOI: 10.1097/AOG.0000000000000665
27. Banlı-Cesur I, Tanrıdan-Okcu N, Özçelik Z. Ovarian masses in children and adolescents: Analysis on 146 patients. *J Gynecol Obstet Hum Reprod.* 2021;50(6):101901. DOI: 10.1016/j.jogoh.2020.101901

## ОБ АВТОРАХ

**Юрий Андреевич Козлов**, д-р мед. наук, чл.-корр. РАН; главный врач ИГОДКБ; заведующий кафедрой педиатрии и детской хирургии ИГМУ; профессор кафедры ИГМАПО; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2313-897X>; eLibrary SPIN: 3682-0832; e-mail: [yuriherz@hotmail.com](mailto:yuriherz@hotmail.com)

**Симон Степанович Полоян**, заместитель главного врача по хирургической помощи; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7042-6646>; e-mail: [simonpoloyan@ya.ru](mailto:simonpoloyan@ya.ru)

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

**\*Александр Павлович Рожанский**, хирургический ординатор; адрес: Россия, 664003, Иркутск ул. Красного Восстания, д. 2; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7922-7600>; eLibrary SPIN: 4012-7120; e-mail: [alexanderozhanski@mail.ru](mailto:alexanderozhanski@mail.ru)

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

**Сергей Александрович Муравьев**, студент 6-го курса; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4731-7526>; eLibrary SPIN: 3965-6284; e-mail: [muravev1999sergey@mail.ru](mailto:muravev1999sergey@mail.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>; eLibrary SPIN: 7808-5603; e-mail: [gs-det-hirurg@kuzdrav.ru](mailto:gs-det-hirurg@kuzdrav.ru)

**Вадим Михайлович Капуллер**, заведующий отделением детской хирургии; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0076-5778>

**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>; eLibrary SPIN: 9030-1493; e-mail: [narkevichart@gmail.com](mailto:narkevichart@gmail.com)

## AUTHORS INFO

**Yury A. Kozlov**, Dr. Sci. (Med.), corresponding member of Russian Academy of Sciences; chief; head of the Department of pediatrics and pediatric surgery; professor of the Department of pediatric surgery; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2313-897X>; eLibrary SPIN: 3682-0832; e-mail: [yuriherz@hotmail.com](mailto:yuriherz@hotmail.com)

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

**Andrey A. Marchuk**, surgeon; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9767-0454>; e-mail: [simonpoloyan@ya.ru](mailto:simonpoloyan@ya.ru)

**\*Alexander P. Rozhanskii**, surgical resident; address: 2 Krasnogo Vosstaniya st., Irkutsk, 664003, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7922-7600>; eLibrary SPIN: 4012-7120; e-mail: [alexanderozhanski@mail.ru](mailto:alexanderozhanski@mail.ru)

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

**Sergey A. Muravev**, 6<sup>th</sup> year student; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4731-7526>; eLibrary SPIN: 3965-6284; e-mail: [muravev1999sergey@mail.ru](mailto:muravev1999sergey@mail.ru)

**Konstantin A. Kovalkov**, Cand. Sci. (Med.); assistant professor; head of pediatric surgery; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6126-4198>; eLibrary SPIN: 7808-5603; e-mail: [gs-det-hirurg@kuzdrav.ru](mailto:gs-det-hirurg@kuzdrav.ru)

**Vadim M. Kapuller**, MD head of Department of Pediatric Surgery; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0076-5778>

**Artem N. Narkevich**, 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>; eLibrary SPIN: 9030-1493 e-mail: [narkevichart@gmail.com](mailto:narkevichart@gmail.com)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author