

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНДОЦИАНИНА ЗЕЛЕННОГО В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ РАКА ЖЕЛУДКА****Р.Е. Израилов, И.Р. Мухаев\*, Н.Е. Семенов, Д.А. Матвейчук, А.В. Андрианов**

ФБУЗ «Московский клинический научный центр им. А.С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва

**INDOCYANINE GREEN IN DIAGNOSTICS AND MANAGEMENT OF GASTRIC CANCER****R.E. Izrailov, I.R. Mukhaev\*, N.E. Semenov, D.A. Matveichuk, A.V. Andrianov**

Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow, Russia

\* E-mail: ildar.muhaev@ya.ru

**Аннотация**

Индоцианин зеленый (indocyanine green, ICG) – цианиновый краситель, используемый при флуоресцентной хромоскопии. Данное контрастное вещество используется во многих направлениях хирургии, в том числе при диагностике и лечении рака желудка. По данным мировой литературы, для окрашивания интересующих структур могут применяться несколько методик введения ICG: системно (внутривенно) и локально (в подслизистую и подсерозную оболочки желудка). Применение ICG/NIR-флуоресцентной визуализации является достаточно перспективной методикой, которая сочетает в себе низкую токсичность, безопасность и простоту использования, а также низкую стоимость. Она может помочь в обнаружении лимфоузлов и определении линии резекции, снизить частоту операционных осложнений вследствие адекватной оценки кровоснабжения ремнанта в ходе реконструктивного этапа, сократить время оперативного вмешательства благодаря улучшению качества визуализации анатомических структур. Однако накопленный опыт использования ICG (ложноотрицательные результаты в силу различных причин, отсутствие сравнительной оценки в различных популяциях пациентов) свидетельствует о необходимости дальнейших исследований в области применения данного контрастного вещества.

**Ключевые слова:** рак желудка, индоцианин зеленый, флуоресцентная лимфография, лимфоаденэктомия, гастрэктомия.

**Abstract**

Indocyanine green is a cyanine dye which is frequently used in fluorescence chromoscopy. This contrast agent is used in many areas of surgery, including diagnostics and treatment of gastric cancer. By the world literature, there are several techniques which can be used for staining target anatomical structures with indocyanine green injections. It may be systemic (intravenous) injections or local ones into submucosal and subserosal layers of the stomach wall. ICG/NIR fluorescence imaging is a rather promising modality that combines low toxicity, safety; it is not expensive and easy to handle. It can help to detect sentinel lymph nodes and to mark the resection line what may reduce surgical complications due to adequate assessment of blood supply in stomach remnants during the reconstructive stage. It also helps to reduce surgical time due to better visualization of anatomical structures. However, the obtained experience in indocyanine green application (false-negative results due to various reasons, lack of comparative assessment in different patient populations) spurs to continue further research to assess pros and cons of this contrast agent.

**Key words:** gastric cancer, indocyanine green, fluorescent lymphography, lymphadenectomy, gastrectomy.

**Ссылка для цитирования:** Израилов Р.Е., Мухаев И.Р., Семенов Н.Е., Матвейчук Д.А., Андрианов А.В. Применение индоцианина зеленого в диагностике и лечении рака желудка. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2022; 4: 49–52.

Индоцианин зеленый (indocyanine green, ICG) – цианиновый краситель, используемый при флуоресцентной хромоскопии. Данная технология основана на свойстве молекул флуоресцентного контрастного вещества (0,5%-ный раствор ICG) поглощать излучение флуоресцентного осветителя с ближним инфракрасным (NIR)-чувствительным детектором. Спектр поглощения и флуоресценции ICG находится в ближней инфракрасной области (NIR) и поглощает излучение длиной волны от 600 до 900 нм.

ICG был разработан 1950-х гг. в лаборатории Kodak и использовался в качестве фотокрасителя [1]. В 1956 г. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) одобрило применение ICG в клинической и исследовательской практике [2], после чего началось его использование в различных областях медицины. Уже в 1960-х гг. препарат был применен для оценки печеночного кровотока и сердечного выброса при пороках развития. В 1970-е гг.

ICG активно применяли в офтальмологии для оценки кровообращения сосудистой оболочки глаз и при ангиографии периферических сосудов [2, 3]. В 2000-е гг., когда началось бурное развитие цифровых технологий, ICG по-новому обрел популярность и начались современные исследования, направленные на оценку возможности и целесообразности применения данного красителя в лечебно-диагностических целях. В настоящее время практически во всех областях хирургии предпринимаются попытки использования технологии ICG.

К основным областям, в которых активно применяется ICG, относят следующие:

- нейрохирургия – для интраоперационной оценки внутричерепного кровообращения;
- сосудистая хирургия – для интраоперационной оценки проходимости трансплантата, диагностики окклюзионных заболеваний периферических артерий, в прогнозировании заживления ран после ампутации и для оценки кровообращения [1];

- абдоминальная хирургия – для оценки перфузии анастомозов при проведении резекционных вмешательств, оценки адекватного кровоснабжения желудочного стебля при резекции пищевода/эзофагэктомии;
- гепатобилиарная хирургия – при визуализации желчевыводящих путей при операциях на органах гепатобилиарной зоны наряду с интраоперационной холангиографией;
- онкохирургия – определение сторожевого лимфоузла при раке молочной железы, опухолях репродуктивной системы, кожи и мягких тканей, а также таргетная лазерная фототерапия при раке шейки матки, опухолях головы и шеи [2];
- реконструктивная хирургия – для оценки жизнеспособности кожных лоскутов при помощи лазерной ангиографии [4];
- торакальная хирургия – при хилотораксе, повреждении грудного протока, для определения области дефекта стенки протока [5, 6].

Преимуществами ICG перед другими красителями являются: незначительная токсичность, отсутствие радиоактивности, низкая стоимость, возможность безопасного введения как в системный кровоток, так и эндоскопически, возможность связывания с белками ( $\beta$ -аполипротеинами В) без изменения их молекулярной структуры, а также взаимодействие с макрофагами на уровне лимфатических узлов [7].

### Методы введения ICG

В мировой литературе описывают несколько методов интраоперационной визуализации парагастральных анатомических структур (лимфатических протоков, узлов и кровеносных сосудов) с помощью ICG в зависимости от цели исследования. По данным зарубежных авторов, наиболее распространенным методом визуализации сторожевого лимфоузла и других парагастральных лимфоузлов является эндоскопическая инъекция ICG в подслизистую оболочку вокруг опухоли с помощью пункционной иглы (в четырех-пяти точках) с последующей оценкой распространения препарата путем флуоресцентной лимфографии [8–13]. Окрасивание парагастральных лимфатических протоков и узлов также может проводиться путем инъекции ICG в субсерозный слой по большой и малой кривизне желудка [14]. Подслизистое введение ICG, по данным С. Tanaka и соавт., также может применяться для визуализации и определения линии резекции при небольших опухолях. Авторами описана методика, отличающаяся от указанной выше: инъекция контраста производилась в одной точке на 1 см проксимальнее или дистальнее краев опухоли в зависимости от того, какой край резекции требовал уточнения [15]. М. Kim и соавт. производили внутривенное введение ICG после перевязки правой желудочно-сальниковой вены с целью интраоперационной визуализации инфрапилорической и добавочных артерий [16]. Анализ мировой литературы показал, что в зависимости от интересующих структур хирурги могут применять каждую отдельно взятую методику. Для окрасивания лимфатических протоков, лимфатических узлов, а также самой опухоли следует вводить ICG вокруг опухоли в подслизистую оболочку желудка, а внутривенное введение контраста нужно использовать для визуализации кровеносных сосудов.

### Роль ICG -технологии при диагностике и лечении рака желудка

ICG – универсальное контрастное вещество, которое, по данным мировой литературы, можно применять во многих областях хирургии, в том числе при лечении рака желудка (РЖ). РЖ является одним из самых распространенных онкологических заболеваний в России и мире. Поскольку хирургические

методы лечения сохраняют ключевую роль в лечении раннего и местно-распространенного РЖ, применение и развитие технологий флуоресцентной визуализации в ближнем инфракрасном диапазоне (ICG/NIR) при диагностике и лечении РЖ являются перспективным направлением научно-практического поиска. Однако многие аспекты их применения, такие как оптимальное время и способ введения препарата, количество препарата, ограничения метода (распространения красителя при лимфографии и т.д.), остаются недостаточно изученными и требуют проведения дальнейших исследований для стандартизации методики и увеличения ее чувствительности и специфичности при РЖ.

### Выявление сторожевого лимфатического узла

В настоящее время ведутся дискуссии по поводу необходимости выполнения биопсии сторожевого лимфоузла при раннем РЖ. Сторожевой лимфатический узел является первым и ключевым рубежом на пути лимфогенного метастазирования РЖ, а его оценка, по данным литературы, позволяет выбрать оптимальную стратегию лечения исходя из наличия или отсутствия в нем опухолевых клеток. Стоит отметить, что при ревизии операционного поля без применения специальных технологий визуализации идентификация сторожевого лимфоузла может быть значительно затруднена, особенно при висцеральном ожирении и особенностях анатомии лимфатической системы, поэтому применение дополнительных методов визуализации повышает точность диагностики. Состояние сторожевого лимфоузла может отражать состояние остальных регионарных лимфоузлов [17]. N. Takahashi и соавт. в проспективном многоцентровом исследовании доказали эффективность биопсии сторожевого узла при раннем РЖ с использованием навигационной хирургии. Доля обнаружения лимфатического бассейна с помощью ICG составила 80% (35/44), а в сочетании с NIR достигла 100% (44/44). Точность выявления метастатического лимфоузла – 100% (7/7) при использовании NIR, с учетом сопоставления с морфологическим исследованием ложноотрицательных результатов не было. При визуальной оценке лимфоузлов без применения флуоресцентных технологий получен ложноотрицательный результат в четырех случаях [11]. В исследовании А.М. Карачуна и соавт. с помощью ICG/NIR-технологии сигнальный лимфатический узел был обнаружен у 73 (84.9%) из 86 больных РЖ. При этом из 14 пациентов с морфологически подтвержденными метастазами в парагастральные лимфоузлы метастаз в сторожевом лимфоузле был определен у 11 (78.8%). Стоит отметить, что в двух случаях метастазы в регионарных лимфоузлах не были визуализированы при осмотре в режиме ближнего инфракрасного диапазона, что может объясняться нарушением лимфооттока из-за наличия опухолевых эмболов в лимфатических протоках, препятствующих распространению красителя. В одном случае был получен ложноотрицательный результат. Чувствительность метода составила 78.8% [17]. Метаанализ, проведенный Y. Huang и соавт., показал преимущества использования ICG и метода двойного трассирования (радиоколлоидный трейсер (RI) + синий краситель (BD)/индоцианин зеленый (ICG)) для обнаружения сигнального лимфоузла. В связи с высокой стоимостью и биологической опасностью радиоактивных веществ при использовании метода двойной трассировки, выполнение биопсии сторожевого лимфоузла с помощью ICG является методом выбора для хирургов [18]. Таким образом, данные исследований показывают, что использование ICG может помочь хирургам при обнаружении сторожевого лимфоузла для определения адекватного объема лимфаденэктомии.

## Применение ICG при определении объема лимфаденэктомии

Одним из ключевых факторов, определяющих эффективность хирургических вмешательств в онкологии, является адекватная лимфаденэктомия. При оперативном вмешательстве по поводу РЖ чаще всего проводится лимфодиссекция в объеме D2, определяющая онкологические результаты, но представляющая технические трудности для начинающих хирургов. Q. Chen и соавт. провели рандомизированное исследование, сравнив эффективность и безопасность D2-лимфаденэктомии в двух группах пациентов. В одной группе лимфаденэктомию проводили под контролем ICG, в другой – без навигационных технологий. В результате исследования было выяснено, что использование ICG увеличивает эффективность лимфодиссекции (50.5 [15.9] против 42.0 [10] лимфоузлов) без повышения риска осложнений [8]. G.L. Vaioschi и соавт. оценивали эффективность ICG при гастрэктомии с D2-лимфаденэктомией путем подслизистого или подсерозного введения ICG за 12 часов до операции. Всем пациентам была выполнена стандартная лимфаденэктомия, после которой дополнительно иссекали оставшиеся ICG+-лимфоузлы. Каждый удаленный лимфоузел регистрировали и классифицировали как ICG+ или ICG- (оценка производилась как *in vivo*, так и *in vitro*). Всего было удалено 417 лимфатических узлов (в среднем 37.9 лимфоузлов у одного пациента), 336 из них были ICG+, среди которых 54 были морфологически подтверждены как метастатические. При этом в оставшихся 282 ICG-лимфоузлах метастазов не обнаружили. Также в двух случаях были удалены лимфоузлы, не входящие в область диссекции D2, которые были ICG+ (один из них оказался метастатическим) [19]. В ряде работ сообщается об использовании ICG во время роботических вмешательств по поводу РЖ. Так, по данным исследования A. Romanzi и соавт., флуоресцентная лимфография под контролем ICG может помочь в выполнении более точной лимфодиссекции при роботической субтотальной резекции желудка, достоверно увеличивающей число удаленных лимфоузлов (40 (13–58) против 24 (14–39)). Однако в группе пациентов с ICG наблюдалась большая продолжительность операции (311 (255–425) против 294 минут (225–390)) [20]. В другой статье сравнивали результаты лимфодиссекции в группе пациентов с использованием ICG/NIR-технологий и без него. Среднее число удаленных лимфоузлов было выше в ICG-группе, чем в контрольной (50.8 против 40.1,  $p=0.03$ ). В группе ICG у 23 пациентов подтвердились метастазы в лимфоузлах. Точность, чувствительность и специфичность флуоресценции ICG для метастатических лимфоузлов составили 62.2, 52.6 и 63.0% соответственно [21]. Схожие результаты получены в исследовании I.G. Kwon и соавт. [22].

По данным другого исследования, проведенного S. Park и соавт., ICG/NIR-технологии позволяют проводить более безопасную лимфаденэктомию инфрапилорических лимфоузлов с некоторым преимуществом во времени при диссекции лимфатических узлов данной группы (13.05 ± 5.77 против 18.68 ± 7.92 минуты,  $p=0.001$ ). При этом использование ICG не оказывает существенного влияния на количество удаляемых лимфоузлов по сравнению с контрольной группой [9].

Развитие современных комбинаций химиопрепаратов позволило значительно расширить область применения неоадьювантной химиотерапии при местно-распространенном РЖ. Вследствие этого хирургические вмешательства стали зачастую выполняться в условиях измененной (на фоне перенесенного лекарственного лечения) анатомии перигастральной области, что в известной мере усложнило выполнение лимфаденэктомии. Результаты многоцентрового исследования, проведенного Ze-Ning Huang и соавт., показывают, что применение ICG во время лапароскопической

гастрэктомии по поводу РЖ после неоадьювантной химиотерапии может способствовать увеличению количества удаляемых лимфоузлов (40.8 ± 13.7 против 31.8 ± 13.5,  $p<0.001$ ), снижению объема кровопотери (45.6 ± 19.1 против 89.6 ± 89.3 мл,  $p<0.001$ ), а также уменьшению количества повреждаемых в ходе диссекции лимфоузлов. При этом ICG существенно не влияет на количество послеоперационных осложнений (12 против 10). Однако, по данным мировой литературы, вследствие химиотерапии может развиваться фиброз в лимфатических сосудах и узлах, что приводит к нарушению лимфооттока и адекватного прокрашивания данных структур [23]. Использование флуоресцентной лимфографии может быть полезно при выполнении лимфаденэктомии и может сделать ее более радикальной. Однако окрашивание ICG возможно не всегда, что связано с блоком лимфатических сосудов опухолевыми клетками либо фиброзом. Поэтому вопрос использования данной технологии при лимфаденэктомии остается открытым и требует дальнейших исследований.

## Оценка органного кровотока и визуализация небольших опухолей

Одним из потенциальных недостатков лапароскопического вмешательства является отсутствие возможности пальпации органов, что затрудняет интраоперационную оценку распространенности опухолевого процесса. S. Tanaka и соавт. предлагают использование ICG-технологии для визуализации и определения линии резекции при небольших опухолях, которые невозможно увидеть при лапароскопической ревизии. В ходе своего исследования они оценивали эффективность введения ICG в подслизистый слой желудка вокруг опухоли с помощью эндоскопических пункционных игл за один – три дня до операции (различия при разном времени от введения до оценки не детализированы). При оценке результатов группа исследователей сделали вывод, что данная методика позволяет хирургической бригаде без дополнительных интраоперационных манипуляций и побочных эффектов для пациента обнаружить опухоль во время лапароскопического вмешательства для адекватной резекции в пределах здоровых тканей [15].

Также при проведении оперативного вмешательства может возникать риск повреждения сосудов, особенно при нестандартной сосудистой анатомии. M. Kim и соавт. сообщают об интраоперационной визуализации желудочных сосудов путем перевязки правой желудочно-сальниковой вены с последующим внутривенным введением ICG (3 мл в концентрации 2.5 мг/мл) при лапароскопической и роботической гастрэктомии. Авторы пришли к выводу, что данный прием может помочь определить расположение мелких и добавочных сосудов, например, инфрапилорической артерии при пилоросохраняющих операциях или добавочной селезеночной артерии, что позволит снизить риск кровотечений во время вмешательств [16]. Y. Ushimaru и соавт. в своем исследовании оценили применение ICG при лапароскопической гастрэктомии по поводу РЖ и пришли к выводу, что подслизистая маркировка вокруг опухоли с помощью ICG за день до операции позволяет сократить время операции (206.1 ± 5.0 против 237.0 ± 5.0 минут), уменьшить интраоперационную кровопотерю (10.1 ± 6.6 против 36.9 ± 6.6 мл), увеличить количество удаленных лимфоузлов (47.5 ± 1.7 против 42.6 ± 1.7), несколько уменьшить срок госпитализации (7.5 ± 0.1 против 8.7 ± 0.1 дня), а также обеспечить большую частоту R0-резекций. Положительный край резекции был подтвержден в пяти случаях (6.0%) в группе без ICG, в то время как в группе с ICG их не было [10]. В данных исследованиях было доказано, что использование ICG может ускорить оперативное вмешательство, снизить риск рецидивов и интраоперационных осложнений.

По данным мировой литературы, ICG может использоваться для интраоперационной оценки перфузии желудочно-пищеводного анастомоза и желудочного стебля после эзофагэктомий. По нашему мнению, ICG также можно использовать при сомнениях в адекватности кровоснабжения оставшейся части желудка после резекционных вмешательств, в особенности при сложной сосудистой анатомии. Этот прием может минимизировать риск послеоперационных осложнений, связанных с ишемическими нарушениями в культе желудка, особенно у пациентов с выраженными проявлениями системного атеросклероза сосудов.

### Заключение

Исходя из вышеизложенного, ICG/NIR-флуоресцентная визуализация является перспективной методикой, которая сочетает в себе низкую токсичность, безопасность и простоту использования, низкую стоимость. Она может помочь в обнаружении лимфоузлов и определении линии резекции, снизить частоту операционных осложнений, сократить время оперативного вмешательства. Однако данная методика имеет свои недостатки. Например, при блоке лимфатических сосудов опухолевым эмболом ICG не сможет полноценно окрасить лимфатическое дерево, в связи с чем исследование может терять диагностическую ценность, приводя к ложноотрицательным результатам (обнаружение метастазов в ICG-негативных лимфоузлах). Поэтому требуются дальнейшие исследования для определения оптимального времени и методики введения ICG, его возможностей и роли при диагностике и лечении РЖ. В связи с этим большинство исследований проводили на азиатской популяции с анатомической, нутритивной спецификой и другими особенностями, для более активного внедрения данной методики в клиническую практику необходимы дальнейшие проспективные исследования в том числе в других странах.

### Литература

1. Alander J.T. et al. A review of indocyanine green fluorescent imaging in surgery // *Int J Biomed Imag.* – 2012. – V. 2012.
2. Reinhart M.B. et al. Indocyanine green: historical context, current applications, and future considerations // *Surg Innovat.* – 2016. – V. 23. – № 2. – P. 166–175.
3. Yannuzzi L.A. Indocyanine green angiography: a perspective on use in the clinical setting // *Am J Ophthalmol.* – 2011. – V. 151. – № 5. – P. 745–751.e1.
4. Kanuri A. et al. Whom should we SPY? A cost analysis of laser-assisted indocyanine green angiography in prevention of mastectomy skin flap necrosis during prosthesis-based breast reconstruction // *Plast Reconstr Surg.* – 2014. – V. 133. – № 4. – P. 448e–454e.
5. Kaburagi T. et al. Intraoperative fluorescence lymphography using indocyanine green in a patient with chylothorax after esophagectomy: report of a case // *Surg Today.* – 2013. – V. 43. – № 2. – P. 206–210.
6. Kamiya K. et al. Intraoperative indocyanine green fluorescence lymphography, a novel imaging technique to detect a chyle fistula after an esophagectomy: report of a case // *Surg Today.* – 2009. – V. 39. – № 5. – P. 421–424.
7. Desiderio J. et al. Fluorescence image-guided lymphadenectomy using indocyanine green and near infrared technology in robotic gastrectomy // *Chin J Cancer Res.* – 2018. – V. 30. – № 5. – P. 568–570.
8. Chen Q.Y. et al. Safety and efficacy of indocyanine green tracer-guided lymph node dissection during laparoscopic radical gastrectomy in patients with gastric cancer: a randomized clinical trial // *JAMA Surg.* – 2020. – V. 155. – № 4. – P. 300–311.
9. Park S.H. et al. Near-infrared fluorescence-guided surgery using indocyanine green facilitates secure infrapyloric lymph node dissection during laparoscopic distal gastrectomy // *Surg Today.* – 2020. – V. 50. – № 10. – P. 1187–1196.
10. Ushimaru Y. et al. The feasibility and safety of preoperative fluorescence marking with indocyanine green (ICG) in laparoscopic gastrectomy for gastric cancer // *J Gastrointest Surg.* – 2019. – V. 23. – № 3. – P. 468–476.
11. Takahashi N. et al. Laparoscopic sentinel node navigation surgery for early gastric cancer: a prospective multicenter trial // *Langenbeck's Arch Surg.* – 2017. – V. 402. – № 1. – P. 27–32.
12. Kamada T. et al. A new method of sentinel node mapping for early gastric cancer using a fluorescent laparoscope that can adjust the intensity of excitation light and quantify the intensity of indocyanine green fluorescence: report of a case // *Int J Surg Case Reports.* – 2020. – V. 73. – P. 248–252.
13. Sakamoto E. et al. Indocyanine green imaging to guide lymphadenectomy in laparoscopic distal gastrectomy – with video // *Ann Med Surg.* – 2021. – V. 69. – P. 102657.
14. Park J.H. et al. Mapping of the perigastric lymphatic network using indocyanine green fluorescence imaging and tissue marking dye in clinically advanced gastric cancer // *Eur J Surg Oncol.* – 2022. – V. 48. – № 2. – P. 411–417.
15. Tanaka C. et al. Detection of indocyanine green fluorescence to determine tumor location during laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: results of a prospective study // *Asian J Endosc Surg.* – 2020. – V. 13. – № 2. – P. 160–167.
16. Kim M. et al. Real-time vessel navigation using indocyanine green fluorescence during robotic or laparoscopic gastrectomy for gastric cancer // *J Gastric Cancer.* – 2017. – V. 17. – № 2. – P. 145–153.
17. Карачун А.М. и др. Биопсия сигнальных лимфатических узлов при раннем раке желудка // *Злокачественные опухоли.* – 2020. – Т. 10. – № 3S1. – С. 21–24. [Karachun A.M. et al. Biopsy of signal lymph nodes in early gastric cancer. Malignant tumors. – 2020. – V. 10. – № 3s1. – P. 21–24. In Russian].
18. Huang Y. et al. A systematic review and meta-analysis of sentinel lymph node biopsy in gastric cancer, an optimization of imaging protocol for tracer mapping // *World J Surg.* – 2021. – V. 45. – № 4. – P. 1126–1134.
19. Baiocchi G.L. et al. Fluorescence-guided lymphadenectomy in gastric cancer: a prospective western series // *Updates Surg.* – 2020. – V. 72. – № 3. – P. 761–772.
20. Romanzi A. et al. ICG-NIR-guided lymph node dissection during robotic subtotal gastrectomy for gastric cancer. A single-centre experience // *Int Med Robot.* – 2021. – V. 17. – № 2. – P. e2213.
21. Cianchi F. et al. The clinical value of fluorescent lymphography with indocyanine green during robotic surgery for gastric cancer: a matched cohort study // *J Gastrointest Surg.* – 2020. – V. 24. – № 10. – P. 2197–2203.
22. Kwon I.G. et al. Fluorescent lymphography-guided lymphadenectomy during robotic radical gastrectomy for gastric cancer // *JAMA Surg.* – 2019. – V. 154. – № 2. – P. 150–158.
23. Huang Z.N. et al. Assessment of indocyanine green tracer-guided lymphadenectomy in laparoscopic gastrectomy after neoadjuvant chemotherapy for locally advanced gastric cancer: results from a multicenter analysis based on propensity matching // *Gastric Cancer.* – 2021. – V. 24. – № 6. – P. 1355–1364.