

<https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-213-5-144-149>

Технологии оптической визуализации в эндоскопической диагностике новообразований толстой кишки*

Дуванский В. А.¹, Терехова И. В.², Сазонов Д. В.²

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», (ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, 117198, Россия).

² ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства, (ул. Ореховый бульвар, д. 28, 115682, Москва, Россия).

Для цитирования: Дуванский В. А., Терехова И. В., Сазонов Д. В. Технологии оптической визуализации в эндоскопической диагностике новообразований толстой кишки. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2023;213(5): 144–149. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-213-5-144-149

✉ Для переписки:

Дуванский

Владимир

Анатолевич

rudnendo@mail.ru

Дуванский Владимир Анатольевич, профессор, заведующий кафедрой эндоскопии, эндоскопической и лазерной хирургии ФНМО МИ

Терехова Ирина В., врач-эндоскопист

Сазонов Дмитрий В., заведующий эндоскопическим отделением

Резюме

* Иллюстрации
к статье –
на цветной
вклейке в журнал
(стр. XI–XII).

В статье описаны современные технологии оптической визуализации в эндоскопической диагностике новообразований толстой кишки. Проведена оценка эффективности этих методов и особенности применения их в клинической практике.

Ключевые слова: новообразований толстой кишки, толстая кишка, оптические технологии, эндоскопическая диагностика, колоноскопия

EDN: RVLNTR

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.





Optical imaging technologies in endoscopic diagnosis of colon tumors*

V. A. Duvanskiy¹, I. V. Terkhova², D. V. Sazonov²

¹ RUDN University, 6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russia

² Federal Scientific and Clinical Center of Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, 28, str. Orekhovy Boulevard, Moscow, 115682, Russia

For citation: Duvanskiy V. A., Terkhova I. V., Sazonov D. V. Optical imaging technologies in endoscopic diagnosis of colon tumors. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2023;213(5): 144–149. (In Russ.) DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-213-5-144-149

✉ **Corresponding author:**

Vladimir A. Duvanskiy

rudnendo@mail.ru

Vladimir A. Duvanskiy, professor, Head of the Department of Endoscopy, Endoscopic and Laser Surgery; *Scopus Author ID:*

6505911424, *ORCID:* 0000–0001–5880–2629

Irina V. Terkhova, endoscopist

Dmitrii V. Sazonov, head of the endoscopic department; *ORCID:* 0000–0002–3253–300X

Summary

* Illustrations to the article are on the colored inset of the Journal (p. XI–XII).

The article describes modern technologies of optical imaging in endoscopic diagnosis of colon neoplasms. The efficiency of these methods and features of their application in clinical practice have been evaluated.

Keywords: neoplasms, colon, Optical imaging, endoscopic diagnostics, colonoscopy

Conflict of interest. The Authors declare no conflict of interest.

Колоректальный рак (КРР) объединяет опухоли ободочной и прямой кишки, имеющие общие пути онкогенеза, клинические проявления, а также диагностические методики и принципы лечения.

В настоящее время смертность от колоректального рака по частоте занимает второе место в мире среди смертности от всех злокачественных новообразований [1], при том, что еще несколько лет назад КРР занимал в данной статистике третье место [2].

В России проблема КРР также занимает важное место. За период с 2011 по 2021 год прирост заболеваемости новообразованиями ободочной кишки составляет 10,62%, а новообразованиями прямой кишки, ректосигмоидного соединения и ануса составляет 4,19%. Согласно статистике, в структуре смертности населения России от злокачественных новообразований в 2021 году смертность от КРР составляет 14%, уступая только опухолям трахеи, бронхов, легкого (16,8%) [3].

Важно обратить внимание на то, что заболеваемость колоректальным раком с ранним началом с каждым годом увеличивается во всем мире. Главной особенностью раннего КРР является его выявление у пациентов в возрасте до 50 лет. Согласно данным Naohiko Akimoto et al., прирост заболеваемости ранним КРР в странах Европы за 2004–2016 годы достигает 7,9% у населения 20–29 лет, 4,9% у населения 30–39 лет и 1,6% у населения 40–49 лет. Прирост заболеваемости ранним КРР в США отмечается с середины 1900х годов, и к 2017 году составлял уже 8,4 случая на 100 тысяч населения [4, 5]. В связи данной тенденцией в мае

2021 года в США было обновлено руководство по скринингу КРР, в результате чего было рекомендовано проводить его у лиц со средним риском развития КРР уже с 45 лет [6]. Причины и факторы риска возникновения данного заболевания в более раннем возрасте до сих пор изучаются, и требуется проведение исследований для разработки стратегий первичной и вторичной профилактики [7].

Большинство колоректальных опухолей развиваются из полипов толстой кишки, которые можно разделить на две большие группы: зубчатые образования и аденомы. Доказано, что 10–15% диагностированных случаев колоректального рака развивается из зубчатых полипов [8]. В свою очередь, аденомы с течением времени приобретают все более диспластические черты, и в конечном итоге могут приобретать инвазивный потенциал. Процесс развития аденокарциномы из аденомы происходит в каждом случае в течение различного периода времени, сроки развития злокачественного новообразования сильно отличаются в зависимости от пути онкогенеза [9]. Не стоит не забывать и о третьей группе полипов, гиперпластических полипах, важность выявления которых увеличилась после изучения зубчатого пути канцерогенеза [10]. В исследованиях Mehtat Ünlü et al. были изучены молекулярные характеристики гиперпластических полипов и доказано, что даже образования меньше 5 мм являются предраковыми образованиями с различными мутациями [11].

Таким образом, на первый план своевременной диагностики КРР и предраковых состояний выходит диагностика и удаление эпителиальных

образований до их прогрессии в аденокарциному, а также диагностика колоректального рака на как можно более ранних стадиях [12]. Колоноскопия в данной ситуации является наиболее информативным методом, позволяющим провести детальный осмотр слизистой оболочки, выявить наличие неоплазий, описать их и выполнить биопсию для гистологической верификации. Использование технологий дополнительной визуализации, таких как применение витальной и виртуальной хромоскопии, использование высокого разрешения позволяет увеличить чувствительность и специфичность колоноскопии [13].

Самым базовым исследованием является осмотр слизистой оболочки в белом свете. На данный момент эндоскопическое оборудование позволяет нам получить более детальное изображение высокого разрешения. Применение белого света с высоким разрешением позволяет значительно увеличить частоту выявления неоплазий, особенно у молодых специалистов. Согласно проведенным Bürger M et al. исследованиям, колоноскопия, выполненная в том числе и опытными врачами, с использованием белого света и высокого разрешения позволяет выявить больше неоплазий, чем при использовании ими же ранних версий виртуальной хромоскопии [14].

Витальная хромоскопия с использованием красителей является наиболее ранним из всех методов улучшения оптического изображения, на основе нее разрабатывались первые эндоскопические классификации, в частности классификация ямочного рисунка по Kudo. В последние десятилетия, с развитием виртуальной хромоскопии, витальной все чаще отводятся роли второго плана, однако данный метод по-прежнему актуален при поиске мельчайших и плоских неоплазий ободочной кишки и сопоставим по своей диагностической ценности с использованием белого света высокого разрешения [14].

Narrow band imaging (NBI, Olympus Medical Systems Tokyo, Japan) исторически является самым первым методом виртуальной хромоскопии. Gono K. в своем описании истории создания NBI указывает, что данный метод разрабатывался с 1999 года, и в 2005 году был введен в клиническую практику, значительно увеличив диагностическую ценность эндоскопических исследований [15, 16].

Конфигурация системы представляет собой расположенный между ксенонным источником света и светофильтром фильтр NBI, преобразующий свет в узкополосный синий и зеленый (*рис. 1 на цветной вклейке в журнал*). Сам же метод основан на способности гемоглобина поглощать синий и зеленый свет, а также на меньшем диапазоне рассеивания волн синего и зеленого цвета, что обеспечивается более короткой длиной их волн. Эти две особенности NBI позволяют хорошо визуализировать капиллярные сети, расположенные в слизистой оболочке стенки кишки [17, 18].

Анонсированный в 2005 году NBI первого поколения, постоянно совершенствовался, и на данный момент доступен также NBI второго поколения, основным отличием которого является в два раза более четкое и яркое изображение за счет

изменений, внесенных в источник света, систему линз и зеркал [19].

На момент публикации статьи в России анонсирована система Evis Exera X1 (Olympus Medical Systems Tokyo, Japan), в которой применяются новейшие технологии, основанные на сочетании оптических методов и компьютерной постобработки изображения. Это позволяет получать еще более четкие и яркие изображения.

Помимо разработанных компанией Olympus методик существуют также и другие варианты виртуальной хромоскопии. Компания Fujinon (Fujinon, Fujifilm Medical Co, Saitama, Japan) в 2006 году представила свою систему под названием flexible spectral imaging color enhancement (FICE). Суть этой системы заключается в использовании компьютерной постобработки изображений, полученных в белом свете, при помощи матрицы спектральной оценки. В дальнейшем происходит построение изображения с использованием только одной длины волны. Преимуществом данной системы является возможность использовать ее модификации за счет изменения длины волны при создании улучшенного FICE изображения для получения максимально информативной картины слизистой оболочки. Это позволяет более точно и детально просматривать ее изменения [20].

Использование системы FICE, равно как и NBI, при проведении колоноскопии, имеет ряд нюансов. Был проведен ряд крупных рандомизированных исследований, где разные коллективы авторов показывают схожие результаты. Aminalai et al. доказали, что использование FICE по сравнению с исследованием в белом свете не влияет на количество выявленных полипов, в том числе аденом [21]. Pohl et al. учитывали только ADR (adenoma detection rate) и продемонстрировали, что использование FICE не приводит к увеличению данного показателя [22]. Chung SJ et al. провели рандомизированное исследование, в которое было включено 1650 пациентов. В ходе данного исследования было доказано, что по сравнению с использованием белого света ни NBI, ни FICE не имеют значимых преимуществ в выявлении аденом. Кроме того, в данном исследовании учитывался опыт эндоскопистов. У опытных эндоскопистов показатель adenoma detection rate (ADR) был выше, чем у начинающих, во всех трех группах пациентов, вне зависимости от режима, в котором проводился осмотр [23].

Технология BLI (Blue Light Imaging) была анонсирована компанией Fujifilm на международной конференции United European Gastroenterology Week (UEGW) в 2013 году, и является новейшей разработкой компании Fujinon в области виртуальной хромоскопии, в ее разработке учтены многие недостатки FICE. Ее основным преимуществом является яркое изображение на большем, по сравнению с FICE и другими системами виртуальной хромоскопии первой генерации, расстоянии. Изображение в формате BLI может быть получено на двух разных видах оборудования: лазерной эндоскопической системе (LASEREO) и светодиодном (LED-BLI).

Лазерная эндоскопическая система LASEREO (Fujifilm, Tokyo, Japan). технически реализована

в виде двух лазеров с длинами волн 410 и 450 нм. Лазер с длиной волны 450 нм активирует фосфор на конце эндоскопа, в результате чего может быть получено освещение, идентичное использованию ксеноновой лампы. Комбинация света с длиной волны 450 нм и флуоресцентного света, полученного при активации фосфора, позволяет получить освещение, эквивалентное белому свету. Комбинация лазера с длиной волны 410 нм и лазера с длиной волны 450 нм с флуоресцентным светом формирует режимы BLI и BLI-bright, которые отличаются интенсивностью использования отдельных компонентов системы (рис. 2) [24].

LED-BLI система ELUXEO (Fujifilm, Tokyo, Japan) была в первую очередь представлена на территории США и Европы, где лазерная эндоскопическая система не была апробирована. В качестве источника света данные эндоскопы оснащены четырьмя светодиодами: сине-фиолетовым с длиной волны 410 нм, синим с длиной волны 450 нм, зеленым с длиной волны 500–600 нм, красным с длиной волны 630 нм. Эти светодиоды управляются по отдельности, за счет чего становится возможным получить BLI-изображение, ни в чем не уступающее по своим характеристикам изображению, полученному при помощи лазерной системы, а также BLI-bright и LCI-изображения.

Использование LCI, согласно исследованию, проведенному Tanaka S et al., значительно увеличивает выявление колоректальных неоплазий размерами до 5 мм, и в два раза увеличивает выявление колоректальных неоплазий размерами 5–9 мм, вне зависимости от опыта врача – эндоскописта. При оценке характеристик выявленных образований обращает на себя внимание, что частота выявления всех полипов и аденоматозных полипов при использовании LCI увеличивается примерно одинаково, однако интересным фактом является то, что лучше выявляются либо плоскими образования, либо образования на широком основании,

использование LCI не влияет на частоту выявления полипов на ножке [25]. Схожие данные публикуют Wang J et al., которые установили не только увеличение выявления аденом менее 10 мм при осмотре в режиме LCI по сравнению с BLI, но и уменьшение пропуска аденом при использовании данного режима [26].

В другом мультицентровом рандомизированном исследовании, проведенном Li J. et al. доказано, что исследование в режиме LCI значительно превосходит осмотр в белом свете для обнаружения сидячих зубчатых образований и может улучшить обнаружение полипов и аденом. Авторы указывают, что LCI может быть рекомендован в качестве подходящего метода рутинного осмотра во время колоноскопии [27].

Как представлено на рисунке 3, при любом техническом решении, реализованном как система NBI, FICE, LAZER-BLI, либо LED-BLI, суть метода виртуальной хромоскопии не меняется и по-прежнему основывается на свойствах света с определенными длинами волн рассеиваться в тканях и взаимодействовать с гемоглобином. В связи с тем, что наиболее ранней и распространенной является система NBI, с ее использованием выполнено большее количество исследований, и первые эндоскопические классификации, использующие виртуальную хромоскопию, основаны именно на оценке изображений, полученных с помощью NBI. Это относится к таким широко известным классификациям, как NICE, JNET и WASP [28]. Поскольку альтернативные NBI методы виртуальной хромоскопии существуют более 10 лет, то многие коллективы авторов уже доказали, что эти классификации могут применяться в комбинации с любым из методов виртуальной хромоскопии любой фирмы-производителя эндоскопического оборудования и позволяют максимально достоверно определять тип выявленной неоплазии и определять тактику лечения [29, 30].

Заключение

В настоящее время в эндоскопии разработано большое количество методов оптической визуализации образований толстой кишки. Применение современных эндоскопических технологий играет важную роль в диагностике колоректального рака. Использование белого света высокого

разрешения и режима LCI позволяет увеличить частоту выявления колоректальных неоплазий, а использование современных узкоспектральных технологий позволяет определить тип выявленного образования и выбрать оптимальную методику лечения.

Литература | References

1. Gupta S. Screening for Colorectal Cancer. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2022 Jun;36(3):393–414. doi: 10.1016/j.hoc.2022.02.001.
2. Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. Cancer statistics, 2018. *CA Cancer J Clin.* 2018 Jan;68(1):7–30. doi: 10.3322/caac.21442.
3. Kaprin A.D., Starinskiy V. V., Shakhzadova A. O. Malignant neoplasms in Russia in 2021 (incidence and mortality). Moscow P. A. Hertsen Moscow Oncology Research Centre – Branch of NMRRC, Ministry of Health of Russia. 2022. 252 P. (in Russ.)

- Каприн А. Д., Старинский В. В., Шахзадова А. О. Злокачественные новообразования в России в 2021 году (заболеваемость и смертность) – М.: МНИОИ им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, – 2022. – илл. – 252 с.
4. Akimoto N., Ugai T., Zhong R. et al. Rising incidence of early-onset colorectal cancer – a call to action. *Nat Rev Clin Oncol.* 2021 Apr;18(4):230–243. doi: 10.1038/s41571-020-00445-1.
5. Patel S.G., Karlitz J.J., Yen T., Lieu C. H., Boland C. R. The rising tide of early-onset colorectal cancer: a comprehensive review of epidemiology, clinical features, biology,

- risk factors, prevention, and early detection. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2022 Mar;7(3):262–274. doi: 10.1016/S2468-1253(21)00426-X.
6. Jain S., Maque J., Galoosian A., Osuna-Garcia A., May F. P. Optimal Strategies for Colorectal Cancer Screening. *Curr Treat Options Oncol*. 2022 Apr;23(4):474–493. doi: 10.1007/s11864-022-00962-4.
 7. O'Sullivan D.E., Sutherland R.L., Town S. et al. Risk Factors for Early-Onset Colorectal Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2022 Jun;20(6):1229–1240.e5. doi: 10.1016/j.cgh.2021.01.037.
 8. Ageikina N.V., Duvanskii V. A., Knyazev M. V. [An alternative pathway of colorectal cancer development. Endoscopic and morphological features of serrated lesions. Review]. *Eksp Klin Gastroenterol*. 2013;(8):3–10. (in Russ.) PMID: 24933941.
Агейкина Н. В., Дуванский В. А., Князев М. В. Альтернативный путь развития колоректального рака. Эндоскопические и морфологические особенности зубчатых поражений. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2013. № 8. – С. 3–10.
 9. Nguyen L.H., Goel A., Chung D. C. Pathways of Colorectal Carcinogenesis. *Gastroenterology*. 2020 Jan;158(2):291–302. doi: 10.1053/j.gastro.2019.08.059.
 10. Ageikina N.V., Duvanskii V. A., Knyazev M. V., Mal'kov P.G., Danilova N. V., Kharlova O. A. [The alternative way of colorectal cancer developing. The histogenetic and molecular features of serrated lesions (review, continued)]. *Eksp Klin Gastroenterol*. 2014;(7):4–12. (in Russ.) PMID: 25842399.
Агейкина Н. В., Дуванский В. А., Князев М. В. и соавт. Альтернативный путь развития колоректального рака. Гистогенетические и молекулярные особенности зубчатых поражений. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2014;7(107):4–12.
 11. Ünlü M., Uzun E., Bengi G., Sağol Ö., Sarioğlu S. Molecular characteristics of colorectal hyperplastic polyp subgroups. *Turk J Gastroenterol*. 2020 Aug;31(8):573–580. doi: 10.5152/tjg.2020.19322.
 12. Duvansky V.A., Knyazev M. V. [Endoscopic treatment of gastrointestinal neoplasia – evolution of the method]. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2015;174(2):130–134. (In Russ.)
Дуванский В. А., Князев М. В. Эндоскопическое лечение гастроинтестинальных неоплазий – эволюция метода. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2015;174(2):130–134.
 13. Ananyev V.S., Artamonova E. V., Achkasov S. I. et al. Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of patients with colon cancer. Moscow; 2014. 13 p. (in Russ.)
Ананьев В. С., Артамонова Е. В., Ачкасов С. И. и соавт. Клинические рекомендации по диагностике и лечению больных раком ободочной кишки. Москва; 2014. 13с.
 14. Bürger M., Weber M., Petersen I., Stallmach A., Schmidt C. Adenoma detection rate using narrow-band imaging is inferior to high-definition white light colonoscopy in screening and surveillance colonoscopies in daily clinical care: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Aug 12;101(32):e29858. doi: 10.1097/MD.00000000000029858.
 15. Gono K. Narrow Band Imaging: Technology Basis and Research and Development History. *Clin Endosc*. 2015 Nov;48(6):476–80. doi: 10.5946/ce.2015.48.6.476.
 16. Gono K., Obi T., Yamaguchi M., Ohyama N., Machida H., Sano Y., Yoshida S., Hamamoto Y., Endo T. Appearance of enhanced tissue features in narrow-band endoscopic imaging. *J Biomed Opt*. 2004 May-Jun;9(3):568–77. doi: 10.1117/1.1695563.
 17. Pal P., Singh A. P., Kanuri N. D., Banerjee R. Electronic chromo-endoscopy: technical details and a clinical perspective. *Transl Gastroenterol Hepatol*. 2022 Jan 25;7:6. doi: 10.21037/tgh-19-373.
 18. Knyazev M.V., Duvansky V. A., Ageikina N. V. Trimodal endoscopy in the diagnosis of gastrointestinal diseases. *Clinical Endoscopy*. 2012;(4):2. (in Russ.)
Князев М. В., Дуванский В. А., Агейкина Н. В. Тримодальная эндоскопия в диагностике заболеваний желудочно-кишечного тракта // Клиническая эндоскопия. 2012. – № 4. – С. 2.
 19. Duvanskiy V.A., Chesalina Y. O. Advanced endoscopic technologies for detection of colorectal neoplasms. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2019;(4):93–99. (In Russ.) doi: 10.31146/1682-8658-ecg-164-4-93-99.
Дуванский В. А., Чесалина Я. О. Современные эндоскопические технологии в диагностике неоплазий толстой кишки. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2019;164(4): 93–99. doi: 10.31146/1682-8658-ecg-164-4-93-99.
 20. Duvanskiy V.A., Belkov A. V. Modified mode of Fujinon intelligent color enhancement (FICE) in the diagnosis of colon lesions. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2020;174(5):67–71. (In Russ.) doi: 10.31146/1682-8658-ecg-177-5-67-71.
Дуванский В. А., Белков А. В. Модифицированный режим технологии спектрального цветового выделения (FICE) в диагностике эпителиальных образований толстой кишки. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2020;174(5):67–71. doi: 10.31146/1682-8658-ecg-177-5-67-71.
 21. Aminalai A., Rösch T., Aschenbeck J. et al. Live image processing does not increase adenoma detection rate during colonoscopy: a randomized comparison between FICE and conventional imaging (Berlin Colonoscopy Project 5, BECOP-5). *Am J Gastroenterol*. 2010 Nov;105(11):2383–8. doi: 10.1038/ajg.2010.273.
 22. Pohl J., Lotterer E., Balzer C. et al. Computed virtual chromoendoscopy versus standard colonoscopy with targeted indigocarmine chromoscopy: a randomised multicentre trial. *Gut*. 2009 Jan;58(1):73–8. doi: 10.1136/gut.2008.153601.
 23. Chung S.J., Kim D., Song J. H., Kang H. Y., Chung G. E., Choi J., Kim Y. S., Park M. J., Kim J. S. Comparison of detection and miss rates of narrow band imaging, flexible spectral imaging chromoendoscopy and white light at screening colonoscopy: a randomised controlled back-to-back study. *Gut*. 2014 May;63(5):785–91. doi: 10.1136/gutjnl-2013-304578.
 24. Yoshida N., Yagi N., Inada Y. et al. Ability of a novel blue laser imaging system for the diagnosis of colorectal polyps. *Dig Endosc*. 2014 Mar;26(2):250–8. doi: 10.1111/den.12127.
 25. Tanaka S., Omori J., Hoshimoto A., Nishimoto T., Akimoto N., Tatsuguchi A., Fujimori S., Iwakiri K. Comparison of Linked Color Imaging and White Light Imaging Colonoscopy for Detection of Colorectal Adenoma Requiring Endoscopic Treatment: A Single-Center Randomized Controlled Trial. *J Nippon Med Sch*. 2023;90(1):111–120. doi: 10.1272/jnms.JNMS.2023_90-117.

26. Wang J., Ye C., Wu K., Fei S. The Effect of Linked Color Imaging for Adenoma Detection. A Meta-analysis of Randomized Controlled Studies. *J Gastrointest Liver Dis.* 2022 Mar 19;31(1):67–73. doi: 10.15403/jgld-4027.
27. Li J., Zhang D., Wei Y. et al. Colorectal Sessile Serrated Lesion Detection Using Linked Color Imaging: A Multicenter, Parallel Randomized Controlled Trial. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2023 Feb;21(2):328–336.e2. doi: 10.1016/j.cgh.2022.03.033.
28. Zorron Cheng Tao Pu L., Yamamura T., Nakamura M., Koay D. S.C., Ovenden A., Edwards S., Burt A. D., Hirooka Y., Fujishiro M., Singh R. Comparison of different virtual chromoendoscopy classification systems for the characterization of colorectal lesions. *JGH Open.* 2020 Jul 7;4(5):818–826. doi: 10.1002/jgh3.12382.
29. Higurashi T., Ashikari K., Tamura S. et al. Comparison of the diagnostic performance of NBI, Laser-BLI and LED-BLI: a randomized controlled noninferiority trial. *Surg Endosc.* 2022 Oct;36(10):7577–7587. doi: 10.1007/s00464-022-09197-8.
30. Knyazev M.V., Duvanskiy V. A. [Endoscopic mucosal resection with submucosal dissection esd and the first long-term results of applying this method]. *Eksp Klin Gastroenterol.* 2015;(4):53–8. (in Russ.) PMID: 26415266.

Князев М. В. Дуванский В. А. Эндоскопическая резекция слизистой с диссекцией подслизистого слоя – 20 лет спустя (обзор зарубежной литературы). Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2015;4(116):53–58.

К статье

Технологии оптической визуализации в эндоскопической диагностике новообразований толстой кишки (стр. 144–149)

To article

Optical imaging technologies in endoscopic diagnosis of colon tumors (p. 144–149)

Рисунок 1.

Технология визуализации капиллярных сетей при помощи системы оптических фильтров в режиме NBI

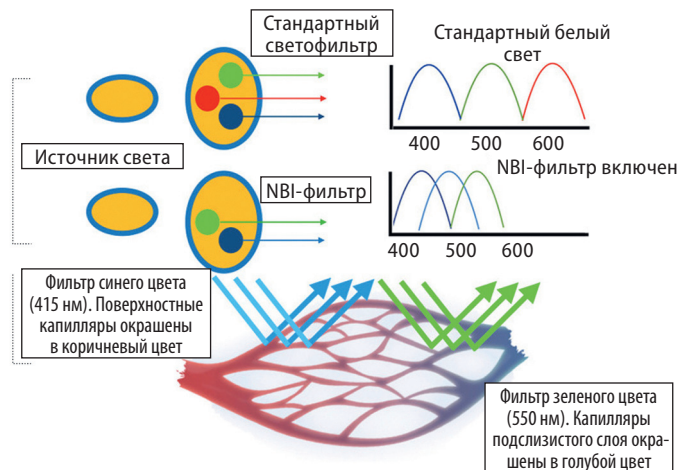
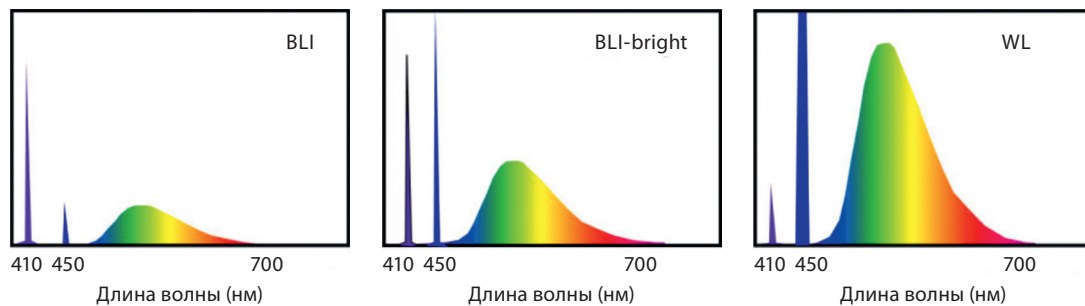
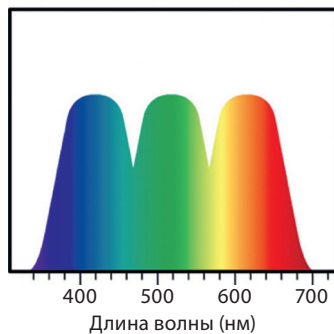


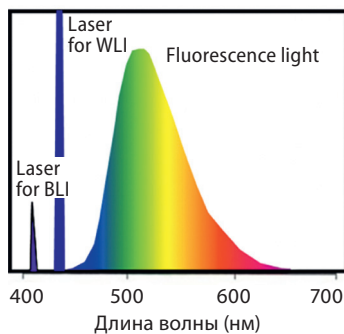
Рисунок 2.
Технология
синего лазерного
изображения (BLI).
Комбинация лазера
с длиной волны
410 нм (фиолетовая
полоса), лазера
с длиной волны
450 нм (синяя
полоса) и флюо-
ресцентного света
(радужного цвета)
обеспечивает осве-
щение для режимов
BLI, BLI-bright и бе-
лого света (WL).



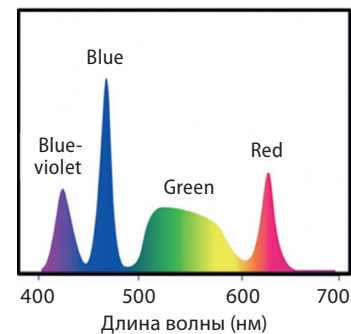
NBI (белый свет)



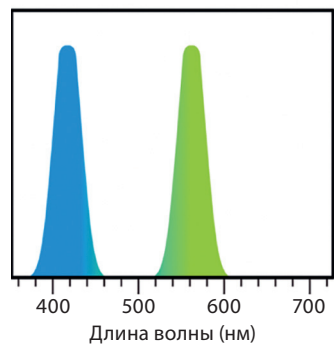
LASER-BLI (белый свет)



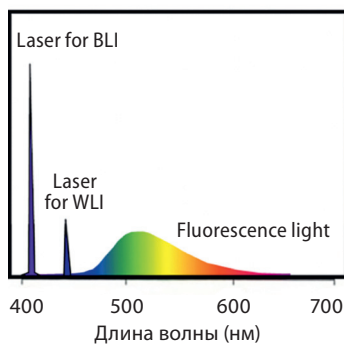
LED-BLI (белый свет)



NBI



LASER-BLI



LED-BLI

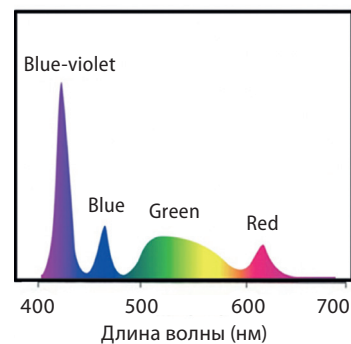


Рисунок 3.
Длины волн раз-
личных эндоскопи-
ческих систем