

Телескопический светоизлучающий зонд для диафаноскопии полых органов в абдоминальной и торакальной хирургии

Аннотация

Рассмотрена конструкция устройства для диафаноскопии кровеносной сети в торакальной и абдоминальной хирургии. Устройство представляет собой телескопический светоизлучающий зонд с полупроводниковыми кристаллами. Работа устройства по визуализации кровеносной сети полых органов реализована на методе трансиллюминации (диафаноскопии).

Введение

В современной медицине заболевания толстой кишки составляют отрасль медицинских знаний, включающую в себя проктологию и патологические процессы, одновременно поражающие отделы ободочной кишки и прямую. Важное место среди проктологических заболеваний занимают доброкачественные и злокачественные новообразования ободочной и прямой кишки, частота которых увеличивается во всех экономически развитых странах [1].

Успех оперативного вмешательства в значительной мере определяется распознаванием очагов поражения в операционном поле. Задачи операционной визуализации многогранны и неодинаковы по сложности и содержанию в различных случаях. Они включают в себя определение патологического очага, его природы, протяженности поражения, сопутствующих изменений, выявление источника кровотечения, определение жизнеспособности стенки полого органа, идентификацию анатомических и патологических образований. Многое в операционном поле остается невидимым. Достаточно небольшого слоя поверхностных тканей или расположения образований во внутренних слоях стенки органа для того, чтобы их нельзя было видеть; многое определяется пальпаторно во время проведения операции [2].

Для удаления новообразования разработаны многочисленные методики с эндоскопическим и лапаротомным подходами. В абдоминальной хирургии основным способом удаления рака 3-4 стадии является экстирпация пораженной области в пределах здоровых тканей с анастомозом конец в конец.

В связи с вышесказанным актуальностью темы является определение положения сосудистой сети полых органов пациента в проходящем свете во время проведения операций, а также определение места разреза кишки для ее эвагинации и экстирпации.

Одним из способов визуализации является метод трансиллюминации (диафаноскопии), который представляет собой оценку тенеобразования в проходящем свете через исследуемый объект. Этот метод нашел широкое применение в медицине при обнаружении периферических вен [3], [4], исследовании внутренних оболочек глаза [5], исследовании твердых тканей зуба [6].

В открытой хирургии также давно известен способ трансиллюминации, применяемый для изучения структуры сосудов, питающих полые органы брюшной полости, трахеи, пищевода и др. [7]-[12]. Устройство для освещения внутренних тканей и органов пациента включает в себя массив светодиодов. Расположение массива светодиодов зависит от конфигурации устройства и процедуры, для которой устройство используется.

Из анализа статистических данных открытых источников (scopus, web of science, WIPO, ФИПС) очевидно, что наблюдается большое количество патентов и публикаций по разработке и использованию трансиллюминационных устройств в хирургии. Однако несмотря на обилие патентов и публикаций, промышленных трансиллюминационных устройств очень мало.

Целью работы является разработка промышленного трансиллюминационного устройства для торакальной и абдоминальной хирургии. Технической задачей является создание



Рис. 1. Блок-схема устройства для диафаноскопии полых органов

удобства и безопасности для выполнения торакальных и абдоминальных операций, наличие излучателя для исследования сосудов, обнаружения патологических образований, проведения эвагинации и экстирпации полых органов (кишечник, пищевод).

Материалы и методы

Наибольшую известность в области абдоминальной хирургии получили научные труды И.И. Грекова. Разработанные им способы резекции сигмовидной кишки вошли в практическую хирургию как операции «Греков I» и «Греков II». Из одномоментных резекций можно указать на способ «Греков I» с эвагинацией кишечника. Технически эвагинация производится путем введения в просвет прямой кишки корнцанга с укрепленной на нем пуговкой Мерфи, вокруг которой толстой нитью фиксируется низводимый отрезок пораженной кишки. Однако в данном методе отсутствует подсветка для исследования органов и тканей в проходящем свете.

Для визуализации структуры полых органов используется метод трансиллюминации, основанный на оценке тенеобразований при подсвечивании исследуемой области с разной оптической плотностью массивом светодиодов видимого диапа-

зона, что позволяет получить четкий и высококонтрастный рисунок сосудов.

Нами разработано портативное устройство для диафаноскопии полых органов, включающее в себя:

- телескопический светоизлучающий зонд, состоящий из полого гибкого проводника с дистальным концом в виде светоизлучающей оливо и внутренним зондом с возможностью продольного перемещения;
- корпус с органами управления и источником питания 3,7 В.

На рис. 1 представлена блок-схема портативного устройства для диафаноскопии полых органов.

На рис. 2 представлен общий вид устройства.

Расположение светодиодов по кругу на дистальном конце зондов позволяет получить равномерное диаметральное световое излучение внутри полого органа. Максимальный ток потребления внешнего и внутреннего зондов – не более 100 и 80 мА соответственно. При данном токе потребления температура дистального конца внешнего и внутреннего зондов не превышает $35 \pm 0,1$ °С. При нажатии и удержании кнопки включения (рис. 2) более 5 с индикаторная линейка на корпусе показывает уровень заряда АКБ.

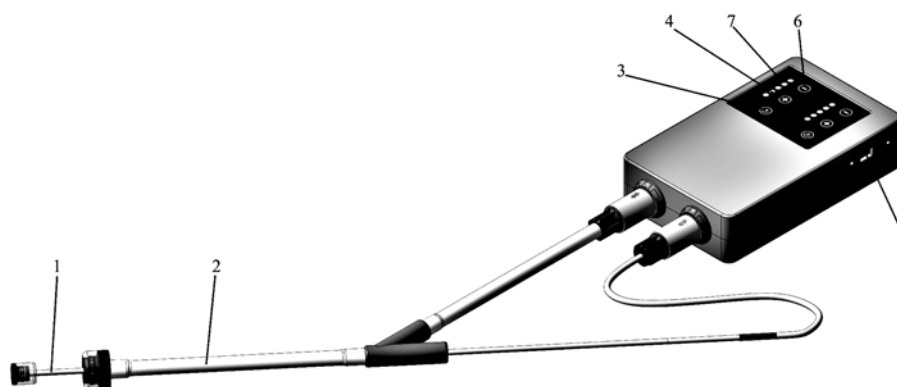


Рис. 2. Устройство для диафаноскопии полых органов: 1 – внутренний зонд; 2 – внешний зонд; 3 – вкл./выкл. устройства; 4, 6 – увеличение и уменьшение интенсивности свечения зондов; 5 – разъем для подзарядки АКБ; 7 – индикаторная линейка уровня свечения зондов и индикация уровня заряда АКБ

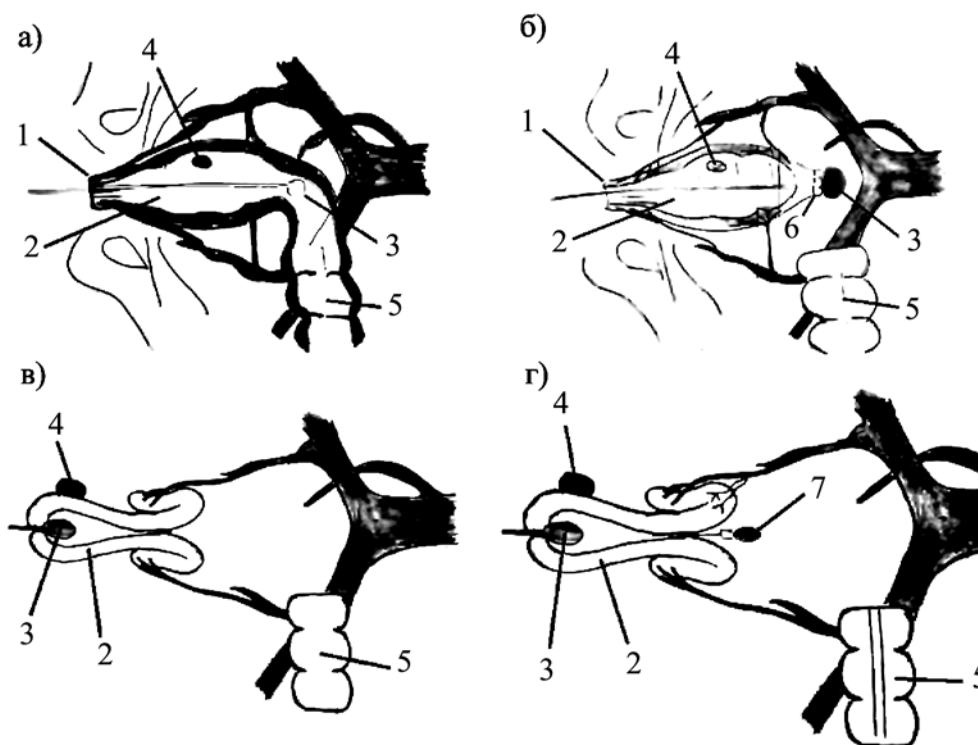


Рис. 3. Проведение операции на кишечнике: 1 – анальное отверстие; 2 – прямая кишка; 3 – внешний зонд; 4 – область новообразования; 5 – сигмовидная ободочная кишка; 6 – шелковая нить; 7 – внутренний зонд

Работа устройства и способ проведения операции

При проведении операции в абдоминальной хирургии включается внешний зонд, при этом загорается зеленый свет световой индикаторной линейки на источнике питания, означающий минимум свечения внешнего зонда. Внешний зонд 3 вводится в прямую кишку 2 пациента через анальное отверстие 1 (рис. 3а). По мере необходимости увеличивается интенсивность свечения внешнего зонда, при этом загораются светодиоды на световой индикаторной линейке.

Под визуальным контролем светового излучения (рис. 3а) через мягкие ткани внешний зонд продвигают по прямой кишке к сигмовидной ободочной кишке 5, проходя область новообразования 4. Непосредственно в зоне новообразования интенсивность свечения ниже, чем в неизменной ее части, что позволяет визуализировать его границы.

Внешний зонд обеспечивает визуализацию кровеносной сети оперируемого органа, что позволяет производить качественную оценку сосудов, а при наличии патологических образований – их обнаружить. Следующим этапом (рис. 3б) проводят пересечение прямой кишки выше опухоли и временно фиксируют культю прямой кишки ниткой 6 на дистальном конце зонда, выполненного в виде оливы. Такая фиксация культи прямой кишки позволяет светоизлучающей оливе не выскальзывать при проведении эвагинации. Перед проведением пересечения прямой кишки проводят клипирование кровеносных сосудов в проходящем свете. Затем производят тракцию внешнего зонда для эвагинации культи прямой кишки (рис. 3в). После проведения эвагинации включают внутренний зонд, при этом загорается зеленый свет светового индикатора на источнике питания, означающий минимум свечения внутреннего зонда. По мере необходимости увеличивается интенсивность свечения внутреннего зонда, при этом загораются светодиоды на световой индикаторной линейке. Затем, прикладывая усилия к внутреннему зонду (рис. 3г), продвигают его дальше области новообразования для дальнейшей резекции пораженной области. Перед проведением резекции прямой кишки 2 проводят клипирование кровеносных сосудов в проходящем свете. Остаток культи прямой кишки 2 анастомозируют с низведенной сигмовидной кишкой.

Заключение

Техническим результатом является визуализация кровеносной сети органов в грудной и брюшной полостях путем ввода гибкого осветителя в биологические отверстия пациента. Устройство обеспечивает качественную оценку сосудов внутренних органов (пищевод, кишечник).

Устройство позволит увеличить удельный вес органосохраняющих операций, быстрее определять местоположения кровеносных сосудов и место разреза, производить эвагинацию и экстирпацию.

На данный момент устройство находится на стадии подготовки к техническим и токсикологическим испытаниям с целью выхода на клинические испытания на человеке.

Список литературы:

1. Мартынюк В.В. Рак ободочной кишки (заболеваемость, смертность, факторы риска, скрининг) // Практическая онкология. 2000. № 1. С. 3-9.
2. Сигал М.З. Трансиллюминация при операциях на полых органах. – М.: Медицина, 1974.
3. Зятков Д.О., Глушков Г.С., Богомолов Е.Н., Шашев Д.В. Портативное устройство для визуализации подкожных вен // Биотехносфера. 2018. № 1 (55). С. 15-18.
4. Chandra F., Wahyudianto A., Yasin M. Design of vein finder with multi tuning wavelength using RGB // Led J. Phys. Conf. Ser. 2017. Vol. 853.
5. Козлова И.В., Рецикова В.С., Антонов А.А., Чиченков О.Н. Острый двусторонний увеитоподобный синдром, сопровождающийся трансиллюминацией радужки (клинический случай) // Глаукома. 2013. № 3-1. С. 59-64.

6. Гранько С.А., Данилова Д.В., Белодед Л.В. Диагностика начальных кариозных поражений твердых тканей зубов // Современная стоматология. 2017. № 4. С. 59-62.
7. Yi-Shan Liu, Hung-Chi Chen, Kuo-Piao Chung, Tzong-Shiun Li Transillumination Instrument Facilitates Faster and More Accurate Dissection of Right Colon Segment for Oesophageal Reconstruction // Asian Journal of Surgery. 2010. Vol. 33 (2). PP. 94-96.
8. Боцула О.Н., Дамбаев Г.Ц., Соловьев М.М., Попов А.М. Способ интраоперационной оценки кровоснабжения тонкой кишки при острой мезентериальной ишемии // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. XIX. № 4. С. 78-79.
9. Ахметзянов Ф.Ш., Кутаев М.Р., Ядыков О.А., Ахметзянова Ф.Ф. Лимфогенное метастазирование рака дистального отдела желудка // Казанский медицинский журнал. 2009. № 90 (5). С. 717-721.
10. Ибатуллин А.А., Тимербулатов М.В., Гайнутдинов Ф.М. и др. Способ интраоперационного выявления культи прямой кишки при помощи двухпросветного зонда с оливой и источником света / Патент № 2358664 Р.Ф., МПК А61В 17/00 (2006.01), А61В 10/00 (2006.01). № 2008112495/17: заявл. 19.03.2008; опубликовано 20.06.2009. Заявитель ГОУ ВПО БГМУ РОСЗДРАВА. Бюл. № 17.
11. Sung Hwan Kima, Hong Kwan Kima, Kwphanmien Kimb, Young Mog Shima Outcome of free jejunal transfer using the end-to-side arterial anastomosis technique as a pharyngo-oesophageal substitute: A 15-year experience // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. 2013. № 44. PP. 520-524.
12. Boukerrouche A. 15-year Personal Experience of Esophageal Reconstruction by Left Colic Artery-dependent Colic Graft for Caustic Stricture: Surgical Technique and Postoperative Results // Journal of GHR. 2016. № 5 (1). PP. 1931-1937.

Денис Олегович Зятков,
инженер,
лаборатория № 3, 110 отдел,
АО «Научно-исследовательский
институт полупроводниковых приборов»,
Георгий Цыренович Дамбаев,
член-кор. РАН, д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой,
кафедра госпитальной хирургии
с курсом сердечно-сосудистой хирургии,
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации,
Игорь Витальевич Лукиных,
техник,
Глеб Сергеевич Глушков,
ведущий инженер,
лаборатория № 3, 110 отдел,
АО «Научно-исследовательский
институт полупроводниковых приборов»,
Михаил Михайлович Соловьев,
д-р мед. наук, профессор,
Елена Александровна Авдошина,
канд. мед. наук, доцент,
кафедра госпитальной хирургии
с курсом сердечно-сосудистой хирургии,
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации,
Николай Николаевич Бакин,
канд. техн. наук, начальник отдела,
110 отдел,
АО «Научно-исследовательский
институт полупроводниковых приборов»,
г. Томск,
e-mail: zyatkov.88@mail.ru