

## Осветительные инновации в открытой хирургии пищевода, желудка и диафрагмы

© С.А. КОЛЕСНИКОВ<sup>1,2</sup>, С.Р. БУГАЕВА<sup>1,2</sup>, В.В. БУГАЕВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Российская Федерация

<sup>2</sup>Корочанская центральная районная больница, Белгород, Российская Федерация

**Введение.** Одним из основных требований для успешного выполнения любого оперативного вмешательства в торако-абдоминальной хирургии является достаточный обзор операционного поля, который зависит от параметров операционной раны и ее освещенности. Это делает необходимым не только клиническую оценку различных технических методов, оборудования и инструментов для освещения, но и разработку принципиально новых, качественно лучших, с доказанной эффективностью.

**Цель.** Разработать осветительные светодиодные ретракторы для «открытых» оперативных вмешательств на пищеводе, желудке и диафрагме, и в сравнительном аспекте оценить их эффективность.

**Материал.** Оценка хирургического доступа с использованием традиционных (Федорова, Келли, Микулича и медиастинального) и оригинальных (почечного зеркала, проволочного, гибкоупругого и медиастинального со светодиодными осветителями) ретракторов производилась на 97 трупах человека.

Уровень освещенности в люксах определялся люксметром. Для сравнительной оценки освещенности труднодоступных мест использовались традиционные осветительные инструменты (лампа потолочная, налобный осветитель, эндоскопический осветитель (оптическая трубка) и медиастинальный ретрактор с фиксированным световодом от осветителя и ранее указанными оригинальными ретракторами. Измерения проводились в условиях операционной хирургического профиля на макете-муляже, а также в условиях секционного зала бюро судебно-медицинской экспертизы на 31 свежем, не фиксированном трупе лиц, умерших в возрасте от 42 до 67 лет не от заболеваний органов грудной и брюшной полостей.

**Методы.** Измерения осуществлялись: в поддиафрагмальном пространстве; в заднем (правом) реберно-медиастинальном синусе, заднем средостении через транسخиатальный доступ. Сравнительная оценка хирургических доступов проводилась по критериям А.Ю. Созон-Ярошевича. Определялись показатели освещенности труднодоступных мест в точке наилучшего освещения, и отступя 4-7 см к латеральным границам анатомической области.

**Результаты.** Наименьшие показатели освещенности труднодоступных мест получены для ламп потолочной фиксации. Следующие по значению средние показатели зафиксированы для налобного осветителя. У эндоскопического осветителя (оптической трубки), ретрактора с фиксированным световодом максимальные средние показатели освещенности ( $p < 0,01$ ), а в латеральных границах анатомических областей отмечено значительное снижение показателей.

Оригинальные ретракторы обеспечивают среднюю освещенность труднодоступных мест, сопоставимую с наилучшими показателями световодных инструментов ( $p < 0,01$ ), причем не только непосредственно под инструментом, но и в точках крайнего отдаления, где снижение средних показателей оказалось незначительным. Показатели освещенности медиастинального ретрактора превосходили наилучшие результаты традиционных осветителей и оригинальных ретракторов ( $p < 0,01$ ). При сравнении параметров операционных ран углы наклона оси операционного действия значительно не отличались при использовании традиционных и оригинальных ретракторов ( $p < 0,01$ ). При этом во всех случаях показатель составил более  $42^\circ$ , следовательно, создаются достаточные условия для прямого визуального контроля указанных зон вмешательства. Угол операционного действия оказался больше при использовании традиционных ретракторов в сравнении с оригинальными в заднем средостении, заднем (правом) реберно-медиастинальном синусе, подпеченочном пространстве и левом поддиафрагмальном пространстве ( $p < 0,01$ ). При этом ни разу величина данного параметра не достигала критического значения  $25^\circ$ . Угол пересечения наклона оси операционного действия и падения светового потока во всех труднодоступных местах брюшной полости для оригинальных ретракторов со светодиодными элементами составил менее  $50^\circ$ , что исключает вероятность попадания прямого светового потока в обзор хирурга.

**Заключение.** Оригинальные ретракторы сочетают функциональность и эргономичность, имеют эстетичный вид, позволяют выполнять оперативные вмешательства на пищеводе и желудке из торакотомического и транسخиатального доступов на функционирующем легком и работающем сердце, при незначительном снижении угла операционного действия, обеспечивают равномерную освещенность не только под инструментом, но и у латеральных границ анатомической области, исключают зрительный дискомфорт (блики).

**Ключевые слова:** ретрактор; осветитель; светодиод; силикон; параметры ран; операционная рана; доступ; обзор

## Lighting Innovations in Open Surgery of the Esophagus, Stomach and Diaphragm

© S.A. KOLESNIKOV<sup>1,2</sup>, S.R. BUGAEVA<sup>1,2</sup>, V.V. BUGAEV<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation

<sup>2</sup>Korochanskaya Central District Hospital, Belgorod, Russian Federation

**Introduction.** One of the main requirements for the successful implementation of any surgical intervention in thoracoabdominal surgery is a sufficient overview of the surgical field, which depends on the parameters of the surgical wound and its illumination. This requires not only to clinically evaluate diverse technical approaches, equipment and tools for lighting, but also to develop fundamentally new, qualitatively better ones with proven effectiveness.

**The aim of the study** was to develop lighting LED retractors for "open" surgical interventions on the esophagus, stomach and diaphragm, and to evaluate their effectiveness in a comparative aspect.

**Material.** Surgical access was evaluated using conventional (Fedorov, Kelly, Mikulich and mediastinal) and newly developed (renal mirror; wire, flexoelastic and mediastinal with LED illuminators) retractors on 97 human corpses. The level of illumination in the operating rooms was determined by a luxmeter. To comparatively assess the illumination of hard-to-reach places, conventional lighting tools were used (ceiling lamp, headlamp illuminator; endoscopic illuminator (optical tube) and a mediastinal retractor with a fixed light guide from the illuminator and the previously specified newly developed retractors. The measurements were carried out in the operating room of a surgical profile on a human analog, and in the dissecting room of the Bureau of forensic medical examination on 31 fresh, non-fixed corpses died at 42-67 of the conditions other than pathologies of the thoracic and abdominal cavities.

**Methods.** Measurements were carried out: in subdiaphragmatic spaces; in the posterior (right) costal-mediastinal sinus, posterior mediastinum through a transchiatal access. A comparative assessment of surgical approaches was carried out according to the A.Y. Sozon-Yaroshevich criteria. The illumination parameters of hard-to-reach places were determined in terms of the best illumination, and retreating 4-7 cm to the lateral boundaries of the anatomical area.

**Results.** The lowest illumination values of hard-to-reach places were obtained for ceiling-mounted lamps. The following average values are recorded for the headliner. The endoscopic illuminator (optical tube), a retractor with a fixed light guide had maximum average illumination values ( $p < 0.01$ ), and a significant decrease in parameters was noted in the lateral boundaries of the anatomical regions. The newly developed retractors provided an average illumination of hard-to-reach places, comparable to the best values of light guide instruments ( $p < 0.01$ ), not only directly under the instrument, but also at points of the extreme distance, where the decrease in average values turned out to be insignificant. The illumination values of the mediastinal retractor exceeded the best results of traditional illuminators and original retractors ( $p < 0.01$ ). When comparing the parameters of surgical wounds, the angles of inclination of the axis of surgical action did not differ significantly when using traditional and original retractors ( $p < 0.01$ ). Notably, in all cases, the value was more than  $42^\circ$ , therefore, sufficient conditions were created for direct visual control of these intervention zones. The angle of surgical action turned out to be greater when using conventional retractors in comparison with the newly developed ones in the posterior mediastinum, posterior (right) costo-mediastinal sinus, subhepatic space and left subdiaphragmatic space ( $p < 0.01$ ). In addition, the value of this parameter never reached the critical value of  $25^\circ$ . The angle of intersection of the axis tilt of the surgical action and the incidence of the luminous flux in all hard-to-reach places of the abdominal cavity for the newly developed retractors with LED elements was less than  $50^\circ$ , which eliminates the possibility of direct sunlight entering the surgeon's view.

**Conclusion.** Newly developed retractors combine functionality and ergonomics, have an aesthetic appearance, allow performing surgical interventions on the esophagus and stomach from thoracotomy and transchiatal accesses on a functioning lung and a working heart, with a slight decrease in the angle of surgical action, provide uniform illumination not only under the instrument, but also at the lateral borders of the anatomical area, eliminate visual discomfort (glare).

**Keywords:** retractor; illuminator; LED; silicone; wound parameters; surgical wound; access; overview

Оперативные вмешательства на пищеводе, желудке и диафрагме являются сложнейшим раз-делом торако-абдоминальной хирургии, так как подразумевают манипуляции в двух полостях, представляют исключительную техническую сложность, травматичность, требуют особых условий выполнения со специальным инструмен-тальным обеспечением. Безусловно, основным вектором развития современной хирургии явля-ется внедрение малоинвазивных технологий. То-рако-, лапароскопические, роботические опера-ции доказали свою эффективность и бесспорные преимущества. Однако сдерживающими факто-рами этого направления являются ограниченные

возможности технического и организационного плана, особенно в ургентной практике. Нельзя забывать, что большинство больных оперируют не в специализированных центрах, а в общехи-рургических стационарах городских и районных больниц, где в сложившихся непростых экономи-ческих условиях последние достижения хирургии остаются ограниченно доступными [1, 2]. Тради-ционные «открытые» вмешательства из лапаро-томных и торакотомических доступов продол-жают выполняться, особенно в онкологической, ангиохирургической практике, в хирургии рекон-структивных вмешательств [3]. По сводным дан-ным министерства здравоохранения Российской

Федерации удельный вес открытых операций на органах брюшной и грудной полостей за 2022 г. составил 60%.

Одним из основных требований для успешного выполнения любого оперативного вмешательства в торако-абдоминальной хирургии является достаточный обзор операционного поля, который зависит от параметров операционной раны и ее освещенности [4-6]. Это делает необходимым не только клиническую оценку различных технических методов, оборудования и инструментов для освещения, но и разработку принципиально новых, качественно лучших, с доказанной эффективностью.

Бестеневые лампы потолочной фиксации (ЭМАЛЕД 300/300; галогеновая, холодного света, 42 источника; компания ЭМАЛЕД, Россия) не полностью обеспечивают достаточную освещенность труднодоступных мест грудной и брюшной полостей, с большой глубиной в ограниченном пространстве, что затрудняет хирургические манипуляции и требует частой коррекции светового потока [7, 8]. Это, закономерно, отвлекает оперирующую бригаду, увеличивает временные затраты и негативно влияет на морально-психологический микроклимат в операционной [9]. К труднодоступным местам относятся: надпеченочное (печеночная сумка), подпеченочное, зона пищевода-желудочного перехода и пищевода отверстия диафрагмы, левое поддиафрагмальное пространство (щель Бохдалека), реберно-медиастинальные синусы, заднее средостение. Налобные осветители (Rudolf Riecter ri-focus LED, компания Rudolf Medical, Германия) – громоздкие, привносят технические неудобства оперирующему хирургу, требуют постоянной фокусировки для правильного направления светового потока, а при «не аккуратных» движениях могут вызывать зрительный дискомфорт [10].

Этих недостатков лишены эндоскопические осветительные инструменты (оптическая трубка) (GIMMI AlphaScore II, компания GIMMI, Германия) и ретракторы с фиксированным стеклянным устройством для волоконно-оптической передачи светового потока, но им присущи другие отрицательные качества: громоздкость, яркий световой поток в малом размере освещенной зоны (диаметром 5-6 см), подверженность механическим повреждениям, необходимость периодической очистки от загрязнений во время операции, с последующим восстановлением положения [11,12]. К сожалению, вышеизложенные факты основаны

на ощущениях, впечатлениях, мнениях. В отечественных и зарубежных научно-медицинских источниках нами не найдено информации о способах измерений и показателях освещенности труднодоступных мест грудной и брюшной полостей. Как известно, параметры ран, особенно труднодоступных зон, сугубо индивидуальны, и оптимальные показатели обеспечиваются только ретракторами, причем с обязательным учетом морфологических и функциональных особенностей органов, составляющих рану и подвергающихся отодвиганию, то есть механическому воздействию. Основными органами, подвергающимися тракции в хирургии пищевода, желудка и диафрагмы, являются: печень, функционирующее легкое и работающее сердце. Для нивелирования возможного механического повреждения требуются особые ретракторы с достаточной шириной и углом наклона рабочей поверхности, обеспечивающие оптимальную площадь соприкосновения, эластичные, с закругленными краями. Труднодоступность – подразумевает не только глубину зоны вмешательства, но и пространственную ограниченность для манипулирования, что делает нежелательным загромождение дополнительными инструментами. Последнее делает оптимальным сочетание функции ретрактора с освещением.

Из известных осветительных источников наилучшей характеристикой обладают светодиодные: компактность, достаточная мощность, низкая теплоотдача, термостабильность [13,14]. В настоящее время в хирургии используется много синтетических пластических материалов, из которых наилучшими качествами обладает силикон – биологическая инертность, эластичность, прочность, прозрачность [15]. Исходя из этого, нами сформулирована рабочая гипотеза, заключается в том, что светодиодные элементы, погруженные в силиконовую капсулу и размещенные в определенном количестве и под конкретным углом, фиксированные к рабочей части хирургического инструмента (ретрактора), способны обеспечить достаточную освещенность труднодоступных зон оперативных вмешательств в торако-абдоминальной хирургии.

### Цель

Разработать осветительные светодиодные ретракторы для «открытых» оперативных вмешательств на пищеводе, желудке и диафрагме, и

в сравнительном аспекте оценить их эффективность.

#### *Дизайн исследования*

Дизайн представлен кагорным экспериментальным исследованием.

Для облегчения выполнения «открытых» оперативных вмешательств на пищеводе, желудке и диафрагме разработаны оригинальные инструменты, сочетающие функции ретрактора и осветителя. Оптимальность оригинальных ретракторов доказывалась параметрами ран по критериям А.Ю. Созон-Ярошевича на 97 нефиксированных трупах, с момента смерти до вскрытия которых прошло не более 72 часов. Сравнительный анализ освещенности операционного поля осуществлялся путем ее измерения непосредственно под инструментом, и отступая 4-7 см к латеральным границам анатомических областей на 31 нефиксированном трупе, с момента смерти до вскрытия которых прошло не более 72 часов. Расстояние от источника освещения до зоны измерения для бестеневых ламп потолочной фиксации составило 117 см, для налобного осветителя – 50-60 см, для остальных традиционных инструментов – 4-7 см. Впервые определялся угол пересечения падения светового потока и оси операционного действия в труднодоступных местах грудной и брюшной полостей, для исключения его попадания в обзор хирурга.

#### *Условия проведения*

Исследование выполнялось с 03.2020 по 03.2023 гг. на базе областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Белгородское бюро судебно-медицинской экспертизы».

#### *Критерии соответствия*

Критерии включения:

Трупы взрослых людей (старше 18 лет), без заболеваний органов пищеварительного тракта и травм грудной и брюшной полостей, с момента смерти до вскрытия которых прошло не более 72 часов

Критерии не включения:

Трупы несовершеннолетних (младше 18 лет) и взрослых людей (старше 18 лет), без заболеваний органов пищеварительного тракта и травм грудной и брюшной полостей, с момента смерти до вскрытия которых прошло более 72 часов.

Критерии исключения:

Трупы, в которых при выполнении исследования обнаружены признаки заболеваний органов

пищеварительного тракта и травмы грудной и брюшной полостей, не указанные в направлении.

Подбор участников в группы:

Обследовано 97 свежих, нефиксированных трупов. Из них все подходят критериям соответствия, соматотипированы по Шевкуненко и разделены на 3 группы.

#### *Целевые показатели исследования*

Основной показатель исследования:

Анализ доступов к органам труднодоступных мест грудной и брюшной полостей по критериям А.Ю. Созон – Ярошевича с использованием традиционных и оригинальных ретракторов.

Дополнительные показатели исследования:

Сравнительная оценка освещенности труднодоступных мест грудной и брюшной полостей для традиционных и оригинальных осветительных инструментов.

#### *Методы измерения целевых показателей:*

Уровень освещенности в люксах определялся люксметром (testo 540, компания Testo, Германия). Для бестеневых ламп потолочной фиксации (ЭМАЛЕД 300/300; галогеновая, холодного света, 42 источника; компания ЭМАЛЕД, страна Россия) максимальные показатели фиксировались в точках наилучшего освещения, т.е. на расстоянии 117 см. Для налобного осветителя (Rudolf Riecter gi-focus LED, компания Rudolf Medical, Германия) – 50-60 см, для эндоскопического осветителя (оптической трубки) (GIMMI AlphaScore II, компания GIMMI, Германия) и медиастинального ретрактора с фиксированным световодом (Maximed; 220x16 мм, компания Maximed, Россия) – 5-7 см. Минимальные – в зонах крайнего удаления в латеральных направлениях конкретной анатомической области (от 4 до 7 см).

Измерения проводились в условиях операционной хирургического профиля на макете-муляже (3B Smart Anatomy; производитель 3B SCIENTIFIC; Германия), а также в условиях секционного зала бюро судебно-медицинской экспертизы (проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации, одобрено Региональным этическим комитетом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Карла Маркса, д. 3, г. Курск, Россия), протокол No 12 от 26.12.2023 г.) на 31 нефиксированном трупе людей, умерших в возрасте от 42 до 67 лет не от заболеваний ор-

ганов грудной и брюшной полостей, с момента смерти до вскрытия которых прошло не более 72 часов (22 мужского и 9 женского пола); 14 – брахиморфного телосложения, 11 – долихоморфного, 6 – мезоморфного. Измерения осуществлялись: в поддиафрагмальных пространствах (правом (надпеченочном, подпеченочном), левом и центральном (в зоне пищеводного отверстия диафрагмы)); в заднем (правом) реберно-медиастинальном синусе, заднем средостении. Для доступа к поддиафрагмальным пространствам выполнялась верхнесрединная лапаротомия, длиной 20,0-25,0 см, с установкой ранорасширителя Кишнера; для доступа к заднему средостению – сагиттальная диафрагмотомия по Савиных. Для доступа к заднему реберно-медиастинальному синусу выполнялась правосторонняя боковая торакотомия в 5 межреберье (15,0-20,0 см) с установкой ранорасширителя Финочетто-Бурфорда, при этом под правую половину грудной клетки подкладывался валик толщиной 10 см так, что последняя располагалась повернутой влево на 35°. Исследования осуществлялись в дневное время, при естественном и стандартном искусственном освещении.

В этих же условиях определялись показатели освещенности труднодоступных мест с дополнительным использованием налобного осветителя, эндоскопического осветителя (оптической трубки) (GIMMI AlphaScore II, компания GIMMI, страна Германия) и медиастинального ретрактора с фиксированным световодом (Maximed; 220×16 мм, компания Maximed) от осветителя (Karl Storz Halogen 250 twin, компания Karl Storz, Германия).

Для преодоления недостатков традиционных осветительных устройств и инструментов нами разработаны ретракторы со светодиодными осветителями на рабочей части и в аналогичных условиях определялись их показатели освещенности. Нами разработан способ изготовления осветительных хирургических инструментов, заключа-

ющийся в размещении светодиодных элементов в герметичной силиконовой капсуле в определенном количестве под конкретным углом и фиксированной особым методом к рабочей поверхности (патент на изобретение №2815152).

1 – ретрактор со светодиодным осветителем на рабочей гибко-упругой части инструмента (прототип зеркало Микулича-Радецкого) (Патент №205813), который состоит из рукоятки и рабочей части размером 18,0×6,5 см, расположенной под углом 115°. Последняя выполнена в виде изогнутой, матовой, антибликовой металлической пластины, на передненижней поверхности которой фиксирована силиконовая капсула с тремя светодиодными лентами с 24 источниками излучения, которая соединена с источником питания мягким двухжильным электрическим проводом (рис. 1).

2 – проволочный ретрактор (прототип - легочное зеркало Эллисона) (Патент №193407) – включает рабочую поверхность размером 19,0×8,0 см, выполненную из нержавеющей стали в виде сетки, соединенной с рукояткой под углом 125°. На передненижней поверхности рабочей части закреплены 3 силиконовые капсулы с тремя светодиодными лентами с 19 источниками излучения (рис. 2).

3 – почечное зеркало (прототип - лопатка Федорова) (Патент №193410) - включает рабочую часть из нержавеющей (медицинской) стали в виде изогнутой лопатки размером 13,0×4,0 см, жестко фиксированную к рукоятке под углом 115°, на которой металлическими скобами закреплен электрический провод. На всей передней поверхности лопатки закреплена светодиодная лента с 18 источниками излучения (рис. 3).

4 – медиастинальный ретрактор. Состоит из металлических рукоятки, полой трубки (длина горизонтальной части этой трубки 9 см), складывающегося-шарнирного механизма и рабочей части в виде гибко-упругой пластины размером

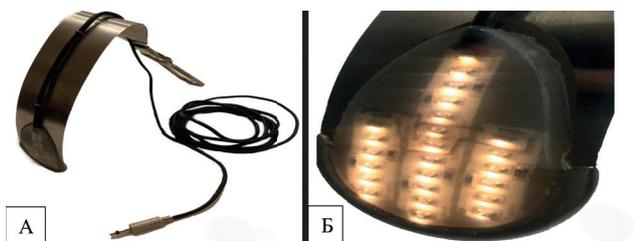


Рис. 1. Ретрактор со светодиодным осветителем на гибко-упругой рабочей части инструмента. А - общий вид. Б - рабочая часть.

Fig. 1. Retractor with LED illuminator on flexible-elastic working part of tool. A - general view. B - working part.

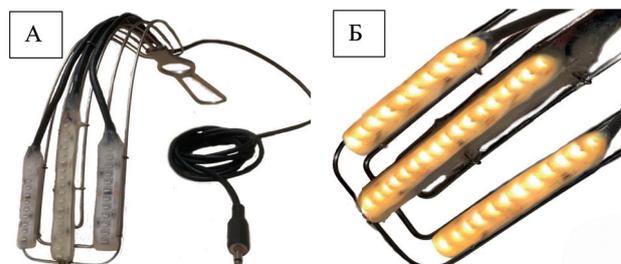


Рис. 2. Проволочный ретрактор. А - общий вид. Б - рабочая часть.

Fig. 2. Wire retractor. A - general view. B - working part.



Рис. 3. Почечное зеркало. А - общий вид. Б - рабочая часть.  
Fig. 3. Kidney retractor. A - general view. B - working part.

16,5×4,0 см, с матовой поверхностью, с закругленными краями. На ее наружной поверхности фиксирована силиконовая капсула с двумя боковыми светодиодными лентами, с 48 источниками излучения и центральной RGB-лентой с функцией изменения цветовой температуры в диапазоне 1800-7000К. Угол рабочей части по отношению к рукоятке меняется путем отвинчивания боковых болтов (рис. 4).

Дополнительно осуществлялись измерения уровня освещенности во всех указанных областях при использовании наконечника для аспирации со светодиодным покрытием (прототип - наконечник аспирационный Янкауэра) (патент №191394) (рис. 5).

Все описанные оригинальные инструменты подключаются штекером к двухамперному блоку питания с трансформатором и резистором, обеспечивающим выходное напряжение до 12 V. Блок питания содержит индикатор выходного напряжения и шнур для подключения к сети питания переменного тока 220V (рис. 6).

Для оценки хирургического доступа с использованием традиционных (зеркало для отведения почек (300 мм; компания Ворсма; Россия), Келли (190×38 мм; компания АРТ-Медикал; Россия), Микулича (90×45 мм; компания Медстандарт; Россия)) и оригинальных ретракторов изучали параметры операционных ран по критериям

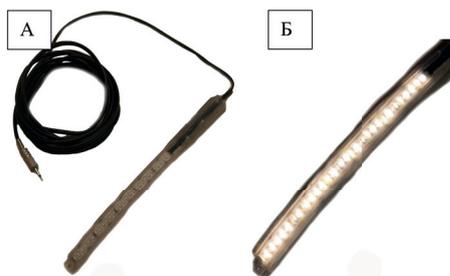


Рис. 5. Наконечник для аспирации. А - общий вид. Б - рабочая часть.  
Fig. 5. Aspiration tip. A - general view. B - working part.

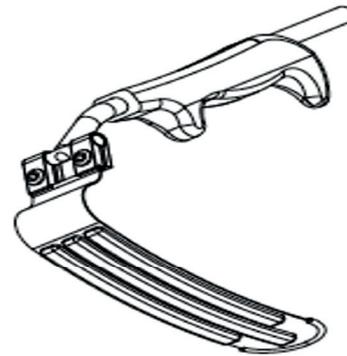


Рис. 4. Медиастинальный ретрактор.  
Fig. 4. Mediastinal retractor.

А.Ю. Созон-Ярошевича (глубина раны, угол операционного действия, угол наклона оси операционного действия) (А.Ю. Созон-Ярошевич, 1954 г.). Дополнительно измерялся угол пересечения оси операционного действия и падения светового потока для исключения вероятности попадания прямого светового потока в обзор хирурга (рис. 7) [16, 17].

Измерения проводились в труднодоступных местах брюшной полости: в поддиафрагмальных пространствах (правом (надпеченочном, подпеченочном), левом и центральном (в зоне пищеводного отверстия диафрагмы)), а также в заднем (правом) реберно-медиастинальном синусе и заднем средостении (с выполнением сагиттальной диафрагмотомии по Савиных) в условиях секционного зала бюро судебно-медицинской экспертизы на 97 нефиксированных трупах лиц, умерших в возрасте от 38 до 92 лет не от заболеваний органов системы пищеварения с момента смерти до вскрытия которых прошло не более 72 часов (46 мужского и 51 женского пола), среди них 31 был брахиморфного телосложения, 34 – долихоморфного, 32 – мезоморфного.

Глубина ран труднодоступных мест измерялась с помощью металлической измерительной линейки ГОСТ 427-75 с ценой деления 1 миллиметр от верхней раневой апертуры до наиболее удаленной точки анатомической области. Для



Рис. 6. Блок питания. А - общий вид. Б - включенный вид.  
Fig. 6. Power supply unit. A - general view. B - included view.

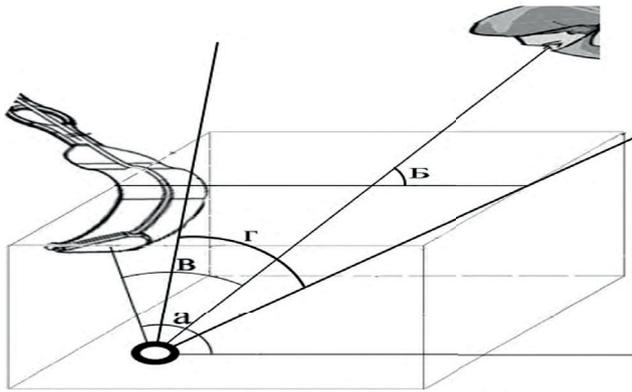
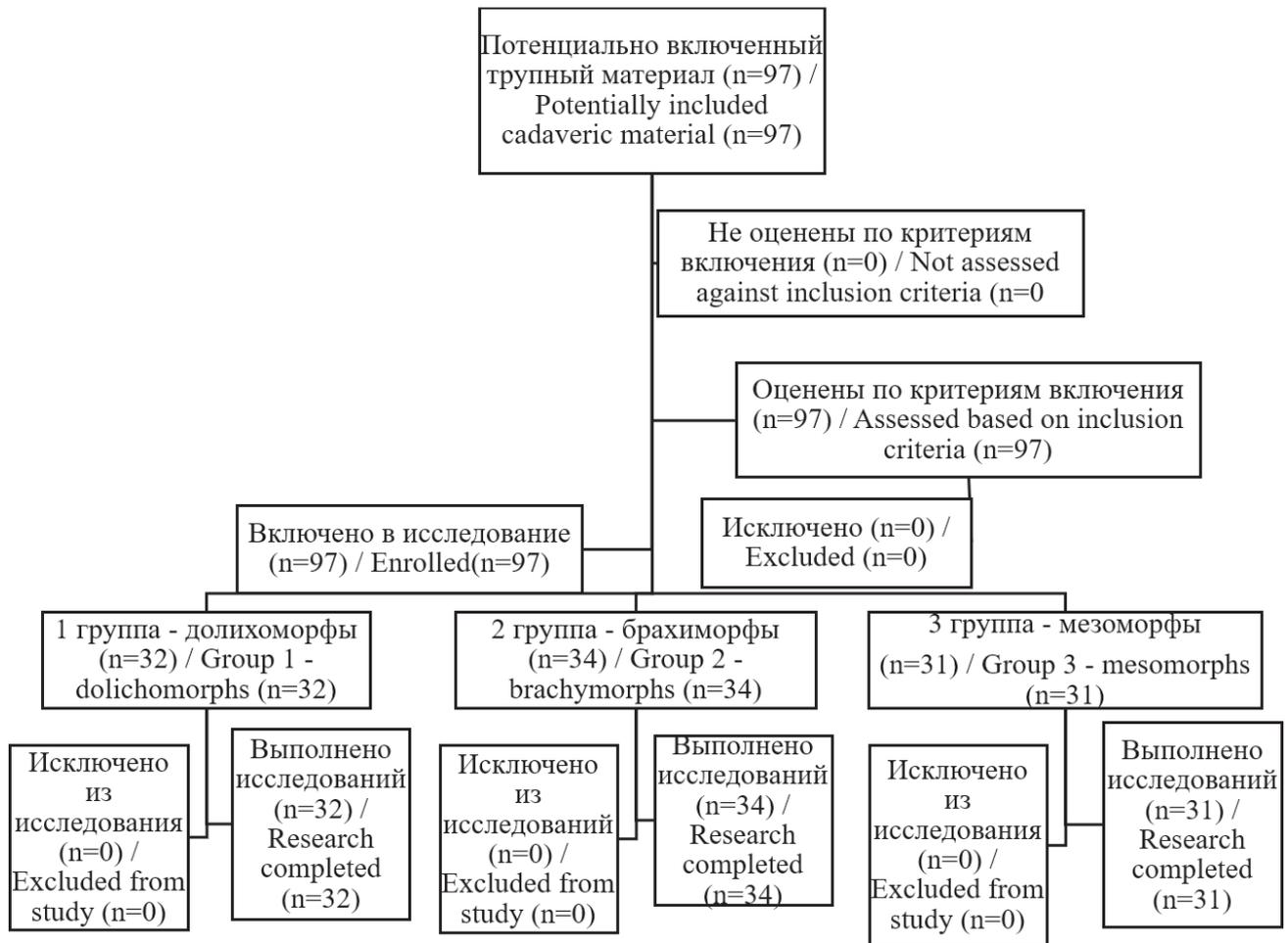


Рис. 7. Схематичное изображение параметров операционной раны по критериям А.Ю. Созон-Ярошевича и угла падения светового потока. А - угол падения светового потока. Б - угол наклона оси операционного действия. В - угол пересечения оси операционного действия и падения светового потока. Г - угол операционного действия.

Fig. 7. Schematic representation of the parameters of the surgical wound according to the criteria of Arkady Sozon-Yaroshevich and the angle of incidence of light flux. A - angle of incidence of light flux. B is the angle of inclination of the operational axis. B - angle of intersection of the axis of operational action and the incidence of light flux. D - operational action angle.

надпеченочного пространства - до нижней полой вены, для подпеченочного - до париетальной брюшины над нижней полой веной, для зоны пищеводно-желудочного перехода - до нижней границы пищеводного отверстия диафрагмы, для левого поддиафрагмального - до париетальной брюшины в области левой пояснично-реберной части диафрагмы, для правого реберно-медиастинального синуса в 3 зонах - до средне-, верхне- и нижнегрудного отделов пищевода. Для заднего средостения через трансхиатальный доступ выполнялись измерения расстояния от верхнего угла лапаротомной раны до верхней границы пищеводного отверстия диафрагмы и от него до бифуркации трахеи.

Вершины углов операционного действия и наклона оси операционного действия находились в аналогичных точках брюшной и грудной полостей и измерялись транспортиром ГОСТ 13494-80 с ценой деления 1 градус. Стороны первого располагались на рабочей части ретрактора и по направлению к противоположному краю раны, а



Блок-схема / Flowchart

второго – во фронтальной плоскости дна анатомической области и по направлению оси операционного действия.

Переменные (предикторы, конфаундеры, модификаторы эффекта) не учитывались.

#### Статистическая обработка

Предварительного расчета размеров выборок не производилось.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась в программе Microsoft Excel 2019 г. (компания Microsoft; страна США). Предварительно проводили анализ количественных первичных данных рассматриваемых показателей на вид распределения. Выполнялись вычисления среднего арифметического и стандартного отклонения. Согласно критерию Шапиро-Уилка все параметры операционного доступа по А.Ю. Со-

зон-Ярошевичу отличались от нормального распределения ( $p < 0,05$ ), поэтому достоверность статистических различий определялась по критерию Вилкоксона. Ввиду небольшого размера выборки показателей освещенности ( $n=31$ ) для сравнительного статистического анализа применен критерий Фридмана.

#### Результаты

При использовании наконечника для аспирации со светодиодным покрытием в комбинации с оригинальными ретракторами все показатели увеличились в точке наилучшего освещения на 3300 лк, а в зонах крайнего отдаления на 1200 лк.

Результаты освещенности медиастинального ретрактора превосходили максимальные показатели традиционных инструментов и оригинальных ре-

**Таблица 1.** Средние показатели освещенности труднодоступных мест грудной и брюшной полостей традиционными осветителями (люкс) в зонах наилучшего освещения (А) и крайнего отдаления (В).

**Table 1.** Average indicators of illumination of hard-to-reach places of the thoracic and abdominal cavities by traditional illuminators (lux) in the zones of the best lighting (A) and extreme distance (B).

Место измерения / Place of measurement	Лампа потолочной фиксации / Ceiling fixation lamp M ± m (2)		Налобный осветитель / Head light M ± m (2)		Оптическая трубка / Optical tube M ± m (1,3)		Ретрактор с фиксированным световодом / Fixed fiber retractor M ± m (1,3)	
	А	В	А	В	А	В	А	В
Подпеченочное пространство / Subhepatic space	1264 ± 7*	916 ± 6*	12271 ± 20*	3383 ± 5*	17374 ± 21*	6564 ± 13*	17236 ± 31,4*	6773 ± 26*
Надпеченочное пространство / Suprahepatic space	679 ± 10*	472 ± 6*	11655 ± 10*	3206 ± 4*	17417 ± 18*	6662 ± 11*	17287 ± 24*	6682 ± 8*
Левое поддиафрагмальное пространство / Left subphrenic space	630 ± 6*	402 ± 6*	11618 ± 11*	3223 ± 6*	17315 ± 20*	6840 ± 4*	17199 ± 23*	6742 ± 8*
Зона пищеводного отверстия диафрагмы / Hiatus area of the diaphragm	802 ± 7*	548 ± 5*	11680 ± 10*	3228 ± 5*	17360 ± 21*	6642 ± 11*	17214 ± 24*	6660 ± 7*
Задний (правый) реберно-медиастинальный синус / Posterior (right) costomediastinal sinus	286 ± 2*	212 ± 1*	11906 ± 19*	3274 ± 6*	17414 ± 20*	6646 ± 10*	17284 ± 40*	6708 ± 7*
Зона заднего средостения из срединного лапаротомного доступа / Zone of the posterior mediastinum from the median laparotomy approach	280 ± 3*	250 ± 1*	11244 ± 25*	3171 ± 11*	17422 ± 20*	6658 ± 14*	17374 ± 19*	6751 ± 11*

Примечание: 1 – достоверные отличия показателей в сравнении с гибко-упругим и проволочным ретракторами ( $p < 0,01$ ) - \*

2 – достоверные отличия показателей в сравнении с почечным зеркалом ( $p < 0,01$ ) - \*

3 – достоверные отличия показателей в сравнении с медиастинальным ретрактором со светодиодным осветителем на рабочей части ( $p < 0,01$ ) - \*

Notes: 1 – significant differences in indicators in comparison with flexible-elastic and wire retractors ( $p < 0.01$ ) - \*

2 – significant differences in indicators in comparison with the renal speculum ( $p < 0.01$ ) - \*

3 – significant differences in indicators in comparison

**Таблица 2.** Показатели освещенности труднодоступных мест грудной и брюшной полостей оригинальными ретракторами со светодиодными осветителями (люкс) в зонах наилучшего освещения (А) и крайнего отдаления (В).  
**Table 2.** Indicators of the illumination of hard-to-reach places of the chest and abdominal cavities with original retractors with LED illuminators (lux) in the areas of the best lighting (A) and extreme distance (B).

Место измерения / Place of measurement	Гибко-упругий ретрактор / Flexible elastic retractor M ± m (1)		Проволочный ретрактор / Wire retractor M ± m (1)		Почечное зеркало / Kidney retractor M ± m (2)		Медиастинальный ретрактор / Mediastinal retractor M ± m (1)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Подпеченочное пространство / Subhepatic space	17712 ± 25*	12085 ± 10*	17511 ± 22*	12093 ± 11*	16628 ± 21*	11328 ± 10*	-	-
Надпеченочное пространство / Suprahepatic space	17218 ± 41*	11715 ± 10*	17059 ± 37*	11814 ± 9*	16123 ± 21*	11044 ± 30*	-	-
Левое поддиафрагмальное пространство / Left subphrenic space	17142 ± 35*	11737 ± 11*	17055 ± 23*	11730 ± 12*	16061 ± 18*	10928 ± 10*	-	-
Зона пищеводного отверстия диафрагмы / Hiatus area of the diaphragm	17333 ± 28*	11686 ± 10*	16982 ± 33*	11772 ± 14*	16149 ± 22*	10982 ± 11*	-	-
Задний (правый) реберно-медиастинальный синус / Posterior (right) costomediastinal sinus	17302 ± 31*	11813 ± 11*	17490 ± 34*	11853 ± 11*	-	-	-	-
Зона заднего средостения из срединного лапаротомного доступа / Zone of the posterior mediastinum from the median laparotomy approach	-	-	-	-	-	-	21853 ± 35*	19581 ± 15*

Примечание: 1 – достоверные отличия показателей в сравнении со световодными осветителями (p<0,01) - \*

2 – достоверные отличия показателей в сравнении с лампой потолочной фиксации и налобным осветителем (p<0,01)

Notes: 1 - significant differences in indicators compared to light-guiding illuminators (p < 0.01) - \*

2 - significant differences in indicators in comparison with the ceiling lamp and head illuminator (p < 0.01) - \*

**Таблица 3.** Глубина ран в труднодоступных местах грудной и брюшной полостей.

**Table 3.** The depth of wounds in hard-to-reach places of the thoracic and abdominal cavities.

Место измерения / Place of measurement (n)	Глубина раны / Wound depth (мм) M ± m
Подпеченочное пространство / Subhepatic space (97)	175 ± 18
Надпеченочное пространство / Suprahepatic space (97)	247 ± 19
Левое поддиафрагмальное пространство / Left subphrenic space (97)	252 ± 21
Зона пищеводно-желудочного перехода / Zone of the esophagogastric junction (97)	182 ± 17
Задний (правый) реберно-медиастинальный синус / Posterior (right) costomediastinal sinus (97) Зона 1 (верхняя треть грудного отдела пищевода) / Zone 1 (upper third of thoracic esophagus) Зона 2 (средняя треть грудного отдела пищевода) / Zone 2 (middle third of thoracic esophagus) Зона 3 (нижняя треть грудного отдела пищевода) / Zone 3 (lower third of thoracic esophagus)	253 ± 16 153 ± 18 188 ± 8
Заднее средостение от верхней апертуры раны до пищеводного отверстия диафрагмы / Posterior mediastinum from upper wound aperture to esophageal orifice (97)	112 ± 8
Заднее средостение от пищеводного отверстия диафрагмы до бифуркации трахеи / Posterior mediastinum from esophageal orifice to tracheal bifurcation (97)	155 ± 9

тракторов – max – 21853 ± 35 лк, min – 19581 ± 15 лк не только в зоне наилучшего освещения, но и при смещении к латеральным границам анатомических областей.

В ходе исследования нежелательных явлений не наблюдалось.

«Стандартом» освещенности операционного поля принят показатель бестеневой лампы потолочной фиксации, расположенной под углом 90° к горизонтальной плоскости муляжа на расстоянии 117 см, что составляет 17523 лк.

**Таблица 4.** Показатели углов операционного действия и наклона оси операционного действия с традиционными (А) и оригинальным ретракторами (В)

**Table 4.** Indicators of the operating action angles and the inclination of the operating action axis with traditional (A) and original retractors (B)

Место измерения / Place of measurement (n)	Угол операционного действия / Operational action angle (°) M ± m		Угол наклона оси операционного действия / Angle of inclination of the action axis (°) M ± m	
	А	В	А	В
Подпеченочное пространство / Subhepatic space (97)	83 ± 0,4*	77 ± 0,5	79 ± 0,3*	73 ± 0,3
Надпеченочное пространство / Suprahepatic space (97)	51 ± 0,4	51 ± 0,4	81 ± 0,3	81 ± 0,3
Левое поддиафрагмальное простран- ство / Left subphrenic space (97)	65 ± 0,5*	66 ± 0,6	56 ± 0,9*	57 ± 0,9
Зона пищеводно-желудочного перехода / Zone of the esophagogastric junction (97)	73 ± 1	73 ± 1	64 ± 0,4*	65 ± 0,4
Задний (правый) реберно-меди- стинальный синус / Posterior (right) costomediastinal sinus (97)	71 ± 0,5*	59 ± 0,5	64 ± 0,3*	60 ± 0,3
Заднее средостение / Posterior mediastinum (97)	52 ± 0,4*	43 ± 0,4	47 ± 0,4*	42 ± 0,3

Примечание: достоверные различия в сравнении с оригинальными ретракторами (p<0,01) - \* /  
Notes: significant differences in comparison with original retractors (p<0.01) - \*

Наименьшие показатели освещенности труднодоступных мест получены для ламп потолочной фиксации, причем максимальные значения – 756 ± 147 лк (M±m), минимальные – 541 ± 105 лк, с достоверным снижением на 28,5% (p<0,01).

Следующие по значению средние показатели зафиксированы для налобного осветителя: максимальные – 11809 ± 116 лк, минимальные – 3264 ± 27 лк, с достоверным снижением на 72,4% (p<0,01).

У эндоскопического осветителя (оптической трубки), ретрактора с фиксированным световодом средние показатели максимальной освещенности 17392 ± 14 лк и 17294 ± 26 лк, а в латеральных границах анатомических областей отмечено значительное достоверное снижение показателей до 6654 ± 27 лк и 6704 ± 13 лк (на 61,7% и 61,2% соответственно) (p<0,01).

Оригинальные ретракторы обеспечивают среднюю освещенность труднодоступных мест, достоверно отличающуюся (p<0,01) и сопоставимую с наилучшими показателями световодных инструментов. Для гибко-упругого ретрактора – 17344 ± 71 лк, для проволочного – 17213 ± 81 лк, причем не только непосредственно под инструментом, но и в точках крайнего отдаления, где снижение средних показателей оказалось незначительным до 11815 ± 49 лк и – 11881 ± 54 лк, на 31,8% и 31% соответственно (p<0,01).

При дополнительном использовании осветительного наконечника для аспирации показатели увеличиваются, и разница со световодными инструментами нивелируется.

Показатели освещенности медиастинального ретрактора достоверно превосходили наилучшие результаты традиционных осветителей и оригинальных ретракторов, как в точке наилучшего освещения, так и при смещении к латеральным границам анатомических областей (max – 21853 ± 35 лк, min – 19581 ± 15 лк), с достоверным различием показателей (p<0,01). Это непосредственно зависит от числа светодиодных элементов на рабочей части и их расположения.

При сравнении результатов параметров операционных ран углы наклона оси операционного действия значительно не отличались при использовании традиционных и оригинальных ретракторов для подпеченочного пространства – 79° и 73°, для надпеченочного – 81° и 81°, для левого поддиафрагмального – 56° и 57°, для центрального поддиафрагмального – 64° и 65°, для зоны заднего средостения – 47° и 42°, для заднего реберно-медиастинального синуса – 64° и 60°. При этом во всех случаях показатель составил более 42°, следовательно, создаются достаточные условия для прямого визуального контроля указанных зон вмешательства. Угол операционного действия оказался больше при использовании традиционных ретракторов в сравнении с оригинальными и

**Таблица 5.** Углы наклона оси операционного действия, падения светового потока и их пересечение в «труднодоступных» местах грудной и брюшной полостей при использовании оригинальных ретракторов.

**Table 5.** Angles of inclination of the axis of the surgical action, incidence of light flux and their intersection in “hard-to-reach” places of the chest and abdominal cavities when using original retractors.

Место измерения / Place of measurement	Угол наклона оси операционного действия / Angle of inclination of the operating axis (°) M±m	Угол падения светового потока / Angle of incidence of luminous flux (°) M±m	Угол пересечения / Intersection angle (°) M±m
Подпеченочное пространство / Subhepatic space	72 ± 1	114 ± 0,3	42 ± 1
Надпеченочное пространство / Suprahepatic space	80 ± 0,6	113 ± 0,3	32 ± 0,7
Левое поддиафрагмальное пространство / Left subphrenic space	55 ± 1,6	95 ± 0,3	40 ± 1,6
Центральное поддиафрагмальное пространство / Central subdiaphragmatic space	65 ± 0,7	110 ± 0,3	45 ± 0,7
Заднее средостение / Posterior mediastinum	42 ± 0,6	87 ± 0,3	45 ± 0,6
Задний (правый) реберно-медиастинальный синус / Posterior (right) costomediastinal sinus	59 ± 0,6	103 ± 0,5	44 ± 0,7

составил в среднем: в подпеченочном пространстве – 83° и 77°, в надпеченочном – 51° и 51°, в левом поддиафрагмальном – 65° и 66°, в центральном поддиафрагмальном – 73° и 73°, для зоны заднего средостения трансхиатальным доступом – 52° и 43°, также уменьшается высота раны (в саггитальном направлении) с 80 мм до 60 мм, для правого (заднего) реберно-медиастинального синуса – 71° и 59°. При этом ни разу величина данного параметра не достигала критического значения 25°.

Угол пересечения оси операционного действия и падения светового потока во всех труднодоступных местах брюшной полости для оригинальных ретракторов со светодиодными элементами составил менее 50°, что исключает вероятность попадания прямого светового потока в обзор хирурга.

Установлено, что наибольший угол операционного действия традиционными ретракторами в заднем реберно-медиастинальном синусе создается за счет грубой тракции, так как инструменты имеют жесткую (неэластичную) конструкцию. Это приводит к «невозможности» функционирования легкого и его ателектазированию. Уменьшение этого показателя на 12° при использовании проволочного и гибко-упругого ретракторов возникает из-за мягкой эластичной рабочей поверхности, позволяющих не сдавливать, а только приподнимать ткань легкого, при этом угол наклона оси операционного действия и параметры зоны

вмешательства остаются прежними без ограничения обзора. Таким образом, оригинальные ретракторы позволяют сохранить достаточный объем операционного манипулирования в условиях функционирующего легкого (рис. 8).

Традиционными ретракторами в заднем средостении сердце придавливается, что не может не иметь негативных последствий. Оригинальный медиастинальный ретрактор имеет эластичную рабочую часть, при этом сердце не сдавливается, а только отодвигается. Угол операционного действия уменьшается на 9 градусов, при этом высота раны трансхиатальным доступом (в саггитальном направлении) уменьшается на 10 мм, но это не отражается на манипуляционных возможностях в зоне вмешательства и позволяет их осуществлять на работающем сердце (рис. 9).

С учетом глубины раны и размеров рабочей части оригинальных инструментов считаем целесообразным в качестве дополнительного источника освещения для выполнения открытых оперативных вмешательств на грудном отделе пищевода из бокового торакотомического доступа использовать проволочный или гибко-упругий ретракторы; для оперативных вмешательств на желудке, абдоминальном сегменте пищевода, пищеводном отверстии диафрагмы – гибко-упругий ретрактор; для вмешательств на пищеводе трансхиатальным доступом – медиастинальный ретрактор; для оперативных вмешательств на

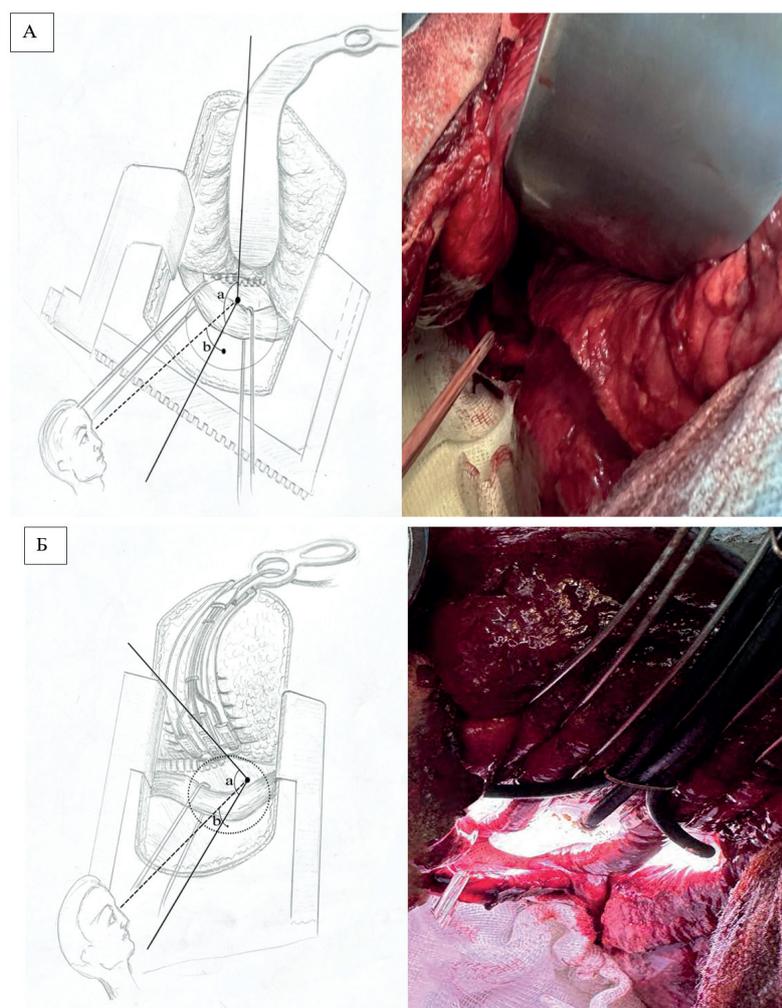


Рис. 8. Схематичное изображение операционной раны в правом реберно-медиастинальном синусе с использованием традиционного (А, Б) и оригинального (В, Г) ретракторов. А – угол операционного действия (а) – 71°, угол наклона оси операционного действия (б) – 64°. Б – угол операционного действия (а) – 59°, угол наклона оси операционного действия (б) – 60°.

Fig. 8. Schematic representation of the surgical wound in the right costal-mediastinal sinus using traditional (A, B) and original (C, D) retractors. A - operational action angle (a) - 71°, operational action axis inclination angle (b) - 64°. B - operational action angle (a) - 59°, operational action axis inclination angle (b) - 60°.

диафрагме – гибко-упругий ретрактор и почечное осветительное зеркало.

За период 2015-2023 гг. в 1 городском и 3 районных общехирургических стационарах выполнены оперативные вмешательства с использованием оригинальных ретракторов: 35 – по поводу ГПОД, 22 гастрэктомии, 33 резекции желудка (1 – проксимальная, 32 дистальные), 5 – экстирпации пищевода (3 – трансхиатальным (абдоминоцервикальным доступом), 2 – тораколапароцервикотомически), 3 – по поводу диафрагмальных грыж других локализаций.

### Обсуждение

«Открытые» оперативные вмешательства на пищеводе, желудке и диафрагме представляют существенный раздел в современной торако-абдоминальной хирургии, удельный вес которых со-

ставляет 60%. Ключевыми факторами их успешного выполнения является достаточный обзор операционного поля, который зависит от параметров раны и ее освещенности [18]. Основным источником освещения являются лампы потолочной фиксации, мощности которой для труднодоступных мест недостаточно. В качестве дополнительных источников самыми популярными являются налобный, эндоскопический осветитель (оптическая трубка), ретракторы с фиксированными световодами. При неоспоримых достоинствах они имеют существенные недостатки: громоздкость, требуют частой коррекции светового потока, малоустойчивые к механическим повреждениям, нуждаются в очистке от загрязнений по ходу вмешательства. В известных научно-медицинских источниках сведений о параметрах освещенности труднодоступных мест грудной и брюшной поло-

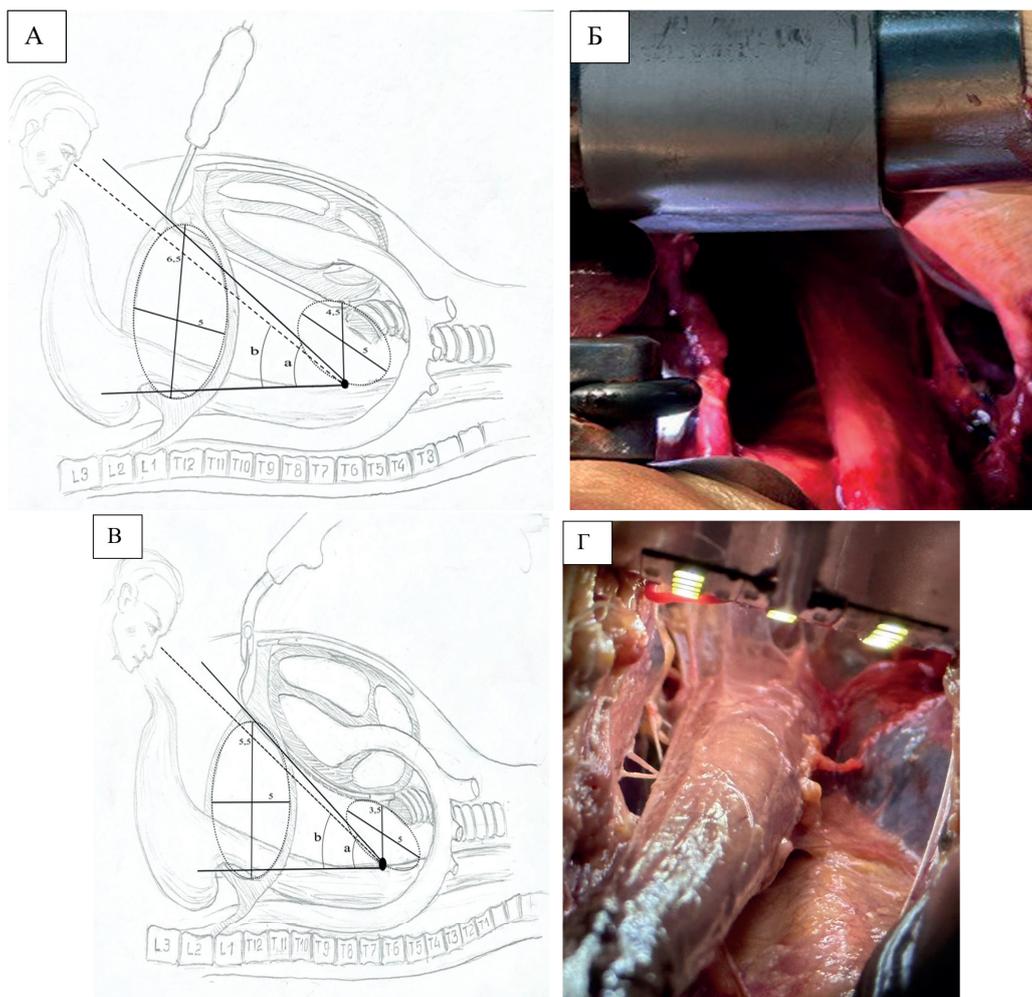


Рис. 9. Схематичное изображение операционной раны в боковой проекции в заднем средостении через трансхиатальный доступ с использованием традиционного (А, Б) и оригинального (В, Г) ретракторов. А - угол операционного действия (а) - 52°, угол наклона оси операционного действия (b) - 47°. Б - угол операционного действия (а) - 43°, угол наклона оси операционного действия (b) - 42°.

Fig. 9. Schematic representation of the surgical wound in lateral projection in the posterior mediastinum through the transhiatal approach using traditional (A, B) and original (C, D) retractors. A - operational action angle (a) - 52°, operational action axis inclination angle (b) - 47°. B - operational action angle (a) - 43°, operational action axis inclination angle (b) - 42°.

стей не установлено. В настоящее время из источников освещения наилучшие показатели (физические, экономические) имеют светодиодные [13, 14]. Из биологически инертных изоляционных материалов наилучшими качествами обладает силикон [15]. Исходя из этого, нами разработан способ изготовления осветительных хирургических инструментов, заключающийся в размещении светодиодных элементов в герметичную силиконовую капсулу в определенном количестве под конкретным углом и фиксированную особым методом к рабочей поверхности (патент на изобретение №2815152). Учитывая, что оптимальные параметры операционной раны обеспечиваются только ретрактором, нами разработаны осветительные ретракторы: гибко-упругий, проволочный, медиастинальный, почечное зеркало, для оперативных

вмешательств в труднодоступных местах грудной и брюшной полостей.

Конструктивные особенности оригинальных ретракторов (эластичность, упругость, закругленность рабочей части) снижают вероятность травмирования паренхиматозных органов, подвергающихся тракции (печень, легкое). Их оптимальность подтверждается соответствием критериям параметров ран А.Ю. Созон-Ярошевича (А.Ю. Созон-Ярошевич, 1954 г.) [19, 20]. Этим достигается возможность выполнения оперативных вмешательств на работающем сердце и функционирующем легком.

Для доказательства определялись глубина раны, угол операционного действия, угол наклона оси операционного действия в сравнении с традиционными ретракторами (Федорова, Келли, Ми-

кулича и медиастинального). При этом изменялся только угол операционного действия (в заднем средостении и в заднем реберно-медиастинальном синусе), все остальные показатели были сопоставимы. При их использовании обеспечиваются достаточный обзор зоны вмешательства и возможность свободного манипулирования.

### Заключение

Бестеневые лампы потолочной фиксации и налобные осветители не обеспечивают достаточную освещенность труднодоступных мест грудной и брюшной полостей ( $756 \pm 147$  лк и  $11808 \pm 116$  лк), не могут быть рекомендованы в качестве единственного источника освещения для хирургии пищевода, желудка и диафрагмы. Эндоскопические осветители (оптические трубки) и ретракторы с фиксированным световодом обеспечивают наилучшую освещенность на ограниченном участке падения светового потока диаметром 5–6 см ( $17391 \pm 14$  лк и  $17294 \pm 26$  лк), но со снижением показателей по мере удаления в латеральном направлении операционного поля (на 61,7% и 61,2%). Требуют частой коррекции светового потока, громоздкие, малоустойчивые к механическим повреждениям, нуждаются в очистке от загрязнений по ходу вмешательства.

Применительно к открытой торако-абдоминальной операции впервые разработан способ изготовления осветительных хирургических инструментов (патент на изобретение №2815152), заключающийся в размещении светодиодных элементов в определенном количестве под конкретным углом в герметичную силиконовую капсулу, фиксированную особым методом к рабочей поверхности.

Разработанные (оригинальные) ретракторы со светодиодными осветителями на рабочей части (гибко-упругий, проволочный, почечное зеркало, медиастинальный) обладают показателями освещенности, сопоставимыми и превосходящими световодные инструменты, с незначительным снижением по мере отдаления (на 31%), что свидетельствует о равномерной освещенности трудно-

доступных мест грудной и брюшной полостей. Угол пересечения оси операционного действия и падения светового потока составил менее 50 градусов, что исключает вероятность попадания прямого светового потока в обзор хирурга.

Оригинальные ретракторы сочетают функциональность и эргономичность, имеют эстетичный вид, совмещают функцию ретрактора и осветителя, устойчивы к механическим повреждениям, травмобезопасны, биологически инертны, имеют матовую поверхность, что исключает зрительный дискомфорт (блики), не теряют своих свойств при стерилизации.

Конструктивные особенности проволочного, гибко-упругого и медиастинального ретракторов (эластичность, упругость и угол наклона рабочей поверхности) позволяют выполнять оперативные вмешательства на пищеводе и желудке из торакотомического и транسخиатального доступов на функционирующем легком и работающем сердце, при незначительном снижении угла операционного действия и высоты раны (через транسخиатальный доступ, в сагиттальном направлении).

В качестве дополнительного источника освещения для выполнения открытых оперативных вмешательств на грудном отделе пищевода из бокового торакотомического доступа целесообразно применять проволочный или гибко-упругий ретракторы; для оперативных вмешательств на желудке, абдоминальном сегменте пищевода, пищеводном отверстии диафрагмы — гибко-упругий ретрактор; для вмешательств на пищеводе транسخиатальным доступом медиастинальный ретрактор; для оперативных вмешательств на диафрагме — гибко-упругий ретрактор и почечное осветительное зеркало. В качестве дополнительного источника освещения может быть использован осветительный наконечник для аспирации.

### Дополнительная информация

#### Конфликт интересов

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

### Список литературы

1. Ревшвили А.Ш., Сажин В.П., Оловянный В.Е., Захарова М.А. Современные тенденции в неотложной абдоминальной хирургии в Российской Федерации. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;(7):611.
2. Ревшвили А.Ш., Федоров А.В., Сажин В.П., Оловянный В.Е. Состояние экстренной хирургической помощи в Российской Федерации. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;(3):8897.
3. Хильков Ю.С., Пономаренко А.А., Рыбаков Е.Г., Шелыгин Ю.А. Открытая, лапароскопическая и трансанальная мезоректумэкто-

### References

1. Revishvili ASH, Sazhin VP, Olovyanniy VE, Zakharova MA. Current trends in emergency abdominal surgery in the Russian Federation. *Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova*. 2020;(7):6-11. (in Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia20200716>
2. Revishvili ASH, Fedorov AV, Sazhin VP, Oloviannyi VE. Emergency surgery in Russian Federation. *Pirogov Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova*. 2019;(3):88-97. (in Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia201903188>

- мня: систематический обзор литературы и сетевой метаанализ эффективности. *Колпроктология*. 2019; 18: 4(70): 37-85.
4. Wang H, Cuijpers RH, Luo MR, Heynderickx I, Zheng Z. Optimal illumination for local contrast enhancement based on the human visual system. *J.Biomed Opt.* 2015; 20: 1: 015005-1-015005-8.
  5. Kurabuchi Y, Nakano K, Ohnishi T, Naka-guchi T, Hauta-Kasari M, Haneishi H. Optimization of surgical illuminant spectra for organ microstructure visualization. *IEEE Access.* 2019; 7: 70733-70741. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2919451>
  6. Quillin RC 3rd, Cortez AR, Garcia MA, Winer LK, Kassam AF, Kuethe JW, Pritts TA. Gas off, room lights on: Shedding light on the surgical resident's experience in open and laparoscopic surgery. *Surgery.* 2019;166(4):460-468. doi: 10.1016/j.surg.2019.04.042. Epub 2019 Jul 13. PMID: 31307774.
  7. Curlin J, Herman CK. Current State of Surgical Lighting. *Surg J (N Y)*. 2020;6(2):e87-e97. doi: 10.1055/s-0040-1710529. PMID: 32577527; PMCID: PMC7305019.
  8. Knulst AJ, Santos AL, Goossens RH, Dankelman J. Evaluation of a new surgical light source for difficult visibility procedures. *Surg Innov.* 2011;18(3):214-22. doi: 10.1177/1553350611411489. Epub 2011 Sep 26. PMID: 21949010.
  9. Knulst AJ, Mooijweer R, Jansen FW, Stassen LP, Dankelman J. Indicating shortcomings in surgical lighting systems. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2011;20(5):267-75. doi: 10.3109/13645706.2010.534169. Epub 2010 Nov 17. PMID: 21082904.
  10. Капцов В.А., Дейнего В.Н., Уласюк В.Н. Энергетический потенциал митохондрий в условиях светодиодного освещения и риски заболевания глаз. *Анализ риска здоровью*. 2019; 2: 175–184. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.19
  11. Потапова Е.В., Мамошин А.В., Дремин В.В., Жеребцов Е.А., Кандурова К.Ю., Шулецов В.В., Сумин Д.С., Дунаев А.В. Устройство флуоресцентно-отражательной спектроскопии в диагностике заболеваний печени. *Медицинская физика*. 2023; 2; 85.
  12. Arshava EV, Arshava AE, Keech JC, Weigel RJ, Parekh KR. Illuminated Transhiatal Retractor for Mediastinal Dissection During Transhiatal Esophagectomy. *Ann Thorac Surg.* 2020;109(1):e67-e69. doi: 10.1016/j.athoracsur.2019.07.076. Epub 2019 Sep 11. PMID: 31520631. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31520631/>
  13. Knulst AJ, Kunst J, Dankelman J. Lightfield adaptable surgical luminaire concept. *J Med Eng Technol.* 2019;43(6):378-386. doi: 10.1080/03091902.2019.1681529. Epub 2019 Oct 31. PMID: 31670991.
  14. Knulst AJ, Stassen LP, Grimbergen CA, Dankelman J. Choosing surgical lighting in the LED era. *Surg Innov.* 2009;16(4):317-23. doi: 10.1177/1553350609353766. Epub 2009 Dec 22. PMID: 20031945.
  15. Razavi M, Primavera R, Vykunta A, Thakor AS. Silicone-based bioscaffolds for cellular therapies. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2021;119:111615. doi: 10.1016/j.msec.2020.111615. Epub 2020 Oct 9. PMID: 33321658.
  16. Амарантов Д.Г., Заривчакский М.Ф., Альхамидх А.А., Горст Н.Х., Железницких О.В., Журавлев О.С. Гендерные особенности живота, определяющие глубину операционной раны при абдоминальных операциях // Пермский медицинский журнал. - 2019. - Т. 36. - №5. - С. 11-20.
  17. Амарантов Д.Г., Федорова Н.А. Разработка способа адаптации размеров лапаротомии к топографо-анатомическим параметрам живота больных тонкокишечной непроходимостью. *Альманах клинической медицины*. 2015; 40: 121–125.
  18. Razavi M, Primavera R, Vykunta A, Thakor AS. Silicone-based bioscaffolds for cellular therapies. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2021;119:111615. doi: 10.1016/j.msec.2020.111615.
  19. Гирев Е. А., Заривчакский М. Ф., Орлов О. А. Сравнительная оценка влияния двух оригинальных ранорасширителей на качество операционного доступа и эластические свойства дыхательной системы у пациентов при хирургическом лечении рака желудка. *Вятский медицинский вестник*. 2013; 2: 3-6.
  20. Гирев Е.А., Заривчакский М.Ф., Орлов О.А., Гуляева И.Л. Исследование качества операционного доступа при использовании оригинальных ранорасширителей в хирургическом лечении рака прямой кишки. *Иновации в науке*. 2016; 5: 54: 165-172.
  3. Khilkov YuS, Ponomarenko AA, Rybakov EG, Shelygin YuA. Open, laparoscopic and transanal total mesorectal excision: a systematic literature review and network meta analysis. *Koloproktologia*. 2019;18(4):37-85. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2019-18-4-37-85>
  4. Wang H, Cuijpers RH, Luo MR, Heynderickx I, Zheng Z. Optimal illumination for local contrast enhancement based on the human visual system. *J.Biomed Opt.* 2015; 20: 1: 015005-1-015005-8.
  5. Kurabuchi Y, Nakano K, Ohnishi T, Naka-guchi T, Hauta-Kasari M, Haneishi H. Optimization of surgical illuminant spectra for organ microstructure visualization. *IEEE Access.* 2019; 7: 70733-70741. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2919451>
  6. Quillin RC 3rd, Cortez AR, Garcia MA, Winer LK, Kassam AF, Kuethe JW, Pritts TA. Gas off, room lights on: Shedding light on the surgical resident's experience in open and laparoscopic surgery. *Surgery.* 2019;166(4):460-468. doi: 10.1016/j.surg.2019.04.042. Epub 2019 Jul 13. PMID: 31307774.
  7. Curlin J, Herman CK. Current State of Surgical Lighting. *Surg J (N Y)*. 2020;6(2):e87-e97. doi: 10.1055/s-0040-1710529. PMID: 32577527; PMCID: PMC7305019.
  8. Knulst AJ, Santos AL, Goossens RH, Dankelman J. Evaluation of a new surgical light source for difficult visibility procedures. *Surg Innov.* 2011;18(3):214-22. doi: 10.1177/1553350611411489. Epub 2011 Sep 26. PMID: 21949010.
  9. Knulst AJ, Mooijweer R, Jansen FW, Stassen LP, Dankelman J. Indicating shortcomings in surgical lighting systems. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2011;20(5):267-75. doi: 10.3109/13645706.2010.534169. Epub 2010 Nov 17. PMID: 21082904.
  10. Kaptsov VA, Deinego VN, Ulasjuk VN. Energy potential of mitochondria under led lighting and risks of eyes diseases. *Health Risk Analysis.* 2019; 2: 175–184. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.19.eng (in Russ.)
  11. Potapova EV, Mamoshin AV, Dremine VV, Zherebtsov EA, Kandaurova KYu, Shupletsov VV, Sumin DS, Dunaev AV. Device of fluorescence-reflective spectroscopy in the diagnosis of liver diseases. *Meditsinskaya fizika*. 2023; 2; 85. (in Russ.)
  12. Arshava EV, Arshava AE, Keech JC, Weigel RJ, Parekh KR. Illuminated Transhiatal Retractor for Mediastinal Dissection During Transhiatal Esophagectomy. *Ann Thorac Surg.* 2020;109(1):e67-e69. doi: 10.1016/j.athoracsur.2019.07.076. Epub 2019 Sep 11. PMID: 31520631. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31520631/>
  13. Knulst AJ, Kunst J, Dankelman J. Lightfield adaptable surgical luminaire concept. *J Med Eng Technol.* 2019;43(6):378-386. doi: 10.1080/03091902.2019.1681529. Epub 2019 Oct 31. PMID: 31670991.
  14. Knulst AJ, Stassen LP, Grimbergen CA, Dankelman J. Choosing surgical lighting in the LED era. *Surg Innov.* 2009;16(4):317-23. doi: 10.1177/1553350609353766. Epub 2009 Dec 22. PMID: 20031945.
  15. Razavi M, Primavera R, Vykunta A, Thakor AS. Silicone-based bioscaffolds for cellular therapies. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2021;119:111615. doi: 10.1016/j.msec.2020.111615. Epub 2020 Oct 9. PMID: 33321658.
  16. Amarantov DG, Zarivchatsky MF, Alkhamaidh AA, Gorst NK, Zhelezničkih OV, Zhuravlev OS. Gender abdominal features, determining depth of incisional wound in abdominal surgeries. *Perm Medical Journal.* 2019; 36: 5: 11-20. (in Russ.)
  17. Amarantov DG, Fedorova NA. Development of a method for adapting the size of laparotomy to topographic-anatomical parameters of the abdomen of patients with small bowel obstruction. *Almanac of Clinical Medicine.* 2015; 40: 121–125 (in Russ.)
  18. Razavi M, Primavera R, Vykunta A, Thakor AS. Silicone-based bioscaffolds for cellular therapies. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2021;119:111615. doi: 10.1016/j.msec.2020.111615.
  19. Girev EA, Zarivchatskii MF, Orlov OA. A comparative assessment of the effect of two original wound dilators on the quality of surgical access and the elastic properties of the respiratory system in patients with surgical treatment of gastric cancer. *Vyatskii meditsinskii vestnik.* 2013; 2: 3-6. (in Russ.)
  20. Girev EA, Zarivchatskii MF, Orlov OA, Gulyaeva IL. Investigation of the quality of surgical access when using original wound dilators in the surgical treatment of rectal cancer. *Innovatsii v nauke.* 2016; 5: 54: 165-172. (in Russ.)

## Информация об авторах

1. Колесников Сергей Анатольевич - д.м.н., профессор кафедры факультетской хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, врач-хирург, Корочанская ЦРБ, e-mail: kolesnikov\_sa@bsu.edu.ru
2. Бугаева София Робертовна - ассистент кафедры факультетской хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, врач приемного отделения, Корочанская ЦРБ, e-mail: softkebuchava@gmail.com

## Information about the Authors

1. Sergey Anatolyevich Kolesnikov - M.D., Professor of the Department of Faculty Surgery, Belgorod State National Research University, Surgeon, Korochanskaya Central District Hospital, e-mail: kolesnikov\_sa@bsu.edu.ru
2. Sofia Robertovna Bugaeva - Assistant of the Department of Faculty Surgery, Belgorod State National Research University, doctor of the admission department, Korochanskaya Central District Hospital, e-mail: softkebuchava@gmail.com

3. Бугаев Виталий Валерьевич - соискатель кафедры госпитальной хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, врач приемного отделения, Корочанская ЦРБ, e-mail: vitybugaev1502@gmail.com
3. Vitaly Valeryevich Bugaev - candidate of the Department of Hospital Surgery, Belgorod State National Research University, doctor of the admission department, Korochanskaya Central District Hospital, e-mail: vitybugaev1502@gmail.com

**Цитировать:**

*Колесников С.А., Бугаева С.Р., Бугаев В.В. Осветительные инновации в открытой хирургии пищевода, желудка и диафрагмы. Вестник экспериментальной и клинической хирургии 2024; 17: 4: 156-171. DOI: 10.18499/2070-478X-2024-17-4-156-171.*

**To cite this article:**

*Kolesnikov S.A., Bugaeva S.R., Bugaev V.V. Lighting Innovations in Open Surgery of the Esophagus, Stomach and Diaphragm. Journal of experimental and clinical surgery 2024; 17: 4: 156-171. DOI: 10.18499/2070-478X-2024-17-4-156-171.*