

© CC 0 Коллектив авторов, 2020  
 УДК 616.34-007.1-089.163.019.941  
 DOI: 10.24884/0042-4625-2020-179-1-82-88

## ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ СТЕНКИ КИШКИ (обзор литературы)

А. А. Захаренко\*, М. А. Беляев, А. А. Трушин, Д. А. Зайцев, Р. В. Курсенко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
 «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова»  
 Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 08.05.19 г.; принята к печати 05.02.20 г.

Объективная интраоперационная оценка жизнеспособности кишечника остается нерешенной проблемой в современной хирургии. Достоверная и экономически общедоступная методика позволила бы снизить уровень послеоперационных осложнений и летальности во время как плановых, так и экстренных оперативных вмешательств на органах брюшной полости. С целью поиска перспективного способа оценки параметров жизнеспособности кишечника проведен анализ современной отечественной и зарубежной литературы. Среди методик проанализированы следующие параметры: применимость в интраоперационных условиях, инвазивность метода, объективность и количественность параметров измерения, влияние на исходы оперативного вмешательства. На сегодняшний день не существует стандартизированного и общедоступного метода оценки жизнеспособности кишечной стенки во время операции. Примерами наиболее изученных и перспективных способов являются флуоресцентная ангиографии с индоцианином зеленым, оптическая когерентная томография, лазерная доплеровская флоуметрия. Многообещающей представляется методика лазерной флуоресцентной спектроскопии коферментов окислительного метаболизма.

**Ключевые слова:** микроциркуляция, несостоятельность анастомоза, жизнеспособность кишки, флуоресценция

**Для цитирования:** Захаренко А. А., Беляев М. А., Трушин А. А., Зайцев Д. А., Курсенко Р. В. Интраоперационная оценка жизнеспособности стенки кишки (обзор литературы). *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2020;179(1):82–88. DOI: 10.24884/0042-4625-2020-179-1-82-88.

\* **Автор для связи:** Александр Анатольевич Захаренко, ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: 9516183@mail.ru.

## BOWEL VIABILITY ASSESSMENT DURING SURGERY (review of the literature)

Alexander A. Zacharenko\*, Michail A. Belyaev, Anton A. Trushin, Daniel A. Zaytcev,  
 Roman V. Kursenko

Pavlov University, Saint Petersburg, Russia

Received 08.05.19; accepted 05.02.20

The problem of bowel viability assessment during surgery is still opened. High value predictive and economically available technique is thought to decrease postoperative morbidity and mortality during elective and urgent abdominal surgery. To evaluate the available techniques for intraoperative bowel viability assessment, the search of Russian and foreign up-to-date literature was performed. Parameters of techniques are analyzed: intraoperative clinical application, invasiveness, objectivity and quantification of viability parameters, predictive value for necrosis and anastomotic leakage. There is still no standardised and available for every operative theatre method for bowel viability assessment during surgery. Numerous of techniques such as near-infrared fluorescence (NIR) angiography, using indocyanine green (ICG), optical coherence tomography (OCT), laser doppler flowmetry (LDF) are proposed to be more evaluated and perspective. Autofluorescence spectroscopy for NADH and flavoproteins seems to be a promising tool for early detection of nonviable bowel segments.

**Keywords:** microcirculation, bowel anastomotic leakage, bowel viability, autofluorescence

**For citation:** Zacharenko A. A., Belyaev M. A., Trushin A. A., Zaytcev D. A., Kursenko R. V. Bowel viability assessment during surgery. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2020;179(1):82–88. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2020-179-1-82-88.

\* **Corresponding author:** Alexander A. Zacharenko, Pavlov University, 6-8, L. Tolstoy str., Saint Petersburg, 197022, Russia. E-mail: 9516183@mail.ru.

**Введение.** Разработка и введение в клиническую практику методики объективной интраоперационной оценки жизнеспособности кишечной стенки является важной и актуальной проблемой современной клинической медицины. Несостоятельность межкишечных анастомозов, в зависимости от их локализации, встречается с частотой 1–19 % и является грозным осложнением послеоперационного периода [1]. Одним из основных факторов риска несостоятельности межкишечных анастомозов является недостаточность регионарного кровообращения кишечной стенки [2], которое влечет за собой различные по выраженности функциональные и морфологические изменения, определяющие дальнейшую жизнеспособность участка кишки. До сих пор общепринятой методикой оценки жизнеспособности кишки остается визуальная оценка следующих параметров: цвет, пульсация сосудов, перистальтика [3]. Такая оценка является субъективной и основана во многом на личном опыте хирурга. Стандартные визуальные критерии жизнеспособности не обладают должной чувствительностью и специфичностью и зачастую могут приводить к ложноположительным и ложноотрицательным интерпретациям видимых изменений кишечной стенки [4]. Так, пульсация сосудов в жизнеспособной петле кишки может быть не доступна пальпации на фоне системной гипотонии или периферического ангиоспазма на фоне вазопрессорной поддержки, и, наоборот, на начальных этапах девакуляризованные участки кишки могут активно перистальтировать [5]. Суммируя вышесказанное, чувствительность и специфичность визуальной оценки жизнеспособности кишки не превышают 61,3 и 88,5 % соответственно [6].

Таким образом, объективная и определяемая в количественных параметрах методика интраоперационной оценки жизнеспособности кишечной стенки является необходимым инструментом в арсенале хирурга.

**Цель** данного литературного обзора – рассмотреть доступные на сегодняшний день методики объективной оценки жизнеспособности кишечной стенки и возможности их интраоперационного использования.

**Ультразвуковая доплерография (УЗДГ).** В исследованиях 1980-х годов считалось, что интраоперационные показатели кровотока в маргинальных артериях по данным УЗДГ являются надежными предикторами жизнеспособности кишечной стенки, по сравнению с субъективной оценкой. Авторы высказывались за простоту и дешевизну данной методики. М. Сооретман [7] в 1979 г. описывает 1 % несостоятельности анастомозов более чем у 200 пациентов, перенесших резекцию толстой кишки, у которых интраоперационно использовалась УЗДГ. В то же время G. V. Bulkley [8] в проспективном контролируемом исследовании показал, что УЗДГ практически сопоставима с субъективной оценкой хирурга. D. L. Dyess et al. [9] показали высокий уровень ложноположительных и ложноотрицательных результатов. Главным ограничением для данной методики считается чувствительность к сигналу от соседних крупных сосудов.

**Полярнографический метод.** Основой данного метода является определение содержания кислорода в тканях за счет восстановления последнего из тканевой жидкости кишечной стенки на катодном электроде. В ряде исследований показана явная корреляция между степенью напряжения кислорода на катоде и уровнем местного тканевого кровотока [10]. Применение способа оценки внутритканевого кровотока методом полярнографии по водородному клиренсу при выборе уровня резекции пищевода в зависимости от его кровоснабжения достоверно продемонстрировало падение тканевого кровотока более чем на 50 % в зонах развития выраженной ишемии стенки пищевода [11]. В то же время диагностическая

ценность метода оспаривается. Точность оценки прогноза жизнеспособности кишки на основании данных полярнографии в ряде случаев не превышает 57,7 % [12].

**Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ).** Первые упоминания о методике ЛДФ относятся к 1982 г., когда A. P. Shepered и G. L. Riedel [цит. по 13] применили лазерное излучение для измерения скорости движения эритроцитов посредством эффекта доплеровского сдвига. С помощью ЛДФ возможно выполнение неинвазивных локальных измерений кровотока в кишечной стенке. Выраженность микроциркуляции измеряется в единицах перфузии, что является относительным количественным параметром. Использование ЛДФ исследовалось применительно к оперативным вмешательствам на различных отделах желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). При исследовании методики для оценки риска несостоятельности анастомозов после эзофагэктомии и формирования эзофагогастроанастомоза с применением желудочного стебля выявлено, что интраоперационные показатели ЛДФ в зоне анастомоза у пациентов с несостоятельностью эзофагогастроанастомоза в послеоперационном периоде были значимо ниже по сравнению с пациентами, у которых анастомоз был состоятелен [14].

При острых нарушениях мезентериального кровообращения показано, что ЛДФ является легковоспроизводимым и высокочувствительным методом интраоперационной оценки границ поражения стенки кишечника, позволяющим снизить частоту прогрессирования некроза кишечника в послеоперационном периоде при включении данного метода в диагностический алгоритм [15].

Применение ЛДФ при оценке жизнеспособности кишки в области колоректальных анастомозов позволило выявить критическое снижение кровоснабжения зоны будущего анастомоза и, при необходимости, определить целесообразность выполнения одномоментного восстановления непрерывности толстой кишки в случае экстренных оперативных вмешательств [16], либо выполнить коррекцию уровня резекции при плановых операциях, что привело к снижению числа несостоятельств до 1 % [17]. К преимуществам ЛДФ относятся применимость в интраоперационных условиях, неинвазивность, относительная простота и быстрота измерения параметров микроциркуляции. К недостаткам методики следует отнести возможность измерения в небольших по диаметру точках, при которой не учитывается гетерогенность строения сети капилляров в кишечной стенке. Кроме того, параметры измерения выражаются в перфузионных единицах и являются относительными величинами.

**Лазерная спекл-контрастная визуализация (ЛСКВ).** ЛСКВ – метод быстрого получения изображений, в котором обратно рассеянный свет используется для того, чтобы отличить движущиеся объекты (например, эритроциты) от неподвижных объектов [18]. Он базируется на явлении образования оптических спеклов – гранулярной структуры рассеянного лазерного излучения – при освещении когерентным излучением группы случайно распределенных неоднородностей (рассеивателей). Мягкие клеточные биоткани – хороший пример таких случайно-неоднородных оптических сред. Преимуществом ЛСКВ считается возможность анализа микроциркуляции в ткани в реальном времени по большому полю зрения [19]. Продемонстрирована применимость ЛСКВ при интраоперационной оценке жизнеспособности кишечной стенки во время оперативных вмешательств. Проведен ряд исследований по оценке кровоснабжения формируемого желудочного кондукта при эзофагэктомиях. Показано, что ЛСКВ является применимым методом для обнаружения зон ишемии в области стенки желудочной трубки во время

оперативного вмешательства [20]. Экспериментально установлена линейная корреляция между показателями ЛСКВ и показателями объемного и скоростного кровотока в микроциркуляторном русле [21]. ЛСКВ обеспечивает визуализацию кровотока в постоянном режиме, что является преимуществом перед методами флуоресцентной ангиографии, обеспечивающими лишь временную экспозицию состояния артериального и венозного кровотока [22]. Преимуществом методики, помимо мгновенной и простой в применении визуализации статуса микроциркуляции в режиме реального времени, является отсутствие необходимости контакта с тканью, что снижает оператор-зависимость методики. Также ЛСКВ позволяет в динамике оценивать адекватность фармакологического воздействия с целью улучшения регионального кровотока [23]. Недостатком методики является условность количественной оценки параметров микроциркуляции, что снижает объективность исследования. Кроме того, зависимость параметров ЛСКВ при оценке микроциркуляции кишечной стенки и послеоперационного исхода не проанализирована [24].

**Флуоресцентная ангиография.** Флуоресцентная ангиография с применением индоцианина зеленого (ИЦЗ-ФА) – относительно новая методика, основанная на эффекте флуоресценции ИЦЗ в близком инфракрасном спектре светового излучения. В ходе процедуры введенный внутривенно болюсно ИЦЗ соединяется с липопротеинами крови и остается в связанном состоянии строго во внутрисосудистом русле до выведения. Период полувыведения препарата составляет 3–5 мин [25]. Визуализация флуоресценции ИЦЗ осуществляется через видеокамеру с применением специальных фильтров. Специальные камеры для ИЦЗ-ФА применимы как для открытой, так и для лапароскопической и робот-ассистированной хирургии [26]. Между яркостью флуоресценции ИЦЗ и выраженностью перфузии тканей установлена корреляционная зависимость, таким образом, чем выше интенсивность флуоресценции ИЦЗ в исследуемой ткани, тем интенсивнее в ней кровотоки [27].

По данным исследований, методика ИЦЗ-ФА признается доступной и применимой в интраоперационных условиях для оценки перфузии кишечной стенки, как при плановых оперативных вмешательствах, так и в ургентной хирургии. В частности, с одной стороны, методика позволила выявить ишемизированные участки кишки, требующие расширения объема резекции, с другой стороны, позволила избежать избыточной резекции сомнительных, по данным клинического осмотра, участков кишки [28]. ИЦЗ-ФА признается хорошо переносимой пациентами процедурой [29]. Тем не менее она является инвазивной и не исключает развития нежелательных реакций на фоне парентерального введения препарата [30].

Другим значимым недостатком методики является субъективность оценки перфузии ткани, которая в большинстве исследований проводилась на основании визуальной оценки яркости флуоресценции ИЦЗ [20]. В литературе встречаются сведения о количественной оценке результатов ИЦЗ-ФА по анализу яркости пиксельного изображения, получаемого от свечения ИЦЗ, однако пороговые значения данного параметра не определены [31].

**Боковая темнопольная микроскопия (БТМ).** При использовании БТМ ткань с помощью стробоскопа освещается светом с длиной волны 530 нм, который избирательно поглощается молекулами гемоглобина в эритроцитах. Таким образом создается контрастное изображение кровотока относительно неподвижной биоткани, которое воспринимается при помощи камеры [32]. БТМ позволяет оценивать кровотоки в ткани в режиме реального времени, более того, измерения носят объективный количественный характер

(мм/с, диаметр капилляров, плотность капиллярного русла). Недостатком методики является необходимость контакта датчика с поверхностью измеряемой ткани, что может приводить к артефактам в измерениях вследствие тремора и неодинаковости давления со стороны руки оператора, дыхательных движений и пульсации магистральных сосудов со стороны пациента [33].

**Оптическая когерентная томография (ОКТ).** ОКТ – метод визуализации, предложенный Fujimoto в 1991 г. Данная методика основана на облучении тканей в глубину светом в ближнем инфракрасном спектре и последующем измерении разности обратно рассеянного излучения в зависимости от слоя ткани. Возможности ОКТ позволяют визуализировать состояние тканей, в том числе сосудистого русла, в толщине слоя до 2,5 мм в виде оптических срезов в высоком разрешении. Сканирование состояния микроциркуляции в изолированном слое ткани позволяет исключить влияние кровотока в над- и подлежащих более крупных сосудах, а также сосудах других морфологических структур и слоев на суммарную оценку микроциркуляции [34]. При этом известно, что устойчивость отдельных слоев кишечной стенки к ишемии варьирует: в то время как более устойчивая к ишемии мышечная оболочка жизнеспособна, не доступная прямому осмотру слизистая оболочка может быть некротически изменена [35]. При использовании методики в специальном режиме (М-режим сканирования) возможна оценка степени кровотока относительно неподвижной биоткани. При этом процентное соотношение пикселей, характеризующих выраженность кровотока, показало себя объективным численным параметром. На сегодняшний день интраоперационное использование ОКТ ограничено необходимостью контакта датчика прибора с исследуемой поверхностью непосредственно через руку хирурга, что, помимо артефактов от дыхательных движений и пульсации крупных сосудов пациента, не позволяет минимизировать оператор-зависимость методики и исключить влияние тремора. Кроме того, не разработана система стерилизации современных приборов ОКТ, что диктует необходимость использования стерильных прокладок между датчиком прибора и исследуемой поверхностью и вносит значимые оптические помехи. В целом ОКТ имеет потенциал для интраоперационного использования с целью оценки микроциркуляции биоткани, однако не исследовано влияние применения методики на исходы оперативного лечения, а также существующее исполнение приборов требует доработки для интраоперационного использования [36].

**Микродиализ.** Количественный анализ локально продуцируемых метаболитов анаэробного гликолиза в условиях гипоперфузии и гипоксии тканей положен в основу оценки степени ишемии кишечной стенки с помощью микродиализа. В получаемом диализате оцениваются такие показатели, как уровень лактата, пирувата, соотношение лактата к пирувату. Установлены количественные показатели значимой ишемии кишечной стенки для этих метаболитов [37]. В зависимости от способа установки микродиализного катетера различают внутрисосудистый, внутрисстеночный и внутрибрюшной варианты микродиализа. При этом способы внутрисстеночного и внутрисосудистого микродиализа являются инвазивными и подразумевают проведение катетера трансмурально в просвет полого органа или в субсерозный слой стенки кишки. Интраперитонеальный способ реализуется за счет аппликации диализной мембраны к серозной поверхности стенки кишки и, таким образом, является неинвазивным [38]. В литературе встречаются данные [39], что, несмотря на свою неинвазивность, способ внутрибрюшного микродиализа является менее чувствительным и специфичным и более поздним (61–90 мин) в выявлении значимых показателей ишемии,

чем внутрипросветный микродиализ (31–60 мин) [39]. В то же время встречаются экспериментальные данные о значимом повышении уровня лактата в диализате уже через 20 мин после ишемии во время интраперитонеального микродиализа в сочетании с применением модернизированных диализных аппликаторов [40]. На сегодняшний день данная методика позволяет с высокой чувствительностью и специфичностью определять участки ишемии стенки кишки. К недостаткам методики следует отнести следующее за повышением уровня метаболитов в диализате их прогрессивное снижение на фоне продолжающегося ишемического и реперфузионного повреждения. Данный феномен объясняется повышением проницаемости сосудистого русла и делюцией лактата экссудативной жидкостью [41]. В связи с этим возможность установить значения концентрации метаболитов гликолиза в диализате, коррелирующие с жизнеспособностью ткани, остается противоречивой. Также отсутствуют исследования о роли методики микродиализа в оценке риска послеоперационных осложнений, связанных с ишемией кишечной стенки [42].

**Флуоресценция компартментов окислительного метаболизма.** Интерес представляет малоисследованная в контексте определения жизнеспособности кишечной стенки методика лазерной флуоресцентной спектроскопии амплитуд флуоресценции коферментов – восстановленного никотинадениндинуклеотида (НАДН) и флавинадениндинуклеотида (ФАДН<sub>2</sub>). Поддержание клеточного гомеостаза требует непрерывного обеспечения клетки молекулами АТФ, получаемых в ходе процесса переноса энергии, заключенных в клеточных субстратах (белки, жиры, углеводы), на конечный акцептор дыхательной цепи в митохондриях при участии кислорода. Переносчиками энергии в виде электронов от субстратов на дыхательную цепь являются коферменты энергетического метаболизма: окисленный никотинадениндинуклеотид (НАД) и окисленный флавинадениндинуклеотид (ФАД). При этом образуются, соответственно, молекулы НАДН и ФАДН<sub>2</sub>. Указанные молекулы не способны переносить электроны на дыхательную цепь и снова переходить в окисленное состояние в условиях сниженной доставки кислорода, что объясняет их накопление в клетке в условиях гипо- и аноксии. При этом НАДН и ФАД являются эндогенными внутриклеточными флуорофорами [43]. Методика ЛФС позволяет определить относительную величину содержания коферментов окислительного метаболизма НАДН и ФАД в ткани посредством возбуждения их флуоресценции в спектре излучения 365 и 450 нм соответственно. При этом уровень получаемой флуоресценции позволяет косвенно судить об ишемии ткани [44]. В литературе [45] встречаются упоминания об оценке жизнеспособности миокарда, тканей головного мозга и других и органов методом ЛФС. Так, после выполнения микрососудистых операций по формированию экстраинтракраниальных микроанастомозов выявлено достоверное снижение уровня НАДН-флуоресценции в тканях коры головного мозга после успешного оперативного вмешательства [46]. В экспериментальном исследовании по оценке перфузии периферических органов в ходе централизации кровообращения в критических состояниях организма (шок, сепсис) с использованием методики ЛФС выявлено значимое повышение уровня НАДН-флуоресценции при исследовании кишечной стенки [47]. При ишемии кишечной стенки в условиях *in vitro* выявлена корреляционная зависимость уровня интенсивности аутофлуоресценции НАДН и длительности ишемии. Неинвазивность методики, воспроизводимость и корреляционная зависимость ее параметров от уровня ишемии позволяют рекомендовать ЛФС-амплитуды флуоресценции коферментов окислительного метаболизма для оценки жизнеспособности кишечной стенки

и использования в клинической практике [48]. К недостаткам методики можно отнести относительность параметров флуоресценции, а также необходимость контакта датчика прибора с исследуемой поверхностью, что предопределяет вероятность влияния двигательных артефактов на достоверность измерения.

P. G. Horgan и T. F. Gorey [49] определили критерии оптимального способа интраоперационной оценки жизнеспособности кишки: 1) методика должна быть доступной к применению в любой момент времени, что особенно актуально в экстренной абдоминальной хирургии; 2) применяемая аппаратура должна быть компактной и мобильной и не требовать специального обучения персонала; 3) метод должен быть точным, с минимальным числом допустимых ложноотрицательных и, особенно, ложноположительных результатов; 4) методика должна быть объективной и воспроизводимой; 5) методика должна быть экономически обоснованной.

На сегодняшний день представлено множество различных способов оценки жизнеспособности ткани по уровню микроциркуляции в ней, а также несколько способов, основанных на оценке внутриклеточного метаболизма. Не многие из освещенных методик отвечают представленным требованиям и подходят для интраоперационной оценки жизнеспособности кишечной стенки. В большинстве случаев существенные недостатки представлены отсутствием объективных количественных пороговых параметров, определяющих степень жизнеспособности; оператор-зависимостью в случае необходимости контакта датчика прибора с исследуемой поверхностью, инвазивностью некоторых методик, отсутствием исследований по прогностической значимости методики, высокой экономической стоимостью.

Наиболее перспективным представляется способ, основанный на оценке окислительного метаболизма ткани с помощью лазерной флуоресцентной спектроскопии. Отличительной особенностью способа представляется возможность оценки жизнеспособности кишечной стенки в условиях восстановленного регионарного кровотока и возможного реперфузионного повреждения кишечной стенки. Описанное в литературе сочетание данной методики с одновременной оценкой регионарной микроциркуляции крови с помощью ЛДФ, по предварительным данным, может обеспечить комплексную объективную оценку жизнеспособности кишечной стенки с высокой чувствительностью и специфичностью [50].

**Выводы.** 1. Большинство известных на сегодняшний день методик объективной интраоперационной оценки жизнеспособности кишечной стенки мало удовлетворяют диагностическим, практическим и экономическим требованиям современной хирургии.

2. Многообещающим и перспективным инструментом объективной интраоперационной оценки жизнеспособности стенки кишки представляется методика лазерной флуоресцентной спектроскопии коферментов окислительного метаболизма. Сочетание этого метода с оценкой микроциркуляции при помощи лазерной доплеровской флоуметрии позволяет провести комбинированную оценку жизнеспособности ткани.

3. Несмотря на преимущества, у метода лазерной флуоресцентной спектроскопии остается ряд недостатков: контактность методики, относительность параметров измерения, небольшое количество данных об экспериментальном и клиническом применении.

#### Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

**Соответствие нормам этики**

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

**Compliance with ethical principles**

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

**ЛИТЕРАТУРА**

- European Society of Coloproctology collaborating group. The relationship between method of anastomosis and anastomotic failure after right hemicolectomy and ileo-caecal resection : an international snapshot audit // *Colorectal Dis.* 2017. Vol. 38, № 1. P. 42–49.
- Sartelli M., Griffiths E. A., Nestori M. The challenge of post-operative peritonitis after gastrointestinal surgery // *Updates in Surgery.* 2015. Vol. 67, № 4. P. 373–381.
- Kingham T. P., Pachter H. L. Colonic Anastomotic Leak : Risk Factors, Diagnosis, and Treatment // *Journal of the American College of Surgeons.* 2009. Vol. 208, № 2. P. 269–278.
- How to assess intestinal viability during surgery : A review of techniques / L. Urbanavičius, P. Pattyn, D. V. de Putte, D. Venskutonis // *World J. Gastrointest Surg.* 2011. Vol. 3, № 5. P. 59–69.
- La Hei E. R., Shun A. Intra-operative pulse oximetry can help determine intestinal viability // *Pediatr Surg Int.* 2001. № 17. P. 120–121.
- Karliczek A., Harlaar N. J., Zeebregts C. J. et al. Surgeons lack predictive accuracy for anastomotic leakage in gastrointestinal surgery // *Int. J. Colorectal Dis.* 2009. Vol. 24, № 5. P. 569–576.
- Cooperman M., Martin E. W. Jr., Carey L. C. Evaluation of ischemic intestine by Doppler ultrasound // *Am. J. Surg.* 1980. № 139. P. 73–77.
- Bulkley G. B., Zuidema G. D., Hamilton S. R. et al. Intraoperative determination of small intestinal viability following ischemic injury : a prospective, controlled trial of two adjuvant methods (Doppler and fluorescein) compared with standard clinical judgment // *Ann Surg.* 1981. № 193. P. 628–637.
- Dyess D. L., Bruner B. W., Donnell C. A. et al. Intraoperative evaluation of intestinal ischemia : a comparison of methods // *South Med. J.* 1991. Vol. 84, № 8. P. 966–974.
- Колибаба П. И. Об уровне резекции тонкого кишечника при острой непроходимости его // *Клиническая хирургия.* 1986. № 8. С. 30–33.
- Определение уровня резекции пищевода с учетом его кровоснабжения / Б. И. Мирошников, М. М. Лабазанов, Э. А. Каливо, К. В. Павелец // *Хирургия.* 1996. № 6. С. 4–8.
- Sheridan W. G., Lowndes R. H., Young H. E. Intraoperative tissue oxymetry in human gastrointestinal tract // *Amer. J. Surg.* 1990. Vol. 159. P. 314–319.
- Review of methodological developments in laser Doppler flowmetry / V. Rajan, B. Varghese, T. G. van Leeuwen, W. Steenberg // *Lasers Med. Sci.* 2009. Vol. 24. P. 269–283.
- Ikeda Y., Niimi M., Kan S. et al. Clinical significance of tissue blood flow during esophagectomy by laser Doppler flowmetry // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2001. Vol. 122, № 6. P. 1101–1106.
- Хрипун А. И., Прямыков А. Д., Шурыгин С. Н. и др. Лазерная доплеровская флоуметрия в выборе объема резекции кишечника у больных острым артериальным нарушением мезентериального кровообращения // *Хирургия : Журн. им. Н. И. Пирогова.* 2012. № 10. С. 40–44.
- Беляев А. М., Сузов Д. А., Семенов К. В. Одноэтапные операции при левосторонней толстокишечной непроходимости // *Вестн. хир. им. И. И. Грекова.* 2010. Т. 169, № 4. С. 36–38.
- Vignali A., Gianotti L., Braga M. et al. Altered microperfusion at the rectal stump is predictive for rectal anastomotic leak // *Dis. Colon. Rectum.* 2000. Vol. 43, № 1. P. 76–82.
- Ogami M., Kulkarni R., Wang H. et al. Laser speckle contrast imaging of skin blood perfusion responses induced by laser coagulation // *Quantum electron.* 2014. Vol. 44, № 8. P. 746–750.
- Pogatkina D. A. Физические основы современных оптических методов исследования микрогемодинамики in vivo // *Мед. физика.* 2017. Т. 76, № 4. С. 75–93.
- Milstein D. M., Ince C., Gisbertz S. S. et al. Laser speckle contrast imaging identifies ischemic areas on gastric tube reconstructions following esophagectomy // *Medicine.* 2016. Vol. 95, № 25. P. e3875.
- Ambrus R., Strandby R. B., Svendsen L. B. et al. Laser speckle contrast imaging for monitoring changes in microvascular blood flow // *Eur Surg Res.* 2016. Vol. 56, № 3–4. P. 87–96.
- Cha J., Broch A., Mudge S. et al. Real-time, label-free, intraoperative visualization of peripheral nerves and micro-vasculatures using multimodal optical imaging techniques // *Biomed. Opt. Express.* 2018. Vol. 9, № 3. P. 1097–1110.
- Ambrus R., Svendsen L. B., Secher N. H. et al. A reduced gastric corpus microvascular blood flow during Ivor-Lewis esophagectomy detected by laser speckle contrast imaging technique // *European J. Pediatr. Surg. Rep.* 2017. Vol. 5, № 1. P. e43–e46.
- Senarathna J., Member S., Rege A. et al. Laser Speckle Contrast Imaging : Theory, Instrumentation and Applications // *IEEE Rev. Biomed. Eng.* 2013. Vol. 6. P. 99–110.
- Cahill R. A., Mortensen N. J. Intraoperative augmented reality for laparoscopic colorectal surgery by intraoperative near infrared fluorescence imaging and optical coherence tomography // *Minerva Chir.* 2010. Vol. 65, № 4. P. 451–461.
- Indocyanine green fluorescence imaging in colorectal surgery : overview, applications and future directions / D. S. Keller, T. Ishizawa, R. Cohen, M. Chand // *Lancet Gastroenterology & Hepatology.* 2017. Vol. 2, № 10. P. 757–766.
- Marano A., Priora F., Lenti L. M. et al. Application of fluorescence in robotic general surgery : review of the literature and state of the art // *World J. Surg.* 2013. Vol. 37, № 12. P. 2800–2811.
- Diana M., Noll E., Diemunsch P. et al. Enhanced-reality video fluorescence : a real-time assessment of intestinal viability // *Ann Surg.* 2014. Vol. 259, № 4. P. 700–707.
- Liot E., Assalino M., Buchs N. C. et al. Does near-infrared (NIR) fluorescence angiography modify operative strategy during emergency procedures? // *Surg Endosc.* 2018. Vol. 32, № 10. P. 4351–4356.
- Hope-Ross M., Yannuzzi L. A., Gragoudas E. S. et al. Adverse reactions due to indocyanine green // *Ophthalmology.* 1994. Vol. 101, № 3. P. 529–533.
- Protyniak B., Dinallo A. M., Boyan W. P. et al. Intraoperative Indocyanine Green Fluorescence Angiography – An Objective Evaluation of Anastomotic Perfusion in Colorectal Surgery // *The American Surgeon.* 2015. Vol. 81, № 6. P. 580–584.
- Goedhart T., Khalilzade P., Bezemer M. et al. Sidestream Dark Field (SDF) imaging : A novel stroboscopic LED ring-based imaging modality for clinical assessment of the microcirculation // *Optics express.* 2007. Vol. 15, № 23. P. 15101–15114.
- Jansen S. M., Bruin D. M. de, Faber D. J. et al. Applicability of quantitative optical imaging techniques for intraoperative perfusion diagnostics : A comparison of laser speckle contrast imaging, sidestream dark-field microscopy, and optical coherence tomography // *J. Biomed. Opt.* 2017. Vol. 22. P. 1–9.
- Huang D., Swanson E. A., Lin C. P. et al. Optical coherence tomography // *Science.* 1991. Vol. 254, № 5035. P. 1178–1181.
- Blikslager A. T., Moeser A. J., Gookin J. L. et al. Restoration of barrier function in injured intestinal mucosa // *Physiol Rev.* 2007. Vol. 87. P. 545–564.
- Jansen S. M., Almasian M., Wilk L. S. et al. Feasibility of Optical Coherence Tomography (OCT) for Intra-Operative Detection of Blood Flow during Gastric Tube Reconstruction // *Sensors (Basel).* 2018. Vol. 18, № 5. P. 1331.
- Jansson K., Jansson M., Andersson M. et al. Normal values and differences between Intraperitoneal and subcutaneous microdialysis in patients after non-complicated gastrointestinal surgery // *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 2005. Vol. 65. P. 273–281.
- Sommer T., Larsen J. F. Detection of intestinal ischemia using a microdialysis technique in an animal model // *World J. Surg.* 2003. Vol. 27. P. 416–420.
- Sommer T., Larsen J. F. Intraperitoneal and intraluminal microdialysis in the detection of experimental regional intestinal ischaemia // *Br. J. Surg.* 2004. Vol. 91. P. 1653.

40. Pynnönen L., Minkinen M., Perner A. et al. Validation of intraluminal and intraperitoneal microdialysis in ischemic small intestine // *BMC Gastroenterol.* 2013. Vol. 13. P. 170.
41. Surface microdialysis on small bowel serosa in monitoring of ischemia / O. Åkesson, P. Abrahamsson, G. Johansson, P.-J. Blind. *Journal of Surgical Research.* 2016. Vol. 204, № 1. P. 39–46.
42. Strand-Amundsen R. J., Reims H. M., Reinholt F. P. et al. Ischemia/reperfusion injury in porcine intestine – Viability assessment // *World J. Gastroenterol.* 2018. Vol. 24, № 18. P. 2009–2023.
43. Rose J. High-resolution intravital NADH fluorescence microscopy allows measurements of tissue bioenergetics in rat ileal mucosa // *Microcirculation.* 2006. Vol. 13, № 1. P. 41–47.
44. Klauke H., Minor T., Vollmar B. et al. Microscopic analysis of NADH fluorescence during aerobic and anaerobic liver preservation conditions: A noninvasive technique for assessment of hepatic metabolism // *Cryobiology.* 1998. Vol. 36, № 2. P. 108–114.
45. Салмин В. В., Салмина А. Б., Фурсов А. А. и др. Использование метода лазерно-флуоресцентной оптической биопсии миокарда для оценки ишемического повреждения // *Журн. Сиб. федер. ун-та. Биология.* 2011. № 2. С. 142–157.
46. Mayevsky A., Ornstein E., Meilin S. et al. The evaluation of brain CBF and mitochondrial function by a fiber optic tissue spectroscope in neurosurgical patients // *Acta Neurochir. Suppl.* 2002. Vol. 81. P. 367–371.
47. Tolmasov M., Michaely E., Mayevsky A. Simultaneously multiparametric spectroscopic monitoring of tissue viability in the brain and small intestine // *Progress in Biomedical Optics and Imaging – Proceedings of SPIE.* 2007. Vol. 6434. Doi: 10.1117/12.699445.
48. Власов Т. Д., Корнюшин О. В., Папаян Г. В. Возможности аутофлуоресцентной органоскопии при ишемическом и реперфузионном повреждении тонкой кишки *in vitro* // *Регионар. кровообращение и микроциркуляция.* 2009. № 2. С. 73–75.
49. Horgan P. G., Gorey T. F. Operative assessment of intestinal viability // *Surg. Clin. North. Am.* 1992. Vol. 72. P. 143–155.
50. Шинкин М. В., Звенигородская Л. А., Мкртумян А. М. Лазерная доплеровская флоуметрия и флуоресцентная спектроскопия как методы оценки доклинических проявлений синдрома диабетической стопы // *Эффектив. фармакотерапия.* 2018. № 18. С. 20–26.
12. Sheridan W. G., Lowndes R. H., Young H. E. Intraoperative tissue oxymetry in human gastrointestinal tract. *Amer. J. Surg.* 1990;159:314–319.
13. Rajan V., Varghese B., van Leeuwen T. G., Steenberg W. Review of methodological developments in laser Doppler flowmetry. *Lasers Med. Sci.* 2009;24:269–283.
14. Ikeda Y., Niimi M., Kan S., Shatari T., Takami H., Kodaira S. Clinical significance of tissue blood flow during esophagectomy by laser Doppler flowmetry. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;122(6):1101–1106.
15. Hripun A. I., Pryamikov A. D., Shurygin S. N., Mironkov A. B., Petrenko N. V., Grigor'eva S. G., Latonov V. V., Abashin M. V., Izvekov A. A. Lazernaya dopplerovskaya floumetriya v vybore ob'ema rezekcii kishhechnika u bol'nyh ostrym arterial'nym narusheniem mezenterial'nogo krovoobrashcheniya. *Khirurgiya. Zhurnal im. N. I. Pirogova.* 2012;(10):40–44. (In Russ.).
16. Belyaev A. M., Surov D. A., Semencov K. V. Odnoetapnye operacii pri levostoronnej tolstokishhechnoj neprohodimosti. *Vestnik khirurgii. im. I. I. Grekova.* 2010;169(4):36–38. (In Russ.).
17. Vignali A., Gianotti L., Braga M. et al. Altered microperfusion at the rectal stump is predictive for rectal anastomotic leak. *Dis. Colon Rectum.* 2000;43(1):76–82.
18. Ogami M., Kulkarni R., Wang H., Reif R., Wang R. K. Laser speckle contrast imaging of skin blood perfusion responses induced by laser coagulation. *Quantum electron.* 2014;44(8):746–750.
19. Rogatkin D. A. Fizicheskie osnovy sovremennykh opticheskikh metodov issledovaniya mikrogemodinamiki in vivo. *Medicinskaja fizika.* 2017; 76(3):75–93. (In Russ.).
20. Milstein D. M., Ince C., Gisbertz S. S., Boateng K. B., Geerts B. F., Holmann M. W., van Berge Henegouwen M. I., Veelo D. P. Laser speckle contrast imaging identifies ischemic areas on gastric tube reconstructions following esophagectomy. *Medicine.* 2016;95(25):e3875.
21. Ambrus R., Strandby R. B., Svendsen L. B., Achiam M. P., Steffensen J. F., Søndergaard Svendsen M. B. Laser speckle contrast imaging for monitoring changes in microvascular blood flow. *Eur Surg Res.* 2016;56 (3–4):87–96.
22. Cha J., Broch A., Mudge S., Kim K., Namgoong J. M., Oh E., Kim P. Real-time, label-free, intraoperative visualization of peripheral nerves and micro-vasculatures using multimodal optical imaging techniques. *Biomed Opt Express.* 2018;9(3):1097–1110.
23. Ambrus R., Svendsen L. B., Secher N. H., Rünitz K., Frederiksen H. J., Svendsen M. B., Siemsen M., Kofoed S. C., Achiam M. P. A reduced gastric corpus microvascular blood flow during Ivor-Lewis esophagectomy detected by laser speckle contrast imaging technique. *European J Pediatr Surg Rep.* 2017;5(1):e43–e46.
24. Senarathna J., Member S., Rege A., Li N., Thakor N. V. Laser Speckle Contrast Imaging: Theory, Instrumentation and Applications. *IEEE Rev. Biomed. Eng.* 2013;6:99–110.
25. Cahill R. A., Mortensen N. J. Intraoperative augmented reality for laparoscopic colorectal surgery by intraoperative near infrared fluorescence imaging and optical coherence tomography. *Minerva Chir.* 2010; 65(4):451–461.
26. Keller D. S., Ishizawa T., Cohen R., Chand M. Indocyanine green fluorescence imaging in colorectal surgery: overview, applications and future directions. *Lancet Gastroenterology & Hepatology.* 2017;2(10):757–766.
27. Marano A., Piora F., Lenti L. M., Ravazzoni F., Quarati R., Spinoglio G. Application of fluorescence in robotic general surgery: review of the literature and state of the art. *World J Surg.* 2013;37(12):2800–2811.
28. Diana M., Noll E., Diemunsch P., Dallemagne B., Benahmed M. A., Agnus V., Soler L., Barry B., Namer I. J., Demartines N., Charles A. L., Gény B., Marescaux J. Enhanced-reality video fluorescence: a real-time assessment of intestinal viability. *Ann Surg.* 2014;259(4):700–707.
29. Liot E., Assalino M., Buchs N. C., Schiltz B., Douissard J., Morel P., Ris F. Does near-infrared (NIR) fluorescence angiography modify operative strategy during emergency procedures? *Surg Endosc.* 2018; 32(10):4351–4356.
30. Hope-Ross M., Yannuzzi L. A., Gragoudas E. S., Guyer D. R., Slakter J.S., Sorenson J. A., Krupsky S., Orlock D. A., Puliafito C. A. Adverse reactions due to indocyanine green. *Ophthalmology.* 1994;101(3):529–533.
31. Protyniak B., Dinallo A. M., Boyan W. P., Dressner R. M., Arvanitis M. L. Intraoperative Indocyanine Green Fluorescence Angiography – An Objective Evaluation of Anastomotic Perfusion in Colorectal Surgery. *The American Surgeon.* 2015;81(6):580–584.
32. Goedhart T., Khalilzade P., Bezemer M., Ince R., Ince C. Sidestream Dark Field (SDF) imaging: A novel stroboscopic LED ring-based imaging

## REFERENCES

1. European Society of Coloproctology collaborating group. The relationship between method of anastomosis and anastomotic failure after right hemicolectomy and ileo-caecal resection: an international snapshot audit. *Colorectal Dis.* 2017;38(1):42–49.
2. Sartelli M., Griffiths E. A., Nestori M. The challenge of post-operative peritonitis after gastrointestinal surgery. *Updates in Surgery.* 2015;67(4):373–381.
3. Kingham T. P., Pachter H. L. Colonic Anastomotic Leak: Risk Factors, Diagnosis, and Treatment. *Journal of the American College of Surgeons.* 2009;208(2):269–278.
4. Urbanavičius L., Pattyn P., de Putte D. V., Venskutonis D. How to assess intestinal viability during surgery: A review of techniques. *World J Gastrointest Surg.* 2011;3(5):59–69.
5. La Hei E. R., Shun A. Intra-operative pulse oximetry can help determine intestinal viability. *Pediatr Surg Int.* 2001;17:120–121.
6. Karliczek A., Harlaar N. J., Zeebregts C. J., Wiggers T., Baas P. C., van Dam G. M. Surgeons lack predictive accuracy for anastomotic leakage in gastrointestinal surgery. *Int J Colorectal Dis.* 2009;24(5):569–576.
7. Cooperman M., Martin E. W. Jr, Carey L. C. Evaluation of ischemic intestine by Doppler ultrasound. *Am J Surg.* 1980;139:73–77.
8. Bulkley G. B., Zuidema G. D., Hamilton S. R., O'Mara C. S., Klacsmann P. G., Horn S. D. Intraoperative determination of small intestinal viability following ischemic injury: a prospective, controlled trial of two adjuvant methods (Doppler and fluorescein) compared with standard clinical judgment. *Ann Surg.* 1981;193:628–637.
9. Dyess D. L., Bruner B. W., Donnell C. A., Ferrara J. J., Powell R. W. Intraoperative evaluation of intestinal ischemia: a comparison of methods. *South Med J.* 1991;84(8):966–974.
10. Kolibaba P. I. Ob urovne rezekcii tonkogo kishhechnika pri ostroj neprohodimosti ego. *Klinicheskaya khirurgiya.* 1986;(8):30–33. (In Russ.).
11. Miroshnikov B. I., Labazanov M. M., Kalivo E. A., Pavelec K. V. Opredelenie urovnya rezekcii pishchevoda s uchedom ego krovosnabzheniya. *Khirurgiya.* 1996;(6):4–8. (In Russ.).

- modality for clinical assessment of the microcirculation. *Optics express*. 2007;15(23):15101–15114.
33. Jansen S. M., de Bruin D. M., Faber D. J., Dobbe I. J. G. G., Heeg, E., Milstein, D. M. J., Strackee S. D., van Leeuwen T. G. Applicability of quantitative optical imaging techniques for intraoperative perfusion diagnostics: A comparison of laser speckle contrast imaging, sidestream dark-field microscopy, and optical coherence tomography. *J. Biomed. Opt.* 2017;22:1–9.
  34. Huang D., Swanson E. A., Lin C. P., Schuman J. S., Stinson W. G., Chang W., Hee M. R., Flotte T., Gregory K., Puliafito C. A. Optical coherence tomography. *Science*. 1991;254(5035):1178–1181.
  35. Blikslager A. T., Moeser A. J., Gookin J. L., Jones S. L., Odle J. Restoration of barrier function in injured intestinal mucosa. *Physiol Rev*. 2007;87:545–564.
  36. Jansen S. M., Almasian M., Wilk L. S., de Bruin D. M., van Berge Henegouwen M. I., Strackee S. D., Bloemen P. R., Meijer S. L., Gisbertz S. S., van Leeuwen T. G. Feasibility of Optical Coherence Tomography (OCT) for Intra-Operative Detection of Blood Flow during Gastric Tube Reconstruction. *Sensors (Basel)*. 2018;18(5):1331.
  37. Jansson K., Jansson M., Andersson M., Magnuson A., Ungerstedt U., Nordgren L. Normal values and differences between Intraperitoneal and subcutaneous microdialysis in patients after non-complicated gastrointestinal surgery. *Scand J Clin Lab Invest*. 2005;65:273–281.
  38. Sommer T., Larsen J. F. Detection of intestinal ischemia using a microdialysis technique in an animal model. *World J Surg*. 2003;27:416–420.
  39. Sommer T., Larsen J. F. Intraperitoneal and intraluminal microdialysis in the detection of experimental regional intestinal ischaemia. *Br J Surg*. 2004;91:1653.
  40. Pynnönen L., Minkinen M., Perner A., Rätty S., Nordback I., Sand J., Tenhunen J. Validation of intraluminal and intraperitoneal microdialysis in ischemic small intestine. *BMC Gastroenterol*. 2013;13:170.
  41. Åkesson O., Abrahamsson P., Johansson G., Blind P.-J. Surface microdialysis on small bowel serosa in monitoring of ischemia. *Journal of Surgical Research*. 2016;204(1):39–46.
  42. Strand-Amundsen R. J., Reims H. M., Reinhold F. P., Ruud T. E., Yang R., Høgetveit J. O., Tønnessen T. I. Ischemia/reperfusion injury in porcine intestine – Viability assessment. *World J Gastroenterol*. 2018;24(18):2009–2023.
  43. Rose J. High-resolution intravital NADH fluorescence microscopy allows measurements of tissue bioenergetics in rat ileal mucosa. *Microcirculation*. 2006;13(1):41–47.
  44. Klauke H., Minor T., Vollmar B., Isselhard W., Menger M. D. Microscopic analysis of NADH fluorescence during aerobic and anaerobic liver preservation conditions: A noninvasive technique for assessment of hepatic metabolism. *Cryobiology*. 1998;36(2):108–114.
  45. Salmin V. V., Salmina A. B., Fursov A. A. et al. Ispol'zovanie metoda lazerno-fluorescentnoy opticheskoy biopsii miokarda dlya ocenki ishemicheskogo povrezhdeniya. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya*. 2011;2:142–157. (In Russ.).
  46. Mayevsky A., Ornstein E., Meilin S., Razon N., Ouaknine G. E. The evaluation of brain CBF and mitochondrial function by a fiber optic tissue spectroscopy in neurosurgical patients. *Acta Neurochir Suppl*. 2002;81:367–371.
  47. Tolmasov M., Michaely E., Mayevsky A. Simultaneously multiparametric spectroscopic monitoring of tissue viability in the brain and small intestine. *Progress in Biomedical Optics and Imaging – Proceedings of SPIE*. 2007;6434. Doi: 10.1117/12.699445.
  48. Vlasov T. D., Kornjushin O. V., Papajan G. V. Vozmozhnosti autofluorescentnoy organoskopii pri ishemicheskom i reperfusionnom povrezhdenii tonkoj kishki in vitro. *Regionarnoe krovoobrashhenie i mikrociirkuljacija*. 2009;2:73–75. (In Russ.).
  49. Horgan P. G., Gorey T. F. Operative assessment of intestinal viability. *Surg Clin North Am*. 1992;72:143–155.
  50. Shinkin M. V., Zvenigorodskaya L. A., Mkrtumyan A. M. Lazernaya dopplerovskaya floumetriya i fluorescentnaya spektroskopiya kak metody ocenki doklinicheskikh proyavlenij sindroma diabeticheskoy stopy. *Effektivnaya farmakoterapiya*. 2018;18:20–26. (In Russ.).

#### Информация об авторах:

**Захаренко Александр Анатольевич**, доктор медицинских наук, руководитель отдела онкохирургии, НИИ хирургии и неотложной медицины, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-8514-5377; **Беляев Михаил Алексеевич**, кандидат медицинских наук, руководитель онкологического отделения № 1, НИИ хирургии и неотложной медицины, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0003-0830-3797; **Трушин Антон Александрович**, заведующий онкологическим отделением № 1, НИИ хирургии и неотложной медицины, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0003-3316-9956; **Зайцев Данила Александрович**, врач-хирург хирургического отделения № 4, НИИ хирургии и неотложной медицины, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0003-2449-1847; **Курсенко Роман Вадимович**, врач-хирург онкологического отделения № 1, НИИ хирургии и неотложной медицины, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-0224-8697.

#### Information about authors:

**Zaharenko Aleksandr A.**, Dr. Sci. (Med), Division Chair of Oncology Surgery, Research Institute of Surgery and Emergency Medicine, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-8514-5377; **Belyaev Mihail A.**, Cand. Sci. (Med), Head of Abdominal Oncology Department № 1, Research Institute of Surgery and Emergency Medicine, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0003-0830-3797; **Trushin Anton A.**, Head of Abdominal Oncology Department № 1, Research Institute of Surgery and Emergency Medicine, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0003-3316-9956; **Zajcev Danila A.**, surgeon of Emergency Surgery Department № 4, Research Institute of Surgery and Emergency Medicine, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0003-2449-1847; **Kursenko Roman V.**, surgeon of Abdominal Oncology Department № 1, Research Institute of Surgery and Emergency Medicine, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-0224-8697.