

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-2-144-150>

УДК: 616-089.844

© Степанянц Н.Г., Зугумова М.Ш., Восканян С.Э., Попугаев К.А., Праздников К.О., 2026

Оригинальная статья/ Original article



СПОСОБ ОЦЕНКИ ГРАНИЦ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ DIEP-ЛОСКУТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРОСКОПИИ В БЛИЖНЕМ ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Н.Г. СТЕПАНИАНЦ^{1,2}, М.Ш. ЗУГУМОВА^{1,2}, С.Э. ВОСКАНЯН^{1,2}, К.А. ПОПУГАЕВ^{2,3}, К.О. ПРАЗДНИКОВ¹

¹ ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, 123098, Москва, Россия

² Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, 123182, Москва, Россия

³ ФГБУ «НМИЦ ХИРУРГИИ им. А.В. Вишневского» Минздрава России, 117997, Москва, Россия

Резюме

Цель. Реконструкция молочной железы DIEP-лоскутом сопряжена с риском ишемических осложнений, требующих объективного интраоперационного контроля перфузии. Существующие методы мониторинга субъективны или ориентированы на послеоперационный период.

Цель. Разработка и оценка эффективности способа интраоперационного определения границ жизнеспособности DIEP-лоскута с использованием спектроскопии в ближнем инфракрасном диапазоне (INVOS).

Материалы и методы. В проспективное исследование включено 28 пациенток, которым выполнена реконструкция молочной железы DIEP-лоскутом. Интраоперационно с помощью системы INVOS 5100C измеряли регионарную сатурацию кислорода (rSO₂) в четырёх зонах лоскута до его пересечения (целевые значения), а также после реперфузии. Критерием жизнеспособности считали показатель rSO₂ ≥ 60 %. Участки с показателем ниже 60 % резецировали.

Результаты исследования и обсуждение. Среднее значение rSO₂ в I и II зонах после реперфузии составило 78,5 ± 6,2 % и 72,1 ± 8,4 % соответственно, что достоверно не отличалось от целевых показателей. В III и IV зонах снижение rSO₂ ниже 60 % отмечено у 11 (39,3 %) пациенток, что потребовало экономной резекции дистальных участков лоскута. Частота краевых некрозов в послеоперационном периоде составила 3,6 % (1 случай).

Заключение. Применение спектроскопии INVOS с пороговым значением rSO₂ 60 % позволяет объективно и неинвазивно определить границы жизнеспособного участка DIEP-лоскута в интраоперационном периоде, минимизируя риск развития ишемических осложнений.

Ключевые слова: реконструкция молочной железы, DIEP-лоскут, спектроскопия в ближнем инфракрасном диапазоне, оксигенация тканей, микрохирургия

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

Для цитирования: Степанянц Н.Г., Зугумова М.Ш., Восканян С.Э., Попугаев К.А., Праздников К.О. Способ оценки границ жизнеспособности DIEP-лоскута с использованием спектроскопии в ближнем инфракрасном диапазоне при реконструкции молочной железы. *Московский хирургический журнал*. 2026. № 2. С. 144–150. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-2-144-150>

Вклад авторов: Степанянц Н.Г. – концепция и дизайн исследования, выполнение хирургических вмешательств; Зугумова М.Ш. – написание текста, подготовка иллюстративного материала, научное редактирование; Восканян С.Э. – критический пересмотр содержания, окончательное утверждение рукописи; Попугаев К.А. – общее руководство; Праздников К.О. – сбор и анализ клинического материала.

METHOD FOR ASSESSING THE VIABILITY BOUNDARIES OF A DIEP FLAP USING NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY IN BREAST RECONSTRUCTION

NIKOLAY G. STEPANIANTS^{1,2}, MARIAM SH. ZUGUMOVA^{1,2}, SERGEY E. VOSKANYAN^{1,2},
KONSTANTIN A. POPUGAEV^{2,3}, KIM O. PRAZDNIKOV¹

¹ State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Federal Medical Biological Agency of Russia, 123098, Moscow, Russia

² Medical Biological University of Innovations and Continuing Education, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Federal Medical Biological Agency of Russia, 123182, Moscow, Russia

³ Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Surgery named after A.V. Vishnevsky" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 117997, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. Breast reconstruction using a DIEP flap is associated with a risk of ischemic complications, requiring objective intraoperative perfusion control. Existing monitoring methods are either subjective or aimed at the postoperative period.

The purpose of this study. To develop and evaluate the effectiveness of a method for intraoperative determination of the viability boundaries of a DIEP flap using near-infrared spectroscopy (INVOS).

Materials and methods. A prospective study included 28 patients who underwent breast reconstruction with a DIEP flap. Intraoperatively, using the INVOS 5100C system, regional oxygen saturation (rSO₂) was measured in four zones of the flap before pedicle division (target values), as well as after reperfusion. A viability criterion was an rSO₂ value of ≥60 %. Areas with values below 60 % were resected.

Research results and discussion. The mean rSO₂ values in zones I and II after reperfusion were 78,5±6,2 % and 72,1±8,4 %, respectively, which did not significantly differ from the target values. In zones III and IV, a decrease in rSO₂ below 60 % was observed in 11 (39,3 %) patients, requiring economical resection of the distal flap parts. The incidence of marginal necrosis in the postoperative period was 3,6 % (1 case).

Conclusion. The use of INVOS spectroscopy with a threshold rSO₂ value of 60 % allows for an objective and non-invasive determination of the viable part of a DIEP flap intraoperatively, minimizing the risk of ischemic complications.

Key words: breast reconstruction, DIEP flap, near-infrared spectroscopy, tissue oxygenation, microsurgery

Conflict of interests: The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Stepaniants N.G., Zugumova M.Sh., Voskanyan S.E., Popugaev K.A., Prazdnikov K.O. Method for assessing the viability boundaries of a DIEP flap using near-infrared spectroscopy in breast reconstruction. *Moscow Surgical Journal*, 2026, no 2, pp. 144–150. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2026-2-144-150>

Contribution of the authors: Stepaniants N.G. – study concept and design, performing surgical interventions; Zugumova M.Sh. – writing of the manuscript, preparation of illustrative material, scientific editing; Voskanyan S.E. – critical revision of the content, final approval of the manuscript; Popugaev K.A. – general supervision; Prazdnikov K.O. – collection and analysis of clinical data.

Введение

Реконструкция молочной железы с использованием лоскута на основе перфорантных сосудов глубокой нижней эпигастральной артерии (DIEP-лоскут) является «золотым стандартом» аутологичной пластики. Несмотря на совершенствование микрохирургической техники, риск развития ишемических осложнений, в частности краевых некрозов, остается актуальной проблемой [1]. Своевременная и точная оценка перфузии тканей имеет решающее значение для предотвращения потери лоскута.

Спектроскопия в ближнем инфракрасном диапазоне (NIRS) позволяет неинвазивно проводить непрерывный мониторинг регионарной сатурации кислорода (rSO₂). Технология оценивает относительную концентрацию оксигемоглобина как показатель снабжения тканей кислородом, позволяя дифференцировать артериальную и венозную окклюзию [2]. Существующие методики использования NIRS, например, с применением монитора FORE-SIGHT ELITE, ориентированы преимущественно на послеоперационное наблюдение и имеют ограничения, связанные с влиянием гематом, отека и системной гемодинамики на точность измерений [3].

Другие неинвазивные методы, такие как лазерная доплеровская флоуметрия или ультразвуковое дуплексное сканирование, также используются для оценки состоятельности лоскутов [4, 5], однако они не позволяют интраоперационно,

в режиме реального времени и с высокой объективностью определить границы жизнеспособных тканей на этапе моделирования лоскута.

Цель исследования – разработать и внедрить в клиническую практику достоверный способ интраоперационной оценки границ жизнеспособности DIEP-лоскута с использованием технологии оптической спектроскопии *in vivo* (INVOS).

Материалы и методы

В проспективное исследование включено 28 пациенток в возрасте от 34 до 65 лет (средний возраст 48,2±7,1 года), которым в период с 2022 по 2024 гг. на базе ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна выполнена реконструкция молочной железы DIEP-лоскутом. Критерии включения: наличие показаний к отсроченной или одномоментной реконструкции, отсутствие тяжелой сопутствующей патологии в стадии декомпенсации. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Результаты исследования и обсуждение

Оперативное вмешательство выполнялось по стандартной методике, описанной ниже, с дополнением этапа интраоперационной спектроскопии. Использовалась система оптической спектроскопии *in vivo* (INVOS 5100C, Medtronic),

работающая на длинах волн 730 и 810 нм в соотношении 3:1 для исключения влияния поверхностных тканей.

В рамках подготовительного этапа производится разметка границ донорской и реципиентной зон у пациентки, находящейся в вертикальном положении (рис. 1 а, б).

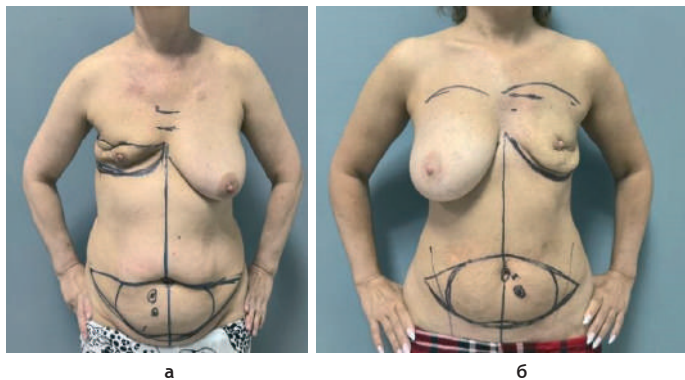


Рис. 1 (а, б). Предоперационная разметка
Fig. 1 (a, b). Preoperative marking

Первый этап операции включает в себя подготовку реципиентного ложа: парциальную резекцию большой грудной мышцы, субтотальную резекцию хряща III ребра, выделение внутренних грудных сосудов (рис. 2 а, б).

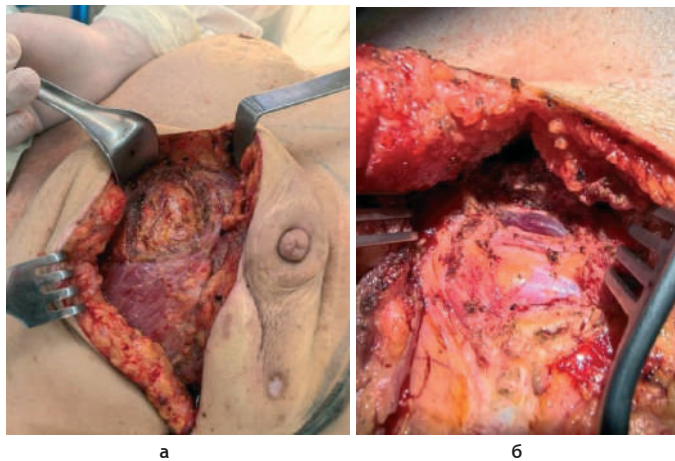


Рис. 2 (а, б). Подготовка реципиентного ложа
Fig. 2 (a, b). Preparation of the recipient bed

Далее осуществляется выкраивание ниже-горизонтального кожно-жирового лоскута до апоневроза прямых мышц живота (рис. 3 а, б).

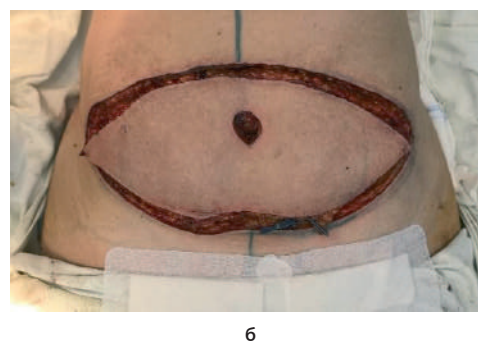


Рис. 3 (а, б). Мобилизация лоскута и базовая оценка перфузии
Fig. 3 (a, b). Flap mobilization and baseline perfusion assessment

После чего производится выделение перфорантных сосудов и основного сосудистого пучка (нижние эпигастральные сосуды) (рис. 4 а, б).

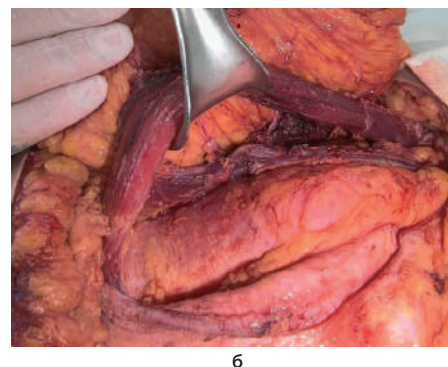
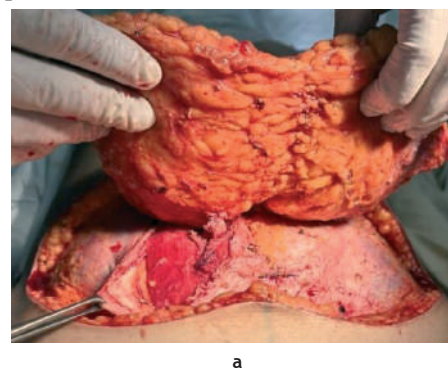


Рис. 4 (а, б). Выделение перфорантных сосудов и основного сосудистого пучка
Fig. 4 (a, b). Dissection of perforator vessels and the main vascular pedicle

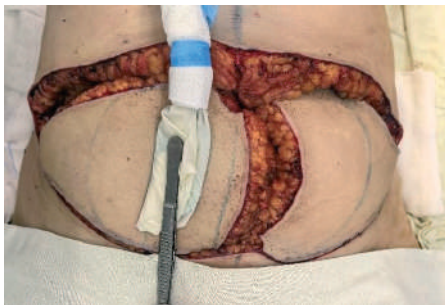
Контрольные значения rSO_2 регистрируют в четырёх зонах лоскута до пересечения питающей ножки. Зоны определяются согласно стандартной схеме по отношению к доминантному перфоранту (I – непосредственно над перфорантом, II – прилегающая область, III и IV – дистальные латеральные отделы) (рис. 5).



Рис. 5. Четыре зоны лоскута относительно доминантного перфоранта по общепринятой схеме

Fig. 5. Four zones of the flap relative to the dominant perforator according to the conventional classification

Пациентка находится в горизонтальном положении с приподнятым головным концом. Самоклеющийся датчик фиксируется вертикально; регистрация показателей в каждой из зон производится на протяжении 3–5 минут до стабилизации значений (рис. 6 а, б. рис. 7 а, б).



а



б

Рис. 6 (а, б). Контрольная фиксация показателя оксигенации
Fig. 6 (a, b). Control recording of oxygenation parameters



а



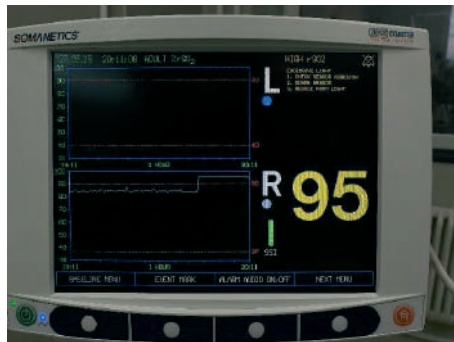
б

Рис. 7 (а, б). Контрольная фиксация показателей оксигенации
Fig. 7 (a, b). Control recording of oxygenation parameters

Полученные значения rSO_2 являются целевыми для конкретной зоны. После их фиксации нижние эпигастральные сосуды пересекаются. С целью минимизации ишемических повреждений и пролонгирования консервации лоскута осуществляют его гипотермическую перфузию консервирующим раствором. Следующим этапом осуществляется транспозиция лоскута в реципиентную зону и наложение микрососудистых анастомозов с внутренними грудными сосудами. После запуска кровотока и подтверждения его наличия портативным доплером проводится повторная фиксация показателей rSO_2 в I–IV зонах (рис. 8 а, б).



а



6

Рис. 8 (а, б). Оценка реперфузии и определение границ жизнеспособности
Fig. 8 (a, b). Assessment of reperfusion and determination of viability margins

Временной интервал регистрации в каждой зоне составлял 10–15 минут для исключения ложных данных. Критическим уровнем, требующим удаления тканей, определяется значение rSO_2 ниже 60 %. Дополнительный датчик фиксируется на коже контралатеральной молочной железы для контроля системных показателей в течение всего периода операции и первых 24 часов послеоперационного наблюдения. Участки лоскута демонстрирующие показатели $rSO_2 < 60\%$ подлежат иссечению. Заключительный этап операции включает закрытие донорской раны посредством абдоминопластики и моделирование лоскута в реципиентном ложе (рис. 9 а, б).



а



б

Рис. 9 (а, б). Внешний вид лоскута на момент окончания оперативного вмешательства

Fig. 9 (a, b). Appearance of the flap at the end of the surgical procedure

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Statistica 10.0.

Результаты

Целевые показатели rSO_2 на этапе префабрикации (до пересечения сосудов) в I и II зонах лоскута в среднем составили $80,2 \pm 5,4\%$ и $74,8 \pm 7,1\%$ соответственно. В III и IV зонах средние значения были несколько ниже – $68,3 \pm 8,2\%$ и $63,5 \pm 9,0\%$.

После реперфузии средние значения rSO_2 в I зоне достоверно не изменились ($78,5 \pm 6,2\%$, $p > 0,05$). Во II зоне также не отмечено значимого снижения ($72,1 \pm 8,4\%$). В III зоне снижение показателя rSO_2 ниже порога 60 % было зафиксировано у 5 (17,9 %) пациенток, в IV зоне – у 8 (28,6 %) пациенток. У 2 (7,1 %) пациенток снижение сатурации ниже критического уровня наблюдалось одновременно в III и IV зонах. Таким образом, экономная резекция дистальных участков лоскута на основании данных INVOS потребовалась в 11 (39,3 %) случаях.

Использование гипотермической перфузии консервирующим раствором позволило безопасно удлинить время ишемии лоскута до 120 ± 25 минут без негативного влияния на показатели rSO_2 после реперфузии в жизнеспособных зонах.

В послеоперационном периоде у 1 (3,6 %) пациентки развился ограниченный краевой некроз в зоне IV (показатели rSO_2 которой на операции были пограничными – 61–63 %), что не потребовало повторного хирургического вмешательства. Полной потери лоскута не зафиксировано ни в одном случае.

Обсуждение

Применение технологии INVOS в реконструктивной хирургии молочной железы позволяет перевести оценку перфузии лоскута из субъективной клинической плоскости в объективную цифровую. Предложенный способ отличается от известных аналогов возможностью интраоперационного прогнозирования жизнеспособности конкретных зон DIEP-лоскута.

Традиционно решение о резекции участков лоскута принимается хирургом на основании визуальной оценки цвета, капиллярного ответа и кровоточивости краёв, что имеет низкую воспроизводимость. Известный способ мониторинга FORE-SIGHT ELITE [3] применяется в основном после операции и не позволяет одновременно скорректировать объем тканей.

Описанный выше алгоритм с повторным 10–15-минутным измерением rSO_2 после пуска кровотока позволяет оценить адекватность микроциркуляторного русла дистальных отделов и принять решение об их удалении до ушивания раны.

Выбор порогового значения rSO_2 60 % основан на данных литературы о критической ишемии тканей [2] и подтвержден нашими клиническими наблюдениями. У всех пациенток с резекцией участков с показателем ниже 60 % в послеоперационном периоде не было отмечено прогрессирования некроза

на границе резекции. Использование гипотермической перфузии консервирующим раствором дополнительно защищает ткани от ишемически-реперфузионного повреждения, что позволяет получать более достоверные показатели сатурации после восстановления кровотока [6].

Ограничением метода является зависимость от точности установки датчика и толщины подкожно-жирового слоя, что требует стандартизации положения пациента и экспозиции. Тем не менее, простота выполнения и неинвазивность делают методику легко воспроизводимой в условиях специализированного онкологического и микрохирургического стационара.

Заключение

Способ интраоперационной оценки границ жизнеспособности DIEP-лоскута с использованием спектроскопии INVOS и пороговым значением rSO₂ 60 % является высокоинформативным, объективным и безопасным методом. Он позволяет минимизировать объем некротизированных тканей в послеоперационном периоде и может быть рекомендован к широкому применению в реконструктивно-пластической хирургии молочной железы.

Список литературы:

1. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. Злокачественные новообразования в России: статистика, основные тенденции и проблемы. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2021. Т. 10, № 5. С. 5–12.
2. Резник О.Н., Скворцов А.Е., Ананьев А.Н., Логинов И.В., Баженов С.Ф. Нормотермическая перфузионная реабилитация донорских органов in situ после 90-минутной первичной тепловой ишемии. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2010. Т. 169, № 2. С. 78–82.
3. Benni P.B., MacLeod D., Ikeda K., Lin H.M. A validation method for near-infrared spectroscopy based tissue oximeters for cerebral and somatic tissue oxygen saturation measurements. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 2018, vol. 32, no 2, pp. 269–284. <https://doi.org/10.1007/s10877-017-0015-1>
4. Патент № 2807147 С1 Российская Федерация, МПК А61В 8/06. Способ определения состоятельности перемещаемого лоскута слизистой оболочки носовой перегородки. Заявл. 27.10.2022; опублик. 10.11.2023.
5. Патент № 2294693 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/026. Способ выбора места формирования кожного лоскута на питающей ножке для пластики дефекта. Заявл. 08.07.2005; опублик. 10.03.2007.
6. Патент № 2845125 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/00, А61К 31/405, А61Р 43/00. Способ реконструкции молочной железы с использованием собственных тканей / Н.Г. Степанянц, С.Э. Восканян, К.К. Губарев, М.Ш. Зугумова. Заявл. 10.09.2024; опублик. 13.08.2025.

References:

1. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Shakhzadova A.O. Malignant neoplasms in Russia: statistics, main trends and issues. *Oncology. Journal named after P.A. Herzen*, 2021, no 10(5), pp. 5–12. (In Russ.)

2. Reznik O.N., Skvortsov A.E., Ananyev A.N., Loginov I.V., Bagnenko S.F. Normothermic perfusion rehabilitation of donor organs in situ after 90-minute primary warm ischemia. *Bulletin of Surgery named after I.I. Grekov*, 2010, no 169(2), pp. 78-82. (In Russ.)

3. Benni P.B., MacLeod D., Ikeda K., Lin H.M. A validation method for near-infrared spectroscopy based tissue oximeters for cerebral and somatic tissue oxygen saturation measurements. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 2018, no 32(2), pp. 269–284. <https://doi.org/10.1007/s10877-017-0015-1>

4. Patent № 2807147 C1 Russian Federation, IPC A61B 8/06. Method for determining the viability of a mobilized flap of nasal septum mucosa. Appl. 27.10.2022; publ. 10.11.2023. (In Russ.)

5. Patent № 2294693 C1 Russian Federation, IPC A61B 5/026. Method for selecting the site for formation of a pedicled skin flap for defect plasty. Appl. 08.07.2005; publ. 10.03.2007. (In Russ.)

6. Patent № 2845125 C1 Russian Federation, IPC A61B 17/00, A61K 31/405, A61P 43/00. Method for breast reconstruction using autologous tissues / N.G. Stepanyants, S.E. Voskanyan, K.K. Gubarev, M.Sh. Zugumova. Appl. 10.09.2024; publ. 13.08.2025. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Степанянц Николай Георгиевич – к. м. н., заведующий Онкологическим отделением хирургических методов лечения ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; доцент кафедры онкологии и радиационной медицины МБУ ИНО ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123098, Москва, Россия. Email: stepanianc@inbox.ru.

ORCID: 0000-0002-9918-0851

Зугумова Мариям Шамиловна – врач-онколог Онкологического отделения хирургических методов лечения ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; ассистент кафедры онкологии и радиационной медицины МБУ ИНО ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123098, Москва, Россия. Email: zugumova@list.ru.

ORCID: 0000-0002-6618-9876

Восканян Сергей Эдуардович – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, заместитель главного врача по хирургической помощи, руководитель Центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; заведующий кафедрой хирургии с курсами хирургической онкологии, эндоскопии, хирургической патологии, клинической трансплантологии и органного донорства МБУ ИНО ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123098, Москва, Россия. Email: voskanyan_se@mail.ru.

ORCID: 0000-0001-5691-5398.

Попугаев Константин Александрович – д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, заведующий отделением анестезиологии-реанимации с палатами интенсивной терапии и реанимации ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» МЗ РФ, заведующий кафедрой анестезиологии-реанимации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123098, Москва, Россия. Email: stan.popugaev@yahoo.com.

ORCID: 0000-0003-1945-323X

Праздников Ким Олегович – врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации №1 ФГБУ ГНЦ Федеральный медицинский биофизический центр им.

А.И.Бурназяна ФМБА России, 123098, Москва, Россия. Email: kimprazdnikov@gmail.com.

ORCID: 0009-0006-9057-2150

Information about the authors:

Stepanyants Nikolay Georgiyevich – Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Surgical Oncology, Burnazyan Federal Medical Biophysical Center; Associate Professor, Department of Oncology and Radiation Medicine, Medical and Biological University of Innovation and Continuing Education, Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, 123098, Moscow, Russia. Email: stepanianc@inbox.ru.

ORCID: 0000-0002-9918-0851.

Zugumova Mariam Shamilovna – Oncologist, Department of Surgical Oncology, Burnazyan Federal Medical Biophysical Center; Assistant, Department of Oncology and Radiation Medicine, Medical and Biological University of Innovation and Continuing Education, Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, 123098, Moscow, Russia. Email: zugumova@list.ru.

ORCID: 0000-0002-6618-9876.

Voskanyan Sergey Eduardovich – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Deputy Chief Physician for Surgical Care, Head of the Center for Surgery and Transplantology, Burnazyan Federal Medical Biophysical Center; Head of the Department of Surgery with Courses in Surgical Oncology, Endoscopy, Surgical Pathology, Clinical Transplantology and Organ Donation, Medical and Biological University of Innovation and Continuing Education, Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, 123098, Moscow, Russia. Email: voskanyan_se@mail.ru.

ORCID: 0000-0001-5691-5398.

Popugayev Konstantin Alexandrovich – Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Anesthesiology and Intensive Care Department with Intensive Care Units, Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery; Head of the Anesthesiology and Intensive Care Department, Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, 123098, Moscow, Russia. Email: stan.popugaev@yahoo.com. ORCID: 0000-0003-1945-323X.

Prazdnikov Kim Olegovich – Anesthesiologist-Intensivist, Anesthesiology and Intensive Care Department No. 1, Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, 123098, Moscow, Russia. Email: kimprazdnikov@gmail.com.

ORCID: 0009-0006-9057-2150.