

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 616.34-089.86-089.168.1

doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-2-105-110

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ЗОНЫ ДИГЕСТИВНОГО АНАСТОМОЗА В РАННЕМ И ПОЗДНЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ КАК ПРЕДИКТОРА ЕГО НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТИ

Сергей Викторович Поройский, Егор Андреевич Морозов✉

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

✉ egor050795@rambler.ru

Аннотация. Цель работы заключается в оценке состояния кровотока в области дигестивного анастомоза в раннем и позднем послеоперационном периоде в эксперименте.

В эксперимент включено 30 половозрелых лабораторных кроликов-самцов породы советская шиншилла. Животным выполнялась лапаротомия, энтеротомия, с последующим наложением дигестивного однорядного узлового анастомоза «конец в конец», затем произведена оценка состояния локального кровотока в зоне дигестивного анастомоза в раннем (3-и сутки) и позднем (7, 14-е сутки) послеоперационных периодах с применением метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ).

Полученные данные определили снижение локального кровотока в раннем послеоперационном периоде в области дигестивного анастомоза, что формирует наиболее уязвимый период для развития его несостоятельности. В позднем послеоперационном периоде отмечается улучшение показателей локального кровотока в зоне анастомоза, с приближением значений к показателям интактного участка кишечника.

Ключевые слова: несостоятельность анастомоза, кишечный анастомоз, микроциркуляция, регенерация, лазерная доплеровская флоуметрия

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

INVESTIGATION OF MICROCIRCULATION PECULIARITIES IN THE ZONE OF DIGESTIVE ANASTOMOSIS DURING EARLY AND DELAYED POSTOPERATIVE PERIOD AS A PREDICTOR OF ITS INSUFFICIENCY

Sergey V. Poroysky, Egor A. Morozov✉

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

✉ egor050795@rambler.ru

Abstract. The aim of the research is to evaluate the condition of blood flow in the area of digestive anastomosis in the early and delayed postoperative period in an experiment.

The experiment included 30 sexually mature laboratory rabbits-males of the breed Soviet Chinchilla. The animals were done laparotomy, enterotomy, followed by the imposition of a digestive single-row nodular anastomosis "edge to edge", then the evaluation of local blood flow condition in the zone of digestive anastomosis was performed in the early (3 days) and delayed (7, 14 days) postoperative period using the method of Laser Doppler Flowmetry (LDF).

The data received demonstrated a decrease of local blood flow in the early postoperative period in the area of digestive anastomosis, that forms the most vulnerable period for the development of its insufficiency. In the delayed postoperative period, there is an improvement in the indicators of local blood flow in the anastomosis zone, with an approximation of their values to the condition of the intact intestinal tract.

Keywords: anastomosis insufficiency, intestinal anastomosis, microcirculation, regeneration, Laser Doppler Flowmetry

Актуальной до настоящего времени проблемой кишечных анастомозов [1, 2]. Плохое заживление ткани абдоминальной хирургии остается несостоятельность в области дигестивных анастомозов может привести

к серьезным и опасным для жизни осложнениям, дополнительным операциям, увеличению продолжительности пребывания в стационаре и повышению стоимости лечения, а также увеличению летальности в послеоперационном периоде [3, 4].

Несмотря на достижения в области хирургических способов герметизации и улучшения регенерации кишечных анастомозов, процент осложнений все еще не имеет существенной тенденции к уменьшению [5].

Одну из ключевых ролей в проблеме несостоятельности швов отводят состоянию микроциркуляции в зоне дигестивного анастомоза и, как следствие, нарушению репарации кишечной стенки [6, 7].

Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) является одним из современных методов для анализа состояния микроциркуляции, который применяется в клинической и экспериментальной медицине и показывает высокую значимость в контролируемой среде [8, 9, 10].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить состояние кровотока в зоне дигестивного анастомоза в ранний и поздний послеоперационный период в эксперименте.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании были использованы 30 половозрелых лабораторных кроликов-самцов породы советская шиншилла, весом $(2,0 \pm 0,5)$ кг. Животных содержали в индивидуальных клетках, им позволяли свободный доступ к воде и гранулированному сбалансированному корму. Все оперативные вмешательства выполнялись одним хирургом в 2 этапа. 1-й этап – в условиях операционной, под внутривенным наркозом препаратом «Золетил 100» ($0,5$ мг/кг), выполнялась срединная лапаротомия (5 см). Энтеротомия выполнялась на 15 см выше илеоцекального соустья скальпелем (рис. 1) с последующим формированием энтеро-энтероанастомоза «конец в конец» с наложением однорядного узлового шва (рис. 2А). Использовался шовный материал VICRYL 4-0 с атравматической колющей иглой (17 мм, 1/2). Перед послойным ушиванием брюшной стенки анастомоз визуально проверяли на герметичность и целостность. Лапоротомная рана ушивалась послойно шовным материалом VICRYL 3-0 узловыми швами (рис. 2Б). Кролики выходили из наркоза под наблюдением с контролем жизненно важных функций. В пред- и послеоперационном периоде все животные получали антибактериальную профилактику.

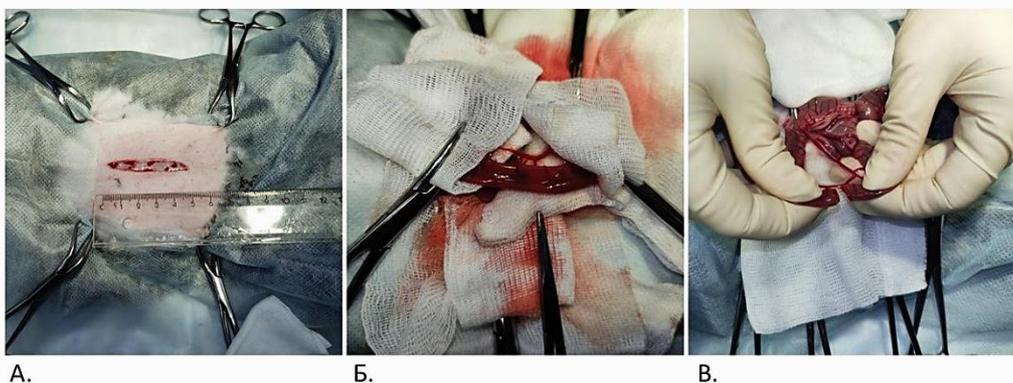


Рис. 1. А – срединная лапаротомия – 5 см, Б – место энтеротомии примерно в 15 см дистальнее илеоцекального соединения, В – энтеротомия

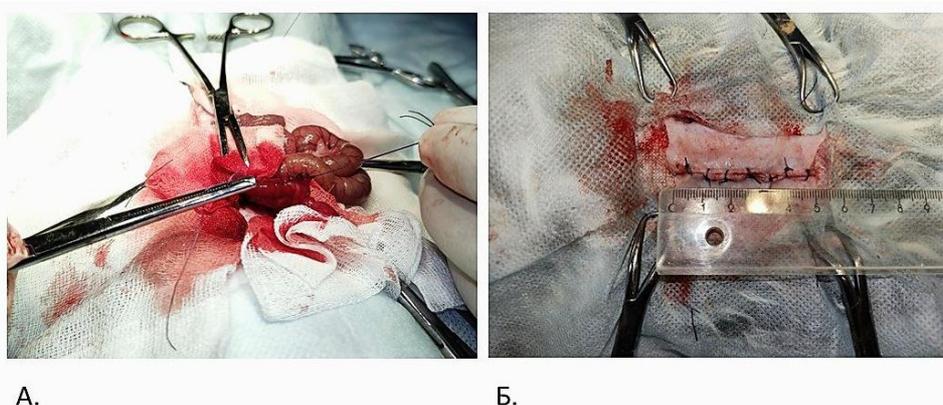


Рис. 2. А – наложение однорядного узлового энтеро-энтероанастомоза «конец в конец», Б – окончательный вид лапаротомной раны

Одним из современных методов, который применяется в клинической и экспериментальной медицине для анализа состояния микроциркуляции, является лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) [3, 4].

В литературе метод ЛДФ использовался для определения микроциркуляции кожи, интраоперационной оценки перфузии при эзофагэктомии, операциях на толстой кишке, и он показал высокую воспроизводимость в контролируемой среде [3].

На 2-м этапе выполнялась оценка состояния локального кровотока методом лазерной доплеровской

флоуметрии лазерным анализатором капиллярного кровотока ЛАКК-02 (ООО НПП «ЛАЗМА»). Оценка локального кровотока в зоне дигестивного анастомоза проводилась в раннем (3-и сутки) и позднем (7-е и 14-е сутки) послеоперационном периоде, в группах по 10 кроликов.

В указанные сроки в условиях операционной животным под наркозом выполнялась релапаротомия, ревизия брюшной полости с последующим выведением в рану участка тонкой кишки с наложенным анастомозом (рис. 3).

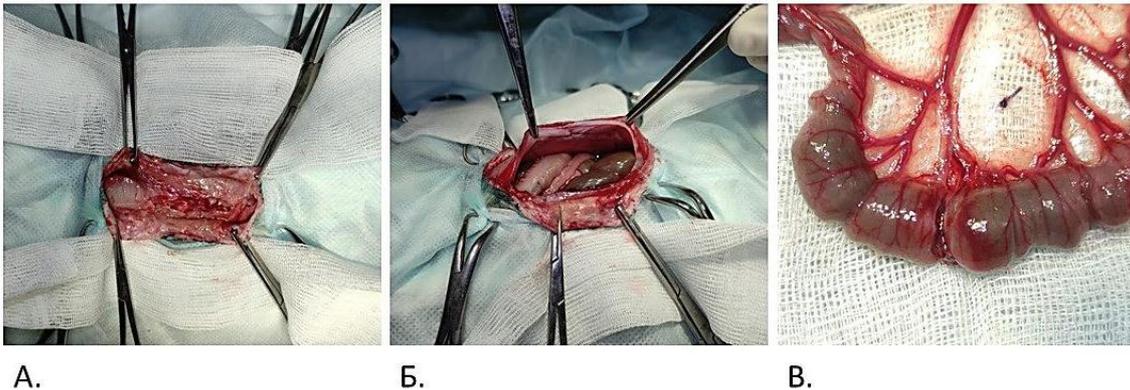


Рис. 3. А – релапаротомия (3-и сутки), Б – ревизия брюшной полости (3-и сутки), В – кишечный анастомоз (3-и сутки)

Интраоперационно выполнялась оценка локального кровотока в режиме двухканальной записи в течение 1 мин, первый датчик устанавливался на интактный участок кишки, второй – в зону анастомоза (рис. 4).

Для увеличения статистической значимости у каждого животного выполнялось две серии записи ЛДФ-граммы из разных участков исследуемых областей.

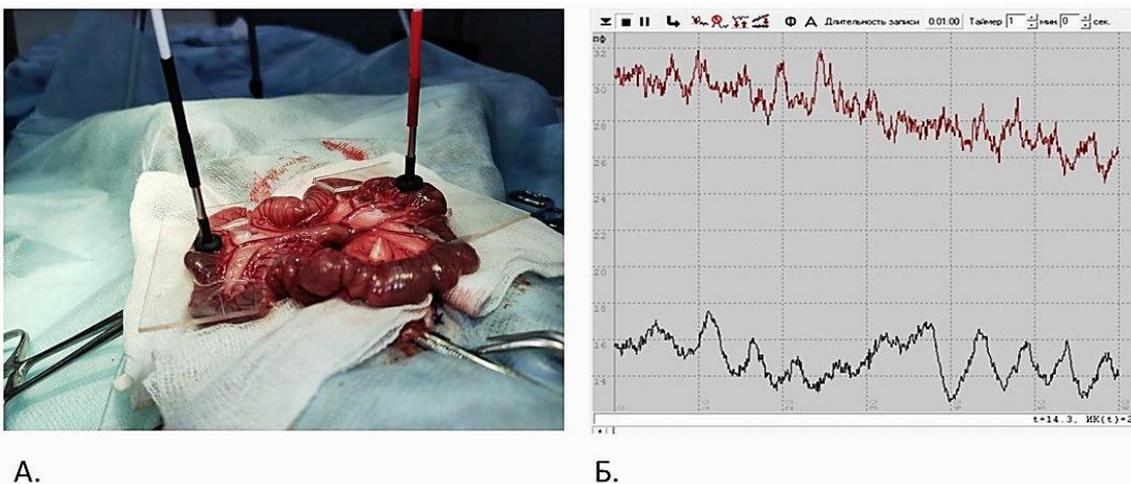


Рис. 4. А – режим двухканальной записи, черный датчик анализатора установлен на область кишечного анастомоза, красный датчик – интактный кишечник (7-е сутки), Б – ЛДФ-грамма: красный график интактный кишечник, черный – кишечный анастомоз (7-е сутки)

Стандартный протокол оценки состояния микроциркуляции при анализе ЛДФ-грамм включал 3 измерения: 1) определялась величина среднего потока

перфузии крови – М в интервале времени регистрации в перфузионных единицах (пф. ед.); 2) среднее колебание перфузии относительно среднего значения

потока крови – σ определяется в перфузионных единицах (пф. ед.); 3) интегральный показатель коэффициента вариации – Kv, вычисляется в процентах. Обработка и анализ полученных данных проведены в программе Microsoft Excel 2016.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Все экспериментальные животные после проведенного оперативного вмешательства и наркоза

выжили, при этом отмечалось снижение аппетита и активности кроликов в первые часы после операции с восстановлением аппетита к концу первых суток и полной двигательной активности ко вторым суткам. Клинических признаков послеоперационных осложнений не отмечалось. Стул у всех исследуемых животных наблюдался с конца первых суток. При оценке состояния локального кровотока с использованием ЛДФ в раннем и позднем послеоперационном периоде получены следующие данные (табл.).

Показатели состояния локального кровотока области кишечного анастомоза и интактного кишечника в динамике 14 суток (M \pm σ)

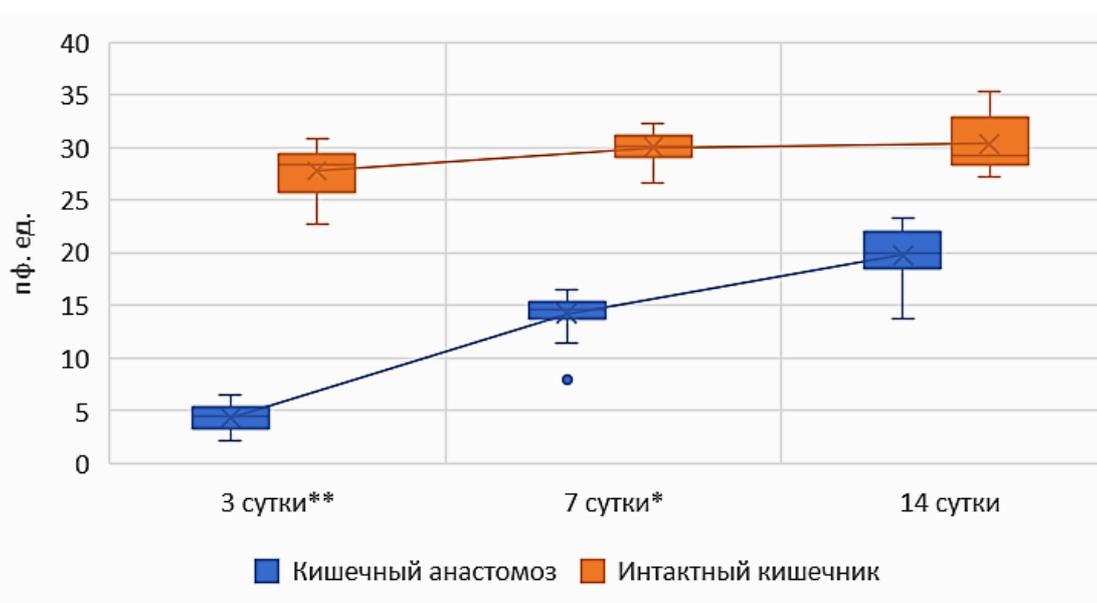
Показатели ЛДФ-граммы	3-и сутки		7-е сутки		14-е сутки	
	кишечный анастомоз	интактный кишечник	кишечный анастомоз	интактный кишечник	кишечный анастомоз	интактный кишечник
M, пф. ед.	4,28 \pm 1,21 [#]	27,76 \pm 2,19	14,2 \pm 1,52 [°]	30,01 \pm 1,46	19,75 \pm 2,87 [*]	30,36 \pm 2,6
Kv, %	7,82 \pm 1,61 [*]	6,09 \pm 3,65	6,92 \pm 2,42	6,79 \pm 3,28	5,98 \pm 2,93 [*]	7,58 \pm 3,59
σ , пф. ед.	0,49 \pm 0,42 [*]	1,91 \pm 0,7	1,24 \pm 0,6 [*]	2,08 \pm 1,04	1,18 \pm 0,42 [*]	2,18 \pm 0,96

Примечание. M – величина среднего потока перфузии крови в интервале времени; Kv – коэффициент вариации; σ – среднее колебание перфузии относительно среднего значения потока крови, достоверно по отношению к показателям интактного кишечника.

^{*} $p < 0,05$; [#] $p < 0,001$; [°] $p < 0,01$, достоверность оценивалась с помощью критерия Манна – Уитни.

Анализ ЛДФ-грамм показал значительное снижение среднего потока перфузии крови и снижение локального кровотока в области дигестивного анастомоза в раннем послеоперационном периоде

(3-и сутки), с последующим постепенным восстановлением кровотока в области анастомоза в позднем послеоперационном периоде (с 7-х по 14-е сутки) (рис. 5).



^{**} $p < 0,001$, ^{*} $p < 0,01$, достоверность оценивалась с помощью критерия Манна – Уитни

Рис. 5. Величина среднего потока перфузии крови (M) в раннем (3-и сутки) и позднем (7, 14-е сутки) послеоперационном периоде

Анализ показателей микроциркуляции в раннем послеоперационном периоде определил значительное достоверное снижение базального кровотока в области дигестивного анастомоза по сравнению с интактным кишечником.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные экспериментальные результаты характеризуют изменения микроциркуляции зоны дигестивного анастомоза в динамике его заживления. При этом наибольшее снижение показателей скорости локального кровотока и перфузии тканей области дигестивного анастомоза наблюдается в раннем послеоперационном периоде (3-и сутки), что позволяет нам выделить наиболее значимый период уязвимости кишечного анастомоза. Данный период является важнейшим, с точки зрения разработки и применения способов, направленных на стимуляцию локального кровотока и регенерации кишечного анастомоза с целью предупреждения его несостоятельности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Anastomotic leaks after intestinal anastomosis: it's later than you think / N. Hyman, T.L. Manchester, T. Osler [et al.] // *Ann Surg.* 2007. P. 254–258. doi: 10.1097/01.sla.0000225083.27182.85.
2. Systematic review of preoperative, intraoperative and postoperative risk factors for colorectal anastomosis leakage / F.D. McDermott, A. Heeney, M.E. Kelly [et al.] // *Br. J. Surg.* 2015. No. 102. P. 462–479. doi: 10.1002/bjs.9697.
3. Proliferation-promoting effect of platelet-rich plasma on human adipose-derived stem cells and human dermal fibroblasts / N. Kakudo, T. Minakata, T. Mitsui [et al.] // *Plast Reconstr Surg.* 2008. Vol. 122 (5). P. 1352–1360. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181882046.
4. Surgical complications and their impact on patients' psychosocial well-being: a systematic review and meta-analysis / A. Pinto, O. Faiz, R. Davis [et al.] // *BMJ Open.* 2016. Vol. 6 (2). P. e007224. doi: 10.1136/bmjopen-2014-007224.
5. C reactive protein as a predictor of anastomotic leakage in colorectal surgery. Comparison between open and laparoscopic surgery / Ramos Fernández M., Rivas Ruiz F., Fernández López A. [et al.] // *Cir Esp.* 2017. Vol. 95 (9). P. 529–535. doi: 10.1016/j.ciresp.2017.08.003.
6. Жариков А.Н., Лубянский В.Г., Кантеева Ю.Л. Влияние нарушений региональной гемодинамики и микроциркуляции кишечной стенки на возникновение острых перфораций тонкой кишки // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии.* 2015. № 1. С. 34–44. doi: 10.18499/2070-478X-2015-8-1-34-44.
7. Возможности управления репаративной регенерацией в хирургии желудочно-кишечного тракта / В.В. Плечев, С.Л. Шилов, Д.В. Плечева [и др.] // *Медицинский вестник Башкортостана.* 2010. № 6. С. 24–27.
8. Диагностика ишемических повреждений кишечника при некоторых острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости / В.М. Тимербулатов, Ш.В. Тимербулатов, Р.Б. Сагитов [и др.] // *Креативная хирургия и онкология.* 2017. № 3. С. 40–52.
9. Лазерная доплеровская флоуметрия в выборе объема резекции кишечника у больных острым артериальным нарушением мезентериального кровообращения / А.И. Хрипун, А.Д. Прямыков, С.Н. Шурыгин [и др.] // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2012. № 10. С. 40–44.
10. Briers J.D. Laser Doppler, speckle and related techniques for blood perfusion mapping and imaging // *Physiol Meas.* 2001. Vol. 22 (4). P. R35–R66. doi: 10.1088/0967-3334/22/4/201.

REFERENCES

1. Hyman N., Manchester T.L., Osler T., Burns B., Cataldo P.A. Anastomotic leaks after intestinal anastomosis: it's later than you think. *Ann Surg.* 2007;254–258. doi: 10.1097/01.sla.0000225083.27182.85.
2. McDermott F.D., Heeney A., Kelly M.E., Steele R.J., Carlson G.L., Winter D.C. Систематический обзор предоперационных, интраоперационных и послеоперационных факторов риска утечки колоректального анастомоза. *Br. J. Surg.* 2015;102:462–479. doi: 10.1002/bjs.9697.
3. Kakudo N., Minakata T., Mitsui T., Kushida S., Notodihardjo F.Z., Kusumoto K. Proliferation-promoting effect of platelet-rich plasma on human adipose-derived stem cells and human dermal fibroblasts. *Plast Reconstr Surg.* 2008; 122(5):1352–1360. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181882046.
4. Pinto A., Faiz O., Davis R., Almoudaris A., Vincent C. Surgical complications and their impact on patients' psychosocial well-being: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2016;6(2):e007224. doi: 10.1136/bmjopen-2014-007224.
5. Ramos Fernández M., Rivas Ruiz F., Fernández López A., Loinaz Segurola C., Fernández Cebrián J.M., de la Portilla de Juan F. C reactive protein as a predictor of anastomotic leakage in colorectal surgery. Comparison between open and laparoscopic surgery. *Cir Esp.* 2017;95(9):529–535. doi: 10.1016/j.ciresp.2017.08.003.
6. Zharikov A.N., Lubyansky V.G., Kanteeva Yu.L. Influence of violations of regional hemodynamics and microcirculation of the intestinal wall on the occurrence of acute perforations of the small intestine. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii = Bulletin of experimental and clinical surgery.* 2015;1:34–44. doi: 10.18499/2070-478X-2015-8-1-34-44. (In Russ.).
7. Pletchev V.V., Shilov S.L., Pletcheva D.V., Shikova U.V., Elova E.V. About the ways of stimulating the reparative regeneration process in surgical treatment of gastrointestinal tract. *Medicinskij vestnik Bashkortostana = Bashkortostan medical journal.* 2010;6:24–27. (In Russ.).
8. Timerbulatov Sh.V., Sagitov R.B., Sultanbaev A.U. Diagnosis of intestinal ischemic injury in acute surgical diseases of the abdominal cavity. *Kreativnaya khirurgiya*

i onkologiya = Creative surgery and oncology. 2017;3:40–52. (In Russ.).

9. Khripun A. I., Pryamikov A. D., Shurygin S. N. et al. Laser Doppler flowmetry in the choice of bowel resection volume in patients with acute arterial mesenteric circulation

disorder. *Khirurgiya. Journal im. N.I. Pirogova = Surgery. Journal them. N.I. Pirogov.* 2012;10:40–44. (In Russ.).

10. Briers J.D. Laser Doppler, speckle and related techniques for blood perfusion mapping and imaging. *Physiol Meas.* 2001;22(4):R35–R66. doi: 10.1088/0967-3334/22/4/201.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

С.В. Поройский – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой медицины катастроф, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; poroyskiy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6990-6482>

Е.А. Морозов – ассистент кафедры общей хирургии с курсом урологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-9495-3424>

Статья поступила в редакцию 06.04.2022; одобрена после рецензирования 24.05.2022; принята к публикации 30.05.2022.

The authors declare no conflicts of interests.

Information about the authors

S.V. Poroyskiy – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Disaster Medicine, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; poroyskiy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6990-6482>

E.A. Morozov – Assistant of the Department of General Surgery with a course of Urology, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9495-3424>

The article was submitted 06.04.2022; approved after reviewing 24.05.2022; accepted for publication 30.05.2022.