



Первый опыт применения лазерного излучения в лечении ран после открытой геморроидэктомии

С.А. Фролов¹, Д.В. Вышегородцев¹, А.М. Кузьминов¹, В.Ю. Королик¹,
А.Р. Мелкумян¹, М.А. Игнатенко¹, И.В. Воробьева², С.Г. Магомедова^{1*}

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

² ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика
Н.Ф. Гамалеи» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Цель: улучшить результаты лечения больных после открытой геморроидэктомии.

Материалы и методы. Проанализированы результаты лечения 62 пациентов после открытой геморроидэктомии ультразвуковым скальпелем, которые были рандомизированы в основную и контрольную группы. Пациентам основной группы выполнена перевязка послеоперационных ран с использованием водорастворимых мазей в сочетании с воздействием лазерным излучением ежедневно со вторых суток после хирургического вмешательства и далее на 14, 21 и 30-е сутки. В контрольной группе выполнялась только перевязка с использованием водорастворимых мазей. В послеоперационном периоде были определены сроки заживления ран на основании данных визуального осмотра, аноскопии, планиметрического и цитологического методов исследования. Выполнено микробиологическое (культуральное) исследование, оценка интенсивности болевого синдрома с применением визуальной аналоговой шкалы на 1–7, 14, 21 и 30-е сутки после хирургического лечения и качества жизни с помощью опросника SF-36 до геморроидэктомии и на 30-е сутки после операции.

Результаты. На 30-е сутки заживление ран произошло у 29/31 (94 %) пациентов основной группы и лишь у 5/31 (16 %) пациентов контрольной ($p < 0,001$). Рост микроорганизмов в основной группе отмечен на 2-е сутки в 31/31 (100 %) случае, на 21-е сутки — в 20/28 (71 %) случаях ($p = 0,001$); в контрольной группе: на 2-е сутки — в 27/31 (87 %), на 21-е сутки — в 30/31 (97 %) случаях, хотя значимости различий не достигнуто ($p = 0,4$). Уровень болевого синдрома уже со вторых суток после хирургического лечения был ниже у пациентов основной группы и составлял 5 (4; 6) баллов, в контрольной — 6 (5; 7) ($p = 0,016$), а на 30-е сутки — 0 (0; 0) баллов в основной и 1 (0; 2) балл в контрольной группе ($p < 0,001$). До лечения группы были сопоставимы по качеству жизни. На 30-е сутки статистически значимые различия отмечались по трем показателям: физическому функционированию (PF) — 80 (75; 93) баллов в основной и 80 (70; 80) баллов в контрольной группе ($p = 0,041$); критерию ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием (RE), — 100 (66; 100) баллов и 66 (17; 67) баллов ($p = 0,002$) соответственно, а также критерию, отражающему интенсивность боли и ее влияние на повседневную деятельность (BP), — 51 (37; 62) балл в основной и 41 (22; 51) балл в контрольной группе ($p = 0,023$).

Выводы. Применение лазерной терапии после геморроидэктомии ультразвуковым скальпелем способствует стимуляции процессов репарации, сокращению сроков заживления послеоперационных ран, снижению бактериальной обсемененности ран, уменьшению интенсивности болевого синдрома и улучшению показателей качества жизни у пациентов основной группы в сравнении с контрольной.

Ключевые слова: лазерная терапия, лазерное излучение, физиотерапевтическое лечение ран, комбинированный геморрой, геморроидэктомия

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Фролов С.А., Вышегородцев Д.В., Кузьминов А.М., Королик В.Ю., Мелкумян А.Р., Игнатенко М.А., Воробьева И.В., Магомедова С.Г. Первый опыт применения лазерного излучения в лечении ран после открытой геморроидэктомии. Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2025;35(1):53–63. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2025-35-1-53-63>

First Experience of Laser Radiation Application in Wound Treatment After Open Hemorrhoidectomy

Sergey A. Frolov¹, Dmitry V. Vyshgorodtsev¹, Alexandr M. Kuzminov¹, Vyacheslav Yu. Korolik¹, Alina R. Melkumyan¹, Maria A. Ignatenko¹, Irina V. Vorobjeva², Salimat G. Magomedova^{1*}

¹ National Medical Research Center of Coloproctology named after A.N. Ryzhikh, Moscow, Russian Federation

² National Research Center for Epidemiology and Microbiology named after Honorary Academician N.F. Gamaleya, Moscow, Russian Federation

Aim: to improve treatment outcomes for patients after open hemorrhoidectomy.

Materials and methods. The results of treatment of 62 patients after open hemorrhoidectomy by ultrasonic scalpel, who were randomized into the main and control groups, 31 persons in each group, were analyzed. The patients of the main group underwent dressing of postoperative wounds using water-soluble ointments in combination with laser irradiation daily from day 2 after the surgical intervention and further on days 14, 21 and 30. In the control group only dressing with the use of water-soluble ointments was performed. In the postoperative period the terms of wound healing were determined based on the data of visual inspection, anoscopy, planimetric and cytologic methods of examination. Microbiological (culture) examination, assessment of pain syndrome intensity using visual analog scale on days 1–7, 14, 21, and 30 after surgical treatment and quality of life using SF-36 questionnaire before hemorrhoidectomy and on day 30 after it were also performed.

Results. On day 30 wound healing occurred in 29/31 (94 %) patients of the main group and only in 5/31 (16 %) patients of the control group ($p < 0.001$). The growth of microorganisms in the main group was noted on day 2 in 31/31 (100 %) cases, on day 21 — in 20/28 (71 %) cases ($p = 0.001$); in the control group: on day 2 — in 27/31 (87 %), on day 21 — in 30/31 (97 %) cases, although the significance of differences was not achieved ($p = 0.4$). The level of pain syndrome was already lower from the second day after surgical treatment in patients of the main group and amounted to 5 (4; 6) points, in the control group — 6 (5; 7) ($p = 0.016$), and on day 30 — 0 (0; 0) points in the main group and 1 (0; 2) point in the control group ($p < 0.001$). Before treatment, the groups were comparable in quality of life; on day 30, statistically significant differences were noted in three indicators: physical functioning (PF) — 80 (75; 93) points in the main group vs. 80 (70; 80) points in the control group ($p = 0.041$); the criterion of role functioning due to emotional state (RE) — 100 (66; 100) points vs. 66 (17; 67) points ($p = 0.002$), and the criterion reflecting the intensity of pain and its impact on daily activities (BP) — 51 (37; 62) points vs. 41 (22; 51) points ($p = 0.023$).

Conclusion. Application of laser therapy after hemorrhoidectomy with ultrasonic scalpel promotes stimulation of reparation processes, shortening of postoperative wound healing time, reduction of bacterial contamination of wounds, reduction of pain syndrome intensity and improvement of quality-of-life indicators in patients of the main group in comparison with the control group.

Keywords: laser therapy, laser radiation, physiotherapeutic wound treatment, combined hemorrhoids, hemorrhoidectomy

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Frolov S.A., Vyshegorodtsev D.V., Kuzminov A.M., Korolik V.Y., Melkumyan A.R., Ignatenko M.A., Vorobjeva I.V., Magomedova S.G. First Experience of Laser Radiation Application in Wound Treatment After Open Hemorrhoidectomy. Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology. 2025;35(1):53–63. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2025-35-1-53-63>

Введение

Геморрой по-прежнему является одним из наиболее распространенных заболеваний человека и, несомненно, представляет социально значимую проблему, поскольку среди больных преобладают лица молодого и среднего трудоспособного возраста [1–3]. В 25 % случаев пациенты с геморроидальной болезнью обращаются за медицинской помощью только на IV стадии заболевания, когда единственным оправданным методом лечения остается геморроидэктомия [4]. Несмотря на радикальность и эффективность хирургического вмешательства, послеоперационный период доставляет пациентам значительные моральные и физические страдания, что обусловлено наличием ран в анальном канале и перианальной области, постоянной бактериальной контаминацией, выраженной воспалительной реакцией и интенсивным болевым синдромом. Сроки заживления послеоперационных ран при этом достаточно длительные. Все эти факты определяют продолжительную нетрудоспособность пациентов, перенесших геморроидэктомию.

На сегодняшний день в арсенале врачей-колопроктологов имеется достаточно большой выбор

современных перевязочных материалов, кремов и мазей, способствующих улучшению регенерации тканей и обладающих антибактериальным действием. Однако интенсивное использование антибиотиков привело к появлению бактериальной резистентности, вследствие чего антибактериальная терапия становится неэффективной, а сроки заживления по-прежнему остаются длительными [5]. В связи с этим все большую актуальность приобретают физические методы воздействия на послеоперационные раны, которые позволили бы существенно уменьшить вышеперечисленные негативные факторы и сократить сроки заживления после геморроидэктомии. Один из таких методов — лазерное воздействие на послеоперационные раны.

Целью исследования является улучшение результатов лечения больных после открытой геморроидэктомии.

Материалы и методы

В ФГБУ «НМИЦ колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Минздрава России с сентября

по декабрь 2023 г. проведено хирургическое лечение 62 пациентам с комбинированным геморроем IV стадии. Все пациенты подписали согласие на участие в исследовании.

Исследование одноцентровое проспективное рандомизированное. Рандомизацию пациентов проводили 1:1 при помощи интернет-ресурса RandStuff.ru. Первичная точка исследования — частота эпителизации послеоперационных ран на 30-е сутки после открытой геморроидэктомии.

До операции пациентам выполнялся стандартный комплекс предоперационного обследования. Всем пациентам выполнялась открытая геморроидэктомия ультразвуковым скальпелем. После операции пациенты путем рандомизации были распределены в основную ($n = 31$) и контрольную ($n = 31$) группы.

Пациентам основной группы ежедневно выполнялась перевязка послеоперационных ран с использованием водорастворимых мазей в сочетании с сеансами лазерной терапии ежедневно с 1-х по 7-е сутки после операции, далее один раз в неделю — на 14, 21, 30-е сутки и до полного заживления ран. Сеансы лазерной терапии осуществлялись на волоконном лазере с длиной волны 970 нм отечественного производства фирмы «ИРЭ-полус». Аппарат имеет настраиваемую насадку, которая обеспечивает изменение диаметра лазерного луча.

При выполнении процедуры пациент находился в положении для литотомии. Настраиваемая насадка устанавливалась на расстоянии 15 см от раневой поверхности. На рану бесконтактно воздействовали расфокусированным лазерным лучом диаметром на месте воздействия 15 см, мощностью 20 Вт, в импульсно-периодическом режиме при длительности импульсов 50 мс и паузы 100 мс, плотность мощности — $0,038 \text{ Вт/см}^2$. Продолжительность одного сеанса составляла 4 мин (рис. 1).



Рисунок 1. Лазерный аппарат

Figure 1. Laser device

Пациентам контрольной группы выполнялась только перевязка послеоперационных ран с использованием водорастворимых мазей.

Возраст больных составил 51 (44; 57) год в основной и 46 (43; 60) лет в контрольной группе ($p = 0,8$). В основной группе было 20 (65 %) мужчин и 11 (35 %) женщин, в контрольной — 21 (68 %) мужчина и 10 (32 %) женщин. По антропометрическим данным, наличию сопутствующих заболеваний, длительности заболевания, срокам нахождения в стационаре, длительности хирургического вмешательства пациенты основной и контрольной групп статистически значимо не различались (табл. 1).

Оценка интенсивности болевого синдрома осуществлялась с применением визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) на 1–7, 14, 21 и 30-й дни. Способами определения заживления ран были визуальный осмотр, пальцевое исследование прямой кишки, аноскопия, планиметрический метод

Таблица 1. Общая характеристика пациентов основной и контрольной групп

Table 1. General characteristics of the patients in the main and control groups

Показатель <i>Parameter</i>	Основная группа <i>Main group</i> $n = 31$	Контрольная группа <i>Control group</i> $n = 31$	p
Пол / <i>Gender</i> мужской / <i>male</i> женский / <i>female</i>	20 (65 %) 11 (35 %)	21 (68 %) 10 (32 %)	0,8
Возраст, лет / <i>Age, years</i>	51 (44; 57)	46 (43; 60)	0,8
Индекс массы тела, кг/м^2 <i>Body mass index, kg/m^2</i>	27,7 (24,3; 30,9)	25,5 (24,1; 28,9)	0,3
Койко-дни / <i>Bed days</i>	7 (7; 7)	7 (6; 7)	0,2
Длительность операции, мин <i>Operation duration, min</i>	20 (15; 30)	25 (15; 30)	0,4
Длительность заболевания, годы <i>Duration of the disease, years</i>	7 (4; 10)	5 (5; 10)	0,7
Количество пациентов с сопутствующими заболеваниями <i>Number of patients with comorbidities</i>	13 (42 %)	8 (26 %)	0,2

и, в качестве метода, позволяющего достоверно судить о регенерации, цитологическое исследование мазков-отпечатков с поверхности послеоперационных ран. Площадь послеоперационной раны рассчитывали с помощью программы *Ip_square 5.0*. Для определения влияния лазерного излучения на микробный спектр послеоперационных ран всем пациентам было выполнено микробиологическое (культуральное) исследование. Взятие материала выполнялось после обработки ран физиологическим раствором (0,9 % NaCl) однократно у пациентов контрольной группы и дважды у пациентов основной группы: до и после обработки лазерным излучением. Качество жизни определяли с помощью опросника SF-36 до операции и на 30-й день после операции.

Статистический анализ

Информация по анализируемым показателям вносилась в реляционную базу данных в Microsoft Access (Microsoft Corp., США). Статистическая обработка данных выполнена в RStudio (R v. 4.4.1; R Core Team, Австрия) с применением библиотек RODBC, dplyr, gtsummary. Все количественные величины представлены в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей (*Me (Q1; Q3)*); качественные — абсолютными и относительными частотами (*n (%)* или *n/N (%)*). Сравнение групп проводили критерием суммы рангов Уилкоксона для количественных и качественных порядковых величин; бинарные качественные — критерием χ^2 Пирсона при ожидаемых значениях > 10 , при меньших значениях — двусторонним точным критерием Фишера. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Процедура лазерной терапии хорошо переносилась всеми пациентами и не вызывала побочных реакций и осложнений.

При анализе распределения интенсивности болевого синдрома отмечено, что уровень болевого синдрома у пациентов основной группы был статистически значимо ниже, чем в контрольной: на 2-е сутки — 5 (4; 6) баллов в основной и 6 (5; 7) баллов в контрольной группе ($p = 0,016$), на 30-е сутки — 0 (0; 0) баллов в основной и 1 (0; 2) баллов в контрольной группе ($p < 0,001$) (табл. 2).

При сравнении планиметрических показателей между группами площадь послеоперационных ран со 2-х по 7-е сутки значимо не отличалась ($p = 0,4$), однако уже с 14-го дня площадь ран у пациентов основной группы была статистически значимо меньше, чем в контрольной: 107 (97; 124) мм² против 128 (107; 142) мм² ($p = 0,014$), а на 30-е сутки — 0 (0; 0) мм² против 64 (23; 87) мм² ($p < 0,001$), что позволяет судить о способности лазерного излучения стимулировать репаративные процессы (табл. 3).

Цитоморфологическая картина в основной и контрольной группах на 2-е сутки существенно не отличалась и была представлена элементами воспаления преимущественно нейтрофильного характера с элементами крови и смешанной флорой (рис. 2).

На 7-е сутки морфологическая картина у пациентов основной и контрольной групп соответствовала цитограмме воспаления. Однако в основной группе чаще определялись гистиоциты (у 17 (54,8 %) пациентов) и фибробласты (у 7 (22,6 %) пациентов), что свидетельствует об активно протекающих процессах очищения и начальных признаках репарации ран. У пациентов контрольной группы гистиоциты были обнаружены в 15 (48,4 %) случаях, фибробласты встречались в три раза реже по сравнению с основной группой — 2 (6,5 %) случая (рис. 3).

На 14-й день после операции морфологическая картина у пациентов основной группы преимущественно соответствовала цитограмме

Таблица 2. Интенсивность болевого синдрома по ВАШ на 1–7, 14, 21 и 30-е сутки после операции
Table 2. Pain intensity by VAS on days 1–7, 14, 21 and 30 after the surgery

Сутки после операции <i>Days after the surgery</i>	Интенсивность болевого синдрома (баллы) <i>Pain intensity (points)</i>		<i>p</i>
	Основная группа <i>Main group</i> <i>n</i> = 31	Контрольная группа <i>Control group</i> <i>n</i> = 31	
1	6 (4; 7)	6 (6; 8)	0,075
2	5 (4; 6)	6 (5; 7)	0,016
3	4 (3; 6)	6 (5; 7)	<0,001
4	3 (3; 5)	6 (5; 6)	<0,001
5	3 (3; 4)	5 (5; 6)	<0,001
6	3 (2; 4)	5 (5; 6)	<0,001
7	3 (2; 4)	5 (4; 5)	<0,001
14	2 (1; 2)	4 (2; 4)	<0,001
21	1 (0; 1)	2 (2; 3)	<0,001
30	0 (0; 0)	1 (0; 2)	<0,001

Таблица 3. Площадь послеоперационных ран на 2, 7, 14, 21 и 30-е сутки после операции
Table 3. Area of postoperative wounds on days 2, 7, 14, 21, and 30 after the surgery

Сутки после операции <i>Days after the surgery</i>	Площадь ран, мм ² <i>Wound area, mm²</i>		<i>p</i>
	Основная группа <i>Main group</i> <i>n</i> = 31	Контрольная группа <i>Control group</i> <i>n</i> = 31	
2	159 (145; 175)	157 (137; 168)	0,4
7	149 (135; 173)	151 (130; 162)	0,4
14	107 (97; 124)	128 (107; 142)	0,014
21	54 (27; 75)	101 (83; 114)	< 0,001
30	0 (0; 0)	64 (23; 87)	< 0,001

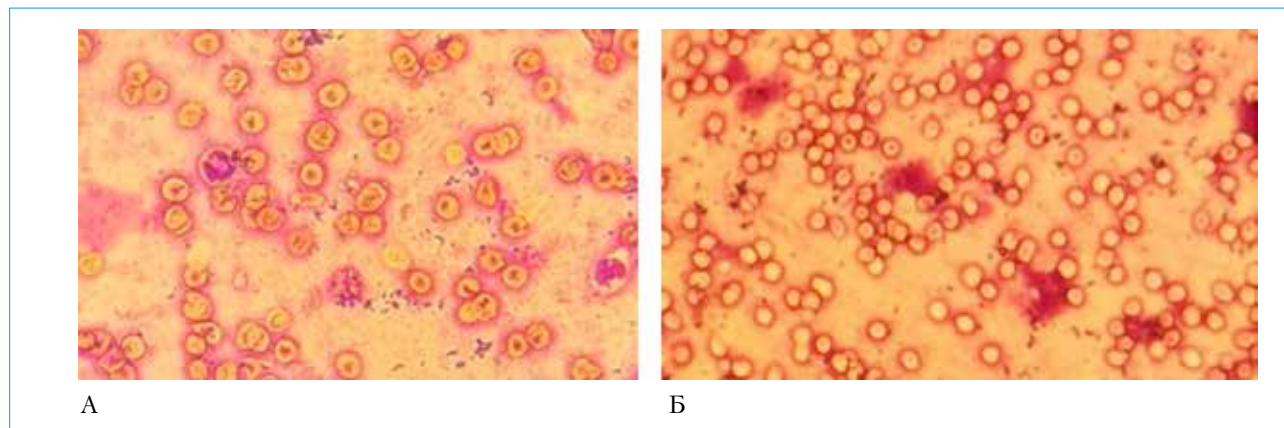


Рисунок 2. Цитологическая картина на 2-е сутки после операции: А — основная группа (пациент К., 43 года; цитограмма представлена клеточными элементами крови, единичными лейкоцитами; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$); Б — контрольная группа (пациент Т., 49 лет; цитограмма представлена клеточными элементами крови, единичными лейкоцитами; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$)

Figure 2. Cytologic picture on day 2 after the surgery: А — the main group (patient K., 43 years old; cytogram is represented by blood cell elements, single leukocytes; Pappenheim staining, $\times 400$); Б — the control group (patient T., 49 years old; cytogram is represented by blood cellular elements, single leukocytes; Pappenheim staining, $\times 400$)

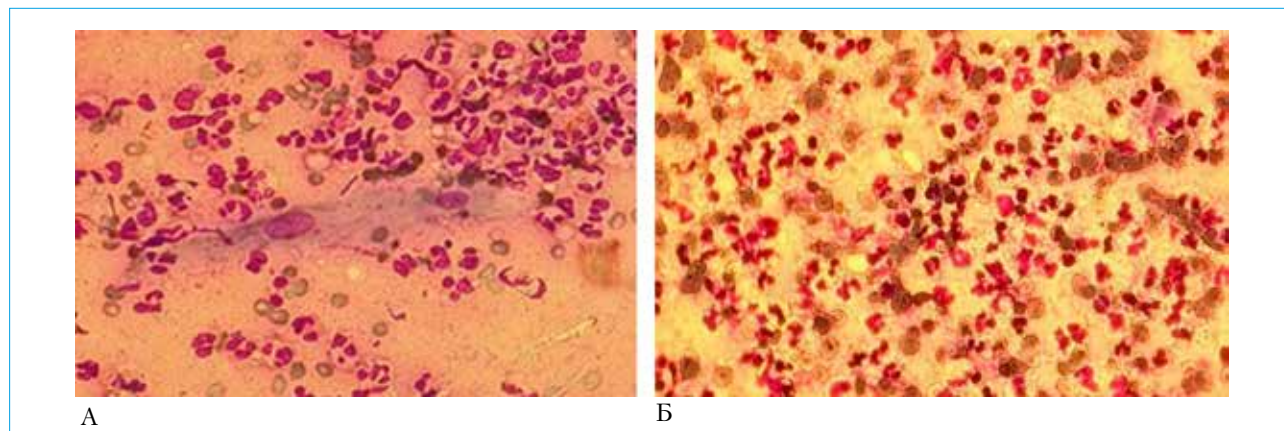


Рисунок 3. Цитологическая картина на 7-е сутки после операции: А — основная группа (пациент К., 43 года; цитограмма представлена элементами воспаления нейтрофильного характера, гистиоцитами; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$); Б — контрольная группа (пациент Т., 49 лет; цитограмма представлена элементами воспаления нейтрофильного характера, элементами крови; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$)

Figure 3. Cytologic picture on day 7 after the surgery: А — the main group (patient K., 43 years old; cytogram is represented by neutrophilic inflammatory elements and histiocytes; Pappenheim staining, $\times 400$); Б — the control group (patient T., 49 years old; cytogram is represented by neutrophilic inflammatory elements and blood elements; Pappenheim staining, $\times 400$)

пролиферативного типа, о чем свидетельствует обнаружение в мазках-отпечатках гистиоцитов и фибробластов в большом количестве — у 21 (67,7 %) пациента. В то же время в контрольной группе указанный тип цитограммы определялся только в 9 (29,0 %) случаях (рис. 4).

К 21-му дню после оперативного вмешательства помимо гистиоцитов и фибробластов обнаруживались клетки плоского эпителия различной степени зрелости — у 15 (48,4 %) пациентов

основной группы и 8 (25,8 %) пациентов контрольной. При этом у 3 пациентов основной группы произошло полное заживление ран, что было подтверждено обнаружением клеток зрелого плоского эпителия в мазках-отпечатках (рис. 5).

На 30-й день после операции тип цитограммы, при котором отсутствовали признаки воспаления и выявлялись клетки зрелого плоского эпителия, что соответствует стадии репарации, был определен у 29 (93,6 %) пациентов основной группы

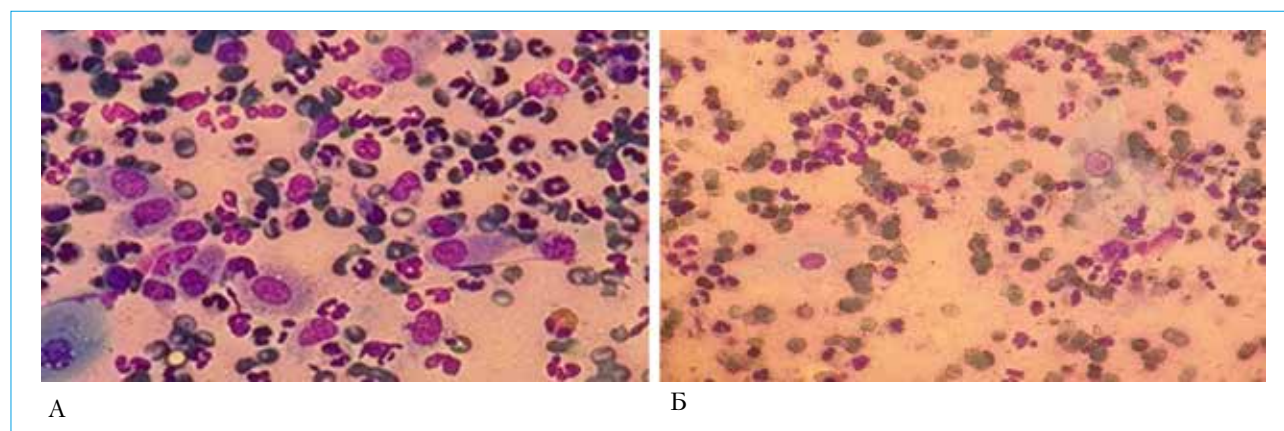


Рисунок 4. Цитологическая картина на 14-е сутки после операции: А — основная группа (пациент К., 43 года; цитограмма представлена элементами воспаления нейтрофильного характера, гистиоцитами и фибробластами в большом количестве; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$); Б — контрольная группа (пациент Т., 49 лет; цитограмма представлена элементами воспаления нейтрофильного характера, единичными гистиоцитами; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$)

Figure 4. Cytologic picture on day 14 after the surgery: А — the main group (patient K., 43 years old; cytogram is represented by neutrophilic inflammatory elements, histiocytes and fibroblasts in large numbers; Pappenheim staining, $\times 400$); Б — the control group (patient T., 49 years old; cytogram is represented by neutrophilic inflammatory elements, single histiocytes; Pappenheim staining, $\times 400$)

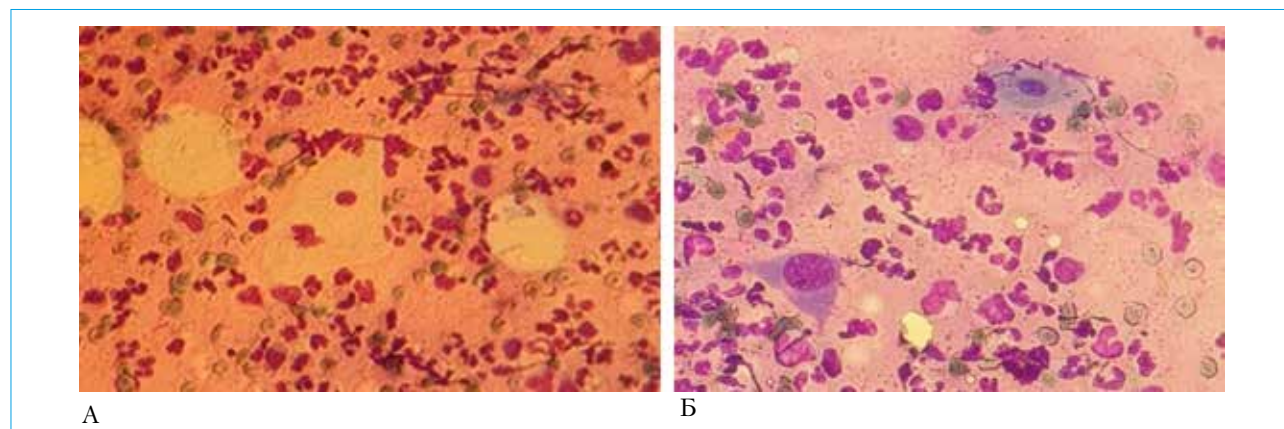


Рисунок 5. Цитологическая картина на 21-е сутки после операции: А — основная группа (пациент К., 43 года; цитограмма представлена единичными фибробластами и гистиоцитами, клетками плоского эпителия; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$); Б — контрольная группа (пациент Т., 49 лет; цитограмма представлена элементами воспаления в большом количестве, гистиоцитами и единичными фибробластами; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$)

Figure 5. Cytologic picture on day 21 after the surgery: А — the main group (patient K., 43 years old; cytogram is represented by single fibroblasts and histiocytes, squamous epithelial cells; Pappenheim staining, $\times 400$); Б — the control group (patient T., 49 years old; cytogram is represented by inflammatory elements in large amount, histiocytes and single fibroblasts; Pappenheim staining, $\times 400$)

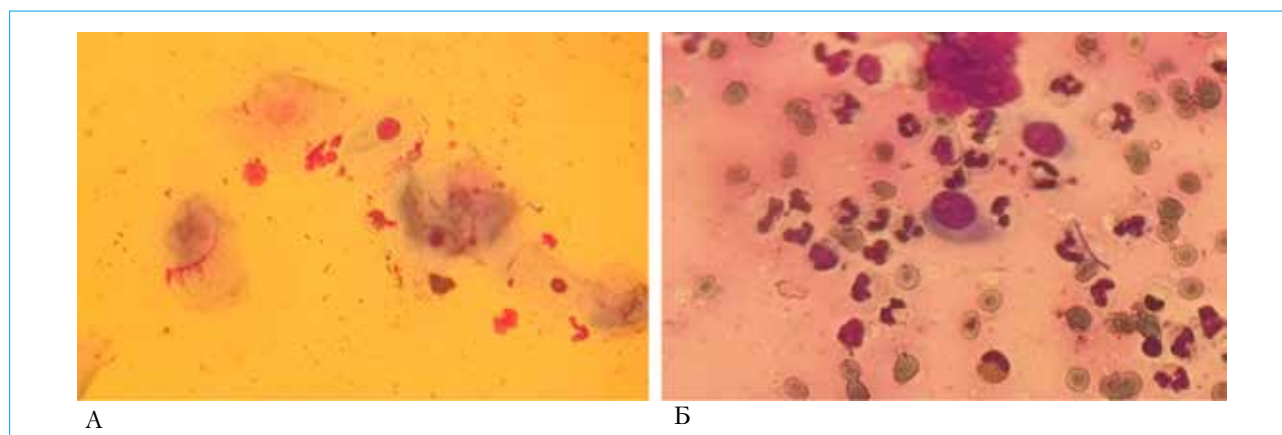


Рисунок 6. Цитологическая картина на 30-е сутки после операции: А — основная группа (пациент К., 43 года; цитограмма представлена единичными фибробластами и гистиоцитами, клетками плоского эпителия; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$); Б — контрольная группа (пациент Т., 49 лет; цитограмма представлена элементами воспаления в большом количестве, гистиоцитами и единичными фибробластами; окрашивание по Паппенгейму, $\times 400$)

Figure 6. Cytologic picture on day 30 after the surgery: А — the main group (patient K., 43 years old; cytogram is represented by single fibroblasts and histiocytes, squamous epithelial cells; Pappenheim staining, $\times 400$); Б — the control group (patient T., 49 years old; cytogram is represented by inflammatory elements in large amount, histiocytes and single fibroblasts; Pappenheim staining, $\times 400$)

и только у 5 (16,1 %) пациентов контрольной (рис. 6). Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии лазерного излучения на скорость заживления ран.

На основании макроскопических (визуальный осмотр, пальцевое исследование, аноскопия), планиметрических и цитологических характеристик были определены сроки заживления ран. На 30-е сутки заживление ран произошло у 29 (94 %) пациентов основной группы и только у 5 (16 %) пациентов контрольной ($p < 0,001$). К 40-м суткам эпителизация ран отмечена у всех пациентов основной группы и только у 10 (32 %) пациентов контрольной ($p < 0,001$). В контрольной группе заживление ран у всех пациентов произошло лишь на 45-е сутки (табл. 4).

Посев раневого отделяемого проводился с учетом роста микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях. При культуральном исследовании получен рост культивируемых аэробных бактерий, облигатно-анаэробных бактерий и грибов,

колонизирующих раневую поверхность и являющихся этиологическим фактором для развития раневой инфекции. Микробиота раны данной области формируется из представителей как кишечной микробиоты, так и микробиоты кожи. В исследовании проведен мониторинг изменения состава микробиоты раны на различных этапах лечения и заживления. Так, при оценке микробного спектра послеоперационных ран до начала лечения группы были сопоставимы по наличию роста и видовому составу микроорганизмов. Наиболее часто встречались *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus haemolyticus*.

Если на 2-е сутки после операции рост микроорганизмов отмечался в 100 % случаев, то к 21-м суткам после лазерного воздействия микроорганизмы высевались лишь в 71,4 % ($p = 0,001$). При этом изменялся как количественный, так и видовой состав микроорганизмов: количество выделенных микроорганизмов на 2-е сутки составило 60,

Таблица 4. Частота заживления ран на 14, 21, 30, 40 и 45-е сутки после операции

Table 4. The frequency of wound healing on days 14, 21, 30, 40, and 45 after the surgery

Сутки после операции <i>Days after the surgery</i>	Частота заживления ран <i>The frequency of wound healing</i>		<i>p</i>
	Основная группа <i>Main group</i> <i>n</i> = 31	Контрольная группа <i>Control group</i> <i>n</i> = 31	
14	0	0	—
21	3 (10 %)	0	0,2
30	29 (94 %)	5 (16 %)	$< 0,001$
40	31 (100 %)	17 (55 %)	$< 0,001$
45	31 (100 %)	31 (100 %)	—

на 21-е — 32, количество видов микроорганизмов уменьшилось с 22 на 2-е сутки до 12 на 21-е сутки. В контрольной группе значимых изменений отмечено не было (табл. 5).

Таким образом, сравнительный анализ микробного спектра между группами показал статистически достоверное снижение количества высеваемых микроорганизмов при лазерной терапии послеоперационных ран, что свидетельствует о снижении колонизации раны микробными ассоциациями и в свою очередь снижает риск развития раневой инфекции [14].

Анализ качества жизни пациентов по опроснику SF-36 до лечения показал сопоставимость групп, однако в послеоперационном периоде (30-е сутки) были выявлены статистически значимые различия

по трем показателям: физическому функционированию (PF) — 80 (75; 93) баллов в основной группе, 80 (70; 80) баллов в контрольной группе ($p = 0,041$); интенсивности боли (BP) — 51 (37; 62) балл в основной группе, 41 (22; 51) балл в контрольной ($p = 0,023$); а также ролевому функционированию, обусловленному эмоциональным состоянием (RE), — 100 (66; 100) баллов в основной группе, 66 (17; 67) баллов в контрольной ($p = 0,002$) (табл. 6).

Обсуждение

Лазерная терапия широко применяется в качестве метода лечения, позволяющего добиться уменьшения болевых ощущений и воспаления,

Таблица 5. Сравнительная оценка микробного спектра послеоперационных ран на 2-е и 21-е сутки в основной (до обработки лазерным излучением) и контрольной группе

Table 5. Comparative assessment of the microbial spectrum of postoperative wounds on days 2 and 21 in the main (before laser treatment) and control groups

Показатель <i>Parameter</i>	Основная группа <i>Main group</i>			Контрольная группа <i>Control group</i>		
	2-е сутки <i>Day 2</i> <i>n = 31</i>	21-е сутки <i>Day 21</i> <i>n = 28</i>	<i>p</i>	2-е сутки <i>Day 2</i> <i>n = 31</i>	21-е сутки <i>Day 21</i> <i>n = 31</i>	<i>p</i>
Наличие роста микроорганизмов <i>Presence of microbial growth</i>	31 (100 %)	20 (71,4 %)	0,001	27 (87 %)	30 (97 %)	0,4
Количество штаммов микроорганизмов <i>Number of microorganism strains</i>	60	32	—	65	58	—
Количество видов микроорганизмов (микробное разнообразие) <i>Number of microbial species (microbial diversity)</i>	22	12	—	23	18	—

Таблица 6. Оценка качества жизни пациентов по опроснику SF-36 до операции и через 30 суток после нее

Table 6. Assessment of the quality of life of patients according to the SF-36 questionnaire before and 30 days after the surgery

Показатель <i>Parameter</i>	До операции <i>Before the surgery</i>			30-е сутки после операции <i>Day 30 after the surgery</i>		
	Основная группа <i>Main group</i> <i>n = 31</i>	Контрольная группа <i>Control group</i> <i>n = 31</i>	<i>p</i>	Основная группа <i>Main group</i> <i>n = 31</i>	Контрольная группа <i>Control group</i> <i>n = 31</i>	<i>p</i>
PF	90 (63; 100)	90 (78; 95)	0,9	80 (75; 93)	80 (70; 80)	0,041
RP	100 (13; 100)	100 (43; 100)	0,3	50 (0; 88)	25 (0; 75)	0,2
BP	64 (52; 100)	94 (47; 100)	0,7	51 (37; 62)	41 (22; 51)	0,023
GH	62 (44; 75)	77 (47; 77)	0,2	57 (52; 77)	72 (51; 77)	0,4
VT	55 (48; 85)	60 (43; 85)	0,4	65 (50; 75)	65 (50; 75)	0,7
SF	87 (56; 88)	87 (53; 87)	0,2	75 (50; 88)	62 (37; 88)	0,2
RE	100 (33; 100)	100 (50; 100)	0,3	100 (66; 100)	66 (17; 67)	0,002
MH	60 (54; 86)	64 (48; 88)	0,8	76 (60; 82)	64 (56; 88)	0,5

Примечание: PF — физическое функционирование; RP — ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием; BP — интенсивность боли; GH — общее состояние здоровья; VT — жизненная активность; SF — социальное функционирование; RE — ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием; MH — психическое здоровье.

Note: PF — physical functioning; RP — physical role functioning; BP — bodily pain; GH — general health; VT — vitality; SF — social functioning; RE — emotional role functioning; MH — mental health.

способствующего стимуляции процессов заживления тканей [6].

Возможности применения лазерных технологий в терапевтическом лечении длительно незаживающих ран известны. Существует ряд исследований, доказывающих влияние лазерного излучения на заживление ран. В.В. Ступак и Е.Н. Родюкова в рандомизированном исследовании применили лазерное излучение для лечения пациентов с трофическими язвами и пролежнями. По результатам исследования скорость и процент эпителизации поверхностных пролежней в основной группе выше, чем в контрольной, в 2,1–8,0 и 2,6–6,5 раза соответственно. При глубоких пролежнях картина аналогичная: скорость эпителизации в 4,1–7,4 раза выше, а процент эпителизации в 2,7–4,7 раза выше по сравнению с контрольной группой [7]. Полученные результаты свидетельствуют о стимулирующем влиянии лазерного излучения на процесс эпителизации тканей, что также подтверждается проведенным нами исследованием, где заживление ран у 94 % пациентов основной группы произошло на 30-е сутки, тогда как в контрольной группе только на 45-е сутки.

В литературе описан ряд механизмов, объясняющих эффекты лазерного излучения на биологические ткани.

Согласно одной из теорий лазерное излучение запускает фотохимические реакции в клетках-мишенях, содержащих хромофоры. Основным хромофором в митохондриях, поглощающим фотоны света, является фермент цитохром-С-оксидаза, который расположен в четвертом блоке митохондриальной дыхательной цепи. Взаимодействие инфракрасного излучения с цитохром-С-оксидазой приводит к увеличению протонного градиента, в результате чего увеличивается выработка ионов кальция (Ca^{2+}), активных форм кислорода и аденозинтрифосфата. Излучение в ближнем инфракрасном диапазоне (810–1064 нм) активирует светочувствительные ионные каналы, происходит взаимодействие активных форм кислорода и циклического аденозинмонофосфата с ионами кальция. В результате данных фотохимических реакций происходит активация дифференцировки, пролиферации и миграции клеток [8, 9].

Существуют исследования, доказывающие влияние лазерного излучения на пролиферативную активность фибробластов. Так, в одном из проведенных исследований гистологическое исследование образцов кожи, подвергавшихся лазерному воздействию, показало увеличение количества дермальных фибробластов, митохондрий, промежуточного филамента витина и содержания коллагена и эластина [10].

Еще одним положительным свойством лазерного излучения является стимуляция ангиогенеза

и микроциркуляции. В исследовании Т.В. Кончугова и соавт. пациенты с трофическими язвами нижних конечностей проходили курс лазеротерапии. Данные проведенной в последующем компьютерной капилляроскопии показали, что в основе терапевтической эффективности лазерного воздействия лежит его положительное влияние на все звенья микроциркуляции [11].

Таким образом, изучение полученных нами цитологических характеристик ран подтверждает вышеизложенное и свидетельствует о положительном влиянии лазерного излучения на все стадии раневого процесса.

Существует немало исследований, посвященных описанию влияния лазерного излучения на микробиоту ран. Согласно результатам одного из них лазерное излучение стимулирует иммунный ответ на присутствие микроорганизмов вследствие улучшения бактерицидной активности нейтрофилов, моноцитов, макрофагов. Механизм действия объясняется увеличением продукции перекиси водорода, которая затем, под влиянием фермента миелопероксидазы, преобразуется в химические вещества с высокой реакционной способностью [12].

Другим механизмом, объясняющим бактерицидное действие лазерного излучения, является активация эндогенных фотосенсибилизаторов (например, порфиринов и флавопротеинов), которые могут увеличивать производство свободных радикалов, обладающих цитотоксическим эффектом на бактериальные клетки [13]. Это подтверждается снижением высеваемости микроорганизмов со 2-х по 21-е сутки после проведенной лазерной терапии на 21,8 %, продемонстрированное в нашем исследовании.

В связи с отсутствием данных о физиотерапевтическом влиянии лазерного излучения на раны после открытой геморроидэктомии, нами была разработана безопасная, эффективная, неинвазивная методика, которая может активно применяться в послеоперационном периоде у пациентов колопроктологического профиля.

Выводы

Полученные предварительные результаты доказывают, что применение лазерного излучения в послеоперационном периоде позволяет снизить бактериальную обсемененность ран, что способствует уменьшению воспалительной реакции в тканях и уменьшению болевого синдрома. Кроме того, влияние лазерного излучения на все фазы раневого процесса позволяет добиться сокращения сроков заживления ран и тем самым улучшить качество жизни оперированных пациентов.

Литература / References

1. Шельгин Ю.А., Благодарный Л.А. Справочник колопроктолога. М.: Литтера, 2014:64–89. [Shelygin Yu.A., Blagodarny L.A. Coloproctologist's Guide. Moscow: Lit-tera Publ., 2014:64–89. (In Russ.)].
2. Ассоциация колопроктологов России. Клинические рекомендации: Геморрой. 2024. [Association of Proctologists of Russia. Clinical guidelines: Hemorrhoids. 2024. (In Russ.)].
3. Шельгин Ю.А. Клинические рекомендации: Колопроктология. М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2015. [Shelygin Yu.A. Clinical guidelines: Coloproctology. Moscow: GEOTAR Media Publ., 2015. (In Russ.)].
4. Костенко Н.В., Шомиров С.С., Есин В.И., Халов В.Ю., Титова Ю.П. Динамика раневого процесса после геморроидэктомии. Кубанский научный медицинский вестник. 2014;5:60–6. [Kostenko N.V., Shomirov S.S., Esin V.I., Khalov V.Y., Titova Y.P. Wound healing dynamics after hemorrhoidectomy. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2014;5:60–6. (In Russ.)].
5. Абдулкадырова А.Т., Юсупова П.П., Аджиева Ф.С. Антибиотикорезистентность: исследование механизмов антибиотикорезистентности и поиск новых подходов к лечению. Пенза: Наука и Просвещение, 2023:134–6. [Abdulkadyrova A.T., Yusupova P.P., Adzhieva F.S. Antibiotic resistance: Investigation of the mechanisms of antibiotic resistance and the search for new approaches to treatment. Penza: "Nauka i Prosveshchenie" Publ., 2023:134–6. (In Russ.)].
6. Traverzim M., Makabe S., Silva D.F.T., Pavani C., Bussadori S.K., Fernandes K.S.P., et al. Effect of led photobiomodulation on analgesia during labor: Study protocol for a randomized clinical trial. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(25):e11120. DOI: 10.1097/MD.00000000000011120
7. Ступак В.В., Родюкова Е.Н. Местное низкоинтенсивное лазерное облучение в лечении трофических осложнений у больных с позвоночно-спинномозговой травмой. Хирургия позвоночника. 2005;2:34–40. [Stupak V.V., Rodyukova E.N. Local low intensive laser irradiation for treatment of trophic complications in patients with spinal cord injuries. *Russian Journal of Spine Surgery*. 2005;2:34–40. (In Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2005.2.34-40
8. Hamblin M.R. Photobiomodulation for traumatic brain injury and stroke. *J Neurosci Res*. 2018;96(4):731–43. DOI: 10.1002/jnr.24190
9. Zamani A.R.N., Saberianpour S., Geranmayeh M.H., Bani F., Haghighi L., Rahbarghazi R. Modulatory effect of photobiomodulation on stem cell epigenetic memory: A highlight on differentiation capacity. *Lasers Med Sci*. 2020;35(2):299–306. DOI: 10.1007/s10103-019-02873-7
10. Гребень А.И., Еремин П.С., Костромина Е.Ю., Марков П.А., Гребень Т.Н., Гильмутдинова И.Р. и др. Низкоинтенсивная лазерная терапия: молекулярные механизмы противовоспалительного и регенеративного эффектов. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. 2023;100(2):61–8. [Greiben A.I., Eremin P.S., Kostromina E.Yu., Markov P.A., Greben T.N., Gilmudtinova I.R., et al. Low level laser therapy: Molecular mechanisms of anti-inflammatory and regenerative effects. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2023;100(2):61–8. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/kurort202310002161
11. Кончугова Т.В., Асхадулин Е.В., Кульчицкая Д.Б., Фесюн А.Д., Мельникова Е.А., Никитин М.В. Эффективность комбинированной лазерной терапии у пациентов с трофическими язвами нижних конечностей и хронической венозной недостаточностью. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020;97(5):45–51. [Konchugova T.V., Askhadulin E.V., Kulchitskaya D.B., Fesyun A.D., Melnikova E.A., Nikitin M.V. The effectiveness of combined laser therapy in patients with trophic leg ulcer and chronic venous insufficiency. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2020;97(5):45–51. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/kurort20209705145
12. Silva I.H., de Andrade S.C., de Faria A.B., Fonseca D.D., Gueiros L.A., Carvalho A.A., et al. Increase in the nitric oxide release without changes in cell viability of macrophages after laser therapy with 660 and 808 nm lasers. *Lasers Med Sci*. 2016;31(9):1855–62. DOI: 10.1007/s10103-016-2061-1
13. de Souza da Fonseca A., da Silva Sergio L.P., Men- calha A.L., de Paoli F. Low-power lasers on bacteria: Stimulation, inhibition, or effectless? *Lasers Med Sci*. 2021;36(9):1791–805. DOI: 10.1007/s10103-021-03258-5
14. Bolton L.L., Girolami S., Corbett L., van Rijswijk L. The Association for the Advancement of Wound Care (AAWC) venous and pressure ulcer guidelines. *Ostomy Wound Manage*. 2014;60(11):24–66.

Сведения об авторах

Фролов Сергей Алексеевич — доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научно-образовательной работе, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Контактная информация: info@gnck.ru; 123423, г. Москва, ул. Саяма Адилы, 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-2839>

Вышегородцев Дмитрий Вячеславович — доктор медицинских наук, заведующий отделом малоинвазивной колопроктологии и стационарозамещающих технологий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Контактная информация: info@gnck.ru; 123423, г. Москва, ул. Саяма Адилы, 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6679-1843>

Кузьминов Александр Михайлович — доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела малоинвазивной колопроктологии и стационарозамещающих технологий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Information about the authors

Sergey A. Frolov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Scientific and Educational work, National Medical Research Center of Coloproctology named after A.N. Ryzhikh. Contact information: info@gnck.ru; 123423, Moscow, Salyama Adilya str., 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-2839>

Dmitry V. Vyshegorodtsev — Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Minimally Invasive Coloproctology and Hospital Replacement Technologies, National Medical Research Center of Coloproctology named after A.N. Ryzhikh. Contact information: info@gnck.ru; 123423, Moscow, Salyama Adilya str., 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6679-1843>

Alexandr M. Kuzminov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Director of the Department of Minimally Invasive Coloproctology and Hospital-Replacement Technologies, National Medical Research Center of Coloproctology named after A.N. Ryzhikh.

Контактная информация: 9249591@mail.ru;
123423, г. Москва, ул. Салыма Адилы, 2.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7544-4752>

Королик Вячеслав Юрьевич — кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела малоинвазивной колопроктологии и стационарозаменяющих технологий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: v.korolik@mail.ru;
123423, г. Москва, ул. Салыма Адилы, 2.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2619-5929>

Мелкумян Алина Рантиковна — кандидат медицинских наук, руководитель отдела изучения микробиологических и иммунологических исследований, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: alinamelkumyan@yandex.ru;
123423, г. Москва, ул. Салыма Адилы, 2.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5494-415X>

Игнатенко Мария Андреевна — специалист отдела планирования и организации научных исследований, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: marie_ignatenko@vk.com;
123423, г. Москва, ул. Салыма Адилы, 2.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1182-419X>

Воробьева Ирина Валерьевна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Института вирусологии им. Д.И. Ивановского, ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика Н.Ф. Гамалеи» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: vorobjeva@inbox.ru;
123098, г. Москва, ул. Гамалеи, 18.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1153-4510>

Магомедова Салимат Гаджимурадовна* — аспирант кафедры колопроктологии, ведущий специалист отдела организационно-методического управления и анализа качества медицинской помощи, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии им. А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: magomedova_s98@mail.ru;
123423, г. Москва, ул. Салыма Адилы, 2.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0501-4470>

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: Магомедова С.Г., Вышегородцев Д.В., Королик В.Ю.

Сбор и статистическая обработка материалов: Магомедова С.Г., Мелкумян А.Р., Воробьева И.В., Игнатенко М.А.

Анализ и интерпретация данных, написание текста: Магомедова С.Г., Вышегородцев Д.В., Королик В.Ю.

Финальное редактирование: Магомедова С.Г., Фролов С.А., Кузьминов А.М.

Проверка и согласование верстки с авторским коллективом: Магомедова С.Г.

Contact information: 9249591@mail.ru;
123423, Moscow, Salyama Adilya str., 2.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7544-4752>

Vyacheslav Yu Korolik — Cand. Sci. (Med.), Researcher of the Department of Minimally Invasive Coloproctology and Hospital-Replacement Technologies, National Medical Research Center of Coloproctology named after A.N. Ryzhikh.

Contact information: v.korolik@mail.ru;
123423, Moscow, Salyama Adilya str., 2.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2619-5929>

Alina R. Melkumyan — Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Microbiological and Immunological Research, National Medical Research Center of Coloproctology named after A.N. Ryzhikh.

Contact information: alinamelkumyan@yandex.ru;
123423, Moscow, Salama Adilya str., 2.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5494-415X>

Maria A. Ignatenko — Specialist of the Department of Planning and Organization of Scientific Research, National Medical Research Center of Coloproctology named after A.N. Ryzhikh.

Contact information: marie_ignatenko@vk.com;
123423, Moscow, Salyama Adilya str., 2.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1182-419X>

Irina V. Vorobjeva — Cand. Sci. (Med.), Researcher of the D.I. Ivanovsky Institute of Virology, National Research Center for Epidemiology and Microbiology named after Honorary Academician N.F. Gamaleya.

Contact information: vorobjeva@inbox.ru;
123098, Moscow, Gamaleyi str., 18.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1153-4510>

Salimat G. Magomedova* — Postgraduate of the Department of Coloproctology, Leading Specialist of the Department of Organizational and Methodological Management and Analysis of the Quality of Medical Care, National Medical Research Center of Coloproctology named after A.N. Ryzhikh.

Contact information: magomedova_s98@mail.ru;
123423, Moscow, Salyama Adilya str., 2.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0501-4470>

Authors' contributions

Research concept and design: Magomedova S.G., Vyshegorodtsev D.V., Korolik V.Yu.

Data collection and statistical processing: Magomedova S.G., Melkumyan A.R., Vorobjeva I.V., Ignatenko M.A.

Data analysis and interpretation, text writing: Magomedova S.G., Vyshegorodtsev D.V., Korolik V.Yu.

Final editing: Magomedova S.G., Frolov S.A., Kuzminov A.M.

Proof checking and approval with authors: Magomedova S.G.

Поступила: 30.10.2024 Принята: 29.11.2024 Опубликовано: 28.02.2025

Submitted: 30.10.2024 Accepted: 29.11.2024 Published: 28.02.2025

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author