

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК. 615.8; 616.3

**ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ И СОСУДИСТЫЕ ДИСФУНКЦИИ У
ПАЦИЕНТОВ, ОПЕРИРОВАННЫХ ПО ПОВОДУ ОРТОГНАТИЧЕСКОЙ
ПАТОЛОГИИ, ДО/ПОСЛЕ ФИЗИОТЕРАПИИ**

Жилоков З.Г.¹, Чхеидзе Т.¹, Куликова Н.Г.^{1,2*}, Ткаченко А.С.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия,

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия

Резюме. Актуальность исследования посвящена вопросам рисков формирования воспалительных и сосудистых осложнений у пациентов, оперированных по поводу ортогнатической патологии, что требует разрешения данной проблемы с включением в стандарт лечения преформированных методов физиотерапии. **Цель:** повысить эффективность лечения пациентов с ортогнатической патологией преформированными методами физиотерапии, снизить риски воспалительных осложнений. **Материалы и методы:** проведена оценка стоматологического статуса пациентов, оперированных по поводу ортогнатической патологии. Изучены стоматологические индексы, сосудистые риски воспалительных осложнений по уровню VEGF и рецепторам - sVEGF-R1; sVEGF-R2. Все пациенты, вошедшие, в основные и группы сравнения в раннем послеоперационном периоде получили лазерную терапию (НИЛИ). Акцент делали на применении электромагнитного излучения 635 нм (Сравнение I) и 904 нм (Сравнение II). Одновременно НИЛИ разной длины волны (635 и 904 нм) проводили непосредственно на вестибулярную и оральную поверхности десневых тканей в зоне операции и на кожно в проекционных зонах верхней и нижней челюстей (Основная). **Результаты:** полученные результаты свидетельствуют о доминировании более высокой клинической эффективности в отношении коррекции коллатерального отека раны в раннем послеоперационном периоде, снижая воспалительные риски у пациентов, получивших комбинацию электромагнитного излучения разной длины волны, что отразилось на показателях VEGF-R1 и VEGF-R2. **Выводы:** применение комбинированного спектра лазерного излучения разной

*Адрес для переписки:

Куликова Наталья Геннадьевна, KulikovaNG@nmicrk.ru

Цитирование: Жилоков З.Г., Чхеидзе Т., Куликова Н.Г., Ткаченко А.С. Воспалительные и сосудистые дисфункции у пациентов, оперированных по поводу ортогнатической патологии, до/после физиотерапии. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2023. 1: 16-22.

Citation: Zhilokov Z.G., Chkheidze T., Kulikova N.G., Tkachenko A.S. Endothelial-vascular dysfunctions and inflammatory complications in patients operated on for orthognathic pathology, before / after physiotherapy. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2023. 1: 16-22.

длины волны в раннем послеоперационном периоде у оперированных стоматологических больных корректирует соотношение между рецепторами VEGF-R1/VEGF-R2, позволяя устранить сосудистую дисфункцию и снизить воспалительные риски в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: низкоинтенсивное лазерное излучение, разная длина волны, ортогнатическая патология, ранний послеоперационный период, воспалительные риски, сосудистая дисфункция.

Введение

На протяжении последних 15 лет шло постоянное редактирование методик лазерной терапии в стоматологической практике [9]. Акцент делали на лазерное излучение ($\lambda = 810$ нм), способствующее снижению бактериальной обсемененности эндодонтической системы [1]. Но при этом отмечены явления повышения температуры в дентине и пародонте, что ограничивает применение лазерного излучения данной длины волны в послеоперационном периоде при условии длительного освечивания зон пародонта и периодонта [2,11]. Отмечено, что проведение освечивания в течение 20, 40, 60 секунд зоны пародонта и периодонта обеспечивает эффективное обеззараживание дентинных канальцев (1 балл по Хьюльсман) [11]. С другой стороны, лазерное излучение большей длины волны (940 и 980 нм) не способствует полной деконтаминации всех зон оперативного поля и корневых каналов, поскольку инфракрасный спектр не способен удалять бактериальную биопленку [3,12]. Воздействие красным спектром лазерного излучения (635 нм) демонстрирует высокие клинические эффекты в отношении большинства патогенных микроорганизмов в ротовой полости [12]. Однако в настоящее время в стоматологической практике концепция комбинированного применения лазерного излучения разной длины волны является недостаточно репрезентативной, как в отношении бактерицидного эффекта, так и в отношении снижения рисков воспалительных осложнений, что требует дальнейшего изучения. Несмотря на то, что методы преформированной физиотерапии нашли широкое применение в стоматологической практике, многие аспекты, в том числе целесообразность их применения в раннем послеоперационном периоде с целью устранения сосудистых дисфункций, не изучены. К настоящему времени нет четких методических рекомендаций по их применению, в том числе у оперированных ортогнатических пациентов, свидетельствуя об актуальности проблемы [1-3].

В раннем послеоперационном периоде у пациентов после ортогнатических операций необходимо улучшить микроциркуляцию в тканях пародонта [12-13], повысить дренажную активность, устранить зоны локального воспаления и болевого синдрома, создать оптимальные условия для регенерации поврежденных тканей [6-7]. Установлено, что в раннем послеоперационном периоде сосудистые процессы связаны с гипоксией клеток, с эндотелиальными дисфункциями, изменяя уровни фактора роста VEGF и его рецепторов [10-11]. Исследования специалистов по данному вопросу демонстрируют факт неоднозначного влияния физиотерапевтических факторов на сосудистые функции, участвующие в реализации воспалительных осложнений [8-9]. Так, оптическое лазерное излучение позволяет без фармакологической нагрузки потенцировать иммунные, саногенные, сосудистые и противовоспалительные эффекты, что крайне важно, поскольку сосуды и, особенно, микрососуды, вовлекаясь в постстрессовый механизм послеоперационного периода, нуждаются в мягкой коррекции [4-5].

Цель: повысить эффективность лечения пациентов с ортогнатической патологией методами физиотерапии с целью снижения рисков воспалительных осложнений.

Материалы и методы

Пациенты в первый день после оперативного воздействия включающую комбинацию лазерного излучения длиной волны 635 нм непосредственно на вестибулярную и оральную поверхности десневых тканей и в зоне операции, лабильно, в сканирующей методике, 1,5 минуты (мощность 5 Вт), а затем выполняли импульсную лазерную терапию (ИКЛТ) длиной волны 904 нм (длительность светового импульса 100 с, мощность 15 Вт, 1500 Гц) наочно в проекционных зонах (четыре контрольные точки верхней и нижней челюстей) операции через кожу щеки контактно зонам воздействия, по стабильной методике (1,5 минуты) с временным диапазоном между подачей НИЛИ красной и инфракрасной длины волны не выше 100 с (1,5 минут), что доказано экспериментально в работах Москвина С.В. [3,5]. Процедуры НИЛИ у оперированных больных выполняли излучателем для полостного воздействия - С1 (коэффициент пропускания - 0,6 нм) и С3 (коэффициент пропускания - 0,45 нм.) для наружно-наочного проведения лазерной терапии. Курс лечения - 10 процедур, ежедневно или ч/з день. Использовали лабильно-сканирующую методику, 1,5 минуты (мощность 5 Вт) [14]. Импульсная подача инфракрасной лазерной энергии (ИКЛТ) длиной волны 904 нм проведена при длительности светового импульса 100 с, мощности 15 Вт и частоте 1500 Гц, наочно в проекционных зонах верхней и нижней челюстей.

Возрастно-половой состав исследуемых пациентов, которые были распределены на группы сравнения (Сравнение I, Сравнение II) и в Основную группу, отражён в табличном материале, отражает однородность групп (табл.1).

Таблица 1. Возрастно-половой состав исследуемых стоматологических пациентов в раннем послеоперационном периоде в зависимости от применяемой длины волны лазерного излучения ($M \pm m$)

Параметры		Группы ортогнатических пациентов			
		Основная НИЛИ 635 и 904 нм (n = 39)	Сравнение I НИЛИ 635 нм (n = 40)	Сравнение II НИЛИ 904 нм (n = 40)	Контроль (n = 29)
Возраст, лет		37,2 ± 0,3	36,9 ± 0,51	37,3 ± 0,56	37,2 ± 0,55
Пол	Мужчины	15 (8,3 %)	15 (9,0 %)	15 (9,03 %)	14 (9,03 %)
	Женщины	15 (11,6 %)	16 (11,6 %)	16 (10,9 %)	15 (10,3 %)

Примечание: возраст пациентов представлен в виде $M \pm m$. По критерию хи-квадрат группы однородны ($p < 0,05$), пациенты в среднем имеют возраст $37,2 \pm 0,5$ лет с незначительным стандартным отклонением.

Результаты и обсуждение

Полученные клинические эффекты моновоздействий НИЛИ сравнивали с клиническими эффектами комбинированной лазерной терапии, основанной на применении электромагнитных волн разной длины [13-14], что представлено в таблице (табл.2). Акцент в оценке клинической эффективности делали на степень выраженности коллатерального отека, который оценивали по 4-бальной шкале (от 0 до 4 баллов) [15-16].

Представленный материал свидетельствует, что наиболее высокая клиническая эффективность была достигнута после комбинации лазерных излучений разной длины, как в раннем послеоперационном периоде (1-е сутки), так и в отдаленном периоде (10-е сутки), что имело место в отношении устранения коллатерального отека в зоне операции, что способствовало прекращению кровоточивости в первые дни после лазерного воздействия (рис. 1).

После применения комбинированной лазерной терапии разной длины волны в первые сутки отмечали не только достоверные визуальные эффекты, но и их подтверждение в виде балльных показателей: 1-е сутки после ЛТ - снижение от $2,83 \pm 0,9$ до $2,69 \pm 0,65$ ($p < 0,05$) до $0,39 \pm 0,01$ к 10-у дню, тогда как к этому периоду балльные оценки коллатерального отека после применения лазерного воздействия 635 нм регистрировались на уровне $1,61 \pm 0,61$ баллов, а после лазерного воздействия 904 нм - $1,02 \pm 0,33$ балл, демонстрируя значимую разницу в снижении кровотоковости и степени выраженности отека. По данным оценки ультразвуковой доплерографии (УЗД) и состояния сосудистых систем фактора роста (VEGF) и его рецепторов (VEGF-R1, VEGF-R2) выявленные высокие клинические эффекты комбинированной лазерной терапии подтвердились.

Таблица 2. Клиническая эффективность моновоздействий лазерной терапии и в виде комбинации разных длин волн НИЛИ по динамике выраженности коллатерального отека раны у оперированных ортогнатических пациентов (баллы, $M \pm SD$)

Группы	1-е сутки до ЛТ	1-е сутки после ЛТ	2-е сутки после ЛТ	3-е сутки после ЛТ	5-е сутки после ЛТ	10-е сутки после ЛТ
I Сравнение	$2,85 \pm 0,84^{**}$	$2,78 \pm 0,65^{####}$	$3,15 \pm 0,38^{**}$	$3,01 \pm 0,41^{***}$	$2,04 \pm 0,32^*$	$1,61 \pm 0,31$
II Сравнение	$2,86 \pm 0,93^{**}$	$2,71 \pm 0,55^{#####}$	$2,81 \pm 0,39^{**}$	$2,77 \pm 0,421^{**}$	$1,9 \pm 0,32^*$	$1,02 \pm 0,33^{**}$
Основная	$2,83 \pm 0,91^{**}$	$2,69 \pm 0,65^{####}$	$2,61 \pm 0,45^{**}$	$2,46 \pm 0,45^{**}$	$1,39 \pm 0,25^*$	$0,39 \pm 0,01^{***}$
Контроль	$2,83 \pm 0,88^{**}$	$2,99 \pm 0,65^{**}$	$3,24 \pm 0,45^{***}$	$3,16 \pm 0,45^{***}$	$2,19 \pm 0,25^{**}$	$1,92 \pm 0,01^{**}$

Примечание: * - достоверность различия показателя до/после ЛТ в 1-е сутки по критерию Стьюдента в каждой группе, # – достоверность показателя 1-х суток после ЛТ к 10-у дню в каждой группе по критерию Стьюдента; • динамика на всем периоде по ANOVA по отношению к 10-у дню в каждой группе; " межгрупповая достоверность (по столбцам) по Краскала-Уоллису к 10-у дню по отношению к Сравнение I (- $p < 0,05$; - $p < 0,01$; - $p < 0,001$).

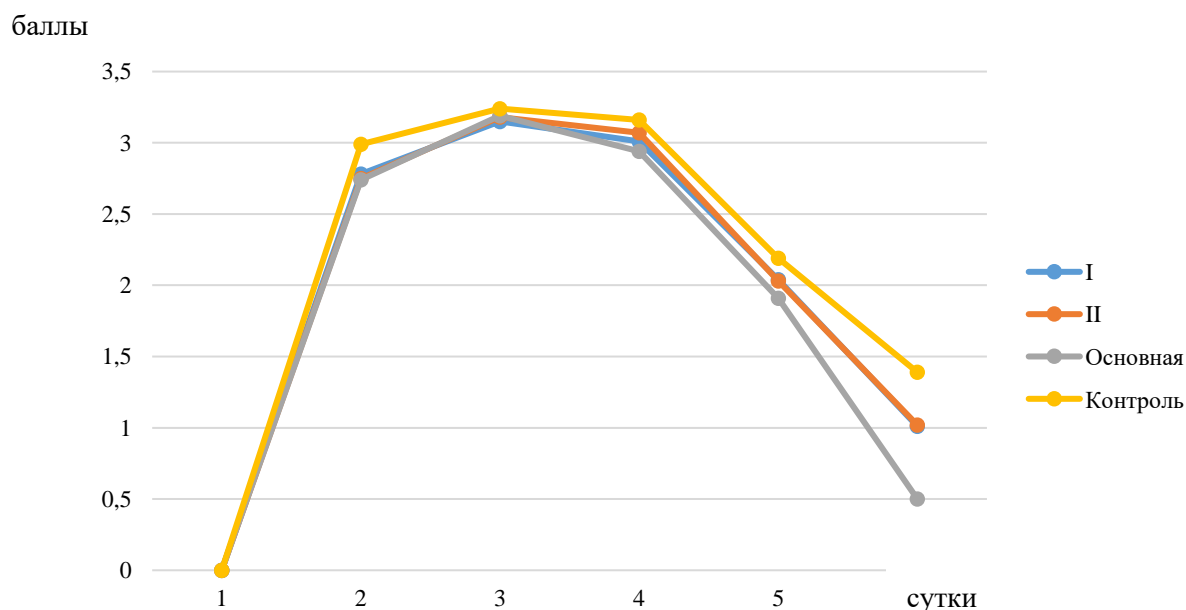


Рисунок 1. Динамика выраженности коллатерального отека раны у пациентов в разных группах после физиотерапии

Результаты статистического анализа позволяют судить о том, что после применения комбинированного спектра лазерного излучения отмечали достоверное снижение в крови уровней VEGF на 45,5 % ($p < 0,01$), рецепторов VEGF-R2 на 34,6 % ($p < 0,01$) и подъем уровней рецепторов VEGF-R1 - на 46,6 % ($p < 0,001$), что нормализует соотношение между гетеродимерами VEGF-R1/VEGF-R2 (от $0,57 \pm 0,03$ до $1,25 \pm 0,05$ усл.ед.), свидетельствуя об устранении сосудистых дисфункций, лежащих в основе формирования коллатерального отека и воспалительных реакций.

Можно утверждать, что биопотенциалы комбинированного спектра лазерного излучения разной длины волны обеспечивают более быстрое восстановление саногенных механизмов, потенцируют механизмы регенераторной геморегуляции, что сопровождается уже в первые сутки воздействия ЛТ купированием коллатерального отека в периваскулярной зоне оперированных пародонтальных тканей.

Представленный материал позволяет считать, что биопотенциалы красного и инфракрасного электромагнитного лазерного излучения в их комбинированном исполнении обеспечивают высокоэффективное устранение сосудистых дисфункций, что может более широко использоваться в раннем послеоперационном периоде для снижения рисков воспалительных осложнений у оперированных ортогнатических пациентов.

Заключение

Применение комбинированного спектра лазерного излучения разной длины волны в раннем послеоперационном периоде у оперированных стоматологических больных в первые сутки способствует снижению болевого синдрома, согласно классификации ВАШ, в 2,5 раза активнее устраняет кутикулярный отек и синдромальные проявления коллатерального воспаления, развивающиеся после оперативного воздействия и достоверно корригирует сосудистые дисфункции раннего послеоперационного периода в виде нормализации соотношения VEGF-R1/VEGF-R2.

Конфликт интересов: автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература / References:

1. das Neves LM, Leite GP, Marcolino AM, Pinfieldi CE, Garcia SB, de Araújo JE, Guirro EC. Laser photobiomodulation (830 and 660 nm) in mast cells, VEGF, FGF, and CD34 of the musculocutaneous flap in rats submitted to nicotine. *Lasers in Medical Science*. 2017; 32(2): 335-341. <https://doi.org/10.1007/Lmc-10103-016-2118-1>.
2. Иванов А.С. Руководство по лазеротерапии стоматологических заболеваний. СПб.: СпецЛит; 2014. 246с. Ivanov A.S. Manual on laser therapy of dental diseases. St. Petersburg: SpetsLit; 2014. 246с. (In Russ.).
3. Куликова Н.Г., Жилоков З.Г., Ткаченко А.С. Лазерная терапия у больных, оперированных по поводу ортогнатической патологии. *Физиотерапевт*. 2021; 2: 32-37. Kulikova N.G., Zhilokov Z.G., Tkachenko A.S. Laser therapy in patients operated for orthognathic pathology. *Fizioterapevt*. 2021; 2: 32-37. <https://doi:10.33920/med-14-2104-04> (In Russ.).
4. de Jesus JF, Spadacci-Morena DD, Dos Anjos Rabelo ND, Pinfieldi CE, Fukuda TY, Plapler H. Low-level laser therapy (780 nm) on VEGF modulation at partially injured Achilles tendon. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2018; 34(8): 331-335. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4092>.
5. Шустов М.А., Шустова В.А. Физиотерапия в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. СПб.: СпецЛит; 2019. 128с. Shustov MA, Shustova VA. *Fizioterapiya v stomatologii i chelyustno-licevoj hirurgii*. SPb.: SpecLit; 2019. 128 с. (In Russ.).
6. Куликова Н.Г., Нестерова Е.В., Ткаченко А.С., Жилоков З.Г. К вопросу о применении комбинированной лазерной терапии разной длины волны в раннем послеоперационном периоде. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2021; 98(3-2): 109. <https://doi.org/10.17116/kurort20219803221>.

- Kulikova N.G., Nesterova E.V., Tkachenko A.S., Zhilokov Z.G. To the question of the use of combined laser therapy of different wavelengths in the early postoperative period. *Issues of balneology, physiotherapy and physical therapy*. 2021; 98(3-2): 109. <https://doi.org/10.17116/kurort20219803221> (In Russ.).
7. Куликова Н.Г., Жилоков З.Г., Ткаченко А.С. Иммунные ответы после применения лазерной терапии у оперированных ортогнатических больных. *Вестник последипломного медицинского образования*. 2021; 2(1): 32-34. <https://doi.org/10.17116/kurort20229901128>.
Kulikova N.G., Zhilokov Z.G., Tkachenko A.S. Immune responses after laser therapy in operated orthognathic patients. *Vestnik poslediplomnogo medicinskogo obrazovaniya*. 2021; 2(1): 32-34. <https://doi.org/10.17116/kurort20229901128> (In Russ.).
 8. Kawano Y., Utsunomiya-Kai Y., Kai K., Miyakawa I., Ohshiro T., Narahara H. The production of VEGF involving MAP kinase activation by low level laser therapy in human granulosa cells. *Laser Therapy*. 2018; 21(4):269-274. <https://doi.org/10.5978/islsm.12-OR-15>.
 9. de Jesus J.F., Spadacci-Morena D.D., Dos Anjos Rabelo N.D., Pinfildi C.E., Fukuda T.Y., Plapler H. Low-level laser therapy (780 nm) on VEGF modulation at partially injured Achilles tendon. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2018; 34(8): 331-335. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4092>.
 10. Iyomasa M.M., Rizzi E.C., Leão J.C., Issa J.P., Dias F.J., Pereira Y.C., Fonseca M.J., Vicentini F.T., Watanabe I.S. Zymographic and ultrastructural evaluations after low-level laser irradiation on masseter muscle of HRS/J strain mice. *Lasers in Medical Science*. 2018; 28(3): 777-783. <https://doi.org/10.1007/s10103-012-1156-6>.
 11. Корепанов В.И. Лазерная терапия в стоматологии. *Российский стоматологический журнал*. 2000; 2(1): 37-38.
Korepanov V.I. Laser therapy in dentistry. *Russian stomatological journal*. 2000; 2(1): 37-38.
 12. Кречина Е.К., Маслова В.В., Шидова А.В., Москвин С.В. Сравнительная оценка воздействия на микроциркуляцию низкоинтенсивного импульсного и непрерывного лазерного излучения красного и инфракрасного диапазонов спектра в комплексной терапии хронического пародонтита. *Лазерная медицина*. 2009; 13(2): 22-26.
Krechina EK, Maslova VV, Shidova AV, Moskvina SV. Comparative assessment of the effects on microcirculation of low-intensity pulse and continuous laser radiation of red and infrared spectrum in complex therapy of chronic periodontitis. *Lazernaya medicina*. 2009; 13(2): 22-26 (In Russ.).
 13. Рожкова В.П., Аль-Замиль М., Куликова Н.Г., Миненко И.А., Васильева Е.С., Жук Ю.М. Сочетание демиелинизирующего поражения спинного мозга, атрофии головного мозга, прогрессирующей демиелинизирующей полиневропатии у пациента с болезнью Лебера. Клинический случай. *Клиническая неврология*. 2019. 1(1): 3-7. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2011.08.005>.
Rozhkova V.P., Al-Zamil M., Kulikova N.G., Minenko I.A., Vasilyeva E.S., Zhuk Yu.M. Combination of demyelinating lesions of the spinal cord, brain atrophy, progressive demyelinating polyneuropathy in a patient with Leber's disease. *Clinical neurology*. 2019. 1(1): 3-7. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2011.08.005> (In Russ.).
 14. Куликова Н.Г., Жилоков З.Г., Ткаченко А.С., Чхейдзе Т. К вопросу о применении лазерной терапии в стоматологии. *Физиотерапевт*. 2022; 1: 33-40. <https://doi.org/10.33922/med-14-2206-03>.
Kulikova N.G., Zhilokov Z.G., Tkachenko A.S., Chkheidze T. To the question of the use of laser therapy in dentistry. *Physiotherapist*. 2022; 1: 33-40. <https://doi.org/10.33922/med-14-2206-03> (In Russ.).

ENDOTHELIAL-VASCULAR DYSFUNCTIONS AND INFLAMMATORY COMPLICATIONS IN PATIENTS OPERATED ON FOR ORTHOGNATHIC PATHOLOGY, BEFORE / AFTER PHYSIOTHERAPY

Zhilokov Z.G.¹, Chkheidze T.¹, Kulikova N.G.^{1,2}, Tkachenko A.S.¹

¹ National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Abstract. Introduction: The article is devoted to reducing the risks of the formation of inflammatory and vascular complications in patients operated on for orthognathic pathology. Objective: to increase the effectiveness of treatment of patients with orthognathic pathology with physiotherapy methods and reduce the risks of inflammatory complications. *Materials and methods:* an assessment of the dental status of patients operated on for orthognathic pathology was carried out. Dental indices and vascular risks of inflammatory complications (VEGF levels, receptors - sVEGF-R1; sVEGF-R2) were studied. All patients who entered the main and comparison groups in the early postoperative period received laser therapy (NILI). Emphasis was placed on the use of electromagnetic radiation of 635 nm (Comparison I) and 904 nm (Comparison II). At the same time, NILs of different wavelengths (635 and 904 nm)

were carried out directly on the vestibular and oral surfaces of the gingival tissues in the operation zone and cutaneously in the projection zones of the upper and lower jaws (Main). *Results.* The results obtained indicate the dominance of higher clinical efficacy in relation to the correction of collateral wound edema in the early postoperative period and a decrease in inflammatory risks in patients who received a combination of electromagnetic radiation of different wavelengths, which, first of all, affected the indicators of VEGF-R1 and VEGF-R2. *Conclusions:* the use of a combined spectrum of laser radiation of different wavelengths in the early postoperative period in operated dental patients corrects the ratio between the VEGF-R1 / VEGF-R2 receptors, which eliminates vascular dysfunction and reduces inflammatory risks in the postoperative period.

Keywords: low-intensity laser radiation, different wavelength, orthognathic pathology, early postoperative period, inflammatory risks, vascular dysfunctions.

Сведения об авторах

Жилоков З.Г., соискатель кафедры физиотерапии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, <https://orcid.org/0000-0001-8583-0556>

Чхеидзе Тинатин, заведующий лабораторией кафедры физиотерапии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, <https://orcid.org/0000-0003-1797-1324>

Куликова Наталья Геннадьевна, академик РАМТН, д.м.н., профессор, главный научный сотрудник, ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, заведующий кафедрой физиотерапии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, <https://orcid.org/0000-0002-6895-0681>

Ткаченко Альбина Сергеевна, к.м.н., доцент кафедры физиотерапии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, <https://orcid.org/0000-0001-8506-8562>
