

Вопросы курортологии, физиотерапии  
и лечебной физической культуры,  
2020, Т. 97, №5, с. 45-51  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209705145>

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy=  
Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury  
2020, Vol. 97, no 5, pp. 45-51  
<https://doi.org/10.17116/kurort20209705145>

## Эффективность комбинированной лазерной терапии пациентов с трофическими язвами нижних конечностей на фоне хронической венозной недостаточности

© Т.В. КОНЧУГОВА<sup>1,2</sup>, Е.В. АСХАДУЛИН<sup>3</sup>, Д.Б. КУЛЬЧИЦКАЯ<sup>1</sup>, А.Д. ФЕСЮН<sup>1</sup>, Е.А. МЕЛЬНИКОВА<sup>1</sup>, М.В. НИКИТИН<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>3</sup>ГУЗ «Городская клиническая больница №2 Тулы им. Е.Г. Лазарева», Тула, Россия

### Резюме

В последние годы появились новые перспективы, связанные с использованием лазерного излучения разных длин волн в ультрафиолетовом диапазоне (365 нм) и зеленом спектре излучения (525 нм). Большая распространенность трофических язв нижних конечностей диктует необходимость поиска более эффективных методов консервативной терапии.

**Цель исследования** — разработка и научное обоснование комбинированного применения низкоинтенсивного лазерного излучения разных длин волн у пациентов с трофическими язвами нижних конечностей на фоне хронической венозной недостаточности (ХВН).

**Материал и методы.** Обследованы 102 пациента с трофическими язвами нижних конечностей на фоне ХВН, которые методом простой рандомизации были разделены на 3 равночисленные группы. В контрольной группе пациенты получали только традиционную консервативную терапию, в группе сравнения — традиционную консервативную терапию и курс процедур внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК) ( $\lambda$  — 635 нм), в основной группе — традиционную консервативную терапию и курс процедур лазеротерапии (ЛТ) разных длин волн.

**Результаты и заключение.** Под воздействием курсового применения комбинированной ЛТ разных длин волн у пациентов с трофическими венозными язвами нижних конечностей происходило более значимое улучшение клинического состояния, увеличивалась скорость репаративной регенерации трофических язв, сокращались сроки очищения трофических язв от девитализированных тканей по сравнению с пациентами, получавшими традиционную консервативную терапию и в комплексе с ВЛОК 635 нм. Данные компьютерной капилляроскопии показали, что в основе терапевтической эффективности лазерного воздействия лежит его положительное влияние на все звенья микроциркуляции.

**Ключевые слова:** трофические язвы нижних конечностей, комбинированная лазерная терапия, внутрисосудистое лазерное облучение крови, компьютерная капилляроскопия.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кончугова Т.В. — <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>; eLibrary SPIN: 3198-9797

Асхадулин Е.В. — <https://orcid.org/0000-0001-6363-6629>; eLibrary SPIN: 7872-1436

Кульчицкая Д.Б. — <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>; eLibrary SPIN: 2674-6371

Фесюн А.Д. — <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>; eLibrary SPIN: 2008-0463

Мельникова Е.А. — <https://orcid.org/0000-0002-7498-1871>; eLibrary SPIN: 8558-0908

Никитин М.В. — <https://orcid.org/0000-0001-9047-4311>; eLibrary SPIN: 7396-3069

**Автор, ответственный за переписку:** Кончугова Т.В. — e-mail: [umc-rnc@mail.ru](mailto:umc-rnc@mail.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Кончугова Т.В., Асхадулин Е.В., Кульчицкая Д.Б., Фесюн А.Д., Мельникова Е.А., Никитин М.В. Эффективность комбинированной лазерной терапии пациентов с трофическими язвами нижних конечностей на фоне хронической венозной недостаточности. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020;97(5):45–51. <https://doi.org/10.17116/kurort20209705145>

## The effectiveness of combined laser therapy in patients with trophic leg ulcer and chronic venous insufficiency

© T.V. KONCHUGOVA<sup>1,2</sup>, E.V. ASKHADULIN<sup>3</sup>, D.B. KULCHITSKAYA<sup>1</sup>, A.D. FESYUN<sup>1</sup>, E.A. MELNIKOVA<sup>1</sup>, M.V. NIKITIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>City Clinical Hospital №2, Tula named after E.G. Lazarev, Tula, Russia

**Abstract**

New prospects associated with the use of laser radiation of different wavelengths in the ultraviolet (365 nm) and the green emission spectrum (525 nm) have appeared in recent years. The high prevalence of the trophic leg ulcers necessitates the search for more effective methods of conservative treatment.

**Purpose of the study.** Development and scientific justification for the low-intensity laser radiation of different wavelengths combined use in patients with trophic leg ulcers and chronic venous insufficiency (CVI).

**Material and methods.** 102 patients with trophic leg ulcers and CVI were examined. They were divided into 3 equal groups using simple randomization. Patients in the control group received only traditional conservative therapy; comparison group — traditional conservative therapy and an intravenous laser blood irradiation (ILBI) ( $\lambda$  — 635 nm); the main group — traditional conservative therapy and different wavelengths laser therapy (LT) course.

**Results and conclusion.** A more significant improvement in the clinical condition occurred under the influence of the course application of combined different wavelengths laser therapy in patients with trophic venous leg ulcers. Compared to patients who received traditional conservative therapy and in combination with ILBI 635 nm, the speed of reparative regeneration of trophic ulcers increased, the time for cleansing trophic ulcers from devitalized tissues was reduced. Computer capillaroscopy data showed that the positive effect of laser exposure on all parts of the microcirculation underlies its therapeutic efficacy.

**Keywords:** trophic ulcers of the lower limbs, combined laser therapy, intravenous laser blood irradiation, computer capillaroscopy.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**

Konchugova T.V. — <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>; eLibrary SPIN: 3198-9797

Askhadulin E.V. — <https://orcid.org/0000-0001-6363-6629>; eLibrary SPIN: 7872-1436

Kulchitskaya D.B. — <https://orcid.org/0000-0002-7785-9767>; eLibrary SPIN: 2674-6371

Fesyun A.D. — <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>; eLibrary SPIN: 2008-0463

Melnikova E.A. — <https://orcid.org/0000-0002-7498-1871>; eLibrary SPIN: 8558-0908

Nikitin M.V. — <https://orcid.org/0000-0001-9047-4311>; eLibrary SPIN: 7396-3069

**Corresponding author:** Konchugova T.V. — e-mail: [umc-rmc@mail.ru](mailto:umc-rmc@mail.ru)

**TO CITE THIS ARTICLE:**

Konchugova TV, Askhadulin EV, Kulchitskaya DB, Fesyun AD, Melnikova EA, Nikitin MV. 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.). <https://doi.org/10.17116/kurort20209705145>

Лазерная терапия (ЛТ) является одним из современных развивающихся физиотерапевтических методов. Экспериментально-клиническими исследованиями установлены первичные механизмы действия лазерного излучения, доказывающие его стимулирующее действие на процессы микроциркуляции, белкового синтеза, функции клеточных мембран, что создает предпосылки для использования лазерных воздействий с целью ускорения регенерации различных биологических тканей [1, 2]. Выявленные особенности низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) позволяют говорить о целесообразности применения этого метода у пациентов с трофическими язвами нижних конечностей, возникающими вследствие хронической венозной недостаточности (ХВН), которые отличаются резистентностью к консервативному лечению, торпидным течением патологического процесса, низкой способностью тканей к регенерации и склонностью к рецидивам [3, 4].

Несмотря на успехи современной медицины, частота трофических язв остается постоянной в течение последних 20 лет. Недостаточная эффективность существующих методов лечения, распространенность этого заболевания среди лиц трудоспособного возраста и частая инвалидизация пациентов вызывают значительные экономические потери и обуславливают необходимость поиска более совершенных, патогенетически оправданных методов лечения за-

болевания [5, 6]. Так, в последние годы появились новые перспективы, связанные с использованием лазерного излучения разных длин волн в ультрафиолетовом диапазоне (365 нм) и зеленом спектре излучения (525 нм) [7].

Все вышеизложенное определило цель настоящего исследования — разработку и научное обоснование комбинированного применения НИЛИ разных длин волн у пациентов с трофическими язвами нижних конечностей на фоне ХВН.

**Материал и методы**

Под наблюдением находились 102 пациента с трофическими язвами нижних конечностей на фоне ХВН (стадия 6 (С6) по Международной клинической классификации системы СЕАР) в возрасте от 36 до 78 лет (средний возраст  $56,1 \pm 1,5$  года): 30 (29,4%) мужчин и 72 (70,6%) женщины. Длительность заболевания пациентов составила от 1 года до 12 лет ( $5,9 \pm 0,03$  года). Варикозной болезнью страдали 73 (71,6%) пациента, посттромбофлебитической болезнью — 29 (28,4%) пациентов.

Методом простой рандомизации с использованием генератора случайных чисел пациенты были разделены на три группы по 34 пациента в каждой: 1-я группа — контрольная, в которой пациенты получали только традиционную консервативную тера-

пию; 2-я группа — группа сравнения, в которой пациенты получали традиционную консервативную терапию и курс процедур внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК) ( $\lambda$  — 635 нм); 3-я группа — основная, в которой пациенты получали традиционную консервативную терапию и курс процедур ЛТ разных длин волн. Статистически значимых различий по возрасту, полу и длительности заболевания исходно по группам выявлено не было.

**Критерии включения в исследование:** возраст старше 18 лет, верифицированный диагноз ХВН, стадия С6.

**Критерии не включения в исследование:** сопутствующая патология в стадии обострения и декомпенсации, атеросклероз артерий нижних конечностей, сахарный диабет, противопоказания к ЛТ.

Клиническое обследование включало сбор жалоб и анамнеза, врачебный осмотр. Наряду с общеклиническими исследованиями пациентам до и после курса лечения определяли размеры и площадь трофических язв калибровочной линейкой и обработкой фотоснимков с помощью программного обеспечения V2F (Вессел Дуэф); оценивали выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ); динамику раневого процесса по цитограммам; проводили компьютерную капилляроскопию (ККс).

Для изучения процессов микроциркуляции использовался капилляроскоп компьютерный для неинвазивного исследования микроциркуляции и оценки параметров микроциркуляции, кровотока и агрегатов форменных элементов крови КК4-01 ЦАВ (ЗАО Центр «Анализ веществ», Россия). Объектом для исследования капиллярного кровотока являлись поверхностно расположенные капилляры на ногтевом ложе первого пальца стопы. Определялись следующие параметры состояния капиллярного русла: скорость капиллярного кровотока (СКК) в артериальном, переходном и венозном отделах; плотность капиллярной сети (ПКС); диаметры капилляров по отделам: артериального (АО), переходного (ПО) и венозного (ВО); ширина периваскулярной зоны (ПВЗ); наличие стаза, сладжей.

Традиционное консервативное лечение пациентов контрольной группы включало: эластичную компрессию нижних конечностей (эластичные бинты или компрессионный трикотаж 2-го класса); фармакотерапию (анавенол, эскузан); троксевазин, венорутон; флебофу, детралекс. Для купирования воспаления применяли нестероидные противовоспалительные средства (нимесил, ОКИ), различные мази, содержащие гепарин, кортикостероиды, нестероидные противовоспалительные средства.

Антибактериальную терапию проводили курсом продолжительностью до 5 сут с учетом чувствительности микрофлоры методом посева, местное лечение — по общепринятым хирургическим правилам: при наличии гнойного отделяемого (I фаза ране-

вого процесса) проводили перевязки с антисептическими растворами (раствор йодопирона 1%, бетадин, раствор хлоргексидина 0,1%, этакридина лактат 0,1%, бонадерм) и гидрофильными мазями (левосин, левомеколь). Во II и III фазе после очищения язвы лечение было направлено на стимулирование развития грануляций и краевой эпителизации (куриозин).

Пациентам группы сравнения кроме традиционной консервативной терапии проводили курс процедур ВЛОК ( $\lambda$  — 635 нм, мощность на выходе световода 1,5–2 мВт), состоящий из 12 ежедневных процедур по 15 мин.

Пациенты основной группы кроме традиционной консервативной терапии получали курс ЛТ разных длин волн по комбинированной методике:

— наружное воздействие на область трофической язвы:  $\lambda$  — 635 нм, в импульсном режиме (длительность импульса 100–130 нс, частота 80 Гц), дистанционно на расстоянии до 5 см, импульсная мощность 40 Вт, плотность мощности 5 Вт/см<sup>2</sup>, по 2 мин на одну зону. Использовали матричные излучатели из 8 лазерных диодов, площадью 8 см<sup>2</sup>; — ВЛОК:  $\lambda$  — 365 нм (экспозиция 2 мин) и 525 нм (экспозиция 5 мин) попеременно через день с мощностью на выходе световода 1,5–2 мВт.

Курс состоял из 12 ежедневных процедур: воздействовали на область трофической язвы по 2 мин на одну зону и ВЛОК (через день менялись длина волн и продолжительность воздействия). Последовательность проведения наружного лазерного воздействия или ВЛОК не отражалась на выраженности клинических эффектов. Использовали аппарат лазерный физиотерапевтический Лазмик — ВЛОК (ООО НИЦ «Матрикс», Россия).

Для анализа полученных данных использовали программу Microsoft Office Excel (2007) и программу статистической обработки данных SPSS (версия PASW Statistics 18.0.0). Применяли параметрические (критерий Стьюдента, метод линейной корреляции) и непараметрические (парный критерий Вилкоксона, критерий Вилкоксона—Манна—Уитни и др.) методы статистической обработки. Качественные показатели сравнивали с использованием критерия Пирсона  $\chi^2$ . Статистически значимые различия показателей, определенных параметрическими и непараметрическими методами, считали подтвержденными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## Результаты

Основными клиническими проявлениями заболевания у пациентов являлись: трофическая язва голени и выраженный болевой синдром с локализацией в области язвы, признаки ХВН нижних конечностей (тяжесть в ногах, отечность голени, изменение кожи и пр.).

Таблица 1. Динамика болевого синдрома в группах пациентов с трофическими язвами нижних конечностей на фоне ХВН на 14-е сутки терапии

Table 1. Dynamics of pain in groups of patients with CVI and trophic ulcers of the lower limbs on the 14th day of therapy

Группа/Group	7 баллов/7 points	5 баллов/5 points	2 балла/2 points
Контрольная (1-я) группа (n=34)/Control (1st) group (n=34)	10	17	10
Группа сравнения (2-я) (n=34)/Comparison group (2nd) (n=34)	9	10	9
Основная группа (3-я) (n=34)/Main group (3rd) (n=34)	2	5	2
Критерий $\chi^2$ Пирсона/Pearson $\chi^2$ test	$\chi^2_{1,2}=p>0,05$ ; $\chi^2_{1,3}=p>0,05$ ; $\chi^2_{2,3}=p>0,05$		

До лечения все группы были сравнимы по интенсивности болевого синдрома, среднее значение которого находилось на уровне 7 баллов по шкале ВАШ. Оценивали купирование болевого синдрома в области трофической язвы. Следует указать, что процедуры ЛТ хорошо переносились всеми пациентами и не вызывали негативных реакций. На 14-е сутки от начала лечения (табл. 1) в контрольной группе отмечали снижение интенсивности болевого синдрома до 5 баллов 17 (50%) пациентов, снижение до 2 баллов — лишь 7 (20,6%) пациентов, у 10 (29,4%) пациентов интенсивность боли практически не изменилась. В группе сравнения наблюдалось снижение интенсивности болевого синдрома до 5 баллов у 10 (29,4%) пациентов, снижение до 2 баллов — у 15 (44,1%), у 9 (26,5%) пациентов интенсивность боли практически не изменилась. В основной группе было зафиксировано снижение интенсивности боли, жжения и зуда в пораженной конечности уже после 2-й процедуры. На 14-е сутки болевой синдром у пациентов основной группы снизился до 5 баллов в 5 (14,7%) случаях, до 2 баллов — в 27 (79,4%), в 2 (5,9%) случаях интенсивность боли не изменилась.

Применение курса комбинированной ЛТ разных длин волн у пациентов с ХВН нижних конечностей стадии С6 в основной группе способствовало купированию болевого синдрома в 3,8 и в 1,8 раза быстрее соответственно в сравнении с двумя другими группами. Сравнивали сроки начальных проявлений очищения раневой поверхности, сроки появления грануляций в области трофической язвы в динамике и эпителизацию на 50% площади. У пациентов контрольной группы средние сроки начала очищения трофических язв от гнойно-некротических масс, появления грануляций и эпителизации язв на 50% составили соответственно  $9,8 \pm 0,2$ ,  $10,3 \pm 0,8$  и  $32,7 \pm 1,4$  сут, в группе сравнения —  $8,1 \pm 0,4$ ,  $8,6 \pm 0,6$ ,  $19,8 \pm 1,6$  сут соответственно. В основной группе эти показатели были существенно лучше и составили  $3,9 \pm 0,4$ ,  $5,2 \pm 0,6$  и  $11,5 \pm 1,6$  сут соответственно.

Применение курса комбинированной ЛТ разных длин волн у пациентов основной группы способствовало сокращению сроков начала очищения трофических язв в 2,5 и 2 раза, появлению грануляций в 2 и 1,6 раза, заживлению (эпителизации на 50%) в 2,8 и в 1,7 раза соответственно в сравнении с двумя другими группами.

Для оценки течения раневого процесса проводилось цитологическое исследование до и после курса лечения. В начале лечения в раневых цитопечатках преобладал дегенеративно-воспалительный тип цитогаммы: в контрольной группе у 26 (76,5%) пациентов, в группе сравнения — у 25 (73,5%) и в основной группе у 27 (79,4%) пациентов.

В контрольной группе на 14-е сутки изменения цитогаммы в виде перехода от дегенеративно-воспалительного к воспалительному типу наблюдали у 21 (61,8%) пациента, а переход на воспалительно-регенераторный тип был отмечен у 6 (17,6%) пациентов.

В группе сравнения на 14-е сутки изменения цитогаммы в виде перехода от дегенеративно-воспалительного к воспалительному типу были отмечены у 18 (53%) пациентов, а переход на воспалительно-регенераторный тип — у 11 (32,3%) пациентов.

В основной группе на 14-е сутки была выявлена динамика в виде перехода цитогаммы от дегенеративно-воспалительного к воспалительному типу у 2 (6%) пациентов, а переход к воспалительно-регенераторному типу — у 30 (88%). Полученные данные свидетельствуют о выраженном положительном эффекте при комбинировании ЛТ разных длин волн.

Далее определяли скорость суточной регенерации трофических язв у пациентов всех трех групп. Представленные в табл. 2 данные свидетельствуют о динамике репаративной регенерации и позволяют сравнить эффективность лечебных мероприятий в трех группах. У пациентов основной группы уже с 4–5-х суток лечения было зарегистрировано сокращение площади трофических язв, тогда как в группе сравнения начало сокращения площади было выявлено с 7–8-х суток, а в контрольной группе — лишь с 11-х суток.

Выявленное сокращение сроков репаративной регенерации трофических язв в основной группе пациентов объясняется эффективностью комбинированного воздействия НИЛИ разных длин волн, обеспечивающего улучшение процессов микроциркуляции в фазах экссудации и репарации язвенного дефекта.

Для изучения микроциркуляции всем пациентам проводили ККс до лечения и на 14-е сутки исследования. У пациентов с венозными трофическими язвами в трех группах в начале лечения отмечалось обеднение капиллярной сети: ПКс в среднем составила  $3,9 \pm 0,67$  на  $1 \text{ мм}^2$ , диаметр АО —  $15,9 \pm 1,87$  мкм,

Таблица 2. Динамика суточной регенерации трофических язв (в см<sup>2</sup>) у пациентов с ХВН ( $M \pm m$ )Table 2. The dynamics of daily regeneration of trophic ulcers (in cm<sup>2</sup>) in patients with CVI ( $M \pm m$ )

Группа/Group	Сутки терапии/Therapy day				
	1–5	6–10	11–20	21–45	46–75 и более 46–75 and more
Контрольная группа ( $n=34$ )/Control group ( $n=34$ )	–	–	0,3±0,032	1,5±0,137	1,6±0,154
Группа сравнения ( $n=34$ )/Comparison group ( $n=34$ )	–	0,4±0,034*	1,6±0,086*	1,9±0,102*	2,1±0,086*
Основная группа ( $n=34$ )/Main group ( $n=34$ )	0,3±0,034* #	0,8±0,069* #	2,8±0,086* #	3,3±0,154* #	3,6±0,069* #

Примечание. \* — различия показателей по сравнению с контрольной группой статистически значимы; # — различия показателей по сравнению группой сравнения статистически значимы.

Note. \* — differences in measurements compared with the control group are statistically significant; # — differences in measurements compared with the comparison group are statistically significant.

ПО —  $25,6 \pm 2,68$  мкм, ВО —  $24,3 \pm 2,75$  мкм, ПВЗ —  $128 \pm 7,17$  мкм, что свидетельствовало о наличии интестерициального отека. При этом недостаточная диффузия в нутритивном отделе капилляров и нарушение трофики тканей являлись также и следствием низкой СКК, которая в среднем в АО составляла  $286 \pm 11,7$  мкм/с, в ВО —  $96,4 \pm 5,8$  мкм/с. В морфологической структуре капилляров наряду с полиморфизмом были выявлены характерные особенности: ПО часто выглядел по типу спичечной головки, АО и ВО были закручены по спирали вокруг друг друга. Согласно классификации морфологической конфигурации капилляров (Bollinger A., 1982), в структуре капилляров преобладали типы «f» и «e» — в 67,5% случаев, тип «d» и комбинации типов «dh» наблюдались в 18,5%, «bd» — в 14%. Также было выявлено увеличение диаметра капилляров АО на 40,7%, ПО на 55,2%, ВО на 68,75%; снижение ПКС на 51,3%, СКК в АО на 73,6%, а в ВО на 76,6%. У пациентов всех групп отмечалось наличие сладжа в 50% наблюдений, наличие стаза — в 20%. Таким образом, исходно у пациентов во всех группах были выявлены сопоставимые изменения морфофункциональной структуры капиллярной сети, характерные для ХВН.

На 14-е сутки у пациентов контрольной группы было зафиксировано незначительное улучшение. Капиллярные сети в эпонихии пальцев стопы выглядели более четко вследствие некоторого уменьшения явлений отека, о чем свидетельствует уменьшение ПВЗ с  $128 \pm 7,17$  до  $124,4 \pm 6,5$  мкм (на 2,8%), ПКС увеличилась с  $3,9 \pm 0,67$  до  $4,2 \pm 0,47$  на  $1 \text{ мм}^2$  (на 7,1%). Произошло некоторое уменьшение диаметра всех отделов капилляров: диаметр АО уменьшился с  $15,9 \pm 1,87$  до  $14,8 \pm 1,62$  (6,9%) мкм, ПО — с  $25,6 \pm 2,68$  до  $23,7 \pm 2,53$  (7,5%) мкм, ВО — с  $24,3 \pm 2,75$  до  $22 \pm 2,74$  (9,5%) мкм. Также несколько увеличилась СКК: прирост показателя составил 9,8% в АО (с  $286 \pm 117$  до  $314 \pm 125$  мкм/с) и 5,4% (с  $96,4 \pm 5,8$  до  $101,6 \pm 4,2$  мкм/с) в ВО капилляров. Структурно-функциональные изменения в микроциркуляторном русле у пациентов контрольной группы сохранялись.

В группе сравнения на 14-е сутки были отмечены увеличение плотности функционирующих капил-

ляров, изменение соотношения диаметров АО и ВО капилляров, уменьшение отека ПВЗ. Стала более четкой визуализация контуров капилляров, уменьшилось количество капилляров-теней. ПВЗ уменьшилась с  $128 \pm 7,17$  до  $118 \pm 6,3$  мкм (7,8%), ПКС увеличилась с  $3,91 \pm 0,67$  до  $5,28 \pm 0,39$  на  $1 \text{ мм}^2$  (26%), уменьшился диаметр всех отделов капилляров: диаметр АО уменьшился с  $15,9 \pm 1,87$  до  $14,4 \pm 0,92$  (9,4%) мкм, ПО — с  $25,6 \pm 2,68$  до  $21,8 \pm 2,3$  (14,8%) мкм, ВО — с  $24,3 \pm 2,75$  до  $21,4 \pm 2,15$  (11,9%) мкм. Увеличилась СКК: прирост показателя составил 15,7% в АО (с  $286 \pm 117$  до  $330,9 \pm 163$  мкм/с) и 11,5% (с  $96,4 \pm 5,8$  до  $107,48 \pm 5,2$  мкм/с) в ВО капилляров.

На 14-е сутки у пациентов основной группы применение комбинированной ЛТ способствовало увеличению плотности функционирующих капилляров, нормализации соотношения диаметров капилляров АО и ВО, купированию отека ПВЗ. Визуализация капилляров существенно улучшилась за счет усиления их кровенаполнения, стали четкими контуры капилляров, нефункционирующих капилляров (капилляров-теней) не определялось. ПВЗ уменьшилась со  $128 \pm 7,17$  до  $107 \pm 8,3$  мкм (16,2%), ПКС увеличилась с  $3,9 \pm 0,67$  до  $6,1 \pm 0,49$  на  $1 \text{ мм}^2$  (на 56%), уменьшился диаметр всех отделов капилляров: диаметр АО уменьшился с  $15,9 \pm 1,87$  до  $13,75 \pm 1,02$  (13,5%) мкм, ПО — с  $25,6 \pm 2,68$  до  $17,4 \pm 2,1$  (32%) мкм, ВО — с  $24,3 \pm 2,75$  до  $20,7 \pm 2,24$  (14,8%) мкм. Увеличилась СКК: прирост показателя составил 26,8% в АО (с  $286 \pm 117$  до  $362,6 \pm 198$  мкм/с) и 19,6% (с  $96,4 \pm 5,8$  до  $115,3 \pm 4,7$  мкм/с) в ВО капилляров.

Через 6 мес у пациентов оценивали отдаленные результаты лечения и эффективность применения комбинированного НИЛИ разных длин волн в комплексной терапии в сравнении с традиционным консервативным методом и с традиционным консервативным методом в комбинации с ВЛОК (длина волн 635 нм).

В контрольной группе у 17 (50%) пациентов появились жалобы, аналогичные этапу до начала лечения, вследствие торпидного или рецидивирующего течения заболевания; у 3 (8,8%) пациентов произошло заживление (эпителизация) трофической яз-

**Таблица 3.** Динамика состояния микроциркуляции методом ККс у пациентов с венозными трофическими язвами в контрольной группе ( $M \pm m$ )**Table 3.** Dynamics of microcirculation by CCs in patients with trophic venous ulcers in the control group ( $M \pm m$ )

Морфологический параметр Morphological character	Норма Norm	До начала лечения Before treatment	На 14-е сутки On the 14th day	Через 6 мес After 6 months
Диаметр сосудов АО, мкм/AP vessel diameter, $\mu\text{m/s}$	11,3 $\pm$ 2,8	15,1 $\pm$ 0,34*	14,8 $\pm$ 0,28*	15,7 $\pm$ 0,27*
Диаметр сосудов ПО, мкм/IP vessel diameter, $\mu\text{m/s}$	16,5 $\pm$ 4,0	25,6 $\pm$ 0,42*	23,7 $\pm$ 0,43* #	24,9 $\pm$ 0,40*
Диаметр сосудов ВО, мкм/VP vessel diameter, $\mu\text{m/s}$	14,4 $\pm$ 3,4	24,8 $\pm$ 0,41*	22,0 $\pm$ 0,47* #	24,1 $\pm$ 0,40*
Ширина ПВЗ, мкм/PA width, $\mu\text{m}$	74,3 $\pm$ 10,3	130 $\pm$ 1,43*	124 $\pm$ 1,11* #	127 $\pm$ 1,18*
ПКС, на 1 мм <sup>2</sup> /CD, per mm <sup>2</sup>	8,0 $\pm$ 0,68	3,8 $\pm$ 0,14*	4,2 $\pm$ 0,08* #	4,0 $\pm$ 0,01* #
СКК (АО), мкм/с/CFR (AP), $\mu\text{m/s}$	1082 $\pm$ 292	292 $\pm$ 19,7*	314 $\pm$ 21,4*	298 $\pm$ 30,0
СКК (ВО), мкм/с/CFR (VP), $\mu\text{m/s}$	412 $\pm$ 5,2	96,9 $\pm$ 1,04*	102 $\pm$ 0,72* #	99,8 $\pm$ 0,93* #

*Примечание.* Здесь и в табл. 4, 5: норма — результаты исследования, полученные при обследовании добровольцев, не имеющих выраженных расстройств микроциркуляции; \* — различия достоверны по сравнению с нормой; # — различия достоверны по сравнению с показателями.

*Note.* Here and in the table 4, 5: norm — the results of a study obtained by examining volunteers who do not have severe microcirculation disorders; \* — differences are significant in comparison with the norm; # — differences are significant in comparison with measurements.

**Таблица 4.** Динамика состояния микроциркуляции методом ККс у пациентов с венозными трофическими язвами в группе сравнения ( $M \pm m$ )**Table 4.** Dynamics of microcirculation by CCs in patients with trophic venous ulcers in the comparison group ( $M \pm m$ )

Морфологический параметр Morphological character	Норма Norm	До начала лечения Before treatment	На 14-е сутки On the 14th day	Через 6 мес After 6 months
Диаметр сосудов АО, мкм/AP vessel diameter, $\mu\text{m/s}$	11,3 $\pm$ 2,8	15,3 $\pm$ 0,30*	14,4 $\pm$ 0,16* #	15,1 $\pm$ 0,22*
Диаметр сосудов ПО, мкм/IP vessel diameter, $\mu\text{m/s}$	16,5 $\pm$ 4,0	24,9 $\pm$ 0,42*	21,8 $\pm$ 0,39* #	23,4 $\pm$ 0,38* #
Диаметр сосудов ВО, мкм/VP vessel diameter, $\mu\text{m/s}$	14,4 $\pm$ 3,4	24,0 $\pm$ 0,40*	21,4 $\pm$ 0,37* #	23,2 $\pm$ 0,47*
Ширина ПВЗ, мкм/PA width, $\mu\text{m}$	74,3 $\pm$ 10,3	125 $\pm$ 1,23*	118 $\pm$ 1,08* #	122 $\pm$ 1,13*
ПКС, на 1 мм <sup>2</sup> /CD, per mm <sup>2</sup>	8,0 $\pm$ 0,68	4,0 $\pm$ 0,12*	5,28 $\pm$ 0,07* #	4,7 $\pm$ 0,96* #
СКК (АО), мкм/с/CFR (AP), $\mu\text{m/s}$	1082 $\pm$ 292	280 $\pm$ 19,2*	331 $\pm$ 28,0*	313 $\pm$ 23,3*
СКК (ВО), мкм/с/CFR (VP), $\mu\text{m/s}$	412 $\pm$ 5,2	96,1 $\pm$ 0,95*	107 $\pm$ 0,89* #	104 $\pm$ 0,65*

**Таблица 5.** Динамика состояния микроциркуляции методом ККс у пациентов с венозными трофическими язвами в основной группе ( $M \pm m$ )**Table 5.** Dynamics of microcirculation by CCs in patients with trophic venous ulcers in the main group ( $M \pm m$ )

Морфологический параметр Morphological character	Норма Norm	До начала лечения Before treatment	На 14-е сутки On the 14th day	Через 6 мес After 6 months
Диаметр сосудов АО, мкм/AP vessel diameter, $\mu\text{m/s}$	11,3 $\pm$ 2,8	15,0 $\pm$ 0,28*	13,8 $\pm$ 0,17*	13,9 $\pm$ 0,31*
Диаметр сосудов ПО, мкм/IP vessel diameter, $\mu\text{m/s}$	16,5 $\pm$ 4,0	25,1 $\pm$ 0,41*	17,4 $\pm$ 0,36*	18,6 $\pm$ 0,41* #
Диаметр сосудов ВО, мкм/VP vessel diameter, $\mu\text{m/s}$	14,4 $\pm$ 3,4	23,9 $\pm$ 0,38*	20,7 $\pm$ 0,38* #	22,3 $\pm$ 0,44*
Ширина ПВЗ, мкм/PA width, $\mu\text{m}$	74,3 $\pm$ 10,3	123 $\pm$ 1,39*	107 $\pm$ 1,42* #	116 $\pm$ 1,25* #
ПКС, на 1 мм <sup>2</sup> /CD, per mm <sup>2</sup>	8,0 $\pm$ 0,68	4,2 $\pm$ 0,15*	6,1 $\pm$ 0,06* #	5,4 $\pm$ 0,11* #
СКК (АО), мкм/с/CFR (AP), $\mu\text{m/s}$	1082 $\pm$ 292	293 $\pm$ 20,7*	363 $\pm$ 34,0* #	333 $\pm$ 26,4*
СКК (ВО), мкм/с/CFR (VP), $\mu\text{m/s}$	412 $\pm$ 5,2	96,9 $\pm$ 1,08*	115 $\pm$ 0,81* #	111 $\pm$ 0,93* #

вы более 50% площади, однако клинические проявления ХВН сохранялись (оставалась тяжесть в ногах, отечность голеней и стоп, периодическая боль в области язвенного дефекта); у 14 (41,2%) пациентов было отмечено полное заживление трофической язвы без рецидива.

В группе сравнения у 22 (64,7%) пациентов наблюдалось полное заживление трофической язвы без рецидива, у 8 (23,5%) пациентов заживление трофической язвы составило более 50% площади; у 4 (11,8%) пациентов были выявлены первоначальные клинические симптомы трофической язвы на фоне ХВН.

У большинства пациентов основной группы сохранялось хорошее самочувствие, у части пациентов

отмечались чувство тяжести в ногах, умеренная отечность голеней и стоп. У 31 (91,2%) пациента произошло полное заживление трофической язвы без рецидива, у 2 (5,9%) пациентов заживление трофической язвы составило более 50% площади, у одного (2,9%) пациента был выявлен рецидив заболевания.

В табл. 3–5 представлена динамика состояния микроциркуляции у пациентов контрольной группы, группы сравнения и в основной группе через 6 мес методом ККс.

Полученные данные свидетельствуют о том, что через 6 мес отмечался регресс значений показателей состояния микроциркуляции у пациентов с венозными трофическими язвами во всех группах наблю-

дения, в меньшей степени выраженный в основной группе. Через 6 мес ремиссия сохранялась у 31 пациента основной группы, 14 пациентов группы контроля и 22 пациентов группы сравнения. На основании данных, полученных через 6 мес после окончания проведенного курса лечения, пациентам с трофическими язвами на фоне ХВН можно рекомендовать повторные курсы комбинированной ЛТ с периодичностью 1 раз в полгода.

## Заключение

Под воздействием курсового применения комбинированной ЛТ разных длин волн у пациентов с трофическими венозными язвами нижних конечностей происходит более выраженное улучшение клинического состояния по сравнению с пациентами, получавшими ВЛОК 635 нм и группой контроля, получавшей традиционное консервативное лечение без применения ЛТ. Об этом свидетельствует более быстрое купирование болевого синдрома в основной группе (в 3,8 и в 1,8 раза), увеличение скорости репаративной регенерации трофических язв в 2,8 и 1,7 раза в сравнении с группами контроля и сравнения соответственно. Применение комбинированной ЛТ разных длин волн вызывает сокращение сроков очищения трофических язв от девитализированных тканей в 2,7 и в 2,1 раза по сравнению с группами пациентов, получавших традиционную консервативную терапию и в комплексе с ВЛОК в красном диапазоне спектра.

Результаты проведенного исследования доказывают существенную роль в получении клинического результата положительных изменений в системе микроциркуляции под влиянием ЛТ. По данным ККс, в основной группе произошло увеличение плотности функционирующих капилляров до 56% (в группе контроля и сравнения — 7,1 и 26% соответственно), скорости капиллярного кровотока в артериолярном отделе до 26,8% (в группе контроля и сравнения — 9,8 и 15,7% соответственно), в веноулярном отделе до 19,6% (в группе контроля и сравнения — 5,4 и 11,5% соответственно).

На сегодняшний день ЛТ может с успехом применяться на амбулаторном этапе лечения пациентов с трофическими язвами нижних конечностей на фоне ХВН. При этом включение в комплекс консервативной терапии комбинированного лазерного низкоинтенсивного излучения разных длин волн позволяет получить более выраженные клинические результаты, сохраняющиеся в течение полугода после проведенного лечения.

## Участие авторов:

концепция и дизайн исследования — Т.В. Кончугова, Е.А. Мельникова; сбор и обработка материала — Е.В. Асхадулин; статистическая обработка данных — Д.Б. Кульчицкая; написание текста — Т.В. Кончугова, М.В. Никитин; редактирование — А.Д. Фесюн.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflict of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Москвин С.В., Кончугова Т.В., Хадарцев А.А. Основные терапевтические методики лазерного осветивания крови. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры*. 2017;5:10-17. Moskvin SV, Konchugova TV, Khadartsev AA. Basic therapeutic methods of laser blood illumination. *Questions of balneology, physiotherapy and physical therapy*. 2017;5:10-17.
2. Толстых М.П., Толстых П.И., Ширинский В.Г., Кулешов И.Ю., Ахмедов Б.А., Бехер Ю.В., Будневский С.В., Гаджиев А.И., Чуриков К.В. Молекулярно-клеточные механизмы лазерной и антиоксидантной коррекции заживления ран. *Лазерная медицина*. 2006;10(2):40-46. Tolstykh MP, Tolstykh PI, Shirinsky VG, Kuleshov IYu, Ahmedov BA, Bekher YuV, Budnevskij SV, Gadzhiev AI, Churikov KV. Molecular cellular mechanisms of laser and antioxidant correction of wound healing. *Laser medicine*. 2006;10(2):40-46.
3. Гавриленко А.В., Мусаев М.М., Вахратян П.Е. Лазерные технологии в лечении трофических язв венозной этиологии. *Лазерная медицина*. 2015;19(4):58-62. Gavrilenko AV, Musaev MM, Vakhratyan PE. Laser technologies in the treatment of trophic ulcers of venous etiology. *Laser medicine*. 2015;19:4:58-62.
4. Мусаев М.М. Низкоинтенсивное лазерное излучение в комплексном лечении больных с венозными язвами. *Лазерная медицина*. 2016;20(2):16-20. Musaev MM. Low-Intensity laser radiation in the complex treatment of patients with venous ulcers. *Laser medicine*. 2016;20(2):16-20.
5. Каторкин С.Е., Жуков А.А., Мельников М.А., Кушнарчук М.Ю. Комбинированное лечение трофических язв при хронических заболеваниях вен нижних конечностей. *Лазерная медицина*. 2015;19(3):23-28. Katorkin SE, Zhukov AA, Melnikov MA, Kushnarchuk MYu. Combined treatment of trophic ulcers in chronic diseases of the veins of the lower extremities. *Laser medicine*. 2015;19(3):23-28.
6. Шевченко Ю.Л., Стойко Ю.Л., Гудымович В.Г. Комплексный подход в лечении обширных трофических язв голени в многопрофильном стационаре. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2014;7(3):221-222. Shevchenko YuL, Stoiko YuL, Gudymovich VG. Comprehensive approach to the treatment of extensive trophic ulcers of the lower legs in a multidisciplinary hospital. *Bulletin of experimental and clinical surgery*. 2014;7(3):221-222.
7. Гейниц А.В., Москвин С.В. *Новые технологии внутривенного лазерного облучения крови: ВЛОК+УФОК и ВЛОК-405*. М.: Тверь; 2010. Geynits AV, Moskvin SV. *New technologies of intravenous laser blood irradiation: VLOK+UFOK and VLOK-405*. M.: Tver; 2010.

Получена 14.04.2020

Received 14.04.2020

Принята в печать 22.04.2020

Accepted 22.04.2020