

УДК 617.58-005.93-085.849.19

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ217680>

# Лазеротерапия в комплексном лечении пациентов с лимфедемой нижних конечностей

Г. В. Яровенко✉, С. Е. Каторкин

Самарский государственный медицинский университет, Самара, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Применение методов физиотерапевтического воздействия с использованием внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК), влияющего на различные звенья патогенеза лимфедемы, позволяет получить необходимый лечебный эффект и свидетельствует о его перспективности.

**Цель.** Оценка эффективности применения ВЛОК для уменьшения лимфедемного объема на нижних конечностях.

**Материалы и методы.** В 2020–2022 гг. проведено комплексное консервативное лечение, включающее компрессионную терапию, фармакотерапию и ВЛОК 60 пациентам с I–III стадиями лимфедемы, средний возраст  $45,3 \pm 1,6$  лет. В 1 группу включены пациенты с первичной ( $n = 8$ ), во 2 — со вторичной ( $n = 52$ ) лимфедемой нижних конечностей. Применялось излучение длиной волны 632 нм по стандартизированным параметрам: мощностью от 3 до 15 мВт, частотой импульсов от 80 до 2000 Гц, длительностью процедуры от 5 до 15 мин., с курсовой (до 10 раз), ежедневной или интервальной нагрузкой (через 1 день). Для динамической оценки лимфооттока, микроциркуляции, мягких тканей пораженной конечности использовались электрокоагулография, ультразвуковое исследование паховых лимфатических узлов и мягких тканей, триплексное сканирование, тепловидение и проба Мак-Клюра и Олдрича.

**Результаты.** Отмечалось уменьшение периметров конечности на уровне средней трети голени на  $14,8 \pm 0,7\%$  (от  $48,7 \pm 5,3$  см до  $41,4 \pm 0,9$  см) в конце курса лечения. Электрокоагулографически после 4 сеансов и курса лечения выявлялась гипокоагуляция с формированием рыхлого сгустка с ранней ретракцией. Анализ Спирмена показал прямую взаимосвязь между изменениями фибринолитической активности крови и данными периметра на голени у пациентов 2 группы I–II стадии заболевания ( $p < 0,005$ ). При термографии нижних конечностей установлено повышение уровня инфракрасного излучения со статистически значимым ( $p < 0,001$ ) увеличением площади гипертермии в дистальной части голени и внутренней поверхности бедер. По результатам пробы Мак-Клюра и Олдрича после окончания ВЛОК во 2 группе зафиксировано статистически значимое замедление рассасывания кожной папулы в дистальной части голени с  $27,13 \pm 2,77$  мин. до  $35,72 \pm 3,11$  мин. ( $p < 0,05$ ) в I стадии заболевания.

**Заключение.** ВЛОК воздействует на внутренние факторы лимфооттока и способствует его оптимизации в комплексном лечении пациентов в начальной стадии вторичной лимфедемы нижних конечностей.

**Ключевые слова:** лимфедема нижних конечностей; внутривенное лазерное облучение крови; ультразвуковое исследование; термография; гидрофильная проба

## Для цитирования:

Яровенко Г.В., Каторкин С.Е. Лазеротерапия в комплексном лечении пациентов с лимфедемой нижних конечностей // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. 2023. Т. 31, № 4. С. 563–572. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ217680>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ217680>

# Laser Therapy in Comprehensive Treatment of Patients with Lymphedema of Lower Limbs

Galina V. Yarovenko✉, Sergey E. Katorkin

Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Methods of physiotherapy using intravenous laser irradiation of blood (ILIB) that affects various pathogenetic factors of lymphedema, permits to achieve the required therapeutic effect and shows its promising perspectives.

**AIM:** Evaluation of the effectiveness of ILIB to reduce the lymphedema volume in the lower limbs.

**MATERIALS AND METHODS:** In 2020–2022, a comprehensive conservative treatment including compression therapy, pharmacotherapy and ILIB, was conducted in 60 patients of the mean age  $45.3 \pm 1.6$  years with I–III stage lymphedema. Group 1 included patients with primary ( $n = 8$ ) and group 2 ( $n = 52$ ) with secondary lymphedema of the lower limbs. Laser radiation at 632 nm wavelength was used with standardized parameters: power 3 to 15 mW, pulse rate 80 to 2,000 Hz, exposure time 5 to 15 min, with a course (up to 10 sessions), daily, or interval (every 2<sup>nd</sup> day) load. Lymph outflow, microcirculation, soft tissues of the affected limb were evaluated using electrocoagulography, ultrasound examination of inguinal lymph nodes and soft tissues, triplex scanning, thermal imaging and McClure–Aldrich test.

**RESULTS:** At the end of the treatment course, a reduction of the limb perimeter at the level of the middle third of the lower leg by  $14.8 \pm 0.7\%$  was noted (from  $48.7 \pm 5.3$  cm to  $41.4 \pm 0.9$  cm). After 4 sessions and a treatment course, electrocoagulography revealed hypocoagulation with the formation of a loose clot with early retraction. Spearman test showed a direct relationship between changes in the fibrinolytic activity of blood and the perimeter of the lower leg in patients of group 2 with I–II stage of the disease ( $p < 0.005$ ). Thermography of the lower limbs showed increased IR radiation with a statistically significant increase ( $p < 0.001$ ) in the area of hyperthermia in the distal parts of the lower legs and the inner surface of the thighs. The results of McClure–Aldrich test showed a statistically significant slowdown of a skin papule resolution in the distal part of the lower legs from  $27.13 \pm 2.77$  min to  $35.72 \pm 3.11$  min ( $p < 0.05$ ) after ILIB in I stage of the disease.

**CONCLUSION:** ILIB affects the internal factors of lymph outflow and contributes to its optimization in the comprehensive treatment of patients in the initial stage of secondary lymphedema of the lower limbs.

**Keywords:** *lymphedema of the lower limbs; intravenous laser irradiation of blood; ultrasound examination; thermography; hydrophilic test*

## For citation:

Yarovenko GV, Katorkin SE. Laser Therapy in Comprehensive Treatment of Patients with Lymphedema of Lower Limbs. *I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2023;31(4):563–572. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ217680>

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВЛОК — внутривенное лазерное освечение крови

НК — нижние конечности

УЗИ — ультразвуковое исследование

ЦДК — цветное доплеровское картирование

## ВВЕДЕНИЕ

Лимфедема является распространенным, сложным и недооцененным заболеванием человека [1]. По данным центра лимфедемы в Стенфорде, до 200 тыс. случаев лимфедемы диагностируется ежегодно, во всем мире ею страдают до 90 млн человек, а в совокупности с хронической венозной недостаточностью их число возрастает до 300 млн человек [2]. Наиболее часто эта патология встречается у женщин (80–90%) и лиц молодого возраста.

В последнее десятилетие наблюдается значительный рост понимания патогенеза и подходов к проблеме лечения лимфедемы. Появляются значительные успехи в экспериментальных исследованиях, диагностике и клинических методах ее лечения. Это прогресс, достигнутый в области генетики, лимфатической визуализации и лимфатической хирургии. Изучаются новые молекулярные идеи патогенеза лимфедемы, а также их связь с будущей молекулярной [3] и клеточной терапией [4].

Лимфатическая система является одной из самых сложных систем организма. Она выполняет 3 основные функции: сохранение баланса жидкости, питательная (всасывание жира) и защитная. Лимфатические сосуды возвращают капиллярный ультрафильтрат и выделившиеся белки плазмы из большинства тканей обратно в кровоток. Следовательно, отвечают за поддержание гомеостаза объема ткани (и плазмы). Нарушение оттока лимфы приводит к периферическим отекам (лимфедеме) и может иметь серьезные последствия для сердечно-сосудистых заболеваний (особенно артериальной гипертензии и атеросклероза), инфекций и иммунного статуса, рака и ожирения — четырех основных проблем здравоохранения в XXI в. [5].

Профилактические хирургические методы, биопсия сигнальных лимфатических узлов, микрохирургический профилактический подход к лечению лимфедемы, снижают заболеваемость, но не всегда приносят желаемый результат [6, 7]. Лимфедема — хроническое заболевание, которое требует сочетания хирургического и консервативного лечения (комбинированной терапии). Стандартизация стадирования лимфедемы, ключевых показателей исхода и количественных данных будет иметь решающее значение для установления лучших методов ее диагностики и лечения [8, 9].

В перечень консервативного лечения можно отнести физиотерапевтическое воздействие, которому способствует комплексная противоотечная физиотерапия [10, 11]. В настоящее время широко применяются такие методы как: пневматическая компрессия, синусоидальные моделированные токи, электрофорез с ферментами (лидазой, ронидазой, трипсином), радиочастотная стимуляция сократительной способности лимфангиона, баротерапия (камера в камере), гравитационная терапия, а также низкоинтенсивная внутривенная лазеротерапия [12, 13]. В комплексном лечении пациентов с патологическими отеками нижних конечностей (НК) используются сочетания одновременного ручного массажа, электромеханического лимфатического массажа и эластической компрессии [14].

Однако, задача повышения эффективности лечения пациентов с лимфатическими отеками НК остается актуальной. Применение методов физиотерапевтического воздействия, в первую очередь с использованием ВЛОК, влияющего на различные звенья патогенеза лимфедемы, обеспечивают активацию сократительной способности лимфангиона, воздействуют на фибринолитическую активность и микроциркуляторное русло, что позволяет получить необходимый лечебный эффект и свидетельствует о перспективности этого направления.

**Цель** — оценка эффективности применения внутривенного лазерного освечения крови для уменьшения лимфедемного объема на нижних конечностях.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе клиники госпитальной хирургии Самарского государственного медицинского университета в 2020–2022 гг. проведено комплексное консервативное лечение, включающее компрессионную терапию III класса компрессии, фармакотерапию и ВЛОК. Лимфодренажный массаж не использовался. От каждого пациента было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании до выполнения медицинских вмешательств. Исследование одобрено этическим комитетом Самарского государственного медицинского университета (Протокол № 212 от 11.11.2020).

Для осуществления терапевтического освещения крови использовался аппарат Матрикс-ВЛОК (Лазермедсервис, Россия) у 60 пациентов (из них 7 мужчин (11,7%)), средний возраст составил  $45,3 \pm 1,6$  лет, индекс массы тела от 23,4 до  $36,8 (28,8 \pm 3,3) \text{ кг/м}^2$ .

**Критерии включения:** возраст старше 18 лет; подтвержденный диагноз лимфедемы НК, добровольное информированное согласие пациента на участие в исследовании.

**Критерии исключения:** отказ пациента от участия на любом этапе лечения; наличие сахарного диабета любого типа, клинически значимой артериальной патологии НК, нарушений целостности кожных покровов воспалительного генеза, отека венозного или сердечно-сосудистого генеза, беременности, почечной патологии, тромботических осложнений.

Предпосылками к лимфедеме явились операции с последующим использованием лучевой терапии на регионарные лимфатические узлы или их

удаление — у 7 (23,1%) человек, травмы и переломы — у 3 (5,8%), для женщин — беременность и роды, гинекологические заболевания — у 2 (3,8%) пациенток. Наибольшее число страдающих вторичными лимфатическими отеками НК были пациенты, перенесшие рожистое воспаление НК — 35 (67,3%). Степень лимфедемы НК зависела от формы и кратности рожистого воспаления. Также была зарегистрирована неустановленная причина лимфатического отека ( $n = 5$ ; 9,6%).

Пациенты были разделены на 2 группы по основному признаку (заболеванию). *Первая группа* — 8 человек (первичная лимфедема, установленная на основании анамнеза и данных генетического анализа), представлена пациентами только с III стадией заболевания, продолжительность которого составляла  $24,4 \pm 8,2$  года. *Вторая группа* — 52 (вторичная лимфедема НК, табл. 1), наблюдалась у 5 пациентов с I стадией заболевания, II — у 29 и III — у 18 человек, средний срок заболевания —  $15,2 \pm 7,1$  год.

**Таблица 1.** Причины возникновения вторичной лимфедемы у пациентов второй группы ( $n = 52$ ),  $n$  (%)

Причины лимфедемы	Одностороннее поражение	Двухстороннее поражение
Послелучевой склероз паховых лимфатических узлов	3 (5,8)	4 (7,7)
Переломы и травмы	3 (5,8)	–
Беременность, роды	2 (3,8)	–
Не установленная причина	2 (3,8)	3 (5,8)
Рожистое воспаление	35 (67,3)	–

До включения в исследование пациенты обеих групп не получали регулярного стандартизированного патогенетического лечения, применяя только отдельные его составляющие, в виду отсутствия квалифицированных рекомендаций на амбулаторном уровне и низкой приверженности к лечению.

В комплекс лечебных мероприятий включали медикаментозное лечение. Консервативная терапия подбиралась индивидуально для каждого пациента и зависела от стадии лимфедемы НК с обязательным учетом соматического состояния. Перечень лекарственных препаратов для всех пациентов входили: средства, улучшающие реологические свойства крови; оказывающие метаболический, нейропротективный и микроциркуляторный эффекты; дезагреганты; бензопираны; нестероидные противовоспалительные; антигистаминные препараты, также лечебная гимнастика и обязательная эластическая компрессия III класса. Иммунокорректоры, аутоультрафиолетовое облучение крови и антибактериальные средства

назначались по показаниям. У пациентов с первичной лимфедемой НК лечение было направлено на возможное усиление пассивного лимфооттока, а для пациентов с вторичной лимфедемой — на стимуляцию моторики сохранных лимфангионов. Всем пациентам групп сравнения назначалась ВЛОК по схеме.

ВЛОК применялось с длиной волны 632 нм, мощностью от 3 до 15 мВт, с частотой импульсов от 80 до 2000 Гц, длительностью процедуры от 5 до 15 мин., с курсовой (до 10 раз), ежедневной или интервальной нагрузкой (через 1 день). Процедура выполнялась стерильными световодами, соединяющимися с разъемом аппарата, с контролем мощности и цифровой индикации процедуры.

Исследование включало:

- 1) сбор анамнеза;
- 2) осмотр пациента лимфологом;
- 3) измерение периметра конечности на фиксированных уровнях;

4) цветное доплеровское картирование (ЦДК) сосудов НК (аппараты Aloka SSD 1700, Япония и Logic 7, США);

5) общеклинический и биохимический анализ крови;

6) электрокоагулографию (самопишущий коагулограф переносного типа Н-334 (Эталон, Россия);

7) проведение резорбтивной пробы МАК-Клюра и Олдрича;

8) ультразвуковое исследование (УЗИ) кожи, мягких тканей и лимфатических узлов пораженной конечности (Aloka SSD 1700, Япония и Logic 7, США);

9) тепловизионное исследование в динамике на компьютерном термографе ИРТИС-2000 МЕ (Иртис, Россия);

10) динамику регресса заболевания — оценка лимфедемного отека на 12 сут после ВЛОК;

11) изучение исхода заболевания — оценка клинических проявлений на 14 сут (окончание стационарного лечения) и на амбулаторном осмотре через 1 мес.

Период наблюдения составил  $14,0 \pm 2,4$  дня стационарного лечения и дальнейшие осмотры согласно программе исследования.

Для контроля эффективности лечения пациентов применяли следующие методы исследований. Использовали электрокоагулографию (как метод экспресс-диагностики функционального состояния системы гемостаза), измерение периметров конечностей на ранее установленных уровнях (стопа, голень на трех стандартных уровнях, бедро на трех аналогичных уровнях). Для определения состояния венозного оттока выполняли ультразвуковое дуплексное сканирование с ЦДК венозных стволов в режиме реального времени с определением их геометрии, проходимости, аномалии развития, скорости и направления кровотока. Проводили УЗИ мягких тканей для изучения состояния кожи, подкожно жировой клетчатки голени (в средней и нижней трети), паховых лимфатических узлов (линейных размеров и структурной композиции) [15, 16]. Микроциркуляторное русло НК изучалось методом термографии конечности или ее части с регистрацией отделов гипертермии, расчетом их площади в пикселях, контрастированием в нужном градиентном диапазоне с созданием диаграмм и динамическим анализом. Экспериментальным путем установлено соотношение количества пикселей на  $1 \text{ см}^2$  —  $22,73$  [17]. Тепловизионное исследование осуществлялось при температуре воздуха в помещении  $23,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$ , скорости движения воздуха не более  $0,25 \text{ м/с}$ , относительной влажности 50–75%, в утренние часы. Контролем достоверности полученных результатов служило «черное тело» с постоянной температурой  $33,0^\circ\text{C}$ . Обследование проводилось в положении больного стоя, расстояние от аппарата до пациента 1,5–2,0 м,

в зависимости от области исследования. Резорбтивная возможность лимфооттока из пораженной конечности определялась гидрофильной пробой Мак-Клюра и Олдрича.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием параметрических критериев Стьюдента и рангового корреляционного анализа Спирмена.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В комплексном лечении лимфедемы НК с использованием ВЛОК все пациенты отмечали субъективно положительный эффект, характеризующийся уменьшением чувства тяжести и распирающего в измененной конечности. При использовании ВЛОК побочных эффектов общего или местного характера выявлено не было. При измерении периметра пораженной конечности на стандартных уровнях до и сразу после сеанса лазеротерапии положительной динамики не обнаруживалось, но уменьшение периметра стопы, нижней трети и средней трети голени на  $1,6 \pm 0,32 \text{ см}$  отмечалось после четырех сеансов у пациентов 2 группы в начальных стадиях (I–II) лимфедемы. Периметры пораженной конечности на аналогичных уровнях в конце курса комплексного лечения статистически сократились (с  $48,7 \pm 5,3 \text{ см}$  до  $41,4 \pm 0,9 \text{ см}$ ), на  $14,8 \pm 0,7\%$  у пациентов с анатомически сохраненным лимфатическим коллектором и статистически не значимо на  $5,2 \pm 0,8\%$  у пациентов в III стадии вторичной лимфедемы НК с его значимыми трансформациями. Все вышеперечисленные изменения у пациентов 1 группы зарегистрированы не были.

По данным УЗИ мягких тканей конечности, осуществленных у 18 пациентов после четвертого и заключительного сеансов ВЛОК обнаружено снижение эхогенности подкожной клетчатки на уровне стопы и дистальной части медиальной поверхности голени. Наблюдалось уменьшение протяженности и величины межлимфатических пространств в подкожно-жировой клетчатке. При изучении структуры наружного пахового лимфатического узла из нижней группы паракортикальный слой уменьшался, медулярный слой увеличивался статистически значимо ( $p < 0,05$ ) и лоцировался в центральной части без гипозоногенных и гиперэхогенных включений, при этом линейные размеры лимфоузла оставались прежними (табл. 2).

Все перечисленные проявления наблюдались только у пациентов 2 группы в I и II стадии вторичной лимфедемы НК. По результатам УЗИ в III стадии лимфедемы уменьшение толщины мягких тканей выявлено лишь у четырех пациентов, что характеризуется нарастающей фиброзной перестройкой, хотя лимфатические лакуны, расположенные между участками склерозированных тканей, изменяли свои размеры и форму.



**Таблица 2.** Изменения размеров и структуры лимфатических узлов у пациентов второй группы под действием низкоинтенсивного лазерного облучения крови,  $M \pm \sigma$ 

Параметры	До ВЛОК		После ВЛОК	
	М	m	М	m
Длина	1,84	0,07	1,75	0,10
Ширина	1,0	0,05	0,58	0,06
Паракортикальный слой	0,29	0,03	0,2	0,04
Медуллярный слой	0,32	0,03	0,44*	0,05

Примечания: ВЛОК — внутривенное лазерное освечение крови; \* — по сравнению с показателями лимфатических узлов до ВЛОК,  $p < 0,05$ ,  $t = 2,101$

**Таблица 3.** Состояние гемостаза у пациентов вторичной лимфедемой нижних конечностей (вторая группа,  $n = 52$ ),  $M \pm \sigma$ 

Параметры	До лазеротерапии		После лазеротерапии	
	М	m	М	m
Гематокрит	0,41	0,13	0,42	0,08
Время свертывания крови, мин	5,05	0,29	12,24*	1,37
Время ретракции сгустка, мин	10,55	1,84	12,73	2,09
Плотность сгустка	0,09	0,01	0,16	0,03
Фибринолитическая активность	4,30	0,91	12,29*	3,84

Примечание: \* — относительно исходных показателей гемостаза у пациентов,  $p < 0,001$ ,  $t = 3,48$

По данным электрокоагулографии, проведенной у всех пациентов, получавших ВЛОК до, после четырех сеансов и в конце курса лечения, прослеживалась статистически значимая ( $p < 0,001$ ) тенденция к гипокоагуляции с формированием рыхлого сгустка с ранней ретракцией (табл. 3).

Используя ранговый корреляционный анализ Спирмена нами установлена прямая, тесная взаимосвязь между изменениями в свертывающей системе крови (фибринолитической активностью) и периметром на уровне нижней и средней трети голени у пациентов 2 группы в I–II стадии заболевания. Искомый

коэффициент равен 0,96 с критическим значением критерия Спирмена 0,573 ( $p < 0,005$ ). Значимого эффекта в 1 группе пациентов не выявлено.

С высоким уровнем объективизации получены изменения количественных показателей состояния инфракрасного излучения патологически измененной конечности: слева паховая область —  $39,02 \pm 0,17^\circ\text{C}$ , подколенная область —  $37,86 \pm 0,13^\circ\text{C}$ , справа соответственно  $37,93 \pm 0,16^\circ\text{C}$  и  $38,96 \pm 0,19^\circ\text{C}$ . Термоасимметрия характеризовалась особенностями расположения сосудистых стволов и иннервацией конечности (табл. 4).

**Таблица 4.** Изменение термопрофиля в проекции паховых лимфоузлов и площади гипертермии в дистальной части голени в процессе лечения ВЛОК у пациентов вторичной лимфедемой нижних конечностей (вторая группа,  $n = 52$ ),  $M \pm \sigma$ 

Период оценки показателей	Температура, $^\circ\text{C}$		Площадь, $\text{cm}^2$	
	М	m	М	m
До лазеротерапии	39,14	0,34	16,83	0,59
После лазеротерапии	38,11	0,28	31,20*	2,86

Примечания: ВЛОК — внутривенное лазерное освечение крови; \* — увеличение площади гипертермии у пациентов 2 группы после ВЛОК,  $p < 0,001$ ;  $t = 3,488$

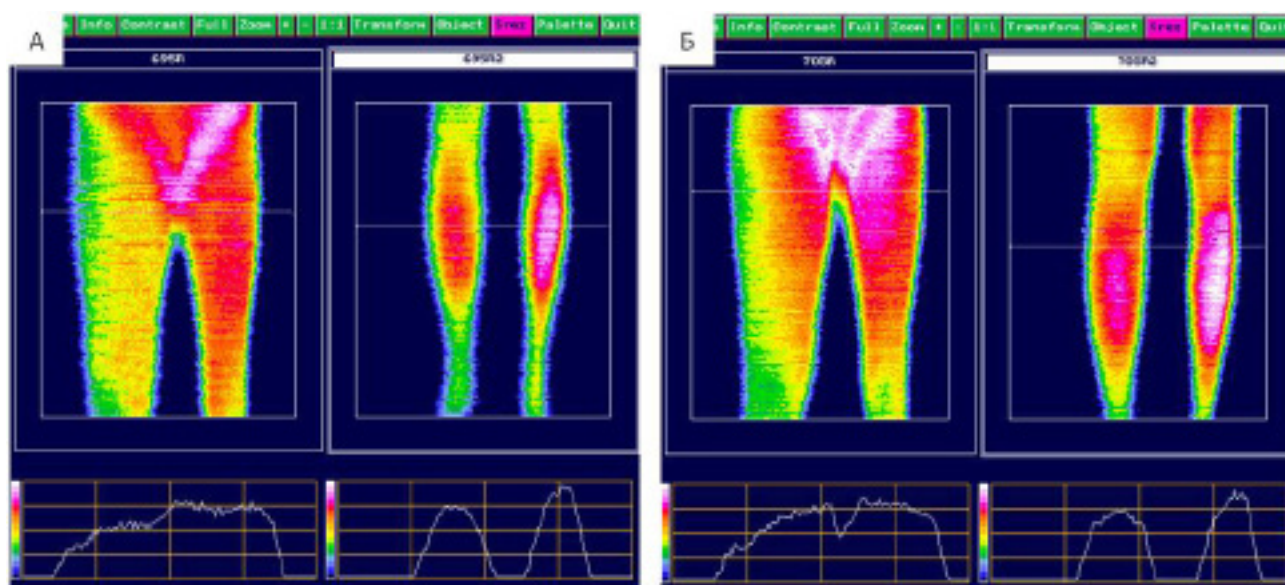


Рис. 1. Клинический пример: термограммы нижних конечностей пациентки С., 58 лет, с вторичной лимфедемой III стадии до (А) и после (Б) комплексного лечения.

При оценке показателей термографии НК установлено повышение уровня инфракрасного излучения только во 2 группе. Зарегистрировано увеличение ( $p < 0,001$ ) площади гипертермии в дистальной части голени и по внутренней поверхности бедер, что характеризуется улучшением микроциркуляции (рис. 1).

По результатам пробы Мак-Клюра и Олдрича только после окончания ВЛОК зарегистрировано статистически значимое замедление рассасывания кожной папулы в дистальной части голени с  $27,13 \pm 2,77$  мин. до  $35,72 \pm 3,11$  мин. ( $p < 0,05$ ) при I стадии заболевания. Во II стадии и незначительно в III стадии вторичной лимфедемы НК наблюдалось слабое увеличение времени рассасывания кожной папулы, что все же свидетельствовало об уменьшении лимфедемного отека и улучшении резорбционно-транспортной функции лимфатического коллектора пораженной конечности и функциональной активности лимфангиона. В 1 группе данных закономерностей не выявлено.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Основная направленность лечения вторичной и первичной лимфедемы — консервативная терапия. Назначаются: гимнастика в воде с положительным эффектом, особенно в краткосрочной перспективе [18], иглоукалывание на здоровой конечности при лимфедеме верхней конечности [19], применение ортопедических стелек, восстановление подвижности стопы и голеностопного сустава [20]. В комплексное лечение

необходимо включать следующие методы: механические (лечебная гимнастика, массаж, компрессионная терапия, контроль массы тела), физические (амплипульс, электрофорез, электростимуляция, пневмокомпрессия, баротерапия, ультрафиолетовое облучение крови) и фармакологические (препараты, способствующие улучшению лимфотока, нормализации сократительной активности лимфатических сосудов, профилактике рецидивов рожистого воспаления, улучшению венозного оттока, коррекции воспалительных и трофических изменений тканей) [9], а также последовательный ручной лимфодренаж, кинезиотейпирование, лечебную гимнастику в тренажерном зале [20].

Доказано, что лазерное излучение стимулирует лимфогенез, восстанавливает лимфатический дренаж за счет усиления моторики лимфатических сосудов и снижения образования интерстициальной жидкости, благоприятно воздействуя на эндотелиальную дисфункцию кровеносных сосудов. Отмечены дополнительные эффекты лазерного воздействия — редукция фиброза и склероза лимфедематозных тканей за счет протективных эффектов фибробластов, а также стимуляция иммунитета за счет активации макрофагов [13]. В нашем исследовании применялись механические и фармакологические методы в совокупности с ВЛОК.

Комплексную терапию пациентов с лимфатическими отеками конечностей, по нашему мнению, целесообразно сочетать с ВЛОК. Эффективность ВЛОК объясняется воздействием на скорость агрегации тромбоцитов, временем достижения плотного сгустка

и степенью дезагрегации кровяного сгустка, т. е. восстановлению агрегационной способности тромбоцитов, что имеет прямую взаимосвязь с вязкостью лимфы, ее текучестью и подтверждается тесной, прямой ранговой корреляционной взаимосвязью Спирмена ( $p < 0,005$ ). ВЛОК стимулирует микроциркуляцию (что подтверждается тепловизионным исследованием), функцию лимфатического насоса на уровне капилляров и работоспособность сохраненных лимфангионов, что влияет на «дегидратацию» интерстициальной ткани, снижая выраженность дистрофической трансформации (подтверждается положительной гидрофильной пробой). Установлено, эффективность гидрофильной пробы имеет прямо пропорциональную зависимость от выраженности склеротических изменений в мягких тканях и стадии лимфедемы. Метод ВЛОК способствует повышению результативности комплексного лечения пациентов со вторичной лимфедемой НК, особенно в начальных стадиях заболевания при сохраненной функции лимфангиона.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Низкоинтенсивное лазерное освечивание крови целесообразно применять у пациентов I–II стадии

вторичной лимфедемы с функционально сохраненными лимфатическими сосудами.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов:** Яровенко Г. В. — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, написание текста; Каторкин С. Е. — концепция и дизайн исследования, редактирование. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Funding.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflicts of interests.

**Contribution of the authors:** G. V. Yarovenko — concept and design of study, statistical processing, writing the text; S. E. Katorkin — concept and design of study, editing. The authors confirm the correspondence of their authorship to the ICMJE International Criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Максаев Д.А. Клиническая эффективность биофлавоноидов в лечении вторичной лимфедемы нижних конечностей // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. 2021. Т. 29, № 2. С. 245–250. doi: [10.17816/PAVLOVJ63283](https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ63283)
2. Rockson S.G., Zhou X., Zhao L., et al. Exploring disease interrelationships in patients with lymphatic disorders: A single center retrospective experience // Clin. Transl. Med. 2022. Vol. 12, No. 4. P. e760. doi: [10.1002/ctm2.760](https://doi.org/10.1002/ctm2.760)
3. Rockson S.G. Advances in Lymphedema // Circ. Res. 2021. Vol. 128, No. 12. P. 2003–2016. doi: [10.1161/CIRCRESAHA.121.318307](https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.121.318307)
4. Ogino R., Yokooji T., Hayashida M., et al. Emerging Anti-Inflammatory Pharmacotherapy and Cell-Based Therapy for Lymphedema // Int. J. Mol. Sci. 2022. Vol. 23, No. 14. P. 7614. doi: [10.3390/ijms23147614](https://doi.org/10.3390/ijms23147614)
5. Bittar S., Simman R., Lurie F. Lymphedema: A Practical Approach and Clinical Update // Wounds. 2020. Vol. 32, No. 3. P. 86–92.
6. Gallagher K.K., Lopez M., Iles K., et al. Surgical Approach to Lymphedema Reduction // Curr. Oncol. Rep. 2020. Vol. 22, No. 10. P. 97. doi: [10.1007/s11912-020-00961-4](https://doi.org/10.1007/s11912-020-00961-4)
7. Мышенцев П.Н., Сушков С.А., Каторкин С.Е., и др. Диагностика лимфедемы конечностей // Флебология. 2017. Т. 11, № 4. С. 228–237. doi: [10.17116/flebo2017114228-236](https://doi.org/10.17116/flebo2017114228-236)
8. Yarmohammadi H., Rooddehghan A., Soltanipur M., et al. Healthcare Practitioners' Knowledge of Lymphedema // Int. J. Vasc. Med. 2021. Vol. 2021. P. 3806150. doi: [10.1155/2021/3806150](https://doi.org/10.1155/2021/3806150)
9. Бубнова Н.А. Консервативное лечение лимфедемы нижних конечностей // Consilium Medicum. 2010. Т. 12, № 8. С. 108–112.
10. Kilmartin L., Denham T., Fu M.R., et al. Complementary low-level laser therapy for breast cancer-related lymphedema: a pilot, double-blind, randomized, placebo-controlled study // Lasers Med. Sci. 2020. Vol. 35, No. 1. P. 95–105. doi: [10.1007/s10103-019-02798-1](https://doi.org/10.1007/s10103-019-02798-1)
11. Бадтиева В.А., Трухачева Н.В., Савин Э.А. Современные тенденции в лечении и профилактике лимфедемы нижних конечностей // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2018. Т. 95, № 4. С. 54–61. doi: [10.17116/kurort20189504154](https://doi.org/10.17116/kurort20189504154)
12. Baxter G.D., Liu L., Tumilty S., et al. Low level laser therapy for the management of breast cancer-related lymphedema: A randomized controlled feasibility study. Laser Lymphedema Trial Team // Lasers Med. Sci. 2018. Vol. 50, No. 9. P. 924–932. doi: [10.1002/lsm.22947](https://doi.org/10.1002/lsm.22947)
13. Гейниц А.В., Москвин А.В., Азизов Г.А. Внутривенное лазерное облучение крови. М.: Триада; 2006.
14. Lamprou D.–A.A., Damstra R.J., Partsch H. Prospective, randomized, controlled trial comparing a new two-component compression system with inelastic multicomponent compression bandages in the treatment of leg lymphedema // Dermatol. Surg. 2011. Vol. 37, No. 7. P. 985–991. doi: [10.1111/j.1524-4725.2011.02002.x](https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.02002.x)
15. Li K., Zhang Z., Liu N.F., et al. Efficacy and safety of far infrared radiation in lymphedema treatment: clinical evaluation and laboratory analysis // Lasers Med. Sci. 2017. Vol. 32, No. 3. P. 485–494. doi: [10.1007/s10103-016-2135-0](https://doi.org/10.1007/s10103-016-2135-0)



16. Maccarone M.C., Venturini E., Menegatti E., et al. Water-based exercise for upper and lower limb lymphedema treatment // *J. Vasc. Surg. Venous Lymphat. Disord.* 2023. Vol. 11, No. 1. P. 201–209. doi: [10.1016/j.jvsv.2022.08.002](https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2022.08.002)

17. Яровенко Г.В., Макаров И.В., Боклин А.А. Термография как метод оценки состояния сосудов шеи, верхних и нижних конечностей. Самара: ИП Никифоров М.В.; 2018.

18. Friedman R., Johnson A.R., Shillue K., et al. Acupuncture Treatment for Breast Cancer-Related Lymphedema: A Randomized Pilot Study // *Lymphat. Res. Biol.* 2023. Vol. 21, No. 5. P. 488–494. doi: [10.1089/lrb.2022.0001](https://doi.org/10.1089/lrb.2022.0001)

19. De Michele M., Mastrullo M., Melotto G., et al. Phlebological insole: Can it help in the lymphoedema treatment? A scoping review // *Phlebology.* 2023. Vol. 38, No. 5. P. 300–306. doi: [10.1177/02683555231162291](https://doi.org/10.1177/02683555231162291)

20. Apkhanova T.V., Gerasimenko M.Yu., Konchugova T.V., et al. Complex Medical Rehabilitation for Cancer-related Lower Limbs Lymphedema: a Prospective Comparative Randomized Study of 60 Patients // *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2022. Vol. 21, No. 5. P. 50–57. doi: [10.38025/2078-1962-2022-21-5-50-57](https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-5-50-57)

## REFERENCES

1. Kalinin RE, Suchkov IA, Maksaev DA. Clinical effectiveness of bioflavonoids in the treatment of secondary lower limb lymphedema. *I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald.* 2021;29(2):245–50. (In Russ). doi: [10.17816/PAVLOVJ63283](https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ63283)
2. Rockson SG, Zhou X, Zhao L, et al. Exploring disease interrelationships in patients with lymphatic disorders: A single center retrospective experience. *Clin Transl Med.* 2022;12(4):e760. doi: [10.1002/ctm2.760](https://doi.org/10.1002/ctm2.760)
3. Rockson SG. Advances in Lymphedema. *Circ Res.* 2021;128(12):2003–16. doi: [10.1161/CIRCRESAHA.121.318307](https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.121.318307)
4. Ogino R, Yokooji T, Hayashida M, et al. Emerging Anti-Inflammatory Pharmacotherapy and Cell-Based Therapy for Lymphedema. *Int J Mol Sci.* 2022;23(14):7614. doi: [10.3390/ijms23147614](https://doi.org/10.3390/ijms23147614)
5. Bittar S, Simman R, Lurie F. Lymphedema: A Practical Approach and Clinical Update. *Wounds.* 2020;32(3):86–92.
6. Gallagher KK, Lopez M, Iles K, et al. Surgical Approach to Lymphedema Reduction. *Curr Oncol Rep.* 2020;22(10):97. doi: [10.1007/s11912-020-00961-4](https://doi.org/10.1007/s11912-020-00961-4)
7. Myshentsev PN, Sushkov SA, Katorkin SE, et al. Diagnostics of Lower Limbs Lymphedema. *Flebologiya.* 2017;11(4):228–37. (In Russ). doi: [10.17116/flebo2017114228-236](https://doi.org/10.17116/flebo2017114228-236)
8. Yarmohammadi H, Rooddehghan A, Soltanipur M, et al. Healthcare Practitioners' Knowledge of Lymphedema. *Int J Vasc Med.* 2021;2021:3806150. doi: [10.1155/2021/3806150](https://doi.org/10.1155/2021/3806150)
9. Bubnova NA. Konservativnoe lechenie limfedemy nizhnikh konechnostey. *Consilium Medicum.* 2010;12(8):108–12. (In Russ).
10. Kilmartin L, Denham T, Fu MR, et al. Complementary low-level laser therapy for breast cancer-related lymphedema: a pilot, double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Lasers Med Sci.* 2020;35(1):95–105. doi: [10.1007/s10103-019-02798-1](https://doi.org/10.1007/s10103-019-02798-1)
11. Badtieva VA, Trukhacheva NV, Savin EA. The modern trends in the treatment and prevention of lymphedema of the lower extremities. *Voprosy Kurortologii, Fizioterapii, i Lechebnoi Fizicheskoi Kultury.* 2018; 95(4):54–61. (In Russ). doi: [10.17116/kurort20189504154](https://doi.org/10.17116/kurort20189504154)
12. Baxter GD, Liu L, Tumilty S, et al. Low level laser therapy for the management of breast cancer-related lymphedema: A randomized controlled feasibility study. Laser Lymphedema Trial Team. *Lasers Surg Med.* 2018;50(9):924–32. doi: [10.1002/lsm.22947](https://doi.org/10.1002/lsm.22947)
13. Geynits AV, Moskvina AV, Azizov GA. *Vnutrivennoye lazernoye oblucheniye krovi.* Moscow: Triada; 2006. (In Russ).
14. Lamprou D-AA, Damstra RJ, Partsch H. Prospective, randomized, controlled trial comparing a new two-component compression system with inelastic multicomponent compression bandages in the treatment of leg lymphedema. *Dermatol Surg.* 2011;37(7):985–91. doi: [10.1111/j.1524-4725.2011.02002.x](https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.02002.x)
15. Li K, Zhang Z, Liu NF, et al. Efficacy and safety of far infrared radiation in lymphedema treatment: clinical evaluation and laboratory analysis. *Lasers Med Sci.* 2017;32(3):485–94. doi: [10.1007/s10103-016-2135-0](https://doi.org/10.1007/s10103-016-2135-0)
16. Maccarone MC, Venturini E, Menegatti E, et al. Water-based exercise for upper and lower limb lymphedema treatment. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2023;11(1):201–9. doi: [10.1016/j.jvsv.2022.08.002](https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2022.08.002)
17. Yarovenko GV, Makarov IV, Boklin AA. *Termografiya kak metod otsenki sostoyaniya sosudov shei, verkhnikh i nizhnikh konechnostey.* Samara; 2018. (In Russ).
18. Friedman R, Johnson AR, Shillue K, et al. Acupuncture Treatment for Breast Cancer-Related Lymphedema: A Randomized Pilot Study. *Lymphat Res Biol.* 2023;21(5):488–94. doi: [10.1089/lrb.2022.0001](https://doi.org/10.1089/lrb.2022.0001)
19. De Michele M, Mastrullo M, Melotto G, et al. Phlebological insole: Can it help in the lymphoedema treatment? A scoping review. *Phlebology.* 2023;38(5):300–6. doi: [10.1177/02683555231162291](https://doi.org/10.1177/02683555231162291)
20. Apkhanova TV, Gerasimenko MYu, Konchugova TV, et al. Complex Medical Rehabilitation for Cancer-related Lower Limbs Lymphedema: a Prospective Comparative Randomized Study of 60 Patients. *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2022;21(5):50–7. doi: [10.38025/2078-1962-2022-21-5-50-57](https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-5-50-57)

## ОБ АВТОРАХ

**\*Яровенко Галина Викторовна**, д.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5043-7193>;  
eLibrary SPIN: 6154-6168; e-mail: [yarovenko\\_galina@mail.ru](mailto:yarovenko_galina@mail.ru)

**Каторкин Сергей Евгеньевич**, д.м.н., профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7473-6692>;  
eLibrary SPIN: 7259-3894; e-mail: [katorkinse@mail.ru](mailto:katorkinse@mail.ru)

## AUTHOR'S INFO

**\*Galina V. Yarovenko**, MD, Dr. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5043-7193>;  
eLibrary SPIN: 6154-6168; e-mail: [yarovenko\\_galina@mail.ru](mailto:yarovenko_galina@mail.ru)

**Sergey E. Katorkin**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7473-6692>;  
eLibrary SPIN: 7259-3894; e-mail: [katorkinse@mail.ru](mailto:katorkinse@mail.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author