

УДК: 616.147.3-002-08:615.849.19

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-21-26

# ВЛИЯНИЕ ВНУТРИВЕННОЙ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ (ВЛОК) НА ЛИМФОВЕНОЗНЫЙ ОТТОК И СОСТОЯНИЕ ГУМОРАЛЬНОГО И КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У ПАЦИЕНТОВ С ПОСТТРОМБОФЛЕБИТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Г.В. Яровенко, С.Е. Каторкин, А.В. Яшков

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара, Россия

## Резюме

Посттромбофлебитическая болезнь нижних конечностей встречается от 14 до 29 % случаев и развивается в течение первых двух лет после перенесенного эпизода тромбоза глубоких вен нижних конечностей у 20–50 % пациентов. *Цель:* применение внутривенной лазеротерапии (ВЛОК) для оптимизации результатов лечения посттромбофлебитической болезни (ПТФБ) нижних конечностей. *Материалы и методы.* ВЛОК проведена 52 пациентам, которые по клиническому признаку разделены на две группы: 1-я группа – 18 чел. в стадии окклюзии, 2-я группа – 34 чел. в стадии реканализации. Курс ВЛОК состоял из 7 процедур с мощностью излучения 3–15 мВт, частотой импульсов 80–3000 Гц, экспозицией 5–15 минут. Ультразвуковым методом контролировали параметры венозного оттока и паховых лимфатических узлов. Радиальной иммунодиффузией определяли содержание IgG, IgM и IgA в плазме и сыворотке крови, турбидиметрией – циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК), Т-лимфоциты – по рецепторам к эритроцитам. Люминесцентно-серологическим и методом комплементарного розеткообразования выявляли содержание В-лимфоцитов. *Результаты и обсуждение.* Выявлено статистически значимое увеличение линейного и объемного кровотока в обеих группах по магистральным сосудам. По большой подкожной вене в 1-й группе линейный кровоток увеличился на 5,2 %, а объемный – до  $113,0 \pm 2,14$  мл/мин ( $p < 0,01$ ). Во 2-й группе объемный кровоток замедлялся на 4,1 %. Статистически значимо сокращались паховые лимфоузлы, сужался медуллярный слой до  $0,32 \pm 0,05$  см ( $p < 0,05$ ), снижался уровень IgG, IgM и ЦИК, повышалось количество Т-лимфоцитов до  $60,2 \pm 1,7$  % ( $p < 0,05$ ). *Заключение.* Эффективное воздействие ВЛОК на венозный отток, лимфатические узлы и состояние гуморального и клеточного иммунитета у пациентов с ПТФБ дает повод для внедрения метода в широкую клиническую практику.

**Ключевые слова:** посттромбофлебитическая болезнь, внутривенное лазерное облучение крови, венозный отток, лимфатические узлы, гуморальный и клеточный иммунитет

**Для цитирования:** Яровенко Г.В., Каторкин С.Е., Яшков А.В. Влияние внутривенной лазеротерапии (ВЛОК) на лимфовеенозный отток и состояние гуморального и клеточного иммунитета у пациентов с посттромбофлебитической болезнью нижних конечностей // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1. – С. 21–26.

**Контакты:** Яровенко Г.В., e-mail: yarovenko\_galina@mail.ru

Работа выполнялась в соответствии с планом научных исследований ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет». Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов авторы не получали.

## INFLUENCE OF INTRAVENOUS LASER BLOOD IRRADIATION ON LYMPHOVENOUS OUTFLOW AND THE STATE OF HUMORAL AND CELLULAR IMMUNITY IN PATIENTS WITH POST-THROMBOPHLEBITIC DISEASE OF THE LOWER EXTREMITIES

Yarovenko G.V., Katorkin S.E., Yashkov A.V.

Samara State Medical University, Samara, Russia

## Abstract

Post-thrombophlebitis of lower extremities occurs in 14–29 % of cases and develops within the first two years after the episode of deep vein thrombosis of lower extremities in 20–50 % of patients. *Objective:* to apply intravenous laser blood irradiation (ILBI) for optimizing outcomes in patients with post-thrombophlebitic disease of their lower extremities. *Materials and methods.* 52 patients were treated with ILBI. They were randomized into two groups by the following clinical criteria: stage of occlusion – 18 patients (Group 1) and stage of recanalization – 34 patients (Group 2). ILBI course included 7 sessions: irradiation power – 3–15 mW, pulse frequency – 80–3000 Hz, exposure time – 5–15 minutes. Parameters of venous outflow and inguinal lymph nodes were monitored by ultrasound examination. Radial immunodiffusion was used to determine levels of IgG, IgM and IgA in blood plasma and serum; turbidimetry – to determine immune complexes; T-lymphocytes – by the receptors to erythrocytes. B-lymphocyte level was monitored with luminescence-serological and complementary rosette formation techniques. *Results and discussion.* A statistically significant increase in linear and volumetric blood flow in great vessels was revealed in both groups. In Group 1, linear blood flow in the great saphenous vein increased by 5.2 %; volumetric blood flow increased up to  $113.0 \pm 2.14$  mL/min ( $p < 0.01$ ). In Group 2, volumetric blood flow slowed down by 4.1 %. Lymph nodes contracted statistically significantly; the medullary layer narrowed up to  $0.32 \pm 0.05$  cm ( $p < 0.05$ ), level of IgG, IgM and CIC decreased; number of T-lymphocytes increased up to  $60.2 \pm 1.7$  % ( $p < 0.05$ ). *Conclusion.* The revealed effects of intravenous laser blood irradiation at the venous outflow, lymph nodes and humoral and cellular immunity in patients with post-thrombophlebitic disease of lower extremities give a reason to recommend the implementation of the discussed technique into a wide clinical practice.

**Key words:** post-thrombophlebitic disease, intravenous laser blood irradiation, venous outflow, lymph nodes, humoral and cellular immunity

**For citation:** Yarovenko G.V., Katorkin S.E., Yashkov A.V. Influence of intravenous laser blood irradiation on lymphovenous outflow and the state of humoral and cellular immunity in patients with post-thrombophlebitic disease of the lower extremities. *Lazernaya medicina*. 2021; 25 (1): 21–26. [In Russ.].

**Contacts:** Yarovenko G.V., e-mail: yarovenko\_galina@mail.ru

**Funding:** The authors did not receive financial support from pharmpreparation manufacturers.

## ВВЕДЕНИЕ

На посттромбофлебитическую болезнь нижних конечностей (ПТФБ) приходится 14–29 % всех случаев хронической венозной недостаточности. ПТФБ развивается у 20–50 % пациентов, перенесших тромбоз глубоких вен нижних конечностей, как правило, в течение первых двух лет после эпизода. Это заболевание является одним из причин развития хронической венозной недостаточности со значительным снижением качества жизни и трудоспособности в возрасте до 60 лет [1, 2].

Клиническая картина ПТФБ варьируема, выражается в появлении отека пораженной конечности, наличием болевого синдрома и в дальнейшем – трофическими нарушениями в дистальной части конечности [3, 4]. Даже на современном этапе развития медицины коррекция лимфатического оттока у больных ПТФБ является еще до конца не решенной задачей [5]. Наряду с консервативным и оперативным подходом к данной проблеме, для получения максимального эффекта и улучшения качества жизни пациентов с данной нозологией в комплексном лечении использовалось нефармакологическое средство – внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) [6, 7], что в современной концепции лечения пациентов с ПТФБ, по нашему мнению, является актуальным.

**Цель исследования:** применение внутривенной лазеротерапии для оптимизации результатов лечения посттромбофлебитической болезни нижних конечностей.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В проспективном сравнительном исследовании, проведенном в сосудистом отделении клиники и кафедры госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России в период с 2017 по 2019 г., было изучено состояние венозного оттока, параметров паховых лимфатических узлов и состояние гуморального и клеточного иммунитета у 52 пациентов с ПТФБ нижних конечностей, получавших ВЛОК.

От каждого пациента было получено информированное согласие на участие в исследовании, которое проводилось в соответствии с утвержденным протоколом, этическими принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Сеул, 2008), трехсторонним Соглашением по надлежащей клинической практике (ICH GCP) и действующим законодательством РФ.

По клиническому признаку (окклюзия или реканализация патологически измененной вены) все пациенты были разделены на две группы: ПТФБ в стадии окклюзии (1-я группа) – 18 человек, ПТФБ в стадии реканализации (2-я группа) – 34 пациента. Возрастной диапазон составил от 22 до 73 лет, средний возраст пациентов –  $43,54 \pm 4,5$  года. Из них 12 (23,1 %) мужчин и 40 (76,9 %) женщин. Длительность заболевания – от 8 месяцев до 6 лет ( $3,6 \pm 0,8$  года). Статистических различий между группами по возрасту ( $t = 0,2$ ;  $p = 0,831$ ), полу ( $\chi^2 = 0,008$ ;  $p = 0,993$ ), нозологии ( $\chi^2 = 0,004$ ;  $p = 0,995$ ), давности заболевания ПТФБ ( $t = 0,14$ ;  $p = 0,891$ ) не зафиксировали.

Комплексное лечение всех пациентов включало компрессионную терапию и стандартные схемы назначения флеботоников. Обе группы пациентов получали ВЛОК в процессе консервативного лечения или до оперативного вмешательства. Курс лечения состоял из 7 процедур, проводимых ежедневно или один раз в два дня. Излучение на дистальном конце световода устанавливалось с мощностью 3–15 мВт, частотой импульсов 80–3000 Гц, экспозицией 5–15 минут по индивидуальной схеме с дозой энергии за сеанс, определяемой по формуле:  $E = P_{cp} \times T/S$ , где:  $S$  – площадь светового пятна с торца световода (неизменная величина),  $P_{cp}$  – средняя мощность,  $T$  – экспозиция [8, 9].

Критерии включения: наличие ПТФБ в стадии окклюзии и реканализации с присутствием периферического отека, но без трофических нарушений. Из исследования исключены пациенты с сопутствующими заболеваниями: геморрагическими васкулитами и патологическими процессами с повышенной кровоточивостью, анемией, сахарным диабетом, декомпенсированными заболеваниями сердечно-сосудистой системы с недостаточностью кровообращения IIБ.

Комплекс исследований проводился перед началом лечения (1-е исследование), в середине курса на 5–7-й день лечения (2-е исследование) и в конце лечения на 7–14-й день (3-е исследование). Исследование включало: 1) сбор медицинского анамнеза; 2) осмотр сосудистым хирургом; 3) ультразвуковое дуплексное сканирование (УСДГ) сосудов нижних конечностей; 4) оценку состояния паховых лимфатических узлов ультразвуковым методом; 5) определение показателей гуморального иммунитета (IgG, IgA, IgM) и ЦИК; 6) изучение состояния клеточного иммунитета (Т- и В-лимфоцитов).

Оценка эффективности применения ВЛОК проводилась на основании следующих критериев: 1) изменение венозного кровотока; 2) линейные размеры и структура

паховых лимфатических узлов; 3) динамика показателей гуморального и клеточного иммунитета.

В процессе проведения ВЛОК для контроля за состоянием венозного оттока и параметрами паховых лимфатических узлов использовали аппараты «SonoAce R» и «SonoScape» (Южная Корея) с секторальным и линейным датчиками. Методом радиальной иммунодиффузии с применением пластмассовых планшет фирмы «РЕАФАРМ», содержащих агаровый гель со специфической антисывороткой против IgG, IgA, IgM, определяли содержание иммуноглобулинов в плазме и сыворотке крови в диапазонах: 1,09–38,54 мг/мл – для IgG, 0,10–8,67 мг/мл – для IgA и 0,11–5,29 мг/мл – для IgM. Циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК) исследовались турбидиметрическим методом. Методы идентификации Т- и В-лимфоцитов крови и лимфоидных органов основаны на свойствах их рецепторов адсорбировать вещества различной природы. В-лимфоциты мы выявляли люминесцентно-серологическим методом по рецепторам к иммуноглобулинам и методом комплементарного розеткообразования. Т-лимфоциты определяли по рецепторам к эритроцитам.

Внутривенное лазерное облучение крови осуществлялось аппаратом «Матрикс-ВЛОК» (Российская Федерация). Курс лечения состоял из 7 процедур, проводимых ежедневно или один раз в два дня [8, 9, 10]. Нами использовалось излучение в красной части спектра, с длиной волны 635 нм. Манипуляция выполнялась с применением стерильных одноразовых световодов КИВЛ-01 с иглой, которые соединялись со специальным разъемом излучателя. Аппарат «Матрикс-ВЛОК» дает возможность контролировать мощность излучения и устанавливать цифровую индикацию длительности процедуры [11].

Полученные результаты представлены в виде абсолютных и относительных величин ( $M \pm m$ ), средних со стандартным отклонением ( $\sigma$ ). Значимость различий количественных данных оценивали с использованием  $t$ -критерия Стьюдента, при оценке различия долей использовали критерий  $\chi^2$ . Для выявления взаимосвязи параметров лимфатических узлов, гуморального и клеточного иммунитета использовали критерий Пирсона ( $n$ ).

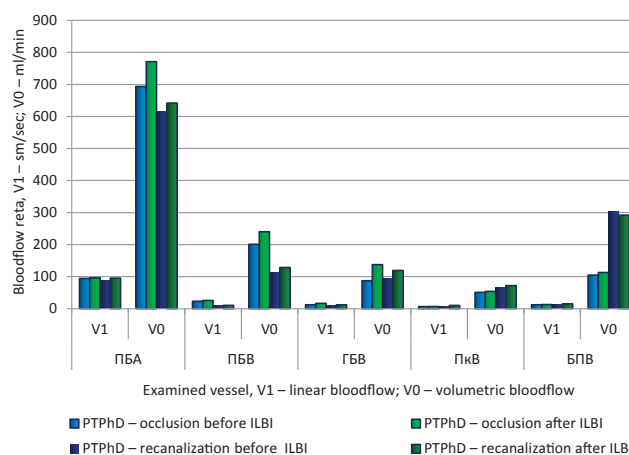
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для 1-й группы больных с ПТФБ нижних конечностей в стадии окклюзии было характерно наличие тромботической окклюзии в одном из отделов венозного коллектора, но в совокупности результатов получены средние показатели для всей группы обследованных больных. Для 2-й группы пациентов ПТФБ нижних конечностей в стадии реканализации нами отмечено утолщение стенок реканализированных вен со сниженным кровотоком по измененному сосуду, недостаточность клапанного аппарата. Выявленные изменения линейного и объемного кровотока по поверхностной

бедренной артерии (ПБА), поверхностной бедренной вене (ПБВ), глубокой бедренной вене (ГБВ), большой подкожной (БПВ) и подколенной венам (ПкВ) представлены на рисунке 1.

В процессе и после выполнения процедуры ВЛОК у пациентов ( $n = 52$ ) обеих групп осложнений и аллергических реакций не было зафиксировано. В результате исследования выявлено статистически значимое увеличение линейного и объемного кровотока под действием ВЛОК у пациентов обеих групп по поверхностной бедренной вене и глубокой вене бедра при их неизменной площади, что говорит об усилении коллатерального кровотока. Для пациентов с ПТФБ в стадии окклюзии объемный кровоток по поверхностной бедренной вене составлял  $201,17 \pm 2,49$  мл/мин до ВЛОК, после проведенного курса ВЛОК этот параметр составил  $240,2 \pm 3,66$  мл/мин ( $p < 0,001$ ). По глубокой вене бедра линейный кровоток соответствовал  $12,24 \pm 0,35$  см/сек, объемный –  $87,33 \pm 1,26$  мл/мин, после семи сеансов ВЛОК –  $16,68 \pm 0,62$  см/сек ( $p < 0,001$ ) и  $137,6 \pm 2,04$  мл/мин ( $p < 0,001$ ) соответственно. По большой подкожной вене линейный кровоток увеличился с  $12,27 \pm 0,29$  до  $12,94 \pm 0,56$  см/сек, т. е. на 5,2 %, а объемный – с  $104,83 \pm 1,63$  до  $113,0 \pm 2,14$  мл/мин ( $p < 0,01$ ). У пациентов данной группы происходит компенсаторное усиление венозного оттока в системе большой подкожной вены, что подтверждается полученными результатами.

Для пациентов с ПТФБ нижних конечностей в стадии реканализации аналогично увеличивался объемный кровоток по поверхностной бедренной вене – с  $113,14 \pm 1,27$  до  $128,17 \pm 1,52$  мл/мин ( $p < 0,001$ ). По глубокой бедренной вене усиливался как линейный, так и объемный кровоток – с  $9,93 \pm 0,25$  см/сек и  $94,5 \pm 0,87$  мл/мин до  $11,93 \pm 0,29$  см/сек ( $p < 0,001$ ) и  $119,38 \pm 0,94$  мл/мин ( $p < 0,001$ ) соответственно.



**Рис. 1.** Изменения макрогемодинамики у больных ПТФБ нижних конечностей ( $n = 52$ ) в стадии окклюзии и реканализации до и после ВЛОК

**Fig. 1.** Changes in macrohemodynamics in patients with post-thrombotic disease of lower extremities ( $n = 52$ ) at the stage of occlusion and recanalization before and after ILBI

По большой подкожной вене объемный кровоток зафиксирован с незначительным замедлением – с  $304,8 \pm 4,66$  до  $292,72 \pm 4,63$  мл/мин, в процентном выражении – на 4,1 %. Отмечено, что после проведенного курса лечения ВЛОК (10–14 дней) сонографические данные венозной окклюзии или степени реканализации остаются неизменными.

В обеих группах ( $n = 33$ : у 8 пациентов – в первой и 25 – во второй группе), так как статистически значимых различий значений между группами не получено, изменения под действием ВЛОК характеризовались уменьшением линейных размеров лимфатических узлов, изменением их структуры (величины паракортикального и медуллярного слоев). Так как прямой путь лимфы по лимфатическому узлу осуществляется по корковому слою (кортикальному и паракортикальному), а не прямой – по медуллярному в воротный синус, то характер изменений структуры лимфатических узлов указывает на усиление тока лимфы по лимфатическому узлу после курса ВЛОК (табл. 1).

Анализируя полученные данные, мы установили, что лимфатические узлы во всех наблюдениях уменьшались в размерах под действием ВЛОК, по нашему мнению, за счет сокращения гладкомышечных волокон, находящихся в капсуле лимфатического узла. Размеры лимфатического узла варьировали: длина – от  $2,64 \pm 0,07$  до  $1,75 \pm 0,10$  см, ширина – от  $1,00 \pm 0,05$  до  $0,58 \pm 0,06$  см. Сокращение лимфатического узла способствовало выталкиванию лимфы из депо в корковом слое. Статистически значимо уменьшался медуллярный слой – с  $0,44 \pm 0,03$  до  $0,32 \pm 0,05$  см. Паракортикальный слой истончался с тенденцией к достоверности с  $0,29 \pm 0,03$  до  $0,2 \pm 0,04$  см. Полученные изменения в структуре лимфатических узлов мы расценили как усиление тока лимфы по лимфатическому узлу.

Лимфатические узлы участвуют в реакциях иммунитета гуморального и клеточного типа. В настоящее время имеются четкие представления о характере изменений в лимфатических узлах в зависимости от вида иммунологической реакции. Кортикальная зона является местом локализации тимуснезависимых В-лимфоцитов. Эта зона узла ответственна за иммунологическую реакцию выработки гуморальных антител. Паракортикальная зона содержит тимусзависимые Т-лимфоциты, которые пролиферируют в ней в процессе реакции клеточного иммунитета. Мозговые тяжи, так же, как и кортикальная зона, являются местом пролиферации В-лимфоцитов. Поэтому нами изучены изменения В- и Т-лимфоцитов, иммуноглобулинов А, М, G и циркулирующих иммунных комплексов под действием внутрисосудистого лазерного облучения крови (табл. 2). Данное исследование проведено у пациентов обеих групп ( $n = 30$ ): у 8 чел. из 1-й группы и у 22 – из второй, так как статистически значимых различий значений между группами не получено.

Установлено, что под действием ВЛОК статистически значимо снижался уровень IgG (от  $16,07 \pm 0,44$  до  $13,16 \pm 0,27$  мг/мл) и уменьшались показатели IgM (от  $2,0 \pm 0,08$  до  $1,58 \pm 0,08$  мг/мл). Изначально высокий уровень ЦИК изменялся от  $120,33 \pm 4,36$  до  $83,67 \pm 3,31$  усл. ед. Под действием ВЛОК происходит однонаправленное изменение уровня ЦИК у пациентов из обеих групп.

Получены результаты экспрессии поверхностных антигенов лимфоцитов периферической крови в обеих группах пациентов с ПТФБ нижних конечностей. Выявлена статистически значимая тенденция к повышению общего числа Т-лимфоцитов, но не обнаружены различия в степени активации В-клеточного звена иммунитета.

Таблица 1

## Изменение линейных размеров и структуры паховых лимфатических узлов под действием ВЛОК

Table 1

## Changes in the linear dimensions and structure of the inguinal lymph nodes under the influence of intravenous laser blood irradiation

Параметры паховых лимфатических узлов (см) Parameters of inguinal lymph nodes (cm)	Пациенты с ПТФБ нижних конечностей ( $n = 33$ ) Patients with PTPh of low extremities ( $n = 33$ )			
	до ВЛОК before ILBI		после ВЛОК after ILBI	
	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	<i>m</i>
Длина Length	2,64	0,07	1,75 *** $p < 0,001$	0,10
Ширина Width	1,0	0,05	0,58	0,06
Паракортикальный слой Paracortical layer	0,29	0,03	0,2	0,04
Медуллярный слой Medullar layer	0,44	0,03	0,32 * $p < 0,05$	0,05

Примечание: \*, \*\*\* – использовался критерий Стьюдента.

Note: \*, \*\*\* – Student's *t*-criterion was used.

Таблица 2

Изменение IgA, IgM, IgG, ЦИК, В- и Т-лимфоцитов в процессе применения ВЛОК у пациентов с ПТФБ нижних конечностей

Table 2

Changes in IgA, IgM, IgG, CEC, B- and T-lymphocytes during ILBI in patients with post-thrombotic disease of lower extremities

Показатели Indexes	Пациенты с ПТФБ (n = 30) Patients with PTPh (n = 30)			
	до ВЛОК before ILBI		после ВЛОК after ILBI	
	M	m	M	m
IgG (мг/мл) IgG (mg/mL)	16,07	0,44	13,16 *** p < 0,001	0,27
IgA (мг/мл) IgA (mg/mL)	1,84	0,09	2,19	0,21
IgM (мг/мл) IGM (mg/mL)	2,00	0,08	1,58	0,08
ЦИК (усл. ед.) CEC (cond. units)	120,33	4,36	83,67 *** p < 0,001	3,31
Т-лимфоциты (%) T-lymphocytes (%)	48,0	1,4	60,2 * p < 0,05	1,7
В-лимфоциты (%) B-lymphocytes (%)	37,3	2,1	43,7	1,6

Примечание: \*, \*\*\* – использовался критерий Стьюдента.

Note: \*, \*\*\* – Student's t-criterion was used.

Полученные данные свидетельствуют о повышении содержания Т-лимфоцитов (с  $48,0 \pm 1,4$  до  $60,2 \pm 1,7$  %) и В-лимфоцитов (с  $37,3 \pm 2,1$  до  $43,7 \pm 1,6$  %). Подобные изменения характеризуют дифференцировкой В-лимфоцитов в плазматические клетки в лимфатических узлах и скоплением их в мозговой части узла (тимус-независимой кортикальной и медуллярной области лимфатического узла), выходом Т-лимфоцитов из паракортикального слоя (уменьшение тимус-зависимой, паракортикальной области, места основного скопления Т-лимфоцитов в лимфатическом узле).

При проведении корреляционного анализа Пирсона, нами отмечена однонаправленная тенденция к уменьшению содержания Ig G и Ig M у обеих групп пациентов при  $r = 0,68$  в первом случае и  $r = 0,67$  во втором. Отмечено повышение содержания Т- и В-лимфоцитов (для Т-лимфоцитов  $r = 0,65$ ) и уменьшение линейных размеров лимфатических узлов ( $r = -0,61$  длины и  $r = -0,78$  ширины). Эти изменения разнонаправлены.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подтвержденное положительное влияние ВЛОК на венозный отток, лимфатические узлы и состояние гуморального и клеточного иммунитета у пациентов с ПТФБ нижних конечностей как в стадии окклюзии, так и в стадии реканализации, дает повод для внедрения данного метода в широкую клиническую практику.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шанаев И.Н. Современные представления о механизмах развития варикозной и посттромботической болезней. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2020; 27 (1): 105–125. DOI: 10.25207/1608-6228-2020-27-1-105-125
2. Шанаев И.Н. Изучение системных гемодинамических нарушений у пациентов с варикозной и посттромботической болезнями. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2020; 19 (2): 32–37. DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-2-32-37
3. Дунаевская С.С. Хроническая венозная недостаточность – взгляд на проблему. *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2018; 2 (11): 60–63.
4. Дуванский В.А., Азизов Г.А. Особенности регионарной микроциркуляции у больных хронической венозной недостаточностью стадии С6. *Лазерная медицина*. 2011; 15 (1): 12–15.
5. Киришин А.А., Киришин А.А., Стяжкина С.Н. и др. Коррекция патофизиологической гемодинамики у больных с посттромбофлебитической болезнью нижних конечностей в стадии трофических расстройств. *Colloquium Journal*. 2019; 36 (12–1): 50–51.
6. Козлов В.И., Астахов В.В. Фотоактивирующее влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на систему микроциркуляции и лимфоидные органы. *Лазерная медицина*. 2020; 24 (1): 9–17. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-9-17
7. Гавриленко А.В., Мусаев М.М., Вахрамьян П.Е. Лазерные технологии в лечении трофических язв венозной этиологии. *Лазерная медицина*. 2015; 19 (4): 58–62. DOI: 10.37895/2071-8004-2015-19-4-58-62
8. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерное освечивание крови: основные терапевтические методы (систематический

- обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий (Электронное издание)*. 2018; (1): 141–150. DOI: 10.24411/2075-4094-2018-15977
9. Москвин С.В., Борисова О.Н., Беляева Е.А. Внутривенное лазерное освечение крови. *Клиническая медицина и фармакология*. 2017; 3 (1): 21–25. DOI: 10.12737/article\_59300a8b187f65.72444083
  10. Гейниц А.В., Москвин С.В. Новые технологии внутривенного лазерного облучения крови: ВЛОК+УФОК и ВЛОК-405. М. – Тверь: Триада; 2010: 96.
  11. Кончугова Т.В., Асхадулин Е.В., Кульчицкая Д.Б. и др. 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. DOI: 10.17116/kurort20209705145

## REFERENCES

1. Shanaev I.N. Modern ideas about the mechanisms of development of varicose and post-thrombotic diseases. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*. 2020; 27 (1): 105–125. DOI: 10.25207/1608-6228-2020-27-1-105-125. [In Russ.].
2. Shanaev I.N. Study of systemic hemodynamic disorders in patients with varicose and post-thrombotic diseases. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya*. 2020; 19 (2): 32–37. DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-2-32-37. [In Russ.].
3. Dunaevskaya S.S. Chronic venous insufficiency – a point of view on the problem. *RMZh. Meditsinskoe obozrenie*. 2018; 2 (11): 60–63. [In Russ.].
4. Duvansky V.A., Azizov G.A. Features of regional microcirculation in patients with chronic venous insufficiency stage С6. *Lazernaya meditsina*. 2011; 15 (1): 12–15. [In Russ.].
5. Kirshin A.A., Kirshin A.A., Styazhkina S.N. Correction of pathophysiological hemodynamics in patients with post-thrombophlebotic disease of the lower extremities at the stage of trophic disorders. *Colloquium Journal*. 2019; 36 (12–1): 50–51. [In Russ.].
6. Kozlov V.I., Astashov V.V. Photoactivating effect of low-intensity laser radiation on the microcirculation system and lymphoid organs. *Lazernaya meditsina*. 2020; 24 (1): 9–17. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-9-17. [In Russ.].
7. Gavrilenko A.V., Musaev M.M., Vakhratyan P.E. Laser technologies in the treatment of trophic ulcers of venous etiology. *Lazernaya meditsina*. 2015; 19 (4): 58–62. DOI: 10.37895/2071-8004-2015-19-4-58-62. [In Russ.].
8. Moskvina S.V., Khadartsev A.A. Laser blood illumination: basic therapeutic methods (systematic literature review). *Vestnik novykh meditsinskiykh tekhnologiy (Elektronnoe izdanie)*. 2018; 1: 141–150. DOI: 10.24411/2075-4094-2018-15977. [In Russ.].

9. Moskvina S.V., Borisova O.N., Belyaeva E.A. Intravenous laser blood illumination. *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya*. 2017; 3 (1): 21–25. DOI: 10.12737/article\_59300a8b187f65.72444083. [In Russ.].
10. Geynits A.V., Moskvina S.V. New technologies of intravenous laser blood irradiation: ILBI + UFBI and ILBI-405. Moscow – Tver: Triada, 2010; 96 p. [In Russ.].
11. Konchugova T.V., Askhadulin E.V., Kulchitskaya D.B., et al. The effectiveness of combined laser therapy of patients with trophic ulcers of the lower extremities against the background of chronic venous insufficiency. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*. 2020; 97 (5): 45–51. DOI: 10.17116/kurort20209705145. [In Russ.].

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

### Conflict of interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not have competing interests.

### Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

### Compliance with ethical principles

The authors confirm that all rights of people participating in the trial including the informed consent when it is necessary and all requirements for treating animals were observed.

### Информация об авторах

**Яровенко Галина Викторовна** – доктор медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: yarovenko\_galina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5043-7193>

**Каторкин Сергей Евгеньевич** – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой и клиникой госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: katorkinse@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7473-6692>

**Яшков Александр Владимирович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: a\_yashkov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1875-572X>

### Information about authors

**Yarovenko Galina** – MD, Dr. Sc. (Med.), Associate Professor at the Department of Hospital Surgery, Samara State Medical University, e-mail: yarovenko\_galina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5043-7193>

**Katorkin Sergey** – MD, Dr. Sc. (Med.), Docent, Head of the Department and Clinic of Hospital Surgery, Samara State Medical University, e-mail: katorkinse@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7473-6692>

**Yashkov Alexander** – MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Medical Rehabilitation, Sports Medicine, Physiotherapy and Balneology, Samara State Medical University, e-mail: a\_yashkov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1875-572X>