



ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ: ОБОСНОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИК ПРИМЕНЕНИЯ
(обзор литературы)

С.В. МОСКВИН*, А.В. КОЧЕТКОВ*, Н.А. АЛЕКСАНДРОВА*, Е.В. ГАМЕЕВА**

*Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», Волоколамское ш., д. 91, г. Москва, 125371, Россия

**ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства», Алтуфьевское ш., д. 37А, стр. 1, г. Москва 127410, Россия

Аннотация. Цель исследования. Анализ научных данных об эффективности и оптимизации применения методик лазерной терапии у пациентов с цереброваскулярными заболеваниями с учётом собственного более чем 30-летнего опыта клинического применения метода. **Материал и методы исследования.** Для поиска использованы базы данных и библиотеки: *PubMed, Scopus, ResearchGate, Google Scholar, J-STAGE, eLibrary.ru*, отобраны публикации, представляющие интерес с точки зрения анализа способов оптимизации методик лазерной терапии и повышения её эффективности, перспектив развития этого метода для лечения. Всего найдено 429 публикаций, в основном, на русском и английском языках. **Результаты и их обсуждение.** Показано, что лазерную терапию обоснованно можно считать перспективным методом лечения, показаны механизмы реализации лечебного действия низкоинтенсивного лазерного излучения, приводятся результаты некоторых клинических исследований, базовые методики лазерной терапии и варианты их оптимизации. **Заключение.** Сделан вывод о необходимости использования всех показателей методики, причём только их оптимальных значений: длина волны, режим работы, мощность, частота, экспозиция и др. Применяют системные методики лазерной терапии: лазерное освещение крови (внутривенно или наружно) и лазерная акупунктура.

Ключевые слова: цереброваскулярные заболевания, хроническая ишемия головного мозга, инсульт, лазерная терапия, методики лечения.

LOW-LEVEL LASER THERAPY FOR CEREBROVASCULAR DISEASES: JUSTIFICATION AND OPTIMIZATION OF APPLICATION TECHNIQUES
(literature review)

S.V. MOSKVIN*, A.V. KOCHETKOV*, N.A. ALEKSANDROVA*, E.V. GAMEEVA**

*Academy of Postgraduate Education of Federal Research and Clinical Center of specialized types of health care and medical technology of the Federal Medical and Biological Agency, Volokolamskoe sh., 91, Moscow, 125371, Russia;

**Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical-Biological Agency, Altufyevskoe sh., 37A, bldg 1, Moscow 127410, Russia

Abstract. Purpose of the study. Analysis of scientific data on the effectiveness and optimization of low-level laser therapy techniques in patients with cerebrovascular diseases, taking into account our own more than 30-year experience in the clinical application of the method. **Material and methods.** For the search, databases and libraries were used: *PubMed, Scopus, ResearchGate, Google Scholar, J-STAGE, eLibrary.ru*. The publications of interest from the point of view of analyzing the ways to optimize low-level laser therapy methods and increase their efficiency and perspectives for the development of this method of treatment were selected. A total of 429 publications were found, mainly in Russian and English. **Results and discussion.** It is shown that low-level laser therapy can be reasonably considered a promising method of treatment, the mechanisms for implementing the therapeutic effect of low-intensity laser illumination are shown, the results of some clinical studies, basic techniques of low-level laser therapy and options for their optimization are presented. **Conclusion.** It is concluded that it is necessary to use all the parameters of the technique, and only their optimal values: wavelength, mode of operation, power, frequency, exposure, etc. Systemic low-level laser therapy techniques are used: laser blood illumination (intravenously or externally) and laser acupuncture.

Keywords: cerebrovascular diseases, chronic cerebral ischemia, stroke, low-level laser therapy, treatment methods.

Введение. *Цереброваскулярные заболевания* (ЦВЗ) – нарушение мозгового кровообращения вследствие патологических изменений в сосудистой системе. По смертности занимают второе место (39 %) среди смертей от болезней системы кровообращения. Органы официальной статистики Российской Федерации рассматривают ЦВЗ, не выделяя инсульт, как отдельную нозологическую форму, при этом доля *острых нарушений мозгового кровообращения* (ОНМК) составляет 21,4 %, летальность в острый период инсульта достигает 35 %, а в первый год с момента развития заболевания умирают 50 % больных [40].

Состояния, имитирующие ишемический инсульт или «маски» инсульта, наблюдаются в 3 % случаев, наиболее частыми из них являются эпилепсия и конверсивные расстройства. Для правильной постановки диагноза следует уделять внимание тщательному сбору анамнеза. Клиническая картина *транзиторной ишемической атаки* (ТИА) / ишемического церебрального инсульта определяется территорией кровоснабжения поражённого сосуда [17].

Ангиогенез, нарушенный вследствие инсульта, можно корректировать различными средствами, в том числе, лазерной терапией. Хотя рост новых кровеносных сосудов может быть временным и локализован только пограничной ишемической зоной, стойкое выздоровление часто объясняют именно его связью с пластичностью нейронов, особенно в контрлатеральном полушарии [86].

Выделяют четыре основных патогенетических варианта ишемического инсульта: атеротромботический, эмболический, гемодинамический, микроциркуляторный, а формирование инфаркта мозга развивается по двум основным механизмам: некроз и апоптоз. Первый этап заканчивается уже через 3-6 ч с момента появления первых симптомов инсульта и продолжается на протяжении 48-72 ч, иногда дольше. Нами ранее была предложена схема последовательных этапов «ишемического каскада» на основе их причинно-следственных связей, которая важна для выбора тактики лечения на каждом этапе:

- 1) снижение мозгового кровотока;
- 2) глутаматная «эксайтотоксичность»;
- 3) внутриклеточное накопление кальция;
- 4) активация внутриклеточных ферментов;
- 5) повышение синтеза окиси азота и развитие оксидантного стресса;
- 6) экспрессия генов раннего реагирования;
- 7) отдалённые последствия ишемии (реакция местного воспаления, микрососудистые нарушения, повреждение гематоэнцефалического барьера);
- 8) апоптоз [23].

Особое место по своей значимости занимает *хроническая ишемия мозга* (ХИМ) или *дисциркуляторная энцефалопатия* (ДЭ) – медленно прогрессирующая дисфункция головного мозга, возникшая вследствие диффузного и/или мелкоочагового повреждения мозговой ткани в условиях длительно существующей недостаточности церебрального кровоснабжения. Достаточно часто развиваются осложнения, наиболее значимыми из которых являются мозговые инсульты и сосудистая деменция [56].

Хорошо задокументированная способность *лазерной терапии* (ЛТ) корректировать гемостаз со снижением коагуляционного и повышением фибринолитического потенциала крови, церебральную гемодинамику и периферический кровоток, кислородотранспортную функцию крови и др., послужило основанием для использования различных методик ЛТ в комплексном лечении больных с ОНМК ишемического характера [23].

Многочисленные обзоры подтверждают высокую эффективность лазерной терапии [34, 45, 51, 55, 63, 72, 74, 77, 79, 80].

Даже Американская ассоциация инсульта рекомендовала ЛТ в раннем периоде ведения больных с острым ишемическим инсультом [57], хотя через пять лет это решение было отменено. Причём, на наш взгляд, справедливо, по причине крайне низкой эффективности лечебного действия *инфракрасного* (ИК) *низкоинтенсивного лазерного излучения* (НИЛИ) с длиной волны 808-810 нм в непрерывном режиме (когда используются мощности десятки милливатт).

Таким образом, нет сомнений в перспективности применения ЛТ в комплексном лечении больных ЦВЗ, однако по-прежнему актуальны вопросы оптимизации методик ЛТ, выбора наиболее эффективных спектральных диапазонов НИЛИ, режимов и других параметров.

Цель исследования – анализ научных данных, касающихся повышению эффективности лазерной терапии у пациентов с цереброваскулярными заболеваниями головного мозга.

Материал и методы исследования. Проведён анализ публикаций, касающихся применения ЛТ для лечения больных ЦВЗ за период 1970-2023 гг. Для поиска работ использовали базы данных и библиотеки: *PubMed, Scopus, ResearchGate, Google Scholar, J-STAGE, eLibrary.ru*. Были отобраны материалы, представляющие интерес с точки зрения совершенствования методик, анализа допущенных ошибок, понимания механизмов лечебного действия НИЛИ, оценки перспектив развития метода.

Результаты и их обсуждение. Экспериментальные исследования раскрывают основные механизмы биомодулирующего (лечебного) действия, обосновывающие применение лазерной терапии при раз-

личных вариантах ЦВЗ:

- антигипоксический эффект, нормализация микроциркуляции, основных гемодинамических и гематологических показателей [5, 16, 60, 65, 75];
- защите и восстановление нейронов [53, 69, 83];
- ускоренное восстановление неврологических показателей и биоэлектрической активности головного мозга [5, 16, 54, 59];
- увеличение экспрессии основного фактора роста фибробластов (*bFGF*) [58], нейротрофического фактора мозга (*BDNF*) [66, 67], трансформирующего фактора роста бета (*TGF-β1*) [68];
- нормализация клеточного и гуморального иммунитета [53, 66, 67, 70, 75];
- предотвращение окислительного стресса [61, 62, 78, 82, 85];
- улучшение энергетического баланса [78, 83].

Использовали несколько методов освечивания НИЛИ различных животных (кошки, собаки, кролики, мыши, крысы) с экспериментальными повреждениями головного мозга:

- внутривенное лазерное освечивание крови (ВЛОК) [5];
- рефлексотерапия, в т. ч. лазерная акупунктура [16, 62, 75, 85];
- транскраниально [53, 54, 59, 65, 66, 67, 68, 70, 78, 82, 83];
- непосредственно на головной мозг через имплантированный световод [58, 69] или открытую черепную коробку [60].

Как мы видим, благотворное влияние НИЛИ затрагивает практически все звенья патогенеза ЦВЗ, что позволяет рассматривать ЛТ в качестве не просто эффективного, но и в качестве базового метода лечения.

Анализ клинических исследований в большей степени проводился с точки зрения параметров применяемых методик ЛТ и полученного клинического результата.

Если говорить о первой составляющей исследования, то, к сожалению, в большинстве работ, особенно, зарубежных авторов, применяли совершенно неприемлемые методики. Если положительные результаты получены даже в этом случае, то возникает закономерный вопрос – а если делать всё правильно? Работ огромное число, мы приводим лишь малую часть из них, и в качестве примера оптимальной работы, так и с точки зрения «не допускайте ошибок других».

Интересно, что наиболее оптимальные режимы в работах 30-40 летней давности, в публикациях последний 10 лет, количество которых растёт чуть ли не в геометрической прогрессии, качество методик становится всё хуже. Причины этого многочисленны, не будем их рассматривать в этом исследовании.

Основные используемые методы лазерной терапии и представленная эффективность (табл.).

Таблица 1

Параметры методик и основные результаты лазерной терапии при цереброваскулярных заболеваниях

Методика и основные результаты клинического применения	Литература
<i>Внутривенное лазерное освечивание крови (ВЛОК): длина волны 633-635 нм, непрерывный режим, мощность 1-5 мВт, экспозиция 10-20 мин, на курс 5-7 ежедневных процедур</i>	
100 больных ДЭ; нормализация липидного метаболизма, улучшение микроциркуляции, иммуномодулирующее действие, ↑ активности ферментных систем <i>антиоксидантной защиты</i> (АОЗ)	[29]
123 больных атеросклеротической ДЭ; значительный регресс неврологической симптоматики и показателей <i>электроэнцефалограммы</i> (ЭЭГ), улучшение мозгового кровообращения	[44]
137 мужчин с ДЭ; нормализация показателей ЭЭГ, иммунитета и гемостаза, ВЛОК эффективнее <i>неинвазивного лазерного освечивания крови</i> (НЛОК) одиночным ИК лазером (параметры см. ниже)	[38]
160 больных: 68 – ОНМК и 92 – ДЭ I-III стадий; регресс общемозгового, астено-невротического и вестибуло-мозжечкового синдромов, нормализация психоневрологической симптоматики	[4]
482 больных ДЭ; улучшение гемоперфузии головного мозга и снижение активности аутоиммунного процесса	[15]
549 пациентов с ДЭ; снижение выраженности клинической симптоматики, адаптивный ответ АОС и улучшение стабильности показателей	[18]
380 больных ХИМ; улучшение центральной церебральной гемодинамики за счёт скорости включения анастомозо-коллатерального кровообращения	[19]

Продолжение таблицы

57 больных с ОНМК и 44 – с остаточными явлениями перенесенного ранее мозгового инсульта; в острой и острой фазе нарушения мозгового кровообращения ускоряется регресс общемозговых симптомов и очаговых неврологических проявлений, улучшение реологии, снижение агрегации тромбоцитов	[26]
35 пациентов с инфарктом головного мозга; улучшение церебральной гемодинамики и функций головного мозга	[84]
<i>ВЛОК-365 (ЛУФОК[®]): длина волны 365-405 нм, непрерывный режим, мощность 1-3 мВт, экспозиция 3-5 мин, на курс 5-8 ежедневных процедур</i>	
82 больных с ДЭ I-II стадии на фоне церебрального атеросклероза и АГ; улучшение клинической симптоматики, положительная динамика мозгового кровообращения, нормализации артериального давления и липидного спектра крови	[8]
<i>Неинвазивное лазерное осветивание крови (НЛОК): длина волны 890-904 нм, импульсный режим, мощность 4-10 Вт, частота 80-1500 Гц, экспозиция 2-5 мин, на курс 5-10 ежедневных процедур</i>	
137 мужчин с начальными проявлениями недостаточности кровоснабжения мозга; быстрое улучшение неврологической симптоматики	[38]
45 больных ДЭ I стадии; улучшение мозгового кровообращения, успокаивающее действие, улучшение эмоционального состояния, регресс неврологического дефицита, мнестических нарушений, уменьшение тревожно-депрессивного синдрома	[3]
160 больных: 68 – ОНМК и 92 – ДЭ I-III стадий; улучшение мозгового кровообращения, ВЛОК и НЛОК сопоставимы по эффективности	[4]
350 больных с церебральным инсультом в возрасте от 28 до 69 лет; артериодилатирующий и антитромботический эффекты	[22]
<i>НЛОК: длина волны 890-904 нм, импульсный режим, мощность 40-50 Вт (матрица лазерных диодов), частота 80 Гц, экспозиция 2-5 мин, на курс 5-10 ежедневных процедур</i>	
120 больных с ВБН; улучшение клинических и гемодинамических показателей	[2]
92 больных (мужчины), в возрасте 52-69 лет с ДЭ II ст., преимущественно атеросклеротического генеза; улучшение клинико-неврологического состояния, коррекция сопутствующих болевых и мышечно-тонических нарушений, артериодилатирующий и вентотонический эффекты, уменьшение вязкости крови	[21]
<i>Лазерная акупунктура</i>	
80 больных после инсульта; снижение спастичности в паретичных конечностях, уменьшение коагуляционных свойств крови	[1]
130 больных ДЭ; значительный регресс болевого синдрома и улучшение церебральной гемодинамики	[48]
7 пациентов от 10 мес. до 6,5 лет после инсульта; улучшение двигательных функций	[76]
<i>Паравертебрально: длина волны 890-904 нм, импульсный режим, мощность 10-50 Вт, частота 80-150 Гц, экспозиция 1 мин, на курс до 10 ежедневных процедур</i>	
48 больных ДЭ I-II стадии; улучшение кровообращения и общего состояния, проявляющееся уменьшением интенсивности головных болей, головокружений, улучшением процессов засыпания, снижения атактических и координаторных расстройств	[12]
20 больных с нарушением мозгового кровотока на фоне (АГ); уменьшение головных болей, головокружений, слабости, шума в ушах и болей в области сердца, снижение артериального давления	[25]
<i>Транскраниально (методики крайне различны)</i>	
120 пациентов 40-85 лет с острым ишемическим инсультом; значительное снижение тяжести заболевания	[64]

Кроме представленных в табл. 1 методик, у больных с острым инсультом также часто добавляют осветивание мышц паретичных конечностей и паравертебрально в соответствующих локализациях, что позволяет быстрее уменьшить болевой синдром и улучшить реабилитацию [50, 52, 81].

Мы проанализировали типичные ошибки, которые позволили выработать чёткие рекомендации по применению лазерной терапии больных ЦВЗ и разработаны частные методики для различных клинических ситуаций.

Насколько важно выбрать корректные параметры методики ЛТ (пациенты с ДЭ, сопоставимые группы, отличие только в методике НЛОК) видно на примере нескольких исследований, в одной работе

говорится о преимуществах ВЛОК [38], в других об идентичных результатах [4, 14, 39], а в некоторых исследованиях эффективность НЛОК оказалась выше ВЛОК [21, 27, 28]. Действительно, применение одиночного лазера малой мощности для этой методики малопродуктивно, нужны матричные лазеры с оптимизированной длиной волны, частотой и экспозицией (см. ниже).

Обратим внимание на необходимость комплексного подхода, использования различных сочетанных и комбинированных вариантов лечения, среди которых лазерная терапия занимает не последнее место [6, 7].

Применять ВЛОК у больных с ишемическими поражениями головного мозга одними из первых предложили В.В. Скупченко и Т.Г. Маховская (1993) [43], несомненной заслугой которых является обоснование оптимальных параметров методики: $\lambda = 635$ нм, мощность 1,5-2 мВт, экспозиция 10-12 мин на первой процедуре и 15-20 мин последующие 7-10 процедур. Теперь это общепринятый стандартный метод – ВЛОК-635, который применяют при самых различных заболеваниях.

Были выявлены некоторые особенности ВЛОК-635 у больных с ХИМ. В частности, хорошие результаты лечения достигаются чаще всего у пациентов с длительностью заболевания до 1 года в возрасте до 45 лет с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (при исходной парасимпатикотонии перспективы выздоровления значительно ниже). Результаты реоэнцефалографических исследований подтвердили, что ВЛОК способствует улучшению микроциркуляции и восстановлению симметрии между бассейнами каротидных и вертебрально-базилярных артерий за счёт увеличения кровенаполнения в поражённом бассейне [20, 36, 42, 43]. Также ВЛОК-635 способствует нормализации липопротеидного состава плазмы крови, снижается интенсивность ПОЛ, устраняется избыток холестерина из мембран, улучшая соотношение «фосфолипиды/холестерин», что свидетельствует об антиатеросклеротическом эффекте. На фоне лазерной терапии происходит восстановление структурно-функциональных свойств эритроцитов, что способствует улучшению микрососудистого кровотока [20, 30, 31, 35, 42, 44].

Аналогичные результаты продемонстрированы и после применения неинвазивного НЛОК, – снижение изначально повышенного содержания общего холестерина, повышение концентрации антиатерогенного α -холестерина и каолин-кефалинового времени коррелировало с улучшением клинической симптоматики: уменьшение головных болей, головокружения, шума в голове, нормализация артериального давления [47, 49]. Что подтвердилось нами в ходе клинических исследований с использованием более оптимальных параметров НЛОК – применяли матричные импульсные лазерные излучающие головки красного ($\lambda = 635$ нм) и ИК ($\lambda = 904$ нм) спектров [21, 22, 27, 28]. Гипотензивное действие ЛОК более выражено у больных с исходной гиперсимпатотонией.

На вертебрально-базилярный бассейн приходится 70 % всех преходящих нарушений мозгового кровообращения и 30 % инсультов. В комплексном лечении больных с вертебрально-базилярной недостаточностью (ВБН) широко применяются различные сочетанные и комбинированные методы физиотерапии. Так после 8-10 процедур НЛОК (аппарат «Лазмик-03»), проводимых через день ($\lambda = 904$ нм, импульсный режим, мощность 15 Вт, частота 80 Гц) по 5 мин на зоны шейного отдела позвоночника в проекции *позвоночных артерий* (ПА) и интегрированный показатель улучшения и нормализации достигал 75 % уже к 5-му дню [32].

В части повышения эффективности лечения рекомендации некоторых специалистов касаются необходимости определения состояния перекисного окисления липидов и АОЗ, что может служить прогностическим критерием в определении характера течения ЦВЗ и позволяет обосновать своевременное применение дополнительной антиоксидантной терапии [18, 19].

По данным А.Н. Карнеева (2007) [19], у большинства больных после ВЛОК отмечается развитие и усиление коллатерального кровообращения на 6-7-е сутки от начала лечения, отсутствие эффекта рассматривается как снижение или истощение цереброваскулярного резерва. После курса НЛОК ($\lambda = 635$ нм, импульсный режим, мощность 40 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 5 мин), по данным УЗДГ, отмечается развитие коллатерального кровообращения. Компрессионные и лазерные тесты диагностики церебрального гемодинамического резерва показали его развитие у 85 % больных уже через 10-12 процедур, но только в бассейнах тех магистральных артерий головы, которые не были затронуты гемодинамически значимым стенозом. При использовании программы санаторной реабилитации у больных с инфарктом мозга эффективнее НЛОК с использованием матричных лазерных излучающих головок с импульсными лазерными диодами.

Другой системный метод ЛТ – *лазерная акупунктура* (ЛА), на практике используется реже, хотя исследований, демонстрирующих его эффективность, также достаточно много [1, 11, 13, 24, 37].

Транскраниальное освечивание российские специалисты рекомендуют проводить импульсным ИК НИЛИ ($\lambda = 904$ нм, длительность светового импульса 100 нс), отдавая предпочтение матричным лазерным излучающим головкам [22, 33].

Эффективность лазерной терапии значительно возрастает при сочетании с лекарственными препаратами, улучшая функциональное состояние больных ХИМ. Происходит снижение агрегации тромбоци-

тов, что существенно улучшает прогноз и исход заболевания при инфаркте мозга [46].

Частные методики лазерной терапии. С показаниями и противопоказаниями для применения ЛТ можно ознакомиться в наших работах, специалистам они также хорошо известны [22].

Курс лазерной терапии необходимо начинать по возможности быстрее, желательно, в первые часы после инсульта. Реабилитация максимально эффективна в первый год, возможно проведение нескольких курсов комплексного лечения. При ДЭ рекомендуются профилактические курсы лазерной терапии (1-2 раза в год), например, лазерное освечивание крови.

Транскраниально. Аппарат лазерной терапии «Лазмик», матричная лазерная импульсная излучающая головка МЛ-904-80 ($\lambda = 904$ нм, ИР, ДСИ 100 нс, мощность максимальная – 60-80 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 2 мин). Наиболее эффективно проводить транскраниальное ЛО в проекцию очага поражения после в/в введения цереброактивного препарата (церебролизин, ноотропил, кавинтон и т. д.) через 20-30 мин (на пике концентрации препарата в мозге). Активация НИЛИ микроциркуляции в очаге поражения позволяет на порядок улучшить фармакодинамику лекарственных средств и обеспечить доступ препарата (отсутствующий в силу имеющихся нарушений в гемодинамических процессах) непосредственно к нужному участку головного мозга [22]. Речь может идти не только о ноотропных препаратах, но и других из соответствующего перечня [41].

При инсультах в каротидном бассейне транскраниальная ЛТ проводится стабильно на поражённую теменно-височную область головы, а при инсультах в вертебробазиллярном бассейне – на височную, окципитальную и субокципитальную (ниже затылочного выступа) область головы с двух сторон. В исходной версии рекомендации составлены для лазерной излучающей головки с одним лазером, поэтому количество зон варьируется от 1 до 6 в зависимости от локализации и размеров области поражения, при использовании матричной лазерной головки МЛ-904-80 зона воздействия перекрывает все необходимые внутричерепные объёмы.

У пациентов с ХИМ (ДЭ) выбор зон воздействия осуществляется в зависимости от «клинического акцента», указывающего на преимущественное поражение сосудистого бассейна. При диффузной недостаточности гемодинамики во всех бассейнах (например, при церебральном атеросклерозе) воздействие необходимо проводить на зоны каждого из бассейнов кровообращения поочередно через день. При артериальной гипертензии транскраниальное воздействие дополняют воздействием на зоны воротниковой, синокаротидной зон и симпатических ганглиев. При вертеброгенном синдроме ПА воздействуют на их проекции. При нарушении канализации сонных артерий используют дополнительное освечивание симпатических ганглиев и синокаротидных зон (проекция общей сонной артерии).

Лазерная акупунктура. Лазерная излучающая головка КЛЮ-635-5 или КЛЮ-635-15 с уменьшением мощности, с акупунктурной насадкой А-3 ($\lambda = 635$ нм, НР или МР, мощность 2-3 мВт) [71]. Для составления рецепта необходимо обратиться к специалисту-рефлексотерапевту.

К наиболее часто используемым корпоральным точкам относятся: *GI4* (хэ гу), *GI10* (шоу сань ли), *GI11* (цюй чи), *GI15* (цзянь юй), *E36* (цзу сань ли), *E41* (це си), *TR5* (вай гуань), *TR10* (тянь цзин), *VB20* (фэн чи), *VB21* (цзянь цзин), *VB30* (хуань тяо), *VB34* (ян лин цюань); *V11* (да чжу), *V40* (вэй чжун), *V62* (шэнь май), *MC6* (нэй гуань), *MC7* (да лин), *MC8* (лао гун), *IG3* (хоу си), *VG4* (мин мэнь), *VG14* (да чжуй), *VG20* (бай хуэй), *VC24* (чэн цзян), *VC6* (ци хай) и др.

При параличах можно использовать, например, следующие ТА (экспозиция 20 с) [76]:

- на парализованной руке: *GI4* (хэ гу), *GI11* (цюй чи), *GI15* (цзянь юй), *TR5* (вай гуань), *TR9* (сы ду) и точки *Vaxie* (расположены между головками пястных костей);
- на парализованной ноге: *E31* (би гуань), *E36* (цзу сань ли), *VB34* (ян лин цюань), *VB39* (сюань чжун), *F3* (тай чун);
- на непарализованной стороне: *GI4* (хэ гу), *E36* (цзу сань ли);
- при наличии паралича лицевого нерва воздействие на парализованной стороне: *E4* (ди цан), *E6* (цзя чэ), *E7* (ся гуань), *GI20* (ин сянь), *IG18* (цюань ляо).

При парезах воздействие проводится на зону поражения (мышцы) с использованием сочетанных методик, например, лазерно-вакуумный массаж и лазерофорез.

Лазерное освечивание крови. Методика ВЛОК-525 + ЛУФОК®. Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-525-2 (зелёный спектр, $\lambda = 525$ нм, мощность на выходе световода 1,5-2 мВт, экспозиция 7-10 мин) и лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-365-2 (УФ-спектр, $\lambda = 365 - 405$ нм, мощность на выходе световода 1,5-2 мВт, экспозиция 3-5 мин). На курс не менее 5-7 ежедневных процедур с чередованием спектра через день. Например, начинают с понедельника ВЛОК-525, во вторник ЛУФОК®, в среду ВЛОК-525, в четверг ЛУФОК® и в пятницу ВЛОК-525.

Крайне важна профилактика хронических нарушений мозгового кровообращения, и как следствие, развитие инсульта, которую нужно проводить всем, кто старше 30 лет, 1-2 раза в год ежедневно, 2-3 процедуры матричной импульсной лазерной излучающей головкой МЛ-635-40 (длина волны 635 нм, ИР, мощность 40 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 2 мин) на синокаротидную зону симметрично, последовательно. Это позволит на порядок снизить вероятность развития инсульта.

Неинвазивное лазерное осветивание крови (НЛОК). Многолетней клинической практикой подтверждена эффективность базового, «стандартного» варианта методики. При инсультах в каротидном бассейне воздействие необходимо начинать с осветивания верхних шейных звёздчатых ганглиев ($\lambda = 904$ нм, импульсный режим ИР), *длительность светового импульса* (ДСИ) 100 нс, лазерная излучающая головка ЛО-904-20 с зеркальной насадкой ЗН-35, мощность 15-20 Вт, частота 80 Гц, по 1 мин), затем синокаротидной зоны симметрично ($\lambda = 904$ нм, ИР, ДСИ 100 нс, матричная излучающая головка МЛ-904-80, мощность максимальная – 60-80 Вт, частота 80 Гц, по 2 мин). При инсультах в вертебрально-базилярном бассейне после осветивания звёздчатых ганглиев проводится воздействие по 2 мин на воротниковую область: 2 зоны в центре надплечий, одна в межкостистом промежутке C_7-Th_1 , затем проекции ПА ($\lambda = 904$ нм, ИР, ДСИ 100 нс, матричная излучающая головка МЛ-904-80, мощность максимальная – 60-80 Вт, частота 80 Гц) [9, 10].

Литература

1. Анищенко Г.Я., Кочетков В.Д., Парфенова Л.А. Лазеропунктура в комплексном лечении постинсультных спастических гемипарезов. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по применению лазеров в медицине (Красноярск, 1983 г.). М., 1984. С. 161-163.
2. Бендлин И.Д. Транскраниальная электростимуляция и магнитолазерная терапия больных с вертебрально-базилярной недостаточностью: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб, 2015.
3. Вайсова Б.А., Черващенко Л.А. Комплексная санаторно-курортная реабилитация больных с хронической ишемией головного мозга. // Врач-аспирант. 2017. №81(2.2). С. 234-240.
4. Вырыпаева О.В. Лазерная терапия в комплексном лечении нарушений мозгового кровообращения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1997.
5. Галеева О.П. Кранио-церебральная инфузия и эндовазкулярное лазерное воздействие при острой гипоксии головного мозга: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1992.
6. Герасименко М.Ю., Афошин С.А. Физические факторы в комплексной реабилитации больных с острым нарушением мозгового кровообращения (часть 1) // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2011. №10(4). С. 46-50. doi:10.17816/41241
7. Герасименко М.Ю., Афошин С.А., Лазаренко Н.Н. Физические факторы в комплексной реабилитации больных с острым нарушением мозгового кровообращения (часть 3) // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2011. №10(6). С. 51-56. doi:10.17816/41289.
8. Гильмутдинова Л.Т., Исеева Д.Р., Ямилова Г.Т., Гильмутдинов Б.Р., Назарова Э.М., Мустафин Х.М., Боговазова Л.Р., Ахмадуллин Р.Р. Применение лазеротерапии в комплексном лечении больных с дисциркуляторной энцефалопатией // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. №4. С. 56.
9. Горбунов Ф.Е., Кочетков А.В., Миненков А.А., Стрельцова Е.Н., Кончугова Т.В. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона в ранней реабилитации больных после острых нарушений мозгового кровообращения. М.: НПЛЦ «Техника», 2003.
10. Горбунов Ф.Е., Кочетков А.В., Миненков А.А., Стрельцова Е.Н., Кончугова Т.В. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона в ранней реабилитации больных после острых нарушений мозгового кровообращения // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. 2005. №2. С.49-52.
11. Денисова Е.В. Совершенствование амбулаторно-поликлинической помощи больным цереброваскулярными заболеваниями в трудоспособном возрасте (на примере Хабаровского края): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Хабаровск, 2012.
12. Долгих Г.Б. Лазеротерапия дисциркуляторной энцефалопатии у больных различных возрастных групп. // Лазерная медицина. 2005. №9(4). С. 27-31.
13. Долгих Г.Б. Церебральные артериальные и венозные дистонии у детей (механизмы, клинические проявления и лечение): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Казань, 2009.
14. Ельцова Г.Н. Сравнительная эффективность накожной и внутривенной лазерной терапии у больных атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2000.
15. Ельчанинов А.П. Наследственные и приобретенные факторы тромбофилии и терапия хронической ишемии мозга у молодых лиц: Автореф. ... докт. мед. наук. СПб., 2002.
16. Ипатова А.Г. Влияние красного лазерного света на функциональное состояние коры головного мозга, мозговое кровообращение и регенерацию ран: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1975.
17. Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых. Клинические рекомендации. М., 2021.
18. Кандыба Д.В. Ишемические нарушения мозгового кровообращения при патологии экстракраниальных артерий: Автореф. ... докт. мед. наук. СПб, 2002.

19. Карнеев А.Н. Церебральная резистентность к окислительному стрессу у больных хронической ишемией мозга: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2007.
20. Карнеев А.Н., Соловьева Э.Ю., Румянцев О.Н. Внутрисосудистое лазерное облучение крови в комплексном энергокорректирующем лечении больных с хронической ишемией мозга // Лазерная медицина. 2007. №11(1). С. 13-18.
21. Космынин А.Г. Применение лазерных терапевтических матриц при атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2005.
22. Кочетков А.В. Лечебные физические факторы на этапе ранней реабилитации больных церебральным инсультом: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 1998.
23. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2012.
24. Красноярова Н.А. Значение функциональных биомеханических нарушений шейного отдела позвоночника в патогенезе дисциркуляторных энцефалопатий и их коррекция: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Казань, 1997.
25. Кудинова М.А. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на мозговой и почечный кровотоки у больных артериальными гипертензиями // Лазерная медицина. 1999. №3(1). С. 17–21.
26. Кулес В.Г., Стеблюкова И.А., Козлова Т.В., Князев Р.П., Хайретдинова Н.Б. О дозировании низкоэнергетического лазерного излучения при острых нарушениях мозгового кровообращения // Клиническая медицина. 1990. №68(1). С. 57-60.
27. Лейдерман Н.Е. Применение импульсных матричных лазеров 0,63 мкм в комплексном лечении больных дисциркуляторной энцефалопатией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2010.
28. Лейдерман Н.Е., Москвин С.В., Кочетков А.В. Технология ЛАЗМИК® в комплексном восстановительном лечении больных с хронической ишемией мозга // Вестник новых медицинских технологий. 2009. № XVI(4). С. 104-106.
29. Лившиц Л.Я., Агеева Т.С., Рассомахин А.А., Прошина О.В., Филимоновская Л.С., Тихонова Л.А. Влияние эндоваскулярной лазертерапии на липидный метаболизм и показатели микрореологии у больных с цереброваскулярной патологией. Низкоинтенсивные лазеры в эксперименте и клинике. Самара, 1992. С. 84-90.
30. Лукина Е.В., Балацкая М.В. Влияние НЕ-НЕ-лазерного излучения на мозговую гемодинамику у детей с минимальной мозговой дисфункцией. Сборник научных трудов, посвященных 90-летию кафедры нервных болезней СГМУ. Саратов, 2003.
31. Лутошкина Е.В. Динамика нейропсихологического статуса и «качества жизни» как критерий эффективности дифференцированного комплексного лечения больных хронической ишемией головного мозга: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2005.
32. Малыгин А.В., Хадарцев А.А., Токарев А.Р., Наумова Э.М., Валентинов Б.Г., Трусов С.В. Транскраниальная электростимуляция. Тула, 2021.
33. Манучарян Г.Г. Механизмы нейропротекторного и корригирующего действия физических факторов при ишемических поражениях головного мозга (клинико-экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Ереван, 1996.
34. Маслов А.С., Новиков А.Е., Основина И.П., Алексева Н.В., Пахрова О.А. Низкоинтенсивное лазерное облучение крови в комплексной терапии пациентов с ишемическим инсультом // Тромбоз, гемостаз и реология. 2018. №73(1). С. 5-15. doi:10.25555/THR.2018.1.0818
35. Махмутова Г.Ф. Применение лазерорефлексотерапии в комплексном лечении больных атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатией // Врачебное дело. 1997. №1. С. 58–61.
36. Маховская Т.Г. Внутрисосудистая лазеротерапия при ишемических нарушениях мозгового кровообращения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пермь, 1993.
37. Молчанова Е.Е. Совершенствование медицинской реабилитации больных в остром периоде ишемического инсульта применением немедикаментозных технологий: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2021.
38. Пензина Е.Б. Нейро-иммунные нарушения и их коррекция с помощью низкоинтенсивного лазерного излучения у мужчин с начальными проявлениями недостаточности кровоснабжения мозга: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург, 2008.
39. Перегудов А.В. Клинические и диагностические аспекты нейровизуализационных критериев при церебральной ишемии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2003.
40. Пирадов М.А., Максимова М.Ю., Танащян М.М. Инсульт: пошаговая инструкция. М.: «ГЭО-ТАР-Медиа», 2020.
41. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 395 от 26.05.2006 «Об утверждении стандарта оказания медицинской помощи больным с уточненными поражениями головного мозга». Ссылка активна на 19.07.2024.
42. Рассомахин А.А. Клинико-биохимические и клинико-иммунологические параллели при эн-

доваскулярной лазеротерапии у больных дисциркуляторной энцефалопатией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 1996.

43. Скупченко В.В., Маховская Т.Г. Лазерная терапия в неврологии. Самара-Хабаровск, 1993.
44. Соловьева Э.Ю. Применение внутривенной лазерной терапии у больных атеросклеротической энцефалопатией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1993.
45. Соловьева Э.Ю., Миронова О.П., Баранова О.А., Бекман Э.М., Карнеев А.Н., Федин А.И., Азизова О.А. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения и антиоксидантной терапии в лечении хронической ишемии мозга // Неврологический вестник. 2009. №41(2). С. 59-65.
46. Стеблюкова И.А. Клиническая эффективность внутривенной лазерной терапии и ее сочетание с лекарственными средствами при сосудистых поражениях головного мозга ишемического характера: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1989.
47. Улащик В.С., Евстигнеев В.В., Рыбин И.А., Козловская Л.Е., Рыбина Л.Н., Мазюк Т.Н. Комбинированная многоцветная магнитолазерная терапия при цереброваскулярной патологии. Минск, 2003.
48. Цой У.Т. Патогенез и лечение расстройств кровообращения в вертебробазилярной системе: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1990.
49. Штоббе А.А. Клинико-функциональные изменения при ишемическом инсульте в динамике программ реабилитации: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2007.
50. Asagai Y, Imakire A, Ohshiro T. Thermographic effects of laser therapy in patients with cerebral palsy. // *Laser Therapy*. 2000. №12(1). С. 12-15. doi:10.5978/islsm.12.12.
51. Bacelete V.S.B., Gama A.C.C. Therapeutic effects of photobiomodulation in the speech-language-hearing clinic: an integrative literature review. *Rev. // CEFAC*. 2021. №23(1). P. e9120. doi:10.1590/1982-0216/20212319120.
52. Casalechi H.L., Dumont A.J.L., Ferreira L.A.B., de Paiva P.R.V., Machado C.D.S.M., de Carvalho P.T.C., Oliveira C.S, Leal-Junior E.C.P. Acute effects of photobiomodulation therapy and magnetic field on functional mobility in stroke survivors: a randomized, sham-controlled, triple-blind, crossover, clinical trial. *Lasers // Med Sci*. 2020. №35(6). P. 1253-1262. doi:10.1007/s10103-019-02898-y.
53. Choi D.H., Lim J.H., Lee K.H., Kim M.Y., Kim H.Y., Shin C.Y., Han S.H., Lee J. Effect of 710-nm visible light irradiation on neuroprotection and immune function after stroke. // *Neuroimmunomodulation*. 2012. №19(5). P. 267-276. doi:10.1159/000335547.
54. De Taboada L, Ilic S, Lechlitter-Martha S, Oron U, Oron A, Streeter J. Transcranial application of low-energy laser irradiation improves neurological deficits in rats following acute stroke. // *Lasers in Surgery and Medicine*. 2006. №38(1). P. 70-73. doi:10.1002/lsm.20256.
55. Dole M, Auboiroux V, Langar L, Mitrofanis J. A systematic review of the effects of transcranial photobiomodulation on brain activity in humans. // *Rev Neurosci*. 2023. №34(6). P. 671-693. doi:10.1515/revneuro-2023-0003.
56. Haan M.N., Wallace R. Can dementia be prevented? Brain aging in a population-based context. *Annu Rev Public // Health*. 2004. №25. P. 1-24. doi:10.1146/annurev.publhealth.25.101802.122951.
57. Jauch E.C., Saver J.L., Adams H.P., Bruno A, Connors J.J., Demaerschalk B.M., Khatri P, McMullan P.W. Jr, Qureshi A.I., Rosenfield K, Scott P.A., Summers D.R., Wang D.Z., Wintermark M, Yonas H Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke. A guideline for healthcare professionals from the American heart Association/American stroke association. // *Stroke*. 2013. №44(3). P. 870-947. doi:10.1161/STR.0b013e318284056a.
58. Jiang L, Li W, Mamtilahun M, Song Y, Ma Y, Qu M, Lu Y, He X, Zheng J, Fu Z, Zhang Z, Yang GY, Wang Y. Optogenetic inhibition of striatal GABAergic neuronal activity improves outcomes after ischemic brain injury. // *Stroke*. 2017. №48(12). P. 3375-3383. doi:10.1161/STROKEAHA.117.019017.
59. Jiang W, Chen L, Zhang X.J., Chen J, Li X.C., Hou W.S., Xiao N. Red photon treatment inhibits apoptosis via regulation of bcl-2 proteins and ROS levels, alleviating hypoxic-ischemic brain damage. // *Neuroscience*. 2014. №268. P. 66-74. doi:10.1016/j.neuroscience.2014.02.034.
60. Jiang W, Gu W, Hossmann K.A., Mies G, Wester P. Establishing a photothrombotic 'ring' stroke model in adult mice with late spontaneous reperfusion: quantitative measurements of cerebral blood flow and cerebral protein synthesis. // *J Cereb Blood Flow Metab*. 2006. №26(7). P. 927-936. doi:10.1038/sj.jcbfm.9600245.
61. Jittiwat J. Baihui point laser acupuncture ameliorates cognitive impairment, motor deficit, and neuronal loss partly via antioxidant and anti-inflammatory effects in an animal model of focal ischemic stroke. *Evid Based Complement Alternat // Med*. 2019. №2019. P. 1204709. doi:10.1155/2019/1204709.
62. Jittiwat J. Laser acupuncture at GV20 improves brain damage and oxidative stress in animal model of focal ischemic stroke. // *J Acupunct Meridian Stud*. 2017. №10(5). P. 324-330. doi:10.1016/j.jams.2017.08.003.
63. Lampl Y. The translation procedure of low-level laser therapy in acute ischemic stroke: a nonpharmaceuticals noninvasive method. In: Lapchak P.A., Zhang J.H., eds. *Translational Stroke Research*.

Springer Science+Business Media, LLC, 2012. P. 721-743. doi:10.1007/978-1-4419-9530-8_35.

64. Lapchak P.A. Taking a light approach to treating acute ischemic stroke patients: transcranial near-infrared laser therapy translational science. // *Ann Med.* 2010. №42(8). P. 576-586. doi:10.3109/07853890.2010.532811.

65. Lee D.J., Jang H.Y., Moon K.W., Lee E.J., Yoo A.R., Choi W.S., Sung C.K., Kim D.Y. Photobiomodulation therapy in mice with chronic cerebral hypoperfusion using application-specific near-infrared light-emitting diode system.// *Trans Electr Electron Mater.* 2019. №20. P. 420-425. doi:10.1007/s42341-019-00132-8.

66. Lee H.I., Lee S.W., Kim N.G., Park K.J., Choi B.T., Shin Y.I., Shin H.K. Low-level light emitting diode therapy promotes long-term functional recovery after experimental stroke in mice. // *J Biophotonics.* 2017. №10(12). P. 1761-1771. doi:10.1002/jbio.201700038.

67. Lee H.I., Park J.H., Park M.Y., Kim N.G., Park K.J., Choi B.T., Shin Y.I., Shin H.K. Pre-conditioning with transcranial low-level light therapy reduces neuroinflammation and protects blood-brain barrier after focal cerebral ischemia in mice. // *Restor Neurol Neurosci.* 2016. №34(2). P. 201-214. doi:10.3233/RNN-150559

68. Leung M.C.P., Lo S.C., Siu F.K., So K.-F. Treatment of experimentally induced transient cerebral ischemia with low energy laser inhibits nitric oxide synthase activity and up-regulates the expression of transforming growth factor-beta 1. // *Lasers Surg Med.* 2002. №31(4). P. 283-288. doi:10.1002/lsm.10096

69. Lu Y, Jiang L, Li W, Qu M, Song Y, He X, Zhang Z, Yang G.Y., Wang Y. Optogenetic inhibition of striatal neuronal activity improves the survival of transplanted neural stem cells and neurological outcomes after ischemic stroke in mice. // *Stem Cells Int.* 2017. № 2017. P. 4364302. doi:10.1155/2017/4364302.

70. Mehrad H, Sharifipour E, Mehrvar K, Hosseinian zakariya M.M. Effect of intravenous lipid-based encapsulated methotrexate nanoparticles administration on ultrasound-guided low-level laser photobiomodulation therapy of carotid artery model of endothelial dysfunction. // *Int J Stroke.* 2018. №13(2S). P. 152. doi:10.1177/1747493018789543.

71. Moskvin S.V., Agasarov L.G. Laser acupuncture: 35 years of successful application in Russia (narrative review). // *J Lasers Med Sci.* 2020. №11(4). P. 381-389. doi:10.34172/jlms.2020.61.

72. Moskvin S.V., Kochetkov A.V. Russian low level laser therapy techniques for brain disorders. In: Hamblin M.R., Huang Y.-Y., eds. *Photobiomodulation in the Brain. Low-Level Laser (Light) Therapy in Neurology and Neuroscience.* London: Academic Press; 2019. P. 545-572. doi:10.1016/B978-0-12-815305-5.00040-3.

73. Moskvin S.V. A brief literature review of low-level laser therapy for treating amyotrophic lateral sclerosis and confirmation of its effectiveness. // *BioMedicine.* 2024. №14(1). P. 1-9. doi:10.37796/2211-8039.1430.

74. Moskvin S.V. Low-level laser therapy and light energy. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery.* 2019. №37(5). P. 267-268. doi:10.1089/photob.2019.4622.

75. Na C-S, Kim W-I, Jang H-S, Youn D-H, Moon Y-M, Jeong S-H, Cheon M-W. Low-level green and red laser treatment of Shaochong (HT9)-Dadun (LR1) and Shaohai (HT3)-Yingu (KI10) acupoints in a rat model of focal cerebral ischemia. // *Trans. Electr. Electron. Mater.* 2015. №16(2). P. 65-69. doi:10.4313/TEEM.2015.16.2.65.

76. Naeser M.A., Alexander M.P., Stiassny-Eder D, Galler V, Hobbs J, Bachman D, Lannin L.N. Laser acupuncture in the treatment of paralysis in stroke patients: a CT scan lesion site study. // *American Journal of Acupuncture.* 1995. № 23 (1). P. 13-28.

77. Naeser M.A., Martin P.I., Ho M.D., Kregel M.H., Bogdanova Y, Knight J.A., Yee M.K., Zafonte R, Koo B.B., Roubil J.G., Hamblin M.R. Low-level laser (light) therapy for rehabilitation in traumatic brain injury and stroke, including chronic aphasia. In: Hamblin MR, de Sousa MVP, Agrawal T, eds. *Handbook of Low-Level Laser Therapy.* Pan Stanford Publishing, 2017. P. 761-807.

78. Salehpour F, Farajdokht F, Mahmoudi J, Erfani M, Farhoudi M, Karimi P, Rasta S.H., Sadigh-Eteghad S, Hamblin M.R., Gjedde A. Photobiomodulation and coenzyme Q10 treatments attenuate cognitive impairment associated with model of transient global brain ischemia in artificially aged mice. // *Front Cell Neurosci.* 2019. №13. P. 74. doi:10.3389/fncel.2019.00074.

79. Salehpour F, Sadigh-Eteghad S, Mahmoudi J, Kamari F, Cassano P, Hamblin M.R. Photobiomodulation therapy for stroke. In: Salehpour F, Sadigh-Eteghad S, Mahmoudi J, Kamari F, Cassano P, Hamblin M.R. *Photobiomodulation for the Brain. Synthesis Lectures on Biomedical Engineering.* Springer, Cham, 2023:221-258. doi:10.1007/978-3-031-36231-6_11.

80. Schellinger P.D., Köhrmann M. Near-infrared laser treatment of acute stroke: from bench to bedside. // *Nervenarzt.* 2012. №83(8). P. 966-974. (in German) doi:10.1007/s00115-012-3567-9.

81. Tsuchiya K, Harada T, Ushigome N, Ohkuni I, Ohshiro T, Musya Y, Mizutani K, Maruyama Y, Suguro T. Low level laser therapy for cerebral palsy. // *Laser Therapy.* 2008. №17(1). P. 29-33. doi:10.5978/islm.17.29.

82. Vogel D.D.S., Ortiz-Villatoro N.N., Araújo N.S., Marques M.J.G., Aimbire F, Scorza F.A., Scorza C.A., Albertini R. Transcranial low-level laser therapy in an in vivo model of stroke: Relevance to the brain infarct, microglia activation and neuroinflammation. // *J Biophotonics*. 2021. №14(6). P. e202000500. doi:10.1002/jbio.202000500
83. Wang R, Dong Y, Lu Y, Zhang W, Brann D.W., Zhang Q. Photobiomodulation for global cerebral ischemia: targeting mitochondrial dynamics and functions. // *Mol Neurobiol*. 2019. №56(3). P. 1852-1869. doi:10.1007/s12035-018-1191-9.
84. Xiaoa X, Donga J, Chua X, Jiaob J-L, Jiaa S, Zhenga X, Zhoua C, Liucd T.C.-Y, Liub S-H. A single photon emission computed tomography study of the therapy of intravascular low intensity laser irradiation on blood for brain infarction. // *Laser Therapy*. 2000. №13(1). P. 110–113. doi:10.5978/islsm.13.110.
85. Xiong G, Li X. Effects of laser acupoint irradiation on energy metabolism of brain tissue of rats with cerebral ischemia-reperfusion. // *Laser Physics*. 2017. №27(12). P. 125601. doi:10.1088/1555-6611/aa8e7b.
86. Zong X, Feng Y, Huang Z, Ma X, Zhang Q. Photobiomodulation treatment enhances and sustains neurogenesis following acute ischemic stroke. // *Stroke*. 2024. №55(Suppl_1). P. 14. doi:10.1161/str.55.suppl_1.WP14.

References

1. Anishchenko GYa, Kochetkov VD, Parfenova LA. Lazeropunktura v kompleksnom lechenii postinsul'tnykh spasticheskikh gemiparezov. Proceedings of the All-Union Conference on application of lasers in medicine (Krasnoyarsk, 1983). Moscow; 1984:161-163. Russian.
2. Bendlin ID. Transkraniyal'naya elektrostimulyatsiya i magnitolazernaya terapiya bol'nykh s vertebral'no-bazilyarnoy nedostatochnost'yu: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. St. Petersburg; 2015. Russian.
3. Vaisova BA, Cherevashchenko LA. Kompleksnaya sanatorno-kurortnaya reabilitatsiya bol'nykh s khronicheskoy ishemiyey golovnoy mozga. *Vrach-aspirant*. 2017;81(2.2):234-240. Russian.
4. Vyrypayeva OV. Lazernaya terapiya v kompleksnom lechenii narusheniy mozgovogo krovoobrashcheniya: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow, 1997. Russian.
5. Galeyeva OP. Kranio-tserebral'naya infuziya i endovaskulyarnoye lazernoye vozdeystviye pri ostroy gipoksii golovnoy mozga: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 1992. Russian.
6. Gerasimenko MY, Afoshin SA. The application of physical factors for the combined rehabilitation of patients suffering acute disturbances of cerebral circulation (part 1). *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2011;10(4):46-50. doi:10.17816/41241. Russian.
7. Gerasimenko MY, Afoshin SA, Lazarenko NN. The application of physical factors for the combined rehabilitative treatment of the patients suffering from acute disturbances of cerebral blood circulation (part 3). *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2011;10(6):51-56. doi:10.17816/41289. Russian.
8. Gil'mutdinova LT, Iseyeva DR, Yamilova GT, Gil'mutdinov BR, Nazarova EM, Mustafin KhM, Bogovazova LR, Akhmadullin RR. Primneniye lazeroterapii v kompleksnom lechenii bol'nykh s distsirkulyatornoy entsefalopatiyey. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2012;4:56. Russian.
9. Gorbunov FE, Kochetkov AV, Minenkov AA, Strel'tsova YeN, Konchugova TV. Primneniye nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya infrakrasnogo diapazona v ranney reabilitatsii bol'nykh posle ostrykh narusheniy mozgovogo krovoobrashcheniya. Moscow: NPLTS «Tekhnika», 2003. Russian.
10. Gorbunov FE, Kochetkov AV, Minenkov AA, Strel'tsova YeN, Konchugova TV. Low intensive infrared laser radiation in early rehabilitation of patients after acute disorders of cerebral circulation (guidelines for physicians). *Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2005;2:49-52. Russian.
11. Denisova EV. Sovershenstvovaniye ambulatorno-poliklinicheskoy pomoshchi bol'nym tserebrovaskulyarnymi zabolevaniyami v trudospobnom vozraste (na primere Khabarovskogo kraya): Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Khabarovsk, 2012. Russian.
12. Dolgikh GB. Lazeroterapiya distsirkulyatornoy entsefalopatii u bol'nykh razlichnykh vozrastnykh grupp. *Laser medicine*. 2005;9(4):27-31. Russian.
13. Dolgikh G.B. Tserebral'nyye arterial'nyye i venoznyye distonii u detey (mekhanizmy, klinicheskiye proyavleniya i lecheniye): Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Kazan'; 2009. Russian.
14. Yel'tsova GN. Sravnitel'naya effektivnost' nakozhnoy i vnutrivennyoy lazernoy terapii u bol'nykh ateroskleroticheskoy distsirkulyatornoy entsefalopatiyey: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 2000. Russian.
15. Yel'chaninov AP. Nasledstvennyye i priobretennyye faktory trombofilii i terapiya khronicheskoy ishemii mozga u molodykh lits: Avtoref. ... dokt. med. nauk. St. Petersburg; 2002. Russian].
16. [Ipatova AG. Vliyaniye krasnogo lazernogo sveta na funktsional'noye sostoyaniye kory golovnoy mozga, mozgovoye krovoobrashcheniye i regeneratsiyu ran: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Moscow; 1975.

Russian.

17. Ishemicheskij insul't i tranzitornaya ishemicheskaya ataka u vzroslykh. Kliniche-skiye rekomendatsii. Moscow; 2021. Russian.

18. Kandyba DV. Ishemicheskiye narusheniya mozgovogo krovoobrashcheniya pri patologii ekstrakranial'nykh arteriy: Avtoref. ... dokt. med. nauk. St. Petersburg; 2002. Russian.

19. Karneyev AN. Tserebral'naya rezistentnost' k oksidativnomu stressu u bol'nykh khronicheskoy ishemiyey mozga: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Moscow; 2007. Russian.

20. Karneyev AN, Solov'yeva EYu, Rumyantsev ON. Vnutrisosudistoye lazernoye oblucheniye krovi v kompleksnom energokorrigiruyushchem lechenii bol'nykh s khronicheskoy ishemiyey mozga. Lazernaya meditsina. 2007;11(1):13-18. Russian.

21. Kosmynin AG. Primeneniye lazernykh terapevticheskikh matrits pri ateroskleroticheskoy distsirkulyatornoy entsefalopatii: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 2005. Russian.

22. Kochetkov AV. Lechebnyye fizicheskiye faktory na etape ranney rehabilitatsii bol'nykh tserebral'nym insul'tom: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Moscow; 1998. Russian.

23. Kochetkov AV, Moskvina SV, Karneyev AN. Lazernaya terapiya v nevrologii. Moscow–Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada»; 2012. Russian.

24. Krasnoyarova NA. Znacheniye funktsional'nykh biomekhanicheskikh narusheniy sheynogo otdela pozvonochnika v patogeneze distsirkulyatornykh entsefalopatiy i ikh korrektsiya: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Kazan'; 1997. Russian.

25. Kudina MA. Vliyaniye nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na mozgovoy i pochechnyy krovotok u bol'nykh arterial'nymi gipertenziyami. Laser medicine. 1999;3(1):17–21. Russian.

26. Kukes VG, Stebliukova IA, Kozlova TV, Kniazev RP, Khairetdinova NB. Dosage of low-energy laser irradiation in acute disorders of cerebrovascular circulation. Klin Med (Mosk). 1990;68(1):57-60. Russian.

27. Leyderman NE. Primeneniye impul'snykh matrichnykh lazerov 0,63 mkm v kompleksnom lechenii bol'nykh distsirkulyatornoy entsefalopatiyey: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 2010. Russian.

28. Leyderman NE, Moskvina SV, Kochetkov AV. Tekhnologiya LAZMIK® v kompleksnom vosstanovitel'nom lechenii bol'nykh s khronicheskoy ishemiyey mozga. Journal of New Medical Technologies. 2009; XVI(4):104-106. Russian.

29. Livshits LYa, Ageyeva TS, Rassomakhin AA, Proshina OV, Filimonovskaya LS, Tikhonova LA. Vliyaniye endovaskulyarnoy lazerterapii na lipidnyy metabolizm i pokazateli mikroreologii u bol'nykh s tserebrovaskulyarnoy patologiyey. Nizkointensivnyye lazery v eksperimente i klinike. Samara; 1992:84-90. Russian.

30. Lukina EV, Balatskaya MV. Vliyaniye HE-NE-lazernogo izlucheniya na mozgovuyu gemodinamiku u detey s minimal'noy mozgovoy disfunktsiyey. Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchennykh 90-letiyu kafedry nervnykh bolezney SGMU. Saratov; 2003. Russian.

31. Lutoshkina EV. Dinamika neyropsikhologicheskogo statusa i «kachestva zhizni» kak kriteriy effektivnosti differentsirovannogo kompleksnogo lecheniya bol'nykh khronicheskoy ishemiyey golovnoy mozga: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Saratov; 2005. Russian.

32. Malygin AV, Hadarcev AA, Tokarev AR, Naumova EM, Valentinov BG, Trusov SV. Transkranial'naya elektrostimulyaciya. Tula; 2021. Russian.

33. Manucharyan G.G. Mekhanizmy neyroprotektornogo i korigiruyushchego deystviya fizicheskikh faktorov pri ishemicheskikh porazheniyakh golovnoy mozga (kliniko-eksperimental'noye issledovaniye): Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Yerevan; 1996. Russian.

34. Maslov AS, Novikov AE, Osnovina IP, Alekseyeva NV, Pakhrova OA. Low-intensive laser irradiation of blood in complex therapy of patients with ischemic stroke. Tromboz, gemostaz i reologiya. 2018;73(1):5-15. doi:10.25555/THR.2018.1.0818. Russian.

35. Makhmutova GF. Primeneniye lazerorefleksoterapii v kompleksnom lechenii bol'nykh ateroskleroticheskoy distsirkulyatornoy entsefalopatiyey. Vrachebnoye delo. 1997;1:58–61. Russian.

36. Makhovskaya TG. Vnutrisosudistaya lazeroterapiya pri ishemicheskikh narusheniyakh mozgovogo krovoobrashcheniya: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Perm'; 1993. Russian.

37. Molchanova EE. Sovershenstvovaniye meditsinskoy rehabilitatsii bol'nykh v ostrom periode ishemicheskogo insul'ta primeneniye nemedikamentoznykh tekhnologiy: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Moscow; 2021. Russian.

38. Penzina EB. Neyro-immunnye narusheniya i ikh korrektsiya s pomoshch'yu nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya u muzhchin s nachal'nymi proyavleniyami nedostatochnosti krovosnabzheniya mozga: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Ekaterinburg; 2008. Russian.

39. Peregudov AV. Klinicheskiye i diagnosticheskiye aspekty neyrovizualizatsionnykh kriteriyev pri tserebral'noy ishemii: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 2003. Russian.

40. Piradov MA, Maksimova MYu, Tanashyan MM. Isul't: poshagovaya instruktsiya. Moscow: «GEOTAR-Media»; 2020. Russian.

41. Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation No. 395 of 26.05.2006 «Ob utverzhdenii standarta okazaniya meditsinskoy pomoshchi bol'nym s utochnennymi porazheniyami golovnoy mozga» Russian.
42. Rassomakhin AA. Kliniko-biokhimicheskiye i kliniko-immunologicheskiye paralleli pri endovaskulyarnoy lazeroterapii u bol'nykh distsirkulyatornoy entsefalopatiyey: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Saratov; 1996. Russian.
43. Skupchenko VV, Makhovskaya TG. Lazernaya terapiya v nevrologii. Samara-Khabarovsk; 1993. Russian.
44. Solov'yeva EYu. Primeneniye vnutrivennoy lazernoy terapii u bol'nykh ateroskleroticheskoy entsefalopatiyey: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 1993. Russian.
45. Solov'yeva EYu, Mironova OP, Baranova OA, Bekman EM, Karneev AN, Fedin AI, Azizova OA. Usage of low-energy laser radiation and antioxidative therapy in chronic cerebral blood circulation disorders. *Neurology Bulletin*. 2009;41(2):59-65. Russian.
46. Steblyukova IA. Klinicheskaya effektivnost' vnutrivennoy lazernoy terapii i yeye sochetaniye s lekarstvennymi sredstvami pri sosudistyx porazheniyakh golovnoy mozga ishemicheskogo kharaktera: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 1989. Russian.
47. Ulashchik VS, Yevstigneyev VV, Rybin IA, Kozlovskaya LE, Rybina LN, Mazyuk TN. Kombinirovannaya mnogotsvetnaya magnitolazernaya terapiya pri tserebrovaskulyarnoy patologii. Minsk, 2003. Russian.
48. Tsoy UT. Patogenez i lecheniye rasstroystv krovoobrashcheniya v vertebrobazilyarnoy sisteme: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow, 1990. Russian.
49. Shtobbe AA. Kliniko-funktional'nyye izmeneniya pri ishemicheskoy insul'te v dinamike programm reabilitatsii: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Novosibirsk, 2007. Russian.
50. Asagai Y, Imakire A, Ohshiro T. Thermographic effects of laser therapy in patients with cerebral palsy. *Laser Therapy*. 2000;12(1):12-15. doi:10.5978/islm.12.12.
51. Bacelete VSB, Gama ACC. Therapeutic effects of photobiomodulation in the speech-language-hearing clinic: an integrative literature review. *Rev. CEFAC*. 2021;23(1):e9120. doi:10.1590/1982-0216/20212319120.
52. Casalechi HL, Dumont AJL, Ferreira LAB, de Paiva PRV, Machado CDSM, de Carvalho PTC, Oliveira CS, Leal-Junior ECP. Acute effects of photobiomodulation therapy and magnetic field on functional mobility in stroke survivors: a randomized, sham-controlled, triple-blind, crossover, clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2020;35(6):1253-1262. doi:10.1007/s10103-019-02898-y.
53. Choi DH, Lim JH, Lee KH, Kim MY, Kim HY, Shin CY, Han SH, Lee J. Effect of 710-nm visible light irradiation on neuroprotection and immune function after stroke. *Neuroimmunomodulation*. 2012;19(5):267-276. doi:10.1159/000335547.
54. De Taboada L, Ilic S, Leichter-Martha S, Oron U, Oron A, Streeter J. Transcranial application of low-energy laser irradiation improves neurological deficits in rats following acute stroke. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2006;38(1):70-73. doi:10.1002/lsm.20256.
55. Dole M, Auboiroux V, Langar L, Mitrofanis J. A systematic review of the effects of transcranial photobiomodulation on brain activity in humans. *Rev Neurosci*. 2023;34(6):671-693. doi:10.1515/revneuro-2023-0003.
56. Haan MN, Wallace R. Can dementia be prevented? Brain aging in a population-based context. *Annu Rev Public Health*. 2004;25:1-24. doi:10.1146/annurev.publhealth.25.101802.122951.
57. Jauch EC, Saver JL, Adams HP, Bruno A, Connors JJ, Demaerschalk BM, Khatri P, McMullan PW Jr, Qureshi AI, Rosenfield K, Scott PA, Summers DR, Wang DZ, Wintermark M, Yonas H Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke. A guideline for healthcare professionals from the American heart Association/American stroke association. *Stroke*. 2013;44(3):870-947. doi:10.1161/STR.0b013e318284056a.
58. Jiang L, Li W, Mamtilahun M, Song Y, Ma Y, Qu M, Lu Y, He X, Zheng J, Fu Z, Zhang Z, Yang GY, Wang Y. Optogenetic inhibition of striatal GABAergic neuronal activity improves outcomes after ischemic brain injury. *Stroke*. 2017;48(12):3375-3383. doi:10.1161/STROKEAHA.117.019017.
59. Jiang W, Chen L, Zhang XJ, Chen J, Li XC, Hou WS, Xiao N. Red photon treatment inhibits apoptosis via regulation of bcl-2 proteins and ROS levels, alleviating hypoxic-ischemic brain damage. *Neuroscience*. 2014;268:66-74. doi:10.1016/j.neuroscience.2014.02.034.
60. Jiang W, Gu W, Hossmann KA, Mies G, Wester P. Establishing a photothrombotic 'ring' stroke model in adult mice with late spontaneous reperfusion: quantitative measurements of cerebral blood flow and cerebral protein synthesis. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2006;26(7):927-936. doi:10.1038/sj.jcbfm.9600245.
61. Jittiwat J. Baihui point laser acupuncture ameliorates cognitive impairment, motor deficit, and neuronal loss partly via antioxidant and anti-inflammatory effects in an animal model of focal ischemic stroke. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2019;2019:1204709. doi:10.1155/2019/1204709.

62. Jittiwat J. Laser acupuncture at GV20 improves brain damage and oxidative stress in animal model of focal ischemic stroke. *J Acupunct Meridian Stud.* 2017;10(5):324-330. doi:10.1016/j.jams.2017.08.003.
63. Lampl Y. The translation procedure of low-level laser therapy in acute ischemic stroke: a nonpharmaceuticals noninvasive method. In: Lapchak PA, Zhang JH, eds. *Translational Stroke Research.* Springer Science+Business Media, LLC; 2012:721-743. doi:10.1007/978-1-4419-9530-8_35.
64. Lapchak PA. Taking a light approach to treating acute ischemic stroke patients: transcranial near-infrared laser therapy translational science. *Ann Med.* 2010;42(8):576-586. doi:10.3109/07853890.2010.532811.
65. Lee DJ, Jang HY, Moon KW, Lee EJ, Yoo AR, Choi WS, Sung CK, Kim DY. Photobiomodulation therapy in mice with chronic cerebral hypoperfusion using application-specific near-infrared light-emitting diode system. *Trans Electr Electron Mater.* 2019;20:420-425. doi:10.1007/s42341-019-00132-8
66. Lee HI, Lee SW, Kim NG, Park KJ, Choi BT, Shin YI, Shin HK. Low-level light emitting diode therapy promotes long-term functional recovery after experimental stroke in mice. *J Biophotonics.* 2017;10(12):1761-1771. doi:10.1002/jbio.201700038.
67. Lee HI, Park JH, Park MY, Kim NG, Park KJ, Choi BT, Shin YI, Shin HK. Pre-conditioning with transcranial low-level light therapy reduces neuroinflammation and protects blood-brain barrier after focal cerebral ischemia in mice. *Restor Neurol Neurosci.* 2016;34(2):201-214. doi:10.3233/RNN-150559.
68. Leung MCP, Lo SC, Siu FK, So K-F. Treatment of experimentally induced transient cerebral ischemia with low energy laser inhibits nitric oxide synthase activity and up-regulates the expression of transforming growth factor-beta 1. *Lasers Surg Med.* 2002;31(4):283-288. doi:10.1002/lsm.10096.
69. Lu Y, Jiang L, Li W, Qu M, Song Y, He X, Zhang Z, Yang GY, Wang Y. Optogenetic inhibition of striatal neuronal activity improves the survival of transplanted neural stem cells and neurological outcomes after ischemic stroke in mice. *Stem Cells Int.* 2017; 2017:4364302. doi:10.1155/2017/4364302.
70. Mehrad H, Sharifipour E, Mehrvar K, Hosseinian zakariya MM. Effect of intravenous lipid-based encapsulated methotrexate nanoparticles administration on ultrasound-guided low-level laser photobiomodulation therapy of carotid artery model of endothelial dysfunction. *Int J Stroke.* 2018;13(2S):152. doi:10.1177/1747493018789543.
71. Moskvin SV, Agasarov LG. Laser acupuncture: 35 years of successful application in Russia (narrative review). *J Lasers Med Sci.* 2020;11(4):381-389. doi:10.34172/jlms.2020.61.
72. Moskvin SV, Kochetkov AV. Russian low level laser therapy techniques for brain disorders. In: Hamblin MR, Huang Y-Y, eds. *Photobiomodulation in the Brain. Low-Level Laser (Light) Therapy in Neurology and Neuroscience.* London: Academic Press; 2019:545-572. doi:10.1016/B978-0-12-815305-5.00040-3.
73. Moskvin SV. A brief literature review of low-level laser therapy for treating amyotrophic lateral sclerosis and confirmation of its effectiveness. *BioMedicine.* 2024;14(1):1-9. doi:10.37796/2211-8039.1430.
74. Moskvin SV. Low-level laser therapy and light energy. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery.* 2019;37(5):267-268. doi:10.1089/photob.2019.4622.
75. Na C-S, Kim W-I, Jang H-S, Youn D-H, Moon Y-M, Jeong S-H, Cheon M-W. Low-level green and red laser treatment of Shaochong (HT9)-Dadun (LR1) and Shaohai (HT3)-Yingu (KI10) acupoints in a rat model of focal cerebral ischemia. *Trans. Electr. Electron. Mater.* 2015;16(2):65-69. doi:10.4313/TEEM.2015.16.2.65.
76. Naeser MA, Alexander MP, Stiassny-Eder D, Galler V, Hobbs J, Bachman D, Lannin LN. Laser acupuncture in the treatment of paralysis in stroke patients: a CT scan lesion site study. *American Journal of Acupuncture.* 1995; 23 (1): 13-28.
77. Naeser MA, Martin PI, Ho MD, Krengel MH, Bogdanova Y, Knight JA, Yee MK, Zafonte R, Koo BB, Roubil JG, Hamblin MR. Low-level laser (light) therapy for rehabilitation in traumatic brain injury and stroke, including chronic aphasia. In: Hamblin MR, de Sousa MVP, Agrawal T, eds. *Handbook of Low-Level Laser Therapy.* Pan Stanford Publishing; 2017:761-807.
78. Salehpour F, Farajdokht F, Mahmoudi J, Erfani M, Farhoudi M, Karimi P, Rasta SH, Sadigh-Eteghad S, Hamblin MR, Gjedde A. Photobiomodulation and coenzyme Q10 treatments attenuate cognitive impairment associated with model of transient global brain ischemia in artificially aged mice. *Front Cell Neurosci.* 2019;13:74. doi:10.3389/fncel.2019.00074.
79. Salehpour F, Sadigh-Eteghad S, Mahmoudi J, Kamari F, Cassano P, Hamblin MR. Photobiomodulation therapy for stroke. In: Salehpour F, Sadigh-Eteghad S, Mahmoudi J, Kamari F, Cassano P, Hamblin MR. *Photobiomodulation for the Brain. Synthesis Lectures on Biomedical Engineering.* Springer, Cham; 2023:221-258. doi:10.1007/978-3-031-36231-6_11.
80. Schellinger PD, Köhrmann M. Near-infrared laser treatment of acute stroke: from bench to bedside. *Nervenarzt.* 2012;83(8):966-974. (in German) doi:10.1007/s00115-012-3567-9.
81. Tsuchiya K, Harada T, Ushigome N, Ohkuni I, Ohshiro T, Musya Y, Mizutani K, Maruyama Y, Suguro T. Low level laser therapy (LLLT) for cerebral palsy. *Laser Therapy.* 2008;17(1):29-33. doi:10.5978/islsm.17.29.
82. Vogel DDS, Ortiz-Villatoro NN, Araújo NS, Marques MJG, Aimbire F, Scorza FA, Scorza CA, Albertini R. Transcranial low-level laser therapy in an in vivo model of stroke: Relevance to the brain infarct,

microglia activation and neuroinflammation. *J Biophotonics*. 2021;14(6):e202000500. doi:10.1002/jbio.202000500.

83. Wang R, Dong Y, Lu Y, Zhang W, Brann DW, Zhang Q. Photobiomodulation for global cerebral ischemia: targeting mitochondrial dynamics and functions. *Mol Neurobiol*. 2019;56(3):1852-1869. doi:10.1007/s12035-018-1191-9.

84. Xiaoa X, Donga J, Chua X, Jiaob J-L, Jiaa S, Zhenga X, Zhoua C, Liucd TC-Y, Liub S-H. A single photon emission computed tomography study of the therapy of intravascular low intensity laser irradiation on blood for brain infarction. *Laser Therapy*. 2000;13(1):110–113. doi:10.5978/islsm.13.110.

85. Xiong G, Li X. Effects of laser acupoint irradiation on energy metabolism of brain tissue of rats with cerebral ischemia-reperfusion. *Laser Physics*. 2017;27(12):125601. doi:10.1088/1555-6611/aa8e7b.

86. Zong X, Feng Y, Huang Z, Ma X, Zhang Q. Photobiomodulation treatment enhances and sustains neurogenesis following acute ischemic stroke. *Stroke*. 2024;55(Suppl_1):AWP14. doi:10.1161/str.55.suppl_1.WP14.

Библиографическая ссылка:

Москвин С.В., Кочетков А.В., Александрова Н.А., Гамеева Е.В. Лазерная терапия при cerebrovasкулярных заболеваниях: обоснование и оптимизация методик применения (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 3-2. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-2.pdf> (дата обращения: 03.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-2. EDN QNLEDK*

Bibliographic reference:

Moskvin SV, Kochetkov AV, Aleksandrova NA, Gameeva EV. Lazernaya terapiya pri cerebrovasulyarnyh zabolevaniyah: obosnovanie i optimizaciya metodik primeneniya (obzor literatury) [Low-level laser therapy for cerebrovascular diseases: justification and optimization of application techniques (literature review)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2025 [cited 2025 Jul 03];4 [about 15 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-2.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-2. EDN QNLEDK

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY