

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Сборник статей



Москва
2019

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Сборник статей

Под редакцией С.В. Москвина

Москва

2019

УДК 615.849.19
ББК 53.54
А43

А43 Актуальные вопросы лазерной терапии. Сборник статей / Под ред. С.В. Москвина. – М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2019. – 176 с.
ISBN 978-5-94789-882-8

ББК 53.54

В сборнике представлены статьи, опубликованные ранее, но тематика которых актуальна до сих пор. Даются развёрнутые ответы на наиболее часто задаваемые вопросы: есть ли в России своя наука и медицина, почему лазерный свет безопасен, можно ли применять лазерную терапию у онкологических больных, почему для лазерной терапии нужны только лазеры, как правильно проводить лазерное воздействие на детей, какие методы наиболее эффективны и как их оптимизировать, и т. д.

Предназначена для всех специалистов, занимающихся лазерной терапией.

ISBN 978-5-94789-882-8

© Коллектив авторов, 2019
© Оформление ООО «Издательство «Триада», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
<i>Москвин С.В.</i> Википедия: «В России нет своей медицины и науки» // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 3. – С. 212–215	6
<i>Москвин С.В., Хадарцев А.А.</i> Лазерный свет – можно ли им навредить? // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 3. – С. 265–283	11
<i>Москвин С.В.</i> Можно ли для лазерной терапии применять светоизлучающие диоды? // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11. – № 2. – С. 240–252. doi: 10.12737/article_5909a3c0e5f805.90833502	29
<i>Москвин С.В., Кончугова Т.В., Хадарцев А.А.</i> Основные терапевтические методики лазерного освечивания крови // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – Т. 94. – № 5. – С. 10–17. doi: 10.17116/kurort201794510-17	46
<i>Москвин С.В., Агасаров Л.Г.</i> Лазерная акупунктура: основные принципы, методические подходы и параметры методик // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2019. – № 1. – Публикация 3-6. URL: http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-1/3-6.pdf (дата обращения: 18.02.2019). doi: 10.24411/2075-4094-2019-16320	58
<i>Москвин С.В., Хадарцев А.А.</i> Возможные способы и пути повышения эффективности лазерофореза (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2016. – Т. 10. – № 4. Публикация 8-10. URL: http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-10.pdf (дата обращения: 13.12.2016). doi: 10.12737/23519	80
<i>Москвин С.В., Шяхметова Т.А.</i> Лазерная терапия в педиатрии, особенности и схемы применения метода (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2018. – № 6. – С. 136–147. doi: 10.24411/2075-4094-2018-16270	96
<i>Москвин С.В.</i> Лазерная терапия алопеции: методы, подходы и нерешенные проблемы // Трихология. – 2018. – № 3–4. – С. 54–67	112
<i>Москвин С.В., Притыко Д.А., Сергеенко Е.Ю., Лукаш Е.Н., Гусев Л.И.</i> Краткий обзор литературы и собственный клинический опыт профилактики оральных мукозитов у детей методами лазерной терапии // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – № 4. – С. 58–70. doi: 10.24411/1609-2163-2018-16236	132
<i>Асхадулин Е.В., Кончугова Т.В., Москвин С.В.</i> Комбинированная лазерная терапия больных с трофическими язвами при хронической венозной недостаточности нижних конечностей // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2018. – Т. 95. – № 6. – С. 27–33. doi: 10.17116/kurort20189506127	147
<i>Москвин С.В., Мазуркевич Е.А.</i> Лазерная терапия больных подошвенным (плантарным) фасциитом (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11. – № 3. Публикация 8-1. URL: http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/00.html (дата обращения: 07.07.2017). doi: 10.12737/article_596c5d6e81b103.69107662	159
<i>Москвин С.В., Утц С.Р., Шнайдер Д.А.</i> Комбинированная лазерная терапия больных псориазом // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – Т. 22. – № 4. – С. 99–103. doi: 10.12737/17032	169

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лазерная терапия в России уже больше 50 лет очень успешно применяется для лечения больных с самым широким кругом патологий. Однако высочайшая эффективность метода, исключительная простота и невысокая стоимость обрабатываются иногда проблемами. В сборник вошли несколько статей, которые в определённой степени отражают современное состояние лазерной терапии и её перспективы, а также принципы оптимизации базовых методик, приводятся примеры некоторых из них. Казалось бы, надо активно внедрять этот метод лечения, который не только позволяет получить стабильно высокие результаты лечения, не вызывает привыкания и негативных реакций, но и экономически выгоден. Однако не всегда получается.

Известно и понятно стремление американцев контролировать все сферы жизни человечества, в том числе и научную деятельность. Различные американские сервисы (PubMed, MEDLINE, Scopus) практически полностью захватили научное информационное пространство, превратив свою деятельность в сверхуспешный бизнес-проект. В итоге ответ на вопрос: «Это хорошее исследование (научное достижение, публикация и т. д.)?» теперь выглядит так: «Как решат в Вашингтоне». Без вариантов. А поскольку в США почти ничего не знают о лазерной терапии, американские «эксперты» отрицают существование этого метода. Более того, прямо заявляют: в России вообще нет ни своей медицины, ни своей науки. Об этом в первой статье сборника.

И самое интересное, что в такой ситуации виноваты мы сами, и никто другой! Причин тому несколько.

Во-первых, наше извечное преклонение перед Западом. Самоуничужение и крайности «там всё хорошо, у нас всё плохо» удивляют как минимум. Неужели нельзя понять, что и в западной, и в восточной медицине очень много хорошего, есть выдающиеся достижения науки и практики. В частности, лазерная терапия – национальное достояние России! Интересно, что данный факт признают специалисты во всём мире, но только не у нас.

Во-вторых, к великому сожалению, но факты говорят сами за себя – государственная политика в лице нынешних чиновников направлена на уничтожение собственной науки. Приведём несколько примеров. В первую очередь, необходимо вспомнить Указ Президента РФ № 599 от 7 мая 2012 года, где говорится об «увеличении к 2015 году доли публикаций российских исследователей в общем количестве публикаций в мировых научных журналах», что на практике выродилось в стремлении любыми способами опубликоваться «там», тратя на это огромное количество времени и денег. Американцы не просто требуют оплату за свои услуги, но и забирают авторские права при этом. Глупость неопишущая! А что ещё остаётся делать учёным, если иначе не получишь финансирование, если их поставили в такие рамки?

Или другой пример. Клинические рекомендации теперь утверждают только при условии наличия публикаций в «приличных» журналах, т. е. необходимо фактически получить разрешение у американцев, поскольку именно там находятся

указанные издания. Исследования российских учёных и публикации в российской научной периодике не признаются. В результате многие институты вообще прекратили разрабатывать свои методы лечения, проводят имитацию научной деятельности, а их «клинические рекомендации» – лишь подстрочный перевод англоязычных аналогов. Американских, в первую очередь, и разумеется, с рекламой их методов, аппаратуры и лекарств.

В-третьих, успешно работает мошеннический механизм контроля и манипуляций, созданный американцами, под названием «доказательная медицина». Если опустить подробности того, зачем нужны исследования по особым правилам (например, получить разрешение у американцев, регистрируясь на специальном сайте), то в итоге всё сводится опять же к признанию научного факта или эффективности метода лечения в Вашингтоне. И вовсе не специалистами соответствующего профиля, а... финансистами.

Настоящее же доказательство эффективности лечения можно получить, только применяя какой-то метод в клинике. В течение более чем двух лет, например, специалисты лечат детей, больных раком (результатам этой работы посвящена одна из статей). К настоящему времени успешное лечение получили уже более 40 пациентов, при этом ни у одного ребёнка не развился мукозит. Для этого потребовалось провести всего 1–3 простейшие процедуры лазерной терапии, без которых в 100% случаев развивается это осложнение химиотерапии (в любой клинике мира). Доказана эффективность метода или нет? На наш взгляд, вопрос риторический, но кто-то думает иначе.

В-четвёртых, банальная людская жадность и желание побыстрее и попроще улучшить своё благосостояние. Что выбрать, 26 руб. от ОМС за процедуру лазерной терапии, но вылечить больного, или «немного» больше от иностранной компании, но без результата? Первое выбирает, не задумываясь, врач, второе – «оказатель услуг». Но самое главное – государство в лице чиновников полностью на стороне вторых! И это уже совсем печальная история.

Однако несмотря на множество проблем, мы убеждены, что за лазерной терапией будущее. Есть врачи и есть желающие получить настоящую медицинскую помощь, надеемся, что они найдут друг друга, а лазерная терапия им в этом поможет.

С уважением
С.В. Москвин
8 марта 2019 года

ВИКИПЕДИЯ: «В РОССИИ НЕТ СВОЕЙ МЕДИЦИНЫ И НАУКИ»

С.В. МОСКВИН

*ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА РФ»,
ул. Студенческая, д. 40, г. Москва, 121165, Россия, e-mail: 7652612@mail.ru*

WIKIPEDIA: «RUSSIA HAS NO OWN MEDICINE AND SCIENCE»

S.V. MOSKVIN

*State Research Center of Laser Medicine FMBA of Russia,
Str. Student, d. 40, Moscow, 121165, Russia, e-mail: 7652612@mail.ru*

В сентябре 2016 года, движимый желанием сообщить всему миру о новейших российских лазерных медицинских технологиях, я пытался разместить в Википедии две статьи: «Лазерофорез» и «Лазерно-вакуумный массаж». В этих областях науки и клинической практики Россия является безусловным мировым лидером, поэтому в *PubMed* можно найти публикации практически только российских авторов <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=laser+phoresis>. Несмотря на отсутствие общедоступности информации, нашими технологиями интересуются по всему миру (США, Канада, Австралия, Германия, Италия, Иран, Таиланд, Филиппины и др.), врачи приезжают в Россию повышать свою квалификацию, изучать российские методики, приглашают наших специалистов проводить обучение в своих странах. Казалось бы, нужно гордиться своими достижениями и активно продвигать высокоэффективные, но при этом простые и недорогие методы лечения.

Но есть и другое мнение, что следует из ответа «свободной энциклопедии»: *«Приведите, пожалуйста, несколько публикаций в приличных медицинских журналах (не российских, крайне желательно из коллекции Core Clinical journals в Pubmed), пока приведённые в статье ссылки напоминают некий междоусобчик пары-тройки авторов в малоавторитетных журналах. Если нормальных независимых источников не будет приведено, окончательный итог по восстановлению будет отрицательным. Впрочем, в том неприкрыто рекламном виде, который размещен в инкубаторе, она восстановлена не будет в любом случае. – **El-chupanebrei (обс) 10:58, 13 сентября 2016 (UTC)**».*

Мы направили свои краткие комментарии, однако «рецензент» (назовём его так) был непреклонен: *«Значит, можно смело подводить отрицательный итог. Все приведённые публикации так или иначе аффилированы с группой Хадарцева и не могут рассматриваться как независимые источники. Кроме того, полное отсутствие публикаций по этой теме в более-менее приличных международных журналах, а также наличие за авторством этой группы трудов с откровенно псевдонаучными идеями серьёзно намекают на общую маргинальность этого*

направления. Таким образом, значимость не показана... В восстановлении отказано. – ***El-chupanebrei (обс)*** 06:43, 14 сентября 2016 (UTC)»

Хочется обсудить сложившуюся ситуацию, привести свои аргументы и комментарии.

Для справки. Оба метода являются давно известными и разрешёнными к применению в медицинской практике в России, прекрасно зарекомендовали себя более чем за 30 лет своего применения. Лазерофорез – шифр оказания медицинских услуг А17.30.027, лазерно-вакуумный массаж: А17.30.010, А21.01.007 – вакуум, А22.01.005, А22.07.008, А22.09.001, А22.09.010, А22.25.001, А22.28.004 – лазерное воздействие различной локализации (Приказ Минздравсоцразвития России № 1664н от 27 декабря 2011 г. «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг»).

Но «эксперт», сделав вывод об «общей маргинальности направления», по сути обвиняет Минздрав России в том, что он рекомендует применять в медицине «эзотерические методики лечения», «не получившие общего признания учёных» (согласно определению *Википедии*). Так понимаю, министерству нужно срочно запретить все методы лечения, не понравившиеся ***El-chupanebrei (обс)***, на странице которого написан девиз его бурной деятельности (многое объясняет, кстати)...

*...Он подкрадется к вам в темноте
Как унитаз в ночной тишине
Будь осторожен ведь поздно или рано
Он съест тебя и половину твоего каймана*

По поводу требования привести публикации в «приличных» (***El-chupanebrei (обс)*** уточняет, что это такое), «не российских» медицинских журналах хочется высказаться особо. Заявление «рецензента», что в России нет ни одного «приличного» научного медицинского журнала, это либо глупость, либо невежество, либо русофобия в крайней степени её проявления (судя по всему, микст), и в любом случае это прямое оскорбление тысяч специалистов, которые работают в научных журналах, разрабатывают новые методики лечения, размещают в журналах свои статьи, читают работы других авторов и печат нас с вами. Но теперь вдруг и научные медицинские журналы, и все, кто связан с ними, и кто пишет туда, и кто их читает, – это всё «неприлично». Дураки мы все с вами, оказывается, не получили «добро» от «всевышнего, всемогущего, всезнающего и всегда во всём правого *Pubmed*»! ***El-chupanebrei (обс)***, видите ли, решил, что там всё и всегда верно, мол, это «верховный судья» в научных спорах.

«Рецензент» своим требованием, по сути, заявляет, что всё «*made in* не наше» – хорошее, а всё российское – плохое, исследования недостоверные, методики лечения маргинальные и пр. А как он относится к лоботомии (как пример)? Очевидно, что положительно, поскольку в *Википедии* есть огромная статья, придумали метод не в России, и его автор получил Нобелевскую премию – просто эталон. Не хочет «рецензент» на себе попробовать? Ведь в статье Википедии 99% занимает информация о том, какой метод замечательный, и всего три строчки о его запрете

по причине «злоупотреблений», т. е. применять можно, но только грамотно... Лоботомия маргинальна или нет? Есть более свежие примеры просто глупых с научной точки зрения и бесчеловечных с позиций морали «медицинских» технологий, разработанных англосаксами и опубликованных в «приличных» журналах. Перечень их весьма и весьма значительный. Это всё к тому, что «не сотвори себе кумира», и нам не надо навязывать идею непогрешимости «приличных» журналов, их редколлегий и подобных «экспертов».

Приведём другой пример – лазерная терапия, которую в западных странах не признавали длительное время, «рецензенты» и «эксперты» достаточно активно писали язвительные статьи, обзывали «вуду-терапией» и шаманством, рисовали карикатуры и пр. Но в 2000 году под давлением фактов высокую эффективность лазерной терапии признали в Европе, а в 2003 году и в США, умалчивая, кстати, о приоритете России и о том, что российские специалисты – лучшие в мире. Вопрос: что было бы, если бы тогда мы послушали «рецензентов» и отказались от метода из-за «маргинальности»? Ответ: как и в западных странах, сейчас боролись бы с невероятно сложной проблемой – антибиотикорезистентностью и ужасались бы последствиям безрассудной веры в непогрешимость «приличных» журналов. Сейчас англоязычных статей по лазерной терапии больше, чем на русском, однако публикации из «приличных» журналов читать невозможно – парад глупости и безграмотности, только единицы из них достойны внимания – легко могу это доказать. В «неприличных» российских журналах статей существенно меньше, зато большая часть очень хорошего качества, а выводы из них можно и нужно использовать в практическом здравоохранении для совершенствования методик и повышения эффективности лечения людей.

Обратите внимание на размеры статьи в Википедии про *антибиотикорезистентность* на русском языке (небольшое сообщение) и в англоязычной версии *Antimicrobial resistance* – огромная статья (больше 200 ссылок). Мы постараемся в ближайшее время рассказать об этой колоссальной проблеме, а также о ведущей роли лазерной терапии в её решении.

С удовольствием лишний раз повторим: лазерофорез и лазерно-вакуумный массаж – *исключительно* российские медицинские технологии, которые развиваются с начала 80-х годов прошлого века, т. е. больше 35 лет. Это наша гордость и наше национальное достояние. Да, практически все научные публикации только в России (а это более 1000 работ), в частности, в журналах, рекомендованных ВАК: «Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК», «Вестник новых медицинских технологий», «Лазерная медицина», «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация», «Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»», «Современные проблемы дерматовенерологии, иммунологии и врачебной косметологии», «Морфологические ведомости» и др. Но теперь благодаря *El-chupanebrei (обс)* мы знаем, что это «неприличные» журналы и публикуют там всякую «маргинальную» ерунду.

Для справки. По этим (лазерофорез и лазерно-вакуумный массаж) или смежным темам защищено не менее 50 кандидатских и докторских диссертаций. Однако «рецензент», очевидно, полагает, что ВАК всем подряд дипломы выдаёт, а авторов этих исследований нужно лишить звания за «антинаучность» и «марги-

нальность направления». Почему об этом тогда не написано *в статье Википедии про ВАК*? Надо быть последовательным. А может, вообще Минобрнауки РФ распустить, заодно все диссертационные советы и ВАК?

Только по лазерофорезу в России с 1982-го по 2016 год выдано 52 патента, один патентный документ – авторам из Украины и 8 евразийских патентов – разработчикам из Белоруссии. «Рецензент» считает, что Федеральный институт промышленной собственности РФ выдаёт никчёмные бумажки на бесполезные, маргинальные и антинаучные методы лечения? Почему в *статье Википедии про ФИПС* нет такой информации? Нужно быть последовательным и разместить.

Для справки приведём статистику по патентам про лазерофорез, из которой прямо следует, что лазерофорезом занимаются очень многие, причём ни одна из этих организаций и ни один из авторов никак не *«аффилированы с группой Хадарцева»*. Напоминаю на всякий случай, что патенты признаются ВАК научной публикацией (заключение ВАК от 25 мая 2012 г. № 22/49). Мне посчастливилось сотрудничать с коллегами из Тулы, успешно защитил в Тульском университете докторскую диссертацию (научный консультант проф. А.А. Хадарцев), и есть с ними совместные публикации, чем очень горжусь.

Кстати, лазерно-вакуумным массажем *«группа Хадарцева»* вообще никогда не занималась.

В список патентообладателей – юридических лиц, защитивших свои разработки патентами по лазерофорезу, входят 16 учреждений, в т. ч.:

№	Наименование патентообладателя	Количество патентов
1	МОНИКИ	11
2	Государственное учреждение «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова»	3
3	Уральский институт усовершенствования врачей	2
4	Волгоградский государственный медицинский университет	1
5	Дальневосточный государственный медицинский университет	1
6	Московский медико-стоматологический университет	1
7	Московский городской научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского	1

Ну и про *«междоусобчик (нет такого слова в русском языке, кстати) пары-тройки авторов»*. Действительно, в статьях даются ссылки на авторов, наиболее активно занимающихся этой темой в настоящее время, и самые значимые публикации различных и совершенно независимых коллективов. Все работы и коллективы упомянуть физически невозможно (их более 1000), а основные исследования по тематикам проводятся более 35 лет в ведущих профильных медицинских институтах страны (приведены работы в основном сотрудников этих учреждений, но не только): ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России», ФГБУ «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии» Минздрава России и Тульский государственный университет (медицинский институт).

В завершение не про науку. Практически во всех, без преувеличения, медицинских косметологических центрах и салонах России (а их больше 5000) применяются лазерофорез (лазерная биоревитализация) и лазерно-вакуумный массаж. По данным зарубежных источников, в Европе таких центров не меньше 3000. Таким образом, миллионам пациентов ежегодно проводят эти процедуры, поэтому они имеют право знать про эти методы больше, чем им расскажут в салонах администраторы!

Итак, если «эксперты» Википедии, скрывающиеся за псевдонимами, считают, что в России не могут создавать новые медицинские технологии, то пусть напишут в условиях размещения статей: «Не допускаются публикации про достижения российской медицинской науки, только с разрешения *Pubmed*». Понятно, что проект коммерческий, навязывать свои условия нельзя, но необходимо добиваться открытости и однозначности в «правилах игры», например, теперь мы точно знаем отношение «свободной энциклопедии» к науке в России, а недавнее решение Правительства РФ о создании российского энциклопедического портала теперь уже не кажется избыточным и ненужным.

С уважением
 Москвин Сергей Владимирович –
 доктор биологических наук, кандидат технических наук,
 ведущий научный сотрудник
 ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА РФ»,
 профессор кафедры ФГБОУ ДПО ИПК ФМБА РФ,
 проректор по научной работе
 Московского медицинского университета «Реавиз».
 Эл. почта: 7652612@mail.ru

ОТ РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА

Уважаемый Сергей Владимирович! Редакция журнала ВНМТ обращается к читательской аудитории с просьбой продолжить дискуссию о целесообразности «Википедии» в том ее виде, в котором она существует. Размещение статей в ней – тенденциозное, и поэтому огромная пользовательская аудитория дезинформируется. Реализуется концепция двойных стандартов: «У них – всё хорошо, у нас – всё плохо!».

ЛАЗЕРНЫЙ СВЕТ – МОЖНО ЛИ ИМ НАВРЕДИТЬ? (обзор литературы)

С.В. МОСКВИН*, А.А. ХАДАРЦЕВ**

* ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России»,
г. Москва, 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru

** Медицинский институт, Тульский государственный университет,
ул. Болдина, 128, Тула, 300012, Россия

Аннотация. Широко известно, что лазерная терапия – высокоэффективный физиотерапевтический метод лечения больных с различными заболеваниями. Однако среди пациентов и некоторой части медперсонала распространяются ничем не обоснованные мифы о какой-то особой «вредности» лазерного света. Обзор литературы, анализ научных данных и многолетнего практического опыта наглядно и вполне убедительно демонстрирует, что низкоинтенсивный (низкоэнергетический) лазерный свет, используемый в современной физиотерапии, абсолютно безопасен. Он не обладает тератогенными, мутагенными и канцерогенными свойствами, а наоборот, обеспечивает защиту живого организма от самых различных патогенных факторов химической или физической природы.

Ключевые слова: низкоинтенсивное лазерное излучение, протекторные свойства, тератогенное, мутагенное и канцерогенное действие.

LASER LIGHT – CAN IT HARM?

S.V. MOSKVIN*, A.A. KHADARTSEV**

* State Research Center of Laser Medicine FMBA of Russia,
Moscow, 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru

** Medical Institute, Tula State University,
ul. Boldin, 128, Tula, 300012, Russia

Abstract. It is widely known that laser therapy is a highly effective physiotherapeutic method of treatment patients with various diseases. However, unfounded myths about some special «harmfulness» of laser light are spread among patients and some of the medical staff. The literature review, analysis of scientific evidence and years of practical experience clearly and convincingly demonstrate that low intensity (low energy) laser light used in modern physiotherapy is absolutely safe. It has no teratogenic, mutagenic and carcinogenic properties, but on the contrary protects the living organism from various pathogenic factors of chemical or physical nature.

Key words: low intensity laser radiation, protective properties, teratogenic, mutagenic and carcinogenic effect.

Введение. *Лазерная терапия* (ЛТ) давно и прочно вошла в практику современной российской медицины. Относительно недавно (с начала 2000-х годов) в Западной Европе и США, где ранее категорически отрицали саму возможность влияния *низкоинтенсивного (низкоэнергетического) лазерного излучения* (НИЛИ) на биологические объекты, начался настоящий бум в проведении научных исследований и активном внедрении этой лечебной процедуры в практическое здравоохранение. Причиной теперь уже почти всеобщего её признания являются очевидные преимущества – метод простой, недорогой, *абсолютно безопасный*, комфортен для пациента, практически не имеет противопоказаний. Но самое главное – это исключительная эффективность современных технологий, разработанных российскими учёными и клиницистами на основе глубокого знания и понимания механизмов биологического (терапевтического) действия НИЛИ [56; 57].

В основе лазерной терапии лежат известные лечебные свойства НИЛИ. Рядом авторов также используется термин *лазерный свет* (ЛС), что вполне допустимо в рамках его терапевтического применения, особенно в офтальмологии [61].

Однако среди пациентов и некоторой части медперсонала распространяются ничем не обоснованные мифы о «вредности» лазерного света: он якобы оказывает тератогенное, мутагенное и канцерогенное действие. Эти необоснованные страхи обусловлены рядом субъективных и объективных причин.

В первую очередь, крайне негативное психологическое давление, особенно на внушаемых пациентов, оказывает использование неправильной терминологии. Действительно, если «облучать» в «дозе» и при этом что-то «стимулировать», как привыкли говорить многие, то у любого нормального человека возникнет сомнение в безопасности метода. Люди боятся облучения, и это надо учитывать – слово лечит, но может и навредить. Наиболее наглядно подобное проявляется в неврологических отделениях у больных с хронической ишемией головного мозга, которым первый сеанс ЛТ предпочтительнее проводить выключенным аппаратом (плацебо), поскольку известно, что в среднем у 15% этих пациентов даже после иллюзии процедуры наблюдаются негативные проявления в виде головокружения, возникновения слабости, снижения артериального давления и др. По оценке специалистов, этот эффект вызван исключительно ассоциативным рядом «лазер–облучение–опасность» [55; 57]. Другой пример. Недавно в одной статье, которую опубликовал известный профильный научный журнал, редакция самовольно исправила термин «освечивать», используемый авторами, на «облучать», мотивируя тем, что так «привыкли говорить». Вряд ли это целесообразно, тем более что *термин «освечивать» используется в официальных нормативных документах*, одобренных российским профессиональным сообществом [46].

Возникновение специфической фобии в отношении лазерного света, безусловно, также связано и с элементарным невежеством. На курсах повышения квалификации специалистам, к сожалению, далеко не всегда правильно и полно предоставляется необходимая информация о показаниях и противопоказаниях к проведению ЛТ, хотя бы по той же терминологии, а среди пациентов не про-

водится разъяснительная работа с изложением фактов, доказывающих безопасность метода. В настоящем обзоре делается попытка анализа некоторых данных научных исследований последних лет, а также критического рассмотрения ряда «негативных» публикаций по теме.

Объективная причина появления мифов о вреде ЛС только одна – недобросовестная конкуренция. Проблема именно в высокой эффективности и безопасности *лечения*. Лазерная терапия при *правильном* её применении позволяет именно *лечить* больного, которому после физиотерапевтического курса зачастую уже не нужен ежедневный приём лекарственных средств. Это очень не нравится некоторым заинтересованным сторонам, и как результат – активное и регулярное проведение антирекламных кампаний, в частности, «доказывающих» наличие «вреда» от лазерного света. Чего только стоит очень дорогостоящая акция с несколькими публикациями в АиФ под общим девизом «Лазер губит кровь»! В нескольких весьма объёмных статьях писали о том, что лазер, кроме света, якобы генерирует ещё и ранее не известное науке «психиквантовое излучение», а в человеческой крови под его воздействием происходит «перерождение эритроцитов», в результате чего наступает «разрушение иммунной системы в целом», просто «СПИД в новой упаковке» (Еженедельник «Аргументы и факты» № 29 от 18.07.2001, № 42 от 17.10.2001; «АиФ. Здоровье» № 35 от 30.08.2001, термины и определения процитированы). Ссылок на научные работы не было, как и самих исследований, ни одной публикации в научных рецензируемых журналах также не существует, только краткое сообщение на одной конференции и небольшая статья в некоем «информационном листке». Мы посетили в своё время институт, в котором совершили это «открытие XXI века», встретились с его автором и попросили продемонстрировать нам, специалистам, результаты своих экспериментов. Поскольку показывать было нечего, «учёный» быстро признался, что за эту фальшивку ему хорошо заплатили: «Жизнь тяжёлая, заплатите вы, напишу, что скажете». Кто финансировал эти «исследования», не сказал, но тут всё ясно, достаточно ответить на вопрос, кому это выгодно и кто может себе позволить раскрутку подобной агрессивной кампании в центральной прессе.

Особенности использования лазерного света

1. От обычного, некогерентного светового потока, например, исходящего из светоизлучающего диода (СИД), фонарика, лампочки или солнца, лазерный свет отличается шириной спектра или степенью временной когерентности. Лазер генерирует фотоны только с одной энергией или с одной длиной волны – это и есть его основная отличительная особенность – *монохроматичность*, этот свет когерентный. Широкополосные, некогерентные источники (СИД, лампочка и пр.) испускают фотоны с разной энергией, их свет *полихроматичен*, что известно из школьных опытов с призмой или из такого природного явления, как радуга. Других принципиальных отличий нет. Свет, в том числе лазерный, – это *электромагнитное излучение* (ЭМИ) оптического диапазона, а не радиация, как полагают некоторые. В лазерной терапии чаще всего используют несколько спектральных диапазонов: ближний *ультрафиолетовый* (УФ) – 365 и 405 нм,

зелёный – 525 нм, красный – 635 нм и инфракрасный (ИК) – 890 и 904 нм. Разумеется, мощный лазерный УФ-свет (205 нм) может повредить ДНК клетки [115], но «заслуга» в этом не когерентности, а именно длины волны (спектра). В связи с этим очень хотелось бы не допускать в научной литературе сравнений несравнимого, как это иногда бывает, например, «лазерных» и «ультрафиолетовых» источников света.

2. Клинические рекомендации, утверждённые недавно в России [46], и даже *World Association of Laser Therapy (WALT)* [95] настоятельно требуют обязательно задавать все параметры освечивания лазерным светом при проведении исследования или в методике ЛТ: длина волны, режим работы (непрерывный, модулированный или импульсный), средняя или импульсная мощность, частота для импульсных лазеров, экспозиция на одну зону. Важна также площадь освечивания или методика – контактно-зеркальная, *внутривенное лазерное освечивание крови* (ВЛОК), акупунктурная и др., локализация лазерного воздействия (зоны), количество процедур на курс и их периодичность. Это *принципиально важный момент*, соответствующий положению «не навреди», поскольку, ошибочно задав всего один из перечисленных параметров, можно получить эффект, прямо противоположный ожидаемому.

3. Надо учитывать также одно важное обстоятельство, что лазерный свет может не только стимулировать, но и подавлять биологические (физиологические и биохимические) процессы. Направленность ответной реакции организма напрямую связана с вышеприведёнными параметрами освечивания, и при задании требуемых в каждом конкретном случае *оптимальных режимов ЛС нормализует нарушения*, которые в той или иной степени имеют место в биологической системе, будь то одна клетка, культура клеток, ткань, орган, организм животного или человека. В настоящее время для обозначения таких процессов используется термин «лазерная биомодуляция» [56; 57]. Если *не обеспечить* требуемые и обоснованные в ходе исследований параметры методики, то воздействие ЛС может усугубить ситуацию и даже привести к развитию патологических процессов.

4. Что же такое «низкоинтенсивные» лазеры, которые используются для биомодуляции и физиотерапии? Необходимо понимать, что для классификации важна не только мощность (интенсивность), которая у таких лазеров составляет от 1 до 200 мВт в непрерывном режиме (зависит от методики и длины волны), от 5 до 100 Вт в импульсном режиме (для одного лазера, при длительности импульса 100 нс и частотах от 80 до 10 000 Гц), но и время воздействия на одну зону (экспозиции), которое не должно превышать 5 мин (за исключением ВЛОК). Перемножая мощность на экспозицию, мы получим энергию, которая измеряется в Вт·с или в джоулях (Дж), поэтому более правильно говорить о *низкоэнергетическом ЛС*, соответственно, о таких же лазерах и аппаратах.

ЛС абсолютно безопасен, также как абсолютна безвредна (и очень полезна) ЛТ, но это утверждение верно только при обязательном условии разумного применения метода. Если же не соблюдать известные и очень простые правила, то НИЛИ может и навредить, что, впрочем, вовсе не означает, будто бы его надо ассоциировать с потенциальной угрозой. В противном случае к опасным ве-

ществам нужно тогда отнести и воду, жизненно необходимую человеку, только на том основании, что можно ею захлебнуться. Повторяем, речь идёт именно о низкоэнергетическом ЛС, в то время как очень мощные (хирургические) лазеры вызывают ожоги, если неправильно ими пользоваться. И если говорить о человеке, то в некоторых случаях навредить может само слово «лазер», даже при отсутствии излучения (фобия), но далее мы будем говорить исключительно о фактах объективного влияния ЛС на биологические системы.

Рассмотрим последовательно несколько направлений и постараемся ответить на важный вопрос: может ли НИЛИ вызвать тератогенные, мутагенные и канцерогенные эффекты? Приведём такие примеры исследований, в которых убедительно доказано, что низкоэнергетический лазерный свет не только безопасен, но обладает ярко выраженными протекторными (защитными) свойствами в отношении самых различных патогенных факторов (радиация, токсины, УФ-свет).

НИЛИ не тератогенно. Тератогенность – способность физических, химических или биологических факторов вызывать нарушения процесса эмбриогенеза, приводящие к возникновению врождённых уродств (аномалий развития) у людей или животных. С этим понятием тесно связана и мутация, как *стойкое преобразование генотипа, происходящее под влиянием внешней или внутренней среды, которое может быть унаследовано потомками данной клетки или организма.*

НИЛИ нет ни в одном списке тератогенных факторов, и невозможно установить механизм потенциально негативного воздействия [4; 12]. Ответ на вопрос о вероятности негативного влияния НИЛИ на зародыш и развитии аномалий в эмбриогенезе исходя из имеющихся научных данных о механизмах биологического действия ЛС на клеточном уровне – отрицательный. Пока никто ещё не привёл обоснования, пусть даже теоретического и гипотетического, тем более в виде фактических аргументов, что ЛС приводит к потере ДНК-информации, и как следствие, к негативному результату. В отношении ряда известных физических, химических и биологических, действительно тератогенных факторов это достоверно установлено.

Например, ионизирующая радиация вызывает мутации соматических клеток плода на ранних стадиях его формирования через модификацию последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК. Изменение наследственного кода сопровождается синтезом дефектных белков (ферментов, структурных протеинов), что, в свою очередь, приводит к функциональным нарушениям, часто не совместимым с жизнью. Объяснение повреждающего механизма заложено в самом названии тератогенного физического фактора: это радиация (не свет!), и она ионизирующая, т. е. её энергии, соответствующей частоте (измеряется в эВ, не путать с энергией, связанной с мощностью излучения!), достаточно, чтобы после поглощения выбить электроны из молекулы, изменив её свойства (химическую формулу). Как ионизирующее излучение, так и патогенные химические вещества могут приводить к повреждению хромосом – их разрыву или слиянию (нерасхождению в процессе митоза). Вполне очевиден факт, что ЛС не является ионизирующим, следовательно, никак не может вызвать нарушения в структуре ДНК и механизмах митоза.

Многие химические вещества способны нарушать синтез белка, блокируя процессы репликации (синтез ДНК), транскрипции (синтез РНК) и трансляции (собственно синтез белка). К числу таких веществ относятся многие цитостатики и некоторые антибиотики. По большей части, действие этих веществ приводит непосредственно к гибели плода, уродства отмечаются значительно реже. Аналогичный механизм имеет место как результат инфекционного заражения, например, некоторыми видами вирусов. Но в отношении НИЛИ абсолютно достоверно известно, что оно лишь усиливает синтез как РНК, так и ДНК, не меняя при этом видовой изменчивости [39; 106; 107].

Нарушение проницаемости мембран клеток эмбриона может сопровождаться их гибелью и нарушением эмбриогенеза глаз, мозга, конечностей. Предположительно в основе тератогенного действия таких веществ, как диметилсульфоксид и витамин А, лежит именно этот механизм. Если говорить о НИЛИ, то абсолютно достоверно известно, что оно нормализует проницаемость мембран, более того, улучшает адгезию клеток и ускоряет трансмембранный ионный транспорт [105; 110], а также увеличивает содержание цАМФ в клетке [40; 111].

Нарушение энергетического обмена может привести к тератогенезу или гибели плода. Причинами состояния могут стать блокада гликолиза, повреждение цикла трикарбоновых кислот (йод- и фторацетат, 6-аминоникотинамид), блок электрон-транспортной системы и разобщение процессов окисления и фосфорилирования (цианиды, динитрофенол). Но это не про лазерный свет, который, как известно, способствует значительному усилению энергетического обмена в клетках и синтезу белков в клетках [101; 102; 108; 109].

Что совсем уж невероятно, так это заподозрить ЛС в системном негативном воздействии, которое оказывают некоторые вещества, блокируя поступление необходимых элементов в организм матери и плода. В отношении же НИЛИ можно говорить только о чрезвычайно полезном воздействии, оказывающем исключительно защитное действие на организм будущей матери и плода, поэтому ЛТ очень активно используется в акушерстве с профилактическими целями [14; 20; 36–38; 73].

ЛТ входит в стандарт оказания медицинской помощи в акушерстве и гинекологии [66], более того, палата (пост) интенсивной терапии и реанимации для беременных и родильниц должны быть оснащены лазерным терапевтическим аппаратом [67]. Весьма сомнительно, чтобы официально разрешённый и много лет эффективно применяемый метод лечения мог бы оказывать даже самое минимальное неблагоприятное воздействие на клеточном и ином уровне.

Однако не будем игнорировать пусть и единичные, но имеющие место публикации, в которых утверждается, что ЛС якобы может оказывать негативное воздействие на эмбрионы, в частности, птиц. Некоторые исследователи указывают на то, что в мезонейрофросе цыплят на 7–15-й день инкубации в результате освечивания НИЛИ (633 нм, 5 мВт) происходят изменения, аналогичные наблюдаемым при хроническом интерстициальном нефрите [91], гистологические и гистохимические изменения в тканях языка, желудка, яичниках и почках, в эндо- и мезодерме, характерные для тератогенного действия [119], гиперплазия базальных клеток

эпителия щёчной слюнной железы, сопровождаемая эритроцитарной инфильтрацией [120]. Однако, во-первых, следует обратить внимание на то обстоятельство, что освечивание проводилось через вскрытое в скорлупе окно, и такая методика сама по себе могла спровоцировать появление различных дефектов. Во-вторых, даты этих публикаций совпадают с периодом наиболее активной «антилазерной» кампании разных заинтересованных сторон. Результаты, вероятнее всего, подтасованы, поскольку *тысячи* (буквально) других исследований по воздействию НИЛИ на яйца разных птиц (куры, гуси, перепела, индюшки) не выявили никаких негативных последствий, только положительные результаты [6; 9; 21; 27; 34; 41; 42; 53; 64; 72; 81; 89].

Впрочем, попытки осознанной дискредитации методики лазерного освечивания продолжаются. Например, в работе М.А. Микляевой с соавт. [54] якобы показано снижение выводимости яиц гусей и кур после лазерного освечивания. Кроме того, что эти данные противоречат результатам тысяч аналогичных исследований, авторы ссылаются на проф. А.В. Будаговского, который утверждает, что полученные им результаты были прямо противоположными, и исключительно положительными. Его слова подтверждаются также предыдущей публикацией этих авторов [69]. Так почему же они «вдруг» изменили своё мнение?

Есть множество исследований, выполненных на аналогичных моделях разными авторами из десятков стран мира, и тысячи публикаций, в которых говорится об исключительной пользе лазерного освечивания яиц в птицеводстве с рекомендацией применения этой технологии в промышленных масштабах. Отсутствие каких-либо негативных последствий в результате освечивания НИЛИ животных, в том числе яиц различных птиц, косвенно подтверждает и факт достаточно активного внедрения лазерных технологий в российское промышленное животноводство, даже издан учебник для студентов профильных институтов [18; 19].

Приведём в качестве примера одно из последних исследований, в котором показано, что освечивание инкубационных яиц перед закладкой для инкубации, зародышей на 6, 12 и 18-й дни развития лазерным терапевтическим аппаратом «Матрикс» (длина волны 635 нм, непрерывный режим, плотность мощности на поверхности яиц 20 мВт/см², экспозиция 3 мин) не вызывает негативного побочного действия, зато значительно улучшает биохимические показатели крови эмбрионального периода онтогенеза птицы [2]:

- повышается содержание в крови общего кальция: на 0,21 ммоль/л в 6-дневном возрасте эмбрионов, на 0,55 ммоль/л – в 12-дневном возрасте, на 0,84 ммоль/л – в 18-дневном возрасте и на 1,15 ммоль/л – к концу эмбрионального периода онтогенеза, то есть с возрастом и кратностью обработки эмбрионов различия содержания общего кальция между контрольной и опытной группой становятся более контрастными;
- разница содержания в сыворотке крови подопытных групп неорганического фосфора после лазерного освечивания у суточных эмбрионов по сравнению с контролем больше на 0,27 ммоль/л, в 12-дневном возрасте – на 0,36 ммоль/л;

- освечивание яиц НИЛИ существенно повлияло с 6-го по 12-й день развития на содержание щёлочного резерва, составившего 3,30 об % CO_2 ;
- показатели содержания в сыворотке крови каротина в подопытных группах до 6-го дня инкубирования яиц практически были равными – 2,94–3,14 мкмоль/л, с возрастом эмбрионов и кратностью лазерного освечивания контрастность различий показателя контроля и опытных групп возросла и составила в 12-дневном возрасте 0,67–0,45 мкмоль/л, в 18-дневном – 1,19–0,63 мкмоль/л и в конце эмбрионального периода развития – 0,53–0,44 мкмоль/л с более активной фазой синтеза каротина с 12-го до 18-го дня развития зародышей.

При этом освечивание яиц газоразрядной лампой ДНЕСГ-500, т. е. некогерентным источником света с близкой длиной волны (максимум спектра 640,3 нм в диапазоне 630–650 нм) и аналогичными энергетическими параметрами либо вызывает значительно меньший эффект, либо он отсутствует вовсе [2].

Из вышесказанного можно сделать уверенный вывод об отсутствии у НИЛИ даже намёка на тератогенные свойства.

НИЛИ не вызывает мутаций. В связи с существенными различиями как в материалах и методах, так и сделанных выводах нам представляется необходимым разделить обсуждение результатов соответствующих исследований, проводимых с растениями и животными.

Давно и хорошо известен факт, что предпосевная «обработка», т. е. освечивание ЛС, семян сельскохозяйственных культур повышает всхожесть, урожайность и устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям, улучшает качественный состав получаемого продукта. Эта особенность ЛС активно используется в селекции растений достаточно длительное время [1; 11; 8; 45; 59; 76; 80; 85; 118]. Самое важное, что отклик на лазерное воздействие не имеет равновероятностного характера, свойства освеченных семян и выращенных из них растений *всегда улучшаются*. Причины этого явления, а также механизмы, обуславливающие исключительно положительную направленность лазерного воздействия, остаются пока загадкой.

Спецификой биорегуляторного действия НИЛИ является то, что оно вызывает большую экспрессивность генов, чем естественные факторы внешней среды, и в результате возникают модификации, выходящие за границы нормы реакции контрольной группы семян [22; 29; 30; 86]. Выяснился и другой факт: благоприобретённые свойства «лазерстимулированных» семян наследуются, положительные качества сохраняются как минимум в третьем поколении [15; 118].

Но было бы совершенно неправильно делать скоропалительный вывод, что это один из вариантов «геной инженерии», позволяющий создавать ГМО, хотя многие специалисты, занимающиеся селекцией растений, называют полученные ими результаты не иначе как «лазерный мутагенез». Совершенно неверно и недопустимо использовать эту терминологию и делать подобные заключения, поскольку никто пока не показал наличия изменений в геноме растений. Для большинства специалистов достаточно очевидно, что ЛС в видимой области спектра не является мутагенным фактором и его применение не связано с гене-

тической модификацией растений как таковой, а единственно вероятным является эпигенетический механизм длительного запоминания «стимуляционного» эффекта. Явление, принимаемое за «лазерный мутагенез», обусловлено другими процессами, хотя и приводящими к тем же результатам [10]. Рассмотрим их подробнее.

Напоминаем, что эпигенетические изменения в проявлении генов не обусловлены изменением генетической информации (мутациями), а происходят в результате модификации уровня экспрессии генов, то есть их транскрипции и/или трансляции. Наиболее изученным видом эпигенетической регуляции является метилирование ДНК с помощью белков ДНК-метилтрансфераз, что приводит к временной, зависящей от условий жизни организма инактивации метилированного гена. Однако, поскольку первичная структура молекулы ДНК при этом не изменяется, это исключение нельзя считать истинным примером передачи информации от белка к ДНК. Метилирование осуществляется ферментативно в первые минуты после репликации ДНК, т. е. пострепликативно [93]. Оно хотя и является стабильной и наследуемой модификацией, в принципе обратимо под воздействием деметилирующих агентов или ферментов и тем самым принципиально отличается от мутаций ДНК. По-видимому, это появившийся в процессе эволюции способ ограничения нежелательной активности «лишних» генов у позвоночных – функциональная переориентация системы метилирования. Если у беспозвоночных всё сводится к подавлению активности потенциально опасных последовательностей ДНК (таких как вирусы и транспозоны), то у позвоночных её назначение – ещё и стабильная репрессия эндогенных генов (гены инактивированной хромосомы X, импринтированные гены, часть тканеспецифичных генов). Профиль метилирования, сильно влияющий на функциональное состояние гена, стабильно передаётся в ряду клеточных поколений. С этой точки зрения для организмов с большой продолжительностью жизни и интенсивной тканевой регенерацией (позвоночные, растения) надёжная система эпигенетической наследственности (типа метилирования ДНК) жизненно необходима.

Специфичность и функциональное значение энзиматического метилирования ДНК многие годы оставались неизвестными. Более того, очень распространённым ещё совсем недавно было представление о том, что эти «минорные» основания вообще не играют никакой роли ни в структуре самой ДНК, ни в её функционировании. В качестве «неотразимого» аргумента для таких представлений часто использовался излюбленный объект классической генетики – *Drosophila melanogaster*. Это давало многим, в том числе и нобелевскому лауреату У. Гилберту, повод утверждать, что поскольку дрозофила живет без метилирования ДНК, то эта модификация генома вообще не имеет существенного значения в жизнедеятельности эукариотических организмов. Но сейчас уже строго доказано, что у дрозофилы ДНК метилирована, и эта модификация генома важна для развития насекомого, а ДНК-метилтрансферазная активность чётко выявляется на ранних стадиях развития животного [97; 123]. Упоминание дрозофил в контексте эпигенетики связано с тем, что данные одной исследовательской группы, полученные в результате освечивания плодовой мухи импульсным ИК НИЛИ [16; 31; 84; 88],

многими воспринимались чуть ли не как прямая и явная угроза наследственному аппарату человека в результате ЛТ. Теперь понятно, что это не так.

Нет никакого сомнения в том, что метилирование ДНК и модификации гистонов, а также избирательный сайленсинг генов малыми РНК играют очень важную роль в жизни клетки и организма. По данным биотехнологического бюллетеня Массачусетского технологического института (США), эпигенетика принадлежит к десятку новых технологий, которые в ближайшее десятилетие могут перевернуть весь мир. Без эпигенетических знаний невозможны развитие и совершенствование клеточных технологий (стволовые клетки), надёжная диагностика, предупреждение и лечение разных форм рака, предупреждение преждевременного старения. Эпигенетика лежит в основе эффективных способов борьбы со многими инфекционными (в том числе вирусными) болезнями человека, животных и растений, и несомненно, послужит и делу улучшения качества урожая разных сельскохозяйственных культур, продуктивности пород животных [13].

Если говорить о животном мире, то есть данные о генетическом влиянии гелиометеорологических факторов. Например, согласование 27-дневного цикла солнечной активности (период обращения Солнца вокруг своей оси) с численностью рождающихся через 150 дней ягнят и весом молодняка. Если оплодотворение происходит в период повышенной активности Солнца с отклонением в 1–3 дня, то потомства больше, и оно крупнее по весу на 1,2–1,5 кг в среднем на голову, чем при оплодотворении в дни пониженной солнечной активности [52]. Другими словами, эпигенетика работает и в естественных условиях существования всего живого.

На основании вышесказанного можно однозначно утверждать, что низкоинтенсивный (низкоэнергетический) ЛС не вызывает и не может вызывать мутаций.

НИЛИ не вызывает стимулирования раковой опухоли. Теме посвящено множество работ, и для специалистов это очень хорошо известный факт. Ещё в 60-е и 70-е годы прошлого столетия было доказано: ЛС не обладает онкогенным действием, не стимулирует развития раковых опухолей и метастазирования, а наоборот, подавляет. Были проведены тысячи исследований в десятках стран мира, которые доказали этот факт, как в экспериментах на животных [70], так и в клинике [32]. ЛС активно и очень успешно применяется в клинической онкологии. Физиотерапия, в том числе и лазерная, является основой реабилитации онкологических больных [23; 24], лазерное освечивание много лет используется также для профилактики осложнений после основного метода лечения онкологических больных (хирургическое удаление опухоли, радиотерапия, химиотерапия, фотодинамическая терапия) [25; 26; 82; 83]. ФГБУ «Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена» 23.07.2009 в Росздравнадзоре РФ зарегистрирована новая медицинская технология ФС № 2009/200 «Низкоинтенсивная лазерная терапия в реабилитации онкологических больных». Достаточно много методических рекомендаций, разработанных ещё во времена СССР [43; 47; 48]. ЛТ входит в стандарт медицинской реабилитации, в том числе, и при ведении онкологических больных [60; 65], лазерной терапевтической профилактике ранних лучевых реакций уделяется особое, ведущее место в он-

когинекологии [78]. Имеется достаточно большой научно-практический опыт, позволяющий уверенно рекомендовать ЛТ пациентам с онкологическими заболеваниями [32; 49; 50; 51; 74; 79; 82; 83; 96], в том числе детям [7; 68; 92]. Перспективным направлением считается сочетание лазерного воздействия с введением наночастиц металлов [75; 103].

С тем, что НИЛИ совершенно безопасно для онкологических больных, не стимулирует рост опухоли, согласны и зарубежные коллеги [113; 112; 116; 121]. В англоязычных журналах только за последние несколько лет опубликованы сотни работ, посвящённых применению ЛТ в онкологической практике: мукозиты и другие осложнения после химио- и радиационной терапии [87; 90; 94; 99; 104; 114; 117; 122], постмастэктомический и болевой синдромы [3; 71; 77], лимфедема [98] и др.

Можно сделать уверенный вывод, что достаточно много аргументов в пользу известного и вполне очевидного факта – НИЛИ не стимулирует раковую опухоль у человека, а ЛТ успешно применяется как в комплексном лечении, так и реабилитации онкологических больных.

Протекторные свойства НИЛИ. Хорошо известны также протекторные (защитные) свойства НИЛИ, позволяющие защитить живой организм от вредного влияния различных патогенных факторов.

Наиболее известно радиопротекторное свойство ЛС. Например, в одном из недавних исследований показано, что освечивание НИЛИ (940 нм) значительно продлевает жизнь мышей, облучённых смертельной дозой γ -радиации [100].

Это свойство ЛС активно используется в онкологической практике. Ранние лучевые реакции могут служить предпосылкой поздних лучевых повреждений, которые бывают более тягостными для пациентов, чем основное онкогинекологическое заболевание (например, ректовагинальные и ректовезикальные свищи, остеорадионекроз, поперечный миелит). ЛТ как метод профилактики ранних лучевых реакций у онкогинекологических больных позволяет минимизировать частоту и тяжесть осложнений со стороны органов малого таза, не влияя отрицательно на результаты базового лечения, значительно улучшает качество жизни пациенток [78].

Успешные эксперименты на животных, а также клинические испытания свидетельствуют об эффективности ЛТ при последствиях радиационного поражения: лазерная энергия с определёнными параметрами является эффективным антимуtagenным фактором; она стимулирует восстановление хромосомных повреждений, вызванных не только ионизирующей радиацией, но и химическими мутагенами. Восстановление иммунитета, функции костного мозга, микроциркуляции в жизненно важных органах повышает работоспособность и качество жизни пострадавших. Радиопротекторные свойства НИЛИ оказались близкими к эффекту известных табельных химических радиопротекторов [58].

При экспериментально вызванной патологии печени химической, лучевой и механической этиологии на фоне чрескожного воздействия на проекцию печени непрерывным красным НИЛИ (633 нм, 1–1,5 Дж/см² за одну процедуру) активизируются процессы регенерации структуры ткани печени и нормализуются

цитохимические показатели, уменьшается степень выраженности дистрофических изменений и происходит более быстрое восстановление функции печени, ускоряется процесс заживления механически повреждённого органа [33].

Показано, что курс ЛТ, проводимый потомкам облучённых радиацией родителей (эксперименты на белых крысах), оказывает положительное воздействие на организацию их репродуктивного аппарата. Выявлен радиопротекторный эффект лазерного воздействия на организм животных перед однократным рентгеновским и γ -облучением [63]. Исследование морфологических, физиологических и биохимических параметров сердечно-сосудистой, эндокринной и нервной систем организма в условиях взаимодействия ионизирующего и лазерного освечивания позволяет сделать заключение о противоположной направленности их влияния на течение многих процессов, протекающих на разных уровнях организма.

Так, лазерное освечивание интенсифицирует, а ионизирующее тормозит:

- 1) восстановление хроматина или репарацию разрывов ДНК;
- 2) биосинтез веществ антиоксидантной системы;
- 3) биосинтез нейромедиаторов;
- 4) образование ферментов репарации, различного типа синтетаз и макроэргических веществ;
- 5) синтез фосфолипидов и формирование клеточных мембран;
- 6) процессы репаративной регенерации;
- 7) пролиферацию клеточных систем;
- 8) микроциркуляцию;
- 9) симпатическую активность вегетативной нервной системы;
- 10) скорость проведения нервных импульсов и внутрисердечную проводимость;
- 11) процесс нейросекреции.

Безусловно, этот перечень легко можно продолжить. Однако обнаружение прямо противоположного действия лазерного освечивания и жёсткого ионизирующего облучения, хотя бы по отношению к перечисленным процессам, даёт право предполагать возможность использования лазерного освечивания в качестве фактора, тормозящего и останавливающего разворачивание постлучевых эффектов. Световые лучи, генерируемые лазерами, в полной мере оказывают противорадиационный эффект и могут применяться с целью защиты от радиационного поражения или весьма успешной коррекции уже возникших постлучевых изменений в организме [62].

Известно, что в течение 10 лет после чернобыльской аварии в пострадавших от радиации регионах число больных хроническим аутоиммунным тиреоидитом возросло в 10 раз [35]. В основе этого заболевания лежит дефицит в организме Т-супрессоров, приводящий к мутации запрещённых клонов Т-лимфоцитов, что вызывает локальные клеточные реакции с образованием лимфоцитарной инфильтрации. Дальнейшее высвобождение антигенов вовлекает в процесс В-лимфоциты, образующие антитела. Это способствует последующему разрастанию соединительной ткани и снижению функциональной активности железы. Медикаментозное и хирургическое лечение часто неэффективны. Гистологические исследе-

дования щитовидной и вилочковой желез через 2 недели после курса ЛТ (длина волны 890 нм, импульсная мощность 8–10 Вт, частота 80 Гц, экспозиция на проекцию щитовидной железы 30 с, надвенное освечивание крови – 2 мин, ежедневно в течение 7 дней) выявили признаки снижения аутоагрессии, морфологическим эквивалентом которой является степень выраженности лимфо-плазмочитарной инфильтрации. Имела место тенденция к нормализации функциональной активности тиреоидного эпителия щитовидной железы на фоне активации процессов репаративной регенерации. В вилочковой железе на фоне высокого напряжения лимфоцитопоза выявлена активация эпителио-ретикулопоза с одновременным замедлением инволютивных процессов. Это и другие исследования легли в основу эффективной методики ЛТ больных с аутоиммунным тиреоидитом [5; 28; 44].

Можно привести значительно больше научных публикаций, доказывающих протекторные свойства низкоэнергетического ЛС в отношении ионизирующего излучения, а также ряда других патогенных физических и химических факторов, но и так понятны причины, по которым это ценное свойство НИЛИ используется в современной лечебной практике.

Заключение. Даже такой, самый краткий обзор литературы наглядно и вполне убедительно демонстрирует, что низкоинтенсивный (низкоэнергетический) лазерный свет, используемый в современной физиотерапии, при условии соблюдения простых правил работы с ним абсолютно безопасен. Он не обладает тератогенным, мутагенным и канцерогенным свойствами, а наоборот, обеспечивает защиту живого организма от самых различных внешних патогенных факторов, химической или физической природы.

Литература

1. Авраменко Б.И., Володин В.Г., Лисовская З.И. и др. Мутагенное действие лазерного излучения на семена пшеницы и ячменя // Докл. АН БССР. – 1978. – Т. 22, № 10. – С. 951–954.
2. Агузарова З.В., Мамукаев М.Н. Биохимические показатели крови при лучистых воздействиях // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – № 66 (02): <http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/36.pdf>
3. Андрианов О.В., Кухта О.А., Ковшарь Ю.А. Проблемы комплексной реабилитации инвалидов вследствие злокачественных новообразований молочной железы с постмастэктомическим синдромом (обзор литературы) // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. – 2011. – № 1. – С. 50–53.
4. Антонова И.В., Богачева Е.В., Китаева Ю.Ю. Роль экзогенных факторов в формировании врожденных пороков развития (обзор) // Экология человека. – 2010. – № 6. – С. 30–35.
5. Аристархов В.Г., Кириллов Ю.Б., Строев Е.А. Проблема выбора лечения при аутоиммунных заболеваниях щитовидной железы. – Рязань, 1998. – 121 с.
6. Арсагов В.А. Морфологические, физиологические показатели и жизнеспособность бройлеров в онтогенезе при светолазерной активации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владикавказ, 2005. – 22 с.
7. Балакирев С.А., Гусев Л.И., Казанова Г.В. Низкоинтенсивная лазерная терапия в детской онкологии // Вопросы онкологии. – 2000. – Том 46, № 4. – С. 459–461.
8. Березина Н.М., Каушанский Д.А. Предпосевное облучение семян культурных растений. – М.: Атомиздат, 1975. – 263 с.
9. Бессарабов Б.Ф., Мельникова И.И., Петров Е.Б. и др. Применение лучей гелий-неонового лазера для стимуляции эмбриогенеза сельскохозяйственной птицы. – М.: МВА, 1986. – 26 с.
10. Будаговский А. Обладает ли низкоинтенсивное лазерное излучение мутагенным действием? // Фотоника. – 2013, № 2 (38). – С. 114–127.
11. Бурилков В.К. Рекомбиногенное действие лазерного излучения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 1985. – 20 с.
12. Валькович Э.И. Тератогенез и тератогенность // Педиатр. – 2010. – Т. 1, № 1. – С. 13–15.
13. Ванюшин Б.Ф. Эпигенетика сегодня и завтра // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013, 17 (4/2). – С. 805–832.

14. Васильева О.А. Этапная фармаколазерная терапия и профилактика в комплексной системе оздоровления плода и новорожденного при фетоплацентарной недостаточности: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2005. – 48 с.
15. Володин В.Г., Мостовников В.А., Абраменко Б.И. и др. Лазеры и наследственность растений. – Минск: Наука и техника, 1984. – 175 с.
16. Ворсобица Н.В. Изучение действия инфракрасного низкоинтенсивного импульсного лазерного излучения на продолжительность жизни *Drosophila melanogaster*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калуга, 2005. – 23 с.
17. Вяйзенен Г.Н., Миргородский Г.Г., Вяйзенен А.Г., Токарь А.И. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров на отечественном комплексе // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 6 (18). – С. 29–33.
18. Вяйзенен Г.Н., Токарь А.И. Влияние лазерного излучения с различными матрицами на интенсивность роста цыплят-бройлеров при напольном выращивании // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 10 – С. 13–18.
19. Вяйзенен Г.Н., Токарь А.И., Вяйзенен Г.А. и др. Использование лазерных технологий в животноводстве: Учебник для студентов вузов. – Великий Новгород: «Печатный двор «Великий Новгород», 2009. – 416 с.
20. Газазян М.Г., Васильева О.А. Влияние низкоинтенсивного лазерного облучения крови беременных на состояние плода и новорожденного при плацентарной недостаточности // Лазерная медицина. – 2000. – Т. 4, вып. 1. – С. 7–11.
21. Гончаренко Н.А. Лазерное облучение яиц и его влияние на вывод молодняка // Птахівництво: Міжвід. темат. наук. зб. / ПІ УААН. – Харків, 2008. – Вип. 62.
22. Грачев С.В. Лазерное поле: о предпосевной обработке семян лучами гелий-неонового лазера // Аврора. – 1983, № 4. – С. 121–125.
23. Грушина Т.И. Злокачественные опухоли и физиотерапия // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2013. – № 1. – С. 70–79.
24. Грушина Т.И. Реабилитация в онкологии: физиотерапия. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 240 с.
25. Гусев Л.И., Притыко Д.А., Шароев Т.А. Лазерная гемотерапия в клинической онкологии // Российский онкологический журнал. – 2013. – № 6. – С. 48–53.
26. Гусев Л.И., Шахсуварян С.Б., Рожнов Р.Ю. и др. Клинические исследования эффективности низкоинтенсивного лазерного излучения в онкологии // Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. – 2003. – Том 14, № 2. – С. 36–41.
27. Даниловских М.Г., Винник Л.И. Стимуляция бройлеров оптическим излучением нетепловой интенсивности // Птицеводство. – 2013. – № 10. – С. 13–19.
28. Денисов И.Н., Михайлов В.А., Александрова О.К., Поляков А.В. Лечение аутоиммунного тиреоидита с использованием низкоинтенсивного лазерного излучения // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 1998. – № 3. – С. 15–16.
29. Драган А.И., Кедрова Т.Г., Храпунов С.Н. Мутагенез в клетках меристемы лука под действием электромагнитных излучений оптического диапазона // 3-я Всес. конф. по сельскохоз. радиологии. – Обнинск, 1990. – С. 76–77.
30. Дудин Г.П. Лазерный мутагенез у ячменя: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – СПб., 1993. – 49 с.
31. Желнина Н.В. Особенности рекомбинационного действия низкоинтенсивного импульсного лазерного излучения ($\lambda = 890$ нм) у *Drosophilamelanogaster*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калуга, 1999. – 20 с.
32. Зырянов Б.Н., Евтушенко В.А., Кицманюк З.Д. Низкоинтенсивная лазерная терапия в онкологии. – Томск: СТТ, 1998. – 336 с.
33. Идрисова Р.С. Влияние монохроматического красного света на репарацию печени в эксперименте и клинике // Здравоохран. Казахстана. – 1977. – № 2. – С. 57–59.
34. Кабисов В.Э. Жизнеспособность, продуктивность и морфологические показатели цыплят-бройлеров при облучении лазером «Матрикс»: Автореф. дис. ... канд. с-хоз. наук. – Владикавказ, 2011. – 24 с.
35. Караченцев Ю.И., Евдокименко В.И., Акимов А.Б. Ультразвуковая диагностика послеоперационного рецидивного зоба // Вопросы эндокринологии. – М., 1990. – С. 101–104.
36. Картелишев А.В., Коколина В.Ф., Васильева О.А. и др. Лазерная профилактика перинатальных осложнений фетоплацентарной недостаточности // Лазерная медицина. – 2006. – Т. 10, вып. 3. – С. 14–22.
37. Картелишев А.В., Коколина В.Ф., Нафталиева Д.И., Румянцев А.Г. Лазерная и противовирусная терапия в комплексном лечении аногенитальных кондилом у девочек // Материалы Первого регион. науч. форума «Мать и дитя». – Казань, 2007. – С. 257–258.
38. Картелишев А.В., Колупаев Г.П., Москвин С.В. и др. Концепция и технологии этапной лазерной терапии и профилактики при психосоматической патологии / Материалы научно-практ. конф. «Низкоинтенсивная лазерная терапия» // Лазерная медицина. – 2002. – Т. 6, вып. 4. – С. 44–46.
39. Кару Т.И. Первичные и вторичные клеточные механизмы лазерной терапии // Низкоинтенсивная лазерная терапия. – М.: ТОО «Фирма «Техника», 2000. – С. 71–94.
40. Кару Т.И., Лобко В.В., Лукпанова Г.Г. и др. Влияние облучения монохроматическим видимым светом на содержание цАМФ в клетках млекопитающих // ДАН СССР. – 1985. – Т. 281. – № 5. – С. 1242–1244.

41. Князева В.А., Суйя Е.В., Сулейманов Ф.И. Исследования влияния магнитного поля и лазерного излучения на органы-мишени и развитие эмбрионов кур // Известия Великолукской ГСХА. – 2015. – № 1. – С. 22–26.
42. Комарова Т.Е. Эмбриональное и постэмбриональное развитие бройлеров при предынкубационной обработке яиц мясных кур магнитно-лазерным излучением // Сельхозбиология. – 2007. – № 6. – С. 93–96.
43. Комбинированное и комплексное лечение рака лёгкого, молочной железы, пищевода и прямой кишки в условиях применения растительных адаптогенов и лазерного облучения крови (методические рекомендации) / Разраб. НИИ онкологии им. проф. Н.Н. Петрова Утв. 01.03.96. Протокол № 96/85.
44. Кривова В.А. Неинвазивная гемолазеротерапия в системе реабилитации больных аутоиммунным тиреоидитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2010. – 25 с.
45. Кривошеина О.С. Использование лазерного излучения, дальнего красного света и этрела в качестве мутагенных факторов для создания исходного материала ярового ячменя: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1998. – 24 с.
46. Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: Клинические рекомендации. – М., 2015. – 80 с.
47. Лазерная терапия в онкологической клинике: Методические рекомендации. МЗ РСФСР / Разраб. Московский НИИ онкологический институт им. П.А. Герцена; сост.: С.Д. Плетнев. – М., 1982. – 27 с.
48. Лазерная терапия воспалительных и онкологических заболеваний мягких тканей: Методические рекомендации МЗ УССР / Разраб. Одесский медицинский институт им. Н.И. Пирогова; сост.: А.П. Доценко, В.В. Грубник, С.А. Гешелин и др. – Одесса, 1988. – 19 с.
49. Литвинова Т.М., Косенко И.А., Фурманчук Л.А. Эффективность лечения рака тела матки с неблагоприятным прогнозом комплексным методом, включающим лазерную гемотерапию // ARS Medica. – 2012. – № 3. – С. 132–133.
50. Литвинова Т.М., Косенко И.А., Фурманчук Л.А., Таргонская Г.К. Снижение лучевых реакций и осложнений с помощью внутривенного лазерного облучения крови // УРЖ. – 2009. – Том XVII. – № 3. – С. 306–308.
51. Литвинова Т.М., Косенко И.А., Хорошун М.В. К вопросу о применении внутривенного лазерного облучения крови в клинической онкологии // Онкологический журнал. – 2010. – Т. 4. – № 1. – С. 28–32.
52. Маликов Д.И. О генетическом действии гелиометеорологических факторов // Использование солнечной энергии в технике, сельском хозяйстве и медицине. – Алма-Ата, 1969. – С. 91–94.
53. Мамукаев М.Н., Тохтиева Т.А., Арсагов В.А. Жизнеспособность, продуктивность и морфологические показатели эмбриогенеза цыплят-бойлеров при лучистых воздействиях. – Владикавказ, ФГОВПОГГАУ, 2004. – 79 с.
54. Микляева М.А., Скрылева Л.Ф., Анисимов А.Г. и др. Эмбриональная гибель гусей и кур при воздействии низкоинтенсивного лазерного излучения // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19. – № 5. – С. 1442–1445.
55. Москвин С.В. О некоторых заблуждениях, мешающих развитию лазерной терапии. – Тверь: Триада, 2012. – 12 с.
56. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 896 с.
57. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. – М.–Тверь: Триада, 2014. – 896 с.
58. Мурзин А.Г., Резников Л.Л. К вопросу о механизмах биологического действия низкоинтенсивного лазерного излучения // Лазерная биофизика и новые методы применения лазеров в медицине. – Тарту, 1990. – С. 106–109.
59. Мусаев М.А., Абдуллаева Т.Ю., Егизаров В.В. Мутагенный эффект лазерного излучения на томаты // Цитология и генетика. – 1971. – Т. 5. – № 3. – С. 207–208.
60. Онкология. Клинические рекомендации // Под ред. В.И. Чиссова, С.Л. Дарьяловой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 720 с.
61. Панков О.П. Офтальмология // Низкоинтенсивная лазерная терапия / Под ред. С.В. Москвина и В.А. Буйлина. – М., 2000. – С. 614–683.
62. Перельгина Л.А., Лисаченко О.Д., Коношенко Л.Ю. и др. Стимулирующее и радиопротекторное действие лазерного облучения, осуществляющееся в комбинации с лучевым поражением // Матер. VII Междунауч. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Харьков, 1996. – С. 35.
63. Перельгина Л.А., Щербачков М.В., Богоутдинова Л.В., Миколаенко С.Л. Лазерное излучение является антагонистом ионизирующего // Матер. VIII Междунауч. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Харьков, 1997. – С. 74.
64. Петров Е.Б. Стимуляция эмбриогенеза кур на ранних стадиях развития эмбриона лучами лазера // Мат. вет. акад. – 1981. – Т. 119. – С. 62–65.
65. Приказ МЗ РФ № 1705н от 29.12.2012 «О порядке организации медицинской реабилитации».

66. Приказ МЗ РФ № 572н от 01.11.2012 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий)».
67. Приказ Минздравсоцразвития России № 197 от 27 марта 2006 г. «Об организации деятельности родильного дома (отделения)».
68. Притыко А.Г., Притыко Д.А. К вопросу об интенсификации коечного фонда многопрофильного детского стационара // *Здравоохранение РФ*. – 2013. – № 1. – С. 49–51.
69. Родимцев А.С., Будаговский А.В., Микляева М.А. Влияние низкоинтенсивного когерентного излучения на эмбриональное развитие гусей и кур // *Сучасне птахівництво*. – 2011. – № 11–12. – С. 1–10.
70. Самойлова К.А., Князев Н.Н., Зимин А.А. и др. Влияние низкоинтенсивного видимого и ближнего инфракрасного излучения на имплантированные опухоли у лабораторных животных // *Фотобиология и фотомедицина*. – 2009. – № 4. – С. 6–18.
71. Стаханов М.Л. Постмастэктомический синдром: классификация, диагностика, лечение, профилактика: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2001. – 46 с.
72. Тохтиев Т.А. Жизнеспособность, продуктивность и морфологические показатели эмбриогенеза цыплят-бройлеров при лучистых воздействиях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владикавказ, 2004. – 21 с.
73. Тулупова М.С. Состояние плодов, новорожденных, родившихся от матерей с фетоплацентарной недостаточностью и в зависимости от способа разрешения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Красноярск, 2002. – 23 с.
74. Улащик В.С. Лазерное излучение: использование в онкологии // *Здравоохранение (Минск)*. – 2013. – № 12. – С. 21–29.
75. Урусова А.И., Беляев П.А., Жданова А.С. и др. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения и коллоидного наносеребра на имплантированные опухоли у лабораторных животных // *Bulletin of Medical Internet Conferenes*. – 2013. – № 3 (3). – С. 612.
76. Усманов П.Д., Старцев Г.А., Шабалов В.В. О мутагенном действии лазерного облучения на семена *Arabidopsis thaliana* // *Докл. АН СССР*. – 1970. – № 2. – С. 455–457.
77. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению постмастэктомического синдрома // Разработали: Ермощенкова М.В., Филоненко Е.В., Зикиряходжаев А.Д. – М., 2013. – 44 с.
78. Федеральные клинические рекомендации по профилактике ранних лучевых реакций у онкогинекологических больных / Разработали: Филоненко Е.В., Урлова А.Н., Демидова Л.В., Бойко А.В. – М., 2014. – 19 с.
79. Хоров А.О. Лазерные технологии в онкологической практике. Часть I // *Журнал ГрГМУ*. – 2010. – № 4. – С. 23–27.
80. Хохлов И.В., Данилов А.С. Лазеры – помощники селекционера. – Минск: Наука и техника, 1987. – 69 с.
81. Хохлов Р.Ю. Возрастная морфология яйцеводов кур в зависимости от монохроматического (оранжевого) освещения (экспериментально-морфологическое исследование): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саранск, 2001. – 18 с.
82. Чебан О.И., Мамедова О.А., Москвин С.В. и др. Применение аппарата «Мустанг» в лазеротерапии онкологических больных // *Материалы VII между. научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии»*. – Ялта, 1996. – С. 107–108.
83. Чебан О.И., Мамедова О.А., Москвин С.В. и др. Применение аппарата «Мустанг» в лазеротерапии онкологических больных // *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН*. – 1996. – Т. 7. – № 1. – С. 54–56.
84. Чернова Г.В., Эндебера О.П., Каплан М.А., Желнина Н.В. Низкоинтенсивное импульсное лазерное излучение ($\lambda = 0,89$ мкм) не является полностью индифферентным по отношению к мейотической рекомбинации // *Физическая медицина*. – 1993. – Т. 3. – № 1–2. – С. 50–54.
85. Чернова О.Ф. Генетическая эффективность лазерного излучения на растениях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 1989. – 15 с.
86. Шахов А.А. Фотознергетика растений и урожай. – М.: Наука, 1993. – 415 с.
87. Шейко Е.А., Шихлярова А.И., Шевченко А.Н. и др. Профилактика осложнений противопухолевого лечения у онкоурологических больных с использованием лазерных технологий // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014. – № 11-2. – С. 301–304.
88. Эндебера О.П. Оценка биологической эффективности инфракрасного низкоинтенсивного импульсного лазерного излучения на уровне характеристик приспособленности у *Drosophila melanogaster*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Обнинск, 1996. – 20 с.
89. Якименко И.Л., Царенко Т.М., Сидорик Е.П. Модулирующее влияние излучения гелий-неонового лазера на состояние антиоксидантной и гидроксилирующей систем печени у перепелов при рентгеновском облучении и химической интоксикации // *Украинский биохимический журнал*. – 2004. – Т. 76. – № 5. – С. 115–122.
90. Abramoff M.M.F., Lopes N.N.F., Lopes L.A. et al. Low-level laser therapy in the prevention and treatment of chemotherapy-induced oral mucositis in young patients // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2008, 26 (4): 393–400.

91. Avila R.E., Samar M.E., Juri H.O., De Fabro S.P. Effects of He-Ne laser irradiation on chick embryo mesonephros // *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. – 1992, 10 (4): 287–290.
92. Balakirev S.A., Gusev L.I., Grabovschiner A.A. et al. The application of low level laser radiation in children's oncology with complication caused by chemoradiation. In: *Laser use in oncology; SPIE*. – 1999, 4059: 46–49.
93. Baylin S.B., Herman J.G., Graff J.R. et al. Alterations in DNA methylation: a fundamental aspect of neoplasia // *Adv. Cancer Res.* – 1998, 72: 141–196.
94. Bensadoun R.J., Nair R.G. Low-level laser therapy in the prevention and treatment of cancer therapy-induced mucositis: 2012 state of the art based on literature review and meta-analysis // *Curr. Opin Oncol.* – 2012, 24 (4): 363–370.
95. Bjordal J.M. Low level laser therapy (LLLT) and World Association for Laser Therapy (WALT) dosage recommendations // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2012. – Vol. 30 (2). – P. 61–62.
96. Campos L., Simões A., Sá P.H., Eduardo C. de P. Improvement in quality of life of an oncological patient by laser phototherapy // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2009, 27 (2): 371–374.
97. Capuano F., Muelleder M., Kok R. et al. Cytosine DNA methylation is found in *Drosophila melanogaster* but absent in *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe* and other yeast species // *Analytical Chemistry*. – 2014: 140318143747008. doi: 10.1021/ac500447w
98. Carati C.J., Anderson S.N., Gannon B.J., Piller N.B. Treatment of postmastectomy lymphedema with low-level laser therapy // *Cancer*. – 2003, 98 (6): 1114–1122.
99. Carvalho P.A., Jaguar G.C., Pellizzon A.C. et al. Evaluation of low-level laser therapy in the prevention and treatment of radiation-induced mucositis: a double-blind randomized study in head and neck cancer patients // *Oral Oncol.* – 2011, 47 (12): 1176–1781.
100. Efremova Y., Sinkorova Z., Navratil L. Protective effect of 940 nm laser on gamma-irradiated mice // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2015, 33 (2): 82–91.
101. Fedoseyeva G.E., Karu T.I., Lyapunova T.S. et al. The activation of yeast metabolism with He-Ne laser radiation – II. Activity of enzymes of oxidative and phosphorous metabolism // *Lasers in the Life Sciences*. – 1988. – Vol. 2 (2). – P. 147–154.
102. Fedoseyeva G.E., Karu T.I., Lyapunova T.S. et al. The activation of yeast metabolism with He-Ne laser radiation – I. Protein synthesis in various cultures // *Lasers in the Life Sciences*. – 1988⁽¹⁾. – Vol. 2 (2). – P. 137–146.
103. Fekrazad R., Naghdi N., Nokhbatolfighahaei H., Bagheri H. The combination of laser therapy and metal nanoparticles in cancer treatment originated from epithelial tissues: a literature review // *Journal of Lasers in Medical Sciences*. – 2016, 7 (2): 62–75.
104. Gautam A.P., Fernandes D.J., Vidyasagar M.S. et al. Low level laser therapy for concurrent chemoradiotherapy induced oral mucositis in head and neck cancer patients – A triple blinded randomized controlled trial // *Radiotherapy and Oncology*. – 2012, 104: 349–354.
105. Karu T., Kurchikov A., Letokhov V., Mokh V. He-Ne laser radiation influences single-channel ionic currents through cell membranes: A patch-clamp study // *Lasers in the Life Sciences*. – 1996⁽¹⁾. – Vol. 7 (1). – P. 35–48.
106. Karu T.I. *Photobiology of low-power laser therapy*. – London, Paris, New-York: Harwood Acad. Publishers, 1989. – 187 p.
107. Karu T.I., Kalendo G.S., Letokhov V.S., Lobko V.V. Biostimulation of HeLa cells by low intensity visible light. I. Stimulation of DNA and RNA synthesis in a wide spectral range // *Il Nuovo Cimento D*. – 1984. – Vol. 3. – P. 309–318.
108. Karu T.I., Kutomkina E.V., Lyapunova T.S., Pomoshnikova N.A. The activation of yeast metabolism with He-Ne laser radiation. III. Protein synthesis in *Saccharomyces ludwigii* grown in aerobic and anaerobic conditions // *Lasers in the Life Sciences*. – 1993. – Vol. 5 (4). – P. 259–266.
109. Karu T.I., Lyapunova T.S., Pomoshnikova N.A. The activation of yeast metabolism with He-Ne laser radiation. IV. Relationship between the activity of catalase and stimulation of protein synthesis // *Lasers in the Life Sciences*. – 1993⁽¹⁾. – Vol. 5 (4). – P. 251–257.
110. Karu T.I., Pyatibrat L.V., Kalendo G.S. et al. Effects of monochromatic low-intensity light and laser irradiation on adhesion of HeLa cells *in vitro* // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1996. – Vol. 18 (3). – P. 171–177.
111. Karu T.I., Tiphlova O.A., Lukpanova G.G., Parkhomenko I.M. Effect of irradiation with monochromatic visible light on cAMP content in Chinese hamster fibroblasts // *Il Nuovo Cimento*. – 1987, 9 (10): 1245–1251.
112. Lanzafame R., Myakishev M., Stadler I. et al. Photoradiation at 670 nm does not influence UVB-induced squamous cell carcinoma in hairless mice treated after tumor induction // *American Society for Laser Medicine and Surgery Twenty-Ninth Annual Conference April 1–5, Abstracts*. – 2009, 41 (S21): 61–62.
113. Lanzafame R.J. Photobiomodulation and cancer and other musings // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2011, 29 (1): 3–4.
114. Migliorati C., Hewson I., Lalla R.V. et al. Systematic review of laser and other light therapy for the management of oral mucositis in cancer patients // *Support Care Cancer*. – 2013, 21 (1): 333–341. doi: 10.1007/s00520-012-1605-6

115. Morkunas V., Ruksenas O., Vengris M. et al. DNA damage in bone marrow cells induced by ultraviolet femtosecond laser irradiation // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2011, 29 (4): 239–244.
116. Myakishev-Rempel M., Stadler I., Brondon P. et al. A preliminary study of the safety of red light phototherapy of tissues harboring cancer // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2012, 30 (9): 551–558.
117. Peterson D.E., Bensadoun R.-J., Roila F. Клинические рекомендации ESMO по лечению мукозитов слизистой ротовой полости и желудочно-кишечного тракта // Минимальные клинические рекомендации Европейского общества медицинской онкологии (ESMO). – М., 2010. – С. 397–403.
118. Pillai P.P.U. Studies on the effect of laser radiation and other mutagens on plants. – Cochin University of Science and Technology, 1998. – 317 p.
119. Samar M.E., Avila R.E., Juri H.O. et al. Histological changes produced by He-Ne laser on different tissues from chick embryo // *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. – 1993, 11 (2): 87–89.
120. Samar M.E., Avila R.E., Juri H.O. et al. Histopathological alterations induced by He-Ne laser in the salivary glands of the posthatched chicken // *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. – 1995, 13 (4): 267–272.
121. Santana-Blank L., Rodríguez-Santana E., Santana-Rodríguez J.A. et al. Laser photobiomodulation as a potential multi-target anticancer therapy-review // *Journal of Solid Tumors*. – 2013, 3 (2): 50–62.
122. Simões A., Eduardo F.P., Luiz A.C. et al. Laser phototherapy as topical prophylaxis against head and neck cancer radiotherapy-induced oral mucositis: comparison between low and high/low power lasers // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2009, 41 (4): 264–270.
123. Takayama S., Dhahbi J., Roberts A. et al. Genome methylation in *D. melanogaster* is found at specific short motifs and is independent of DNMT2 activity // *Genome Research*. – 2014. doi: 10.1101/gr.162412.113

МОЖНО ЛИ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ ПРИМЕНЯТЬ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ?

С.В. МОСКВИН

*ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России»,
ул. Студенческая, д. 40, стр. 1, Москва, 121165, Россия
Тел. +7 (916) 987-9095. E-mail: 7652612@mail.ru*

Аннотация. Вопрос об исключительности лазеров, степени влияния особых свойств низкоинтенсивного лазерного излучения, таких как когерентность, поляризованность и монохроматичность, на эффективность лазерной терапии продолжает вызывать споры.

В работе проанализированы публикации с 1973-го по 2016 год, в которых сравниваются лазерные и обычные источники света, и сделаны следующие выводы. Во-первых, достаточно много публикаций с некорректным сравнением или голословными утверждениями. Во-вторых, часто под лазерным излучением понимаются другие источники света без всяких на то оснований. В-третьих, из всех исследований, в которых сравнение проводится корректно, используются близкие параметры воздействия и модели, следует однозначный вывод – лазерный свет намного эффективнее. В-четвёртых, однозначно установлено, что самым важным параметром, который определяет эффективность лазеров, является монохроматичность, т. е. существенно более узкая ширина спектра, чем у всех других источников света.

Для лазерной терапии – только лазерные источники света!

Ключевые слова: лазерная терапия, монохроматичность, медицина, ветеринария.

IS IT POSSIBLE TO USE THE LIGHT-EMITTING DIODES FOR LOW LEVEL LASER THERAPY?

S.V. MOSKVIN

*State Scientific Center of Laser Medicine,
ul. Studencheskaya, d. 40, str. 1, Moscow, 121165, Russia
Tel. +7 (916) 987-9095. E-mail: 7652612@mail.ru*

Abstract. The question of laser exclusivity as well as the degree of the effects of special properties of low-intensity laser illumination (LILI), such as a coherence, a polarity and a mono-chromaticity on the effectiveness of low level laser therapy (LLLT) continues to cause arguments.

The study analyzes publications from 1973 to 2016, in which laser and conventional light sources are compared and the following conclusions are drawn. First, there are a lot of publications with incorrect comparison or unfounded statements. Secondly, other sources of light are often meant by LLLT without any justification. Thirdly, all studies in which the comparison is carried out correctly and close parameters of the impact and the model are used, have a firm conclusion that laser light is much more effective. Fourthly, it is uniquely identified that the most important parameter that determines the efficiency of lasers is mono-chromaticity, i. e., a much narrower spectral width than for all other light sources.

Only laser light sources can be used for LLLT!

Key words: low level laser therapy, mono-chromaticity, medicine, veterinary.

Low level laser therapy – метод лечения, появившийся в конце 60-х годов прошлого века в странах Восточной Европы и получивший затем наибольшее развитие в СССР [14], а в настоящее время находит всё большее признание и в других странах мира. Результаты многочисленных исследований, изучение закономерностей *биомодулирующего действия* (БД) *низкоинтенсивного лазерного излучения* (НИЛИ), проведённых на животных, и отработанные на них лечебные схемы легли в основу метода, широко использующегося как в ветеринарии, так и медицине: урологии, неврологии, стоматологии, педиатрии, оториноларингологии, гинекологии и др. [5, 10, 16–18, 21, 26].

Казалось бы, вопрос, вынесенный в заглавие статьи, абсолютно риторический, разве допустимо для лазерной терапии использовать *не лазерные источники света*? Тем не менее проблема существует и становится с каждым днём всё актуальнее.

Дело в том, что термин *Low level laser therapy* (LLLТ) изначально сформулирован именно для лазеров [28], однако всё чаще аббревиатуру LLLТ стали расшифровывать как «*low level laser (light) therapy*» [39, 63] или вообще заменять слово «*laser*» на «*light*» как синонимы [65], *бездоказательно декларируя якобы* отсутствие различий [44] и руководствуясь как бы благими намерениями, чтобы не «путаться» [43].

Мотивация таких действий весьма и весьма странная: «Как лазерный, так и обычный свет – это фотоны, свет есть свет, поэтому нет никакой разницы» [42, 44]. Пока непонятно, то ли по незнанию фактического материала, то ли в результате намеренных действий делаются подобные заявления. Попробуем разобраться, чем чревата такая подмена, почему нельзя использовать отбойный молоток вместо скальпеля при проведении хирургической операции только на том основании, что оба инструмента изготовлены из железа.

Основное отличие лазерного света – монохроматичность, в спектре только одна длина волны, именно это определяет и объясняет его беспрецедентно высокую эффективность, недостижимую для других источников света. Рассмотрим вначале этот вопрос с исторической точки зрения, эволюции свето- или фототерапии.

Ещё в XIX веке были известны лечебные свойства «концентрированного» света, т. е. выделенной светофильтром узкой части от всего спектрального диапазона излучения лампы, например, УФ, синей или красной области. Это открытие легло в основу нового направления медицины – свето- или фототерапии, а в 1903 году Н.Р. Финсену была присуждена Нобелевская премия «в знак признания его заслуг в деле лечения болезней, особенно *lupus vulgaris*, с помощью концентрированного светового излучения, что открыло перед медицинской наукой новые широкие горизонты». Все исследователи того времени были убеждены, что для повышения эффективности фототерапии необходимо выполнить следующие условия: *предельно уменьшить ширину выделяемой спектральной области* и задать *оптимальные* мощность светового потока, площадь воздействия, экспозицию [29, 32, 33, 45–47, 60, 61].

Лазерный свет не только монохроматичен, но задавать и контролировать его энергию, распределять её по поверхности и доставлять в нужное место без потерь намного проще, чем делать это в случае обычной лампы с фильтром. Лазеры оказались не только удобным, но и принципиально более эффективным инструментом лечебного воздействия, чем другие световые источники, в итоге появилось качественно новое направление фототерапии – *лазерная терапия* [14].

Перед тем как приступить к анализу литературы и сравнительных исследований, необходимо разобраться в чисто технических вопросах, в частности, сравнить спектры различных источников света и их режимы работы.

Также обратим внимание ещё на одно важнейшее обстоятельство – во многих работах используется абстрактный термин «когерентность» без акцентирования внимания на двух отдельных составляющих этого понятия, а именно *пространственной и временной*, принципиально отличающихся по физическому смыслу и самой сути, вследствие чего их необходимо рассматривать независимо. *Пространственная когерентность*, т. е. расстояние, на котором световой поток остаётся когерентным, не влияет на эффективность биомодуляции хотя бы потому, что исчезает почти сразу в верхних слоях кожи. Но вот *временная когерентность*, по сути, степень монохроматичности, сохраняется вплоть до полного поглощения света в биотканях.

Есть все основания утверждать, что для лазерных источников её вклад поляризации в общий результат невелик, но вот при использовании широкополосных источников света она исключительно важна, и неполяризованный свет чаще всего абсолютно бесполезен с лечебной точки зрения.

Анализ литературы, собственный исследовательский опыт и элементарные знания основ биофизики позволяют утверждать, что нельзя рассматривать вопрос о значимости специфических свойств лазерного света с позиции крайностей, есть или нет (совсем) «когерентность». Необходимо в конкретных цифрах оценивать значения ширины спектральной линии для правильной интерпретации экспериментальных данных, перейти от качественных оценок к количественным.

Современные технические средства варьирования шириной спектральной линии с контролем точного значения этого показателя позволяют успешно проводить экспериментальные работы в данном направлении. Чаще всего сравнивают БД

лазерных (или светодиодных) с тепловыми или газоразрядными источниками света (лампами). У последних с помощью различных монохроматоров (интерференционных светофильтров, дифракционных решёток и т. п.) вырезают относительно узкую спектральную линию шириной до 8–14 нм с максимумом на длине волны лазера, участвующего в сравнении. Некогерентное излучение всех источников света, кроме лазеров, называют «монохроматическим некогерентным», «узкополосным светом», «некогерентным узкополосным» и т. п. [7, 8, 12, 53].

На рис. 1 приведены в сравнении спектры лампы со специальным светофильтром, светоизлучающего диода и лазерного диода. Первый график взят из работы, в которой авторами измерен спектр пропускания устройств из музея Н.Р. Финсена [55], типовые спектры *светоизлучающих диодов* (СИД) и лазерных диодов приведены из каталогов компаний *NICHIA* и *OSRAM* соответственно. У СИД спектр уже, чем у старинных ламп (и они удобнее в использовании), но он не идёт ни в какое сравнение с шириной спектральной линии лазерных диодов, это практически одна длина волны!

В связи с этим приходится упоминать об откровенном мошенничестве (будем называть вещи своими именами), когда для лечения предлагается обычная светодиодная лампочка без всякого фильтра, причём в качестве её преимущества заявляется, что «спектр света этого прибора содержит не одну длину волны (как в свете лазера), а широкий диапазон, включая видимый спектр и часть инфракрасного излучения ... находится в диапазоне от 480 до 3400 нм» (<http://www.zepet.ru/mainmenu/products/medical/bioptron/ProductRange.aspx>)! Можем только посочувствовать тем, кто уже потратил немалые деньги на абсолютно бесполез-

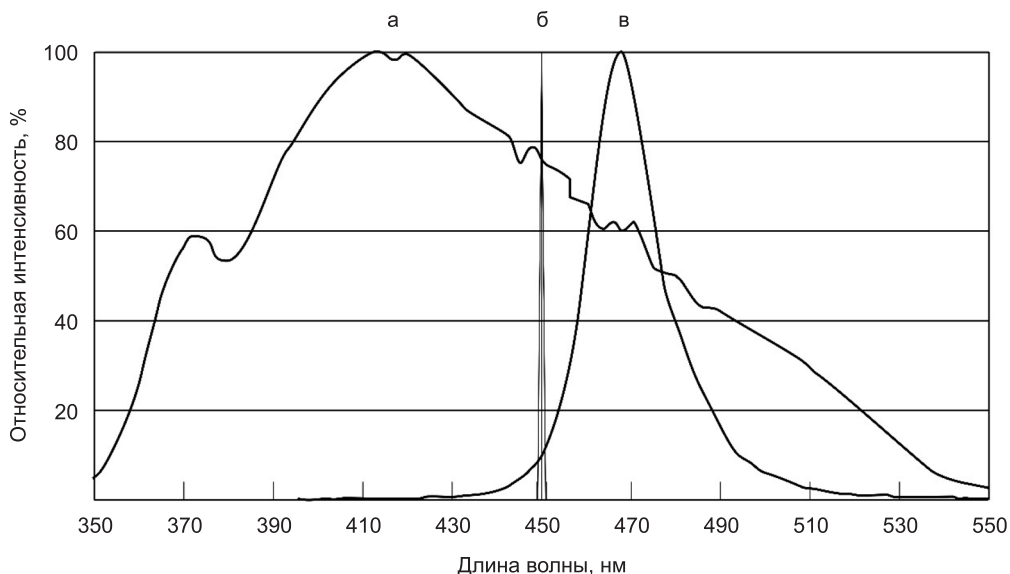


Рис. 1. Спектры лампы Финсена со специальным светофильтром (а), лазерного диода PL 450B OSRAM (б) и светоизлучающего диода NH5B046AT NICHIA (в)

ную вещь, и посоветовать желающим «лечиться» таким образом приобрести в любом хозяйственном магазине обычную настольную лампу, которая обойдётся в сотни (!) раз дешевле.

Другое отличие лазерных диодов от СИД – в режимах работы, из которых известны два основных – непрерывный и импульсный.

Низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) в непрерывном режиме чаще всего используется для лазерной акупунктуры (длина волны 635 нм, мощность 2–3 мВт) и *внутривенного лазерного освечения крови (ВЛОК)* (длина волны 365, 405, 445, 525 и 635 нм, мощность от 2 до 20 мВт), реже для местного воздействия, когда очаг поражения локализован близко к поверхности (различные длины волн, мощность от 10 до 200 мВт). Некогерентный свет СИД также иногда используется в этих методиках, хотя и с меньшей эффективностью.

Непрерывное излучение можно модулировать, т. е. менять его интенсивность во времени, как это делается в сигнальном прожекторе на корабле, включая-выключая который, передают сообщение азбукой Морзе. Модулировать можно как лазерный свет, так и обычный, но модуляция используется достаточно редко, и его часто путают с импульсным режимом. Если есть импульсные лазерные диоды, то таких СИД не существует.

Уточним, о чём идёт речь. Импульсные лазеры принципиально не работают в непрерывном режиме, а генерируют импульсы с высокой импульсной (пиковой) мощностью (в терапии чаще всего используется мощность от 10 до 100 Вт) и постоянной длительностью (100–200 нс). Для таких лазеров в методиках всегда необходимо указывать частоту повторения импульсов, поскольку пропорционально ей меняется средняя мощность по формуле:

$$P_{average} = P_{pulsed} \times F \times r,$$

где $P_{average}$ – средняя мощность; P_{pulsed} – импульсная (пиковая) мощность; F – частота повторения импульсов; r – длительность импульсов (постоянная величина).

Из формулы следует, что при импульсной мощности 10–15 Вт и частоте 80–150 Гц (такие параметры чаще всего используются для инфракрасного (904 нм) НИЛИ) средняя мощность составит приблизительно 0,1 мВт, что в 100–1000 раз меньше, чем мощность, используемая для непрерывных источников света, т. е. лазерный свет в импульсном режиме в 100–1000 раз эффективнее используется для инициирования сходных по силе реакций биологических систем на воздействие, чем непрерывный. Но импульсных СИД не существует, следовательно, невозможно достичь и такой эффективности.

Поэтому только НИЛИ в импульсном режиме позволяет реализовать такие методики, как:

- *неинвазивное лазерное освечение крови (НЛОК)*;
- воздействие на глуболежащие ткани и органы,
- воздействие на иммунокомпетентные органы;
- воздействие на нервные узлы;
- транскраниальная методика.

Кто-то может возразить, что НЛОК реализуется также и с помощью непрерывного НИЛИ (т. е. потенциально может быть реализовано светом СИД), например, «китайский» вариант – эндоназальная (*intranasal*) методика, в которой локализация мотивируется близким расположением к поверхности капилляров, хотя и отмечается опосредованная роль нервной системы [51, 52]. Мы много раз отмечали, что освечивание периферических сосудов нельзя называть НЛОК, необходимо воздействовать только на крупные кровеносные сосуды (вены и артерии) для получения адекватного отклика. Кроме того, при эндоназальной методике воздействие осуществляется на сверхчувствительную нейроэндокринную рефлекторную зону и сопровождается рефлекторным возбуждением гипоталамических образований, контролирующих секрецию биологически активных веществ, участвующих в различных процессах: стимулирование сокращения матки, регулирование систем кровообращения и репродукции, контроль продукции различных гормонов (фолликулостимулирующий гормон, эстрогены) и др. [23–25], т. е. такое воздействие исключительно опосредованное и не связано с непосредственным воздействием на кровь, иначе все бы светили на губы, поскольку доступнее капилляров просто нет (да и эффекта тоже). Но эндоназальная методика крайне опасна непредсказуемыми последствиями, особенно для женщин. Вряд ли кого-то ещё волнует проблема перенаселения, которую успешно решают китайцы, в том числе активным распространением такой методики.

Споры на тему «лазер или СИД» давно уже перешли из чисто научной дискуссии в экономическую плоскость. Дело в том, что многочисленные создатели «псевдолазеров» активно (и безуспешно) пытаются подобные творения продавать под брендом именно «*LLLT*», обосновывая свои действия именно отсутствием специфичности лазерного света и его особой эффективности. Например, *H. Chung* с соавт. [36] в своём обзоре, включив только те немногочисленные и недостоверные исследования, которые не показали эффектов от лазерного воздействия, вообще заявили, будто бы перспективы развития *лазерной* терапии связаны с применением СИД. Но совершенно очевидно, что в такой подмене лишь неуёмное стремление неудачников занять незаслуженное место. Если их аппараты столь эффективны, то зачем лазер вообще упоминать и пользоваться чужим брендом? Проведите свои исследования, покажите результат, назовите всё это как-нибудь красиво, например, «СИД-терапия», «LED-терапия» или, как предложили *R. C. A. Pizzo* с соавт. [58], «*LEDytherapy*», и развивайте как новое направление. Почему так не поступить? Ответ на этот вопрос очевиден: отсутствие эффекта от некогерентных источников света или его малозначительность, все понимают, что бренд «СИД-терапии» быстро сойдёт на нет, если не «прикроется» высокоэффективной лазерной терапией, заодно дискредитируя её.

Всем понятно, что объективный вывод может позволить сделать только сравнительное исследование, в котором на одной экспериментальной или клинической модели при единстве всех составляющих методики будет отличаться только ширина спектральной линии источников света. Поэтому при анализе литературных источников необходимо особо тщательно оценивать корректность сравнения,

обращая особое внимание на идентичность и оптимальность *всех* параметров методик.

Например, совершенно непонятно, на каком основании Г.А. Залеская и соавт. [4] делают выводы «об отсутствии существенных различий в механизмах воздействия лазерного и нелазерного излучения», когда рассматривался только сдвиг кривой диссоциации гемоглобина после УФОК (254 нм, 20 мин, экстракорпорально) и НЛОК (670 нм, 15 мин, на кубитальную вену). При этом различие методик, в частности длины волны, никак не учитывается, а также то, что больные проходили комплексное лечение, вследствие которого и могли произойти выявленные изменения. С таким же успехом в этом исследовании можно сравнить по «механизму» биологического действия эффективность НИЛИ и утренней гимнастики.

Приведём другой яркий пример абсолютно некорректных выводов, в котором сравнивалась БД лазерного света и СИД с разными длинами волн на модели стимулирования пролиферации фибробластов *in vitro*. Статистический анализ, по уверению авторов, показал более высокую скорость пролиферации во всех группах по сравнению с контрольной, но зелёный свет СИД (570 нм) значительно лучше стимулирует деление клеток, чем красный (660 нм) и инфракрасный (950 нм), причём все СИД эффективнее, чем лазерный свет [64]. Но как можно делать такой вывод, когда энергетические параметры – мощность, площадь, *плотность мощности* (ПМ), *энергетическая плотность* (ЭП) и экспозиция – различаются для НИЛИ и некогерентного света в *десятки раз!* Вполне очевидно, что сравнивать в данном исследовании более или менее корректно можно лишь три группы с СИД, да и то с оговорками (табл.).

Таблица

**Параметры используемых источников света
в исследовании Е.М. Vinck с соавт. (2003)**

Длина волны, нм	Мощность, мВт	Площадь, см ²	ПМ, мВт/см ²	Экспозиция, с	ЭП, Дж/см ²
830 (лазер)	40	0,196	204	5	1
570 (СИД)	10	18	0,56	180	0,1
660 (СИД)	160		8,89	60	0,53
950 (СИД)	80		4,44	120	0,53

А.Р.С. de Sousa с соавт. [40] сделали вывод, что свет как СИД, так и лазерных диодов приблизительно в равной степени стимулирует ангиогенез у животных (крысы линии Вистар), однако для НИЛИ выбраны самые *неоптимальные* параметры методики, например, наименее эффективные длины волн, 660 и 790 нм, или концентрация световой энергии в точку, а не распределение её по площади, что привело к совершенно неприемлемой ПМ при необоснованно высокой мощности, к тому же экспозиции 168 и 200 с, мягко говоря, не оптимальны. Аналогичная ошибка была сделана и в более ранней работе [37].

Подобных исследований можно привести достаточно много, и вполне вероятно, что скоро кто-то будет сравнивать СИД просто с выключенным лазерным аппаратом, утверждая при этом, что последний совершенно неэффективен!

В исследовании *T.N. Demidova-Rice* с соавт. [41] другая проблема. Хотя не выявлено различий в стимулирующем раневой процесс эффекте (боковые эксцизионные раны 10×13 мм у мышей линий *BALB/c* и *SKH1*) как от некогерентного света лампы (635 ± 15 нм), так и *гелий-неонового лазера* (ГНЛ) (633 нм, 2 Дж/см²) [41], причина этого в совершенно неверно выбранном времени воздействия – 30 мин. При такой экспозиции, в разы превышающей предельно допустимый уровень, эффект должен отсутствовать независимо от источника света, поэтому совершенно нельзя делать обобщающие выводы. Специалистам же известно, что экспозиция освечивания одной зоны ни в коем случае не должна превышать 300 с (5 мин) [11].

Проверку биостимулирующих свойств НИЛИ и света некогерентных источников (деполяризованного с широким спектром) на различных моделях проводили многие исследователи, при этом результаты существенно разнятся. Многое, очевидно, зависит от экспериментальной модели, однако общий характер сделанных выводов говорит в пользу большей эффективности монохроматичности – чем уже спектр, тем выше эффект при меньшей плотности мощности.

Одними из первых такое сравнение провели *D. Haina* с соавт. [48]. Воздействовали на экспериментальные раны (249 крыс линии Вистар) светом ГНЛ (1-я группа) и некогерентным светом с такой же длиной волны (2-я группа). В 1-й группе рост грануляционной ткани увеличился на 13% при ЭП 0,5 Дж/см² и на 22% при более оптимальной ЭП 1,5 Дж/см², во 2-й группе увеличение не превысило 10%.

Наша сравнительная оценка количественных результатов нескольких десятков исследований показала, что терапевтический эффект вызывает свет с шириной спектральной полосы менее $\Delta\lambda \approx 15\text{--}20$ нм, а при ширине спектральной полосы менее 3–5 нм дальнейшее сужение спектра почти не приводит к увеличению эффективности [Москвин С.В., 2003], что было подтверждено данными других авторов [1]. Приведём в качестве примера несколько исследований с известными значениями ширины спектральной линии источников света, подтверждающих наше мнение.

Эксперименты В.А. Дубровского с соавт. [2] показали, что коэффициент поглощения света гемолизата, оксигемоглобина и каталазы не зависит от пространственной когерентности и степени поляризации света. Значительно существеннее вклад временной когерентности (монохроматичности). Освечивание исследуемых молекул НИЛИ непосредственно и светом лампы накаливания через светофильтры показало, что излучение ГНЛ поглощается в несколько раз (в зависимости от концентрации исследуемого объекта) активнее, чем некогерентный свет с большей шириной спектра. Это преимущество НИЛИ авторы исследования связывают исключительно с тем, что коэффициент поглощения некогерентного света, усреднённый по ширине спектра излучения лампы накаливания ($\Delta\lambda \approx 10$ нм), оказывается ниже соответствующего коэффициента для лазерного луча, определяемого, по существу, только для одной длины волны.

В.Ю. Плавский и Н.В. Барулин [22] наглядно продемонстрировали зависимость эффекта от ширины спектральной линии в результате воздействия на оплотворённую икру осетровых рыб. Правда, в третьем варианте применяли так

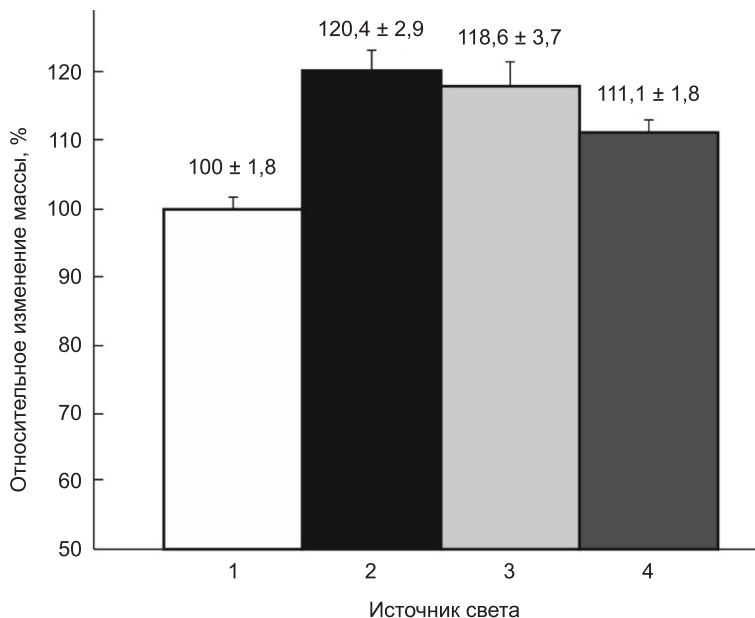


Рис. 2. Влияние степени монохроматичности поляризованного света (плотность мощности 2,9 мВт/см², экспозиция 60 с) при воздействии на оплодотворённую икру, на массу 50-дневной молоди осетровых рыб: 1 – контроль; 2 – ГНЛ ($\lambda_{\max} = 633$ нм, $\Delta\lambda = 0,02$ нм); 3 – СИД ($\lambda_{\max} = 631$ нм, $\Delta\lambda = 15$ нм); 4 – «белый» СИД ($\lambda_{\max1} = 453$ нм, $\Delta\lambda \approx 20$ нм; $\lambda_{\max2} = 567$ нм, $\Delta\lambda \approx 130$ нм) (Плавский В.Ю., Барулин Н.В., 2009)

называемый «белый» СИД с длинами волн максимумов в другой области спектра, синей и зелёной (рис. 2).

Обычно в исследованиях сравнивают действие света когерентных (лазеров) и некогерентных источников. Работа R. Lubart с соавт. [54] – одна из немногих, где обошлись без лазеров, изучая фотобиологическое действие света только от СИД с длиной волны 540 нм ($\Delta\lambda \approx 5$ нм) и лампы с фильтром в спектральном диапазоне 600–900 нм ($\Delta\lambda \approx 300$ нм), но она позволяет сделать интересные выводы. В первую очередь, мы находим подтверждение значимости такого относительного показателя, как *спектральная* плотность мощности. На рис. 3 представлены энергетические параметры, оптимальные для стимулирования деления клеток (фибробласты кожи человека) для двух разных источников света в зависимости от плотности мощности (верхние графики) и энергетической плотности (нижние графики) при одинаковой экспозиции (300 с) [54]. Эффект, хоть и незначительный, наблюдался в обоих случаях, однако чем шире спектр, тем большие (и существенно!) значения плотности мощности и энергии необходимы для достижения результата. Такой вывод вполне укладывается в предложенную нами модель термодинамического запуска Ca^{2+} -зависимых процессов – чем уже спектр, тем значительнее температурный градиент, возникающий вследствие поглощения

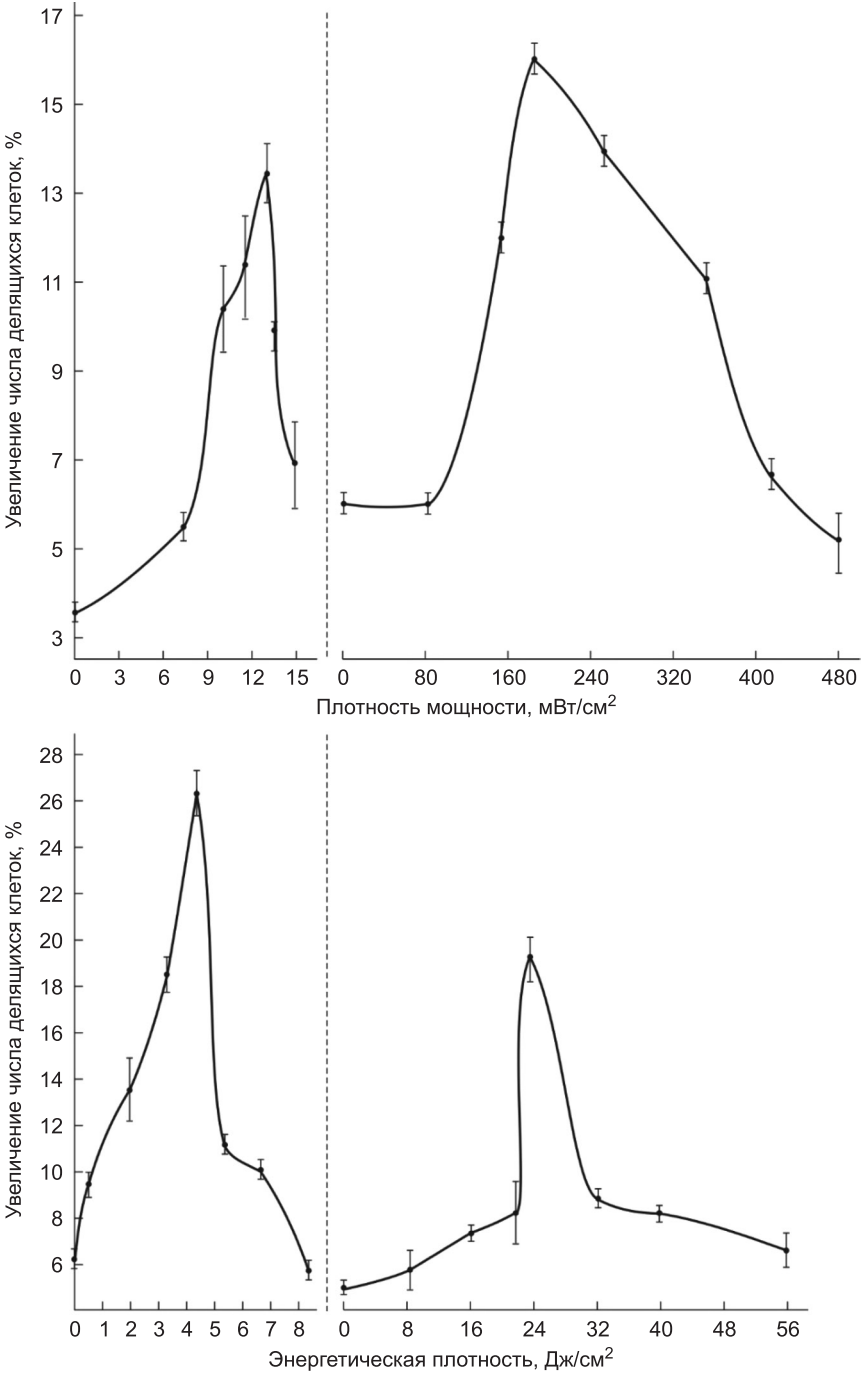


Рис. 3. Стимулирование деления клеток в зависимости от плотности мощности (вверху) и ЭП (внизу) для СИД (слева), $\lambda = 540 \pm 5$ нм, и лампы с фильтром (справа), $\lambda = 600-900$ нм (Lubart R. et al., 1993)

энергии фотонов [13]. В этой работе, кстати, достаточно много говорится о роли Ca^{2+} в отклике живой клетки на её освечивание.

В экспериментах с культурой клеток (митотическая активность *Staphylococcus aureus*) практически не было выявлено различий в эффектах от НИЛИ одномодового с шириной спектральной линии менее 0,1 нм и многомодового с $\Delta\lambda \approx 4$ нм диодных лазеров с одной длиной волны (1300 нм) [9]. В данном диапазоне значений этого показателя нет изменений при уменьшении ширины спектра, следовательно, не нужно стремиться к применению в ЛТ одномодовых, тем более одночастотных лазеров.

Т.Й. Кару с соавт. [8] получили для культуры клеток *HeLa in vitro* различия в росте проницаемости клеточных мембран для H^3 -тимидина на 20%, а увеличение синтеза ДНК – на 15% после воздействия излучением ГНЛ и отфильтрованным некогерентным светом лампы с близкой длиной волны и шириной спектральной полосы ≈ 14 нм. Лазерный свет был, разумеется, значительно эффективнее. По мнению авторов, отсутствие более выраженной зависимости эффекта от ширины спектральной линии объясняется различием скоростей создания и релаксации когерентности. Скорость возбуждения молекул («создание когерентности») равна $0,003-0,03 \text{ с}^{-1}$ при плотности мощности НИЛИ в диапазоне $1-10 \text{ мВт/см}^2$, в то же время скорость потери когерентности возбуждения за счёт расфазировки волновых функций возбуждённых состояний молекул в тех же условиях составляет порядка $10^{11}-10^{12} \text{ с}^{-1}$. То есть значимость ширины спектральной линии в достигаемом эффекте авторы напрямую связывают с эффективным сечением поглощения молекулы.

М. Boulton и J. Marshall [35], наблюдая усиление пролиферации фибробластов *in vitro* на фоне освечивания в течение 15 мин ГНЛ (633 нм) и галогенной лампой с фильтром (640 нм, $\Delta\lambda \approx 9$ нм), показали, что если НИЛИ существенно ускоряет процесс (на 20–40%), то свет лампы не оказывает никакого влияния. Однако параметры методики были выбраны весьма странные, экспозиция значительно больше оптимальных значений, плотность мощности всего $0,1 \text{ мВт/см}^2$, лазер работал в режиме модуляции ($F = 100 \text{ Гц}$, $\tau_n \approx 3 \text{ мс}$, $Q = 3$), что не обеспечивает абсолютной корректности сравнения, поскольку лампа работала непрерывно.

S. Rochkind с соавт. [62] изучали терапевтическую эффективность света пяти различных длин волн при воздействии на периферические нервы. Освечивание ГНЛ (633 нм) приводило к повышению функциональной активности повреждённого нерва, некогерентный свет (660 нм) оказался значительно менее эффективен, а воздействие ИК НИЛИ (830 нм) и некогерентным светом (880 и 950 нм) никакого эффекта не вызвало.

ГНЛ стимулирует активность лимфоцитов и макрофагов *in vitro*, вызывает повышение фагоцитарной активности, высвобождение иммуноглобулинов. Аналогичного результата не наблюдается при воздействии обычным монохроматизированным светом с такой же длиной волны (в максимуме) и при той же энергетической плотности [30, 31].

Достоверно лучшим (на 45%), чем в контрольной группе и при использовании СИД, было заживление ран в группе животных (крысы линии Вистар) при

воздействию на рану излучением лазерных диодов (длина волны 830–840 нм, ЭП выбрана оптимальная, равная 1 Дж/см²), т. е. на данной модели продемонстрирована полная неэффективность светодиодов [57].

Если лазерный свет (ГНЛ) существенно повышает жизнеспособность спермий морских ежей, голотурий и двустворчатых моллюсков, то СИД (850 нм) никакого влияния не оказывает [27].

J. Kubota, T. Ohshiro [49] на модели искусственного ушиба (крысы линии Вистар) показали, что после освечивания диодным лазером (830 нм) ушибленные ткани имели лучшую перфузию, большее число капилляров, существенно возрасла скорость кровотока. Различий в показателях у крыс, которым проводили освечивание СИД (840 нм), и в контрольной группе не наблюдалось.

Проведённые *P. Pöntinen* [59] измерения методом лазерной доплеровской флоуметрии состояния капиллярного кровотока кожи головы здоровых мужчин через 30 мин после воздействия НИЛИ (670 нм, ЭП 0,12–0,36 Дж/см² на 4 зоны) и СИД (635 нм, ЭП 0,68–1,36 Дж/см²) показали, что лазерный свет приводит к усилению местного кровотока, тогда как излучение светодиодов вызывает обратный процесс.

E.L. Laakso с соавт. [50] обследовали по методике двойного слепого контроля 56 пациентов с хроническим болевым синдромом, выявлено значительное повышение уровней *адренкортикотропного гормона* (АКТГ) и β -эндорфина в двух группах лазерной терапии (длина волны 820 нм, мощность 25 мВт, и длина волны 670 нм, мощность 10 мВт). Эффекта в группе больных, которых освечивали СИД (длина волны 660 нм, ширина спектра 30 нм, мощность 9,5 мВт), не наблюдалось.

Фототерапия лампой мужчин с синдромом отсроченной мышечной боли (660–950 нм, 31,7 Дж/см², экспозиция 12 мин, в модулированном режиме, частоты 2,5; 5 и 20 Гц) оказалась абсолютно неэффективной [38]. Тут, опять же, должны сделать оговорку в отношении неоптимальной экспозиции.

I. Bihari и *A. Mester* [34] проводили сравнительную оценку лечения (при двойном слепом контроле) трёх групп пациентов с длительно не заживающими язвами нижних конечностей. В 1-й группе воздействовали излучением только ГНЛ, во 2-й – ГНЛ и диодным лазером, в 3-й группе – некогерентным и неполяризованным светом. У больных в группах 1 и 2 наступило излечение (во 2-й группе результаты были несколько лучше, чем в 1-й), в 3-й группе значимого эффекта не наблюдалось.

Подобные закономерности выявлены и в экспериментах с растительными клетками: если низкоинтенсивное лазерное излучение ГНЛ (633 нм) оказывает значительное стимулирующее действие на морфогенетические процессы (образование зон вторичной дифференцировки, ризогенез, регенерацию) в культуре ткани пшеницы, то некогерентный свет с такой же длиной волны практически не вызывает реакции клеток [3].

Обратим внимание ещё на одно обстоятельство. Достаточно часто именно СИД служат источниками света, имитирующими лазер в исследованиях с плацебо-контролем. Например, показано, что некогерентный свет не оказывает ни-

какого влияния на больных героиновой наркоманией при выраженном эффекте после лазерного воздействия [19, 20].

Таким образом, *НЕ* лазерные источники света (лампы с фильтрами и без таковых, СИД с поляризатором или без них и пр.) из-за их минимальной эффективности категорически нельзя применять в *лазерной* терапии. Очевидно, что СИД имеют свою нишу в обширной области светолечения, например, они весьма успешно используются в фотодинамической терапии, УФ СИД оказывают хорошее бактерицидное действие, однако ожидать от них клинических эффектов, аналогичных тем, что получены именно в *лазерной терапии* с использованием *лазерного* света (НИЛИ), не следует.

Лазерная терапия – только лазерами!

Литература

1. Будаговский А.В. О способности клеток различать когерентность оптического излучения // Квантовая электроника. 2005. Т. 35, № 4. С. 369–374.
2. Дубровский В.А., Гусев В.В., Астафьева О.Г. О роли физических характеристик лазерного излучения в поглощении света гемосодержащими биологическими молекулами // Биофизика. 1982. Т. 27, № 5. С. 908–909.
3. Дударева Л. В. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на процессы роста и развития в растительной ткани: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 2004. 23 с.
4. Залеская Г.А., Ласкина О.В., Митьковская Н.П. Сравнительный анализ характеристик фотомодификации крови пациентов, в комплексное лечение которых включалось лазерное и нелазерное облучение крови // Материалы XXXX межд. научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». Ялта, 2013. С. 137–139.
5. Иванченко Л.П., Коздоба А.С., Москвин С.В. Лазерная терапия в урологии. М.–Тверь: Триада, 2009. 132 с.
6. Кару Т.И., Календо Г.С., Летохов В.С. Действие низкоинтенсивного видимого излучения медного лазера на культуру клеток HeLa // Квантовая электроника. 1982. Т. 9, № 1. С. 141–144.
7. Кару Т.И., Календо Г.С., Летохов В.С., Лобко В.В. Зависимость биологического действия низкоинтенсивного видимого света на клетки HeLa от когерентности, дозы, длины волны и режима облучения // Квантовая электроника. 1982⁽¹⁾. Т. 9, № 9. С. 1761–1767.
8. Кару Т.И., Календо Г.С., Летохов В.С., Лобко В.В. Зависимость биологического действия низкоинтенсивного видимого света на клетки HeLa от когерентности, дозы, длины волны и режима облучения. II // Квантовая электроника. 1983. Т. 10, № 9. С. 1771–1776.
9. Кольцов Ю.В., Королев В.Н. Накачка биологических объектов модулируемым по амплитуде инжекционным лазером // Биомедицинская радиоэлектроника. 1998. № 4. С. 40–48.
10. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. М.–Тверь: Триада, 2012. 360 с.
11. Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации. М., 2015. 80 с.
12. Лобко В.В., Кару Т.И., Летохов В.С. Существенна ли когерентность низкоинтенсивного лазерного света при его воздействии на биологические объекты // Биофизика. 1985. Т. 30, № 2. С. 366–371.
13. Москвин С.В. К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) // Вестник новых медицинских технологий. 2008. № 1. С. 167–172.
14. Москвин С.В. Лазеротерапия как современный этап гелиотерапии (исторический аспект) // Лазерная медицина. 1997. Т. 1. Вып. 1. С. 44–49.
15. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. М.: Техника, 2003. 256 с.
16. Москвин С. В., Амирханян А.Н. Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии. М.–Тверь: Триада, 2011. 208 с.
17. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. Лазерная терапия в педиатрии. М.: ЭКСМО, 2010. 479 с.
18. Муфагед М.Л., Иванченко Л.П., Москвин С.В., Коздоба А. С., Филлер Б.Д. Лазерная терапия в урологии. Тверь: Триада, 2007. 132 с.
19. Наседкин А.А. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении больных героиновой наркоманией подростково-юношеского возраста: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2004. 24 с.

20. Наседкин А.А., Москвин С.В. Лазерная терапия больных героиновой наркоманией. Тверь: Триада, 2004. 48 с.
21. Наседкин А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в оториноларингологии. М.–Тверь: Триада, 2011. 208 с.
22. Плавский В.Ю., Барулин Н.В. Фотофизические процессы, определяющие биологическую активность оптического излучения низкой интенсивности // Биомедицинская радиоэлектроника. 2009. № 6. С. 23–40.
23. Рамдоля С. Лазерная дородовая профилактика первичной слабости родовой деятельности при позднем гестозе: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 1990. 19 с.
24. Серов В.Н., Кожин А.А., Жуков В.В., Хусайнова И.С. Лазерная терапия эндокринологической гинекологии. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1988. 120 с.
25. Серов В.Н., Силантьева Е.С., Ипатова М.В., Жаров Е.В. Безопасность физиотерапии у гинекологических больных // Акушерство и гинекология. 2007. № 3. С. 74–76.
26. Федорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А. Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии. М.–Тверь: Триада, 2009. 352 с.
27. Чудновский В.М. Лазерная биостимуляция: модели и механизмы: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Владивосток, 2002. 46 с.
28. Al-Watban F.A.H., Zhang X.-Y. Stimulative and inhibitory effects of low incident levels of argon laser energy on wound healing // *Laser Therapy*. 1995. № 7 (1). P. 11–18.
29. Bang S. Om fordelingen af bakteriedrøbende straalere i kulbuelysets spektrum. Meddelelser fra Finsens Medicinske Lysinstitut. 1904; IX: 123–135.
30. Berki T., Nemeth P., Hegedus J. Biological effect of low-power helium-neon (He-Ne) laser irradiation // *Lasers in Medicine Science*. 1988. Vol. 3 (1). P. 35–39.
31. Berki T., Nemeth P., Hegedus J. Effect of low power, continuous wave He-Ne laser irradiation on *in vivo* cultured lymphatic cell lines and macrophages // *Stud. biophys.* 1985. Vol. 105 (3). P. 141–148.
32. Bie V. Om Lysets virkning paa Bakterier, Eksperimentielle Undersogelser. Copenhagen, Denmark: Gyldendalske Boghandels Forlag, 1903. P. 43–178.
33. Bie V. Применение света в медицине. СПб.: Издание журнала «Практическая медицина» (В.С. Эттингер), 1906. 71 с.
34. Bihari I., Mester A.R. The biostimulative effect of low level laser therapy of long-standing crural ulcer using helium-neon laser, helium-neon plus infrared laser and non coherent light: preliminary report of a randomized double blind comparative study // *Laser Therapy*. 1989. Vol. 1 (2). P. 97–98.
35. Boulton M., Marshall J. He-Ne laser stimulation of human fibroblast proliferation and attachment *in vitro* // *Lasers in The Life Science*. 1986. Vol. 1 (2). P. 125–134.
36. Chung H., Dai T., Sharma S.K. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy // *Ann. Biomed. Eng.* 2012. Vol. 40 (2). P. 516–533.
37. Corazza A.V., Jorge J., Kurachi C., Bagnato V.S. Photobiomodulation on the angiogenesis of skin wounds in rats using different light sources // *Photomedicine and Laser Surgery*. 2007. № 25 (2). P. 102–106. doi: 10.1089/pho.2007.2011.
38. Craig J.A., Barlas P., Baxter G.D. Delayed-onset muscle soreness: lack of effect of combined phototherapy/low-intensity laser therapy at low pulse repetition rates // *J. Clin. Laser Med. Surg.* 1996. Vol. 14 (6). P. 375–380.
39. de Brito Vieira W.H., Bezerra R.M., Queiroz R.A.S. Use of low-level laser therapy (808 nm) to muscle fatigue resistance: a randomized double-blind crossover trial // *Photomedicine and Laser Surgery*. 2014. № 32 (12). P. 678–685. doi: 10.1089/pho.2014.3812.
40. de Sousa A.P.C., Paraguassu G.M., Silveira N.T.T. Laser and LED phototherapies on angiogenesis // *Lasers in Medical Science*. 2013. № 28 (3). P. 981–987.
41. Demidova-Rice T.N., Salomatina E.V., Yaroslavsky A.N. Low-level light stimulates excisional wound healing in mice // *Lasers Surg. Med.* 2007. Vol. 39 (9). P. 706–715.
42. Enwemeka C.S. Light is light // *Photomedicine and Laser Surgery*. 2005. Vol. 23 (2). P. 159–160.
43. Enwemeka C.S. Low level laser therapy is not low // *Photomedicine and Laser Surgery*. 2005. Vol. 23 (6). P. 529–530.
44. Enwemeka C.S. The place of coherence in light induced tissue repair and pain modulation // *Photomedicine and Laser Surgery*. 2006. № 24 (4). P. 457.
45. Finsen N.R. Om Anvendelse i Medicinenaf Koncentrerede Kemiske Lysstraalere. Copenhagen, Denmark: Gyldendalske Boghandels Forlag, 1896. P. 5–52.
46. Finsen N.R. Ueber die Anwendung von concentrirten chemischen Lichtstrahlen in der Medicin. Leipzig, F.C.W. Vogel, 1899. 52 p.
47. Finsen N.R. Светолечение. СПб., 1901. 39 с.
48. Haina D. Animal experiments on light-induced woundhealing // *Biophysica Berlin*. 1973. Vol. 35 (3). P. 227–230.
49. Kubota J., Ohshiro T. The effects of diode laser low reactive-level lasertherapy (LLLT) on flap survival in a rat model // *Laser Therapy*. 1989. Vol. 1 (3). P. 127–133.
50. Laakso E.L., Gramond T., Richardson C., Galligan J.P. Plasma ASTH and p-endorphin levels in response to low level laser therapy (LLLT) for myofascial trigger points // *Lasers Therapy*. 1994. Vol. 6 (3). P. 133–141.

51. Liu T.C.Y., Cheng L., Su W.J. Randomized, double-blind, and placebo-controlled clinic report of intranasal low-intensity laser therapy on vascular diseases // *International Journal of Photoenergy*. 2012. Article-ID 489713, 5 pages, doi: 10.1155/2012/489713.
52. Liu T.C.Y., Wu D.F., Gu Z.Q., Wu M. Applications of intranasal low intensity laser therapy in sports medicine // *Journal of Innovation in Optical Health Science*. 2010. № 3 (1). P. 1–16.
53. Lubart R., Friedman H., Levinshal T. Effect of light on calcium transport in bull sperm cells // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 1992. Vol. 15 (4). P. 337–341.
54. Lubart R., Friedmann H., Peled I., Grossman N. Light effect on fibroblast proliferation // *Laser Therapy*. 1993. Vol. 5 (2). P. 55–57.
55. Moller K.I., Kongshoj B., Philipsen P.A. How Finsen's Light Cured Lupus Vulgaris // *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2005. № 21. P. 118–124.
56. Niels Ryberg Finsen – Facts. Nobelprize.org. Nobel Media AB; 2014. Available from: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1903/finsen-facts.html.
57. Ohshiro T., Calderhead R.G. Low level laser therapy: A practical introduction. Chichester–New-York–Brisbane–Toronto–Singapore, John Wiley&Sons, 1988. 141 p.
58. Pizzo R.C.A., Speciali J.G., Dach F. LEDytherapy for TMJ and cervicogenic headache treatment // *Conference WALT. Abstracts*. Bergen, Norway, 2010. № 1. P. 62.
59. Pontinen P. The effect of hair lasers on skin blood flow // *Lasers in Surgery and Medicine*. 1995. Vol. 5 (1). P. 9.
60. Rieder H. Luft- und Lichttherapie. 1911.
61. Rieder H. Светолечение. СПб.: Издание журнала «Практическая медицина» (В.С. Эттингер), 1902. 82 с.
62. Rochkind S., Nissan M., Lubart R. A single transcutaneous light irradiation to injured peripheral nerve: comparative study with five different wavelengths // *Lasers in Medicine Science*. 1989. Vol. 4 (3). P. 259–263.
63. Thunshelle C., Hamblin M.R. Transcranial low-level laser (light) therapy for brain injury // *Photomedicine and Laser Surgery*. 2016. № 34 (12). P. 587–598.
64. Vinck E.M., Cagnie B.J., Cornelissen M.J. Increased fibroblast proliferation induced by light emitting diode and low power laser irradiation // *Lasers Med. Sci.* 2003. Vol. 18 (2). P. 95–99.
65. Zigmund E., Varol C., Kaplan M. Low-level light therapy induces mucosal healing in a murine model of dextran-sulfate induced colitis // *Photomedicine and Laser Surgery*. 2014. № 32 (8). P. 450–457.

References

1. Budagovskiy AV. O sposobnosti kletok razlichat' kogerentnost' opticheskogo izlucheniya [On the ability of cells to distinguish the coherence of optical radiation]. *Kvantovaya elektronika*. 2005; 35 (4): 369–74. Russian.
2. Dubrovskiy VA, Gusev VV, Astaf'eva OG. O roli fizicheskikh kharakteristik lazernogo izlucheniya v pogloshchenii sveta gemosoderzhashchimi biologicheskimi molekulami [On the role of the physical characteristics of laser radiation in the absorption of light by hemo-containing biological molecules]. *Biofizika*. 1982; 27 (5): 908–9. Russian.
3. Dudareva LV. Vliyaniye nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na protsessy rosta i razvitiya v rastitel'noy tkani [Influence of low-intensity laser radiation on the processes of growth and development in plant tissue] [dissertation]. Irkutsk (Irkutsk region); 2004. Russian.
4. Zaleskaya GA, Laskina OV, Mit'kovskaya NP. Sravnitel'nyy analiz kharakteristik foto-modifikatsii krovi patsientov, v kompleksnoe lechenie kotorykh vklyuchalos' lazernoe i nelazernoe oblucheniye krovi. [Comparative analysis of the characteristics of the photo-modification of the blood of patients whose combined treatment included laser and non-laser irradiation of blood] *Materialy XXXX mezhd. nauchno-prakt. konf. «Primeneniye lazerov v meditsine i biologii»*. Yalta; 2013. Russian.
5. Ivanchenko LP, Kozdoba AS, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v urologii [Laser therapy in urology]. Moscow–Tver': Triada; 2009. Russian.
6. Karu TY, Kalendo GS, Letokhov VS. Deystvie nizkointensivnogo vidimogo izlucheniya mednogo lazera na kul'turu kletok HeLa [Effect of low-intensity visible radiation of a copper laser on the culture of HeLa cells]. *Kvantovaya elektronika*. 1982; 9 (1): 141–4. Russian.
7. Karu TY, Kalendo GS, Letokhov VS, Lobko VV. Zavisimost' biologicheskogo deystviya nizkointensivnogo vidimogo sveta na kletki HeLa ot kogerentnosti, dozy, dliny volny i rezhima oblucheniya [Dependence of the biological effect of low-intensity visible light on HeLa cells on coherence, dose, wavelength, and irradiation regime]. *Kvantovaya elektronika*. 1982; 9 (9): 1761–7. Russian.
8. Karu TY, Kalendo GS, Letokhov VS, Lobko VV. Zavisimost' biologicheskogo deystviya nizkointensivnogo vidimogo sveta na kletki HeLa ot kogerentnosti, dozy, dliny volny i rezhima oblucheniya [Dependence of the biological effect of low-intensity visible light on HeLa cells on coherence, dose, wavelength, and irradiation regime]. II. *Kvantovaya elektronika*. 1983; 10 (9): 1771–6. Russian.
9. Kol'tsov YuV, Korolev VN. Nakhodka biologicheskikh ob'ektov moduliruemym po amplitude inzhetsionnym lazerom [Pumping of biological objects with an amplitude-modulated injection laser]. *Biomeditsinskaya radioelektronika*. 1998; 4: 40–8. Russian.

10. Kochetkov AV, Moskvina SV, Karneev AN. Lazernaya terapiya v neurologii [Laser therapy in neurology]. Moscow–Tver': Triada; 2012. Russian.
11. Lazernaya terapiya v lechbenno-reabilitatsionnykh i profilakticheskikh programmakh: klinicheskie rekomendatsii [Laser therapy in treatment and rehabilitation and prevention programs]. Moscow; 2015. Russian.
12. Lobko VV, Karu TI, Letokhov VS. Sushchestvenna li kogerentnost' nizkointensivnogo lazernogo sveta pri ego vozdeystvii na biologicheskie ob"ekty [Is the coherence of low-intensity laser light essential when it affects biological objects]. Biofizika. 1985; 30 (2): 366–71. Russian.
13. Moskvina SV. K voprosu o mekhanizmax terapevticheskogo deystviya nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya (NILI) [To the question of the mechanisms of therapeutic action of low-intensity laser radiation (LI-LI)]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008; 1: 167–72. Russian.
14. Moskvina SV. Lazeroterapiya kak sovremennyy etap gelioterapii (istoricheskiy aspekt) [Laser therapy as a modern stage of heliotherapy (historical aspect)]. Lazernaya meditsina. 1997; 1 (1): 44–9. Russian.
15. Moskvina SV. Effektivnost' lazernoy terapii [The effectiveness of laser therapy]. Moscow: Tekhnika; 2003. Russian.
16. Moskvina SV, Amirkhanyan AN. Metody kombinirovannoy i sochetannoy lazernoy terapii v stomatologii [Combined and combined laser therapy in dentistry]. Moscow–Tver': Triada; 2011. Russian.
17. Moskvina SV, Nasedkin AN, Osin AY, Khan MA. Lazernaya terapiya v pediatrii [Laser therapy in pediatrics]. Moscow: EKSMO; 2010. Russian.
18. Mufaged ML, Ivanchenko LP, Moskvina SV, Kozdoba AS, Filler BD. Lazernaya terapiya v urologii [Laser therapy in urology]. Tver': Triada; 2007. Russian.
19. Nasedkin AA. Primenenie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya v kompleksnom lechenii bol'nykh geroinovoy narkomaniey podrostkovo-yunosheskogo vozrasta [Application of low-intensity laser radiation in the complex treatment of patients with heroin addiction of adolescent youth] [dissertation]. Moscow (Moscow region); 2004. Russian.
20. Nasedkin AA, Moskvina SV. Lazernaya terapiya bol'nykh geroinovoy narkomaniey [Laser therapy of patients with heroin addiction]. Tver': Triada; 2004. Russian.
21. Nasedkin AN, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v otorinolaringologii [Laser therapy in otorhinolaryngology]. Moscow–Tver': Triada; 2011. Russian.
22. Plavskiy VY, Barulin NV. Fotofizicheskie protsessy, opredelyayushchie biologicheskuyu aktivnost' opticheskogo izlucheniya nizkoy intensivnosti [Photophysical processes that determine the biological activity of low-intensity optical radiation]. Biomeditsinskaya radioelektronika. 2009; 6: 23–40. Russian.
23. Ramdoyal S. Lazernaya dorodovaya profilaktika pervichnoy slabosti rodovoy deyatelnosti pri pozdnem gestoze [Laser prenatal prophylaxis of primary weakness of labor at late gestosis] [dissertation]. Volgograd (Volgograd region); 1990. Russian.
24. Serov VN, Kozhin AA, Zhukov VV, Khusainova IS. Lazernaya terapiya endokrinologicheskoy ginekologii [Laser therapy of endocrinological gynecology]. Rostov-na-Donu: Izd-vo Rostovskogo un-ta; 1988. Russian.
25. Serov VN, Silant'eva ES, Ipatova MV, Zharov EV. Bezopasnost' fizioterapii u ginekologicheskikh bol'nykh [Safety of physiotherapy in gynecological patients]. Akusherstvo i ginekologiya. 2007; 3: 74–6. Russian.
26. Fedorova TA, Moskvina SV, Apolikhina IA. Lazernaya terapiya v akusherstve i ginekologii [Laser therapy in obstetrics and gynecology]. Moscow–Tver': Triada; 2009. Russian.
27. Chudnovskiy VM. Lazernaya biostimulyatsiya: modeli i mekhanizmy [Laser biostimulation: models and mechanisms] [dissertation]. Vladivostok (Vladivostok region); 2002. Russian.
28. Al-Watban FAH, Zhang X-Y. Stimulative and inhibitory effects of low incident levels of argon laser energy on wound healing. Laser Therapy. 1995; 7 (1): 11–8.
29. Bang S. Om fordelingen af bakterier ved drabende stråler i kulbue lysets spektrum. – Meddelelser fra Finsens Medicinske Lysinstitut; 1904; 9: 123–35.
30. Berki T, Nemeth P, Hegedus J. Biological effect of low-power helium-neon (He-Ne) laser irradiation. Lasers in Medicine Science. 1988; 3 (1): 35–9.
31. Berki T, Nemeth P, Hegedus J. Effect of low power, continuous wave He-Ne laser irradiation on in vivo cultured lymphatic cell lines and macrophages. Stud. biophys. 1985; 105 (3): 141–8.
32. Bie V. Om Lysets virkning paa Bakterier, Eksperimentielle Undersegelser. Copenhagen, Denmark: Gyldendalske Boghandels Forlag; 1903.
33. Bie V. Применение света в медицине. СПб.: Издание журнала «Практическая медицина» (В.С. Эттингер); 1906.
34. Bihari I, Mester AR. The biostimulative effect of low level laser therapy of long-standing crural ulcer using helium-neon laser, helium-neon plus infrared laser and non coherent light: preliminary report of a randomized double blind comparative study. Laser Therapy. 1989; 1 (2): 97–8.
35. Boulton M, Marshall J. He-Ne laser stimulation of human fibroblast proliferation and attachment *in vitro*. Lasers in The Life Science. 1986; 1 (2): 125–34.
36. Chung H, Dai T, Sharma SK. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. Ann. Biomed. Eng. 2012; 40 (2): 516–33.

37. Corazza AV, Jorge J, Kurachi C, Bagnato VS. Photobiomodulation on the angiogenesis of skin wounds in rats using different light sources. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2007; 25 (2): 102–6. doi: 10.1089/pho.2007.2011.
38. Craig JA, Barlas P, Baxter GD. Delayed-onset muscle soreness: lack of effect of combined phototherapy/low-intensity laser therapy at low pulse repetition rates. *J. Clin. Laser Med. Surg.* 1996; 14 (6): 375–80.
39. de Brito Vieira WH, Bezerra RM, Queiroz RAS. Use of low-level laser therapy (808 nm) to muscle fatigue resistance: a randomized double-blind crossover trial. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2014; 32 (12): 678–85. doi: 10.1089/pho.2014.3812/
40. de Sousa APC, Paraguassu GM, Silveira NTT. Laser and LED phototherapies on angiogenesis. *Lasers in Medical Science*. 2013; 28 (3): 981–7.
41. Demidova-Rice TN, Salomatina EV, Yaroslavsky AN. Low-level light stimulates excisional wound healing in mice. *Lasers Surg. Med.* 2007; 39 (9): 706–15.
42. Enwemeka CS. Light is light. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2005; 23 (2): 159–60.
43. Enwemeka CS. Low level laser therapy is not low. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2005; 23 (6): 529–30.
44. Enwemeka CS. The place of coherence in light induced tissue repair and pain modulation. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2006; 24 (4): 457–7.
45. Finsen NR. Om Anvendelse i Medicinen af Koncentrerede Kemiske Lysstråler. Copenhagen, Denmark: Gyldendalske Boghandels Forlag; 1896: 5–52.
46. Finsen NR. Ueber die Anwendung von concentrirten chemischen Lichtstrahlen in der Medicin. Leipzig, F.C.W. Vogel; 1899.
47. Finsen NR. Светолечение. СПб.; 1901.
48. Haina D. Animal experiments on light-induced woundhealing. *Biophysica Berlin*. 1973; 35 (3): 227–30.
49. Kubota J, Ohshiro T. The effects of diode laser low reactive-level lasertherapy (LLLT) on flap survival in a rat model. *Laser Therapy*. 1989; 1 (3): 127–33.
50. Laakso EL, Gramond T, Richardson C, Galligan JP. Plasma ASTH and p-endorphin levels in response to low level laser therapy (LLLT) for myofascial trigger points. *Lasers Therapy*. 1994; 6 (3): 133–41.
51. Liu TCY, Cheng L, Su WJ. Randomized, double-blind, and placebo-controlled clinic report of intra-nasal low-intensity laser therapy on vascular diseases. *International Journal of Photoenergy*. 2012. ArticleID 489713, 5 pages. doi: 10.1155/2012/489713.
52. Liu TCY, Wu DF, Gu ZQ, Wu M. Applications of intranasal low intensity laser therapy in sports medicine. *Journal of Innovation in Optical Health Science*. 2010; 3 (1): 1–16.
53. Lubart R, Friedman H, Levinshal T. Effect of light on calcium transport in bull sperm cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 1992; 15 (4): 337–41.
54. Lubart R, Friedmann H, Peled I, Grossman N. Light effect on fibroblast proliferation. *Laser Therapy*. 1993; 5 (2): 55–7.
55. Moller KI, Kongshoj B, Philipsen PA. How Finsen's Light Cured Lupus Vulgaris. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2005; 21: 118–24.
56. Niels Ryberg Finsen – Facts. Nobelprize.org. Nobel Media AB; 2014. Available from: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1903/finsen-facts.html.
57. Ohshiro T, Calderhead RG. Low level laser therapy: A practical introduction. Chichester–New-York–Brisbane–Toronto–Singapore, John Wiley&Sons; 1988.
58. Pizzo RCA, Speciali JG, Dach F. LEDytherapy for TMJ and cervicogenic headache treatment. Conference WALT. Abstracts. Bergen, Norway. 2010; 1: 62.
59. Pontinen P. The effect of hair lasers on skin blood flow. *Lasers in Surgery and Medicine*. 1995; 5 (1): 9.
60. Rieder H. Luft- und Lichttherapie; 1911.
61. Rieder H. Светолечение. СПб.: Издание журнала «Практическая медицина» (В.С. Эттингер); 1902.
62. Rochkind S, Nissan M, Lubart R. A single transcutaneous light irradiation to injured peripheral nerve: comparative study with five different wavelengths. *Lasers in Medicine Science*. 1989; 4 (3): 259–63.
63. Thunshelle C, Hamblin MR. Transcranial low-level laser (light) therapy for brain injury. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2016; 34 (12): 587–98.
64. Vinck EM, Cagnie BJ, Cornelissen MJ. Increased fibroblast proliferation induced by light emitting diode and low power laser irradiation. *Lasers Med. Sci.* 2003; 18 (2): 95–9.
65. Zigmund E, Varol C, Kaplan M. Low-level light therapy induces mucosal healing in a murine model of dextran-sodium-sulfate induced colitis. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2014; 32 (8): 450–7.

Библиографическая ссылка

Москвин С.В. Можно ли для лазерной терапии применять светоизлучающие диоды? // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. № 2. Публикация 3-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-2/3-2.pdf> (дата обращения: 26.04.2017). DOI: 10.12737/article_5909a3c0e5f805.90833502.

ОСНОВНЫЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ ЛАЗЕРНОГО ОСВЕЧИВАНИЯ КРОВИ

С.В. МОСКВИН¹, Т.В. КОНЧУГОВА², А.А. ХАДАРЦЕВ³

¹ ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России»,
Студенческая ул., 40, Москва, Россия, 121165

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации
и курортологии» Минздрава России,
Новый Арбат ул., 32, Москва, Россия, 121099

³ Медицинский институт ФГБОУ ВО «Тульский государственный
университет»,
Болдина ул., 128, Тула, Россия, 300012

Одной из наиболее известных методик лазерной терапии является лазерное осветивание крови. Известны два способа – внутривенное (ВЛОК) и неинвазивное (НЛОК) лазерное осветивание крови, которые развиваются независимо друг от друга, поскольку каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. В статье рассмотрены основные из существующих методик, которые представлены в виде таблиц (схем). Замена ультрафиолетового (УФ) осветивания крови УФ-лампами на лазерное УФ-осветивание крови (ЛУФОК®) позволила значительно упростить методику и повысить ее эффективность. Для ВЛОК наиболее эффективными следует признать комбинированные варианты применения: ВЛОК-635 + ЛУФОК® и ВЛОК-525 + ЛУФОК®. Для НЛОК самым эффективным является использование низкоинтенсивного импульсного лазерного излучения с длиной волны 635 нм и мощностью до 40 Вт.

Ключевые слова: лазерная терапия, лазерное осветивание крови.

THE COMMONEST THERAPEUTIC METHODS FOR LASER IRRADIATION OF BLOOD

S.V. MOSKVIN¹, T.V. KONCHUGOVA², A.A. KHADARTSEV³

¹ *Federal state budgetary institution «State Research Centre of Laser Medicine», Russian Federal Medico-Biological Agency, Studencheskaya ul., 40, Moscow, Russia, 121165*

² *Federal state budgetary institution «Russian Research Center of Medical Rehabilitation and Balneology», Ministry of Health of the Russian Federation, ul. Novy Arbat, 32, Moscow, Russia, 121099*

³ *Federal state budgetary educational institution of higher professional education «Medical Institute, Tula State University», Boldina ul., 128, Tula, Russia, 300012*

One of the most widely employed methods of laser therapy is laser irradiation of blood (LIB). There are two modifications of this technique, one being intravenous low-intensity laser irradiation of blood (ILIB), the other non-invasive blood irradiation (NLIB). The two methods have been developing independently since either has its advantages and disadvantages. The present article was designed to review the main currently available techniques for laser irradiation of blood which are presented in the form of tables (charts). Replacing the UV irradiation of blood with UV lamps by laser ultraviolet irradiation of blood (LUVIB®) has made it possible to significantly simplify the technique and enhanced its efficiency. The most effective options for ILIB are the combined techniques: ILIB-635 + LUVIB® and ILIB-525 + LUVIB. The most effective technique for ELIB is believed to be the use of low-intensity pulsed laser light with a wavelength of 635 nm and output power up to 40 W.

Key words: low-level laser therapy, laser irradiation of blood.

Лазерная терапия – один из методов физиотерапии, который получил наибольшее развитие и распространение в СССР, а затем в России. В профильной англоязычной литературе сообщается, что первыми данный метод предложили исследователи из Венгрии [1]. Однако в этот период в разных регионах СССР были проведены десятки исследований по терапевтическому применению низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) и опубликованы сотни статей и даже монографий, но поскольку все они были на русском языке, то остались незамеченными мировым профессиональным сообществом. Неопровержимым является и тот факт, что в настоящее время Россия считается безусловным лидером в этой области, именно российские специалисты разрабатывают самые эффективные методики лазерного терапевтического воздействия.

Безопасность и эффективность лазерной терапии давно доказаны [2, 3], детально изучены механизмы терапевтического (биологического) действия НИЛИ [4, 5], что позволяет более активно развивать направление в целом и различные методики в частности.

Одной из наиболее известных методик лазерной терапии является лазерное осветивание крови [6–8], которое реализуется в двух вариантах: инвазивно (внутривенно) и неинвазивно (чрескожно). Внутривенное лазерное осветивание крови (ВЛОК) первыми применили в клинической практике (кардиология и кардиохирургия) Е.Н. Мешалкин и В.С. Сергиевский [9, 10], они использовали гелий-неоновые лазеры с длиной волны 633 нм и мощностью 1–2 мВт, но в настоящее время воздействие проводится с помощью НИЛИ с разной длиной волны (от ультрафиолетового (УФ) до инфракрасного (ИК) спектра) и различной мощностью (от 1–2 до 25 мВт) [11, 12]. Для неинвазивного лазерного осветивания крови (НЛОК) чаще всего используют импульсные лазерные диоды (ЛД) красного спектра (длина волны 635 нм, длительность импульса 100–150 нс, импульсная мощность 5 Вт для 1 ЛД и до 40 Вт для матрицы из 8 ЛД), чаще всего матричные [13, 14].

Области применения лазерного осветивания крови в терапевтических целях постоянно расширяются:

- акушерство и гинекология [15];
- дерматология и косметология [16];
- неврология [17, 18];
- оториноларингология [19];
- педиатрия [20];
- психиатрия [21];
- стоматология [22];
- урология [23] и др.

Методики лазерного осветивания крови постоянно совершенствуются, в последнее время к российским медицинским технологиям возрос интерес во всем мире. В статье рассматриваются только основные их варианты, модификаций которых может быть достаточно много. Обращаем внимание на два обстоятельства. Во-первых, экстракорпоральное осветивание крови применялось только при использовании некогерентных источников света (ламп), доставка энергии лазерного света осуществляется более простыми способами – внутривенно (по световоду) и неинвазивно (чрескожно). Во-вторых, НЛОК – это всегда воздействие на проекцию крупных кровеносных сосудов. Осветивание периферических сосудов любой локализации типа «лазерных часов» на запястье [24] или эндоназально [25] (китайские варианты) – лишь дискредитация метода [6].

Эту работу можно характеризовать как систематизированный обзор, поскольку процитировать даже основные публикации по данной теме не представляется возможным из-за их огромного числа, важнее отследить тенденции развития метода. Англоязычных публикаций немного, лишь несколько десятков, но на русском языке их не менее 5000, только патентов выдано более 300 (включая патенты с использованием некогерентных источников света), поэтому приведены лишь некоторые обзорные работы, а данные различных исследований систематизированы в базовые лечебные схемы и рекомендации.

Для понимания стратегии совершенствования методик лазерной терапии в целях повышения их эффективности необходимо знать механизмы биомодули-

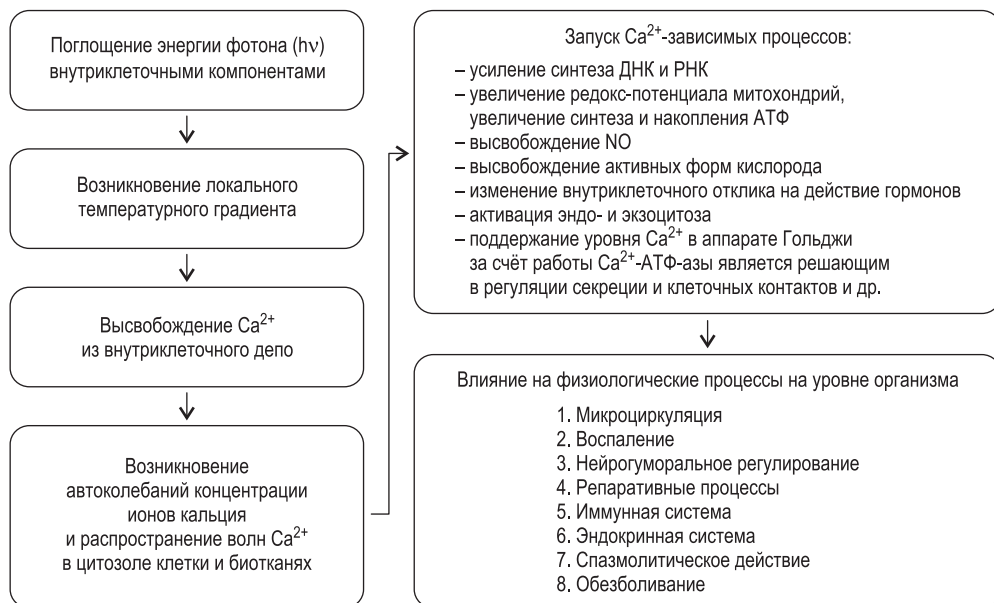


Рис. Последовательность развития биологических эффектов от лазерного воздействия

рующего действия НИЛИ, которые можно представить в виде такой последовательности: в результате освечивания внутри клетки возникают температурный градиент и кратковременное повышение концентрации ионов кальция (Ca^{2+}), высвобождаемых из внутриклеточного депо, с развитием каскада ответных реакций организма на внешнее воздействие – нормализуется работа иммунной и сосудистой систем, активизируются метаболические и пролиферативные процессы, оказывается обезболивающее действие и др. (см. рис.) [4, 5, 26, 27]. Обращаем внимание на то, что все лазер-индуцированные биоэффекты Ca^{2+} -зависимые, что объясняет неспецифичность и многогранность ответных реакций живого организма. Нелинейный характер зависимостей «энергетическая плотность НИЛИ – эффект» и «экспозиция (время освечивания) – эффект» объясняется особенностями работы внутриклеточных депо кальция, а отсутствие спектра действия (специфичной зависимости от длины волны НИЛИ) – термодинамическим характером их включения (запуском процесса высвобождения ионов кальция).

В современной лазерной терапевтической аппаратуре чаще всего используют ЛД, которые позволяют применять выносные лазерные излучающие головки, специализированные под методы воздействия. Современные лазерные терапевтические аппараты позволяют проводить как ВЛОК, так и НЛОК, а также другие способы лазерного воздействия. Максимальная эффективность лечения обусловлена в том числе оптимизацией конструкции лазерных головок, например, для ВЛОК используется специальная система фиксации одноразовых световодов и самих головок на руке, для НЛОК – матричные излучающие головки.

Требования к протоколам проведения процедур лазерной терапии в России. Методы лазерной терапии

Выполнять требования протокола строго обязательно, поскольку однозначно доказана необходимость задания всех параметров методики, перечисленных ниже. Неправильно реализованный даже один из параметров не позволит получить прогнозируемый и адекватный ответ на воздействие лазерным светом, соответственно, и нужный лечебный эффект.

Обращаем внимание на то, что в большинстве случаев требуются минимальные энергии НИЛИ для успешной реализации методик лазерной терапии, а увеличение мощности и экспозиции может привести к ингибирующему эффекту. Однако есть методики, в которых требуются предельные значения плотности мощности, но их мало.

Все методики лазерной терапии обязательно должны содержать следующую информацию [6–8].

1. Длина волны лазерного света измеряется в нанометрах (нм). Наиболее распространенные в лазерной терапии длины волн:
 - 365–405 нм – УФ-спектр;
 - 440–445 нм – синий спектр;
 - 520–525 нм – зеленый спектр;
 - 635 нм – красный спектр;
 - 780–785 нм – ИК-спектр;
 - 890–904 нм – ИК-спектр.

Недопустимо светить одновременно на одну область лазерными и/или некогерентными источниками света с разной длиной волны из-за ингибирующего взаимовлияния.

2. Режим работы лазера: непрерывный, модулированный, импульсный.
3. Мощность излучения НИЛИ. Средняя мощность непрерывных лазеров, работающих как в непрерывном, так и в модулированном режимах, измеряется в милливаттах (мВт), импульсная (пиковая) мощность импульсных лазеров измеряется в ваттах (Вт).
4. Частота модуляции или частота повторения импульсов для импульсного режима – количество колебаний (импульсов) в единицу времени (с). Измеряется в герцах (Гц, 1/с).
5. У импульсных лазеров важным параметром является длительность светового импульса, это постоянная величина (чаще всего 100–150 нс). Средняя мощность импульсных лазеров (P_{cp}) прямо пропорциональна импульсной мощности ($P_{и}$), длительности импульса ($t_{и}$) и частоте ($F_{и}$): $P_{cp} = P_{и} t_{и} F_{и}$.
6. Площадь освечивания измеряется в квадратных сантиметрах (см²). Почти всегда необходимая площадь обеспечивается методикой без проведения ненужных измерений, например, при контактно-зеркальной методике площадь принимается равной 1 см². У матричных излучателей ЛД должны располагаться таким образом, чтобы площадь их воздействия обеспечивала кратность по плотности мощности. Например, 8 (чаще всего) импульс-

ных ЛД мощностью 10 Вт каждый располагаются на площади поверхности 8 см^2 , при контакте с кожей плотность мощности будет, соответственно, 10 Вт/см^2 . При проведении лазерной акупунктуры или ВЛОК площадь не указывается, поскольку область воздействия слишком мала и ведущую роль играют рассеяние и поглощение энергии лазерного света в объеме биотканей.

7. Плотность мощности измеряется в ваттах или милливаттах на квадратный сантиметр (Вт/см^2 или мВт/см^2).
8. Экспозиция (время воздействия) на одну область (зону) и общее время за процедуру измеряются в секундах (с) или минутах (мин). Это очень важный параметр, который почти никогда нельзя менять. Общее время процедуры лазерной терапии (последовательное воздействие на все области) не должно превышать 20 мин, на одну область – 5 мин (кроме ВЛОК).
9. Локализация воздействия (методика).
10. Количество процедур на курс и периодичность их проведения.

Расчеты энергии, измеряемой в джоулях (Дж или $\text{Вт} \times \text{с}$), и энергетической плотности (Дж/см^2 или $\text{Вт} \times \text{с/см}^2$) не проводятся, поскольку в этой информации нет необходимости для обеспечения эффективной лазерной терапии.

В схему лазерной терапии целесообразно включать один из методов общего воздействия (лазеропунктура и/или ВЛОК) и воздействие непосредственно на область поражения (местная, чрескожная или полостная методики, а также сочетанный метод – лазерофорез).

Местное воздействие НИЛИ проводится непосредственно на пораженную область, находящуюся близко к поверхности тела, либо контактно через зеркальную насадку, либо дистанционно – на небольшом расстоянии от поверхности (1–2 см), стабильно.

Для местного лазерного воздействия чаще всего используют:

- непрерывное НИЛИ красного спектра (635 нм), плотность мощности 10–15 мВт/см^2 ;
- импульсное НИЛИ красного спектра (635 нм), плотность мощности 4–5 Вт/см^2 , длительность импульса 100–150 нс, частота 80–10 000 Гц;
- импульсное НИЛИ ИК-спектра (890–904 нм), плотность мощности – 8–10 Вт/см^2 , длительность импульса 100–150 нс, частота 80–10 000 Гц.

Частота для импульсных лазеров варьирует в зависимости от требуемого эффекта: регенерация и противовоспалительный эффект – 80–150 Гц, обезболивание – 3000–10 000 Гц. На одну область до 2–3 локальных зон, экспозиция на каждую зону по 2–5 мин. Воздействовать на 1 зону больше 5 мин недопустимо.

Внутривенное лазерное освечивание крови

При ВЛОК используется только НИЛИ в непрерывном режиме, воздействие проводят через специальные одноразовые стерильные световоды с пункционной иглой, чаще всего в кубитальную вену [12].

Характеристика методик ВЛОК-635, ВЛОК-525, ВЛОК-365, ВЛОК-405 (ЛУФОК®)

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	635 (красный)	ВЛОК-635
	525 (зеленый)	ВЛОК-525
	365 (УФ)	ВЛОК-365 (ЛУФОК®)
	405 (фиолетовый)	ВЛОК-405 (ЛУФОК®)
Режим работы лазера	Непрерывный	–
Мощность излучения, мВт	1,5–2	На выходе одноразового световода
Экспозиция, мин	10–20	ВЛОК-635
	7–8	ВЛОК-525
	3–5	ВЛОК-365 (ЛУФОК®)
	3–5	ВЛОК-405 (ЛУФОК®)
Локализация	Вена локтевая срединная (<i>v. mediana cubiti</i>)	В левую или правую руку
Методика	Внутривенно	Через одноразовый стерильный световод
Количество процедур на курс	10–12	–

Для реализации ВЛОК в настоящее время применяются дифференцированные методики с использованием лазерного света различного спектра (табл. 1):

1. ВЛОК-635 («классическая», базовая; длина волны 635 нм, красный спектр, мощность 1,5–2 мВт, экспозиция 10–20 мин) обладает универсальным действием, оказывает положительное влияние как на иммунную систему, так и на трофическое обеспечение тканей.
2. ВЛОК-525 (длина волны 525 нм, зеленый спектр, мощность 1,5–2 мВт, экспозиция 7–8 мин) рекомендуется для максимального усиления трофического обеспечения тканей.
3. ВЛОК-365 и ВЛОК-405 (длина волны 365–405 нм, мощность 1,5–2 мВт, экспозиция 3–5 мин) – лазерное УФ-освечивание крови (ЛУФОК®) – предпочтительно для коррекции иммунных нарушений, возникших вследствие болезни или травмы.

Существует много вариантов методик и правила варьирования параметрами, которые нельзя нарушать.

Мощность (1,5–2 мВт) не меняется, но в ряде случаев ее увеличивают до 20–25 мВт, используя специальные лазерные излучающие головки, или меняют от процедуры к процедуре. Но с этим регулированием необходимо быть предельно внимательными и использовать только по назначению и лишь при некоторых нозологических формах.

Экспозиция – «стандартное» время проведения процедуры для ВЛОК-635 может увеличиться иногда до 25–30 мин, но не более [10]! Необходимо знать особенности применения ВЛОК-635 в старшей возрастной группе (уменьшение экспозиции в 2 раза) [28]. В педиатрии действует правило: меньше возраст – ниже энергетическая плотность [20, 29], для ВЛОК-635 это выражается в уменьшении

экспозиции до 5–7 мин, хотя мы убеждены, что практически всегда внутривенный способ для детей можно успешно заменить наружным освечиванием надключичной области.

В настоящее время все большее распространение получают комбинированные методики: ВЛОК-525 + ЛУФОК® (табл. 2) и ВЛОК-635 + ЛУФОК® (табл. 3). Акцентируем внимание на том, что воздействие проводится через день. Категорически НЕДОПУСТИМО проведение ВЛОК с разной длиной волны одному пациенту в один день, тем более одновременно.

Таблица 2

Характеристика комбинированной методики ВЛОК-525 + ЛУФОК® (базовая)

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	365–405 (УФ)	ЛУФОК®
	520–525 (зеленый)	ВЛОК-525
Режим работы лазера	Непрерывный	–
Мощность излучения, мВт	1,5–2	На выходе одноразового световода
Экспозиция, мин	3–5	ЛУФОК®
	7–8	ВЛОК-525
Локализация	Вена локтевая срединная (<i>v. mediana cubiti</i>)	В левую или правую руку
Методика	Внутривенно	Через одноразовый стерильный световод
Количество процедур на курс	10–12	Ежедневно, чередуя через день ВЛОК-525 и ЛУФОК®

Таблица 3

Характеристика комбинированной методики ВЛОК-635 + ЛУФОК®

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	365–405 (УФ)	ЛУФОК®
	635 (красный)	ВЛОК-635
Режим работы лазера	Непрерывный	–
Мощность излучения, мВт	1,5–2	На выходе одноразового световода
Экспозиция, мин	3–5	ЛУФОК®
	10–20	ВЛОК-635
Локализация	Вена локтевая срединная (<i>v. mediana cubiti</i>)	В левую или правую руку
Методика	Внутривенно	Через одноразовый стерильный световод
Количество процедур на курс	10–12	Ежедневно, чередуя через день ВЛОК-635 и ЛУФОК®

Чередование процедур позволяет оптимизировать как воздействие на иммунную систему, в дни, когда проводится ЛУФОК®, так и трофическое обеспечение тканей, в дни, когда проводится ВЛОК-635 или ВЛОК-525 (более эффективный вариант).

Неинвазивное лазерное освечивание крови

При НЛОК воздействие осуществляют на проекцию крупных кровеносных сосудов (артерии или вены), близлежащих к очагу поражения. Для НЛОК чаще всего используют импульсные лазеры преимущественно красного (635 нм) или ИК (890–904 нм) спектров и матричные (8 ЛД) излучатели с площадью освещиваемой поверхности 10 см² либо с одиночным лазером и зеркальной насадкой с площадью освещиваемой поверхности 1 см². В любом случае плотность мощности идентичная (табл. 4) [14]:

- НЛОК-635 – наиболее эффективный вариант, импульсное НИЛИ красного спектра (635 нм), площадь мощности 4–5 Вт/см², длительность импульса 100–150 нс, частота 80 Гц;
- НЛОК-904 – импульсное НИЛИ ИК-спектра (890–904 нм), площадь мощности 8–10 Вт/см², длительность импульса 100–150 нс, частота 80 Гц.

Таблица 4

Характеристика методик НЛОК-635 и НЛОК-904

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	635 (красный)	НЛОК-635
	904 (ИК)	НЛОК-904
Режим работы лазера	Импульсный	–
Длительность светового импульса, нс	100–150	–
Мощность излучения, Вт	30–40	Матричная излучающая головка, НЛОК-635
	60–80	Матричная излучающая головка, НЛОК-904
Плотность мощности, Вт/см ² (площадь поверхности 10 см ²)	3–4	НЛОК-635
	6–8	НЛОК-904
Частота, Гц	80–150	–
Экспозиция на 1 зону, мин	2–5	–
Количество зон воздействия	2–4	Симметрично
Локализация	На проекцию крупных кровеносных сосудов, близлежащих к очагу поражения	См. в тексте
Методика	Контактная	Через прозрачную насадку
Количество процедур на курс	10–12	Ежедневно

Для НЛОК используются следующие локализации воздействия:

- проекция общей сонной артерии (синокаротидная зона), симметрично (зона 2);
- проекция позвоночной артерии, симметрично (зона 3);
- надключичная область слева (зона 4);
- сосудистые пучки в паховой области, симметрично (зона 5);
- подколенная ямка, симметрично (зона 6).

Частота повторения импульсов фиксированная (80–150 Гц), вопрос о возможности и допустимости ее увеличения (т. е. средней мощности для импульсных

Таблица 5

Сравнение ВЛОК-635 и НЛОК-635

Параметр	ВЛОК-635	НЛОК-635
Низкая себестоимость	Нет	Да
Простота реализации	Нет	Да
Потенциальная возможность инфицирования	Да	Нет
Расходные материалы	Есть	Нет
Локализация воздействия	Вена локтевая срединная (<i>v. mediana cubiti</i>)	На проекцию крупных кровеносных сосудов (артерии или вены), близлежащих к очагу поражения
Экспозиция, мин	2–30	Не более 5
Травматичность	Да	Нет
Дополнительные требования к помещению, где проводится процедура	Да	Нет
Эффективность	Ниже	Выше
Время процедуры, мин	7–30 (в среднем 15)	2–5
Дополнительный психологический эффект	Есть	Нет

лазеров) в настоящее время не изучены. Рекомендуется проводить воздействие на симметричные зоны, экспозиция на каждую по 2–5 мин. Воздействовать на 1 зону больше 5 мин недопустимо!

В табл. 5 представлены основные преимущества и недостатки 2 способов воздействия на кровь.

Анализ публикаций по изучению механизмов терапевтического действия одного из самых известных способов лазерной терапии – лазерного освечивания крови, а также имеющегося уже многолетнего практического опыта его применения позволяет с уверенностью говорить о перспективности этого направления. Причем оба метода – ВЛОК и НЛОК – развиваются независимо друг от друга, поскольку каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Замена УФ-освечивания крови УФ-лампами на ЛУФОК® позволила значительно упростить данную методику и повысить ее эффективность. Для ВЛОК наиболее эффективными следует признать комбинированные варианты использования: ВЛОК-635 + ЛУФОК® и ВЛОК-525 + ЛУФОК®. Для НЛОК самым эффективным является использование НИЛИ с длиной волны 635 нм и мощностью до 40 Вт (в матрице из 8 ЛД).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: С.М., Т.К.

Сбор и обработка материала: С.М., А.Х.

Статистическая обработка данных: С.М., А.Х.

Написание текста: С.М.

Редактирование: Т.К.

Литература / References

1. Mester E, Ludani G, Selyer M, Szende B, Total GJ. The stimulating effect of low power laser rays on biological systems. *Laser Rev.* 1968; 1: 3–8.
2. Капустина Г.М., Москвин С.В., Титов М.Н. Внутривенное лазерное облучение крови. *Medical Marketing & Media.* 1996; (24): 20–21. [Kapustina GM, Moskvina SV, Titov MN. Intravenous laser irradiation of blood (ILIB). *Medical Marketing & Media.* 1996; (24): 20–21. (In Russ.).]
3. Москвин С.В. Лазеротерапия как современный этап гелиотерапии (исторический аспект). *Лазерная медицина.* 1997; 1 (1): 44–49. [Moskvina SV. Laser therapy as a modern stage of heliotherapy (the historical aspect). *Lazernaya meditsina.* 1997; 1 (1): 44–49. (In Russ.).]
4. Москвин С.В. *Лазерная терапия в дерматологии: витилиго.* М.: Техника; 2003. [Moskvina SV. *Lazernaya terapiya v dermatologii: vitiligo.* M.: Tekhnika; 2003. (In Russ.).]
5. Москвин С.В. К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения. *Вестник новых медицинских технологий.* 2008; 15 (1): 167–172. [Moskvina SV. On the problem of the mechanisms of the therapeutic effect of the low intensity laser irradiation. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii.* 2008; 15 (1): 167–172. (In Russ.).]
6. Москвин С.В. *Эффективность лазерной терапии.* Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. М.–Тверь: Триада; 2014. [Moskvina SV. *Effektivnost' lazernoi terapii.* Seriya «Effektivnaya lazernaya terapiya». T. 2. M.–Tver': Triada; 2014. (In Russ.).]
7. Москвин С.В. *Основы лазерной терапии.* Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. М.–Тверь: Триада; 2016. [Moskvina SV. *Osnovy lazernoi terapii.* Seriya «Effektivnaya lazernaya terapiya». T. 1. M.–Tver': Triada; 2016. (In Russ.).]
8. Герасименко М.Ю., Гейниц А.В. *Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах:* Клинические рекомендации. М.; 2015. [Gerasimenko MYu, Geinits AV. *Lazernaya terapiya v lechebno-reabilitatsionnykh i profilakticheskikh programmakh:* Klinicheskie rekomendatsii. M.; 2015. (In Russ.).]
9. Мешалкин Е.Н., Сергиевский В.С. *Применение прямого лазерного облучения в экспериментальной и клинической кардиохирургии:* Научные труды. Новосибирск: Наука; 1981. [Meshalkin EN, Sergievskii VS. *Primenenie pryamogo lazernogo oblucheniya v eksperimental'noi i klinicheskoi kardiokhirurgii:* Nauchnye trudy. Novosibirsk: Nauka; 1981. (In Russ.).]
10. Мешалкин Е.Н., Сергиевский В.С. *Применение низкоэнергетического гелий-неонового лазера в кардиологии и кардиохирургии. Лазеры в хирургии.* Под ред. Скобелкина О.К. М.: Медицина; 1989: 238–243. [Meshalkin EN, Sergievskii VS. *Primenenie nizkoenergeticheskogo geliy-neonovogo lazera v kardiologii i kardiokhirurgii. Lazery v khirurgii.* Pod red. Skobelkina OK. M.: Meditsina; 1989: 238–243. (In Russ.).]
11. Гейниц А.В., Москвин С.В. *Новые технологии внутривенного лазерного облучения крови: «ВЛОК+УФОК» и «ВЛОК-405».* Тверь: Триада; 2009. [Geinits AV, Moskvina SV. *Novye tekhnologii vnutrivennogo lazernogo oblucheniya krovi: «VLOK+UFOK» i «VLOK-405».* Tver': Triada; 2009. (In Russ.).]
12. Гейниц А.В., Москвин С.В., Ачилов А.А. *Внутривенное лазерное облучение крови.* М.–Тверь: Триада; 2012. [Geinits AV, Moskvina SV, Achilov AA. *Vnutrivennoe lazernoe obluchenie krovi.* M.–Tver': Triada; 2012. (In Russ.).]
13. Жуков Б.Н., Лысов Н.А., Махова А.Н., Богуславский Д.Г., Махлин А.Э., Воробьев И.А., Москвин С.В. Экспериментальное обоснование использования лазерного излучения при аутодермопластике. *Лазерная медицина.* 2003; 7 (3–4): 45–54. [Zhukov BN, Lysov NA, Makhova AN, Boguslavskii DG, Makhlin AE, Vorob'ev IA, Moskvina SV. Experimental justification of laser irradiation in autografting. *Lazernaya meditsina.* 2003; 7 (3–4): 45–54. (In Russ.).]
14. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Кочетков А.В., Петлев А.А., Наседкин А.А. *Терапия матричными импульсными лазерами красного спектра излучения.* Тверь: Триада; 2007. [Moskvina SV, Nasedkin AN, Kochetkov AV, Petlev AA, Nasedkin AA. *Terapiya matrichnymi impul'snymi lazerami krasnogo spektra izlucheniya.* Tver': Triada; 2007. (In Russ.).]
15. Федорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А. *Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии.* М.–Тверь: Триада; 2009. [Fedorova TA, Moskvina SV, Apolikhina IA. *Lazernaya terapiya v akusherstve i ginekologii.* M.–Tver': Triada; 2009. (In Russ.).]
16. Гейниц А.В., Москвин С.В. *Лазерная терапия в косметологии и дерматологии.* М.–Тверь: Триада; 2010. [Geinits AV, Moskvina SV. *Lazernaya terapiya v kosmetologii i dermatologii.* M.–Tver': Triada; 2010. (In Russ.).]
17. Кочетков А.В., Москвин С.В. *Лазерная терапия больных церебральным инсультом.* Тверь: Триада; 2004. [Kochetkov AV, Moskvina SV. *Lazernaya terapiya bol'nykh tserebral'nyim insultom.* Tver': Triada; 2004. (In Russ.).]
18. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. *Лазерная терапия в неврологии.* М.–Тверь: Триада; 2012. [Kochetkov AV, Moskvina SV, Karneev AN. *Lazernaya terapiya v nevrologii.* M.–Tver': Triada; 2012. (In Russ.).]
19. Наседкин А.Н., Москвин С.В. *Лазерная терапия в оториноларингологии.* М.–Тверь: Триада; 2011. [Nasedkin AN, Moskvina SV. *Lazernaya terapiya v otorinolaringologii.* M.–Tver': Triada; 2011. (In Russ.).]

20. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. *Лазерная терапия в педиатрии*. М.–Тверь: Триада; 2009. [Moskvin SV, Nasedkin AN, Osin AY, Khan MA. *Lazernaya terapiya v pediatrii*. М.–Тверь: Triada; 2009. (In Russ.)].
21. Наседкин А.А., Москвин С.В. *Лазерная терапия больных героиновой наркоманией*. Тверь: Триада; 2004. [Nasedkin AA, Moskvin SV. *Lazernaya terapiya bol'nykh heroinovoi narkomaniei*. Tver': Triada; 2004. (In Russ.)].
22. Амирханян А.Н., Москвин С.В. *Лазерная терапия в стоматологии*. М.–Тверь: Триада; 2008. [Amirkhanyan AN, Moskvin SV. *Lazernaya terapiya v stomatologii*. М.–Тверь: Triada; 2008. (In Russ.)].
23. Иванченко Л.П., Коздоба А.С., Москвин С.В. *Лазерная терапия в урологии*. М.–Тверь: Триада; 2009. [Ivanchenko LP, Kozdoba AS, Moskvin SV. *Lazernaya terapiya v urologii*. М.–Тверь: Triada; 2009. (In Russ.)].
24. Litscher G, Litscher D. A laser watch for simultaneous laser blood irradiation and laser acupuncture at the wrist. *Integr Med Int*. 2016; 3: 75–81. <https://doi.org/10.1159/000448099>.
25. Liu TCY, Wu DF, Gu ZQ, Wu M. Applications of intranasal low intensity laser therapy in sports medicine. *Journal of Innovation in Optical Health Science*. 2010; 3 (1): 1–16. <https://doi.org/10.1142/s1793545810000836>.
26. Moskvin S. Low-level laser therapy (LLLT) in Russia: history of study of biomodulation action (BMA) mechanisms of low-intensity laser irradiation (LILI) and its therapeutic application practice. SPIE Photonics West 2016 BIOS. Conference 9695: Mechanisms of Photobiomodulation Therapy XI. 2016: 137.
27. Moskvin SV. Low-level laser therapy in Russia: history, science and practice. *Journal of Lasers in Medical Sciences*. 2016; 7 (4): 110–115.
28. Давыденко Т.Е. *Внутрисосудистое лазерное облучение крови в комплексной терапии распространенного атеросклероза у больных пожилого и старческого возраста*: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2006. [Davaydenko TE. *Vnutrisosudistoe lazernoe obluichenie krovi v kompleksnoi terapii rasprostranennogo ateroskleroza u bol'nykh pozhilogo i starchyesкого возраста*: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. SPb.; 2006. (In Russ.)].
29. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. *Лазерная терапия в педиатрии*. М.: ЭКСМО; 2010. [Moskvin SV, Nasedkin AN, Osin AY, Khan MA. *Lazernaya terapiya v pediatrii*. М.: EKSMO; 2010. (In Russ.)].

Информация об авторах:

* Москвин Сергей Владимирович, д. б. н. [Sergey V. Moskvin, D.Bi.Sci., PhD, Professor]; адрес: Студенческая ул., 40, Москва, Россия, 121165 [address: Studencheskaya ul., 40, Moscow, Russia, 121165]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1503-0742>; eLibrary SPIN: 1373-5819; e-mail: 7652612@mail.ru;

Кончугова Татьяна Венедиктовна, д. м. н. [Tatiana V. Konchugova, MD, PhD, Professor]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>; eLibrary SPIN: 3198-9797; e-mail: umc-rnc@mail.ru;

Хадарцев Александр Агубечирович, д. м. н. [Alexander A. Khadartsev, MD, PhD, Professor]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6507-5877>; eLibrary SPIN: 6193-7543; e-mail: ahadar@yandex.ru

Информация

Рукопись получена: 26.11.2016. Одобрена к публикации: 08.01.2017.

Как цитировать:

Москвин С.В., Кончугова Т.В., Хадарцев А.А. Основные терапевтические методики лазерного освечения крови. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2017; 94 (5): 10–17. doi: 10.17116/kurort201794510-17

To cite the article:

Moskvin S.V., Konchugova T.V., Khadartsev A.A. The commonest therapeutic methods for laser irradiation of blood. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2017; 94 (5): 10–17. doi: 10.17116/kurort201794510-17

ЛАЗЕРНАЯ АКУПУНКТУРА: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ, МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ПАРАМЕТРЫ МЕТОДИК

С.В. МОСКВИН*, Л.Г. АГАСАРОВ**

* ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России»,
ул. Студенческая, д. 40, Москва, 121151, Россия, e-mail: 7652612@mail.ru

** ФГБУ «РНЦМРиК» Минздрава России,
Новый Арбат, д. 32, Москва, 121099, Россия, e-mail: lev.agasarov@mail.ru

Аннотация. Лазерная акупунктура – один из методов лазерной терапии, заменяющий в традиционной методике китайской акупунктуры иглы. При этом низкоинтенсивный лазерный свет является не только очень удобной заменой традиционных игл и достаточно сложной манипуляционной техники их использования, но и более эффективным инструментом.

В России метод используется в клинической практике с 1970 года, показано, что наиболее оптимальным для лазерной акупунктуры является использование лазерного света с длиной волны 635 нм (красный спектр) мощностью не более 2–3 мВт на выходе световода или специальной насадки диаметром не более 1–1,5 мм, при этом экспозиция должна быть строго в диапазоне 20–40 с для корпоральных точек и 5–10 с – для аурикулярных. Воздействие на точки акупунктуры проводится последовательно в соответствии с рецептом, на курс не более 10–12 ежедневных процедур.

Ключевые слова: лазерная терапия, лазерная акупунктура, низкоинтенсивное лазерное излучение.

LASER ACUPUNCTURE: BASIC PRINCIPLES, METHODOLOGICAL APPROACHES AND PARAMETERS OF TECHNIQUES

S.V. MOSKVIN*, L.G. AGASAROV**

* O.K. Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine under the Federal Medical Biological Agency,

Studencheskaya Str., 40, Moscow, 121151, Russia, e-mail: 7652612@mail.ru

** Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Rehabilitation and Resort Medicine» of the Ministry of Health of Russia,
Novy Arbat, 32, Moscow, 121099, Russia, e-mail: lev.agasarov@mail.ru

Abstract. Laser acupuncture is one of low level laser therapy methods, replacing the traditional technique of Chinese needle acupuncture. At the same time, low-intensity

laser light is not only a very convenient replacement for traditional needles and for a rather complicated handling technique of their use, but also a more efficient tool.

In Russia, the method has been used in clinical practice since 1970; it has been shown that for laser acupuncture the most optimal is the application of laser light with a wavelength of 635 nm (red spectrum) with a power of no more than 2–3 mW at the output of a light guide or a special nozzle with a diameter of not more than 1–1.5 mm, while the exposure should be strictly in the range of 20–40 s for corporal points and 5–10 s for auricular. The impact on acupuncture points is carried out consistently in accordance with the recipe, with no more than 10–12 daily procedures for a course.

Key words: low level laser therapy, laser acupuncture, low-intensity laser light.

Лазерная акупунктура – один из двух методов лазерной терапии общего (системного) воздействия на организм человека и животного. Второй метод – лазерное освечивание крови, либо чрескожно, либо внутривенно. Для максимально эффективной лазерной терапии рекомендуется эти методы всегда комбинировать с местным лазерным освечиванием (в проекцию патологического очага) [43].

В англоязычной среде принято считать, что *F.M.W. Plog* (1980) [107] первым в 1973–1974 годах применил лазерный свет для акупунктуры [110]. С 1979 года в Китае методику для лечения хирургических больных широко использовал *Y.C. Zhou* (1984) [112]. Лазерную акупунктуру наравне с другими методами лазерной терапии в России (тогда СССР) стали применять в период с 1970-го по 1972 год для лечения больных астмой, алопецией, гипертонией, некоторыми неврологическими заболеваниями [19, 97, 100].

Первые публикации в России, посвящённые изучению особенностей воздействия лазерного света на *точки акупунктуры* (ТА), фундаментальных основ и механизмов биомодулирующего действия *низкоинтенсивного лазерного излучения* (НИЛИ), обоснованию оптимальных параметров методики, появились значительно раньше [24, 25]. Российскими основоположниками современной методологии лазерной акупунктуры стали Г.Я. Анищенко с соавт. (1991) [8] и В.А. Буйлин (2002) [13]. Также нельзя не упомянуть замечательную украинскую школу [70, 71].

Лазерная акупунктура упоминается как один из вариантов рефлексотерапии во многих тематических пособиях и монографиях [3, 4, 89–92]. Суть методики заключается в активации биологически активных зон, называемых также ТА, посредством воздействия на них НИЛИ. Для инициирования отклика ТА освечиванием и запуска цепочки ответной реакции организма достаточно микроскопических энергий, поэтому в методике используются минимальные мощность лазерного излучения и экспозиция. Превышение установленных значений приводит к подавлению активности точек, они перестают «работать». ТА – проецируемый на кожу участок наибольшей активности системы взаимодействия: *покров тела – внутренние органы*. Физиологические характеристики ТА достаточно специфичны и связаны с изменением функционального состояния внутренних органов и сопряжённых с ними нервных связей соответствующих отделов головного мозга. Локализация ТА и последовательность воздействия на них (рецепт) выбирают со-

гласно правилам китайской медицины, однако в методиках лазерной акупунктуры практически всегда сокращают «классическое» число точек, упрощая процедуру.

Для обеспечения избирательности, активации нужной ТА, а не соседней, обладающей другими свойствами, освечивать нужно очень небольшую область, диаметром не более 1–1,5 мм. Для концентрации лазерного света предназначены специальные акупунктурные насадки (рис. 1), которые также могут использоваться для методики прочерчивания (применяется в дерматологии и косметологии) [20].



Рис. 1. Процесс лазерного освечивания точки акупунктуры

В середине 70-х годов прошлого века рядом российских исследователей показано, что НИЛИ, непосредственно воздействуя на нервную ткань, вызывает многочисленные ответные реакции, среди которых: модуляция возбудимости интактного двигательного нерва [55], изменение частоты генерации потенциалов действия нейрона [92], активация синаптических процессов, увеличение скорости элементарных реакций и сокращение времени передачи возбуждения с пресинаптических структур на постсинаптические [6], деполяризация мембраны нейрона, учащение его импульсной активности и усиление биоэнергетических процессов [5], ускорение роста молодых аксонов, процесса миелинизации осевых цилиндров [67], ускорение регенерации периферического нерва, восстановление его функций и биоэлектрической активности денервированной скелетной мышцы [26, 75, 85, 96].

Эти работы стали фундаментальной научной основой для обоснования методики воздействия на рефлекторные зоны и собственно лазерной акупунктуры, а саму методику назвали «рефлексотерапия», акцентируя внимание на связь ТА с рефлекторным откликом нервной системы. В России есть отдельная медицинская специальность «врач-рефлексотерапевт» [63], но именно лазерную акупунктуру могут проводить и другие специалисты, оказывая медицинскую услугу «Лазеропунктура» (шифр: А17.01.002.03) [65], руководствуясь достаточно широким спектром показаний и противопоказаний [64].

Лазерный свет является не только очень удобной заменой традиционных игл и достаточно сложной манипуляционной техники их использования, но и более эффективным инструментом. Интерес в этом аспекте представляет исследование Е.В. Денисовой (2004) [23], непосредственно сравнившей эффективность классической иглорефлексотерапии, воздействие на точки акупунктуры электромагнитного излучения *крайне-высокочастотного* (КВЧ) диапазона и НИЛИ у больных гонартрозом. Было показано, что наиболее предпочтителен вариант именно лазерного воздействия КВЧ-излучением, при этом использование для акупунктуры также эффективнее, чем использование традиционных игл (рис. 2) [54].

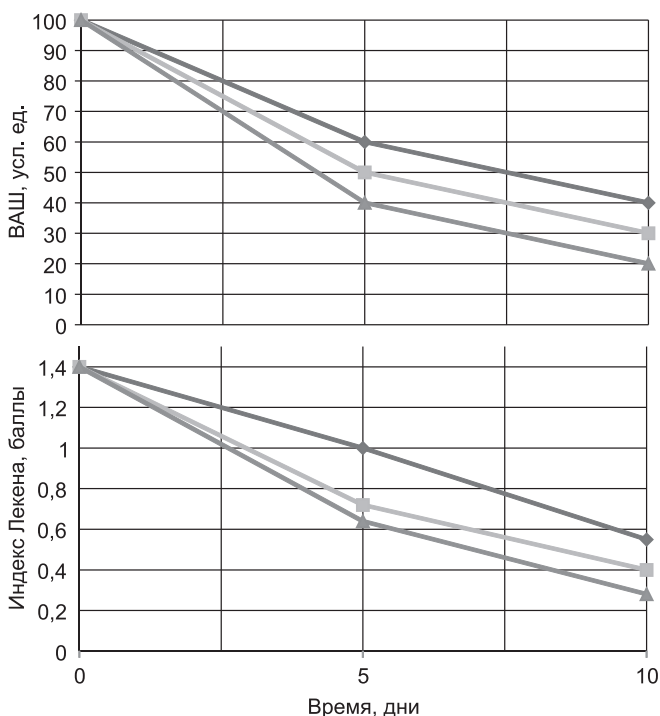


Рис. 2. Динамика болевого синдрома (по визуально-аналоговой шкале) и суммарного индекса Лекена у больных гонартрозом при разных способах воздействия на ТА:
 ▲ – иглы, ■ – КВЧ, ◆ – НИЛИ

Методика КВЧ-пунктуры в комплексной медицинской реабилитации является методом выбора для детей и гиперчувствительных пациентов как неинвазивный и безболезненный метод, обладающий возможностью восстановления функционального равновесия канально-меридианальной системы в равной степени с классической акупунктурой. В комплексном восстановительном лечении больных ревматоидным артритом с целью обезболивания предпочтительно использовать лазерную акупунктуру [61]. По мнению Г.М. Авдей (1997) [2], у больных остеохондрозом использование лазерной акупунктуры предпочтительнее при длительности заболевания до 5 лет, а КВЧ-пунктура и иглорефлексотерапия эффективнее после 5 лет.

Доказано, что ТА высокочувствительны к различным внешним воздействиям, в частности к электромагнитным полям. Эффективность использования физических факторов (вакуум, электрический ток, ультразвук, холод, тепло, магнитное поле, лазерное излучение) для лечения многообразных форм патологии зависит от специфических особенностей воздействующего фактора и места его приложения, а также от энергетических параметров воздействующего физического фактора. Имеет место однотипность направленности реакций при однократном и длительном воздействии внешних факторов. Вначале изменения происходят на уровне нервно-рефлекторных реакций, а затем включаются другие, более инертные механизмы.

Лазерная активация ТА сопровождается изменениями физиологических характеристик соответствующих органов, нормализующими их нарушенную деятельность. Органонаправленные, сегментарные и общие реакции организма могут иметь не только тонизирующий, но и снижающий тонус характер.

Особенности и преимущества методик лазерной акупунктуры:

- малая зона воздействия (диаметр ~1 мм);
- исключительная простота применения;
- неинвазивность, асептичность, комфортность;
- возможность использования врачами всех специальностей;
- точное дозирование воздействия;
- минимальное время, необходимое для проведения процедуры;
- контроль направленности рефлекторной реакции;
- неспецифический характер активации рецепторных структур;
- возможность комбинирования метода с любыми видами лечения;
- высокая эффективность.

Даже при лечении тяжёлых хронических заболеваний, когда ни классическая иглотерапия, ни медикаментозное лечение не дают нужного эффекта, после лазерной акупунктуры наблюдается как минимум клиническое и субъективное улучшение состояния больного.

Лазерный свет с терапевтическими параметрами не вызывает у больного субъективных ощущений, однако изменения в тканях, инициируемые этим воздействием, приводят к прогнозируемым и воспроизводимым результатам. Фило- и онтогенетически сложившиеся взаимоотношения наружных покровов тела человека с внутренними органами обуславливают широкий спектр вегетативных

реакций организма на биоактивацию ТА через ответную реакцию ВНС и ЦНС за счёт многочисленных безусловных и условных связей, что доказано экспериментально и клинически [13, 52].

Точечное воздействие минимальной энергией лазерного света в зоне ТА благодаря пространственно-временной суммации приводит к развитию многоуровневых рефлекторных и нейрогуморальных реакций организма, прежде всего нормализуя гомеостаз. Различные отделы ЦНС принимают дифференцированное участие в рефлекторном ответе, в процесс вовлекается стволково-диэнцефальная система, подтверждением чего является генерализованный, симметричный характер изменений, возникающих на электроэнцефалограмме, таламус обеспечивает избирательность в отношении отдельных параметров раздражения (его частоты и интенсивности). Реакция, возникшая с участием таламуса, угасает медленно, а реакция с участием ретикулярной формации характеризуется быстрой избирательной адаптацией.

НИЛИИ красного спектра (длина волны 635 нм) проникает в ткани на оптимальное расстояние, достаточно глубоко для того, чтобы в зону освечивания попали рецепторы, различные клетки, нервные стволы и сплетения, лимфатические и кровеносные сосуды. Согласно современным представлениям, внешняя активация ТА преобразуется в нервное возбуждение, воспринимаемое как ВНС, так и ЦНС. Общая реакция организма на лазерное воздействие осуществляется двумя основными путями: нейрогенным и гуморальным. Стимулируется синтез АКТГ, глюкокортикоидов и других гормонов, увеличивается синтез простагландинов *E* и *F*, энкефалинов и эндорфинов. Гуморальные изменения зависят от направленности исходного фона; в большинстве случаев происходит нормализация состава крови и активация микроциркуляции. Эффекты кумулируются и достигают максимума к 5–7-й процедуре [52].

На основании данных литературы и собственных клинко-экспериментальных исследований по нормализации симпатопарасимпатической регуляции, активации микроциркуляции, нарушения которой являются важным звеном патогенеза многих заболеваний, а также нормализации иммунитета предложен набор зон акупунктуры общего действия, который назван *базовым рецептом* (рис. 3) [52].

Зоны акупунктуры даны в порядке воздействия на них:

- в понедельник, среду и пятницу: *GI 4* (хэ гу), *E 36* (цзу сань ли) – симметрично, *VC 12* (чжун вань);
- во вторник, четверг и субботу: *MC 6* (ней гуань), *RP 6* (сань инь цзяо) – симметрично, *VC 12* (чжун вань); в воскресенье лазерная терапия не проводится.

Базовый рецепт лазерной акупунктуры является важным составным компонентом лазерной терапии при различных заболеваниях. В начале процедуры воздействуют на очаги повреждения кожи, слизистых оболочек или на зоны проекции поражённых органов на поверхности кожи в соответствующих параметрах методик, а уже затем проводится акупунктура. К базовому рецепту при необходимости можно добавить 2–3 ТА по индивидуальным показаниям конкретного больного.

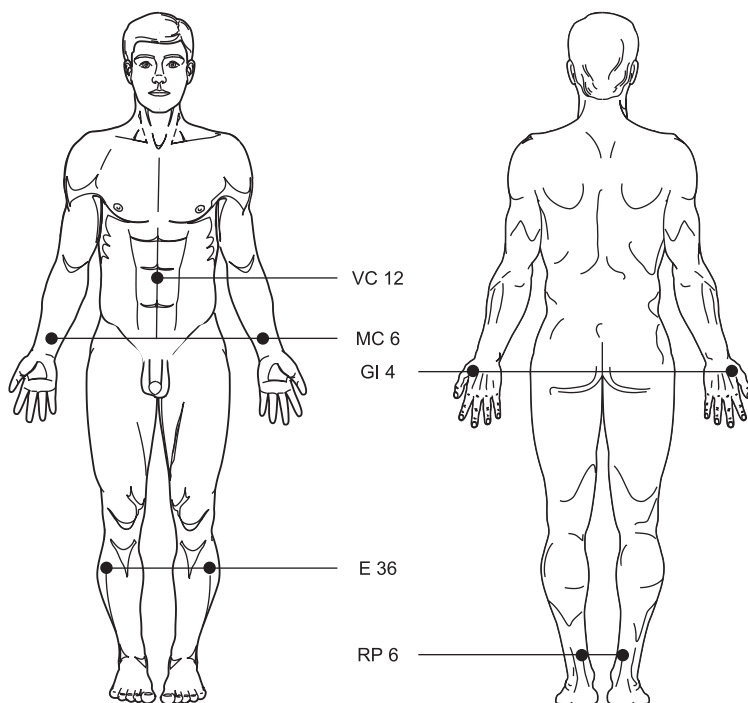


Рис. 3. Базовый рецепт точек акупунктуры

Дополнительно к правилам, известным врачам-рефлексотерапевтам, целесообразно учитывать и некоторые общие нейрофизиологические связи [77]. Так, например, большие полушария головного мозга связаны с задним мозгом по правилу «мать/сын», задний мозг со спинным – по правилу «верх/низ», большие полушария головного мозга со спинным – по правилу «полдень/полночь». Перекрёстные (реципрокные) связи соответствуют правилу «полдень/полночь», а прямые – правилу «мать/сын». Наблюдается определённая асимметрия в сторону относительного преобладания на периферическом уровне влияний Ян, а на центральном – Инь. Задний и передний срединные меридианы взаимодействуют между собой по правилу «верх/низ». Левая сторона тела (Ян) и правая (Инь) взаимодействуют между собой по правилу «муж/жена». Срединные меридианы (*VC* и *VG*) выступают в роли «сына», взаимодействуя с группой каналов правой и левой половин тела по правилу «сын/мать» и осуществляя в определённые промежутки времени синхронизацию разнофазных колебаний энергетики этих групп с реализацией фазовых переходов между ними. Использование этих данных позволяет врачу повысить эффективность выбора соответствующих этим структурам центральной нервной системы точек акупунктуры, особенно аурикулярных точек.

Та или иная функция тем слабее стимулируется и легче угнетается, чем она сильнее активизирована. Функция меридиана будет тормозиться, если воздействие на ТА будет производиться в период наибольшей активности этого мери-

диана (суточной, сезонной, многолетней). Соответственно, максимальная стимуляция меридиана достигается воздействием на его ТА в период минимальной активности.

Часовые ТА:

- 2 ч – *F 1* (да дунь);
- 4 ч – *P 8* (цзин цюй);
- 6 ч – *GI 1* (шанян);
- 8 ч – *E 36* (цзу сань ли);
- 10 ч – *RP 3* (тай бай);
- 12 ч – *C 8* (шаофу);
- 14 ч – *IG 5* (ян гу);
- 16 ч – *VG 6* (цзи чжун);
- 18 ч – *R 8* (цзяо синь);
- 20 ч – *MC 8* (лао гун);
- 22 ч – *TR 6* (чжи гоу);
- 24 ч – *VB 41* (цзу линь ци).

При лечении пациентов с так называемыми «хронотропными» заболеваниями (мигрень, малярия, болезненные менструации и др.) лазерную акупунктуру лучше начинать за 2–3 ч (иногда за несколько дней) до ожидаемого появления острой симптоматики. Лечение при других заболеваниях эффективно при вычислении «бинома» дня по китайскому календарю (комбинация номеров «небесной» и «земной» ветвей).

В сложных жизненных ситуациях у людей с ослабленной нервной системой начинаются сбои (десинхроноз) в желудочно-кишечном тракте, сердечно-сосудистой системе, снижение половой функции. Благодаря происходящей при лазерной терапии перестройке регуляторных процессов меняется характер реакций адаптированного организма на агрессивные воздействия. Все реакции, как правило, начинают протекать с большей скоростью, в том числе ускоряются процессы утилизации кислорода, субстратов энергетических и пластических процессов, молочной кислоты и выведения из организма отработанных продуктов. Ответ организма на действие необычных факторов и нагрузок становится более адекватным благодаря способности осуществлять более быструю и эффективную мобилизацию различных защитных механизмов, характерных для срочной адаптационной перестройки (гипервентиляция, усиление сердечной деятельности, выход крови из депо и др.). Лазерное воздействие на организм не является только стимуляцией, это *биомодуляция*, конечные эффекты которой зависят от исходного состояния *всех* процессов жизнедеятельности организма. Лазерное воздействие на организм «устраняет препятствия» для саногенетической деятельности системы ВНС-ЦНС.

Порядок воздействия: сначала ТА головы, затем ушной раковины, корпоральные и дистальные. Врач должен хорошо знать локализацию точек и сразу ставить акупунктурную насадку аппарата на нужную зону с небольшой компрессией мягких тканей перпендикулярно поверхности кожи.

В таблице представлены наиболее оптимальные параметры методики лазерной акупунктуры. При воздействии на корпоральные точки непрерывным или модулированным красным (635 нм) мощностью на торце акупунктурной насадки 2–3 мВт (без модуляции) и 1–1,5 мВт (с модуляцией) [13]. При воздействии на аурикулярные точки используют НИЛИ с длиной волны 525 нм (зелёный спектр), поскольку такое излучение поглощается значительно сильнее, а рассеяние минимально, чем и обеспечивается избирательность воздействия.

Таблица

Параметры методики лазерной акупунктуры

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	525 (зелёный)	На аурикулярные ТА
	635 (красный)	На корпоральные ТА
Режим работы лазера	Непрерывный или модулированный	–
Частота, Гц	В рецепте	Только для модулированного режима
Мощность излучения*, мВт	0,5–1	525 нм
	2–3	635 нм
Экспозиция на 1 ТА, с	5–10	На аурикулярные ТА
	20–40	На корпоральные ТА
Количество зон воздействия	До 15	–
Локализация	В рецепте	На аурикулярные ТА
	В рецепте	На корпоральные ТА
Методика	Контактная	Через акупунктурную насадку
Количество процедур на курс	10–12	Ежедневно

Примечание. * – на выходе акупунктурной насадки.

Особенностью лазерной акупунктуры является практическое отсутствие возможности изменения физических параметров методики: длина волны и мощность НИЛИ, экспозиция. Достаточно подробно различные аспекты техники проведения лазерной акупунктуры, в частности, очень важный вопрос оптимизации площади рассеяния по поверхности и глубины проникновения лазерного света в зависимости от длины волны, рассмотрены в обзоре *G. Litscher* и *G. Opitz* (2012) [103], но необходимы некоторые комментарии и уточнения. Интересный обзор представлен *P. Whittaker* (2004) [110], рассмотрены вопросы перспектив метода, механизмов реализации основных эффектов.

Первое – обеспечение точности пространственных характеристик методики. Для воздействия на корпоральные ТА предназначены лазерные излучающие головки к аппаратам серии «Лазмик» – КЛО-635-5 (мощность максимальная), или КЛО-635-15 (мощность уменьшается и контролируется) с акупунктурной насадкой А-3 (диаметр световода не более 1 мм). Саму же локализацию точек акупунктуры определяет врач по специальным атласам и руководствуясь собственным опытом.

Многие полагают, что возможно определение точного расположения ТА по минимальному кожному сопротивлению, продаются соответствующие аппараты для этого. Однако А.Т. Качан и Н.Н. Богданов (1980) [35], исследовав электрофизиологические свойства ТА, пришли к выводу, что по величине сопротивления кожи электрическому току локализацию точек можно определить только очень приблизительно, поскольку этот показатель зависит от уровня водно-солевого обмена, кровообращения и микроциркуляции в коже. Гиперемия и отёк также могут существенно изменять кожное электросопротивление, которое, кроме того, зависит от функционального состояния нервной и эндокринной систем (возбужденное или угнетённое состояние человека). Ошибки могут возникать и под влиянием внешних факторов: времени года и суток, физических особенностей атмосферы, солнечной активности, характера контакта, влажности, параметров зондирующего сигнала и др. Поэтому определять локализацию ТА таким методом недопустимо.

Самым важным параметром любой методики лазерной терапии является длина волны. Почти все клиницисты ранее применяли для лазерной акупунктуры свет гелий-неонового лазера (длина волны 633 нм, мощность 2–6 мВт). Исключением является работа В.А. Буйлина (1990) [14], в которой использовалось *инфракрасное* (ИК) НИЛИ лазерных диодов с длиной волны 1264 нм, близкой ко второй гармонике красного света ($633 \text{ нм} \times 2 = 1266 \text{ нм}$). Автор в своём выборе опирался на известную «теорию синглетного кислорода». Возможно, что это также была проверка версии А.П. Ромоданова и соавт. (1984) [68], обративших внимание на идентичность лазерного освечивания древнему китайскому методу прижигания полынными сигарами, имеющими один из максимумов своего спектра свечения в этой области $\approx 1300 \text{ нм}$. Но поскольку для получения гарантированного и воспроизводимого результата предпочтительнее видеть место освечивания, отказались от инфракрасного, т. е. невидимого НИЛИ.

Выбор длины волны для методики важен ещё также из чисто биофизических соображений, поскольку необходимо учитывать существенные различия в глубине, на которой располагаются ТА, и их близость друг к другу. Для очень близко расположенных ТА (аурикулярных) важна точность локализации воздействия, поэтому используют НИЛИ в зелёном диапазоне (525 нм), так как поглощение на этой длине волны значительно выше, чем в красной области [51]. Соответственно, уменьшается рассеяние излучения, площадь засветки ограничивается, чем обеспечивается требуемая избирательность (точность позиционирования и локализации), воздействие происходит только на необходимые по методике точки, без существенного влияния на другие, расположенные поблизости.

Например, К. Branco и М.А. Naeser (1999) [98] рекомендуют больным с синдромом запястного канала (*carpal tunnel syndrome*) для воздействия на близлежащие к поверхности ТА использовать красный лазер (633 нм, 15 мВт), а на глубоколежащие поражённые ткани и органы светить импульсным ИК НИЛИ (905 нм, импульсная мощность 9 Вт). Встречаются публикации, в которых при воздействии на корпоральные ТА применяли другие длины волн: 405 нм [103], 658 нм [102], 670 нм [105], 685 нм [104, 103], 830 нм [106, 111], 950 нм [108]

и др. Но это экзотика, наиболее оптимальными являются параметры, указанные в таблице.

Другой важный параметр – мощность лазерного излучения. Повторяли, повторяем и будем повторять, что для лазерной акупунктуры используются мощности *не более* 2–3 мВт! Иногда можно встретить сомнительные советы. Например, *W.J. Kneebone* (2008) [101] рекомендует светить на ТА для обезболивания «красным лазером» (длина волны не указывается) в течение 30–60 с, если мощность 5–20 мВт, 10–20 с, если мощность 50–250 мВт и 5–10 с при мощности 500 мВт и более (за 1 сеанс от 2 до 4 мин)! Совершенно очевиден непрофессионализм автора, который даёт подобные рекомендации, но сам, очевидно, никогда не видел лазеров. *Для справки: локальное воздействие НИЛИ мощностью 500 мВт (про «более» даже думать страшно) приведёт к сильнейшему ожогу.* Сошлёмся на одну из работ, как образец того, что и как не надо делать ни в коем случае при проведении лазерной акупунктуры, да и лазерной терапии [109]. Все параметры предельно далеки от допустимых. Это всё вообще не имеет никакого отношения к медицине.

Много лет назад показано, что экспозиция в лазерной акупунктуре (длина волны 633–635 нм, мощность 2–3 мВт) должна ограничиваться 30–40 с, в отличие от классического иглоукалывания, где совершенно иные временные параметры методики (5–15 мин) [24]. В настоящее время для воздействия на корпоральные ТА чаще всего используют непрерывное НИЛИ с длиной волны 635 нм и мощностью на выходе акупунктурной насадки 2–3 мВт (необходимо обязательно контролировать) при экспозиции не более 20–40 с на одну точку [13, 52]. Л.А. Леонтьук с соавт. (1989) [44] обращают внимание на возрастные особенности реакции после лазерной акупунктуры некоторых органов эндокринной, иммунной и симпатoadреналовой систем и настоятельно рекомендуют учитывать возраст пациента при назначении этой процедуры. Речь идёт о корректировке рецепта.

Итак, лазерная акупунктура является неотъемлемой частью лазерной терапии, давно и широко применяется в практическом здравоохранении России и других стран. Приводим лишь небольшой перечень соответствующих публикаций (реально их в тысячи раз больше) по основным направлениям медицины:

- акушерство и гинекология [22, 28, 31, 42, 74, 88];
- ангиология [9];
- андрология и урология [15, 17, 36, 84];
- ветеринария и сельское хозяйство [30, 33, 76, 80, 82, 83];
- гастроэнтерология [45, 78];
- дерматология [18, 49];
- заболевания костно-мышечной системы [38, 61];
- инфекционные заболевания [94];
- кардиология [72, 79];
- косметология [20, 99];
- неврология [2, 8, 16, 40, 39, 86];
- оториноларингология [58, 60];
- офтальмология [1, 32, 37, 95];

- педиатрия [7, 37, 53, 95];
- психиатрия [56, 57, 62];
- пульмонология [10, 11, 21, 60, 73, 81, 93];
- спортивная медицина [69];
- стоматология [12, 34, 47, 50];
- фтизиатрия [41, 48, 66];
- хирургии [14, 86];
- эндокринология [27, 29, 46, 59].

Таким образом, лазерная акупунктура зарекомендовала себя как высокоэффективный и воспроизводимый метод лечения больных самым широким спектром заболеваний, применять который в силу его простоты могут любые специалисты, но используя наиболее эффективные параметры (длина волны, режим работы, мощность, площадь освечивания и экспозиция).

Литература

1. Авдеев Р.В. Эффективность лазерной рефлексопунктуры и офталамина в комплексном лечении больных первичной глаукомой с компенсированным офтальмотонусом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Воронеж, 2004. 22 с.
2. Авдей Г.М. Клинико-иммунологические взаимоотношения у больных неврологическими проявлениями поясничного остеохондроза при применении некоторых методов лечения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Гродно, 1997. 20 с.
3. Агасаров Л.Г. Рефлексотерапия при распространенных заболеваниях нервной системы (общие и прикладные аспекты). М.: Арнебия, 2017. 240 с.
4. Агасаров Л.Г. Руководство по рефлексотерапии. М.: Арнебия, 2001. 304 с.
5. Аджимолаев Т.А., Зубкова С.М., Лапрун И.Б. Структурно-функциональные изменения нервных клеток при лазерном облучении. Средства и методы квантовой электроники в медицине. Саратов: изд-во Саратовского университета, 1976. С. 156–159.
6. Аджимолаев Т.А., Шепелев В.А., Кутателадзе И.О., Музыканский Э.Л. Влияние излучения гелий-неонового лазера на функцию нервно-мышечного аппарата. Средства и методы квантовой электроники в медицине. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1976. С. 159–161.
7. Александров В.В., Данилина Т.Н. Лазеропунктура в лечении детей с отдаленными последствиями черепно-мозговой травмы. Сборник тезисов докл. 1-й Поволж. науч.-практ. конф. «Лазеры в медицине и экологии». М.–Самара: Техника, 1998. С. 34–35.
8. Анищенко Г.Я., Полянская З.М., Даллакян И.Г. Лазеропунктура в невропатологии. М., 1991. 21 с.
9. Арасланова В.М. Комплексное лечение больных облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей с использованием методов рефлексотерапии: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2005. 24 с.
10. Бойков К.А. Клинико-морфологическая оценка эффективности лечения хронического бронхита методом лазерной акупунктуры: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2000. 16 с.
11. Бородина М.А. Особенности кардиореспираторных взаимоотношений у пожилых пациентов с хронической обструктивной болезнью легких и их коррекция при применении сочетанной физиотерапии: автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2011. 49 с.
12. Бритова А.А. Лазерная рефлексотерапия в профилактике и лечении болезней пародонта: автореф. дис. ... докт. мед. наук. СПб., 1992. 34 с.
13. Буйлин В.А. Лазерная рефлексотерапия. М.: Техника, 2002. 34 с.
14. Буйлин В.А. Полупроводниковые лазеры в комплексном лечении послеоперационных парезов кишечника: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1990. 21 с.
15. Вайнберг З.С., Лихтер М.С., Портной Ю.В. О перспективах применения лазеропунктуры при лечении урологических заболеваний. Тезисы докл. конф. «Проблемы метрологического обеспечения измерений характеристик случайных полей и сигналов, генерируемых биологическими объектами». М.: Атомиздат, 1979. С. 40–42.
16. Васильев Ю.Н. Нейрофизиологические и нейрохимические механизмы акупунктурной анальгезии и ее фармакологическая модуляция: автореф. дис. ... докт. мед. наук. СПб., 1992. 42 с.
17. Возианов А.Ф., Пасечников С.П., Ковтуняк О.Н. Применение лазерной рефлексотерапии в комплексном лечении больных хроническим простатитом, осложненным копулятивной дисфункцией. Тезисы докл.

- республ. научн. конф. «Половое воспитание, сексуальное здоровье и гармония брачно-семейных отношений». Киев, 1990. С. 81–82.
18. Волков В.М. Эффективность комплексного применения селективной фототерапии и лазеропунктуры у больных псориазом с использованием современных отечественных аппаратов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1990. 13 с.
 19. Воронина Н.Н. Изменение некоторых функциональных показателей у больных бронхиальной астмой под влиянием лазерного света. Материалы Республиканской конференции «Некоторые вопросы биодинамики и биоэнергетики организма в норме и патологии, биостимуляция лазерным излучением». Алма-Ата, 1971. С. 118–122.
 20. Гейниц А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии. М.–Тверь: Триада, 2010. 400 с.
 21. Данилина Т.Н. Применение лазерной пунктуры в лечении бронхиальной астмы: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Самара, 2004. 22 с.
 22. Демина Т.Н., Берко Е.М., Галалу С.И., Берко А.Т. Применение лазерной акупунктуры в лечении угрозы прерывания беременности. Материалы III Межд. конф. «Актуальные вопросы лазерной медицины и эндоскопии». М.–Видное, 1994. С. 182–184.
 23. Денисова Е.В. Применение КВЧ- и лазеропунктуры в лечении больных остеоартрозом коленных суставов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Биология. Выпуск 1 (7). Электромагнитные поля и излучения в биологии и медицине. 2004. С. 187–191.
 24. Дзевецкая М.Т. Изменения информационных характеристик сердечного ритма в результате воздействия на БАТ различными методами рефлексотерапии. Средства и методы квантовой электроники в медицине. Саратов: Изд. Саратовского университета, 1976. С. 164–165.
 25. Дзевецкая М.Т., Акеньшина Г.В. Электропроводность кожных покровов ушной раковины в зависимости от характера патологии и в процессе лазерного физиотерапевтического лечения. Средства и методы квантовой электроники в медицине. Саратов: Изд. Саратовского университета, 1976. С. 165–166.
 26. Досаев Т.М. Морфометрическая оценка состояния нервных клеток при стимуляции // Биологическое действие лазерного излучения (экспериментальные и клинические аспекты). Алма-Ата, 1977. С. 57–58.
 27. Дубинина И.И. Биохимические аспекты полиэндокринопатии: Эпидемиология, клиника, диагностика, лечение: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Рязань, 1996. 65 с.
 28. Захаров И.В. Значение вагинальной лазеропунктуры в комбинированном лечении больных трубным бесплодием: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 2005. 22 с.
 29. Зубкова С.Т. Особенности нарушений регионарной гемодинамики, кислородообеспечения тканей и пути их коррекции у больных с диабетическими ангиопатиями нижних конечностей: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Киев, 1989. 44 с.
 30. Зубова Т.В. Коррекция воспроизводительной функции коров с использованием различных видов аппаратного воздействия на биологически активные точки: автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2009. 37 с.
 31. Зулкарнеева Э.М. Особенности течения, рационального ведения беременности, родов у юных первородящих в зависимости от состояния физического и полового развития: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Уфа, 1997. 26 с.
 32. Иванов А.Н. Акупунктура и мануальная терапия в лечении больных с частичной атрофией зрительного нерва воспалительного, сосудистого и травматического генеза: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. 26 с.
 33. Казеев Г.В. Биоэнергетика животных и разработка методов ее коррекции при нарушении функции воспроизводства: автореферат дис. ... докт. с.-х. наук. М., 2003. 37 с.
 34. Карпунина А.В. Возможности лечения гиперестезии твердых тканей зубов с помощью лазерной и магнитной рефлексотерапии: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Казань, 1997. 17 с.
 35. Качан А.Т., Богданов Н.Н. Электрофизиологические особенности точек акупунктуры. Оптимизация воздействий в физиотерапии / Под ред. В.С. Улащика и В.А. Кобрика. Минск: Беларусь, 1980. С. 112–119.
 36. Коваленко В.В., Ковтуняк О.Н. Применение локального отрицательного давления и лазерной рефлексотерапии в лечении сексуальных расстройств у больных хроническим простатитом. Тезисы докл. республ. научн. конф. «Половое воспитание, сексуальное здоровье и гармония брачно-семейных отношений». Киев, 1990. С. 117.
 37. Козодаев В.О., Трегубова В.Н. Лечение миопии у детей методом лазеропунктуры с применением аппарата «Мустанг-024» // Лазерная медицина. 2002. Т. 6, Вып. 4. С. 48–49.
 38. Коротков А.Л. Применение теплотерапии лазеропунктуры при заболеваниях внутренних органов и опорно-двигательного аппарата: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Томск, 1997. 37 с.
 39. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. М.–Тверь: Триада, 2012. 360 с.
 40. Кубасова Э.С. Лазеропунктура миофасциального болевого синдрома // Лазеры и жизнь. 1999. № 19 (71). С. 12.

41. Куйлиев Э.М. Эффективность лазерной терапии в предоперационном и послеоперационном периодах у больных туберкулезом легких с сопутствующим хроническим бронхитом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1992. 24 с.
42. Кулаевский В.А., Крюков Л.А. Лазеропунктура в комплексной терапии воспалительных заболеваний гениталий. Природные и немедикаментозные факторы в укреплении здоровья. Уфа, 1989. С. 126–128.
43. Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации / Герасименко М.Ю., Гейниц А.В., Москвин С.В. [и др.] М., 2015. 80 с.
44. Леонтьев Л.А., Вилегжанина Т.А., Рыжковская Е.Л. и др. Возрастные особенности реакции на лазеропунктуру некоторых органов эндокринной, иммунной и симпатoadренальной систем. Сборник тезисов докладов школы-семинара «Лазерная техника и лазерная медицина». Хабаровск, 1989. С. 52–54.
45. Лосеева А.В. Влияние лазерной терапии на клиническое состояние и уровень биологически активных веществ в форменных элементах крови больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Казань, 2009. 24 с.
46. Лукьянюк Е.В. Клинико-физиологическое обоснование применения лазеропунктуры при дистальных диабетических нейропатиях: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1992. 15 с.
47. Михайлова Р.И., Терехова Н.В., Земская Е.А. Лазерная терапия и лазерная акупунктура у больных с хроническим афтозным стоматитом // Стоматология. 1992. № 3-6. С. 27–28.
48. Морозкина Н.С. Лазерная акупунктура в комплексном лечении больных костно-суставным туберкулезом. Актуальные проблемы внелегочного туберкулеза. Минск, 1995. С. 60–67.
49. Москвин С.В. Лазерная терапия в дерматологии: витилиго. М.: Техника, 2003. 125 с.
50. Москвин С.В., Амирханян А.Н. Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии. М.–Тверь: Триада, 2011. 208 с.
51. Москвин С.В., Ачилов А.А. Основы лазерной терапии. М.–Тверь: Триада, 2008. 256 с.
52. Москвин С.В., Буйлин В.А. Оптимизация лазерного воздействия. Низкоинтенсивная лазерная терапия. М.: Техника, 2000. С. 141–209.
53. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. Лазерная терапия в педиатрии. М.: ЭКСМО, 2010. 479 с.
54. Москвин С.В., Хадарцев А.А. КВЧ-лазерная терапия. М.–Тверь: Триада, 2016. 168 с.
55. Мынжанова Н.Ш. Изменение физиологических характеристик возбудимости интактного двигательного нерва при воздействии на него лазерного излучения. Биологическое действие лазерного излучения (экспериментальные и клинические аспекты). Алма-Ата, 1977. С. 31–32.
56. Наседкин А.А. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении больных героиновой наркоманией подростково-юношеского возраста: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2004. 24 с.
57. Наседкин А.А., Москвин С.В. Лазерная терапия больных героиновой наркоманией. Тверь: Триада, 2004. 48 с.
58. Наседкин А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в оториноларингологии. М.–Тверь: Триада, 2011. 208 с.
59. Наумова М.И. Роль лазеротерапии в реабилитации больных сахарным диабетом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Одесса, 1997. 16 с.
60. Никитин А.В., Есауленко И.Э., Шаталова О.Л. Применение лазеропунктуры у больных бронхиальной астмой с сопутствующим хроническим риносинуситом // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2008. Т. 7, № 3. С. 563–565.
61. Полякова А.Г. КВЧ- и лазеропунктура в комплексной медицинской реабилитации пациентов с патологией суставов и позвоночника: автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2004. 48 с.
62. Попова И.Е. Эффективность применения лазероакупунктуры для лечения табакокурения у больных хроническим бронхитом // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2007. Т. 6, № 3. С. 621–623.
63. Приказ МЗ РФ № 1183н от 20.12.2012 г. «Об утверждении Номенклатуры должностей медицинских работников и фармацевтических работников».
64. Приказ МЗ РФ № 266н от 13.04.2007 г. «Об утверждении рекомендуемых перечней медицинских показаний и противопоказаний к применению рефлексотерапии в клинической практике».
65. Приказ МЗ РФ № 804н от 13.10.2017 г. «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг».
66. Путилина Л.П. Лечение туберкулеза легких, сочетанного с бронхиальной астмой, с использованием в комплексной терапии лазерного излучения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1993. 22 с.
67. Рахишев А.Р. Действие лазерного света на периферические механизмы регенерации нерва. Средства и методы квантовой электроники в медицине. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1976. С. 155–156.
68. Ромоданов А.П., Богданов Г.Б., Лященко Д.С. Первичные механизмы действия иглокальвания и прижигания. Киев: Вища школа, 1984. С. 8–16.

69. Самойлов Н.Г. Закономерности возрастной морфологии нервно-мышечного аппарата при различных режимах двигательной деятельности и в условиях ее активизации: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Киев, 1989. 41 с.
70. Самосюк И.З., Лисенюк В.П., Лобода М.В. Лазеротерапия и лазеропунктура в клинической и курортной практике. Киев: Здоров'я, 1997. 240 с.
71. Самосюк И.З., Самосюк Н.И., Фёдоров С.Н., Залесский В.Н. 50 лет лазерной медицины: горизонты лазеропунктуры – современной технологии рефлексотерапии. Киев: Випол, 2012. 496 с.
72. Сапожников М.Ю. Разработка и научное обоснование метода лазерной рефлексотерапии в восстановительном лечении больных стенокардией напряжения: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Чебоксары, 2012. 46 с.
73. Семенова Р.И. Распространенность неспецифических заболеваний легких и характер течения хронического обструктивного бронхита в крупном городе с неблагоприятной экологической ситуацией: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Ленинград, 1989. 48 с.
74. Сиднев Д.А. Новая немедикаментозная технология подготовки организма к родам методом лазеропунктуры // Здоровоохранение Башкортостана. 2000. № 4. С. 44–45.
75. Сисабеков К.Е. Изменение мионевральных синапсов под влиянием монохроматического красного поляризованного света. Биологическое действие лазерного излучения (экспериментальные и клинические аспекты). Алма-Ата, 1977. С. 33–37.
76. Скорых Л.Н. Методы и приемы рационального использования генетического потенциала баранов-производителей отечественной и импортной селекции в товарном овцеводстве: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ставрополь, 2013. 48 с.
77. Скупченко В.В., Миллюдин Е.С. Фазотонный гомеостаз и врачевание. Самара: Сам. гос. мед. ун-т, 1994. 256 с.
78. Сморгочкова О.С. Комбинированное применение лазеропунктуры и низкоинтенсивного излучения крайне высокой частоты у больных гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью и язвенным поражением желудочно-кишечного тракта: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Воронеж, 2010. 22 с.
79. Софронова Е.В. Влияние лазерной терапии на качество жизни и уровень биологически активных веществ в форменных элементах крови больных стенокардией напряжения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Чебоксары, 2007. 24 с.
80. Стикина Е.О. Повышение работоспособности и активизация процессов реабилитации спортивных лошадей с использованием низкоинтенсивного лазерного излучения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Дивово, 1998. 14 с.
81. Сухова Е.В. Медико-психологическая реабилитация больных хроническими заболеваниями легких: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Самара, 2002. 31 с.
82. Талалаев С.А. Влияние лазерной акупунктуры на рост, развитие и мясную продуктивность молодняка овец северокавказской мясо-шерстной породы: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь, 2008. 23 с.
83. Тарадайник Н.П. Усовершенствование методов коррекции воспроизводительной функции коров и телок: автореф. дис. ... канд. биол. наук. п. Дубровицы Московской обл., 2009. 21 с.
84. Терешин А.Т., Истошин Н.Г., Путилин В.А., Машнин В.В. Бальнео-, лазеротерапия, аку- и лазеропунктура в коррекции инфертильности у больных хроническим простатитом // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. 16, № 1. С. 74–77.
85. Тойгамбаева А.З. Влияние лазерного излучения на некоторые показатели регенерации нерва. Биологическое действие лазерного излучения (экспериментальные и клинические аспекты). Алма-Ата, 1977. С. 28–30.
86. Тышкевич Т.Г. Многоуровневая стимуляция в ранней реабилитации нейрохирургических больных: автореф. дис. ... докт. мед. наук. СПб., 2014. 33 с.
87. Узденский А.Б. Реакция изолированного нейрона на сфокусированное лазерное облучение его участков. / Средства и методы квантовой электроники в медицине. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1976. С. 161–163.
88. Фёдорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А. Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии. М.–Тверь: Триада, 2009. 352 с.
89. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Винокуров Б.Л., Зилов В.Г., Морозов В.Н., Цогоев А.С., Михайлова А.А., Купеев В.Г., Гонтарев С.Н., Олейникова М.М., Дзасохова П.В., Крюкова С.В., Митюшкина О.А. Восстановительная медицина: Монография / Под ред. А.А. Хадарцева, С.Н. Гонтарева, С.В. Крюковой. Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: Белгородская областная типография, 2010. Т. II. 262 с.
90. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Зилов В.Г., Морозов В.Н., Тутаяева Е.С. Диагностические и лечебно-восстановительные технологии при сочетанной патологии внутренних органов и систем: Монография / Под ред. А.А. Хадарцева. Тула: Тульский полиграфист, 2003. 172 с.
91. Хадарцев А.А., Каменев Л.И., Панова И.В., Разумов А.Н., Бобровницкий И.П. Теория и практика восстановительной медицины. Т. II. Интегральная диагностика и восстановительное лечение заболеваний ор-

- ганов дыхания, в том числе профессиональных: Монография / Под ред. В.А. Тутельяна. Тула: ИНФРА – Москва: Российская академия медицинских наук, 2005. Т. II. 222 с.
92. Хадарцев А.А. Избранные технологии немедикаментозного воздействия в реабилитационно-восстановительной и спортивной медицине / Под ред. Н.А. Фудина. Тула: ИНФРА, 2009. 398 с.
 93. Хадарцев А.А., Хоружая В.А., Даниляк И.Г. Применение лазерного излучения в комплексной терапии больных бронхиальной астмой // Клиническая медицина. 1988. № 6. С. 53–56.
 94. Хромцова О.М. Клинико-патогенетическая характеристика и оценка возможности оздоровления часто болеющих острыми респираторными инфекциями: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург, 1998. 27 с.
 95. Цикова Т.Д. Лазеропунктура в комплексном лечении миопии слабой степени у детей школьного возраста // Офтальмологический журнал. 1990. № 1. С. 39–42.
 96. Цой В.П., Цой Ю.В. Электровозбудимость денервированной скелетной мышцы при лазерном облучении. Биологическое действие лазерного излучения (экспериментальные и клинические аспекты). Алма-Ата, 1977. С. 24–27.
 97. Щур В.В., Макеева Н.С., Беляев В.П., Старшинов Г.В. К вопросу о результатах лечения монохроматическим красным светом гелий-неонового лазера артериальной гипертензии и некоторых неврологических заболеваний. Материалы Республиканской конференции «Некоторые вопросы биодинамики и биоэнергетики организма в норме и патологии, биостимуляция лазерным излучением». Алма-Ата, 1971. С. 57–59.
 98. Branco K., Naeser M.A. Carpal tunnel syndrome: Clinical outcome after low-level laser acupuncture, microamps transcutaneous electrical nerve stimulation, and other alternative therapies – an open protocol study // J Altern Complement Med. 1999. № 5 (1). P. 5–26.
 99. Fuchtenbusch A. Laseranwendung und Akupunktur in der Kosmetik. Germany, 1998. 164 p.
 100. Gamaleya N.F. Laser biomedical research in the USSR. In: Wolbarsht M.L. (ed.) Laser applications in medicine and biology. Vol 3. Plenum Publishing Corp., New York, 1977. P. 1–172.
 101. Kneebone W.J. Laser acupuncture as a pain relief modality. Practical Pain Management, 2008. P. 64–68.
 102. Litscher G. Laser acupuncture – innovative basic research: visual and laser-induced evoked potentials // Laser Therapy. 2012. № 21 (4). P. 287–295.
 103. Litscher G., Opitz G. Technical parameters for laser acupuncture to elicit peripheral and central effects: State-of-the-art and short guidelines based on results from the Medical University of Graz, the German Academy of Acupuncture, and the scientific literature. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. – 2012, Article ID 697096, 5 pages: doi: 10.1155/2012/697096, <http://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/697096/>
 104. Litscher G., Schikora D. Cerebral vascular effects of non-invasive laserneedles measured by transorbital and transtemporal Doppler sonography // Lasers Med Sci. 2002. № 17 (4). P. 289–295.
 105. Lorenzini L., Giuliani A., Capra R. Laser acupuncture using an ULLL device: effectiveness in rat models of acute and persistent pain. Conference WALT. Abstracts. Bergen, Norway, 2010. P. 42.
 106. Ohshiro T., Calderhead R.G. Low level laser therapy: A practical introduction. Chichester–New-York–Brisbane–Toronto–Singapore, John Wiley&Sons, 1988. 141 p.
 107. Plog F.M.W. Biophysical application of the laser beam. Lasers in Medicine, H.K. Koebner, Ed. John Wiley, New York, NY, USA, 1980. P. 21–37.
 108. Read A., Beaty P., Corner J., Sommerville V.C. Reducing naltrexone-resistant hyperphagia using laser acupuncture to increase endogenous opiates // Brain Injury. 1996. № 10 (12). P. 911–919.
 109. Weber M., Fussganger-May T., Wolf T. «Needles of Light»: A New Therapeutic Approach // Medical acupuncture. 2007. № 19 (3). P. 141–151. DOI: 10.1089/acu.2007.0539.
 110. Whittaker P. Laser acupuncture: past, present, and future // Lasers in Medical Science. 2004. № 19 (2). P. 69–80. DOI: 10.1007/s10103-004-0296-8.
 111. Wu J.-H., Chen H.-Y., Chang Y.-J. Study of autonomic nervous activity of night shift workers treated with laser acupuncture // Photomedicine and Laser Surgery. 2009. № 27 (2). P. 273–279.
 112. Zhou Y.C. An advanced clinical trial with laser acupuncture anesthesia for minor operations in the oro-maxillofacial region // Lasers in Surgery and Medicine. 1984. № 4 (3). P. 297–303.

References

1. Avdeev RV. Ehfektivnost' lazernoj refleksopunktury i oftalamina v kompleksnom lechenii bol'nyh pervichnoj glaukomoj s kompensirovannym oftal'motonusom [the Efficacy of laser reflectometry and ophthalmia in the comprehensive treatment Institute patients with primary glaucoma with compensated intraocular pressure] [dissertation]. Voronezh; 2004. Russian.
2. Avdej GM. Kliniko-immunologicheskie vzaimootnosheniya u bol'nyh nevrologicheskimi proyavleniyami poyasnichnogo osteohondroza pri primenenii nekotorykh metodov lecheniya [Clinical and immunological relationships in patients with neurological manifestations of lumbar osteochondrosis in the application of some methods of treatment] [dissertation]. Grodno; 1997. Russian.

3. Agasarov LG. Refleksoterapiya pri rasprostranennyh zabolevaniyah nervnoj sistemy (obshchie i prikladnye aspekty) [Reflexotherapy in common diseases of the nervous system (General and applied aspects)]. Moscow: Arnebiya; 2017. Russian.
4. Agasarov LG. Rukovodstvo po refleksoterapii [Guide to reflexology]. Moscow: Arnebiya; 2001. Russian.
5. Adzhimolaev TA, Zubkova SM, Laprun IB. Strukturno-funkcional'nye izmeneniya nervnyh kletok pri lazernom obluchenii. Sredstva i metody kvantovoj ehlektroniki v medicine [Structural and functional changes in the nerve-tion of the cells during laser irradiation. Means and methods of quantum electronics in medicine]. Saratov: izd-vo Saratovskogo universiteta; 1976. Russian.
6. Adzhimolaev TA, Shepelev VA, Kutateladze IO, Muzykanskij EHL. Vliyanie izlucheniya gelij-neonovogo lazera na funkciu nervno-myshechnogo apparata [The influence of radiation a helium-neon laser on the function of the neuromuscular apparatus]. Sredstva i metody kvantovoj ehlektroniki v medicine. Saratov: Izd-vo Saratovskogo universiteta; 1976. Russian.
7. Aleksandrov VV, Danilina TN. Lazeropunktura v lechenii detej s otdalennymi posledstviyami cherepno-mozgovoj travmy [Laser acupuncture in the treatment of children with remote consequences of craniocerebral trauma. The book of abstracts]. Sbornik tezisev dokl. 1-j Povolzh. nauch.-prakt. konf. «Lazery v medicine i ehkologii». M.–Samara: Tekhnika; 1998. Russian.
8. Anishchenko GYa, Polyanskaya ZM, Dallakyan IG. Lazeropunktura v nevropatologii [laser Acupuncture]. Moscow; 1991. Russian.
9. Araslanova VM. Kompleksnoe lechenie bol'nyh obliteriruyushchim aterosklerozom sudov nizhnih konechnostej s ispol'zovaniem metodov refleksoterapii [Complex treatment of patients with obliterating atherosclerosis of vessels of the lower extremities using methods of reflexotherapy] [dissertation]. Moscow; 2005. Russian.
10. Bojkov KA. Kliniko-morfologicheskaya ocenka ehfektivnosti lecheniya hronicheskogo bronhita metodom lazernoj akupunktury [Clinical and morphological assessment of the effectiveness of treatment of chronic Bronhit by laser acupuncture] [dissertation]. Moscow; 2000. Russian.
11. Borodina MA. Osobennosti kardiorespiratornyh vzaimootnoshenij u pozhilyh pacientov s hronicheskoy obstruktivnoj boleznyu legkih i ih korekciya pri primenenii sochetannoj fizioterapii [Features of cardiorespiratory relationships in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease and their correction in the application of combined physiotherapy] [dissertation]. Moscow; 2011. Russian.
12. Britova AA. Lazernaya refleksoterapiya v profilaktike i lechenii boleznej parodonta [Laser reflexology in the prevention and treatment of diseases of the periodontium] [dissertation]. Sankt-Peterburg; 1992. Russian.
13. Bujlin VA. Lazernaya refleksoterapiya [laser reflexology]. M.: Tekhnika; 2002. Russian.
14. Bujlin VA. Poluprovodnikovye lazery v kompleksnom lechenii posleoperacionnyh parezov kishechnika [Semiconductor lasers in the complex treatment of postoperative pair-call of the intestine] [dissertation]. M.; 1990. Russian.
15. Vajnbeg Z., Lihter MS, Portnoj YuV. O perspektivah primeneniya lazeropunktury pri lechenii urologicheskikh zabolevanij. Tezisy dokl. konf. «Problemy metrologicheskogo obespecheniya izmerenij harakteristik sluchajnyh polej i signalov, generiruemyh biologicheskimi ob'ektami» [on the prospects of the use of laser acupuncture in the treatment of urological diseases]. M.: Atomizdat; 1979. Russian.
16. Vasil'ev YuN. Neirofiziologicheskie i neirohimicheskie mekhanizmy akupunkturoj analgezii i ee farmakologicheskaya modulyaciya [Neurophysiological and neurochemical mechanisms of acupuncture analgesia and its pharmacological modulation] [dissertation]. Sankt-Peterburg; 1992. Russian.
17. Vozianov AF, Pasechnikov SP, Kovtunyak ON. Primenenie lazernoj refleksoterapii v kompleksnom lechenii bol'nyh hronicheskim prostatitom, oslozhnyonnym kopulyativnoj disfunkciej [The use of laser reflexotherapy in complex treatment of patients with chronic prostatitis, complications of copulative dysfunction]. Tezisy dokl. respubl. nauchn. konf. «Polovoe vospitanie, seksual'noe zdorov'e i garmoniya brachno-semejnyh otnoshenij». Kiev; 1990. Russian.
18. Volkov VM. Ehfektivnost' kompleksnogo primeneniya selektivnoj fototerapii i lazeropunktury u bol'nyh psoriazom s ispol'zovaniem sovremennyh otechestvennyh apparatov [Efficiency of complex application of selective phototherapy and laser puncture in patients with psoriasis using modern domestic devices] [dissertation]. M.; 1990. Russian.
19. Voronina NN. Izmenenie nekotoryh funkcional'nyh pokazatelej u bol'nyh bronhial'noj astmoj pod vliyaniem lazernogo sveta [Changes in some functional parameters in patients with asthma under the influence of laser light]. Materialy Respublikanskoj konferencii «Nekotorye voprosy biodinamiki i bioehnergetiki organizma v norme i patologii, biostimulyaciya lazernym izlucheniem». Alma-Ata; 1971. Russian.
20. Gejnc AV, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v kosmetologii i dermatologii [Laser therapy in cosmetology and dermatology]. M.–Tver': Triada; 2010. Russian.
21. Danilina TN. Primenenie lazernoj punktury v lechenii bronhial'noj astmy [he use of laser puncture in the treatment of asthma] [dissertation]. Samara; 2004. Russian.
22. Demina TN, Berko EM, Galalu SI, Berko AT. Primenenie lazernoj akupunktury v lechenii ugrozy preryvaniya beremennosti [the use of laser acupuncture in the treatment of the threat of abortion]. Materialy III Mezhd. konf. «Aktual'nye voprosy lazernoj mediciny i ehndoskopii». M.–Vidnoe; 1994. Russian.

23. Denisova EV. Primenenie KVCH- i lazeropunktury v lechenii bol'nyh osteoartrozom kolennyh sustavov [application of EHF- and laser acupuncture in the treatment of patients with knee osteoarthritis]. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya Biologiya. Vypusk 1 (7). EHelektromagnitnye polya i izlucheniya v biologii i medicine. 2004. Russian.
24. Dzevickaya MT. Izmeneniya informacionnyh harakteristik serdechnogo ritma v rezul'tate vozdeystviya na BAT razlichnymi metodami refleksoterapii. Sredstva i metody kvantovoj ehlektroniki v medicine [Changes in the information characteristics of the heart rate as a result of exposure to BAT by various methods of reflexology. Means and methods of quantum electronics in medicine]. Saratov: Izd. Saratovskogo universiteta; 1976. Russian.
25. Dzevickaya MT, Aken'shina GV. EHelektroprovodnost' kozhnyh pokrovov ushnoj rakoviny v zavisimosti ot haraktera patologii i v processe lazernogo fizioterapevicheskogo lecheniya. Sredstva i metody kvantovoj ehlektroniki v medicine [electrical conductivity of the skin of the ear, depending on the nature of the pathology and in the process of laser physiotherapy]. Saratov: Izd. Saratovskogo universiteta; 1976. Russian.
26. Dosaev TM. Morfometricheskaya ocenka sostoyaniya nervnyh kletok pri stimulyacii. Biologicheskoe dejstvie lazernogo izlucheniya (ehksperimental'nye i klinicheskie aspekty) [Morphometric assessment of the state of nerve cells during stimulation]. Alma-Ata; 1977. Russian.
27. Dubinina II. Biohimicheskie aspekty poliehdokrinopatii: Ehpideologiya, klinika, diagnostika, lechenie [Biochemical aspects of polyendocrinopathy: Epidemiology, clinic, diagnosis, treatment] [dissertation]. Ryazan'; 1996. Russian.
28. Zaharov IV. Znachenie vaginal'noj lazeropunktury v kombinirovannom lechenii bol'nyh trubnym besplodiem [the value of vaginal laser-assisted puncture in combined treatment of patients with tubal infertility] [dissertation]. Volgograd; 2005. Russian.
29. Zubkova ST. Osobennosti narushenij regionarnoj gemodinamiki, kislorodoobespecheniya tkanej i puti ih korekcii u bol'nyh s diabeticheskimi angiopatiyami nizhnih konechnostej [Features of violations of regional hemodynamics, oxygen supply of tissues and ways of their correction in patients with diabetic angiopathies of the lower extremities] [dissertation]. Kiev; 1989. Russian.
30. Zubova TV. Korekciya vosproizvoditel'noj funkcii korov s ispol'zovaniem razlichnyh vidov apparatnogo vozdeystviya na biologicheski aktivnye toчки [correction of reproductive function of cows using different types of hardware effects on biologically active points] [dissertation]. M.; 2009. Russian.
31. Zulkarneeva EhM. Osobennosti techeniya, racional'nogo vedeniya beremennosti, rodov u yunyh pervorodnyashchih v zavisimosti ot sostoyaniya fizicheskogo i polovogo razvitiya [features of the course, rational of pregnancy, childbirth in young nulliparous depending on the condition of physical and sexual development:] [dissertation]. Ufa; 1997. Russian.
32. Ivanov AN. Akupunktura i manual'naya terapiya v lechenii bol'nyh s chastichnoj atrofiej zritel'nogo nerva vospalitel'nogo, sosudistogo i travmaticheskogo geneza [Acupuncture and manual therapy in the treatment of patients with partial atrophy of the optic nerve of inflammatory, vascular and traumatic Genesis] [dissertation]. M.; 2011. Russian.
33. Kazeev GV. Bioehnergetika zhivotnyh i razrabotka metodov ee korekcii pri narushenii funkcii vosproizvodstva [bioenergy of animals and development of methods of its correction in violation of reproduction] [dissertation]. M.; 2003. Russian.
34. Karpunina AV. Vozmozhnosti lecheniya giperestezii tverdyh tkanej zubov s pomoshch'yu lazernoj i magnitnoj refleksoterapii [Possibilities of treatment of hyperesthesia of hard tissues of teeth with the help of laser and magnetic reflexology] [dissertation]. Kazan'; 1997. Russian.
35. Kachan AT, Bogdanov NN. EHelektrofiziologicheskie osobennosti toчек akupunktury. Optimizaciya vozdeystvij v fizioterapii [Electrophysiological features of acupuncture points. Optimization of influences in physiotherapy]. Pod red. VS. Ulashchika i VA. Kobrika. Minsk: Belarus'; 1980. S. 112–119. Russian.
36. Kovalenko VV, Kovtunyak ON. Primenenie lokal'nogo otrical'nogo davleniya i lazernoj refleksoterapii v lechenii seksual'nyh razstrojstv u bol'nyh hronicheskim prostatitom [The application of local negative pressure and laser acupuncture in the treatment of sexual disorders in patients with chronic prostatitis]. Tezisy dokl. respubl. nauchn. konf. «Polovoe vospitanie, seksual'noe zdorov'e i garmoniya brachno-semejnyh otnoshenij». Kiev; 1990. Russian.
37. Kozodaev VO, Tregubova VN. Lechenie miopii u detej metodom lazeropunktury s primeneniem apparata «Mustang-024» [Treatment of myopia in children by the method of laser puncture using the apparatus «Mustang-024»]. Lazernaya medicina. 2002; 6 (4): 48–9. Russian.
38. Korotkov AL. Primenenie teplolazeropunktury pri zabolevaniyah vnutrennih organov i oporno-dvigatel'nogo apparata [use of heat and gas therapy in diseases of internal organs and musculoskeletal system]: [dissertation]. Tomsk; 1997. Russian.
39. Kochetkov AV, Moskvин SV, Karneev AN. Lazernaya terapiya v nevrologii [Laser therapy in neurology]. M.–Tver': Triada; 2012. Russian.
40. Kubasova EHS. Lazeropunktura miofascial'nogo boleвого sindroma [laser Acupuncture of myofascial pain syndrome]. Lazery i zhizn'. 1999; 19 (71): 12. Russian.

41. Kujliev EhM. Effektivnost' lazernoj terapii v predoperacionnom i posleoperacionnom periodah u bol'nyh tuberkulezom legkih s soputstvuyushchim hronicheskim bronhitom [the Effectiveness of laser therapy in the preoperative and postoperative periods in patients with pulmonary tuberculosis with concomitant chronic bronchitis] [dissertation]. M.; 1992. Russian.
42. Kulavskij VA, Kryukov LA. Lazeropunktura v kompleksnoj terapii vospalitel'nyh zabolevanij genitalij [laser puncture in complex treatment of inflammatory diseases of genitals. Natural and non-drug factors in health promotion]. Prirodnye i nemedikamentoznye faktory v ukreplenii zdorov'ya. Ufa; 1989. Russian.
43. Gerasimenko MYu, Gejnic AV, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v lechebno-reabilitacionnyh i profilakticheskikh programmah [Laser therapy in treatment and rehabilitation and prevention programs: clinical recommendations]: klinicheskie rekomendacii. M.; 2015. Russian.
44. Leontyuk LA, Vilegzhanina TA, Ryzhkovskaya E.L. Vozrastnye osobennosti reakcii na lazeropunkturu nekotoryh organov ehndokrinnoj, immunnoj i simpatoadrenalovoj system [and other Age-related features of the reaction of some organs of the endocrine, immune and sympathoadrenal systems]. Sbornik tezisov dokladov shkoly-seminara «Lazernaya tekhnika i lazernaya medicina». Habarovsk; 1989. Russian.
45. Loseeva AV. Vliyanie lazernoj terapii na klinicheskoe sostoyanie i uroven' biologicheski aktivnyh veshchestv v formennyh ehlementah krovi bol'nyh yazvennoj bolezni zheludka i dvenadcatiperstnoj kishki [Effect of laser therapy on the clinical state and level of biologically active substances in the blood of patients with gastric ulcer and duodenal ulcer]: [dissertation]. Kazan'; 2009. Russian.
46. Luk'yanyuk EV. Kliniko-fiziologicheskoe obosnovanie primeneniya lazeropunktury pri distal'nyh diabeticheskikh neropatiyah [Kliniko-physiological substantiation of application of laser puncture in distal diabetic neuropathy] [dissertation]. M.; 1992. Russian.
47. Mihajlova RI, Terekhova NV, Zemskaya EA. Lazernaya terapiya i lazernaya akupunktura u bol'nyh s hronicheskim aftoznym stomatitom [Laser therapy and laser acupuncture in patients with chronic aphthous stomatitis]. Stomatologiya. 1992; 3-6: 27–8. Russian.
48. Morozkina NS. Lazernaya akupunktura v kompleksnom lechenii bol'nyh kostno-sustavnym tuberkulezom [Laser acupuncture in complex treatment of patients with bone and joint tuberculosis]. Aktual'nye problemy vnegochnogo tuberkuleza. Minsk; 1995. Russian.
49. Moskvina SV. Lazernaya terapiya v dermatologii: vitiligo [Laser therapy in dermatology]. M.: Tekhnika; 2003. Russian.
50. Moskvina SV, Amirhanyan AN. Metody kombinirovannoj i sochetannoj lazernoj terapii v stomatologii [Methods of combined and combined laser therapy in dentistry]. M.–Tver': Triada; 2011. Russian.
51. Moskvina SV, Achilov AA. Osnovy lazernoj terapii [the Basics of laser therapy]. M.–Tver': Triada; 2008. Russian.
52. Moskvina SV, Bujlin VA. Optimizaciya lazernogo vozdejstviya. Nizkointensivnaya lazernaya terapiya [Optimization of laser exposure. Low-intensity laser therapy]. M.: Tekhnika; 2000. Russian.
53. Moskvina SV, Nasedkin AN, Osin AY, Han MA. Lazernaya terapiya v pediatrii [Laser therapy in Pediatrics]. M.: EHKSMO; 2010. Russian.
54. Moskvina SV, Hadarcev AA. KVCH-lazernaya terapiya [EHF-laser therapy]. M.–Tver': Triada; 2016. Russian.
55. Mynzhanova NSh. Izmenenie fiziologicheskikh harakteristik vozбудимости intactnogo dvigatel'nogo nerva pri vozdejstvii na nego lazernogo izlucheniya. Biologicheskoe dejstvie lazernogo izlucheniya (ehksperimental'nye i klinicheskie aspekty) [Changes in the physiological characteristics of the excitability of the intact motor nerve when exposed to laser radiation. Biological effect of laser radiation (experimental and clinical aspects)]. Alma-Ata; 1977. Russian.
56. Nasedkin AA. Primenenie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya v kompleksnom lechenii bol'nyh geroinovoj narkomaniej podrostkovo-yunoshekskogo vozrasta [The Use of low-intensity laser radiation in the complex treatment of patients with heroin addiction of adolescence] [dissertation]. M.; 2004. Russian.
57. Nasedkin AA, Moskvina SV. Lazernaya terapiya bol'nyh geroinovoj narkomaniej [Laser therapy of patients with drug addiction]. Tver': Triada; 2004. Russian.
58. Nasedkin AN, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v otorinolaringologii [Laser therapy in otorhinolaryngology]. M.–Tver': Triada; 2011. Russian.
59. Naumova MI. Rol' lazeroterapii v reabilitacii bol'nyh saharnym diabetom [the role of laser therapy in rehabilitation of patients with diabetes mellitus] [dissertation]. Odessa; 1997. Russian.
60. Nikitin AV, Esaulenko IEh, Shatalova OL. Primenenie lazeropunktury u bol'nyh bronhial'noj astmoj s soputstvuyushchim hronicheskim rinosinusitom [the use of laser-assisted asthma in patients with concomitant chronic rhinosinusitis]. Sistemnyj analiz i upravlenie v biomedicinskih sistemah. 2008; 7 (3): 563–5. Russian.
61. Polyakova AG. KVCH- i lazeropunktura v kompleksnoj medicinskoj reabilitacii pacientov s patologiej sustavov i pozvonochnika [EHF- and laser puncture in complex medical rehabilitation of patients with pathology of joints and spine] [dissertation]. M.; 2004. Russian.
62. Popova IE. Effektivnost' primeneniya lazeroakupunktury dlya lecheniya tabakokureniya u bol'nyh hronicheskim bronhitom [Efficacy of laser acupuncture for the treatment of tobacco Smoking in patients with chronic bronchitis]. Sistemnyj analiz i upravlenie v biomedicinskih sistemah. 2007; 6 (3): 6213. Russian.

63. Prikaz MZ RF № 1183n от 20.12.2012 g. «Ob utverzhdenii Nomenklatury dolzhnostej medicinskih rabotnikov i farmacevticheskikh rabotnikov» [Ministry of health order No. 1183n from 20.12.2012 «On approval of the Nomenclature of posts of medical workers and pharmaceutical workers»]. Russian.
64. Prikaz MZ RF № 266n от 13.04.2007 g. «Ob utverzhdenii rekomenduemykh perechnej medicinskih pokazanij i protivopokazanij k primeneniyu refleksoterapii v klinicheskoy praktike» [Order of the Ministry of health of the Russian Federation № 266n of 13.04.2007 «on approval of the recommended lists of medical indications and contraindications for the use of reflexology in clinical practice»]. Russian.
65. Prikaz MZ RF № 804n от 13.10.2017 g. «Ob utverzhdenii nomenklatury medicinskih uslug» [Ministry of health order No. 804n from 13.10.2017 «On approval of the nomenclature of medical services»]. Russian.
66. Putilina LP. Lechenie tuberkuleza legkih, sochetannogo s bronhial'noj astmoy, s ispol'zovaniem v kompleksnoj terapii lazernogo izlucheniya [treatment of pulmonary tuberculosis, combined with bronchial asthma, using laser radiation in complex therapy] [dissertation]. M.; 1993. Russian.
67. Rahishev AR. Deystvie lazernogo sveta na perifericheskie mekhanizmy regeneracii nerva. Sredstva i metody kvantovoj ehlektroniki v medicine [Action of laser light on peripheral mechanisms of nerve regeneration]. Saratov: Izd-vo Saratovskogo universiteta; 1976. Russian.
68. Romodanov AP, Bogdanov GB, Lyashchenko DS. Pervichnye mekhanizmy dejstviya igloukalyvaniya i prizhiganiya [the Primary mechanisms of action of acupuncture and moxibustion]. Kiev: Vishcha shkola; 1984. Russian.
69. Samojlov NG. Zakonomernosti vozrastnoj morfologii nervno-myshechnogo apparata pri razlichnykh rezhimakh dvigatel'noj deyatel'nosti i v usloviyah ee aktivizacii [Regularities of age morphology of the neuromuscular apparatus in different modes of motor activity and in terms of its activation] [dissertation]. Kiev; 1989. Russian.
70. Samosyuk IZ, Lisenyuk VP, Loboda MV. Lazeroterapiya i lazeropunktura v klinicheskoy i kurortnoj praktike [Laser therapy and laser puncture in clinical and resort practice]. Kiev: Zdorov'ya; 1997. Russian.
71. Samosyuk IZ, Samosyuk NI, Fyodorov SN, Zalesskij VN. 50 let lazernoj mediciny: gorizonty lazeropunktury – sovremennoj tekhnologii refleksoterapii [50 years of laser medicine: horizons of laser acupuncture – modern technology of reflexology]. Kiev: Vipol; 2012. Russian.
72. Sapozhnikov MYU. Razrabotka i nauchnoe obosnovanie metoda lazernoj refleksoterapii v vosstanovitel'nom lechenii bol'nyh stenokardiej napryazheniya [development and scientific substantiation of the method of laser reflexology in the treatment of patients with angina pectoris] [dissertation]. Cheboksary; 2012. Russian.
73. Semenova RI. Rasprostranennost' nespecificheskih zabolevanij legkih i karakter techeniya hronicheskogo obstruktivnogo bronhita v krupnom gorode s neblagopriyatnoj ehkologicheskoy situaciej [the Prevalence of non-specific lung diseases and the nature of the course of chronic obstructive bronchitis in a large city in an adverse environmental situation:] [dissertation]. Leningrad; 1989. Russian.
74. Sidnev DA. Novaya nemedikamentoznaya tekhnologiya podgotovki organizma k rodam metodom lazeropunktury [New non-drug technology of preparation of the organism for childbirth by the method of laser acupuncture]. Zdravoohranenie Bashkortostana. 2000; 4: 44–5. Russian.
75. Sisabekov KE. Izmenenie mionevral'nyh sinapsov pod vliyaniem monohromaticheskogo krasnogo polyarizovannogo sveta. Biologicheskoe dejstvie lazernogo izlucheniya (ehksperimental'nye i klinicheskie aspekty) [Change mineralnych synapses under the influence of monochromatic red polarized light. Biological effect of laser radiation (experimental and clinical aspects)]. Alma-Ata; 1977. Russian.
76. Skoryh LN. Metody i priemy racional'nogo ispol'zovaniya geneticheskogo potenciala baranov-proizvoditelej otechestvennoj i importnoj selekcii v tovarnom ovcevodstve [Methods and techniques of rational use of the genetic potential of sheep-producers of domestic and imported breeding in commercial sheep] [dissertation]. Stavropol'; 2013. Russian.
77. Skupchenko VV, Milyudin ES. Fazotonnyj gomeostaz i vrachevanie [Fatty homeostasis and healing]. Samara: Sam. gos. med. un-t; 1994. Russian.
78. Smorchkova OS. Kombinirovannoe primeneniye lazeropunktury i nizkointensivnogo izlucheniya krajne vysokoy chastoty u bol'nyh gastroehzofageal'noj refluksnoj boleznyu i yazvennym porazheniem zheludochno-kishechnogo trakta [Combined application of laser acupuncture and low-intensity radiation of extremely high frequency in patients with gastroesophageal reflux disease and ulcerative lesions of the gastrointestinal tract] [dissertation]. Voronezh; 2010. Russian.
79. Sofronova EV. Vliyanie lazernoj terapii na kachestvo zhizni i uroven' biologicheskii aktivnyh veshchestv v formennyh ehlementah krovi bol'nyh stenokardiej napryazheniya [the influence of laser therapy on the quality of life and the level of biologically active substances in the blood cells of patients with angina pectoris] [dissertation]. Cheboksary; 2007. Russian.
80. Stikina EO. Povysheniye rabotosposobnosti i aktivizaciya processov rehabilitacii sportivnyh loshadej s ispol'zovaniem nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya [of Increasing efficiency and enhancing processes of rehabilitation of sport horses using low-energy laser radiation] [dissertation]. Divovo; 1998. Russian.
81. Suhova EV. Mediko-psihologicheskaya rehabilitaciya bol'nyh hronicheskimi zabolevaniyami legkih [Medical and psychological rehabilitation of patients with chronic lung diseases] [dissertation]. Samara; 2002. Russian.
82. Talalaev SA. Vliyanie lazernoj akupunktury na rost, razvitie i myasnuyu produktivnost' molodnyaka ovec severokavkazskoj myaso-sherstnoj porody [influence of laser acupuncture on the growth, development and meat

- productivity of young sheep of the North Caucasian meat and wool breed] [dissertation]. Stavropol'; 2008. Russian.
83. Taradajnik NP. Usovershenstvovanie metodov korrekcii vosproizvoditel'noj funkcii korov i telok [The improvement of methods for correction of reproductive function of cows] [dissertation]. Dubrovicy Moskovskoj obl.; 2009.. Russian.
 84. Tereshin AT, Istoshin NG, Putilin VA, Mashnin VV. Bal'neo-, lazeroterapiya, aku- i lazeropunktura v korrekcii infertil'nosti u bol'nyh hronicheskim prostatitom [Balneo-, laser therapy, aku- and laser acupuncture in the correction of infertility in patients with chronic prostatitis]. Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. 2009; 16 (1): 74–7. Russian.
 85. Tojgambaeva AZ. Vliyanie lazernogo izlucheniya na nekotorye pokazateli regeneracii nerva. Biologicheskoe dejstvie lazernogo izlucheniya (ehksperimental'nye i klinicheskie aspekty) [The effect of laser radiation on some parameters of nerve regeneration. Biological effect of laser radiation (experimental and clinical aspects)]. Alma-Ata; 1977. Russian.
 86. Tyshkevich TG. Mnogourovnevaya stimulyaciya v rannej reabilitacii neirohirurgicheskikh bol'nyh [Multilevel stimulation in early rehabilitation of neurosurgical patients] [dissertation]. Sankt-Peterburg; 2014. Russian.
 87. Uzdenskij AB. Reakciya izolirovannogo nejrona na sfokusirovannoe lazernoe obluchenie ego uchastkov. [The reaction of the isolated neuron to the laser irradiation of its parts is focused] Sredstva i metody kvantovoj ehlektroniki v medicine. Saratov: Izd-vo Saratovskogo universiteta; 1976. Russian.
 88. Fyodorova TA, Moskvina SV, Apolihina IA. Lazernaya terapiya v akusherstve i ginekologii [Laser therapy in obstetrics and gynecology]. M.–Tver': Triada; 2009. Russian.
 89. Hadarcev AA, Es'kov VM, Vinokurov BL, Zilov VG, Morozov VN, Cogoev AS, Mihajlova AA, Kupeeov VG, Gontarev SN, Olejnikova MM, Dzasohova PV, Kryukova SV, Mityushkina OA. Vosstanovitel'naya medicina: Monografiya [Regenerative medicine]. Pod red. AA. Hadarceva, SN. Gontareva, SV Kryukovoj. Tula: Izd-vo TulGU – Belgorod: Belgorodskaya oblastnaya tipografiya; 2010. T. II. Russian.
 90. Hadarcev AA, Kupeeov VG, Zilov VG, Morozov VN, Tutaeva ES. Diagnosticheskie i lechebno-vosstanovitel'nye tekhnologii pri sochetannoј patologii vnutrennih organov i sistem [Diagnostic and therapeutic and rehabilitation technologies in combined pathology of internal organs and systems: Monograph]: Monografiya. Pod red. AA Hadarceva. Tula: Tul'skij poligrafist; 2003. Russian.
 91. Hadarcev AA, Kamenev LI, Panova IV, Razumov AN, Bobrovnickij IP. Teoriya i praktika vosstanovitel'noj mediciny. T. II. Integral'naya diagnostika i vosstanovitel'noe lechenie zabojevanij organov dyhaniya, v tom chisle professional'nyh: Monografiya [Theory and practice of rehabilitation medicine. Vol. II. Integral diagnostics and restorative treatment of respiratory diseases, including occupational diseases: Monograph]. Pod red VA Tutel'jana. Tula: INFRA – Moskva: Rossijskaya akademiya medicinskih nauk; 2005. T. II. Russian.
 92. Hadarcev AA. Izbrannye tekhnologii nemedikamentoznogo vozdeystviya v reabilitacionno-vosstanovitel'noj i sportivnoj medicine [Selected technology, drug impact rehabilitation and sports medicine]. Pod red. NA. Fudina. Tula: INFRA; 2009. Russian.
 93. Hadarcev AA, Horuzhaya VA, Danilyak IG. Primenenie lazernogo izlucheniya v kompleksnoj terapii bol'nyh bronhial'noj astmoј [the Application of laser radiation in complex therapy of patients with bronchial asthma]. Klinicheskaya medicina. 1988; 6: 53–6. Russian.
 94. Hromcova OM. Kliniko-patogeneticheskaya harakteristika i ocenka vozmozhnosti ozdorovleniya chasto boleyushchih ostrymi respiratornymi infekciyami [Clinical and pathogenetic characteristics and assessment of the possibility of recovery of often ill with acute respiratory infections]: [dissertation]. Ekaterinburg; 1998. Russian.
 95. Cikova TD. Lazeropunktura v kompleksnom lechenii miopii slaboj stepeni u detej shkol'nogo vozrasta [laser Acupuncture in complex treatment of myopia of weak degree in children of school age]. Oftal'mologicheskij zhurnal. 1990; 1: 39–42. Russian.
 96. Coj VP, Coj YuV. Ehlektrovozbudimost' denervirovannoj skeletnoj myshey pri lazernom obluchenii. Biologicheskoe dejstvie lazernogo izlucheniya (ehksperimental'nye i klinicheskie aspekty) [Elektrovozoremontnij denervated skeletal muscle by laser irradiation]. Alma-Ata; 1977. Russian.
 97. Shchur VV, Makeeva NS, Belyaev VP, Starshinov GV. K voprosu o rezul'tatah lecheniya monohromaticheskim krasnym svetom gelii-neonovogo lazera arterial'noj gipertonii i nekotoryh nevrologicheskikh zabojevanij. Materialy Respublikanskoј konferencii «Nekotorye voprosy biodinamiki i bioehnergetiki organizma v norme i patologii, biostimulyaciya lazernym izlucheniem» [on the results of treatment with monochromatic red light of helium-neon laser of arterial hypertension and some neurological diseases]. Alma-Ata; 1971. Russian.
 98. Branco K, Naeser MA. Carpal tunnel syndrome: Clinical outcome after low-level laser acupuncture, microamps transcutaneous electrical nerve stimulation, and other alternative therapies – an open protocol study. J Altern Complement Med. 1999; 5 (1): 5–26.
 99. Fuchtenbusch A. Laseranwendung und Akupunktur in der Kosmetik. Germany; 1998.
 100. Gamaleya NF. Laser biomedical research in the USSR. In: Wolbarsht M.L. (ed.) Laser applications in medicine and biology. Plenum Publishing Corp., New York; 1977.
 101. Kneebone WJ. Laser acupuncture as a pain relief modality. Practical Pain Management; 2008.

102. Litscher G. Laser acupuncture – innovative basic research: visual and laser-induced evoked potentials. *Laser Therapy*. 2012; 21 (4): 287–95.
103. Litscher G, Opitz G. Technical parameters for laser acupuncture to elicit peripheral and central effects: State-of-the-art and short guidelines based on results from the Medical University of Graz, the German Academy of Acupuncture, and the scientific literature. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. – 2012, Article ID 697096, 5 pages: doi: 10.1155/2012/697096, <http://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/697096/>
104. Litscher G, Schikora D. Cerebral vascular effects of non-invasive laserneedles measured by transorbital and transtemporal Doppler sonography. *Lasers Med Sci*. 2002; 17 (4): 289–95.
105. Lorenzini L, Giuliani A, Capra R. Laser acupuncture using an ULLL device: effectiveness in rat models of acute and persistent pain. Conference WALT. Abstracts. Bergen, Norway; 2010.
106. Ohshiro T, Calderhead RG. Low level laser therapy: A practical introduction. Chichester–New-York–Brisbene–Toronto–Singapore, John Wiley&Sons; 1988.
107. Plog FMW. Biophysical application of the laser beam. *Lasers in Medicine*, H.K. Koebner, Ed. John Wiley, New York, NY, USA; 1980.
108. Read A, Beaty P, Corner J, Sommerville VC. Reducing naltrexone-resistant hyperphagia using laser acupuncture to increase endogenous opiates. *Brain Injury*. 1996; 10 (12): 911–9.
109. Weber M, Fussganger-May T, Wolf T. «Needles of Light»: A New Therapeutic Approach. *Medical acupuncture*. 2007; 19 (3): 141–51. DOI: 10.1089/acu.2007.0539.
110. Whittaker P. Laser acupuncture: past, present, and future. *Lasers in Medical Science*. 2004; 19 (2): 69–80. DOI: 10.1007/s10103-004-0296-8.
111. Wu J-H, Chen H-Y, Chang Y-J. Study of autonomic nervous activity of night shift workers treated with laser acupuncture. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2009; 27 (2): 273–9.
112. Zhou YC. An advanced clinical trial with laser acupuncture anesthesia for minor operations in the oro-maxillofacial region. *Lasers in Surgery and Medicine*. 1984; 4 (3): 297–303.

Библиографическая ссылка

Москвин С.В., Агасаров Л.Г. Лазерная акупунктура: основные принципы, методические подходы и параметры методик // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. № 1. Публикация 3-6. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNIMT/Bulletin/E2019-1/3-6.pdf> (дата обращения: 18.02.2019). DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16320.

ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛАЗЕРОФОРЕЗА (обзор литературы)

С.В. МОСКВИН*, А.А. ХАДАРЦЕВ**

* *ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России»,
г. Москва, 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru*

** *Медицинский институт, Тульский государственный университет,
ул. Болдина, 128, Тула, 300012, Россия, ahadar@yandex.ru, www.khadartsev.ru*

Реферат. Лазерофорез – перспективное и активно развивающееся направление современной медицины и косметологии, с изученным механизмом и доказанной эффективностью. Обзор литературы и собственный опыт позволяет предположить, что для повышения лазерофореза необходимо работать в следующих направлениях:

- оптимизировать длину волны НИЛИ, обратив особое внимание на непрерывное излучение с длиной волны 525 нм мощностью до 50 мВт и импульсное с длиной волны 635 нм (длительность светового импульса 100 нс, импульсная мощность до 5 Вт);
- проводить предварительную электростимуляцию;
- освечивать в постоянно магнитном поле 35–50 мТл, для чего необходимо разработать специальную насадку.

Ключевые слова: лазерная терапия, лазерофорез, низкоинтенсивное лазерное излучение.

POSSIBLE METHODS AND WAYS OF ENHANCING THE EFFECTIVENESS OF LASER PHORESIS (literature review)

S.V. MOSKVIN*, A.A. KHADARTSEV**

* *FGBI «State Research Center of Laser Medicine FMBA of Russia», Moscow,
7652612@mail.ru, www.lazmik.ru*

** *Medical Institute, Tula State University,
128 ul. Boldina, Tula, 300012, Russia, ahadar@yandex.ru, www.khadartsev.ru*

Abstract. Laser phoresis is a promising and rapidly developing branch of modern medicine and cosmetology, with studied mechanism and proven effectiveness. Literature review and our own experience suggest that for laser phoresis enhancement it is necessary to work in the following areas:

- optimize LILI wavelength, paying special attention to continuous irradiation with a wavelength of 525 nm, output power up to 50 mW, and pulsed irradiation with a wavelength of 635 nm (duration of light pulse – 100 ns, pulse power up to 5 W);
- carry out preliminary electrical stimulation;
- irradiate in a constant magnetic field of 35–50 mT, for which a special nozzle is necessary to be developed.

Key words: low level laser therapy, laser phoresis, low intensity laser irradiation.

Лазерофорез – способ чрескожного введения биологически активных веществ с помощью освечивания низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ) места нанесения препарата. Один из самых востребованных среди сочетанных методов лазерной терапии, перспективность которых мы предсказали достаточно давно [22; 46; 52]. Шифр в номенклатуре медицинских услуг – А17.30.027 (Приказ Минздравсоцразвития России № 1664н от 27 декабря 2011 г. «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг»). Также известны его разновидности, фитолазерофорез [35; 37] и лазерная биоревитализация ЛАЗМИК® [63].

Факт усиления проникновения некоторых веществ через кожу под действием внешнего воздействия физическими полями известен давно. В настоящее время в разных областях медицины наиболее широкое распространение получил электрофорез лекарственных средств [17; 69]. В косметологии активно используется также фонофорез, поскольку обязательное наличие контактного вещества (геля) между кожей и рабочей поверхностью головки при озвучивании предопределяет возможное добавление в неё активных веществ, проникающих в кожу и оказывающих сочетанное с ультразвуком действие [33]. Но наиболее эффективным вариантом чрескожного введения биологически активных веществ является именно освечивание кожи НИЛИ.

Лазерофорез, или лазерный фотофорез (первоначальное название), как метод сочетанной лазерной терапии предложил и доказал его большую эффективность по сравнению с традиционным лекарственным электрофорезом или освечиванием некогерентными источниками света (лампами) А.А. Миненков (1989) [40]. В его варианте методики осуществлялось освечивание области кожного покрова с предварительно нанесённым на неё лекарственным препаратом красным непрерывным НИЛИ (633 нм, 1–10 мВт/см²) в течение 5–10 мин, что позволило не только эффективнее вводить активные вещества через кожу, но и усиливать их действие. За прошедшие годы метод получил достаточно широкое распространение, но механизм проникновения веществ через кожу и условия, необходимые для этого, стали понятны относительно недавно [58; 56].

Количество работ, посвящённых изучению механизмов и практическому применению лазерофореза, постоянно растёт, по теме достаточно много и наших публикаций, включая монографии (большая часть из них процитирована в списке литературы). Но в этой статье мы хотели бы рассмотреть предложения разных

авторов по повышению эффективности методики в разных областях медицины и косметологии.

Чрескожное введение веществ посредством лазерного освечивания не только исключительно просто реализуется и экономически выгодно, но что самое важное, наиболее эффективно. В процессе сравнения степени влияния различных физических факторов на форетическую подвижность различных веществ было доказано преимущество такого подхода: в частности, по сравнению с электрофорезом эффективность лазерофореза почти в 1,5 раза выше [40]. Позднее было подтверждено, что выбор НИЛИ в качестве наилучшего физического фактора, стимулирующего форетическую активность некоторых веществ, имеет глубокое научное обоснование [63]. Кроме того, для лазерофореза не требуются ионизированные и поляризованные вещества, а также электроды, закрепляемые на разных частях тела, обязательно необходимые для проведения электрофореза. И это также есть неоспоримые преимущества нового метода.

Понимание того, через какие механизмы происходит активация НИЛИ процесса проникновения биологически активных веществ через кожу, т. е. лазерофореза, позволило нам оптимизировать методику и предложить её наилучшие варианты. В настоящее время эта методика развивается практически только российскими специалистами. Анализ патентной активности по защите интеллектуальной собственности в отношении лазерофореза показал, что за период с 1981 года по август 2016 года в России оформлено 52 патентных документа. Наибольшая изобретательская активность по рассматриваемому направлению отмечена в период с 2000-го по 2005-й и с 2011-го по 2014 год [90].

Области применения лазерофореза постоянно расширяются:

- акушерство и гинекология [80; 83];
- дерматология и косметология [10; 19; 32; 45; 53; 66; 74; 75];
- заболевания костно-мышечной системы [57; 91];
- неврология [26; 27; 79];
- оториноларингология [67; 77; 86];
- офтальмология [30; 89];
- педиатрия [61; 86];
- спортивная медицина [7; 81; 84];
- стоматология [2; 41; 50; 70];
- урология [20; 65];
- хирургия [14; 72];
- эндокринология [3] и др.

Технология постоянно развивается и совершенствуется по нескольким направлениям:

- поиск новых биологически активных веществ для проведения процедуры;
- оптимизация состава гелей, подбор смесей и концентраций;
- оптимизация способов доставки веществ, что важно при труднодоступной локализации патологического очага;
- оптимизация лазерного воздействия, прежде всего длины волны лазерного источника, но также энергетических параметров (плотность мощности);

- комбинирование лазерофореза с другими вариантами физиотерапевтического воздействия.

Таким образом, представляется весьма актуальным проведение дальнейших научных исследований в области разработки новых эффективных технологий лазерофореза лекарственных препаратов и поиска оптимальных параметров лазерного воздействия [24].

Необходимо учитывать, что для лазерофореза подходят не все вещества. Ниже будут рассмотрены механизмы активации процесса чрескожного проникновения макромолекул и обоснованы основные требования к ним: гидрофильность и молекулярная масса не более 500 кДа.

Физико-химические и экспериментальные исследования по изучению форетических свойств целого ряда препаратов показали, что пригодными для лазерофореза являются только гидрофильные низкомолекулярные соединения. Если фармацевтическое средство выпускается в виде порошка, перед процедурой его разводят по инструкции в дистиллированной воде [33]. Приведём в качестве примера некоторые из них (по данным на 2016 год) [13; 33; 51; 56; 58; 59; 63; 78]:

- аллантоин + гепарин натрия + лука репчатого лукович экстракт (Контрактубекс[®]);
- антибиотики (бензилпенициллин, левомецетин, оксациллин, тетрациклин);
- гепарин натрия (Гепарин[®]);
- гиалуронидаза (Лидаза[®]);
- гиалуроновая кислота (гиалуронат натрия);
- гидрокортизон;
- диоксометилтетрагидропиримидин (Метилурацил[®]);
- диоксотетрагидрокситетрагидронафталин (Оксолин[®]);
- долгит-крем;
- индометациновая мазь;
- метронидазол + хлоргексидин (Метрогил Дента[®], гель и желе);
- никотиновая кислота;
- пантовегин;
- Солкосерил[®].

Физико-химическими исследованиями установлено, что НИЛИ не разрушает фармакологические препараты и не меняет их свойств (апрессин, ганглерон, инозин, никотиновая кислота и др.), но значительно увеличивает форетическую подвижность [39; 40]. Перечень используемых для лазерофореза препаратов постоянно расширяется.

В косметологии наиболее известным является лазерофорез геля с гиалуроновой кислотой (ГК), проводимый по технологии лазерной биоревитализации ЛАЗМИК[®] [63; 68]. Последовательность проведения процедуры (подготовка и завершение, параметры лазерного воздействия и др.) соответствует наиболее оптимальным условиям реализации лазерофореза любых веществ, соответствующих известным требованиям.

Возможности лазерной биоревитализации ЛАЗМИК[®] могут быть использованы при проведении лазерно-вакуумного массажа за счёт нанесения на по-

верхность кожи перед проведением процедуры специальных гелей или в виде комбинированной методики – лёгкий, «разогревающий» вакуумный массаж до начала основной процедуры – лазерофореза.

Ещё одно важное уточнение. Достаточно часто лазерофорезом называют варианты методик, которые не являются таковыми в прямом смысле, когда на кожу в область лазерного освечивания наносятся не водорастворимые препараты, проникновение которых не усиливается под влиянием лазерного света описанными ниже путями. Тем не менее эффективность лечения чаще всего повышается, однако через другие механизмы, например, усиление микроциркуляции и клеточного метаболизма.

Знание и понимание механизмов ускорения проникновения биологически активных (лекарственных) веществ через кожу под влиянием НИЛИ – важнейший фактор развития методологии лазерофореза. Поскольку защитная функция кожи одна из главных, то трансэпидермальная диффузия растворов различных веществ ограничена многими условиями [42], и первый вопрос, который ставил всех в тупик до недавнего времени, – каким же образом вещества преодолевают этот барьер?

Всё оказалось достаточно просто, но только после того, как мы предположили, а потом и доказали, что единственно возможными «обходными» путями проникновения веществ в кожу через эпидермис, безусловно, могут быть только шунты (потовые железы и волосяные фолликулы). Не исключаются и микротрещины, но вклад этого пути чаще всего малозначителен. Основываясь на этой гипотезе, мы впервые в мире смогли описать и другие процессы, происходящие уже на втором этапе, в коже, и смогли ответить на вопрос, каким образом различные физические факторы способствуют проникновению веществ, усиливают их транспорт [51; 56; 58; 59].

Рассмотрим этот вопрос подробнее для понимания того, какими свойствами должны обладать макромолекулы вводимого вещества, чтобы иметь потенциальную возможность для проникновения, и какие оптимальные параметры лазерного освечивания. Вначале вспомним строение кожи.

Первый барьер, с которым встречаются молекулы активного вещества, – эпидермис и известные его слои (от базального к роговому), состоящие из кератиноцитов различной степени дифференцировки. Плазмолеммы соседних клеток зернистого слоя эпидермиса разделены промежутками шириной 20–30 нм, шиповатого слоя – всего 12–15 нм, кроме того, имеют многочисленные специализированные межклеточные контакты (десмосомы) и мембранные тельца Одленда, вместе формирующие межклеточные пространства и обеспечивающие дополнительную защитную функцию. Клетки базального слоя вплотную прилегают друг к другу, даже не имея чётких границ [42; 87]. Следовательно, прямой трансэпидермальный путь через межклеточные пространства невозможен.

Совершенно иная ситуация с придатками кожи. Плотность распределения сальных желёз неодинакова в различных областях тела человека. Больше всего их содержится в коже головы, лба, щёк и подбородка (400–900 на 1 см²), на остальной поверхности тела плотность сальных желёз варьирует от 0 до 120 на 1 см² [21; 93]. Различают свободные от волос сальные железы и связанные

с волосяными фолликулами, которые классифицируют по размеру – средние и мелкие [21]. Величина секреторных отделов как у разных (в смысле эмбрионального происхождения) желёз, так и у одинаковых, но расположенных в разных областях тела, варьирует в больших пределах. Так, на лице свободные сальные железы имеют секреторные отделы в объёме от 0,5 до 1 мм³, выводной проток их до разветвления имеет длину от 210 до 912 мкм, а устье – от 171 до 285 мкм в диаметре. Секреторные доли проникают в кожу лица на глубину от 960 до 1710 мкм [21]. Подсчитать общую площадь внутренней поверхности железистых клеток затруднительно, поскольку весьма значительны различия от возраста, пола, типа клеток, локализации и пр., но понятно, что она в десятки раз превышает общую площадь эпидермиса. Однако вопрос о возможном участии сальных желёз в процессе лазерофореза жирорастворимых веществ в настоящее время дискутируется.

Проток потовой железы имеет дермальную и эпидермальную части, открывается на вершине гребешков кожи. Диаметр потовой поры 60–80 мкм, а просветов – 14–16 мкм. Дермальная часть протока состоит из двух слоёв кубического эпителия с базофильной цитоплазмой, лежащего на базальной мембране [87]. Плотность расположения потовых желёз в зависимости от локализации и национальной принадлежности человека колеблется от 64 до 431 на 1 см², больше всего на лице – до 174 на 1 см², и ладонях – до 424–431 на 1 см², а общее количество составляет от 2 до 5 млн. Общая площадь просветов выводных протоков потовых желёз составляет 57–94 на 1 см² (меньше 1% от площади поверхности кожи), однако при этом общая секреторная поверхность всех потовых желёз имеет площадь до 5 м², т. е. в 3 раза превышает общую площадь эпидермиса. Толщина слоя кожи, в котором размещены клубочки потовых желёз, составляет 1,3–3,12 мм, а весь объём данного слоя равен 3200 см³ [21; 34; 93].

Волосяной фолликул состоит из 3 частей: глубокой – от сосочка до соединения с мышцей, поднимающей волос; средней, очень короткой части – от соединения с мышцей, поднимающей волос, до входа протока сальной железы, и верхней части – от входа протока сальной железы до устья фолликула. Луковица волоса представлена недифференцированными эпителиальными клетками, в которых происходят пролиферация клеток, рост волоса и обновление клеток внутреннего корневого влагалища [42; 87]. В различных участках плотность устьев волосяных фолликул на 1 см² в зависимости от возраста, пола, цвета волос, национальности и пр., по данным разных авторов, колеблется в широких пределах, от 60 ± 40 на коже полового члена и мошонки, до 830 ± 100 (на щеке у мужчин). Число волос меньше, или они даже полностью отсутствуют в некоторых частях тела (ладони, ступни и пр.) [21; 88].

Итак, на теле человека на 1 см² поверхности имеется более 1000 потенциальных «входов» для макромолекул размером до 1000 мкм, и этого вполне достаточно для чрескожного проникновения значительного количества вещества. Но представленные известные справочные данные необходимо дополнительно прокомментировать в рамках рассматриваемой темы и обратить внимание на следующие обстоятельства.

1. В коже всегда имеются открытые и закрытые по разным причинам поры, чем больше первых, тем активнее вещества смогут проникать через кожу, поэтому рекомендуется очищать кожу и разными способами «открывать» поры перед началом процедуры [62; 63; 74].
2. Если общий размер входных «отверстий» невелик (1–3% от всей поверхности), то общая внутренняя поверхность волосяных фолликул и потовых желёз превышает площадь кожи в несколько раз. Это обеспечивает исключительно эффективную «закачку» молекул, попавших внутрь.

Однако возможность прохождения молекул вещества через устье шунта вовсе не означает их дальнейшего продвижения в кожу и далее, поскольку для этого необходимо пройти через клетки потовых желёз и эпителия волосяного фолликула. Наиболее вероятным механизмом, позволяющим это осуществить, является трансцитоз, точнее его разновидность, пиноцитоз – процесс, объединяющий признаки экзоцитоза и эндоцитоза. На одной поверхности клетки формируется эндоцитозный пузырь (эндосома), который переносится к противоположному концу клетки, становится экзоцитозным пузырьком и выделяет своё содержимое во внеклеточное пространство. При этом весь процесс (полное прохождение вещества) занимает не более 1 мин. Важно, что для пиноцитоза характерно отсутствие специфичности плазмалеммы, т. е. любая поверхность соответствующей живой клетки может участвовать в трансцитозе. Данный механизм давно известен как основной, обеспечивающий поглощение клетками мелких капель воды, белков, гликопротеинов и макромолекул с максимальным размером до 1000 нм (1 мкм) [15; 95].

В настоящее время большинство исследователей в качестве первичного механизма биологического действия низкоинтенсивного лазерного света рассматривают термодинамический запуск Ca^{2+} -зависимых процессов. При поглощении НИЛИ световая энергия преобразуется в тепло, вызывая локальное нарушение термодинамического равновесия, вследствие чего из внутриклеточного депо высвобождаются ионы кальция, которые затем распространяются в клетках и тканях в виде волн повышенной концентрации [44; 45; 47; 49]. Поскольку Ca^{2+} -зависимыми являются как эндоцитоз, так и экзоцитоз [15; 92; 94], то высвобождение Ca^{2+} под влиянием НИЛИ приводит к активации трансцитоза в целом. Кроме того, известен феномен значительного усиления эндоцитоза после экзоцитоза, который был описан для железистых клеток и нейронов, в последнем случае для синаптических структур [9]. Таким образом, НИЛИ очень эффективно стимулирует трансцитоз и способствует проникновению веществ.

Впервые способ усиления форетической подвижности ряда препаратов после лазерного освечивания был предложен в начале 80-х годов прошлого века [1], а преимущества использования именно НИЛИ в качестве стимулирующего процесс физического фактора доказаны А.А. Миненковым (1989) [40]. На основании 400 физико-химических исследований (с помощью токо- и светотокопроводных моделей) различных по своей структуре лекарственных препаратов (апрессин, ганглерон, карбохромен, инозин, никотиновая кислота и др.) путём выявления их структурной устойчивости и подвижности при действии НИЛИ, постоянного

электрического тока и их сочетания было установлено, что НИЛИ с терапевтическими параметрами не разрушает исследованные фармакологические препараты. Кроме того, показано, что освечивание НИЛИ (633 нм) кожи подопытных животных на участке проведения флюоресцеиновой пробы увеличивает скорость проникновения краски в кровь (коэффициент экстинкции при воздействии НИЛИ $0,153 \pm 0,1$ (контроль $0,106 \pm 0,02$, $p \leq 0,05$).

В сравнительном аспекте были изучены количественные характеристики эффективности индуцированного переноса ионов отдельных лекарственных веществ при использовании для сочетанных воздействий наряду с НИЛИ также и некоторых других физических факторов: коротковолнового ультрафиолетового (КУФ) излучения, ультразвука (УЗ), дециметровых волн (ДМВ), электрического поля ультравысокой частоты (УВЧ), переменного магнитного поля (ПеМП) и постоянного магнитного поля (ПМП). В физико-химических исследованиях на примере 0,1% раствора карбохромена было показано, что все из этих физических факторов повышают электрофоретическую подвижность этого фармакологического препарата. Однако преимущество НИЛИ заключается в более выраженном влиянии на процесс, чем в остальных вариантах воздействия, например, лазерное освечивание оказалось в 1,5–2 раза эффективнее контроля, то есть при электрофорезе. На основании этих исследований было сделано заключение о том, что использование НИЛИ в таком сочетанном варианте является одним из перспективных направлений, назвали новый метод физиотерапии лазерофорезом [40].

В экспериментах с препарированными плацентарными мембранами позднее также была показана возможность стимулированного различными физическими полями, в т. ч. и НИЛИ, трансмембранного переноса анионов левомецетина, бензилпенициллина и оксациллина [78].

Итак, мы достаточно хорошо понимаем механизмы лазерофореза, что позволяет ответить на немаловажный вопрос, с какой предельной молекулярной массой (1 мкм или 500 кДа) макромолекулы могут пройти через мембранные барьеры клеток придатков кожи и какими дополнительными свойствами эти молекулы должны обладать (гидрофильность).

Для экспериментальной проверки предложенной нами модели проникновения веществ через кожу и мембраны клеток наилучшим образом подходит гиалуроновая кислота (ГК), поскольку она гидрофильная и доступны гели с ГК молекулярной массой от 19 Да до 6000 кДа. Увеличивая размеры молекул ГК в геле, мы экспериментально определили крайнее значение, при котором ещё осуществляется проникновение, и это действительно 500 кДа [4; 51; 54; 55].

Кроме свойств активного вещества (молекулярная масса, химическое строение, конформация, степень гидрофильности), имеются и другие факторы, влияющие на проникновение:

- кожные специфические факторы (место и площадь аппликации; возраст пациента; состояние, температура и степень гидратации кожи; особенности кровоснабжения и др.);

- условия аппликации и наличие внешнего воздействующего фактора (свойства окружающей среды; длина волны, экспозиция и ЭП воздействия).

Понимание механизмов лазерофореза на клеточном и тканевом уровнях также позволяет формулировать и требования к физическим факторам, обеспечивающим максимально эффективное проведение процедуры.

Рассмотрим, какие параметры НИЛИ, в первую очередь длина волны, наиболее часто используются для лазерофореза. Из трёх основных типов лазерных источников (непрерывные красного спектра – 633–635 нм, непрерывные ИК – 780–785 нм и импульсные ИК – 890–904 нм), которые выбирают специалисты для проведения лазерофореза, наибольшее предпочтение в косметологической практике отдаётся непрерывному ИК НИЛИ с длиной волны 780–785 нм, мощностью 40–50 мВт [63], где хорошо зарекомендовали себя также фиолетовые лазеры (405 нм, мощность до 120 мВт), однако научных и клинических исследований по изучению особенностей его применения пока не проведено [47]. При лечении пациентов с широким кругом заболеваний многие отдают предпочтение импульсному ИК НИЛИ (длина волны 890–904 нм). Не оценены также пока возможности импульсных лазеров красного спектра (635 нм, мощность 5 Вт) [48], которые прекрасно зарекомендовали себя при местном воздействии [19; 31].

Непрерывный красный лазерный свет для лазерофореза в настоящее время почти не применяется, хотя именно гелий-неоновый лазер с длиной волны 633 нм был первым когерентным источником света, с помощью которого показали саму возможность реализации методики. С другой стороны, не исключён вариант комбинирования. Например, В.В. Коржова с соавт. [25] отметили высокую эффективность комбинированного воздействия красного (635 нм, плотность мощности 60 мВт/см²) и инфракрасного импульсного (890–904 нм) НИЛИ у женщин с пародонтитом при проведении лазерофореза препарата «Ксидент» (регулятор обмена кальция).

Математическая модель, предложенная А.А. Рыжевич с соавт. [73], в основе которой лежит анализ термодинамических сдвигов, наблюдаемых при воздействии НИЛИ на биологические объекты, позволяет выбрать возможные оптимальные параметры лазерного света. Авторами были рассчитаны длина волны, плотность мощности, время воздействия, характеристики модулированного режима для создания максимально возможного температурного градиента в структуре «липиды мембран – окружающая жидкость», что, по их мнению, позволяет оптимизировать протокол проведения процедуры. В последние годы были также проведены дополнительные экспериментальные исследования, расширившие представления о механизмах процесса лазерофореза [18]. Основанные на данной модели расчёты А.М. Лисенкова с соавт. [38] показали, что действие лазерного излучения с длиной волны 780–785 нм и плотностью мощности 60 мВт/см² является оптимальным для проведения освечивания кожи с целью увеличения кровотока, при условии что общее время процедуры не превышает 20 мин.

Эффективность лазерофореза с использованием импульсного ИК НИЛИ (длина волны 890–904 нм) показана в стоматологии при различных заболеваниях пародонта. Вводимые вещества: экзогенные адаптогены (гирудина, пирроксана,

янтарной кислоты и др.) [41]; витамины группы В, стимуляторы метаболизма, ангиопротекторы, противовоспалительные препараты, обладающие противомикробным действием, общеукрепляющие препараты [28; 29; 70; 85].

Технология лазерофореза импульсным ИК НИЛИ (890–904 нм) с предварительной ионизацией геля «Гиасульф» и электромиостимуляцией в зоне аппликации позволяет снизить интенсивность болевого синдрома у пациентов с дорсопатиями на фоне перенесённых вертебральных переломов на 68% от исходных значений по ВАШ, обладает эффектом последствия до 6 недель и способствует активизации пациентов. На фоне лечения отмечается снижение САД на $5,8 \pm 2,1$ мм рт. ст., что является дополнительным положительным воздействием при сочетании ОП с АГ. Введение фитомеланина методом лазерофореза с предварительной электромиостимуляцией эффективно и безопасно у пациентов с болевым синдромом на фоне остеопоротической спондилопатии, способствует стабилизации АД и уменьшает выраженность нежелательных гастро-интестинальных эффектов пероральных нестероидных противовоспалительных средств за счёт снижения их дозы в 3 раза и более на фоне лечения [5; 6].

Коронатеру (фитопрепарат) в сочетании с лазерофорезом фитомеланина рекомендовано применять дифференцированно в лечении больных ИБС, используя её позитивные целенаправленные характеристики: в качестве монотерапии у пациентов с ИБС и стенокардией I ФК, в комплексном лечении стенокардии II–III ФК, в том числе после перенесённого инфаркта миокарда; при купировании приступов стенокардии в случае непереносимости или резистентности к нитратам; в лечении ИБС с тревожно-мнительными расстройствами и неадаптивными механизмами защиты в ответ на развитие коронарной патологии [82].

По данным А.А. Горячевой [16], фитолазерофорез импульсным ИК НИЛИ (890–904 нм) способствует стабилизации артериального давления, обеспечивая синтоксический эффект со стороны основных функциональных систем организма человека. Обследовано 87 человек с диагнозом «эссенциальная артериальная гипертензия II ст.». В основной группе больных кроме рутинной терапии применялся фитолазерофорез. На фоне изменения медиаторов ВНС менялись показатели свёртывающей и противосвёртывающей, окислительной и антиокислительной, иммунной систем с тенденцией к активации синтоксических программ адаптации после лечения с использованием фитолазерофореза. Изучен коэффициент активности синтоксических программ адаптации. САД и ДАД через 10 дней лечения устанавливалось на нормальных цифрах. Катамнез – 6 мес. В это время гипотензивных препаратов исследуемые не принимали.

Показано, что методика фитолазерофореза позволяет снять перевозбуждение в центральной нервной системе, устраняя гипоксию и ишемию структурных образований головного мозга. Длительная компрессия корешков межпозвонковых дисков ведёт к стойкому спазму мозговых сосудов, а также вызывает сокращение с последующим укорочением и снижением эластичности мышечно-связочного аппарата шейного отдела позвоночника, что дополнительно вызывает сужение сосудистого русла. Методом лазерофореза в местах компрессии корешков и в области спазмированных мышц вводятся препараты «Ботокс», «Карипазим» или «Лекозим», которые

оказывают миорелаксирующее и рассасывающее действие. Лечение проводится на фоне перорального приёма фитопрепаратов и акупунктуры [36].

М.Р. Катаев с соавт. (2001) [23] предлагают в терапии различных заболеваний применять фитолазерофорез, один из вариантов лазерофореза. В результате понижения рецепторной чувствительности, уменьшения интерстициального отёка и напряжения тканей проявляется обезболивающее действие. Уменьшение длительности фаз воспаления оказывает дополнительный противовоспалительный и противоотёчный эффекты, усиливая действие, например, одуванчика. Повышение скорости кровотока, увеличение количества новых сосудистых коллатералей, улучшение реологических свойств крови (эффект аналогичен фитопрепаратам клевера, каштана конского, донника лекарственного и т. д.) улучшает регионарное кровообращение, что вместе с ускорением метаболических реакций и увеличением митотической активности клеток способствует процессу физиологической и репаративной регенерации тканей (свойственно фитопрепаратам из чистотела, календулы, софоры японской, ореха грецкого и т. д.). В результате лазерной терапии отмечаются десенсибилизирующий, гипохолестеринемический эффекты, повышение активности общих и местных факторов иммунной защиты, как у растений: топинамбура, боярышника, барбариса, левзеи сафлоровидной, лимонника китайского, шиповника. В зависимости от длины волны НИЛИ проявляются бактерицидный или бактериостатический эффекты, как у ряски, чистотела, листа берёзы, ромашки, шалфея. При определённых параметрах, длине волны, плотности мощности и ЭП проявляется биостимулирующее действие НИЛИ: повышается активность ферментов, происходит усиление кислородного обмена, увеличение поглощения кислорода тканями организма, активизируются окислительно-восстановительные процессы. Подобные эффекты оказывают бессмертник, чабрец, календула, родиола розовая, ятрышник.

При изучении глубины и скорости прохождения красящего вещества (метиленовой сини, $C_{16}H_{18}ClN_3S$) через яблочную кожуру в глубже лежащие слои установлено, что результат зависит от типа используемого способа активации процесса – электроионофорез (катафорез, анафорез), лазерное воздействие (красный, ИК или зелёный спектр) – и от их сочетания между собой. При оптимальном сочетании воздействующих физических факторов обеспечивается в 10–12 раз большая проницаемость красителя вглубь, чем при свободной диффузии. При этом непрерывное НИЛИ зелёного спектра (525 нм) оказалось эффективнее также непрерывного красного (635 нм) и импульсного ИК НИЛИ (890 нм) [76].

Рядом исследований была продемонстрирована потенциальная возможность повышения эффективности лазерофореза с помощью комбинирования с воздействием электромагнитным излучением крайне высокой частоты [8; 64], а также в комплексе с внутривенным лазерным освещением крови (ВЛОК) [11; 12]. Исключительно важен факт синергетического эффекта за счёт местного действия при проведении лазерофореза и системного влияния других физических лечебных факторов.

Как показали теоретически и экспериментально Ю.М. Райгородский с соавт. [71], освещивание биоткани НИЛИ в постоянном магнитном поле ускоряет

ионный трансмембранный перенос за счёт создания термодинамической неравновесности, такое сочетанное воздействие стабилизирует ионный внутриклеточный гомеостаз. Т. е. наличие постоянного магнитного поля также способствует прохождению веществ [43].

А.В. Моррисон с соавт. [43] предположили, что повысить эффективность лазерофереза при лечении больных папулёзной формой акне можно сочетанием НИЛИ с постоянным магнитным полем. В их исследовании проводили лазеромагнитоферез сложной лекарственной смеси следующего состава: *Sol. Clotrimasoli* 1% – 4,0; *Canamycini* 2,0; *Diprospani* 40% – 2,0; *Lidasi* – 128 ED; *Dimexidi* 70%; *Sp. Aethylici* 70° – 12,0. После нанесения на очаги поражения лекарственной смеси проводили лазерное освечивание этой зоны матричной излучающей головкой от 2 до 5 мин. На курс лечения 10–15 процедур. Результаты наблюдений свидетельствуют об отчётливом терапевтическом эффекте метода: после 5–7 процедур наблюдалось уплощение пролиферативных элементов, уменьшение эритемы, улучшение настроения пациентов. Побочных явлений и осложнений не отмечено. Через 1,5–2 мес. большая часть папулёзных элементов и участков инфильтрации полностью разрешилась. В дальнейшем пациенты продолжили терапевтическое лечение в условиях косметологического отделения.

Из обзора литературы однозначно следует, что лазероферез – перспективное и активно развивающееся направление современной медицины и косметологии, с изученным механизмом и доказанной эффективностью, для повышения которой, на наш взгляд, необходимо работать в следующих направлениях, кроме очевидной оптимизации составов вводимых веществ:

- оптимизировать длину волны НИЛИ, обратив особое внимание на непрерывное излучение с длиной волны 525 нм мощностью до 50 мВт, и импульсное с длиной волны 635 нм (длительность светового импульса 100 нс, импульсная мощность до 5 Вт);
- проводить предварительную электростимуляцию;
- освечивать в постоянном магнитном поле 35–50 мТл, для чего необходимо разработать специальную насадку.

Мы глубоко убеждены, что истинные возможности лазерофереза ещё только предстоит изучить. При этом в исследованиях необходимо обращать внимание не столько на скорость и глубину проникновения веществ, но в первую очередь на усиление активности этих веществ на фоне лазерного воздействия.

Литература

1. А.с. 1012923 SU, МКИ А61N5/00. Способ введения лекарственных препаратов в живой организм / И.Н. Данилова, А.А. Миненков, Т.М. Каменецкая и др. – № 3354461; Заявлено 31.07.81. Оpubл. 23.04.1983.
2. Амирханян А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в стоматологии. – М.–Тверь: Триада, 2008. – 72 с.
3. Андреева Ю.В., Купеев В.Г., Хадарцев А.А. Лазероферез ботокса и карипазима в комплексе восстановительного лечения сахарного диабета 2-го типа // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19. – № 2. – С. 68–69.
4. Антипов Е.В., Зарубина Е.Г., Москвин С.В. Оценка изменения микроциркуляции кожи лица после воздействия низкоинтенсивным лазерным излучением и лазерофереза гиалуроновой кислоты по технологии ЛАЗМИК // Морфологические ведомости. – 2011, № 2. – С. 78–80.
5. Беляева Е.А. Восстановительная терапия осложнённого постменопаузального остеопороза при коморбидной патологии: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2011. – 44 с.

6. Беляева Е.А., Федорищев И.А. Лазерофорез гиалуронатсодержащего геля «Гиасульф» при осложнённом постменопаузальном остеопорозе // ВНМТ. – 2010. – Т. XVII. – № 1. – С. 36–38.
7. Бехтерева Т.Д., Хадарцев А.А., Корягин А.А. и др. Лазерофорез гиалуронозой и янтарной кислот в спорте высших достижений // Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – № 3. – С. 246.
8. Брехов Е.И., Буйлин В.А., Москвин С.В. Теория и практика КВЧ-лазерной терапии. – Тверь: Триада, 2007. – 160 с.
9. Ганиева И.М., Мулюкова Г.К. Изучение динамики экзоцитоза и эндоцитоза синаптических везикул в двигательном нервном окончании // Вестник РГМУ. – № 3 (42), 2005. – С. 162.
10. Гейниц А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии. – М.–Тверь: Триада, 2010. – 400 с.
11. Гейниц А.В., Москвин С.В. Новые технологии внутривенного лазерного облучения крови: ВЛОК + УФОК и ВЛОК-405. – Тверь: Триада, 2009. – 40 с.
12. Гейниц А.В., Москвин С.В., Ачилов А.А. Внутривенное лазерное облучение крови. – М.–Тверь: Триада, 2012. – 336 с.
13. Герасименко М.Ю., Герасименко Ю.А., Сквородько С.Н. и др. Физико-химические возможности лазерофореза мазей // Материалы междунаучно-практ. конф. «Лазерные технологии в медицинской науке и практике» / Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 158.
14. Герасименко М.Ю., Филагова Е.В., Стучилов В.А. и др. Лазерофорез гелем Контрактубекс в комплексном лечении рубцовых деформаций // Хирургия. Приложение к журналу Consilium Medicum. – 2008. – № 1. – С. 82–85.
15. Глебов Р.Н. Биохимия мембран: эндоцитоз и экзоцитоз. – М.: Высшая школа, 1987. – 95 с.
16. Горячева А.А. Системный анализ лечебно-восстановительных мероприятий при артериальной гипертензии: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Тула, 2007. – 44 с.
17. Ефанов О.И., Дзанагова Т.Ф. Физиотерапия стоматологических заболеваний. – М.: Медицина, 1980. – 295 с.
18. Железнякова Т.А., Солоневич С.В. Исследование закономерностей процесса введения лекарственных средств в организм под действием лазерных полей различных типов (Отчёт о НИР № ГР 20081451) [Электронный ресурс] / Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2010. – 171 с. – Деп. в ГУ «БелИСА» 05.07.2010 г., № Д201024.
19. Жуков Б.Н., Лысов Н.А., Москвин С.В. и др. Экспериментальное обоснование использования лазерного излучения при аутодермопластике // Лазерная медицина. – 2003. – Т. 7, вып. 3–4. – С. 45–54.
20. Иванченко Л.П., Коздоба А.С., Москвин С.В. Лазерная терапия в урологии. – М.–Тверь: Триада, 2009. – 132 с.
21. Калантаевская К.А. Морфология и физиология кожи человека. – Киев: Здоров'я, 1972. – 267 с.
22. Капустина Г.М., Москвин С.В., Титов М.Н. Внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) // Medical Marketing & Media. – 1996. – № 24. – С. 20–21.
23. Катаев М.Р., Купеев В.Г., Тагаев И.Р. и др. Фитолазерофорез в геронтологии // ВНМТ. – 2001. – Т. 8. – № 4. – С. 50–52.
24. Кончугова Т.В. Лазерофорез – перспективы развития метода (краткий обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 3. – С. 289–295.
25. Коржова В.В., Доронин Г.Л., Дорошина В.Ю. и др. Сочетанное действие красного и инфракрасного излучений при лечении пародонтита у женщин // Материалы междунаучно-практ. конф. «Клиническое и экспериментальное применение новых лазерных технологий». – М.–Казань, 1995. – С. 198.
26. Кочетков А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия больных церебральным инсультом. – Тверь: Триада, 2004. – 51 с.
27. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. – М.–Тверь: Триада, 2012. – 360 с.
28. Кравченко В.В. Обоснование системы дифференцированного применения методов фототерапии в комплексе с пелоидо- и фармакотерапией при заболеваниях пародонта: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2009. – 48 с.
29. Кравченко В.В., Есина Е.А. Применение фотофореза холисала в лечении больных быстропрогрессирующим пародонтитом // Материалы Всерос. научного форума по восп. мед., лечебной физ-ре, курорт., спорт. мед. и физиотерапии «РеаСпоМед 2008». – М., 2008. – С. 143.
30. Красногорская В.Н. Система комплексного лечения дистрофических заболеваний сетчатки с лазерной активацией диффузии лекарственных препаратов (клинико-экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Красноярск, 2008. – 39 с.
31. Кречина Е.К., Маслова В.В., Шидова А.В., Москвин С.В. Сравнительная оценка воздействия на микроциркуляцию низкочастотного импульсного и непрерывного лазерного излучения красного и инфракрасного диапазонов спектра в комплексной терапии хронического пародонтита // Лазерная медицина. – 2009. – Т. 13, вып. 2. – С. 22–26.
32. Круглова Л.С. Лекарственный фореуз: научное обоснование и клиническое применение // Экспериментальная и клиническая дерматокосметология. – 2012. – № 2. – С. 43–48.

33. Круглова Л.С., Котенко К.В., Корчажкина Н.Б., Турбовская С.Н. Физиотерапия в дерматологии. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 304 с.
34. Куно Яс. Перспирация у человека (Неощутимая перспирация, потоотделение, водно-солевой обмен) / Пер. с англ. – М.: Изд. иностранной литературы, 1961. – 383 с.
35. Купеев В.Г. Диагностические и лечебно-восстановительные технологии при сочетанной патологии позвоночника, внутренних органов и систем: Дис. ... докт. мед. наук. – Тула, 2003. – 277 с.
36. Купеев В.Г., Купеева Е.В., Тимошина Н.А. Клиническая эффективность и теоретическая обоснованность лазерофереза в лечении сердечно-сосудистых патологий // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 5. – С. 93–96.
37. Купеев В.Г., Хадарцев А.А., Троицкая А.А. Технология фитолазерофереза. – Тула: Тульский полиграфист, 2001. – 120 с.
38. Лисенкова А.М., Железнякова Т.А., Кобак И.А. и др. Лазерные технологии для эффективного трансдермального введения лекарственных препаратов в организм // Сборник науч. трудов VIII Межд. науч. конф. «Лазерная физика и оптические технологии». Том 1. – Минск, 2010. – С. 201–204.
39. Масловская С.Г., Горбунов Ф.Е., Миненков А.А. и др. Применение фотофереза лидазы при рубцово-спаечном процессе пояснично-крестцового отдела на этапе послеоперационной реабилитации больных со спондилогенными нейропатиями // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. – 2002. – № 1. – С. 29–30.
40. Миненков А.А. Низкоэнергетическое лазерное излучение красного, инфракрасного диапазона и его использование в сочетанных методах физиотерапии: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 1989. – 44 с.
41. Митрофанов И.В. Немедикаментозные способы в комплексе восстановительных мероприятий при болезнях пародонта: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Тула, 2006. – 24 с.
42. Михайлов И.Н., Виноградова Е.В. Строение кожи // Кожа: строение, функция, общая патология и терапия / Под ред. А.М. Чернуха и Е.П. Фролова. – М.: Медицина, 1982. – С. 19–59.
43. Моррисон А.В., Утц С.Р., Завьялов А.И., Мясникова Т.Д. Магнитолазероферез в этапной терапии акне // Материалы XXXV Межд. научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Харьков, 2011. – С. 42.
44. Москвин С.В. К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 15, № 1. – С. 167–172.
45. Москвин С.В. Лазерная терапия в дерматологии: витилиго. – М.: НППЦ «Техника», 2003. – 125 с.
46. Москвин С.В. Лазеротерапия как современный этап гелиотерапии (исторический аспект) // Лазерная медицина. – 1997. – Т. 1, вып. 1. – С. 44–49.
47. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 896 с.
48. Москвин С.В. Принципы построения и аппаратурная реализация оптико-электронных устройств на основе импульсных полупроводниковых лазеров для медико-биологических применений: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2003⁽¹⁾. – 19 с.
49. Москвин С.В. Системный анализ эффективности правления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Тула, 2008⁽¹⁾. – 38 с.
50. Москвин С.В., Амирханян А.Н. Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии. – М.–Тверь: Триада, 2011. – 208 с.
51. Москвин С.В., Антипов Е.В., Зарубина Е.Г., Рязанова Е.А. Эффективность кислородного обмена после применения лазерофереза различных гелей на основе гиалуроновой кислоты // Вестник эстетической медицины. – 2011. – Том 10, № 3. – С. 48–55.
52. Москвин С.В., Буйлин В.А. Возможные пути повышения эффективности лазерной терапии // Лазерная медицина. – 1999. – Т. 3, вып. 2. – С. 32–44.
53. Москвин С.В., Гейниц А.В., Хазов М.Б., Федорищев И.А. Лазероферез гиалуроновой кислоты и лазерные антицеллюлитные программы в косметологии (технология ЛАЗМИК®). – М.–Тверь: Триада, 2010. – 96 с.
54. Москвин С.В., Зарубина Е.Г., Антипов Е.В., Рязанова Е.А. Изменения некоторых физиологических показателей кожи после лазерофереза различных гелей на основе гиалуроновой кислоты // Современные проблемы дерматовенерологии, иммунологии и врачебной косметологии. – 2011⁽¹⁾, № 4. – С. 49–55.
55. Москвин С.В., Зарубина Е.Г., Лысов Н.А., Антипов Е.В. Обоснование возможности чрескожного лазерофереза биологически активных веществ, применяемых в медицине и косметологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2011⁽²⁾. – Т. XVIII, № 1. – С. 79–83.
56. Москвин С.В., Кончугова Т.В. Обоснование применения лазерофереза биологически активных веществ // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. – 2012. – № 5. – С. 57–63.
57. Москвин С.В., Кочетков А.В. Эффективные методики лазерной терапии. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 80 с.
58. Москвин С.В., Миненков А.А. Механизм переноса лекарственных веществ через кожу методом лазерофереза // Клиническая дерматология и венерология. – 2010. – № 5. – С. 78–84.
59. Москвин С.В., Миненков А.А. Механизмы лазерофереза биологически активных веществ, применяемых в медицине и косметологии // Лазерная медицина. – 2012. – Т. 16. – Вып. 4. – С. 41–44.

60. Москвин С.В., Миненков А.А., Кончугова Т.В. Механизмы действия чрескожного лазерофореза с гиалуроновой кислотой, обоснование оптимальных параметров процедуры // Пластическая хирургия и косметология. – 2011, № 3. – С. 519–524.
61. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. Лазерная терапия в педиатрии. – М.–Тверь: Триада, 2009. – 480 с.
62. Москвин С.В., Рязанова Е.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты и объективные методы контроля его эффективности // Лазерная медицина. – 2012. – Т. 16, вып. 1. – С. 42–45.
63. Москвин С.В., Рязанова Е.А., Румянцева Н.Г. Лазерофорез, лазерная биоревитализация, липолитическая и антицеллюлитная программы ЛАЗМИК®. – Тверь: Триада, 2012. – 120 с.
64. Москвин С.В., Хадарцев А.А. КВЧ-лазерная терапия. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 168 с.
65. Муфагед М.Л., Иванченко Л.П., Москвин С.В. и др. Лазерная терапия в урологии. – Тверь: Триада, 2007. – 132 с.
66. Мухина Е.С., Жукова О.В., Круглова Л.С. Лазерофорез и микротоковая терапия в коррекции признаков фотостарения // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2013. – № 1. – С. 211.
67. Наседкин А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в оториноларингологии. – М.–Тверь: Триада, 2011. – 208 с.
68. Пат. 2456035 RU. МПК А61N5/067, А61K31/728, А61P43/00. Способ лазерофореза биологически активных веществ / С.В. Москвин. – № 2010145006/14(064880); заявлено 03.11.2010; опубл. 20.07.2012.
69. Пономаренко Г.Н., Москвин С.В. Многофункциональная электротерапия (МЭЛТ). – М.–Тверь: Триада, 2008. – 54 с.
70. Прикул В.Ф. Лекарственный фотофорез в восстановительном лечении больных хроническим генерализованным пародонтитом: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2009. – 44 с.
71. Райгородский Ю.М., Серянов Ю.В., Лепилин А.В. Форетические свойства физических полей и приборы для оптимальной физиотерапии в урологии, стоматологии и офтальмологии. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. ун-та, 2000. – 272 с.
72. Рак А.В. Влияние лазерофореза на уровень эндогенной интоксикации у больных с флегмонами челюстно-лицевой области // Украинський стоматологічний альманах. – 2013. – № 1. – С. 38–41.
73. Рыжевич А.А., Солоневич С.В., Железнякова Т.А. Методы повышения эффективности лазерофореза // Сб. науч. ст. Республ. науч.-практ. конф. и 19-й итог. науч. сессии ГТМУ «Актуальные проблемы медицины». В 4 т. – Гомель: Гомельск. гос. мед. ун-т, 2010. – Т. 4. – С. 17–20.
74. Рязанова Е.А. Физические способы восстановительной медицины в дерматокосметологии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Тула, 2007. – 23 с.
75. Рязанова Е.А., Хадарцев А.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты в профилактике и восстановительной терапии нарушений функций кожи // Фундаментальные исследования. – 2006, № 9 – С. 110–111.
76. Сазонов А.С., Хадарцев А.А., Беляева Е.А. Устройства для экспериментальных исследований лазерофореза и электрофонофореза // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 178–181.
77. Сипкин А.М., Герасименко М.Ю., Никитин А.А. и др. Лазерофорез «Колетекс-АГГДМ» в послеоперационной реабилитации больных верхнечелюстным синуситом // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 3. – С. 6–10.
78. Сорокина Т.Е. Исследование электрохимического механизма проницаемости плацентарных мембран по анионам антибиотиков в малоамплитудных физических полях: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. – М., 2000. – 24 с.
79. Фадеева Р.С. «Карипаин» в лазерной терапии неврологических заболеваний // Поликлиника. – 2010. – № 6. – С. 133.
80. Фёдорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А. Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии. – М.–Тверь: Триада, 2009. – 352 с.
81. Хадарцев А.А. Немедикаментозные технологии. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 505 с.
82. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Олейникова М.М. и др. Коронатора в сочетании с лазерофорезом фитомеланина при стенокардии напряжения // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. XIX. – № 1. – С. 92–95.
83. Хадарцев А.А., Морозов В.Н., Волков В.Г. и др. Медико-биологические аспекты реабилитационно-восстановительных технологий в акушерстве. – Тула: Тульский полиграфист, 2013. – 221 с.
84. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Москвин С.В. Электролазерная миостимуляция и лазерофорез биологически активных веществ в спорте (обзор) // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2016. – № 2. – С. 59–67.
85. Хохлова Ж.В. Фотофорез нейротропных препаратов в комплексной терапии больных хроническим генерализованным пародонтитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2007. – 23 с.
86. Хрыкова А.Г. Лазерная терапия и новые перевязочные материалы в лечении детей с верхнечелюстными синуситами: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2007. – 21 с.

87. Цветкова Г.М. Морфология нормальной кожи // Кожные и венерические болезни. Т. 1 / Под ред. Ю.К. Скрипкина, В.Н. Мордовцева. – М.: Медицина, 1999. – С. 11–29.
88. Человек. Медико-биологические данные (Публикация № 23 Международной комиссии по радиологической защите) / Коллектив авторов; пер. с англ. – М.: Медицина, 1977. – 496 с.
89. Штилерман А.Л. Лазерные гипотензивные и стимулирующие методы лечения первичной нестабилизированной глаукомы: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Красноярск, 2003. – 48 с.
90. Эриванцева Т.Н. Патентование методики лазерофореза (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2016. – № 4. Публикация 8-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-4.pdf> (дата обращения: 25.10.2016). doi: 10.12737/22333.
91. Belyaeva E.A., Khadartsev A.A., Fedorishev I.A., Sazonov A.S. Application of laser phoresis in complicated postmenopausal osteoporosis // Integr Med Int. – 2016. – Vol. 3, № 1–2. – P. 17–23.
92. Carafoli E., Santella L., Brance D., Brisi M. Generation, control, and processing of cellular calcium signals // Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol. – 2001, 36 (2): 107–260.
93. Montagna W. The structure and function of skin. – New York: Academic Press, 1962. – 237 p.
94. Plattner H., Braun C., Hentschel J. Facilitation of membrane fusion during exocytosis and exocytosis-coupled endocytosis and acceleration of «Ghost» detachment in Paramecium by extracellular calcium. A quenched-flow/freeze-fracture analysis // J. Membrane Biol. – 1997, 158: 197–208.
95. Tammi R., Saamanen A.-M., Maibach H.I., Tammi M. Degradation of newly synthesized high molecular mass hyaluronan in the epidermal and dermal compartments of human skin in organ culture // J. Invest Dermatol. – 1991, 97 (1): 126–130.

Библиографическая ссылка

Москвин С.В., Хадарцев А.А. Возможные способы и пути повышения эффективности лазерофореза (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №4. Публикация 8-10. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-10.pdf> (дата обращения: 13.12.2016). DOI: 10.12737/23519.

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ В ПЕДИАТРИИ, ОСОБЕННОСТИ И СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА (обзор литературы)

С.В. МОСКВИН*, Т.А. ШАЯХМЕТОВА**

** ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины
им. О.К. Скобелкина ФМБА России»,
ул. Студенческая, д. 40, Москва, 121151, Россия,
e-mail: 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru*

*** МБУЗ ДГКП № 1,
ул. Худякова, 25, Челябинск, 454048, Россия,
e-mail: shayahmetova_ta@inbox.ru*

Аннотация. Лазерную терапию при наличии соответствующих показаний можно проводить детям любого возраста с момента рождения. Однако необходимо учитывать особенности юных пациентов, знать правила назначения лазерных терапевтических процедур, схемы выбора наиболее оптимальных методик и их параметров, которые существенно отличаются от рекомендуемых для взрослых. В обзоре проанализированы работы, посвящённые этой теме, систематизированы правила выбора параметров и принципы выбора методик лазерной терапии, учитывающих возраст и состояние нервной системы ребёнка, позволяющих проводить лечение максимально безопасно и эффективно.

Ключевые слова: лазерная терапия, педиатрия.

LOW LEVEL LASER THERAPY IN PEDIATRICS, SPECIAL FEATURES AND SCHEMES OF APPLICATION METHOD (literature review)

S.V. MOSKVIN*, T.A. SHAYAKHMETOVA**

* *O.K. Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine under the Federal Medical Biological Agency,
Studencheskaya Str., 40, Moscow, 121151, Russia,
e-mail: 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru*

** *Municipal budgetary healthcare institution
«Children's City Outpatients Clinic № 1»,
Khudyakov Str., 25, Chelyabinsk, 454048, Russia,
e-mail: shayahmetova_ta@inbox.ru*

Abstract. Children with appropriate indications can be treated with low level laser therapy at any age from birth. However, it is necessary to take into account special features of young patients, to know the rules for prescribing laser therapeutic procedures, schemes for choosing the most optimal techniques and their parameters, which differ significantly from those recommended for adults. This review analyzes the publications devoted to this topic, systematizes the rules for choosing parameters and the principles for choosing laser therapy techniques that take into account the age and condition of the child's nervous system, allowing treatment to be carried out as safely and efficiently as possible.

Key words: low level laser therapy, pediatrics.

Лазерная терапия (ЛТ) давно и успешно применяется в практическом здравоохранении не только физиотерапевтами, но и врачами других клинических специальностей, чему способствует глубокое понимание механизмов биомодулирующего действия *низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ)*, исторической преемственности метода [13, 26, 49, 51–53, 55, 58], его абсолютной безопасности [34] и высочайшей эффективности [22]. Методология ЛТ хорошо разработана для применения практически во всех областях современной медицины: акушерство и гинекология [48], эндокринология [50], андрология и урология [8, 36], дерматология и косметология [5], неврология [14, 16, 54], оториноларингология [38], психиатрия [37], стоматология [1, 31] и др.

Не является исключением и педиатрия [33], хотя для лазерного освечивания детей методики ЛТ существенно корректируются, необходимо учитывать особенности физиологии юных пациентов, знать правила назначения лазерных терапевтических процедур, схемы выбора наиболее оптимальных методик и их параметров, которые существенно отличаются от рекомендуемых взрослым. При наличии соответствующих показаний проводить лазерную терапию можно и нужно детям любого возраста с момента рождения, но знать особенности методологии необходимо в обязательном порядке.

Организм ребёнка отличается высокой лабильностью, его реакция даже на самое минимальное лазерное воздействие значительно сильнее, чем у взрослых, и тем более выражена, чем меньше возраст. Поэтому энергетические параметры методик лазерной терапии важны в первую очередь, и к выбору их необходимо относиться предельно внимательно.

Адаптационная способность и исходное состояние детского организма также во многом определяют клиническую эффективность лечения в целом. Существенное значение для лазерной терапии детей и подростков имеют правильная оценка состояния нейроэндокринной и сердечно-сосудистой систем, обмена веществ и психоэмоционального состояния ребёнка. В соответствии с этими данными корректируются параметры методики [20, 29].

В статье впервые собраны воедино и систематизированы известные и проверенные временем правила оптимизации методик лазерной терапии в педиатрии.

Общие рекомендации. В специализированной литературе можно встретить рекомендации, относящиеся к отдельным направлениям педиатрии, однако при внимательном их рассмотрении легко понять, что носят они далеко не частный характер.

Задавая параметры выбранной методики ЛТ для использования в ювенильной гинекологии, необходимо учитывать физиологические возрастные особенности ребёнка, длительность существования и характер заболевания, эндокринную функцию яичников, наличие сопутствующей гинекологической и экстрагенитальной патологии. Важно понять, что лазерное освечивание оказывает полисистемное влияние на молодой организм, вызывая его комплексную ответную реакцию, довольно часто отсроченную по времени [11, 44].

Несовершенство нервной системы у девочек определяет её лабильное функциональное состояние с высокой возможностью к дисрегуляторным сдвигам. В ответ на неадекватные физиотерапевтические воздействия у детей могут развиваться побочные реакции: ухудшение общего состояния, капризы, частая смена настроения, плохой сон и аппетит, вялость и др. На характер ответа организма ребёнка влияют преобладание типа нервной деятельности и особенности вегетативного статуса. По данным М.В. Ипатовой (2008, 2010, 2011) [9–11] и А.А. Курочкина с соавт. (2000) [20], около 80% девочек пре- и пубертатного возраста, т. е. в период гормональных перестроек, с различными нарушениями менструального цикла страдают вегетососудистой дистонией, чаще всего смешанного типа, которая возникает при формировании новых эндокринно-вегетативных взаимоотношений в этот возрастной период. Причём иногда вегетативные нарушения могут являться звеньями патогенеза, а в других случаях возникать вторично в ответ на повреждение органов и систем (например, после оперативных вмешательств на придатках матки), что подтверждается наличием общемозговых изменений с признаками дисфункций мезодиаэнцефальных и стриопаллидарных структур мозга на электроэнцефалограммах и особенностями вегетативного тонуса. Повышение активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС с наличием диссоциации в их взаимодействии затрудняет выбор действенного физиотерапевти-

ческого фактора и существенно влияет на характер ответной реакции [9, 11]. Этот вывод касается всех без исключения параметров лазерного воздействия [24, 29].

Интенсивный метаболизм в растущем организме обуславливает повышенную чувствительность к различным внешним воздействиям, включая физфакторы, и возможную лёгкость передозировки. Поэтому подбор оптимальных параметров физиотерапевтических воздействий, в том числе лазерного освечивания, у детей и подростков необходимо проводить особенно тщательно, с обязательным их контролем и коррекцией на протяжении всего курса лечения [33].

Физиотерапию детей всех возрастов следует начинать с минимальных дозировок и продолжительности процедур, ежедневно контролируя особенности местной и общей (самочувствие, сон, аппетит, активность и т. д.) ответной реакции на проводимое лечение и постепенно изменяя (увеличивая) оба параметра при адекватной реакции пациентки. У детей дошкольного возраста первые процедуры лучше проводить в присутствии врача, который может объективно оценить реакцию ребёнка, уточнить методику и скорректировать параметры воздействия. Хронобиологический подход в организации проведения физиолечения повышает эффективность последнего благодаря синхронизации внешнего воздействия физиологическому состоянию организма ребёнка [11].

Большинство специалистов сходится во мнении, что для ЛТ детей наиболее физиологично и эффективно задействовать импульсное ИК НИЛИ (длина волны 890 нм, мощность до 20 Вт, экспозиция до 5 мин) с вариацией частотами в зависимости от возраста ребёнка и состояния адаптационных возможностей организма [14, 20].

Возраст ребёнка и энергетические параметры методик лазерной терапии. Приводим некоторые базовые определения, сопровождая их необходимыми разъяснениями.

Энергетические параметры методики ЛТ определяются тремя показателями:

- мощность лазерного излучения;
- экспозиция (время освечивания одной зоны);
- площадь зоны освечивания.

Общеизвестно, что при умножении мощности (Вт) на время (с) получается *энергия* ($Вт \times с = Дж$) [6] – единица, которую, к великому сожалению, чаще называют непонятным термином «доза». С какой целью многие проводят эту бессмысленную (поскольку все параметры методики никак не связаны друг с другом) арифметическую операцию, совершенно непонятно. Возьмём, например, оптимальную мощность 10 мВт для непрерывного НИЛИ и местного освечивания и также оптимальную экспозицию 100 с, получится энергия 1 Дж при перемножении этих величин + хороший результат лечения. Но такая же энергия будет при мощности 1 мВт и экспозиции 1000 с, однако мы не получим никакого лечебного эффекта [28].

Кроме энергии есть и другой показатель – *энергетическая плотность* (ЭП), также результат расчётов (на время умножается не мощность, а плотность мощности НИЛИ), который иногда используется для *качественного* описания методологии и коррекции параметров лазерной терапии. Например, широко известно,

что у детей в значительной степени выражена зависимость лечебного эффекта от энергетических параметров методики лазерного освечивания, и большинство специалистов руководствуются достаточно известным принципом – с уменьшением возраста снижается энергия и/или энергетическая плотность, в первую очередь за счёт уменьшения мощности *или* экспозиции приблизительно в 2–3 раза на каждый возрастной период (правило 4 возрастов):

- 15–7 лет;
- 7 лет – 3 года;
- 3 года – 1 год;
- до 1 года (неонатальный период).

Вначале некоторые разъяснения в отношении первого параметра. Если у непрерывных лазеров мощность проверяется непосредственно индикатором лазерного терапевтического аппарата или измерителем, затем корректируется при необходимости, то у импульсных лазеров средняя мощность линейно зависит от двух параметров, импульсной мощности и частоты повторения импульсов.

Другими словами, у импульсных лазеров среднюю мощность, которая определяет лечебный эффект, можно регулировать не только изменением импульсной мощности, но и частоты.

Например, если в методике для взрослых указаны импульсная мощность 10–15 Вт, длительность светового импульса 100 нс и частота 80–150 Гц, то не меняя мощность, только снижением частоты в 23 раза можно выполнить «правило 4 возрастов». Но так можно поступать только при работе с импульсными лазерами.

Напоминаем, что хорошие аппараты (другие и не надо использовать) оснащены *индикаторами* мощности, которые не калибруются и позволяют только *оценивать* мощность с погрешностью 30–35% в лучшем случае. Если на индикаторе цифра 10, то на самом деле это может быть как 6,5, так и 13,5 мВт. Даже измерители мощности не всегда позволяют получить точность выше 20%, а стоят они дороже самих лазерных терапевтических аппаратов. Поэтому в методиках всегда указывается диапазон, чтобы не заниматься установкой мощности «точь-в-точь», поскольку в этом нет никакого физиологического и лечебного смысла. Разброс эффективных параметров методик ЛТ достигает 300–400% и зависит от десятков причин [30], поэтому отклонение мощности на 30% ничего не решает.

Экспозиция – величина почти неизменная, поскольку определяется физиологией человека и соответствующими биологическими ритмами, синхронизация с которыми является одной из основных задач методологии эффективной ЛТ [30]. НИЛИ в терапии является лишь «инструментом», позволяющим регулировать биологические процессы на всех уровнях организации живого и запускать механизмы самовосстановления имеющихся нарушений.

Представим некоторые основные известные временные периоды.

Экспозиция 100 с (1,5–2 мин) и 300 с (5 мин) определяется периодами максимального высвобождения Ca^{2+} из внутриклеточного депо, поэтому *при местном освечивании, в проекции внутренних органов и в методике НЛОК* всегда надо светить с такими временными параметрами, чтобы вызвать максимальный от-

клик. На проекцию иммунокомпетентных органов недопустимо светить более 1,5 мин [22].

В методике лазерной акупунктуры используются экспозиции 20–40 с на корпоральные точки и 510 с – на аурикулярные.

Пожалуй, только *внутривенное лазерное освечивание крови* (ВЛОК) имеет исключения, поскольку в этой методике при неизменности мощности (в подавляющем большинстве случаев это 1,5–2 мВт на выходе световода) экспозиция снижается при уменьшении длины волны, но может также регулироваться и в зависимости от возраста.

Третий из энергетических параметров (площадь) потерял свою актуальность, хотя когда-то практически единственным способом снижения плотности мощности, и соответственно ЭП, было именно увеличение площади освечивания, поскольку мощность гелий-неоновых лазеров регулировать невозможно. У современных диодных лазеров легко и контролируемо можно варьировать всеми параметрами, не меняя площади, что крайне удобно и практично. Кроме того, важнее не площадь *на поверхности* тела, а *объём* тканей, попавших в область эффективного поглощения лазерного света [30].

Обоснование диапазонов варьирования параметрами методики лазерного освечивания в педиатрии нами было сделано достаточно давно, хотя до сих пор некоторые вопросы продолжают оставаться объектом дискуссий [33]. Дополнительные критерии и правила оптимизации методик известны специалистам-неонатологам, поэтому у детей до одного года ЛТ проводится только под их контролем [12, 41, 42].

Рассмотрим на примерах, как осуществляется оптимизация энергетических параметров методики лазерной терапии. Для простоты возьмём одно заболевание с нахождением очага близко к поверхности, предположим, фурункул, и только наружное освечивание, стабильно, контактно-зеркальная методика (площадь 1 см²).

Пример 1. В наличии только лазерная излучающая головка с одним непрерывным лазером красного спектра, длина волны 635 нм, максимальная мощность 15 мВт. Базовая методика (взрослые): мощность максимальная, *плотность мощности* (ПМ) 15 мВт/см², экспозиция 2 или 5 мин. В табл. 1 представлена схема возможных вариантов коррекции параметров методики.

Таблица 1

Возможные изменения параметров контактно-зеркальной методики лазерной терапии в зависимости от возраста ребёнка, непрерывный режим

Возраст	Мощность, мВт (ПМ, мВт/см ²)	Экспозиция, мин
15–7 лет	5–10 (5–10)	1,5–2
7 лет – 3 года	3–5 (3–5)	1,5–2
3 года – 1 год	3–5 (3–5)	0,5–1
До 1 года	3–5 (3–5)	15–30 с

Пример 2. В наличии лазерная излучающая головка с одним импульсным лазером ИК-спектра, длина волны 890–904 нм, длительность светового импульса 100 нс, максимальная мощность 15 Вт. Базовая методика (взрослые): мощность максимальная, ПМ 15 Вт/см², частота 80–150 Гц, экспозиция 2 или 5 мин. В табл. 2 представлена схема возможных (но далеко не единственных) вариантов коррекции параметров методики.

Таблица 2

Возможные изменения параметров контактно-зеркальной методики лазерной терапии в зависимости от возраста ребёнка, импульсный режим

Возраст	Мощность, Вт (ПМ, Вт/см ²)	Частота, Гц	Экспозиция
15–7 лет	7–10	80–150	1,5–2
7 лет – 3 года	5–7	80–150	1,5–2
3 года – 1 год	3–5	80–150	1,5–2
До 1 года	3–5	20–50	1,5–2

Из табл. 1 и 2 можно легко увидеть, что возможностей варьирования в импульсном режиме значительно больше, но главное, это неизменность наиболее оптимальной экспозиции (1,5–2 мин). Импульсный режим в принципе эффективнее и физиологичнее, позволяет освечивать внутренние органы снаружи без использования оптических насадок. Только импульсное НИЛИ можно использовать для воздействия на иммунокомпетентные органы, в паравертебральной методике и НЛОК. Хотя у детей младшего возраста (до 7 лет) при проведении этих процедур иногда можно получить неплохой результат и в непрерывном режиме.

Оценка исходного состояния вегетативно нервной системы. На характер ответной реакции организма человека существенное влияние оказывает его исходное функциональное состояние, что необходимо учитывать при выборе параметров лазерного терапевтического воздействия, в первую очередь энергетической плотности и экспозиции. Оценка функциональной активности *вегетативной нервной системы* (ВНС) не только помогает оптимизировать процесс лечения с учётом индивидуальных особенностей организма, но и позволяет контролировать эффективность лазерной терапии [19, 23, 40].

Показано, в частности, что ВЛОК-635 (длина волны 633 нм, мощность 1–2 мВт, экспозиция 15 мин) у больных СД2 оказывает на ВНС преимущественно симпатолитическое, ваготоническое действие, антиишемический эффект и способствует ауторегуляции сердечного ритма. Состояние ВНС связано с выраженностью реакции организма на лазерное освечивание, исходная симпатикотония является более благоприятным фоном для проведения лечения, а при относительной ваготонии ЛТ менее эффективна. Следовательно, необходимо учитывать вегетативный статус и его колебания на протяжении суток [7].

Контроль состояния вегетативного гомеостаза осуществляется разными методами. Например, *кардиоинтервалография* (КИГ) позволяет определить общий исходный вегетативный тонус (ИВТ), *вегетативную реактивность* (ВР) и веге-

тативное обеспечение [2]. Данные получают при выполнении клиноортостатической пробы посредством вариационной пульсометрии, основанной на регистрации с помощью специального датчика контроля частоты сердечных сокращений с последующей математической обработкой [2, 17, 35]. На основании оценки ИВТ и ВР корректируются параметры методик ЛТ, осуществляется контроль за процессом лечения на разных этапах, прогнозируется его эффективность.

Однако КИГ требует наличия достаточно дорогостоящего оборудования и специальных навыков у оператора, что резко ограничивает применение метода. Нами была предложена вариационная пульсометрия для оценки состояния фазотонного нейродинамического гомеостаза и контроля эффективности лазеротерапии. Разработанный нами аппарат и метод позволили проще и быстрее проводить экспресс-оценку ИВТ и ВР, однако и это направление вследствие некоторых объективных обстоятельств дальнейшего развития не получило [21, 45].

Известны и другие способы оценки ИВТ в большей степени субъективных характеристик, а не оценки одного или нескольких показаний технического устройства, носящие аналитический, обобщающий характер. А.М. Вейн с соавт. (1981) [4] объединили данные нескольких исследований [3, 43, 56] и предложили для оценки ИВТ использовать специальную таблицу, включающую как элементы опросника, так и данные регистрации объективных показателей состояния ВНС с математической обработкой полученных данных, уделяя особое внимание интегративным показателям.

Предложенная нами концепция, связывающая состояние ВНС с эффективностью ЛТ, была реализована при разработке методологии оптимизации параметров лазерной терапии при лечении детей, в которой на основе показателей ИВТ и ВР делается вывод о варьировании (уменьшении или увеличении) ЭП воздействия (изменением мощности, частоты или экспозиции). Вегетативную реактивность детей и подростков оценивали различными методами: клино-ортостатическая проба, эпигастральный и глазо-сердечный рефлекс, холодовая проба, оценка дермографизма [20, 33, 45].

Исследования показали, что при симпатикотонической активности ВНС освечивание НИЛИ способствует смещению вегетативного дисбаланса в сторону ваготонии, тем самым восстанавливая базовый механизм, поддерживающий моторно-вегетативный гомеостаз. Эффект лазерного освечивания в этом случае будет достаточно высоким. Напротив, при ваготонической направленности состояния ВНС освечивание НИЛИ, активизируя аэробный метаболический цикл, способствует ещё большему поддержанию нейродинамического дисбаланса, что выражается в очень слабом эффекте или даже полном его отсутствии [45]. Основываясь на результатах исследований и собственном клиническом опыте, мы разработали практические рекомендации для лазерной терапии у детей и подростков [20].

При *симпатикотонической или эйтонической* направленности вегетативного тонуса проведение ЛТ у детей возможно без предварительной подготовки, с использованием базовых методик и ЭП НИЛИ, соответствующей возрасту ребёнка (табл. 1, 2) [20]. Курс терапии состоит из 5–7 процедур с увеличением общего

времени процедуры от 3 мин (вначале) до 7–10 мин (в конце курса). При необходимости можно повторить курсы ЛТ через 3, 6, и 9 мес. Для усиления эффекта целесообразно дополнительно проводить стимуляцию центров парасимпатической иннервации (уровень шейного и тазового отделов позвоночника) с одновременным назначением антиоксидантов (винибис, коэнзим Q, L-карнитин, 2% раствор ксидифона) и седативных препаратов (настойка валерианы, пустырника, боярышника, пиона, новопассит). Эффект от лечения при этом типе состояния ВНС, как правило, достигается быстро и с более продолжительным периодом клинико-функциональной и лабораторной ремиссии, на фоне стойкого снижения показателей симпатикотонии или их выраженной тенденцией к нормализации баланса регулирующих систем [20, 32].

При *ваготонии* необходимо использовать дифференцированный подход с учётом общего состояния ребёнка и длительности течения заболевания. Больного и его родителей необходимо настроить на длительное лечение с медленным выздоровлением, возможно, и коротким периодом ремиссии. При хроническом или торпидном течении патологического процесса с частыми рецидивами необходимо провести предварительную подготовку организма препаратами, стимулирующими симпатoadреналовую систему. Назначают растительные стимуляторы и адаптогены: настойку лимонника, заманихи, аралии, экстракт элеутерококка, золотой корень (родоскан), витамины группы В, амизил, белласпон. Затем проводится лазерная терапия по базовым схемам (табл. 1, 2). В случае отсутствия эффекта после 3 процедур ЛТ на 4-й необходимо увеличить базовую ЭП в 1,5–2 раза (например, мощность НИЛИ, частоту для импульсного режима и экспозицию до 5 мин).

В случае лёгкого течения заболевания процедуры могут проводиться с использованием базовых схем на фоне приёма антиоксидантных препаратов и средств, повышающих функциональную активность симпатической нервной системы, но необходимо добавить освечивание импульсным ИК НИЛИ нейрогуморальных и симпатических зон иннервации (грудной отдел спинного мозга, надпочечники, вилочковая и нёбные железы). Для предотвращения развития быстрой адаптации к лазерному свету рекомендуется дробный курс терапии в 2 этапа по 3–5 процедур каждый с интервалом 5–7 дней. Длительность одной процедуры – от 5 до 12 мин. При отсутствии или минимальном эффекте целесообразно повторить курс ЛТ через 1, 3, 5 мес. [20, 33].

Известно, что при *ваготонии* преобладает влияние парасимпатического отдела ВНС, отвечающего за анаболические процессы в органах и тканях. В то время как система адаптации, одним из основных регуляторов которой является симпатическая нервная система, вероятно, у конкретного ребёнка является функционально «неполноценной» или уровень её напряжения неадекватен действующему стимулу. В связи с этим ответная реакция организма на освечивание НИЛИ будет слабо выражена, что мы и наблюдали неоднократно при практическом применении ЛТ у детей и подростков с ИВТ по ваготоническому типу [20].

Эффективность наших рекомендаций подтверждена, в частности, при лечении детей, больных хроническим синуситом [46], с лицевыми нейропатиями [577],

хроническими заболеваниями кожи, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и дыхательной системы [18].

Особенности выбора методик лазерной терапии в педиатрии. В первую очередь речь идёт о целесообразности назначения и использования таких методик, как ВЛОК и внутрисполостные процедуры. Клинический опыт показывает, что использование современных лазерных терапевтических аппаратов и методик ЛТ в большинстве случаев позволяет отказаться от инвазивных способов лазерного освечения в педиатрической практике.

Чаще всего в педиатрии внутрисполостные методики применяются при заболеваниях ЛОР-органов. Это историческое наследие, результат многолетней практики использования гелий-неоновых лазеров, работающих исключительно в непрерывном режиме, и световая энергия которых обязательно должна доставляться к патологическому очагу с помощью специального световодного инструмента. Внедрение импульсных диодных лазеров красного спектра (длина волны 635 нм, длительность импульса 100–150 нс, мощность 5 Вт, частота до 10 000 Гц) [25] позволило исключить полостные манипуляции и не только упростить процедуру, но, самое главное, получить на порядок лучшие результаты лечения [38, 39].

В.М. Стругацкий с соавт. (2008) [47] прямо указывают на предпочтительность неинвазивных методик, а также отмечают другие особенности физиотерапии при различных гинекологических заболеваниях в зависимости от возраста.

1. *Детям и подросткам* необходима предварительная психоэмоциональная подготовка, а преобладающими для них являются внеполостные (наружные) воздействия.
2. В *репродуктивном возрасте* особую роль играют учёт исходной эндокринной функции яичников, наличие гормонозависимых образований в половых органах и молочных железах, поэтому иногда внутрисполостные процедуры эффективны и целесообразны.
3. В *перименопаузальном периоде* предпочтительнее воздействия не на область малого таза, а на центральные регулирующие механизмы с широким дифференцированным использованием различных методик, выбор которых во многом обусловлен сопутствующей экстрагенитальной патологией.

Недопустимо использовать интравагинальную методику в случае *virgo*, да пока и не разработаны варианты внутрисполостной лазерной терапии в ювенильной гинекологии, настолько уникальные по своей эффективности, что их нельзя было бы заменить на другие.

Если говорить о ВЛОК, то почти однозначно можно утверждать, что внутривенный способ лазерного освечения крови лучше заменить на неинвазивный, чрескожный вариант – *неинвазивное лазерное освечение крови* (НЛОК). Исключение составляет методика ЛУФОК[®], надёжной альтернативы которой не только для детей, но и для взрослых, пока не найдено [30].

В литературе имеется достаточно много предложений по вариантам НЛОК, однако нас интересуют наиболее эффективные и безопасные. Например, А.И. Ицкович с соавт. (1999) [12] рекомендуют в *отдельных случаях* (неотложная интенсивная терапия, связанная с инфекционным токсикозом и полиорганной

недостаточностью) проводить НЛОК не только в проекции лёгочной артерии, аорты, бифуркации сонных артерий, бедренной вены, но и на область верхнего сагиттального синуса через открытый большой родничок непрерывным НИЛИ красного (635 нм) или импульсным НИЛИ ИК (890 нм) спектров. Но мы уже достаточно давно акцентировали внимание на том, что применение этой методики носит дискуссионный характер и для общей педиатрической практики не рекомендовано [33].

Методология НЛОК достаточно хорошо изучена, сформулированы основные параметры и рекомендации [27]:

- эффективно только импульсное НИЛИ, инфракрасного (890–904 нм) или красного (635 нм) спектров, длительность светового импульса 100–150 нс, плотность импульсной мощности 8–10 Вт/см²;
- эффективнее красный спектр по сравнению с ИК-спектром;
- эффективнее матричные импульсные лазерные излучающие головки мощностью от 30 до 80 Вт, при ПМ от 4 до 10 Вт/см²;
- освечивание проводится исключительно в области крупных кровеносных сосудов, близлежащих к очагу поражения;
- экспозиция 2 или 5 мин.

Для детей необходима коррекция методики, которая заключается в следующем:

- мощность (соответственно, плотность мощности), а также частота, снижаются согласно «правилу 4 возрастов» (табл. 1, 2);
- предпочтительное время процедуры 1–2 мин (использование экспозиции 5 мин допустимо в отдельных случаях).

Таким образом, методология назначения и проведения ЛТ в педиатрической практике в достаточной степени разработана, понятна и строго обоснована.

Литература

1. Амирханян А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в стоматологии. М.–Тверь: Триада, 2008. 72 с.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ измерений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 221 с.
3. Вейн А.М. Лекции по патологии вегетативной нервной системы. М.: Медицина, 1971. 87 с.
4. Вейн А.М., Соловьева А.Д., Колосова О.А. Вегетосудистая дистония. М.: Медицина, 1981. 320 с.
5. Гейниц А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии. М.–Тверь: Триада, 2010. 400 с.
6. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. М.: Изд-во стандартов, 2003. 27 с.
7. Иванов В.В., Селиверстов Д.В., Пучков К.В. Вегетативный гомеостаз у больных сахарным диабетом с гнойно-септическими осложнениями при комплексном лечении с применением внутрисосудистого лазерного облучения крови. Материалы междунаучно-практ. конф. «Лазерные технологии в медицинской науке и практике» // Лазерная медицина. 2004. Т. 8, Вып. 3. С. 24.
8. Иванченко Л.П., Коздоба А.С., Москвин С.В. Лазерная терапия в урологии. М.–Тверь: Триада, 2009. 132 с.
9. Ипагова М.В. Восстановительное физиолечение детей и подростков с гинекологической патологией: автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2010. 48 с.
10. Ипагова М.В. Восстановительное физиолечение детей и подростков с гинекологической патологией: дис. ... докт. мед. наук. М., 2011. 308 с.
11. Ипагова М.В., Стругацкий В.М., Маланова Т.Б., Асланян К.Н. Физиотерапия в гинекологии детей и подростков в современных условиях. Физиотерапия в практике акушера-гинеколога. М.: МЕДпресс-информ, 2008. С. 20–25.

12. Ицкович А.И., Пономаренко Т.Н., Осин А.Я. Лазерная терапия в неонатологии. Владивосток: Дальнаука, 1999. 222 с.
13. Капустина Г.М., Москвин С.В., Титов М.Н. Внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) // *Medical Marketing & Media*. 1996. № 24. С. 20–21.
14. Костоева З.А. Лечение воспалительных заболеваний вульвы и влагалища у девочек применением низкоэнергетического лазера: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ростов-на-Дону, 2004. 22 с.
15. Кочетков А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия больных церебральным инсультом. Тверь: Триада, 2004. 51 с.
16. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. М.–Тверь: Триада, 2012. 360 с.
17. Кубергер М.Б., Белоконь Н.А., Соболева Е.А. Кардиоинтервалография в оценке реактивности и тяжести состояния больных детей: Методические рекомендации. М., 1985. 19 с.
18. Курочкин А.А., Аникин В.В. Клинико-функциональное обоснование применения лазерного излучения в комплексном лечении детей и подростков с вегетативной дисфункцией. Тезисы докладов Рос. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы детской кардиологии». М., 1998. С. 50.
19. Курочкин А.А., Аникин В.В., Соболева Н.П. Эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении ринокардиального синдрома у детей с хроническим аденоидитом // *Лазерная медицина*. 1997. Т. 1, вып. 2. С. 15–18.
20. Курочкин А.А., Москвин С.В., Аникин В.В. Низкоинтенсивное лазерное излучение в комплексном лечении детей и подростков (кардиология, дерматология, ЛОР-болезни, часто болеющие дети). М.: Техника, 2000. 112 с.
21. Курочкин А.А., Скупченко В.В., Москвин С.В. Применение вариационной пульсометрии для оптимизации физиотерапевтических воздействий. Материалы межд. симп. «Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий». М., 1999. С. 170–172.
22. Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации / Герасименко М.Ю., Гейниц А.В., Москвин С.В. [и др.]. М., 2015. 80 с.
23. Минаков Э.В., Романова М.М. Эффекты комплексной терапии больных язвенной болезнью с применением дифференцированного полимагнитолазерного воздействия. Материалы 1-й Поволжской науч.-практ. конф. «Лазеры в медицине и экологии». Самара–М.: Техника, 1998. С. 63–64.
24. Москвин С.В. К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) // *Вестник новых медицинских технологий*. 2008. Т. 15, № 1. С. 167–172.
25. Москвин С.В. Лазерная терапия в дерматологии: витилиго. М.: Техника, 2003. 125 с.
26. Москвин С.В. Лазеротерапия как современный этап гелиотерапии (исторический аспект) // *Лазерная медицина*. 1997. Т. 1, вып. 1. С. 44–49.
27. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. М.–Тверь: Триада, 2016. 896 с.
28. Москвин С.В. Подсчёт дозы низкоинтенсивного лазерного излучения: необходимость или вред? // *Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК*. 2012. № 6. С. 54–55.
29. Москвин С.В. Хронобиологические подходы к лазерной терапии в педиатрии. Материалы Поволжской региональной научно-практической конференции «Современные проблемы диагностики, лечения и реабилитации в педиатрии и детской хирургии». Ульяновск, 2009. С. 123–125.
30. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. М.–Тверь: Триада, 2014. 896 с.
31. Москвин С.В., Амирханян А.Н. Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии. М.–Тверь: Триада, 2011. 208 с.
32. Москвин С.В., Буйлин В.А. Оптимизация лазерного воздействия. Низкоинтенсивная лазерная терапия. М.: Техника, 2000. С. 141–209.
33. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. Лазерная терапия в педиатрии. М.: ЭКСМО, 2010. 479 с.
34. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерный свет – можно ли им навредить? // *Вестник новых медицинских технологий*. 2016. Т. 23, № 3. С. 265–283.
35. Мошкевич В.С. Фотоплетизмография. М.: Медицина, 1970. 154 с.
36. Муфагед М.Л., Иванченко Л.П., Москвин С.В., Коздоба А.С., Филлер Б.Д. Лазерная терапия в урологии. Тверь: Триада, 2007. 132 с.
37. Наседкин А.А., Москвин С.В. Лазерная терапия больных героиновой наркоманией. Тверь: Триада, 2004. 48 с.
38. Наседкин А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в оториноларингологии. М.–Тверь: Триада, 2011. 208 с.
39. Наседкин А.Н., Петлев А.А., Москвин С.В. Лазерная терапия заболеваний ЛОР-органов с помощью импульсного лазерного излучения видимого красного диапазона спектра ($\lambda = 0,63\text{--}0,65$ мкм). Сборник тезисов 8-th International Congress of the European Medical Laser Association. М., 2001. С. 63–64.

40. Петрашевич В.А., Проус А.Р., Прочуханов Р.А. Низкоинтенсивная лазерная терапия и когерентная стабилизация систем регуляции при хронической патологии некоторых систем человека. Материалы межд. конф. «Актуальные вопросы лазерной медицины и операционной эндоскопии». М.–Видное, 1994. С. 459–460.
41. Пономаренко Т.Н. Методические основы лазерной терапии при локализованных гнойно-воспалительных заболеваниях у новорожденных детей. Материалы межд. конф. «Новые направления лазерной медицины». М., 1996. С. 202.
42. Пономаренко Т.Н., Осин А.Я., Шегеда М.Г. Особенности низкоинтенсивной лазерной терапии острой пневмонии у доношенных новорожденных // Лазерная медицина. 2001. Т. 4, вып. 5. С. 11–15.
43. Русецкий И.И. Вегетативные нервные нарушения. М.: Медгиз, 1958. 352 с.
44. Серов В.Н., Силантьева Е.С., Ипагова М.В., Жаров Е.В. Безопасность физиотерапии у гинекологических больных // Акушерство и гинекология. 2007. № 3. С. 74–76.
45. Скупченко В.В., Курочкин А.А., Москвин С.В. Вариационная пульсометрия как метод оценки состояния фазотонного нейродинамического гомеостаза и контроля эффективности лазеротерапии. Материалы 1-й Поволжской науч.-практ. конф. «Лазеры в медицине и экологии». Самара–М.: Техника, 1998. С. 15–16.
46. Соболева Н.П., Курочкин А.А., Аникин В.В. Дифференцированный подход к применению лазеротерапии в лечении детей и подростков с хроническим синуситом. Материалы 1-й Поволжской науч. практ. конф. «Лазеры в медицине и экологии». Самара–М., 1998. С. 29–30.
47. Стругацкий В.М., Маланова Т.Б., Асланян К.Н. Физиотерапия в практике акушера-гинеколога. М.: МЕД-пресс-информ, 2008. 272 с.
48. Фёдорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А. Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии. М.–Тверь: Триада, 2009. 352 с.
49. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Троицкая Е.А. Технология фитолазерофореза. Тула: Тульский полиграфист, 2001. 120 с.
50. Хадарцев А.А., Краюхин А.В., Квасов Д.В., Чуб С.Г. Контроль эффективности фитолазерофореза при сосудистых осложнениях сахарного диабета 2-го типа. Фундаментальные исследования. Тез. докл. заочной электронной конференции «Диагностика и лечение наиболее распространенных заболеваний человека». М., 2005. № 4. С. 40–41.
51. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Москвин С.В. Фитолазерофорез. М. – Тверь, 2016. 96 с.
52. Хадарцев А.А., Бехтерева Т.Л., Борисова О.Н., Вигдорчик В.И., Фудин Н.А., Корягин А.А. Обоснование способа электролазерной миостимуляции и лазерофореза // Вестник новых медицинских технологий. 2004. № 1. С. 66–68.
53. Хадарцев А.А., Серегина М.Ю., Квасов Д.В., Натарова Э.В., Краюхин А.В. Сочетанная электролазерная миостимуляция и лазерофорез. Бюллетень сибирской медицины. Приложение 1: Тез. докл. V Сибирского физиологического съезда (Томск, 29–30 июня, 1 июля 2005). Томск: Томский гос. мед. ун-т, 2005. С. 153.
54. Хадарцев А.А., Вигдорчик В.И., Корягин А.А., Котов В.С., Купеев В.Г., Фудин Н.А. Фитолазерофорез при мигрени и головных болях // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2004. Т. 3, № 1. С. 49–51.
55. Хадарцев А.А., Карташова Н.М., Наумова Э.М., Валентинов Б.Г., Купеев В.Г. Способ фитолазерофореза в сочетании с электромиостимуляцией в спорте высших достижений. Успехи современного естествознания: тез. докл. конгресса «Высокие технологии» (Париж, 5–8 ноября 2004). М., 2004. № 11. С. 103–104.
56. Четвериков Н.С. Заболевания вегетативной нервной системы. М.: Медицина, 1968. 307 с.
57. Щербоносова Т.А., Скупченко В.В. Лазерная коррекция нейромоторновегетативного дисбаланса при лицевого нейротонусах у лиц молодого возраста и беременных женщин. Материалы 1-й Поволжской научно-практ. конф. «Лазеры в медицине и экологии». М.–Самара: Техника, 1998. С. 23–34.
58. Khadartsev A.A., Moskvin S.V. Laser blood illumination. The main therapeutic techniques. Moscow–Tver, 2018.

References

1. Amirhanyan AN, Moskvin SV. Lazernaya terapiya v stomatologii [Laser therapy in dentistry]. Moscow–Tver': Triada; 2008. Russian.
2. Baevskij RM, Kirillov OI, Kleckin SZ. Matematicheskij analiz izmerenij serdechnogo ritma pri stresse [Mathematical analysis of heart rate measurements under stress]. Moscow: Nauka; 1984. Russian.
3. Vejn AM. Lekcii po patologii vegetativnoj nervnoj sistemy [Lectures on the pathology of the autonomic nervous system]. Moscow: Medicina; 1971. Russian.
4. Vejn AM, Solov'eva AD, Kolosova OA. Vegetososudistaya distoniya [Vegetative-vascular dystonia]. Moscow: Medicina; 1981. Russian.
5. Gejnic AV, Moskvin SV. Lazernaya terapiya v kosmetologii i dermatologii [Laser therapy in cosmetology and dermatology]. Moscow–Tver': Triada; 2010. Russian.
6. GOST 8.417-2002. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmerenij [The state system of ensuring the unity of measurements]. Edinicy velichin. Moscow: Izd-vo standartov; 2003. Russian.

7. Ivanov VV, Seliverstov DV, Puchkov KV. Vegetativnyj gomeostaz u bol'nyh sahnarym diabetom s gnojno-septicheskimy oslozhnennyami pri kompleksnom lechenii s primeneniem vnutrisudistogo lazernogo oblucheniya krovi [Vegetative homeostasis in patients with diabetes mellitus with purulent-septic complications in complex treatment with the use of intravascular laser irradiation of blood. Materials international scientific practice. Conf. «Laser technologies in medical science and practice». Materialy mezhd. nauchno-prakt. konf. «Lazernye tekhnologii v medicinskoj nauke i praktike». Lazernaya medicina. 2004; 8 (3): 24. Russian.
8. Ivanchenko LP, Kozdoba AS, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v urologii [Laser therapy in urology]. Moscow–Tver': Triada; 2009. Russian.
9. Ipatova MV. Vosstanovitel'noe fiziolechenie detej i podrostkov s ginekologicheskoj patologiej [Restorative physiotherapy of children and adolescents with gynecological pathology][dissertation]. Moscow; 2010. Russian.
10. Ipatova MV. Vosstanovitel'noe fiziolechenie detej i podrostkov s ginekologicheskoj patologiej [Restorative physiotherapy of children and adolescents with gynecological pathology][dissertation]. Moscow; 2011. Russian.
11. Ipatova MV, Strugackij VM, Malanova TB, Aslanyan KN. Fizioterapiya v ginekologii detej i podrostkov v sovremennyh usloviyah. Fizioterapiya v praktike akushera-ginekologa [Physiotherapy in gynecology of children and adolescents in modern conditions. Physiotherapy in the practice of obstetrician-gynecologist]. Moscow: MEDpress-inform; 2008. Russian.
12. Ickovich AI, Ponomarenko TN, Osin AY. Lazernaya terapiya v neonatologii [Laser therapy in neonatology]. Vladivostok: Dal'nauka; 1999. Russian.
13. Kapustina GM, Moskvina SV, Titov MN. Vnutrivennoe lazernoe obluchenie krovi (VLOK) [Intravenous laser irradiation of blood (vlok)]. Medical Marketing & Media. 1996; 24: 20–21. Russian.
14. Kostoeva ZA. Lechenie vospalitel'nyh zabolevanij vul'vy i vlagalishcha u devochek primeneniem nizkoenergeticheskogo lazera [Treatment of inflammatory diseases of the vulva and vagina in girls using a low-energy laser] [dissertation]. Rostov-na-Donu; 2004. Russian.
15. Kochetkov AV, Moskvina SV. Lazernaya terapiya bol'nyh cerebral'nym insul'tom [Laser therapy of patients with cerebral stroke]. Tver': Triada; 2004. Russian.
16. Kochetkov AV, Moskvina SV, Karneev AN. Lazernaya terapiya v nevrologii [Laser therapy in neurology]. Moscow–Tver': Triada; 2012. Russian.
17. Kuberger MB, Belokon' NA, Soboleva EA. Kardiointervalografiya v ocenke reaktivnosti i tyazhesti sostoyaniya bol'nyh detej [Cardiointervalography in the evaluation of reagentness and severity of the condition of sick children]: Metodicheskie rekomendacii. Moscow; 1985. Russian.
18. Kurochkin AA, Anikin VV. Kliniko-funkcional'noe obosnovanie primeneniya lazernogo izlucheniya v kompleksnom lechenii detej i podrostkov s vegetativnoj disfunkciej [Clinical and functional substantiation of laser radiation application in complex treatment of children and adolescents with vegetative dysfunction]. Tezisy dokladov Ross. nauch.-prakt. konf. «Aktual'nye problemy detskoj kardiologii». Moscow; 1998. Russian.
19. Kurochkin AA, Anikin VV, Soboleva NP. Ehffektivnost' nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya v lechenii rinokardial'nogo sindroma u detej s hronicheskim adenoiditom [Efficacy of low-intensity laser radiation in the treatment of incarvillea syndrome in children with chronic adenoiditis]. Lazernaya medicina. 1997; 1 (2): 15–8. Russian.
20. Kurochkin AA, Moskvina SV, Anikin VV. Nizkointensivnoe lazernoe izluchenie v kompleksnom lechenii detej i podrostkov (kardiologiya, dermatologiya, LOR-bolezni, chasto boleyushchie deti) [Low-intensity laser radiation in integrated treatment of children and adolescents (cardiology, dermatology, ENT diseases, often ill children)]. Moscow: Tekhnika; 2000. Russian.
21. Kurochkin AA, Skupchenko VV, Moskvina SV. Primenenie variacionnoj pul'sometrii dlya optimizacii fizioterapevticheskijh vozdejstvij [Application of the variational pulsometry for optimization of physiotherapeutic influences]. Materialy mezhd. simp. «Komp'yuternaya ehlektrokardiografiya na rubezhe stoletij». Moscow; 1999. Russian.
22. Gerasimenko MYu, Gejnic AV, Moskvina SV, et al. Lazernaya terapiya v lechebno-reabilitacionnyh i profilakticheskijh programmah: klinicheskie rekomendacii [Laser therapy in treatment and rehabilitation and prevention programs: clinical recommendations]. Moscow; 2015. Russian.
23. Minakov EhV, Romanova MM. Ehffekty kompleksnoj terapii bol'nyh yazvennoj boleznyu s primeneniem differencirovannogo polimagnitolazernogo vozdejstviya [Effects of combined therapy of patients with peptic ulcer with the differentiated politehnicheskogo impact]. Materialy 1-j Po-volzhskoj nauch.-prakt. konf. «Lazery v medicine i ekologii». Samara–Moscow: Tekhnika; 1998. Russian.
24. Moskvina SV. K voprosu o mekhanizmah terapevticheskogo dejstviya nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya (NIL) [On the mechanisms of therapeutic action of low-intensity laser radiation (NIL)]. Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. 2008; 15 (1): 167–72. Russian.
25. Moskvina SV. Lazernaya terapiya v dermatologii: vitiligo [Laser therapy in dermatology: vitiligo]. Moscow: Tekhnika; 2003. Russian.
26. Moskvina SV. Lazeroterapiya kak sovremennij ehtap gelioterapii (istoricheskij aspekt) [Laser therapy as a modern stage of heliotherapy (historical aspect)]. Lazernaya medicina. 1997; 1 (1): 44–9. Russian.

27. Moskvina SV. Osnovy lazernoj terapii [Fundamentals of laser therapy]. Seriya «Effektivnaya lazernaya terapiya». T. 1. Moscow–Tver': Triada; 2016. Russian.
28. Moskvina SV. Podschyt dozy nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya: neobhodimost' ili vred? [Calculation of low-intensity laser radiation dose: necessity or harm?] Voprosy kurortologii, fizioterapii i LFK. 2012; 6: 54–5. Russian.
29. Moskvina SV. Hronobiologicheskie podhody k lazernoj terapii v pediatrii. Materialy Povolzhskoj regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennye problemy diagnostiki, lecheniya i reabilitacii v pediatrii i detskoj hirurgii» [Chronobiological approaches to laser therapy in Pediatrics]. Ul'yanovsk; 2009. Russian.
30. Moskvina SV. Ehffektivnost' lazernoj terapii. Seriya «Effektivnaya lazernaya terapiya» [Efficiency of laser therapy]. T. 2. Moscow–Tver': Triada; 2014. Russian.
31. Moskvina SV, Amirhanyan AN. Metody kombinirovannoj i sochetannoj lazernoj terapii v stomatologii [Methods of combined and combined laser therapy in dentistry]. Moscow–Tver': Triada; 2011. Russian.
32. Moskvina SV, Bujlina VA. Optimizaciya lazernogo vozdejstviya. Nizkointensivnaya lazernaya terapiya [Optimization of laser exposure. Low-intensity laser therapy]. Moscow: Tekhnika; 2000. Russian.
33. Moskvina SV, Nasedkin AN, Osin AYA, Han MA. Lazernaya terapiya v pediatrii [Laser therapy in Pediatrics]. Moscow: EHKSMO; 2010. Russian.
34. Moskvina SV, Hadarcev AA. Lazernyj svet – možno li im navredit'? [A laser light – is it possible to harm Them?] Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. 2016; 23 (3): 265–83. Russian.
35. Moshkevich VS. Fotopletizmografiya [Photoplethysmography]. Moscow: Medicina; 1970. Russian.
36. Mufaged ML, Ivanchenko LP, Moskvina SV, Kozdoba AS, Filler BD. Lazernaya terapiya v urologii [Laser therapy in urology]. Tver': Triada; 2007. Russian.
37. Nasedkin AA, Moskvina SV. Lazernaya terapiya bol'nyh geroinovoj narkomaniej [Laser therapy of patients with drug addiction]. Tver': Triada; 2004. Russian.
38. Nasedkin AN, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v otorinolaringologii [Laser therapy in otorhinolaryngology]. Moscow–Tver': Triada; 2011. Russian.
39. Nasedkin AN, Petlev AA., Moskvina SV. Lazernaya terapiya zabojevanij LOR-organov s pomoshch'yu impul'snogo lazernogo izlucheniya vidimogo krasnogo diapazona spektra ($\lambda = 0.63\text{--}0.65 \mu\text{m}$). Sbornik tezisov 8-th International Congress of the European Medical Laser Association [Laser therapy of diseases of the ENT organs with the power of pulsed laser radiation of the visible red spectrum ($\lambda = 0.63\text{--}0.65 \mu\text{m}$)]. Moscow; 2001. Russian.
40. Petrashevich VA, Prous AR, Prochuhanov RA. Nizkointensivnaya lazernaya terapiya i kogerentnaya stabilizaciya sistem reguljacii pri hronicheskoj patologii nekotoryh sistem cheloveka. Materialy mezhd. konf. «Aktual'nye voprosy lazernoj mediciny i operacionnoj ehndoskopii» [Low level laser therapy and a coherent stabilization of the regulation systems in chronic pathology of some human systems]. Moscow–Vidnoe; 1994. Russian.
41. Ponomarenko TN. Metodicheskie osnovy lazernoj terapii pri lokalizovannyh gnojno-vospalitel'nyh zabojevaniyah u novorozhdennyh detej [Methodical bases of laser therapy at the localized purulent-inflammatory diseases at newborns]. Materialy mezhd. konf. «Novye napravleniya lazernoj mediciny». Moscow, 1996. Russian.
42. Ponomarenko TN, Osin AYA, Sheguda MG. Osobennosti nizkointensivnoj lazernoj terapii ostroj pnevmonii u donoshennyh novorozhdennyh [Features of low-intensity laser therapy of acute pneumonia in newborns]. Lazernaya medicina. 2001; 4 (5): 11–5. Russian.
43. Ruseckij II. Vegetativnye nervnye narusheniya [Autonomic nervous disorders]. Moscow: Medgiz; 1958. Russian.
44. Serov VN, Silant'eva ES, Ipatova MV, Zharov EV. Bezopasnost' fizioterapii u ginekologicheskix bol'nyh [Safety of physical therapy in gynecological patients]. Akusherstvo i ginekologiya. 2007; 3: 74–6. Russian.
45. Skupchenko VV, Kurochkin AA, Moskvina SV. Variacionnaya pul'sometriya kak metod ocenki sostoyaniya fazotonnogo nejrodinamicheskogo gomeostaza i kontrolya ehffektivnosti lazeroterapii. Materialy 1-j Povolzhskoj nauch.-prakt. konf. «Lazery v mediciny i ehkologii» [Variational pulsometry as a method of evaluation of the state of phase neurodynamic homeostasis and control of the effectiveness of laser therapy]. Samara– Moscow: Tekhnika; 1998. Russian.
46. Soboleva NP, Kurochkin AA, Anikin VV. Differencirovannyj podhod k primeneniyu lazeroterapii v lechenii detej i podrostkov s hronicheskim sinuitom [Differentiated approach to the use of laser therapy in the treatment of children and adolescents with chronic sinusitis]. Materialy 1-j Povolzhskoj nauch.-prakt. konf. «Lazery v mediciny i ehkologii». Samara–Moscow; 1998. Russian.
47. Strugackij VM, Malanova TB, Aslanyan KN. Fizioterapiya v praktike akushera-ginekologa [Physiotherapy in the practice of obstetrician-gynecologist]. Moscow: MEDpress-inform; 2008. Russian.
48. Fyodorova TA, Moskvina SV, Apolihina IA. Lazernaya terapiya v akusherstve i ginekologii [Laser therapy in obstetrics and gynecology]. Moscow–Tver': Triada; 2009. Russian.
49. Hadarcev AA, Kupeeov VG, Troickaya EA. Tekhnologiya fitolazeroforeza [Technology phytolaserophoresis]. Tula: Tul'skij poligrafist; 2001. Russian.
50. Hadarcev AA, Krayuhin AV, Kvasov DV, Chub SG. Kontrol' ehffektivnosti fitolazeroforeza pri sosudistyh oslozhneniyah saharnogo diabeta 2 tipa [Monitoring the effectiveness of phytolaserophoresis with cardiovascular

- complications of diabetes mellitus type 2]. Fundamental'nye issledovaniya: Tez. dokl. zaочноj ehlektronnoj konferencii «Diagnostika i lechenie naibolee rasprostranennyh zabolevanij cheloveka». Moscow; 2005 Russian.
51. Hadarcev AA, Kupeeв VG, Moskvин SV. Fitolazeroforez [Phytolaserophoresis]. Moscow – Tver'; 2016. Russian.
 52. Hadarcev AA, Bekhtereva TL, Borisova ON, Vigdorчhik VI, Fudin NA, Koryagin AA. Obosnovanie sposoba ehlektrolazernoj miostimulyacii i lazeroforeza [Justification of the method electrolatino myostimulation and laerporto]. Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. 2004; 1: 66–8. Russian.
 53. Hadarcev AA, Seregina MYu. Kvasov DV, Natarova EhV, Krayuhin AV. Sochetannaya ehlektrolazernaya miostimulyaciya i lazeroforez [Associated electro laser muscle toning and literatures. Bulletin of Siberian medicine]. Byulleten' sibirskoj mediciny. Prilozhenie 1: Tez. dokl. V Sibirskogo fiziologicheskogo s'ezda (Tomsk, 29–30 iyunya, 1 iyulya 2005). Tomsk: Tomskij gos. med. un-t; 2005. Russian.
 54. Hadarcev AA, Vigdorчhik VI, Koryagin AA, Kotov VS, Kupeeв VG, Fudin NA. Fitolazeroforez pri migreni i golovnyh bolyah [Phytolaserophoresis with migraines and headaches]. Sistemyj analiz i upravlenie v biomedicinskih sistemah. 2004; 3 (1): 49–51. Russian.
 55. Hadarcev AA, Kartashova NM, Naumova EhM, Valentinov BG, Kupeeв VG. Sposob fitolazeroforeza v sochetanii s ehlektromiostimulyaciej v sporte vysshih dostizhenij [Method of phytolaserophoresis in combination with electromyostimulation in high performance sport]. Uspekhi sovremenного estestvoznaniya: tez. dokl. kongressa «Vysokie tekhnologii» (Parizh, 5–8 noyabrya 2004). Moscow; 2004. Russian.
 56. Chetverikov NS. Zabolevaniya vegetativnoj nervnoj sistemy [Diseases of the autonomic nervous system]. Moscow: Medicina; 1968. Russian.
 57. Shcherbonosova TA, Skupchenko VV. Lazernaya korekciya nejromotornovegetativnogo disbalansa pri licevyyh nejropatiyah u lic molodogo vozrasta i beremennyh zhenshchin. Materialy 1-j Povolzhskoj nauchno-prakt. konf. «Lazery v medicine i ehkologii» [Laser correction aromaterapeutickou imbalance in facial neuropathy in young patients and pregnant women. Materials of the 1st Volga scientific practice conference]. Moscow–Samara: Tekhnika; 1998. Russian.
 58. Khadartsev AA, Moskvин SV. Laser blood illumination. The main therapeutic techniques. Moscow–Tver, 2018.

Библиографическая ссылка

Москвин С.В., Шаяхметова Т.А. Лазерная терапия в педиатрии, особенности и схемы применения метода (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. № 6. Публикация 3-1. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-6/3-1.pdf> (дата обращения: 07.11.2018). DOI: 10.24411/2075-40942018-16270.

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ АЛОПЕЦИИ: МЕТОДЫ, ПОДХОДЫ И НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

С.В. МОСКВИН

*ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины
им. О.К. Скобелкина ФМБА России»,
ул. Студенческая, д. 40, Москва, 121151, Россия,
e-mail: 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru*

Реферат. Алопеция одновременно рассматривается и как заболевание, и в качестве косметического дефекта, вызывающего у многих психоэмоциональное напряжение и стресс. Многочисленные лекарственные препараты (кортикостероиды, иммуномодуляторы и др.), ПУВА-терапия и пересадка волос малоэффективны, имеют побочные эффекты и небольшой период последействия.

Лазерная терапия позволяет получить наиболее выраженные результаты, которые проявляются не ранее чем через 5–6 мес., а лечебный курс может продолжаться до 1 года. Тем не менее FDA разрешила уже больше двух десятков аппаратов для применения в США, как в салонах и медицинских центрах, так и в домашних условиях.

В аналитическом исследовании основной упор сделан на обосновании наиболее эффективных параметров лазерной терапии, демонстрации основных ошибок, допускаемых в процессе лазерного освечивания. Показано, что наиболее предпочтительно использовать импульсные (длительность светового импульса 100–150 нс, мощность 3–5 Вт, частота 80–300 Гц) красные лазеры с длиной волны 635 нм, местно, на очаги поражения, в сочетании с механическим массажем, а также лазерофорез биологически активных веществ и лекарственных средств.

Ключевые слова: алопеция, физиотерапия, лазерная терапия.

LOW LEVEL LASER THERAPY FOR ALOPECIA: METHODS, APPROACHES AND UNSOLVED PROBLEMS

S.V. MOSKVIN

*O.K. Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine
under the Federal Medical Biological Agency,
Studencheskaya Str., 40, Moscow, 121151, Russia,
e-mail: 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru*

Abstract. Alopecia is simultaneously considered both as a disease and as a cosmetic defect that causes psychoemotional tension and stress in many people. Numerous drugs (corticosteroids, immunomodulators, etc.), PUVA therapy and hair transplantation are not very effective, have side effects and short afteraction period.

Low level laser therapy allows achieving the most pronounced results that appear no earlier than after 5–6 months, and the treatment course can last up to 1 year. However, FDA has already authorized more than two dozen devices for use in the United States, both in salons and medical centers, and at home.

In the analytical study the main emphasis is made on the justification of the most effective parameters of low level laser therapy and demonstration of the main errors made in the process of laser illumination. It is shown that it is most preferable to use pulsed (light pulse duration 100–150 ns, power 3–5 W, frequency 80–300 Hz) red lasers with a wavelength of 635 nm, locally to the lesions in combination with mechanical massage, as well as laser phoresis of biologically active substances and medicines.

Key words: alopecia, physiotherapy, low level laser therapy.

Алопеция – распространённая проблема, решение которой ранее предлагаемыми методами не представлялось возможным [1]. Нанесение на очаг поражения кортикостероидов является основным средством терапии алопеции у взрослых уже около 50 лет. Иммуномодуляторы, появившиеся в последнее десятилетие, в рефрактерных случаях малоэффективны, кроме того, все лекарственные методы имеют выраженные побочные эффекты и высокую частоту рецидивов [2]. ПУВА-терапия продемонстрировала от 15 до 70% случаев восстановления волос в неконтролируемых исследованиях, но не было никакого улучшения по сравнению со скоростью спонтанной ремиссии в больших ретроспективных исследованиях. Вероятность рецидива и повышенный риск развития немеланомного рака кожи сделали метод и вовсе непривлекательным [3]. Фотодинамическая терапия также оказалась малоэффективной [4].

Лазерная терапия позволила получить недостижимые до сего времени результаты, анализу которых и посвящена статья.

Интересно, что дерматологам-косметологам приходится одновременно заниматься двумя противоположными задачами: поиск эффективного способа удаления волос для одной категории пациентов, и восстановления волосяного покрова – для других. В первом случае никто не говорит о заболевании, а методы удаления волос разнообразны и дают неплохой результат. Чего нельзя сказать об алопеции. Является ли отсутствие волос патологией, большой вопрос, если не рассматривать последствия перенесенного заболевания (сифилис) или результат агрессивного лечения (химиотерапия), когда волосяной покров восстанавливается в большинстве случаев самостоятельно после устранения инициирующего фактора. А если это физиологическая норма, корректировать её весьма проблематично, более того, почти невозможно.

Тем не менее считается, что андрогенная алопеция, как мужского, так и женского типа, является наследственным *заболеванием*, при котором нарушение правильной сигнализации андрогенов приводит к снижению пролиферации фолликулярного эпителия и прогрессирующему уменьшению терминальных волосков на коже головы [5]. Зарубежные коллеги разделяют андрогенную или андрогенетическую алопецию у мужчин и уменьшение волос у женщин [6]. Исследования показали, что у пациентов сохраняются фолликулярные стволы-

вые клетки, но популяции прогениторных клеток значительно сокращены, что свидетельствует о нарушениях на этапе превращения клеток из стволовых в фенотип «рабочих» [7].

Лекарственные препараты финастерид и миноксидил, а также пересадка волос не приводят к удовлетворительным результатам и имеют негативные побочные эффекты [8]. Лазерная терапия в США рекомендована как самостоятельная или вспомогательная процедура, которая проводится дома, в косметическом салоне или клинических условиях. Рекомендуемый курс лечения составляет от 6 до 12 мес., стоимость до нескольких тысяч долларов [9; 10].

Очаговая (гнездная) алопеция является наиболее частой причиной выпадения волос, обычно представляет собой полностью лишённые волос локальные области, но может иметь диффузное или полное распространение. Патофизиология этого аутоиммунного заболевания детально не изучена, но известно, что она включает в себя как врождённые, так и адаптивные иммунные компоненты, вызываемые повышением регуляции лигандов ULBP, активирующих NKGD₂-рецепторы на естественных клетках-киллерах [11]. Рост волос чаще всего возобновляется после подавления воспалительной реакции, когда неповреждённые стволовые клетки начинают регенерировать волосяные фолликулы [12].

Большинство специалистов стереотипно полагает, что в дерматологии используются исключительно хирургические лазеры для различного вида селективной деструкции [13]. Лазерной терапии не уделяется того внимания, которое она заслуживает, а её значительные возможности мало используются практическими врачами [14]. Отчасти это связано с непониманием методологии и использованием далеко не самых эффективных методик и лазерных аппаратов [15; 16].

В 2002 году было впервые описано такое явление, как парадоксальный гипертрихоз, или терминальный рост волос вследствие процедуры удаления волос с помощью IPL [17], а позднее подтверждено другими авторами [18–21]. Частота встречаемости колеблется от 0,6 до 10%, по-видимому, это характерно для всех типов лазеров и некогерентных источников [22; 23]. Парадоксальный гипертрихоз чаще всего проявляется на лице и шее, у пациентов с более тёмными типами кожи (III–IV), тёмными грубыми волосами и/или сопутствующими гормональными сдвигами [19; 24]. Считается, что такой побочный эффект – это результат задания неоптимальных значений энергетической плотности, недостаточной, чтобы вызвать термоллиз, но способной стимулировать рост фолликулов [24]. Поскольку пациенты обычно не удаляют волосы в области скальпа, статистики для этой части головы нет. Одновременно с этим вероятность развития долгосрочной алопеции у детей, которым проводилась операция по удалению винных пятен, оценивается специалистами как минимальная [25].

За последние 3–5 лет во всём мире стремительно вырос интерес к возможностям лазерной терапии как простого и эффективного способа стимулирования роста волос, опубликованы многочисленные обзоры по этой теме и главы в книгах [6; 22; 26–40], не говоря уж о многочисленных коротких сообщениях [41; 42] и оригинальных исследованиях (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Стимулирование роста волос в эксперименте, параметры методики лазерного освещения

№ п/п	Описание модели	Результат	Длина волн, режим работы, частота	Мощность, площадь светового пятна, ПМ	Экспозиция	ЭП	Методика	Ссылка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Чёрные мыши линии С57BL/6	Увеличение роста волос на 30%, в освещенных областях скорость роста и густота выше, образование новых волосяных фолликулов	890 нм, 1500 Гц	1,5 мВт/см ²	20 мин	1,8 Дж/см ²	1 раз в день, 30 дней	Chung P.S. et al., 2004 [43]
2.	Мыши линии BL-6 Культивируемые нормальные клетки дермальной папиллы человека	Стимуляция роста волос	638 нм, СИД	-	20 мин	1 Дж/см ²	3 раза в нед., на расстоянии 5 см	Fushimi T. et al., 2011 [44]
		СИД индуцирует несколько потенциальных медиаторов для стимуляции роста волос из клеток дермальной папиллы	638 нм, СИД		20 мин	1,5 Дж/см ²	3 дня подряд, на расстоянии 3 см	
3.	Фолликулы волос человека <i>in vitro</i>	Стимуляция роста волос из фолликулов путем активации сигнального пути Wnt/β-катетина	655 нм (21 лазерный диод и 26 СИД)	5 мВт, 84 см ²	5/10/15 мин	0,839/1,679/2,518 Дж/см ²	Через день, 5 дней	Han L. et al., 2018 [45]
4.	Крысы Спрег-Доули	Наибольшая стимуляция роста волос отмечалась при ЛТ 830 нм, ЛТ 785 нм также оказала значительное влияние на рост волос	632, 670, 785 и 830 нм	Первые 4 сеанса: 10 мВт/см ² Следующие 4 сеанса: 15 мВт/см ²	100 с	1,27 Дж/см ²	Через день, 2 нед. Контактно	Kim T.H. et al., 2015 [46]
					100 с	1,91 Дж/см ²		
5.	Мыши линии С3Н/НеJ	Нет изменений в волосяном покрове, стимуляции роста волос не произошло	655 нм (лазерная расчёска)	-	20 с	-	3 раза в нед., 12 нед.	King L.E. Jr et al., 2014 [47]

Окончание табл. 1

1	2	3	4			5	6			7	8	9
			635 нм	660 нм	635 + 660 нм		4 мин	4 мин	2 + 2 мин			
6.	Образцы волос <i>ex vivo</i>	Увеличение скорости роста волосяных фолликулов при ЛТ по сравнению с контрольной группой	635 нм	660 нм	635 + 660 нм	–	–	–	–	–	Ежедневно, 10 дней	Leavitt M., 2010 [48]
7.	Белые мышцы и линии C ₅₇ B ₁	После 3–5 сеансов усиление, после 10–12 – подавление скорости роста волос	694 нм, импульсный	–	–	–	–	–	–	1 Дж/см ²	1 раз в неделю	Mester E. et al., 1967, 1968 [49; 50]
8.	Собаки	Возобновление роста волос	Насадка-«кластер», 5 Гц, одноцветно: 470 нм (13 СИД)	685 нм (4 лазерных диода)	830 нм (4 лазерных диода)	16 мВт	50 мВт	200 мВт	1,34 мин	3 Дж/см ²	2 раза в нед., 2 мес., на расстоянии 1 см, вперед и назад по очагам	Olivieri L. et al., 2015 [51]
9.	Швейцарские белые мышцы	При ЛТ 1 Дж/см ² : увеличение процента фолликулов анагена, стимуляция роста волос, при 5 Дж/см ² : регрессия роста волос	633 нм	–	–	10 мВт, 1,6 см, 5 мВт/см ²	–	–	200–1000 с	1–5 Дж/см ²	–	Shukla S. et al., 2010 [52]
10.	Фолликулы волос	ЛТ не оказала существенного влияния на результат трансплантации волосяных фолликулов	660 нм, 80 Гц	–	–	100 мВт	–	–	20 мин	–	1 сеанс перед трансплантацией	Tabaie S.M. et al., 2016 [53]
11.	Мыши линии C3H/HeJ	Возобновление роста волос, увеличение волосяных фолликулов анагена	655 нм, 9 ЛД	–	–	–	–	–	20 с	–	3 раза в нед., 6 нед.	Wikramanayake T.C. et al., 2012 [54]
12.	Крысы Лонг-Эванс с алопецией после химиотерапии	Ускоренное возобновление роста волос	655 нм, 9 ЛД	–	–	–	–	–	1 мин	–	Ежедневно, 10 дней	Wikramanayake T.C. et al., 2013 [55]

Таблица 2

Стимулирование роста волос в клинических исследованиях, параметры методики лазерного освещения

№ п/п	Описание исследования	Результат	Длина волны (нм), режим работы, частота	Мощность, площадь светового пятна (см), ПМ	Экспозиция	ЭП	Методика	Ссылка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Очаговая (гнездная) алопеция	Увеличение количества волос при подсчёте на 1 см ² и уменьшение выпадения волос по визуальной аналоговой шкале	905 нм, импульсный, 5000 Гц	100 мВт, импульсная, 100 Вт	2 мин	1,5 Дж/см ²	3 раза в нед. в течение мес., контактно, круговыми движениями по направлению к центру	Abdelhalim N.M., 2014 [56]
2.	Очаговая (гнездная) алопеция	Эффективно для волосистой части головы и некоторых участков на бороде, но нет результата на конечностях	308 нм, эксимерный	–	–	Сначала 50 мДж/см ² , потом увеличивалась на 50 мДж/см ² каждые 2 процедуры	2 раза в нед., 24 сеанса (более 3 мес.), на очаги поражения	Al-Mutairi N., 2007 [57]
3.	Очаговая (гнездная) алопеция у детей	Возобновление роста волос на волосистой части головы у 60% детей, только у 4 пациентов наблюдался рецидив через 6 мес.	308 нм, эксимерный	–	–	Сначала 50 мДж/см ² , потом увеличивалась на 50 мДж/см ² каждые 2 процедуры	2 раза в нед., 24 сеанса (более 3 мес.), на очаги поражения	Al-Mutairi N., 2009 [58]
4.	Андрогенная алопеция	Уменьшение количества пушковых волос, увеличение количества терминальных волос и увеличение их диаметра	650 нм, лазерный шлем (шапочка)	5 мВт	20 мин	–	2 раза в нед., 3–6 мес.	Avram M.R., Rogers N.E., 2009 [59]

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	Андрогенная алопеция, интервенционное исследование	Более высокие увеличение густоты терминальных волос в группе сканера по сравнению с лазерной шапочкой (9,61 против 9,16 на см ²), значительное снижение густоты терминальных волос в контрольной группе (в среднем минус 1,8 на см ²)	655 нм 655 нм + 808 нм	-	-	3 Дж/см ² 2 Дж/см ² 1 Дж/см ²	3 раза в нед., 4 мес. лазерная шапочка 3 раза в нед., 4 мес., лазерный сканер	Varikbin B. et al., 2017 [60]
6.	Андрогенная алопеция, неконтролируемое пилотное исследование	Увеличение кол-ва волос	650 нм, 15 лазерных диодов	Лазерная расчёска	-	-	26 нед.	Blum K. et al., 2014 [61]
7.	Очаговая (гнездная) алопеция	Увеличение кол-ва и диаметра волос по фотографической оценке	308 нм, экзимерный	-	-	Сначала 50 мДж, потом увеличивалась на 50 мДж каждую неделю	2 раза в нед., 12 нед.	Wyun J.W. et al., 2015 [62]
8.	Алопеция по женскому типу, рандомизированное контролируемое исследование	ЛТ эффективна наравне с миноксидилом 5%, при этом сочетание методов наиболее эффективно	655 нм, 21 лазерный диод, непрерывный и 650–670 нм – 30 СИД	Шлем, мощность <5 мВт	25 мин	-	Через день, 4 мес.	Esmat S.M. et al., 2017 [63]

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9.	Андрогенная алопеция у женщин, клиническое исследование	Увеличение кол-ва волос на 51%	650 нм, непрерывный	Лазерная шапочка, 272 диода по 5 мВт, 2,34 мВт/см ²	30 мин	-	Через день, 17 нед.	Friedman S., Schnoor P., 2017 [64]
10.	Алопеция по мужскому и женскому типу, многоцентровое рандомизированное исследование с имитацией устройства и двойным слепым контролем	Увеличение густоты терминальных волос	655 нм, 7 ЛД	-	15 мин	-	3 раза в нед., 26 нед.	Jimenez J. J. et al., 2014 [65]
			655 нм, 9 СИД		11 мин			
			635 нм, 6 ЛД и 655, 6 СИД		8 мин			
11.	Андрогенная алопеция, рандомизированное исследование с имитацией устройства и двойным слепым контролем	Большая густота и средний диаметр волос в группе ЛТ	630 нм, 24 шт. ЛД и СИД	Шлем из СИД и ЛД, 3,5 мВт, 60,7 мВт/см ²	18 мин,	47,9 Дж/см ²	Ежедневно, 24 нед.	Kim H. et al., 2013 [46]
			660 нм, 18 СИД	2,5 мВт, 182,8 мВт/см ²	6 циклов по 2 мин 50 с (вкл) и 10 с (выкл)			
			650 нм, 27 ЛД	4 мВт, 115,4 мВт/см ²				
12.	Андрогенная алопеция	Увеличение густоты волос на темени и затылке	655 и 780 нм	-	10 мин	-	1 раз в день, 14 нед.	Kim S. S. et al., 2007 [66]

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13.	Андрогенная алопеция, рандомизированное исследование с двойным слепым контролем	Увеличение кол-ва волос как у мужчин, так и у женщин	655 нм, 20 ЛД 655 нм, 32 СИД	Шлем, 5 мВт	25 мин	67,3 Дж/см ²	Через день, 16 нед.	Lanzafame R.J. et al., 2013, 2014 [67; 68]
14.	Андрогенная алопеция, рандомизированное многоцентровое исследование с имитацией устройства и двойным слепым контролем	Увеличение средней густоты терминальных волос; оцененное при помощи макроскопии кожи головы, возобновление роста волос по субъективной оценке пациентов	655 нм	–	15 мин	–	26 нед. (6 мес.)	Leavitt M. et al., 2009 [69]
15.	Алопеция по женскому типу, одноцентровое, перспективное, одностороннее слепое, контролируемое исследование	Увеличение густоты и толщины волос	1550 нм	Фракционный лазер, накопчик 5–10 мм, 800 точек/см ²	–	6 мДж/имп	10 процедур, 2 нед.	Lee G.Y. et al., 2011 [70]
16.	Андрогенная алопеция, ретроспективное наблюдательное исследование	ЛТ эффективна в увеличении роста волос, как монотерапия и в сочетании с миноксидилом и финастеридом	655 нм	–	8–15 мин	–	3 раза в нед.	Munck A. et al., 2014 [71]
17.	Андрогенная алопеция	Возобновление роста волос и усиление прочности волос при растяжении	650 нм, 9 ЛД	Лазерная расчёска	5–10 мин	–	6 мес.	Satino J.L., Markou M., 2003 [10]

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18.	Очаговая (гнездная) алопеция	Возобновление роста волос	904 нм, импульсный, частота 40 Гц	Импульсная 150 Вт	-	-	1 раз в нед., 1 мес., контактно, круговыми движениями	Waiz M. et al., 2006 [72]
19.	Очаговая (гнездная) алопеция	Возобновление роста волос при частичной очаговой алопеции и отсутствие эффекта при генерализованной и тотальной форме	308 нм, эксимерный	-	-	Сначала 50 мДж/см ² , потом увеличивалась каждые 2 сеанса	2 раза в нед., 24 процедуры	Zakaria W. et al., 2004 [73]
20.	Андрогенная алопеция, рандомизированное многоцентровое исследование с имитацией устройства и двойным слепым контролем	Пока не опубликованы	650 нм, 51 ЛД и СИД	5 мВт – мощность одного ЛД или СИД	-	30 мин, по 10 мин на переднюю, среднюю и заднюю часть волосяной части головы	3 раза в нед., 24 нед.	NCST01686295 [74]
21.	Андрогенная алопеция, рандомизированное многоцентровое исследование с двойным слепым контролем	Пока не опубликованы	678 нм, 80 ЛД	-	-	-	Шлем, 20 мин в день, 2 раза в нед.	NCST02528552 [75]

Ряд авторов полагают, что в механизме стимулирования роста волос лазерным светом, по крайней мере при парадоксальном гипертрихозе, участвуют белки теплового шока HSP27, регуляторы роста и дифференцировки волосяных фолликулов [76], содержание которых в эпидермисе увеличивается после эпиляции [77]. Возможности регулирования лазерным освещением роста волос C57B1 и белых мышей продемонстрированы в одной из первых работ, посвящённых изучению механизмов биомодулирующего действия лазерного света, при этом, что важно, показан как стимулирующий, так и ингибирующий эффект. При энергетической плотности (ЭП) 1 Дж/см² света импульсного рубинового лазера (длина волны 694 нм) воздействие в течение 3–5 недель (1 раз в неделю) усиливало рост волос, но после 10–12-го сеанса происходило его подавление. Сделан вывод, что кумулятивный эффект может привести к инверсии результата [50].

Показано статистически значимое улучшение роста волос и их качества у мужчин и женщин с андрогенной алопецией в рандомизированных многоцентровых исследованиях с двойным слепым контролем (использовали имитирующие устройства) [65; 67–69], что позволило в 2007 году получить одобрение (510(k)) для первого из линейки аппаратов FDA (Food and Drug Administration) США (выдано уже 29 разрешений). *(Такие расчёски продаются в России более 10 лет, стоимость в диапазоне 17 820–27 720 руб. (<http://www.trilogic.su/catalog>), при этом до сих пор они не имеют регистрации как медицинские изделия.)* Другое устройство лазерной терапии получило одобрение FDA для лечения женщин, страдающих андрогенетической алопецией. Чтобы сделать процедуру освещения более удобной для пользователя и повысить точность соблюдения пациентом схемы лечения, были разработаны специальные «лазерные шапочки» [78]. Разработаны рекомендации для домашнего использования этих аппаратов, одобренных FDA – «Фотобиомодуляционная терапия андрогенетической алопеции» [79].

Анализируются технические параметры аппаратов, получивших разрешение FDA с точки зрения доказанности их эффективности. По состоянию на начало 2017 года в США их было 13, стоимостью от \$295 до \$3000. Везде используются лазерные диоды (как отдельно, так и с СИД) в виде матриц с общей выходной мощностью от 35 до 1360 мВт, красный спектр (длина волны от 650 до 678 нм), непрерывный или модулированный режим. Больше всего волнуют вопросы лазерной безопасности, поскольку все аппараты 3R класса лазерной опасности по ИЕС, и отсутствие сравнительных исследований [79], однако сам факт наличия разрешений FDA уже говорит в пользу их безопасности и эффективности [80], что позволяет применять их, в том числе самостоятельно, в домашних условиях [81].

Традиционно в зарубежных обзорах и метаанализах основное внимание уделяется «достоверности» рассматриваемых исследований, как проводилась рандомизация и обеспечивался двойной-слепой контроль, и совершенно не обращается внимания на оптимизацию параметров лечебной методики. Но ведь это самое главное, какой смысл анализировать заранее известный результат, а обзоры под разными углами рассматривают одни и те же исследования, почти не делая выводов «на перспективу», а именно прогноз оптимальных параметров и максимально эффективных методик лазерной терапии.

Лишь некоторые авторы обращают внимание на полное отсутствие во всех работах обоснованности методик. Непонятно, лазер лучше или СИД, какой смысл их объединять в одном устройстве, каким образом определялись оптимальные параметры методик и делалось ли это вообще? Многие клинические исследования проводились с очевидной целью апробации конкретных аппаратов с торговой маркой, которые неизвестно кто создавал и исходя из каких соображений задавал его характеристики [33; 35].

Почти во всех клинических исследованиях сравнивается эффект лазерной стимуляции роста волос не только с плацебо, но и с фармакологическими методами лечения, делается вывод, что лучшие результаты достигаются при сочетании лекарственных средств и лазерной терапии [82]. В работе А.К. Gupta с соавт. (2018) в табличной форме приведены аналитические данные сравнения эффективности разных методов лечения, подтверждающие эти данные.

Безусловно, исключительно важны параметры лазерного освечивания. Например, показано, что освечивание волосяных луковиц за 20 мин до пересадки не оказывает никакого влияния на результаты операции [83], но с другой стороны, светить 20 мин при мощности 100 мВт в непрерывном режиме (длина волны 660 нм) – это находится крайне далеко за всеми допустимыми переделами.

Сомнения, высказанные в одном из первых аналитических материалов в отношении перспектив лазерной терапии, связанные с недостаточной изученностью механизмов биологического (терапевтического) действия НИЛИ, к сожалению, поддерживаются многими. Обсуждается также и тема безопасности НИЛИ, уж точно не актуальная [84].

На наш взгляд более важным является вопрос оптимизации параметров методик лазерной терапии и достижения максимально возможной эффективности. Действительно, если сравнить результаты последних исследований с теми, что были получены более 100 лет назад с использованием обычных ламп с фильтром, а не лазеров, то принципиальных отличий вы не увидите [85–89]. В первую очередь, мы говорим о сроках лечения, составляющих как в те далёкие времена, так и сейчас минимум 9–12 мес.

Одним из вариантов лазерной терапии алопеции является использование ультрафиолетового НИЛИ (эксимерный ХеС1-лазер, длина волны 308 нм) [57; 58] и YAG:Nd на третьей гармонике (355 нм) [90]. Считается, что такое лечение является эффективной и безопасной альтернативой для пациентов, резистентных к традиционному лечению [57; 58; 73; 91–93]. По данным И.В. Верхогляд (2009, 2010) [94; 95], воздействие НИЛИ при очаговой алопеции позволяет в несколько раз усилить микроциркуляцию, что и является наряду с иммуномодулирующим действием лазерного излучения основным действующим лечебным фактором. Однако, на наш взгляд, исключительно высокая стоимость процедуры ничем не оправдана. Интересно, что в российские клинические рекомендации включена именно эта лазерная процедура, которая заведомо не может быть реализована [96].

Существенный вклад в исследования внесли и российские учёные. Так, В.А. Ундрицов (1987) [97] наблюдал вегетативные сдвиги симпатoadреналового

характера при алопеции, что свидетельствует об активации эрготропных систем. Полученные данные послужили основанием для разработки комплексной, в том числе и лазерной, терапии. А.П. Суворов с соавт. (1991) [98] после освечивания очагов непрерывным НИЛИ (длина волны 633 нм, плотность мощности 2–6 мВт/см², экспозиция 1–5 мин; на курс 10–18 процедур) наблюдали клинический эффект в 80,5% случаев, а группе сравнения, получавшей медикаментозное лечение, лишь у 63,3% пациентов. Лазерная терапия позволила сократить сроки лечения и увеличить период ремиссии на фоне достоверного увеличения в сыворотке крови содержания Т- и В-лимфоцитов, IgG, а также снижения уровня циркулирующих иммунных комплексов.

Положительная динамика клинической картины алопеции отмечена при комбинировании освечивания НИЛИ красного спектра (длина волны 633 нм, плотность мощности 1 мВт/см², экспозиция 2–5 мин) и вакуумного массажа (разрежение до 30 кПа, экспозиция 1–3 мин, пауза 30 с, общее время воздействия 10–15 мин). Курс состоял из 15–20 сеансов, проводимых ежедневно или через день [99].

Физико-биологические методы лечения очаговой алопеции включают воздействие в виде классической акупунктуры, электропунктуры, различные виды физиотерапии (лазерная, ультрафиолетовая, микроволновая терапия), оказывается иммунокорректирующее влияние, улучшаются процессы микроциркуляции, нормализуются вегетативно-эндокринные функции и работа системы дофаминовой и ацетилхолиновой рецепции [97].

Освечивание НИЛИ, особенно в сочетании с общепринятыми медикаментозными средствами, в комплексном лечении гнездной алопеции даёт положительный результат у 71,3% детей. Непрерывное НИЛИ (длина волны 633 нм, плотность мощности 1–1,5 мВт/см², экспозиция 3–5 мин) активизирует обменные и пролиферативные процессы в фибробластах, тучных клетках, гистиоцитах, усиливает взаимодействие мезенхимально-эпителиальных структур, стимулирует рост клеточных элементов волосяного фолликула [100; 101].

По данным Р.Ш. Мавлян-Ходжаева с соавт. (1996) [102], лазерная терапия импульсным ИК НИЛИ (длина волны 890 нм), проводимая на фоне традиционных методов лечения, вызывает значительный, по сравнению с контролем, клинический эффект, при этом рост пушковых волос начинается после 3–4 процедур, затем появляется интенсивный рост нормальных пигментированных волос. Световая и электронная микроскопия выявили резкое расширение и кровенаполненность микрососудов, значительное снижение перивазальной инфильтрации, уменьшение толщины базальной мембраны и эндотелиоцитов. Появляются очаги неоваскулогенеза, часто наблюдается гиперплазия нервных окончаний кожи. Все эти явления приводят к значительному снижению атрофических процессов в эпидермисе. Усиливается митотическая активность и интенсифицируется синтетическая функция фолликулярных эпителиоцитов, уменьшаются дистрофические процессы в потовых и сальных железах. Отмечаются существенные изменения в клетках, составляющих волос со всеми его компонентами, в частности, увеличивается число митозов в сосочке волоса в клетках волосяной сумки. Выраженные

изменения отмечаются в слое Генле, в клетках этого слоя увеличивается число и размеры гранул трихогиалина, становятся крупнее ядра, и особенно ядрышки.

Н.Б. Никифорова (1997) [103] рекомендует комбинировать НИЛИ красного (633 нм) и инфракрасного спектров (890 нм), что позволяет быстрее активизировать микроциркуляцию, улучшить качество волос.

Особо хотелось бы обратить внимание на крайне низкое качество большинства исследований, в первую очередь с точки зрения обоснованности параметров лазерного воздействия (методики лазерной терапии). Приводим всего один пример. В исследовании P.J. Röntinen с соавт. (1996) [104] по данным лазерной доплеровской флоуметрии делается вывод, казалось бы, о различиях в воздействии на микроциркуляцию головы больных алопецией света лазерных и некогерентных источников непрерывного режима работы:

- диодный лазер – кратковременное усиление кровотока на 54% ($p < 0,05$);
- ГНЛ – нет эффекта;
- СИД – кровоток снижается на 36% ($p < 0,05$).

Авторы делают заключение (отчасти верное), что наиболее важна экспозиция (которая, кстати, не указана), равно как и площадь светового пятна (табл. 3). Мы много раз говорили о том, что указывать абстрактные «дозы» абсолютно неинформативно [105–107], и это исследование тому яркое подтверждение.

Таблица 3

Параметры освечивания кожи головы больных алопецией (Röntinen P.J. et al., 1996) [104]

Тип источника света	Длина волны, нм	Мощность, мВт	Энергия общая, Дж	Экспозиция		ЭП, Дж/см ²	
				с	мин	min	max
Гелий-неоновый лазер	633	10	9,4	940	15	0,01	0,01
Диодный лазер InGaAl	670	60	108	1800	30	0,12	0,36
СИД	635	112,5	202,5	1800	30	0,68	1,36

Впрочем, к великому сожалению, так поступают многие, следуя явно ошибочной «традиции» игнорирования любых параметров методик лазерной терапии, кроме энергетической плотности (ЭП), которую называют почему-то «дозой» [108], что не позволяет их воспроизводить в независимых исследованиях и в медицинской практике.

Сделать какие-либо однозначные выводы о наиболее эффективных параметрах лазерного воздействия, используемого при лечении больных с различными видами алопеции, по мнению ряда авторов, пока не представляется возможным [28]. Но точно известно, какие методы лазерной стимуляции роста волос при очаговой алопеции лучше игнорировать [29].

1. Местное освечивание эксимерным ХеСl-лазером (УФ-спектр, длина волны 308 нм) в минимальной эритемной дозе (50 мДж/см²), чаще всего 2 раза в неделю, показало неплохие результаты во многих исследованиях [57; 58], однако:

- метод только относительно безопасен, наблюдались многочисленные случаи боли, ожогов, нарушения кожного покрова, стойкой эритемы [57; 109];
 - метод не работает при универсальной и тотальной алопеции [73];
 - исключительно дорогой метод, при этом не доказаны его особые преимущества перед обычной лампой того же спектра [110].
2. Неаблятивный фракционный лазерный фототермолиз. Стимулирование роста волос, вполне очевидно, лишь побочный, случайный эффект. Кроме того, клинических исследований пока явно недостаточно [38].
 3. Аблятивный фракционный лазерный фототермолиз с целью увеличения транспорта лекарственных веществ через кожу [70; 111–113]. Значительно проще, дешевле и эффективнее использовать для этих целей хорошо всем известную российскую методику – лазерофорез, которая позволяет трансэпидермально без повреждения кожного покрова вводить до 100% биологически активных веществ [114–116] и возможности которой, повторяем, крайне мало задействованы в медицинской практике, в том числе трихологии.

Выводы

1. Показано, что освечивание головы низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ) стимулирует рост волос, является эффективным и безопасным методом лечения алопеции. Об этом свидетельствуют многочисленные экспериментальные работы и клинические исследования, достоверность которых не вызывает сомнений. Десятки лазерных терапевтических аппаратов для лечения больных алопецией зарегистрированы в США и других странах мира.
2. Первые видимые результаты лечения можно ожидать только через 4–6 мес., а продолжительность лечения составляет 9–12 мес., но не проведена оценка длительности ремиссии в перспективе нескольких лет.
3. В достаточной степени не изучены механизмы биостимулирующего действия НИЛИ в аспекте всех физиологических изменений. Констатируется только переход фолликул из телогена (фазы покоя) в анаген (активную фазу) и/или трансформации пушковых фолликул (волос) в терминальные с описанием некоторых вторичных процессов (активация микроциркуляции, ликвидация воспалительного процесса, усиление трофического обеспечения клеток и тканей).
4. Не отработаны оптимальные параметры методики. Понятно только, что не приемлемы УФ-лазеры и фракционный лазерный фототермолиз, а лучше всего для лазерных терапевтических процедур при всех вариантах алопеции подходят диодные лазеры видимого спектра.
5. Наш многолетний опыт доказывает, что в аналогичных (по патогенезу) клинических ситуациях наиболее предпочтительно использовать импульсные (длительность светового импульса 100–150 нс, мощность 3–5 Вт, частота

80–300 Гц) красные лазеры с длиной волны 635 нм, местно, на очаги поражения [16; 117; 118], в сочетании с механическим массажем и лазерной акупунктурой [119].

Список литературы

1. Kligman A.M., Freeman B. History of baldness. From magic to medicine. *Clin Dermatol* 1988; 6 (4): 83–88.
2. Alkhalifah A., Alsantali A., Wang E. et al. Alopecia areata update: part II. Treatment. *J Am Acad Dermatol* 2010; 62 (2): 191–202, quiz 203–204. doi: 10.1016/j.jaad.2009.10.031.
3. Taylor C.R., Hawk J.L.M. PUVA treatment of alopecia areata partialis, totalis and universalis: audit of 10 years' experience at St John's Institute of Dermatology. *Br J Dermatol* 1995; 133 (6): 914–918.
4. Fernández-Guarino M., Harto A., García-Morales I. et al. Failure to treat alopecia areata with photodynamic therapy. *Clin Exp Dermatol* 2008; 33 (5): 585–587.
5. Olsen E.A., Messenger A.G., Shapiro J. et al. Evaluation and treatment of male and female pattern hair loss. *J Am Acad Dermatol* 2005; 52 (2): 301–311.
6. Gupta A.K., Daigle D. The use of low-level light therapy in the treatment of androgenetic alopecia and female pattern hair loss. *J Dermatolog Treat* 2014; 25 (2): 162–163. doi: 10.3109/09546634.2013.832134.
7. Garza L.A., Yang C.C., Zhao T. et al. Bald scalp in men with androgenetic alopecia retains hair follicle stem cells but lacks CD200-rich and CD34-positive hair follicle progenitor cells. *J Clin Invest* 2011; 121 (2): 613–622. doi: 10.1172/JCI144478.
8. Rogers N.E., Avram M.R. Medical treatments for male and female pattern hair loss. *J Am Acad Dermatol* 2008; 59 (4): 547–566. doi: 10.1016/j.jaad.2008.07.001.
9. Avram M.R., Leonard Jr R.T., Epstein E.S. et al. The current role of laser/light sources in the treatment of male and female pattern hair loss. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2007; 9 (1): 27–28. doi: 10.1080/14764170601134479.
10. Satino J.L., Markou M. Hair regrowth and increased hair tensile strength using the HairMax LaserComb for low-level laser therapy. *Int J Cosmet Surg Aesthet Dermatol* 2003; 5 (2): 113–117.
11. Petukhova L., Duvic M., Hordinsky M. et al. Genomewide association study in alopecia areata implicates both innate and adaptive immunity. *Nature* 2010; 466 (7302): 113–137. doi: 10.1038/nature09114.
12. Paus R., Cotsarelis G. The biology of hair follicles. *N Engl J Med* 1999; 341 (7): 491–497. doi: 10.1056/nejm199908123410706.
13. Anderson R.R. Lasers for dermatology and skin biology. *J Invest Dermatol* 2013; 133 (E1): 21–23. doi: 10.1038/skinbio.2013.181.
14. Гейниц А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии. М.–Тверь: Триада, 2010.
15. Москвин С.В. Лазеротерапия, как современный этап гелиотерапии (исторический аспект). *Лазерная медицина* 1997; 1 (1): 44–49.
16. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. М.–Тверь: Триада, 2016.
17. Moreno-Arias G., Castelo-Branco C., Ferrando J. Paradoxical effect after IPL photoepilation. *Dermatol Surg* 2002; 28 (11): 1013–1016.
18. Alajlan A., Shapiro J., Rivers J.K. et al. Paradoxical hypertrichosis after laser epilation. *J Am Acad Dermatol* 2005; 53 (1): 85–88. doi: 10.1016/j.jaad.2004.06.054.
19. Desai S., Mahmoud B.H., Bhatia A.C., Hamzavi I.H. Paradoxical hypertrichosis after laser therapy: a review. *Dermatol Surg* 2010; 36 (3): 291–298. doi: 10.1111/j.1524-4725.2009.01433.x.
20. Kontoes P., Vlachos S., Konstantinos M. et al. Hair induction after laser-assisted hair removal and its treatment. *J Am Acad Dermatol* 2006; 54 (1): 64–67. doi: 10.1016/j.jaad.2005.09.034.
21. Lolis M.S., Marmur E.S. Paradoxical effects of hair removal systems: A review. *J Cosmet Dermatol* 2006; 5 (4): 274–276.
22. Rangwala S., Rashid R.M. Alopecia: a review of laser and light therapies. *Dermatology Online Journal* 2012; 18 (2): 3. URL: <https://escholarship.org/uc/item/1jt041t2>.
23. Town G., Bjerring P. Is paradoxical hair growth caused by low-level radiant exposure by home-use laser and intense pulsed light devices? *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2016; 18 (6): 355–362. doi: 10.3109/14764172.2016.1157373.
24. Willey A., Torrontegui J., Azpiazu J., Landa N. Hair stimulation following laser and intense pulsed light photoepilation: review of 543 cases and ways to manage it. *Lasers in Surgery and Medicine* 2007; 39 (4): 297–301.
25. Feldstein S., Totri C.R., Friedlander S.F. Can long-term alopecia occur after appropriate pulsed-dye laser therapy in hair-bearing sites? *Dermatol Surg* 2015; 41 (3): 348–351. doi: 10.1097/DSS.0000000000000284.
26. Adil A., Godwin M. The effectiveness of treatments for androgenetic alopecia: A systematic review and meta-analysis. *J Am Acad Dermatol* 2017; 77 (1): 136–141.e5. doi: 10.1016/j.jaad.2017.02.054.

27. Affifi L., Maranda E.L., Zarei M. et al. Low-level laser therapy as a treatment for androgenetic alopecia. *Lasers in Surgery and Medicine* 2017; 49 (1): 27–39. doi: 10.1002/lsm.22512.
28. Avci P., Gupta G.K., Clark J. et al. Low-level laser (light) therapy (LLLT) for treatment of hair loss. *Lasers in Surgery and Medicine* 2014; 46 (2): 144–151. doi: 10.1002/lsm.22170.
29. Chu H., Kim D.Y. Use of lasers in the treatment of alopecia areata. *Medical Lasers; Engineering, Basic Research, and Clinical Application* 2016; 5 (2): 71–76. doi: 10.25289/ML.2016.5.2.71.
30. Darwin E., Arora H., Hirt P.A. et al. A review of monochromatic light devices for the treatment of alopecia areata. *Lasers in Medical Science* 2018; 33 (2): 435–444. doi: 10.1007/s10103-017-2412-6.
31. Darwin E., Heyes A., Hirt P.A. et al. Low-level laser therapy for the treatment of androgenic alopecia: a review. *Lasers in Medical Science* 2018 (1); 33 (2): 425–434. doi: 10.1007/s10103-017-2385-5.
32. Delaney S.W., Zhang P. Systematic review of low-level laser therapy for adult androgenic alopecia. *J Cosmet Laser Ther* 2017; 1–8. doi: 10.1080/14764172.2017.1400170.
33. Gupta A.K., Foley K.A. A Critical assessment of the evidence for low-level laser therapy in the treatment of hair loss. *Dermatol Surg* 2017; 43 (2): 188–197. doi: 10.1097/DSS.0000000000000904.
34. Gupta A.K., Mays R.R., Dotzert M.S. et al. Efficacy of non-surgical treatments for androgenetic alopecia: a systematic review and network meta-analysis. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2018. doi: 10.1111/jdv.15081. [Epub ahead of print].
35. Mignon C., Botchkareva N.V., Uzunbajakava N.E., Tobin D.J. Photobiomodulation devices for hair regrowth and wound healing: a therapy full of promise but a literature full of confusion. *Exp Dermatol* 2016; 25 (10): 745–749. doi: 10.1111/exd.13035.
36. Mlacker S., Aldahan A.S., Simmons B.J. et al. A review on laser and light-based therapies for alopecia areata. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2017; 19 (2): 93–99. doi: 10.1080/14764172.2016.1248440.
37. Najem I., Chen H. Use of low-level laser therapy in treatment of the androgenic alopecia, the first systematic review. *J Cosmet Laser Ther* 2017; 11: 1–6. doi: 10.1080/14764172.2017.1400174.
38. Perper M., Aldahan A.S., Fayne R.A. et al. Efficacy of fractional lasers in treating alopecia: a literature review. *Lasers Med Sci* 2017; 32 (8): 1919–1925. doi: 10.1007/s10103-017-2306-7.
39. Ramos F.S., de Oliveira Ramos A.L., de Sousa M.V.P. Low-level laser (light) therapy: aesthetic applications for hair. *Handbook of Low-Level Laser Therapy / Hamblin M.R., de Sousa M.V.P., Agrawal T. (Eds.). Pan Stanford Publishing, 2017; 989–1016.*
40. Zarei M., Wikramanayake T.C., Falto-Aizpurua L. et al. Low level laser therapy and hair regrowth: an evidence-based review. *Lasers in Medical Science* 2016; 31 (2): 363–371. doi: 10.1007/s10103-015-1818-2.
41. Carvalho Leite Júnior A., Padovez F. Low-level laser therapy for alopecia areata – case relate. *J Investig Dermatol* 2013; 133 (5): 1407. doi: 10.1038/jid.2013.110.
42. Rogers N. Case report: low-level laser treatment accelerated hair regrowth in human with alopecia areata. *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2013, 45 (4): 273. doi: 10.1002/lsm.22138.
43. Chung P.S., Kim Y.C., Chung M.S. et al. The effect of low-power laser on the murine hair growth. *J Korean Soc Plastic Reconstruct Surg* 2004; 31: 1–8.
44. Fushimi T., Inui S., Ogasawara M. et al. Narrow-band red LED light promotes mouse hair growth through paracrine growth factors from dermal papilla. *Journal of Dermatological Science* 2011; 64 (3): 246–248. doi: 10.1016/j.jdermsci.2011.09.004.
45. Han L., Liu B., Chen X. et al. Activation of Wnt/ β -catenin signaling is involved in hair growth-promoting effect of 655-nm red light and LED in *in vitro* culture model. *Lasers in Medical Science* 2018; 33 (3): 637–645. doi: 10.1007/s10103-018-2455-3.
46. Kim H., Choi J.W., Kim J.Y. et al. Low-level light therapy for androgenetic alopecia: A 24-week, randomized, double-blind, sham device-controlled multicenter trial. *Dermatol Surg* 2013; 39 (8): 1177–1183. doi: 10.1111/dsu.12200.
47. King L.E. Jr, Silva K.A., Kennedy V.E. et al. Lack of response to laser comb in spontaneous and graft-induced alopecia areata in C3H/HeJ mice. *J Invest Dermatol* 2014; 134 (1): 264–266. doi: 10.1038/jid.2013.252.
48. Leavitt M. Evaluation of the activity of laser light doses compared to an inactive control dose on ex vivo hair growth. *J Am Acad Dermatol* 2010; 62 (3Suppl): AB76. doi: 10.1016/j.jaad.2009.11.319.
49. Mester E., Szende B., Gärtner P. The effect of laser beams on the growth of hair in mice. *Radiobiol Radiother (Berl)* 1968; 9 (5): 621–626. [in German].
50. Mester E., Szende B., Tota J.G. Effect of laser on hair growth of mice. *Kiserl Orvostud* 1967; 19 (7): 628–631. [Article in Hungarian].
51. Olivieri L., Cavina D., Radicchi G. et al. Efficacy of low-level laser therapy on hair regrowth in dogs with non-inflammatory alopecia: a pilot study. *Vet Dermatol* 2015; 26 (1): 35–39. doi: 10.1111/vde.12170.
52. Shukla S., Sahu K., Verma Y. et al. Effect of helium-neon laser irradiation on hair follicle growth cycle of Swiss albino mice. *Skin Pharmacol Physiol* 2010; 23 (2): 79–85. doi: 10.1159/000265678.
53. Tabaie S.M., Berenji Ardestani H., Azizjalali M.H. The effect of one session low level laser therapy of extracted follicular units on the outcome of hair transplantation. *Journal of Lasers in Medical Sciences* 2016; 7 (1): 26–29. doi: 10.15171/jlms.2016.06.

54. Wikramanayake T.C., Rodriguez R., Choudhary S. et al. Effects of the Lexington LaserComb on hair regrowth in the C3H/HeJ mouse model of alopecia areata. *Lasers in Medical Science* 2012; 27 (2): 431–436. doi: 10.1007/s10103-011-0953-7.
55. Wikramanayake T.C., Villasante A.C., Mauro L.M. et al. Low-level laser treatment accelerated hair regrowth in a rat model of chemotherapy-induced alopecia (CIA). *Lasers in Medical Science* 2013; 28 (3): 701–706. doi: 10.1007/s10103-012-1139-7.
56. Abdelhalim N.M. Efficacy of low level laser therapy in the treatment of alopecia areata. *Int J Physiother Res* 2014; 2 (2): 460–465.
57. Al-Mutairi N. 308-nm excimer laser for the treatment of alopecia areata. *Dermatol Surg* 2007; 33 (12): 1483–1487. doi: 10.1111/j.1524-4725.2007.33320.x.
58. Al-Mutairi N. 308-nm excimer laser for the treatment of alopecia areata in children. *Pediatr Dermatol* 2009; 26 (5): 547–550. doi: 10.1111/j.1525-1470.2009.00980.
59. Avram M.R., Rogers N.E. The use of low-level light for hair growth: Part I. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2009; 11 (2): 110–117. doi: 10.1080/14764170902842531.
60. Barikbin B., Khodamrzi Z., Kholoosi L. et al. Comparison of the effects of 665 nm low level diode Laser Hat versus and a combination of 665 nm and 808 nm low level diode Laser Scanner of hair growth in androgenic alopecia. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2017, doi: 10.1080/14764172.2017.1326609 [Epub ahead of print].
61. Blum K., Han D., Madigan M. et al. «Cold» X5 Hairlaser used to treat male androgenic alopecia and hair growth: An uncontrolled pilot study. *BMC Res Notes* 2014, 7: 103. doi: 10.1186/1756-0500-7-103.
62. Byun J.W., Moon J.H., Bang C.Y. et al. Effectiveness of 308-nm excimer laser therapy in treating alopecia areata, determined by examining the treated sides of selected alopecic patches. *Dermatology* 2015; 231 (1): 70–76. doi: 10.1159/000381912.
63. Esmat S.M., Hegazy R.A., Gawdat H.I. et al. Low level light – minoxidil 5% combination versus either therapeutic modality alone in management of female patterned hair loss: A randomized controlled study. *Lasers in Surgery and Medicine* 2017; 49 (9): 835–843. doi: 10.1002/lsm.22684.
64. Friedman S., Schnoor P. Novel approach to treating androgenetic alopecia in females with photobiomodulation (low-level laser therapy). *Dermatol Surg* 2017; 43 (6): 856–867. doi: 10.1097/DSS.0000000000001114.
65. Jimenez J.J., Wikramanayake T.C., Bergfeld W. et al. Efficacy and safety of a low-level laser device in the treatment of male and female pattern hair loss: a multicenter, randomized, sham device-controlled, double-blind study. *Am J Clin Dermatol* 2014; 15 (2): 115–127. doi: 10.1007/s40257-013-0060-6.
66. Kim S.S., Park M.W., Lee C.J. Phototherapy of androgenetic alopecia with low level narrow band 655-nm red light and 780-nm infrared light. *J Am Acad Dermatol* 2007; 56 (2 Suppl 2): AB112.
67. Lanzafame R.J., Blanche R.R., Bodian A.B. et al. The growth of human scalp hair mediated by visible red light laser and LED sources in males. *Lasers in Surgery and Medicine* 2013; 45 (8): 487–495. doi: 10.1002/lsm.22173.
68. Lanzafame R.J., Blanche R.R., Chiacchierini R.P. et al. The growth of human scalp hair in females using visible red light laser and LED sources. *Lasers in Surgery and Medicine* 2014; 46 (8): 601–607. doi: 10.1002/lsm.22277.
69. Leavitt M., Charles G., Heyman E., Michaels D. HairMax LaserComb® laser phototherapy device in the treatment of male androgenetic alopecia a randomized, double-blind, sham device-controlled, multicentre trial. *Clin Drug Invest* 2009; 29 (5): 283–292. doi: 10.2165/00044011-200929050-00001.
70. Lee G.Y., Lee S.J., Kim W.S. The effect of a 1550 nm fractional erbium-glass laser in female pattern hair loss. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2011; 25 (12): 1450–1454. doi: 10.1111/j.1468-3083.2011.04183.x.
71. Munck A., Gavazzoni M.F., Trüeb R.M. Use of low-level laser therapy as monotherapy or concomitant therapy for male and female androgenetic alopecia. *Int J Trichology* 2014; 6 (2): 45–49. doi: 10.4103/0974-7753.138584.
72. Waiz M., Saleh A.Z., Hayani R., Jubory S.O. Use of the pulsed infrared diode laser (904 nm) in the treatment of alopecia areata. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2006; 8 (1): 27–30.
73. Zakaria W., Passeron T., Ostovari N. et al. 308-nm excimer laser therapy in alopecia areata. *J Am Acad Dermatol* 2004; 51 (5): 837–838. doi: 10.1016/j.jaad.2004.05.026.
74. NCT01686295. A randomized, double-blind, sham-device-controlled, multicenter, 24-week clinical trial to evaluate the safety and effectiveness of the iRestore™ hair rejuvenation system in the treatment of male and female androgenetic alopecia. URL: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01686295>.
75. NCT02528552. A multi-center, randomized, controlled, double-blind study that evaluates a low level laser therapy over-the-counter at home device, Theradome™ LH80 PRO vs a sham device, for promoting hair growth in males diagnosed with androgenetic alopecia. URL: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02528552>.
76. Jantschitsch C., Kindas-Mugge I., Metzke D. et al. Expression of the small heat shock protein HSP 27 in developing human skin. *Br J Dermatol* 1998; 139 (2): 247–53.
77. Bouzari N., Firooz A.R. Lasers may induce terminal hair growth. *Dermatol Surg* 2006; 32 (3): 460. doi: 10.1111/j.1524-4725.2006.32092.x.
78. Chung H., Dai T., Sharma S.K. et al. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Annals of Biomedical Engineering* 2012; 40: 516–533.

79. Dodd E.M., Winter M.A., Hordinsky M.K. et al. Photobiomodulation therapy for androgenetic alopecia: A clinician's guide to home-use devices cleared by the Federal Drug Administration. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2018; 20 (3): 159–167. doi: 10.1080/14764172.2017.1383613.
80. The treatment of androgenetic alopecia with LLLT devices. Miami, Capillus, LLC, 2015.
81. Hession M.T., Markova A., Graber E.M. A review of hand-held, home-use cosmetic laser and light devices. *Dermatol Surg* 2015; 41 (3): 307–320. doi: 10.1097/DSS.0000000000000283.
82. Santos Z., Avci P., Hamblin M.R. Drug discovery for alopecia: gone today, hair tomorrow. *Expert Opin Drug Discov* 2015; 10 (3): 269–292. doi: 10.1517/17460441.2015.1009892.
83. Tabaie S.M., Berenji Ardestani H., Azizjalali M.H. The effect of one session low level laser therapy of extracted follicular units on the outcome of hair transplantation. *Journal of Lasers in Medical Sciences* 2016; 7 (1): 26–29. doi: 10.15171/jlms.2016.06.
84. Ghanaat M. Types of hair loss and treatment options, including the novel low-level light therapy and its proposed mechanism // *South Med J* 2010; 103 (9): 917–921. doi: 10.1097/SMJ.0b013e3181ebcf71.
85. Финсен Н.Р. Светолечение. СПб., 1901.
86. Bie V. Применение света в медицине. СПб.: Издание журнала «Практическая медицина» (В.С. Эттингер), 1906.
87. Finsen N.R. Ueber Die Bedeutung Der Chemischen Strahlen Des Lichtes Für Medicin Und Biologie: Drei Abhandlungen. Leipzig, Verlag von F. C. W. Vogel, 1899. [in German].
88. Kellogg J.H. Light Therapeutics. Battle Creek, Mich., Good Health Pub. Co., 1910.
89. Rieder H. Светолечение. СПб.: Издание журнала «Практическая медицина» (В.С. Эттингер), 1902.
90. D'Erme A.M., Lotti T. UVA1 laser (ALBA 355®) for alopecia areata. *Lasers in Medical Science* 2013; 28 (6): 1426. doi: 10.1007/s10103-013-1431-1.
91. Aubin F., Vigan M., Puzenat E. et al. Evaluation of a novel 308-nm monochromatic excimer light delivery system in dermatology: a pilot study in different chronic localized dermatoses. *Br J Dermatol* 2005; 152 (1): 99–103. doi: 10.1111/j.1365-2133.2005.06320.x.
92. Gundogan C., Greve B., Raulin C. Treatment of alopecia areata with the 308-nm xenon chloride excimer laser: Case report of two successful treatments with the excimer laser. *Lasers in Surgery and Medicine* 2004; 34 (2): 86–90. doi: 10.1002/lsm.20002.
93. Raulin C., Gundogan C., Greve B., Gebert S. Excimer laser therapy of alopecia areata side-by-side evaluation of a representative area. *J Dtsch Dermatol Ges* 2005; 3 (7): 524–546. doi: 10.1111/j.1610-0387.2005.05710.x.
94. Верхогляд И.В. Иммуноморфологическое обоснование патогенетического применения эксимерного лазера при гнездовой алопеции: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2010.
95. Верхогляд И.В. Лечение гнездовой алопеции с использованием эксимерного лазера. *Российский журнал кожных и венерических болезней* 2009; 3: 69–70.
96. Федеральные клинические рекомендации по ведению больных алопецией гнездовой. Кондрахина И.Н., Мареева А.Н. М., 2015.
97. Ундрицов В.М. Эмоционально-личностные особенности, нервно-эндокринные изменения у больных гнездовой алопецией и методы комплексной патогенетической терапии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1987.
98. Суворов А.П., Завьялов А.И., Грашкина И.Г. и др. Лечение гелий-неоновым лазером больных очаговым облысением. *Иммунология в дерматовенерологии / Под ред. проф. Т.А. Главинской. Н. Новгород, 1991: 94–97.*
99. Варев А.Г., Доронин В.А., Москвин С.В., Мыслович Л.В. Применение лазерного излучения в косметологии. *Проблемы биофизической медицины. Саратов: Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2003: 79–83.*
100. Волнухин В.А., Гребенюк В.Н., Балюра Е.В. и др. Перспективы применения инфракрасного чрескожного лазерного облучения крови при лечении atopического дерматита и гнездовой алопеции у детей. *Кожные и венерические болезни: Сб. науч. работ сотрудников ЦКВИ, посвящ. 75-летию института. М., 1996: 92–97.*
101. Михайлова Н.В. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении гнездовой алопеции у детей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1994.
102. Мавлян-Ходжаев Р.Ш., Дехкан-Ходжаев Н.А., Фузайлова К.М., Лазарева И.Д. Влияние инфракрасной лазеротерапии на рост волос при алопеции. *Физическая медицина* 1996; 5 (1–2): 43–44.
103. Никифорова Н.Б. О низкоинтенсивной лазерной терапии алопеции. *Материалы 1-го межд. конгр. «Лазер и Здоровье». Лимассол–М., 1997: 23.*
104. Pöntinen P.J., Aaltokallio T., Kolari P.J. Comparative effects of exposure to different light sources (He-Ne laser, InGaAl diode laser, a specific type of noncoherent LED) on skin blood flow for the head. *Acupunct Electrother Res* 1996; 21 (2): 105–118.
105. Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации / М.Ю. Герасименко, А.В. Гейниц, С.В. Москвин и др. М., 2015.
106. Москвин С.В. Подсчёт дозы низкоинтенсивного лазерного излучения: необходимость или вред? *Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК* 2012; 6: 54–55.

107. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерный свет – можно ли им навредить? Вестник новых медицинских технологий 2016; 23 (3): 265–283.
108. Mester E., Mester A.F., Mester A. The biomedical effects of laser application. *Lasers in Surgery and Medicine* 1985; 5 (1): 31–39.
109. Byun J.W., Moon J.H., Bang C.Y. et al. Effectiveness of 308-nm excimer laser therapy in treating alopecia areata, determined by examining the treated sides of selected alopecic patches. *Dermatology* 2015; 231 (1): 70–76. doi: 10.1159/000381912.
110. Ohtsuki A., Hasegawa T., Ikeda S. Treatment of alopecia areata with 308-nm excimer lamp. *J Dermatol* 2010; 37 (12): 1032–1035. doi: 10.1111/j.1346-8138.2010.00942.x.
111. Huang Y., Zhuo F., Li L. Enhancing hair growth in male androgenetic alopecia by a combination of fractional CO₂ laser therapy and hair growth factors. *Lasers in Medical Science* 2017; 32 (8): 1711–1718. doi: 10.1007/s10103-017-2232-8.
112. Issa M.C., Pires M., Silveira P. et al. Transepidermal drug delivery: a new treatment option for areata alopecia? *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2015; 17 (1): 37–40. doi: 10.3109/14764172.2014.967778.
113. Lee W.R., Shen S.C., Aljuffali I.A. et al. Erbium-yttrium-aluminum-garnet laser irradiation ameliorates skin permeation and follicular delivery of antialopecia drugs. *J Pharm Sci* 2014; 103: 3542–3552. doi: 10.1002/jps.24143.
114. Москвин С.В., Гейниц А.В., Хазов М.Б., Федорищев И.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты и лазерные антицеллюлитные программы в косметологии (технология ЛАЗМИК®). М.–Тверь: Триада, 2010.
115. Москвин С.В., Кончугова Т.В. Обоснование применения лазерофореза биологически активных веществ. *Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК* 2012; 5: 57–63.
116. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Москвин С.В. Фитолазерофорез. М.–Тверь: Триада, 2016.
117. Кречина Е.К., Маслова В.В., Шидова А.В., Москвин С.В. Сравнительная оценка воздействия на микроциркуляцию низкоинтенсивного импульсного и непрерывного лазерного излучения красного и инфракрасного диапазонов спектра в комплексной терапии хронического пародонтита. *Лазерная медицина* 2009; 13 (2): 22–26.
118. Рязанова Е.А., Москвин С.В. Сочетанная лазерная терапия алопеции (облысения). М.–Тверь: Триада, 2010.
119. Москвин С.В., Мыслович Л.В. Сочетанная лазерная терапия в косметологии. Тверь: Триада, 2005.

КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И СОБСТВЕННЫЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРОФИЛАКТИКИ ОРАЛЬНЫХ МУКОЗИТОВ У ДЕТЕЙ МЕТОДАМИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

С.В. МОСКВИН*, Д.А. ПРИТЬКО**, Е.Ю. СЕРГЕЕНКО**,
Е.Н. ЛУКАШ**, Л.И. ГУСЕВ**

* ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины
им. О.К. Скобелкина ФМБА России»,

Студенческая ул., д. 40, Москва, 121165, Россия, e-mail: 7652612@mail.ru

** ГБУЗ «Научно-практический центр специализированной медицинской
помощи детям им. В.Ф. Войно-Ясенецкого ДЗ»,
ул. Авиаторов, д. 38, Москва, 119620, Россия

Аннотация. В статье представлен опыт клинического применения лазерной терапии в детской онкологии для профилактики и лечения осложнений химиотерапии, оральных мукозитов. Впервые в мире для этой цели применено неинвазивное лазерное освечивание крови на синокаротидную зону (проекцию общей сонной артерии симметрично) и подколенные ямки симметрично с целью стимуляции фагоцитарной активности лейкоцитов. Ни у одного из 25 детей, прошедших курс лазерной терапии, осложнений не наблюдали: 6 детей с остеогенной саркомой в возрасте от 7 до 17 лет (средний возраст 13,5 года), 4 ребёнка с саркомой Юинга в возрасте от 5 до 15 лет (средний возраст 9 лет), 10 детей с опухолями центральной нервной системы в возрасте от 1,5 до 10 лет (средний возраст 5,2 года), 4 ребёнка с рабдомиосаркомой в возрасте 4 года (2) и 8 лет (2), и один ребёнок с опухолью Вилмса был в возрасте 6 лет.

Ключевые слова: детская онкология, оральный мукозит, лазерная терапия, лазерное освечивание крови.

A BRIEF LITERATURE REVIEW AND OWN CLINICAL EXPERIENCE IN PREVENTING ORAL MUCOSITIS IN CHILDREN USING LOW LEVEL LASER THERAPY

S.V. MOSKVIN*, D.A. PRITIKO**, E.Y. SERGEENKO**,
E.N. LUKASH**, L.I. GUSEV**

* *O.K. Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine under the Federal Medical Biological Agency,
40 Studencheskaya street, Moscow, 121165, Russia,
7652612@mail.ru, www.lazmik.ru*

** *V.F. Voino-Yasenetsky Scientific and Practical Center of Specialized Medical Care for Children of the Department of Health of Moscow,
38 Aviatorov str., Moscow, 119620, Russia*

Abstract. The article describes the experience of clinical application of low-level laser therapy in pediatric oncology for the prevention and treatment of chemotherapy complications such as oral mucositis. For this, for the first time in the world noninvasive laser blood illumination is symmetrically used on the sinocarotid zone (on the projection of the common carotid artery symmetrically) and popliteal fossa in order to stimulate the phagocytic activity of leukocytes. None of the 25 children who underwent laser therapy course had any complications: 6 children aged 7 to 17 years (mean age 13.5 years) with osteogenic sarcoma, 4 children aged 5 to 15 years (mean age 9 years) with Ewing sarcoma, 10 children aged 1.5 to 10 years (mean age 5.2 years) with central nervous system tumors, 4 children aged 4 years (2) and 8 years (2) with rhabdomyosarcoma and one child aged 6 years with the Wilms tumor.

Key words: pediatric oncology, oral mucositis, low-level laser therapy, laser blood illumination.

Введение. *Оральные мукозиты* (ОМ) – эрозивно-язвенные поражения слизистой рта, глотки, пищевода и в целом желудочно-кишечного тракта у взрослых и детей, образующиеся в результате проведения противоопухолевой *химиотерапии* (ХТ), лучевой терапии области головы и шеи, а также трансплантации стволовых клеток [3, 13, 29]. Профилактикой и лечением ОМ, включая вопросы питания и борьбы с болевым синдромом больных, страдающих тяжёлой формой мукозита, занимаются во всех детских онкологических клиниках мира, однако стандартные протоколы помощи при данном осложнении пока не разработаны. Частота рецидивов у больных онкологическими заболеваниями, даже на фоне профилактических мероприятий, может достигать 85–100% после высокодозной ХТ и лучевой терапии опухолей головы и шеи [38–41, 60, 63].

Возможность применения *лазерной терапии* (ЛТ) для лечения или профилактики развития мукозитов специалистами обсуждается достаточно давно, в том числе проблема недостаточной эффективности протоколов лазерного освечивания [20, 30]. В систематизированном исследовании *J.M. Bjordal* с соавт. (2011) [22]

даются в целом верные рекомендации по параметрам лазерных терапевтических методик, но поскольку нет понимания механизмов *биологического действия* (БД) *низкоинтенсивного лазерного излучения* (НИЛИ), то выбор длины волны и режима работы лазера, исходя из того, что предлагают производители аппаратов, не позволяет получить удовлетворительный результат. Это вызывает вполне справедливые сомнения в воспроизводимости полученных данных [59]. Особенно очевидно проблема непонимания истинных, первичных механизмов БД НИЛИ и связанного с этим «блуждания в потёмках» в поиске оптимальных параметров методик лазерной терапии проявилась в сдвоенной работе наших голландских коллег [66, 67].

Пора уже научиться выбирать *оптимальные параметры эффективной ЛТ*, исходя из требований биологической и клинической целесообразности, понимания механизмов БД НИЛИ, а не использовать то, что есть под рукой, приобретая у тех, кто ничего не понимает в методологии лазерной терапии и для кого лазерный аппарат лишь техническое устройство, параметры, их обоснование и назначение абсолютно непонятны и неизвестны.

Мы уверены ещё и в том, что используемая всеми авторами соответствующих исследований локализация зон освечивания (основа методики лазерного освечивания) – область непосредственного поражения – не является оптимальной, поскольку в патогенезе мукозитов превалируют не местные патологические процессы, а системные нарушения.

К настоящему времени опубликовано достаточно большое число исследований, достоверно, относительно плацебо, доказывающих эффективность лазерной терапии для лечения детей с мукозитами после ХТ: снижение вероятности развития осложнения, тяжести заболевания и уровня боли [40, 51]. Для наглядности в табл. 1 представлены сравнительные данные нескольких исследований по основному показателю – осложнению на фоне лазерной терапии и без неё. Обращаем внимание, что большая часть исследований проведена для взрослых, не для детей, однако общая картина достаточно очевидна.

Имея значительный опыт оказания специализированной медицинской помощи детям с онкологическими заболеваниями, основные свои усилия мы всегда направляли на совершенствование методики ЛТ. Статистика последних 6 лет показала, что на фоне профилактических курсов лазерной терапии ОМ развивался у 14% детей (без них – до 80%), позволяя сократить нахождение в стационаре детей в среднем на 4–5 дней и снизить стоимость лечения до 10 раз [7]. В процессе работы мы также пришли к выводу, что процент осложнений может быть снижен практически до нуля, если оптимизировать методику ЛТ (протокол лечения). Поиск путей к снижению частоты развития ОМ при проведении химиотерапии привёл нас к изучению изменений в фагоцитарной активности лейкоцитов, как одного из частных механизмов БД НИЛИ [6], под влиянием методики *неинвазивного лазерного освечивания крови* (НЛОК).

Клинические примеры. В период с апреля 2017-го по март 2018 г. лечение получили 25 детей: 6 детей с остеогенной саркомой в возрасте от 7 до 17 лет (средний возраст 13,5 года), 4 ребёнка с саркомой Юинга в возрасте от 5 до 15 лет

Таблица 1

Результаты лазерной профилактики развития орального мукозита после химиотерапии у больных с различными онкологическими заболеваниями

Основное заболевание и методы лечения	Возраст пациентов, лет	Методика лазерной терапии	Развитие осложнений, %		Источник
			После ЛТ	Без ЛТ	
1	2	3	4	5	6
<p>Рандомизированное проспективное контролируемое исследование, участвовали в течение 93 эпизодов ХТ высокодозным метотрекатом по поводу острого лимфобластного лейкоза или лимфомы 33 ребёнка. 17 – основная группа, 16 – группа сравнения</p> <p>Проспективное рандомизированное плацебо-контролируемое исследование, 32 цикла ХТ (21 – для лечения остеосаркомы и 11 – острого лимфоидного лейкоза высокого риска)</p>	<p>Основная, 1,7–17,9 (СВ – 5,9) Группа сравнения 1,2–16,3 (СВ – 8,4)</p>	<p>$\lambda = 670$ нм, НР, М = 30 мВт, S = 0,5 см²; Э = 12–24 с на одну зону. Для профилактики последовательно освечивали каждую из 13 поражённых зон: слева и справа – ткани щеки по линии смыкания зубов, ретромолярного пространства, боковых и вентральных поверхностей языка, а также нёба, верхней и нижней губы</p> <p>$\lambda = 685$ нм, М = 35 мВт, НР, Э = 54 с на зону, 72 Дж/см². Точечно, перпендикулярно: слизистая скуловой кости слева и справа (две зоны с каждой стороны), слизистая внутренней губы сверху и снизу (одна зона в каждом квадранте), дно полости рта (по одной зоне на каждой стороне), боковой край языка (две зоны с каждой стороны), кончик языка (одна зона), гладкое нёбо (по одной зоне с каждой стороны) и губная комиссура</p>	<p>4</p> <p>59</p> <p>27</p>	<p>5</p> <p>88</p> <p>73</p>	<p>Борис С.П. и др., 2016 [1]</p> <p>Abramoff M.M.F. et al., 2008 [П]</p>
<p>Рандомизированное двойное слепое проспективное плацебо-контролируемое исследование III фазы Химиорадиотерапия при плоскоклеточном раке (носоглотки, ротоглотки и гортаноглотки) 94 пациента: 47 – группа ЛТ, 47 – группа плацебо</p>	<p>Группа ЛТ 53,5 (±6,9) Группа плацебо 55,7 (±8,6)</p>	<p>Для профилактики: $\lambda = 660$ нм, М = 100 мВт, S = 0,24 см²; Э = 10 с на зону, 1 Дж, 4 Дж/см². Контактно, девять зон на область: на слизистую оболочку губ, слизистую оболочку правой и левой щеки, левой и правой боковой границы языка, дно щеки и переднюю часть языка Для лечения в группе плацебо, при появлении признаков мукозита III–IV степени: 660 нм, 100 мВт, 1 Дж, 8 Дж/см²</p>	<p>40,4</p>	<p>78,7</p>	<p>Antunes H.S. et al., 2013 [14]</p>
<p>Рандомизированное двойное слепое контролируемое исследование ХТ (рак легких, ЖКТ, кожи, груди, лимфома) 48 пациентов, по 24 в группах ЛТ и плацебо</p>	<p>Группа ЛТ 17–72 (СВ – 44,5 ± 4,04) Группа плацебо 18–79 (СВ – 46,2 ± 4,4)</p>	<p>$\lambda = 630$ нм, М = 30 мВт, 5 Дж/см². 10 зон: две на щеках, две на языке, две на дне полости рта, одна на мягком нёбе, одна на твёрдом нёбе</p>	<p>42</p>	<p>100</p>	<p>Arbabi-Kalati F. et al., 2013 [15]</p>

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
<p>Многоцентровое рандомизированное исследование III фазы Радיותרрапия (карцинома ротоглотки, гортаноглотки и ротовой полости) 30 пациентов: по 15 в группах ЛТ и плацебо</p> <p>Рандомизированное исследование ХТ или трансплантация ГСК. 60 детей (лейкемия, лимфома, солидные опухоли); 29 – группа ЛТ, 31 – контрольная группа</p>	<p>36–78 (СВ – 60,4)</p> <p>3–18 (СВ – 8,7 ± 4,3)</p>	<p>$\lambda = 633$ нм, $M = 60$ мВт и 25 мВт (1 пациент), 2 Дж/см², $\Theta = 33$ и 80 с (1 пациент) на зону. 9 зон в ротоглоточной области: задняя треть внутренних поверхностей щёк, мягкое небо и передние тонзиллярные столбы</p> <p>$\lambda = 760$ нм, $M = 60$ мВт, 4 Дж/см² На 5 областей: слизистая скулы, слизистая губ, край языка, мягкое небо и подъязычная область</p>	<p>7,6</p> <p>22,5 (на 8-й день) 35,5 44,8 (на 15-й день)</p>	<p>35,2</p> <p>44,8 (на 8-й день) 44,8 (на 15-й день)</p>	<p>Bensadoun R.J. et al., 1999 [19]</p> <p>Crul L.B. et al., 2007 [25]</p>
<p>ХТ (острый лимфобластный лейкоз) 40 детей: группы по 10 чел.; профилактические – А1 и А2, лечебные – В1 и В2</p>	<p>1–18</p>	<p>Профилактика: А1: $\lambda = 660$ нм, $M = 100$ мВт, $S = 0,028$ см², $\Theta = 10$ с на зону А2: $\lambda = 830$ нм, $M = 100$ мВт, $S = 0,028$ см², $\Theta = 10$ с на зону</p> <p>слизистая скулы слева и справа (две зоны с каждой стороны), внутренняя слизистая верхней и нижней губы (одна зона в каждом квадранте), дно полости рта (по одной зоне на каждой стороне), боковой край языка (две зоны с каждой стороны), кончик языка (одна зона), мягкое небо (по одной зоне с каждой стороны) и губная комиссура</p> <p>Лечение: В1: $\lambda = 660$ нм, $M = 100$ мВт, $S = 0,028$ см², $\Theta = 20$ с на зону В2: $\lambda = 830$ нм, $M = 100$ мВт, $S = 0,028$ см², $\Theta = 20$ с на зону.</p> <p>Директно, на поражение мукозита</p>	<p>30 (А1) 50 (А2)</p>		<p>de Castro J.F.L. et al., 2013 [26]</p>
<p>Двойное слепое рандомизированное плацебо-исследование ХТ (гемобласты) 55 пациентов: 27 – группа ЛТ, 28 – плацебо</p>	<p>Группа ЛТ СВ – 27,3 ± 9,7 Группа плацебо СВ – 29,7 ± 11</p>	<p>$\lambda = 630$ нм, $M = 30$ мВт, НП, $S = 1$ см², 5 Дж/см² 10 зон в задней трети внутренних поверхностей щёк, мягкого неба и передних тонзиллярных столбов</p>	<p>31</p>	<p>41</p>	<p>Djavid G.S. et al., 2011 [27]</p>
<p>Тройное слепое, плацебо-контролируемое исследование фазы III ХТ (рак головы и шеи) Группа ЛТ – 115, плацебо – 124</p>	<p>35–65 лет</p>	<p>$\lambda = 633$ нм, 24 мВт/см², $S = 1$ см², $\Theta = 125$ с на зону, 3 Дж на зону</p> <p>6 участков (края языка, дно полости рта, слизистая оболочка щёк, слизистая оболочка губ, мягкое небо и ротоглотка)</p>	<p>25</p>	<p>77</p>	<p>Gautam A.P. et al., 2013 [32]</p>

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Профилактика. Проспективное исследование ХТ (солидные опухоли) 26 пациентов	СВ – 51 (32–73)	$\lambda = 650$ нм, $M = 100$ мВт и 780 нм, $M = 50, 250$ и 600 мВт, точночно, $\text{Э} = 33$ с на зону, 2 Дж/см ² На нижние и верхние губы, правые и левые щёки, правую и левую часть языка, твёрдое и мягкое нёбо, дёсны справа и слева, уздечку языка	19		<i>Genot-Klasterky M.T. et al., 2008 [34]</i>
Лечение. Проспективное рандомизированное исследование ХТ (гемобласты) 36 пациентов: группа ЛТ – 18, плацебо – 18	Группа ЛТ СВ – 56 (23–73) Группа плацебо СВ – 44 (21–64)		17	89	
Рандомизированное двойное слепое исследование III фазы Химиорadioтерапия (плоскоклеточный рак или недифференцированная карцинома полости рта, глотки, гортани или метастазы в шею с неизвестным основным раковым участком) 77 пациентов: 37 – группа ЛТ, 40 – плацебо	Группа ЛТ $53,1 \pm 9,4$ (СВ – 55) Группа плацебо $53,2 \pm 10,3$ (СВ – 55,5)	$\lambda = 660$ нм, $M = 10$ мВт, $S = 4$ мм ² , $\text{Э} = 10$ с на зону, $2,5$ Дж/см ² 9 областей, точечно: нижние и верхние губы, правые и левые щёки, дорсальная и вентральная часть языка, твёрдое и мягкое нёбо, правые и левые дёсны и уздечка языка	11–11–22 (на 2–4–6-й неде) 22 (на 2–4–6-й неде)	13–32–24 (на 2–4–6-й неде)	<i>Gouvea de Lima A. et al., 2012 [35]</i>
Рандомизированное исследование ХТ и/или радиотерапия (гематологические или онкогематологические заболевания, аллогенная трансплантация ГСК) 22 пациента: 12 – группа ЛТ, 10 – группа 2 (полоскание рта специальным раствором: 0,15 г бензидамина, 1,13 г нистатина, 2 г нейтротоксина и 10 мл дистиллированной воды)	Группа ЛТ СВ – 32,7 Группа 2 СВ – 27,5	$\lambda = 660$ нм и 780 нм через день, $M = 25$ мВт, $\text{Э} = 10$ с, $6,3$ Дж/см ² Контактно на слизистую	66,7	80	<i>Khouril V.Y. et al., 2009 [42]</i>
Плацебо-контролируемое рандомизированное исследование ХТ или трансплантация ГСК 21 ребенок: группа ЛТ – 9, плацебо – 12	СВ – 8,2 ($\pm 3,1$) Группа ЛТ $9,0 \pm 3,3$ Группа плацебо $7,8 \pm 3,0$	$\lambda = 830$ нм, $M = 100$ мВт, 4 Дж/см ² . Основные зоны: дно полости рта и латеральная/вентральная часть языка	11,1	75	<i>Kuhn A., 2009 [44]</i>
Рандомизированное контролируемое одностороннее слепое исследование Трансплантация ГСК 25 пациентов: группа ЛТ – 11, контрольная группа – 14	Группа ЛТ $36,8 \pm 17,3$ Контрольная группа $36,6 \pm 12,5$	$\lambda = 660$ нм, $M = 40$ мВт, $S = 0,04$ см ² , $\text{Э} = 4$ с на зону, $0,16$ Дж, 4 Дж/см ² . 10 зон на область: слизистая губ, слизистая щёк справа и слева, латеральная часть языка справа и слева, вентральная часть языка и дно щеки	27,2	57,1	<i>Silva G.B.L. et al., 2015 [56]</i>

Примечание. СВ – средний возраст (average age); ЛТ – лазерная терапия; λ – длина волны; НР – непрерывный режим; М – мощность; S – площадь; Э – экспозиция.

(средний возраст 9 лет), 10 детей с опухолями центральной нервной системы в возрасте от 1,5 до 10 лет (средний возраст 5,2 года), 4 ребёнка с рабдомиосаркомой в возрасте 4 лет (2) и 8 лет (2), и один ребёнок с опухолью Вилмса был в возрасте 6 лет. У 18 пациентов ранее уже проводилась высокодозная полихимиотерапия, которая осложнялась развитием ОМ, у 5 детей ХТ проведена впервые.

За 1–3 дня до начала ХТ всем детям назначали НЛОК ежедневно по известной методике [49, 50], согласно официальным клиническим рекомендациям [5]. Детям до 12 лет – 1–2 процедуры, более старшего возраста – до трёх.

Протокол лазерной терапии (НЛОК): длина волны 904 нм, импульсный режим, длительность светового импульса 100 нс, частота 50 Гц, импульсная мощность 5–7 Вт, площадь светового пятна 4 см², экспозиция 1–2 мин, ежедневно по 1 процедуре. Освечивание проводили одновременно двумя лазерными излучающими головками симметрично на синокаротидные зоны (1, рис. 1) или под коленной ямкой (2, рис. 1).

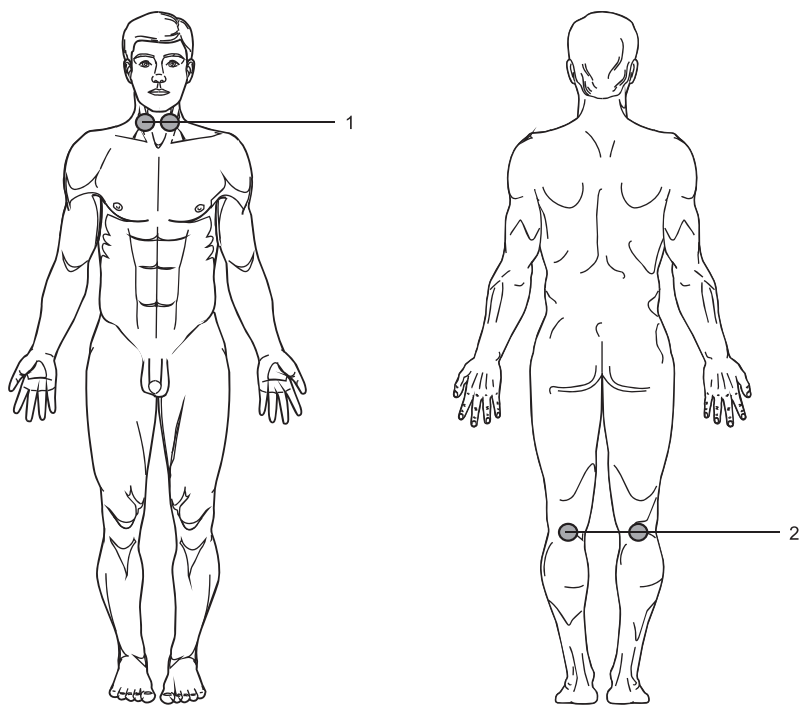


Рис. 1. Зоны воздействия НЛОК

Для объективизации результатов лечения оценивали фагоцитарную активность лейкоцитов, поскольку НИЛИ через положительное влияние на этот процесс препятствует развитию микрофлоры, даже при лейкопении [6, 35, 36]. Фагоцитарная активность лейкоцитов также является одним из факторов состояния неспецифической резистентности организма.

Методика определения фагоцитарной активности лейкоцитов. Гепаринизированная (50 ЕД/мл) кровь в количестве 0,05 мл инкубировалась в конических пробирках при температуре 37 °С с 0,05 мл промытой суспензией латекса. Через 5 мин и через 1 час готовились мазки, которые окрашивались по Романовскому–Гимзе. Затем подсчитывался *фагоцитарный индекс* (ФИ) – процент фагоцитирующих клеток из 100 клеток фагоцитов и *фагоцитарное число* (ФЧ) – среднее количество частиц, захваченных одной клеткой.

Клинический пример 1. Пациент П., 14 лет, поступил в отделение детской онкологии с диагнозом: остеогенная саркома. В период предоперационной подготовки ребёнок получал высокодозный метотрексат в дозе 12 000 мг/м², что составило 15 000 мг. Учитывая, что при первом же введении препарата у ребёнка развился оральный мукозит 2-й степени, до получения очередной дозы ребёнку провели 3 процедуры НЛОК. Из табл. 2 видно, что ЛТ позволила увеличить процент активных фагоцитов, который сохранился вплоть до 10-го дня. Оральный мукозит у ребёнка не развился.

Таблица 2

Исследование фагоцитарной активности лейкоцитов пациента П., 14 лет

Время исследования фагоцитарной активности	Время инкубации, мин			
	5		60	
	ФИ, %	ФЧ	ФИ, %	ФЧ
До лазерной терапии	24,00	11,7	44,00	16,6
Сразу после 3 процедур ЛТ	68,00	7,5	73,00	13,9
Через 10 дней после окончания ЛТ	74,00	8,1	71,00	10,1

Клинический пример 2. Пациент С., 7 лет, поступил 9.10.17 в отделение детской онкологии для проведения программной *полихимиотерапии* (ПХТ) по протоколу S/OPLGG2010. Анамнез заболевания: болеет с лета 2016 г., головные боли, снижение остроты зрения. При МРТ ЦНС от 06.05.17 – многоочаговая опухоль ХСО с распространением на ножки мозга, миндалины и базальные ядра с 2 сторон, зрительные нервы. Смещение срединных структур на 9 мм влево. 23.05.17 – частичное удаление опухоли (биопсия); диагноз: фибриллярная астроцитомы (глиома низкой степени злокачественности). Клинический диагноз: С71.8 – глиома низкой степени злокачественности хиазмально-селлярной области, интракраниальных отделов зрительных нервов, подкорковых структур, височной области и островковой области слева. Состояние после частичной резекции опухоли. Продолженный рост опухоли. Состояние после выполнения вентрикуло-перитонеального шунтирования, состояние на момент проведения этапа программной цикловой ПХТ по протоколу S/OPLGG-2010, кл. гр. 2. Выраженный эффект. Осложнения основного диагноза: G81.1 – левосторонний гемипарез; H47.2 – органическое поражение проводящих путей зрительного анализатора; H50.0 – косоглазие содружественное сходящееся; H55 – нистагм горизонтальный;

K71.9 – гепатологическая токсичность 1-й степени. Сопутствующий диагноз: B18.2 – вирусный гепатит С.

12.10.17 проведена хирургическая операция – имплантация венстрикуло-перитонеального шунта *MiethkeproGAV(5) + ShuntAssisistant* с эндоскопической установкой венстрикулярного катетера. Эндоскопическая септостомия. С 01.11.17 ребёнок начал получать программную цикловую ПХТ по протоколу *SIOPLGG-2010*. Лечение переносил с гепатологической токсичностью 1-й степени, с винкристиновой нейропатией 2-й степени.

После 12 недель программной цикловой ПХТ проведено исследование фагоцитарной активности лейкоцитов (табл. 3), и учитывая плохие показатели, назначили 4 процедуры НЛОК.

Таблица 3

Исследование фагоцитарной активности лейкоцитов пациента С., 7 лет (первое исследование)

Время исследования фагоцитарной активности	Время инкубации, мин			
	5		60	
	ФИ, %	ФЧ	ФИ, %	ФЧ
До лазерной терапии	4	3,5	24	10,4
На 2-й день после ЛТ	16	11,8	44	15,3
На 5-й день после ЛТ	18	10,6	54	14,1
На 10-й день после ЛТ	20	7,8	30	16,9

Как видно из табл. 3, сразу после ЛТ фагоцитарный индекс вырос почти в 2 раза, а фагоцитарное число в 1,5 раза. Химиотерапию ребёнок перенёс удовлетворительно. Оральный мукозит не развился. Отмечено увеличение ФЧ даже после окончания курса химиотерапии.

Перед очередным курсом ПХТ ребёнку проведено только 2 процедуры НЛОК, поскольку показатели фагоцитарной активности были достаточно высокими. На хорошем уровне эти показатели остались и после окончания ПХТ (табл. 4), которую ребёнок перенёс хорошо. Оральный мукозит не развился.

Перед следующим курсом ПХТ мы провели только один сеанс ЛТ. В мазке, сделанном после 5 мин инкубации крови в термостате, фагоцитоз отсутствовал. Через час инкубации в мазке отмечена крайне низкая фагоцитарная активность. Сразу после процедуры ЛТ была взята кровь на исследование и выявлено, что фагоцитоз резко увеличился (табл. 5).

Химиотерапию ребёнок перенёс удовлетворительно. Оральный мукозит не развился.

Результаты и их обсуждение. В общей сложности в группе, состоящей из 23 пациентов, было проведено 47 процедур НЛОК, ни в одном случае ОМ не развился, не было зафиксировано других осложнений. Клинический опыт показал высокую эффективность и безопасность ЛТ, направленной на профилактику раз-

Таблица 4

**Исследование фагоцитарной активности лейкоцитов пациента С., 7 лет
(второе исследование)**

Время исследования фагоцитарной активности	Время инкубации, мин			
	5		60	
	ФИ, %	ФЧ	ФИ, %	ФЧ
До лазерной терапии	18	6	78	12,8
На 8-й день после ЛТ	12	8,8	74	16,9

Таблица 5

**Исследование фагоцитарной активности лейкоцитов пациента С., 7 лет
(третье исследование)**

Время исследования фагоцитарной активности	Время инкубации, мин			
	5		60	
	ФИ, %	ФЧ	ФИ, %	ФЧ
До лазерной терапии	Фагоцитоз отсутствует		20	3,4
Через 1 час после ЛТ	8	12,2	44	14,5
На 3-й день после ЛТ	64	12,2	100	13,7

вития осложнений ХТ, в первую очередь орального мукозита, и стимулирующей фагоцитарную активность лейкоцитов.

Количество назначаемых процедур НЛОК в первую очередь зависит от исходного показателя фагоцитарной активности лейкоцитов. При высоких значениях достаточно 1–2 процедуры, при низких их количество может быть увеличено. Поскольку ЛТ проводится 1 раз в день, то процедуры продолжаются, соответственно, до 3–4 дней.

Как было отмечено ранее, профилактические курсы лазерной терапии не дают развиваться оральному мукозиту, тем самым значительно снижая затраты на содержание пациентов в стационаре и общую стоимость лечения [7]. Высокая эффективность НЛОК объясняется, на наш взгляд, несколькими факторами и реализуется через многочисленные механизмы лазерной биомодуляции.

Основной причиной развития токсических эффектов химиолучевой терапии является общность мишеней цитостатической терапии, как в опухоли, так и в нормальных тканях. Развивающаяся при применении цитостатиков и радиационного воздействия токсичность является фактически продолжением их терапевтической активности, которая реализуется через различные механизмы повреждения клетки: повреждения генетического аппарата клетки; активация процессов свободно-радикального окисления; повреждения клеточных мембран; нарушения процессов синтеза белка и клеточного деления; нарушения энергетического обмена [10]. При этом многочисленными исследованиями показано, что НИЛИ предотвращает апоптоз клеток [23, 24], усиливает пролиферацию фибробластов [21, 53, 64, 65], кератиноцитов [37, 45], эндотелиальных клеток [16, 18, 24, 48], активирует антиоксидантную систему [31, 37].

Известно, что регуляторами процесса заживления ран являются различные ростовые факторы, такие как *фактор некроза опухоли* (TNF- α), основной *фактор роста фибробластов* (bFGF), *фактор роста кератиноцитов* (KGF) и др., причём все они, в свою очередь, прекрасно могут контролироваться с помощью НИЛИ [12, 33, 47, 51, 52, 55, 57, 64].

Дизрегуляторные расстройства с подавлением неспецифической резистентности организма связаны с SeP^{+} -зависимыми нарушениями тиолдисульфидного статуса, развитием общей и метаболической иммунодепрессии [4, 9]. Результаты исследований показали, что реакция организма на НИЛИ выражается в фазовом изменении тиолзависимых компонентов клеток, активности различных ферментов крови (Na^{+} , K^{+} - и Mg -АТФазы, лактатдегидрогеназы, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы, ацетилхолинэстеразы, сукцинатдегидрогеназы), причём скорость развития реакции и сила её проявления зависят от энергетических, и особенно, временных параметров методики лазерного освечивания [8].

У больных раком орофарингеальной области, получающих химиолучевую терапию, в периферической крови нарушается баланс про- и противовоспалительных цитокинов (за счёт повышения в 4–7,5 раза содержания IL-1, IL-6 и TNF- α) и иммуноглобулинов sIgA и IgA, что является следствием развития воспалительного процесса и компенсаторных реакций организма на системном и местном уровне. При этом концентрация иммуноглобулина sIgA в слюнной жидкости уменьшается в среднем на 30–40% у больных с мукозитами I–II степени и более чем в 2 раза – у пациентов с оральными мукозитами III–IV степени, что является одной из причин развития дисбактериоза (с преобладанием кандидоза) в полости рта [10]. Нет никаких сомнений в нормализующем влиянии НИЛИ на регулирование всех представленных компонентов иммунной системы, что обеспечивает противовоспалительный эффект ЛТ [17, 28, 43, 46, 54, 57, 58, 61, 62].

Важным звеном патогенеза химиолучевого ОМ является нарушение микробиотоза полости рта, количество колоний негемолитического стрептококка, стафилококка, энтеробактерий в слизистой оболочке в среднем в 3 раза, а наибольший рост (в 5 раз) отмечается у дрожжевых грибов *Candida albicans* и *Candida glabrata* [10]. При этом хорошо известны бактериостатическое и бактерицидное действие НИЛИ на микрофлору [2]. Стимуляция фагоцитарной активности лейкоцитов не даёт развиваться патогенной микрофлоре, тем самым предотвращая образование колоний язвочек на слизистых оболочках ротовой полости.

Многочисленные исследования российских учёных доказали, что НЛОК нормализует микроциркуляцию, активизирует работу эндотелиоцитов, стимулируя их функциональную активность за счёт дилатации и раскрытия резервных капилляров, обеспечивая тем самым доступ кислорода к эпителиальным клеткам и способствуя активации клеточного метаболизма [6].

Заключение. Опыт нашей работы убедительно показывает, что ЛТ при правильном задании параметров методики позволяет практически полностью исключить развитие ОМ у детей после химиотерапии. Анализ крови на фагоцитарную активность лейкоцитов у онкологических больных позволяет определить фактическую готовность организма к противостоянию инфекциям. Если ранее разви-

тие ОМ предсказать было невозможно, то с внедрением дополнительного исследования результативность прогноза существенно возрастает, также появляется способ объективной рекомендации по назначению процедур лазерной терапии.

Если говорить о самой методике НЛОК, то она может быть усовершенствована за счёт использования также импульсного (длительность светового импульса 100–150 нс), но не инфракрасного (904 нм), а красного (635 нм) НИЛИ [6, 49].

Сравнение эффективности профилактики ОМ непосредственным освещиванием НИЛИ слизистой оболочки ротовой полости и НЛОК наглядно демонстрирует преимущество последнего метода. Из всего вышеизложенного следует, что профилактика орального мукозита должна включать следующие мероприятия.

1. Сразу при поступлении в стационар пациент должен осматриваться стоматологом, и при необходимости проводится санация ротовой полости.
2. В отделении вместе с другими анализами необходимо также брать кровь на определение фагоцитарной активности лейкоцитов. Исходя из полученных данных, принимается решение о проведении НЛОК и количестве необходимых процедур.

При низкой фагоцитарной активности ребёнку проводятся профилактические сеансы лазерной терапии (НЛОК), а при высокодозной ПХТ можно добавить и медикаментозную деконтаминацию слизистой полости рта.

Согласие пациентов

Лечение проводилось на основе добровольного информированного согласия пациентов, а именно дети и их родители были осведомлены о сути проводимой терапии. Было получено согласие на фиксацию данных результатов их лечения в журналах регистрации, а также возможной публикации в специальной научной литературе без указания имён и использования фотографий.

Литература / References

1. Борис С.П., Попруженко Т.В., Красько О.В. Фотобиомодуляция тканей полости рта в профилактике и лечении мукозита, вызванного полихимиотерапией у детей // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2016. Т. 15, № 3. С. 29–33. DOI: 10.20953/1726-1708-2016-3-29-33. Boris SP, Poprujenko TV, Kras'ko OV. Fotobiomodulyaciya tkanei polosti rta v profilaktike i lechenii mukozita, vyzvannogo polihimioterapijei u detei [Fotobiomoduljacija tissues of the oral cavity in the prevention and treatment of mucositis induced by polihimioterapijei in children]. Voprosy gematologii/onkologii i immunopatologii v pediatrii. 2016; 15 (3): 29–33. DOI: 10.20953/1726-1708-2016-3-29-33. Russian.
2. Дмитриев Г.А., Мандель А.Ш., Данилова Т.Н. Электронно-микроскопическая оценка биомеханизма воздействия лазерного излучения на микрофлору при ксеротическом облитерирующем баланопостите // Вестник дерматологии. 1986. № 1. С. 31–34. Dmitriev GA, Mandel' ASh, Danilova TN. Elektronno-mikroskopicheskaya ocenka biomehanizma vozdeistviya lazernogo izlucheniya na mikrofloru pri kseroticheskom obliteriruyuschem bolanopostite [Electron-microscopic evaluation of biomechanism effects of laser radiation on microflora in obliteriruyuschem kseroticheskom bolanopostite]. Vestnik dermatologii. 1986; 1: 31–4. Russian.
3. Иванов Д.В., Хадарцев А.А. Клеточные технологии в восстановительной медицине: Монография / Под ред. А.Н. Лищука. Тула: Тульский полиграфист, 2011. 180 с. Ivanov DV, Khadarcev AA. Kletochnye tehnologii v vosstanovitel'noi medicine: Monografiya. Pod red. A.N. Lischuka [Cell technologies in regenerative medicine: monograph. Edited by A.n. Lishhuka]. Tula: Tul'skii poligrafist; 2011. Russian.
4. Крутецкая З.И., Лебедев О.Е., Курилова Л.С. Механизмы внутриклеточной сигнализации. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2003. 208 с. Kruteckaya ZI, Lebedev OE, Kurilova LS. Mehanizmy vnutrikletochnoi signalizacii [Mechanisms of intracellular signaling]. SPb.: Izd-vo Sankt-Peterburgskogo un-ta; 2003. Russian.

5. Москвин С.В., Герасименко М.Ю., Гейниц А.В. Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации. М., 2015. 80 с. Moskvin SV, Gerasimenko MYu, Geinic AV. Lazernaya terapiya v lechebno-reabilitacionnyh i profilakticheskikh programmah: klinicheskie rekomendacii [Laser therapy in treatment and rehabilitation and prophylactic programs: clinical recommendations]. Moscow; 2015. Russian.
6. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. М.—Тверь: Триада, 2016. 896 с. Moskvin SV. Osnovy lazernoj terapii. Seriya «Effektivnaya lazernaya terapiya». T. 1 [Basics of laser therapy. Series «Effective laser treatment. Volume 1». Moscow–Tver’: Triada; 2016. Russian.
7. Притыко Д.А., Сергеев Е.Ю., Тимохин Е.В., Гусев Л.И. Лазерная терапия при лечении осложнений химиотерапии в детской онкологии // Лазерная медицина. 2017. Т. 21, № 3. С. 8–12. Prityko DA, Sergeenko EYu, Timohin EV, Gusev LI. Lazernaya terapiya pri lechenii oslojnenii himioterapii v detskoj onkologii [Laser therapy in the treatment of complications of chemotherapy in Pediatric Oncology]. Lazernaya medicina. 2017; 21 (3): 8–12. Russian.
8. Родионова Л.П., Макарова И.Н., Ушкова И.Н. Тканевые тиолы как возможные тесты для гигиенического нормирования лазерного излучения. Влияние лазерного излучения на здоровье человека / Под ред. В.В. Соколовского и А.С. Иванова. Л.: ЛСГМИ, 1985. С. 16–18. Rodionova LP, Makarova IN, Ushkova IN. Tkanevye tioly kak vozmojnye testy dlya gigienicheskogo normirovaniya lazernogo izlucheniya. Vliyanie lazernogo izlucheniya na zdorov’e cheloveka. Pod. red. V.V. Sokolovskogo i A.S. Ivanova [Fabric thiols as possible tests for hygienic regulation of laser radiation. Influence of laser radiation on human health. Edited by V.V. Sokolovskiy and A. S. Ivanova]. L.: LSGMI; 1985. Russian.
9. Соколовский В.В. Тиолсульфидное соотношение крови как показатель состояния неспецифической резистентности организма. СПб., 1996. 31 с. Sokolovskii VV. Tiolsul’fidnoe sootnoshenie krovi kak pokazatel’ sostoyaniya nespecifichejskoj rezistentnosti organizma [Tiolsulfidnoe blood ratio as an indicator of the condition of nonspecific resistance]. SPb.; 1996. Russian.
10. Ярцева А.А. Патофизиологические основы применения дисульфидов глутатиона в качестве средств профилактики и лечения химиолучевых оральных мукозитов у больных раком орофарингеальной области: дис. ... д-ра мед. наук. СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2014. 261 с. Yarceva AA. Patofiziologicheskie osnovy primeneniya disul’fidov glutationa v kachestve sredstv profilaktiki i lecheniya himioluchevyh oral’nyh mukozitov u bol’nyh rakom orofaringeal’noi oblasti [Pathophysiological basis of application of disulfides glutathione as a means of prevention and treatment of oral himioluchevyh mukozitov oropharyngeal cancer patients] [dissertation]. SPb.: Voenno-meditsinskaya akademiya im. S.M. Kirova; 2014. Russian.
11. Abramoff MMF, Lopes NNF, Lopes LA. Low-level laser therapy in the prevention and treatment of chemotherapy-induced oral mucositis in young patients. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2008; 26 (4): 393–400. DOI: 10.1089/pho.2007.2144.
12. Aimbire F, Albertini R, Pacheco MTT. Low-level laser therapy induces dose-dependent reduction of TNF α levels in acute inflammation. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2006; 24 (1): 33–7. DOI: 10.1089/pho.2006.24.33.
13. Al-Dasooqi N, Sonis ST, Bowen JM. Emerging evidence on the pathobiology of mucositis. *Support Care Cancer*. 2013; 21 (11): 3233–41. DOI: 10.1007/s00520-013-1900-x.
14. Antunes HS, Herchenhorn D, Small IA. Phase III trial of low-level laser therapy to prevent oral mucositis in head and neck cancer patients treated with concurrent chemoradiation. *Radiother Oncol*. 2013; 109: 297–302. DOI: 10.1016/j.radonc.2013.08.010.
15. Arbabi-Kalati F, Arbabi-Kalati F, Moridi T. Evaluation of the effect of low level laser on prevention of chemotherapy-induced mucositis. *Acta Med Iran*. 2013; 51 (3): 157–62.
16. Basso FG, Pansani TN, Cardoso LM. Epithelial cell-enhanced metabolism by low-level laser therapy and epidermal growth factor. *Lasers in Medical Science*. 2018; 33 (2): 445–9. DOI: 10.1007/s10103-017-2176-z.
17. Basso FG, Pansani TN, Soares DG. Biomodulation of inflammatory cytokines related to oral mucositis by low-level laser therapy. *Photochemistry and Photobiology*. 2015; 91 (4): 952–6. DOI: 10.1111/php.12445.
18. Basso FG, Pansani TN, Soares DG. LLLT effects on oral keratinocytes in an organotypic 3D model. *Photochemistry and Photobiology*. 2018; 94: 190–4. DOI: 10.1111/php.12845.
19. Bensadoun RJ, Franquin JC, Ciais G. Low-energy He/Ne laser in the prevention of radiation-induced mucositis. A multicenter phase III randomized study in patients with head and neck cancer. *Support Care Cancer*. 1999; 7 (4): 244–52. DOI: 10.1007/s005209900034.
20. Bensadoun R-J, Nair RG. Efficacy of low-level laser therapy (LLLT) in oral mucositis: what have we learned from randomized studies and meta-analyses? *Photomedicine and Laser Surgery*. 2012; 30 (4): 191–2. DOI: 10.1089/pho.2012.9890.
21. Bisht D, Gupta SC, Misra V. Effect of low intensity laser radiation on healing of open skin wounds in rats. *Indian J. Med. Res*. 1994; 100: 43–6.
22. Bjordal JM, Bensadoun RJ, Tuner J. A systematic review with meta-analysis of the effect of low-level laser therapy (LLLT) in cancer therapy-induced oral mucositis. *Support Care Cancer*. 2011; 19 (8): 1069–77. DOI: 10.1007/s00520-011-1202-0.
23. Carnevalli CMM, Soares CP, Zangaro RA. Laser light prevents apoptosis on Cho K-1 cell line. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. 2003; 21 (4): 193–6.

24. Chu YH, Chen SY, Hsieh YL. Low-level laser therapy prevents endothelial cells from TNF α /cycloheximide-induced apoptosis. *Lasers in Medical Science*. 2018; 33 (2): 279–86. DOI: 10.1007/s10103-017-2364-x.
25. Cruz LB, Ribeiro AS, Rech A. Influence of lowenergy laser in the prevention of oral mucositis in children with cancer receiving chemotherapy. *Pediatr Blood Cancer*. 2007; 48 (4): 435–40. DOI: 10.1002/pbc.20943.
26. de Castro JFL, Abreu EGF, Correia AVL. Low-level laser in prevention and treatment of oral mucositis in pediatric patients with acute lymphoblastic leukemia. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2013; 31 (12): 613–8. DOI: 10.1089/pho.2012.3327.
27. Djavid GE, Emami A, Ataie-Fashtami L. Low level laser therapy in management of chemotherapy induced oral mucositis: prophylaxis or treatment? *Journal of Lasers in Medical Sciences*. 2011; 2 (1): 12–7.
28. Dostalova T, Kroulikova V, Podzimek S, Jelinkova H. Low-level laser therapy after wisdom teeth surgery: evaluation of immunologic markers (secretory immunoglobulin A and lysozyme levels) and thermographic examination: placebo controlled study. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2017; 35 (11): 616–21. DOI: 10.1089/pho.2016.4214.
29. Ethier MC, Regier DA, Tomlinson D. Perspectives toward oral mucositis prevention from parents and health care professionals in pediatric cancer. *Support Care Cancer*. 2012; 20 (8): 1771–7. DOI: 10.1007/s00520-011-1274-x.
30. Fekrazad R, Chiniforush N. Oral mucositis prevention and management by therapeutic laser in head and neck cancers. *Journal of Lasers in Medical Sciences*. 2014; 5 (1): 1–7.
31. Fujimaki Y, Shimoyama T, Liu Q. Low-level laser irradiation attenuates production of reactive oxygen species by human neutrophils. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. 2003; 21 (3): 165–70. DOI: 10.1089/104454703321895635.
32. Gautam AP, Fernandes DJ, Vidyasagar MS. Effect of low-level laser therapy on patient reported measures of oral mucositis and quality of life in head and neck cancer patients receiving chemoradiotherapy – a randomized controlled trial. *Support Care Cancer*. 2013; 21 (5): 1421–8. DOI: 10.1007/s00520-012-1684-4.
33. Gavish L, Asher Y, Becker Y, Kleinman Y. Low level laser irradiation stimulates mitochondrial membrane potential and disperses subnuclear promyelocytic leukemia protein. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2004; 35 (5): 369–76. DOI: 10.1002/lsm.20108.
34. Genot-Klastersky MT, Klastersky J, Awada F. The use of low-energy laser (LEL) for the prevention of chemotherapy- and/or radiotherapy-induced oral mucositis in cancer patients: results from two prospective studies. *Support Care Cancer*. 2008; 16 (12): 1381–7.
35. Gizinger OA, Moskvin SV, Ziganshin OR, Shemetova MA. The effect of continuous low-intensity laser irradiation of the red spectrum on the changes in the functional activity and speed of NADPH-oxidase response of human peripheral blood neutrophils. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 2016; 93 (5): 28–33. DOI: 10.17116/kurort2016528-33. Russian.
36. Gouvea de Lima A, Villar RC, de Castro G Jr. Oral mucositis prevention by low-level laser therapy in head-and-neck cancer patients undergoing concurrent chemoradiotherapy: a phase III randomized study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2012; 82 (1): 270–5. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2010.10.012.
37. Grossman N, Schneid N, Reuveni H. 780 nm low power diode laser irradiation stimulates proliferation of keratinocyte cultures: Involvement of reactive oxygen species. *Lasers in Surgery and Medicine*. 1998; 22 (4): 212–8.
38. Guyatt GH, Oxman AD, Kunz R. GRADE: going from evidence to recommendations. *BMJ*. 2008; 336 (7652): 1049–51. DOI: 10.1136/bmj.39493.646875.AE.
39. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2008; 336 (7650): 924–6. DOI: 10.1136/bmj.39489.470347.AD.
40. He M, Zhang B, Shen N. A systematic review and meta-analysis of the effect of low-level laser therapy (LLLT) on chemotherapy-induced oral mucositis in pediatric and young patients. *Eur J Pediatr*. 2018; 177 (1): 7–17. DOI: 10.1007/s00431-017-3043-4.
41. Keefe DM. Intestinal mucositis: mechanisms and management. *Current Opinion in Oncology*. 2007; 19 (4): 323–7. DOI: 10.1097/CCO.0b013e3281214412.
42. Khouri VY, Stracieri AB, Rodrigues MC. Use of therapeutic laser for prevention and treatment of oral mucositis. *Braz Dent J*. 2009; 20 (3): 215–20. DOI: 10.1590/s0103-64402009000300008.
43. Kuccerova H, Dostalova T, Himmlova L. Low-level laser therapy after molar extraction. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. 2000; 18 (6): 309–15.
44. Kuhn A, Porto FA, Miraglia P, Brunetto AL. Low-level infrared laser therapy in chemotherapy-induced oral mucositis: a randomized placebo-controlled trial in children. *J Pediatr Hematol Oncol*. 2009; 31 (1): 33–7. DOI: 10.1097/mpH.0b013e318192cb8e.
45. Lee J-Y, Kim I-R, Park B-S. Effect of low-level laser therapy on oral keratinocytes exposed to bisphosphonate. *Lasers in Medical Science*. 2015; 30 (2): 635–43. DOI: 10.1007/s10103-013-1382-6.
46. Lima AAM, Spinola LG, Baccan G. Evaluation of corticosterone and IL-1 β , IL-6, IL-10 and TNF- β expression after 670-nm laser photobiomodulation in rats. *Lasers in Medical Science*. 2014; 29 (2): 709–15. DOI: 10.1007/s10103-013-1356-8.
47. Marchese C, Chedid M, Dirsch OR. Modulation of keratinocyte growth factor and its receptor in reepithelializing human skin. *J. Exp. Med*. 1995; 182 (5): 1369–76.

48. Moore P, Ridgway TD, Higbee RG. Effect of wavelength on low-intensity laser irradiation-stimulated cell proliferation in vitro. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2005; 36 (1): 8–12.
49. Moskvina SV, Konchugova TV, Khadartsev AA. The commonest therapeutic methods for laser irradiation of blood. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 2017; 94 (5): 10–7. DOI: 10.17116/kurort201794510-17. Russian.
50. Moskvina SV. Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice. *J Lasers Med Sci*. 2017; 8 (2): 56–65. DOI: 10.15171/jlms.2017.11. Epub 2017 Mar 28. Review.
51. Oberoi S, Zamperlini-Netto G, Beyene J. Effect of prophylactic low level laser therapy on oral mucositis: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014; 9 (9): e107418. DOI: 10.1371/journal.pone.0107418.
52. Peplow PV, Chung T-Y, Ryan B, Baxter GD. Laser photobiomodulation of gene expression and release of growth factors and cytokines from cells in culture: a review of human and animal studies. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2011; 29 (5): 285–304. DOI: 10.1089/pho.2010.2846.
53. Ren C, McGrath C, Jin L. Effect of diode low-level lasers on fibroblasts derived from human periodontal tissue: a systematic review of in vitro studies. *Lasers in Medical Science*. 2016; 31 (7): 1493–510. DOI: 10.1007/s10103-016-2026-4.
54. Safavi SM, Kazemi B, Esmacili M. Effects of low-level He-Ne laser irradiation on the gene expression of IL-1P, TNF- α , IFN- γ , TGF- β , bFGF, and PDGF in rat's gingiva. *Lasers in Medical Science*. 2008; 23 (3): 331–5. DOI: 10.1007/s10103-007-0491-5.
55. Saygun I, Karacay S, Serdar M. Effects of laser irradiation on the release of basic fibroblast growth factor (bFGF), insulin like growth factor-1 (IGF-1), and receptor of IGF-1 (IGFBP3) from gingival fibroblasts. *Lasers in Medical Science*. 2008; 23 (2): 211–5. DOI: 10.1007/s10103-007-0477-3.
56. Silva GB, Sacono NT, Othon-Leite AF. Effect of low-level laser therapy on inflammatory mediator release during chemotherapy-induced oral mucositis: a randomized preliminary study. *Lasers in Medical Science*. 2015; 30 (1): 117–26. DOI: 10.1007/s10103-014-1624-2.
57. Simunovic-Soskic M, Pezelj-Ribaric S, Brumini G. Salivary levels of TNF- α and IL-6 in patients with denture stomatitis before and after laser phototherapy. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2010; 28 (2): 189–93. DOI: 10.1089/pho.2008.2420.
58. Sousa LR, Cavalcanti BN, Marques MM. Effect of laser phototherapy on the release of TNF- α and MMP-1 by endodontic sealer-stimulated macrophages. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2009; 27 (1): 37–42. DOI: 10.1089/pho.2007.2220.
59. Spivakovskiy S. Low level laser therapy may reduce risk of oral mucositis. *Evid Based Dent*. 2015; 16 (2): 49. DOI: 10.1038/sj.ebd.6401095.
60. Spivakovskiy S. Low level laser therapy may reduce risk of oral mucositis. *Evid Based Dent*. 2015; 16 (2): 49. DOI: 10.1038/sj.ebd.6401095.
61. Usumez A, Cengiz B, Oztuzcu S. Effects of laser irradiation at different wavelengths (660, 810, 980, and 1,064 nm) on mucositis in an animal model of wound healing. *Lasers in Medical Science*. 2014; 29 (6): 1807–13. DOI: 10.1007/s10103-013-1336-z.
62. Vieira KA, Bastos CM, Vitor MGC. Use of low-level laser therapy on children aged 1 to 5 years with energy-protein malnutrition: A clinical trial. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97 (17): e0538. DOI: 10.1097/MD.00000000000010538.
63. Worthington HV, Clarkson JE, Bryan G. Interventions for preventing oral mucositis for patients with cancer receiving treatment. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2011; 13 (4): CD000978. DOI: 10.1002/14651858.CD000978.pub5.
64. Yu HS, Wu CS, Yu CL. Helium-neon laser irradiation stimulates migration and proliferation in melanocytes and induces repigmentation in segmental-type vitiligo. *J. Invest. Dermatol*. 2003; 120 (1): 56–64. DOI: 10.1046/j.1523-1747.2003.12011.x.
65. Yu W, Naim JO, Lanzafame RJ. The effect of laser irradiation on the release of bFGF from 3T3 fibroblasts. *Photochemistry and Photobiology*. 1994; 59 (2): 167–70. DOI: 10.1111/j.1751-1097.1994.tb05017.x.
66. Zecha JA, Raber-Durlacher JE, Nair RG. Low level laser therapy/photobiomodulation in the management of side effects of chemoradiation therapy in head and neck cancer: part 1: mechanisms of action, dosimetric, and safety considerations. *Supportive Care in Cancer*. 2016; 24 (6): 2781–92. DOI: 10.1007/s00520-016-3152-z.
67. Zecha JA, Raber-Durlacher JE, Nair RG. Low-level laser therapy/photobiomodulation in the management of side effects of chemoradiation therapy in head and neck cancer: part 2: proposed applications and treatment protocols. *Supportive Care in Cancer*. 2016; 24 (6): 2793–805. DOI: 10.1007/s00520-016-3153-y.

Библиографическая ссылка

Москвин С.В., Притыко Д.А., Сергеев Е.Ю., Лукаш Е.Н., Гусев Л.И. Краткий обзор литературы и собственный клинический опыт профилактики оральных мукозитов у детей методами лазерной терапии // Вестник новых медицинских технологий. 2018. № 4. С. 58–70. DOI: 10.24411/1609-2163-2018-16236.

КОМБИНИРОВАННАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ БОЛЬНЫХ С ТРОФИЧЕСКИМИ ЯЗВАМИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ВЕНОЗНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Е.В. АСХАДУЛИН^{1*}, Т.В. КОНЧУГОВА², С.В. МОСКВИН³

¹ ГУЗ «Городская клиническая больница № 2 Тулы им. Е.Г. Лазарева»,
Тула, Россия

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации
и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

³ ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины
им. О.К. Скобелкина» ФМБА, Москва, Россия

Цель исследования – оценить эффективность комплексного лечения пациентов с трофическими язвами (ТЯ) нижних конечностей венозной этиологии с использованием низкоинтенсивного лазерного излучения разных длин волн. **Методы.** В проводимом исследовании по клинической классификации пациенты были с хронической венозной недостаточностью VI стадии (С6 по системе CEAP). По данным ультразвуковой доплерографии вен нижних конечностей выявлена недостаточность клапанов подкожных вен в 98,8% наблюдений, глубоких вен – в 58%, перфорантных вен – в 72%. В 1-ю (контрольную) группу вошли 34 (43,59%) пациента, которым проводили традиционное консервативное лечение, включавшее в себя: фармакотерапию, в том числе антибактериальную (в соответствии с чувствительностью микрофлоры методом посева), местное лечение (перевязки) по стандартным схемам хирургического лечения в зависимости от фазы раневого процесса, эластичную компрессию нижних конечностей. Во 2-ю (основную) группу были включены 44 (56,41%) пациента, которым кроме традиционного консервативного лечения проводили лазерную терапию по комбинированной методике, сочетающей наружное воздействие с помощью лазерного аппарата «Лазмик» на область ТЯ – 1 процедура продолжительностью 2 мин на 1 зону в импульсном режиме (длительность светового импульса 100–130 нс, частота 80 Гц), длина волны 635 нм, матричная излучающая головка (8 лазерных диодов с площадью поверхности 8 см²), дистанционно на расстоянии до 7 см, импульсная мощность 40 Вт, плотность мощности 5 Вт/см² и внутривенное лазерное освечивание крови (мощность на выходе световода 2 мВт) с длиной волны 365 нм (ультрафиолетовый спектр) и 525 нм (зеленый спектр) попеременно через день. Всего на курс 12 ежедневных процедур. **Результаты.** Комбинированная лазерная терапия способствует ускоренному процессу восстановления симпатической регуляции тонуса микрососудов, нормализации артериально-венулярных соотношений, что приводит к улучшению кровоснабжения тканей, снижению воспалительных явлений, активации репаративных процессов и ускоренному заживлению трофического язвенного дефекта. **Вывод.** Комбинированная методика

позволяет проводить более эффективное лечение пациентов с ТЯ с сокращением сроков заживления до 3 раз и стимулировать достаточно выраженную и стойкую физиологическую реакцию адаптации, препятствующую развитию рецидива.

Ключевые слова: микроциркуляция, трофическая язва, лазерная терапия, внутривенное лазерное освечивание крови.

THE APPLICATION OF COMBINED LOW-INTENSITY LASER THERAPY FOR THE TREATMENT OF THE PATIENTS PRESENTING WITH TROPHIC ULCERS ASSOCIATED WITH CHRONIC VENOUS INSUFFICIENCY OF THE LOWER EXTREMITIES

E.V. ASKHADULIN¹, T.V. KONCHUGOVA², S.V. MOSKVIN³

¹ *E.G. Lazarev Tula City Hospital № 2, Tula, Russia*

² *National Medical Research Centre of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia*

³ *O.K. Skobelkin State Scientific Centre of Laser Medicine, Russian Federal Medico-Biological Agency, Moscow, Russia*

Aim. The objective of the present study was the evaluation of the effectiveness of the combined treatment of the patients presenting with trophic ulcers associated with chronic venous insufficiency of the lower extremities of venous etiology with the application of low-intensity laser therapy (LILT) at different wavelengths. **Materials and methods.** The study included the patients presenting with chronic venous insufficiency (CVI) (class C6 in accordance with the CEAP clinical classification). The ultrasonic Doppler examination (USDG) of the lower extremities revealed valvular insufficiency in the saphenous veins in 98.8% of the examined patients, in the deep venous system in 58% of them, and in the perforating veins in 72% of the cases. The laser Doppler flowmetry technique was used to assess the state of the microcirculation. Group 1 was comprised of 34 (43.59%) patients undergoing the traditional conservative treatment that consisted of pharmacotherapy (including antibiotic therapy, depending on the sensitivity of microflora assessed by the culture technique), the local treatment in the form of dressing in compliance with the standard surgical treatment schemes depending on the phase of the wound healing process, and elastic compression of the lower extremities. The main group 2 consisted of 44 patients (56.41%) who were treated, in addition to the traditional conservative therapy, with the use of LILT according to the new technique that combines the external laser exposure of the trophic ulcer region using the «LASMIK» laser device during a single 2 minute session per zone in the pulsed mode (light pulse duration of 100–130 ns, frequency 80 Hz), at a wavelength of 635 nm, by a matrix emitter (consisting of eight laser diodes with the surface area of 8 cm²), at a distance up to 7 cm, with pulsed power of 40 W, power density of 5 W/cm², and the intravenous laser blood illumination (fiber output power 2 mW) with a

wavelength of 365 nm (UV range) and 525 nm (green spectrum) alternately, every other day. Each patient underwent 12 daily procedures per course. **Results.** Combined low-intensity laser therapy promoted the rapid recovery of the sympathetic regulation of the microvascular tone and normalization of arteriolar-venular relationships which contributed to the improvement of blood supply to the tissues, the reduction of inflammation, enhanced activation of the reparative processes, and acceleration of epithelialization of trophic ulcerous defects. **Conclusions.** The combined strategy makes it possible to carry out the more effective treatment of the patients presenting with trophic ulcers with the three-fold reduction of the ulcer healing time and the pronounced stimulation of the persistent adaptation of the physiological responses preventing the development of the relapses.

Key words: microcirculation, trophic ulcer, low-intensity laser therapy, intravenous laser blood illumination.

Обоснование

Несмотря на прогресс в разработке и применении различных методов лечения, заживление венозных трофических язв (ТЯ) нижних конечностей остается актуальной медико-социальной проблемой [1, 2].

Причины неудовлетворительных результатов кроются в преувеличенном значении местного лечения, а также в недооценке патогенетических механизмов развития трофических расстройств [3, 4].

В проведенных исследованиях за последние годы четко прослеживается мнение, что в терапии хронической венозной недостаточности (ХВН) с развившейся ТЯ недостаточно лишь применения мер по устранению венозной гипертензии и патологических вено-венозных рефлюксов. Подавляющее большинство специалистов утверждают, что ведущее значение в прогрессирующем развитии трофических нарушений при хронической венозной гипертензии приобретают нарушения на микроциркуляторном уровне [1, 5].

В этой связи возникает необходимость уделять внимание коррекции нарушений микроциркуляторного русла, что будет являться предупреждающим фактором прогрессирования трофических расстройств [5].

Трофические расстройства в мягких тканях являются значимым патогенетическим звеном при ХВН, поддерживающим повреждающие факторы, изменение обмена веществ и микроциркуляции (МЦ). Продукты окислительной дегидратации и жизнедеятельности микроорганизмов, скапливающиеся в нежизнеспособных тканях, обуславливают развитие эндотоксикоза и способствуют дальнейшему формированию и поддержанию трофических нарушений. У больных с ТЯ венозной этиологии отмечается резкое снижение тканевого и объемного кровотоков, что подтверждается данными ультразвуковых методов исследования, а также лазерной доплеровской флоуметрией (ЛДФ) [6, 7].

Известно, что одними из механизмов воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) являются именно улучшение регионарного кровотока и трофическое обеспечение тканей [8]. НИЛИ оказывает выраженное корриги-

рующее влияние на клеточное и гуморальное звенья иммунитета [14]. Лазерная терапия (ЛТ) при лечении больных с ТЯ венозной этиологии применяется достаточно давно, однако остается ряд нерешенных вопросов в тактике ведения таких пациентов, в частности определение оптимальных параметров НИЛИ в корреляции с состоянием ТЯ и периульцерозных тканей, с длительностью заболевания и частотой развития рецидивов; недостаточно изучена эффективность разных типов лазерного излучения при чрескожном способе [10] и в сравнении с комбинированным вариантом использования внутривенного лазерного освещения крови (ВЛОК) [6].

Перспективной видится разработка разных комбинированных методов лечения [11]. Доказано проведенными ранее исследованиями, что использование ВЛОК в разных схемах способствует устранению дисбаланса показателей липидов, фосфолипидов на мембранах эритроцитов и в сыворотке крови. Все это находится в непосредственной связи с нарушениями МЦ. Воздействие ВЛОК в комбинированном применении импульсного инфракрасного НИЛИ позволяет снять спастические и атонические реакции в микрососудах, повысить число функциональных капилляров в тканях, уменьшить проявления тканевой гипоксии [12]. В последние годы при ряде заболеваний научно обосновано комбинированное местное воздействие импульсным НИЛИ красного спектра (635 нм) с современными методами ВЛОК-365 (ЛУФОК) и ВЛОК-525.

Вышеизложенное диктует необходимость поиска новых методов лечения больных венозной ТЯ нижних конечностей, способствующих ускоренному очищению язв от гнойно-некротических тканей, стимуляции репаративных процессов и получению более быстрого и стойкого заживления ТЯ или сокращению сроков подготовки к оперативному лечению и улучшению его результатов [9, 13].

Цель исследования – оценить эффективность комплексного лечения пациентов с ТЯ нижних конечностей венозной этиологии с использованием НИЛИ разных длин волн.

Методы

Проанализированы результаты амбулаторного лечения больных с ТЯ на фоне ХВН, наблюдавшихся в поликлинике ГУЗ «Городская клиническая больница № 2 Тулы им. Е.Г. Лазарева» за 2014–2017 гг.

В исследовании было 18 (23,1%) мужчин, 60 (76,9%) женщин в возрасте от 36 до 78 лет. Возраст в среднем составлял $58,2 \pm 1,2$ года. Более 5 лет заболеванием страдали 32 (41%) пациента. Давность заболевания более одного года и до 5 лет встречалась у 40 (51,3%) пациентов, а в 6 (7,7%) случаях заболевание длилось не более одного года. Варикозной болезнью страдали 57 (73,1%) пациентов, в сочетании с посттромбофлебитической болезнью – 21 (26,9%).

Всем пациентам проводили общие клинические исследования (клинический анализ крови и мочи, биохимический анализ крови, состояние свертывающей системы крови, определяли микрофлору и ее чувствительность к антибиотикам посевом с поверхности язвенного дефекта), инструментальные методы обследо-

вания (ультразвуковая доплерография – УЗДГ, компьютерная капилляроскопия – ККс, ЛДФ), измеряли размер ТЯ калибровочной линейкой, определяли площадь дефекта специальным программным обеспечением.

УЗДГ выполняли с помощью аппаратов Aloka и Mindray. Для оценки параметров и исследования состояния МЦ использовали анализатор лазерный МЦ крови для врача общей практики ЛАКК-ОП (производство ООО НПП «Лазма», Москва) и компьютерный капилляроскоп для неинвазивного исследования кровотока и агрегатов форменных элементов крови КК4-01 ЦАВ (производство ЗАО «Центр «Анализ веществ», Москва).

В проводимом исследовании по клинической классификации пациенты были с ХВН VI стадии (С6 по системе СЕАР). По данным УЗДГ вен нижних конечностей выявлена недостаточность клапанов подкожных вен в 98,8% наблюдений, глубоких вен – в 58%, перфорантных вен – в 72%.

ТЯ были локализованы на границе средней и нижней трети голени: по медиальной поверхности – у 44 (56,4%) пациентов, по латеральной поверхности – у 19 (24,4%), в сочетании по противоположным поверхностям – у 11 (14,1%), циркулярно – у 4 (5,1%).

ТЯ по размеру площади встречались: у 33 (42,3%) пациентов не более 5 см²; у 29 (37,2%) пациентов более 5 и до 10 см²; у 7 (9%) пациентов более 10 и до 25 см², у 6 (7,7%) пациентов до 50 см², у 3 (3,8%) пациентов более 50 см².

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от метода применяемого лечения.

В 1-ю (контрольную) группу вошли 34 (43,59%) пациента, которым проводили традиционное консервативное лечение, включавшее в себя: фармакотерапию, в том числе антибактериальную (в соответствии с чувствительностью микрофлоры методом посева), местное лечение (перевязки) по стандартным схемам хирургического лечения в зависимости от фазы раневого процесса, эластическую компрессию нижних конечностей.

Во 2-ю (основную) группу были включены 44 (56,41%) пациента, которым на фоне традиционной консервативной терапии проводили курс ЛТ по комбинированной методике, сочетающей наружное воздействие на область ТЯ – 1 процедура продолжительностью 2 мин на 1 зону в импульсном режиме (с частотой 80 Гц, длительностью светового импульса 100–130 нс), с длиной волны 635 нм, при помощи излучающей матричной головки (площадь поверхности 8 см², с лазерными диодами в количестве 8 штук), на дистанции до 7 см, с плотностью мощности до 5 Вт/см², с мощностью импульса до 40 Вт, и ВЛОК (на выходном торце световода с мощностью 2 мВт), длина волны ультрафиолетового спектра 365 нм и зеленого спектра 525 нм путем чередования через день. Всего на курс 12 ежедневных процедур. Использовали аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик» (производство ООО НИЦ «Матрикс», Москва, регистрационное удостоверение № РЗН 2015/2687 от 25.05.15).

Пациенты в двух группах были репрезентативны по полу, возрасту, площади трофических изменений, срокам заболевания и наличию сопутствующей патологии. Распределение пациентов проводили методом случайного выбора. Получен-

ные статистические данные обрабатывались методами вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel.

Консервативное лечение у больных в обеих группах использовали как основную терапию в случае противопоказаний к хирургическому лечению или отказа от оперативной коррекции, и как подготовку к операции.

Результаты

Оценивая результаты лечения и динамику изменения клинической картины мы выявили существенную разницу в обеих группах. Сравнивали сроки купирования болевого синдрома, гиперемии окружающих тканей и инфильтрацию в области краев ТЯ в динамике.

Пациенты 1-й группы, получавшие традиционное консервативное лечение, на 14-е сутки от начала терапии отмечали некоторое снижение интенсивности болевого синдрома в половине случаев, а купирование отмечено лишь у 7 больных. В области ТЯ гиперемия тканей на 10-е сутки уменьшилась у 22 (64,7%) больных, краевая инфильтрация уменьшилась у 21 (61,8%) больного.

Пациенты 2-й группы, которым на фоне традиционной консервативной терапии проводили комбинированную ЛТ, уже после 2-й процедуры отмечали улучшение самочувствия из-за снижения интенсивности болевых ощущений, уменьшения зуда и жжения в пораженной конечности. После 4–5-й процедуры у пациентов 2-й группы болевой синдром значительно снижался, а к 14-м суткам достиг минимального значения у 35 пациентов. Уменьшались значительно быстрее и воспалительные изменения в области ТЯ. Гиперемия окружающих тканей сохранялась в течение 3–3,5 сут у 31 пациента, а инфильтрация в области краев ТЯ – в течение 4–4,5 сут у 33 пациентов.

Показатели динамики болевого синдрома, воспалительных изменений в области ТЯ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели динамики болевого синдрома, изменений окружающих тканей в области ТЯ

Table 1

Characteristics of dynamics of the pain syndrome and the changes in the tissues surrounding the region of the tropic ulcer localization

Группа пациентов	Сутки/доля пациентов, %		
	Купирование болевого синдрома	Начало уменьшения инфильтрации краев ТЯ	Начало уменьшения гиперемии окружающих ТЯ тканей
1 (n = 34)	14/20,6	10 ± 0,1/61,8	10 ± 0,3/64,7
2 (n = 44)	14/79,5*	4,5 ± 0,05/70,4*	3,5 ± 0,05/75*

Примечание. Здесь и в табл. 3: * – статистически значимые различия показателей у пациентов 1-й и 2-й групп ($p < 0,05$).

Note. Here and in table 3: * – denotes significant differences between the characteristics of the patients in groups 1 and 2 ($p < 0.05$).

В начале лечения в обеих группах выявляли достаточно высокий уровень микробной обсемененности ТЯ – 10^5 – 10^7 . В результатах посевов отделяемого с поверхности ТЯ чаще высевался *Staphylococcus aureus*: в 1-й группе было выявлено 14 (41,2%) случаев, во 2-й – 20 (45,4%). В дальнейшем процессе лечения данный критерий не являлся для нас определяющим.

Течение раневого процесса контролировалось нами классическим цитологическим методом. В начале лечения в раневых отпечатках преобладал дегенеративно-воспалительный тип цитограммы: в 1-й группе в 76,5% случаев, во 2-й в 75,5%.

В группе контроля изменения цитограммы в виде перехода к воспалительному типу наблюдали к 14-м суткам в 62% наблюдений. Переход на воспалительно-регенераторный тип отмечен в данной группе у 24 (70,6%) пациентов на 30-е сутки.

У пациентов 2-й группы к 4-м суткам отмечено начало изменения цитограммы в виде перехода от дегенеративно-воспалительного на воспалительно-регенераторный тип в 70% наблюдений. На 14-е сутки воспалительно-регенераторный тип выявлен у 33 (75%) пациентов, у 2 больных отмечен воспалительный тип с тенденцией перехода к воспалительно-регенераторному, что может подтверждать более выраженный положительный эффект от лечения во 2-й группе.

Показатели заживления ТЯ у пациентов основной группы значительно превосходили результаты группы контроля ($p < 0,01$). Сроки очищения раневой поверхности, появления грануляций и начала эпителизации соответственно составляли в 1-й группе: $9,8 \pm 0,2$; $10,3 \pm 0,8$ и $28,1 \pm 1,4$ сут, а во 2-й группе: $3,9 \pm 0,4$; $5,7 \pm 0,6$ и $9,9 \pm 1,6$ сут. Основные показатели динамики заживления ТЯ в исследуемых группах представлены в табл. 2.

Применение курса ЛТ у пациентов 2-й группы по сравнению с контрольной группой способствовало сокращению сроков очищения ТЯ в 2,5 раза, появления грануляций в 2 раза, заживления (эпителизация на 50%) в 3 раза.

Таблица 2

Основные показатели динамики заживления ТЯ в обследуемых группах ($M \pm m$)

Table 2

The main characteristics of dynamics of the healing of tropic ulcers in the study groups ($M \pm m$)

Группа пациентов	Средние сроки, сутки			Заживление (эпителизация на 100%) через 6 мес.
	Очищение раневой поверхности	Появление грануляций	Заживление (эпителизация на 50%)	
1 (n = 34)	$9,8 \pm 0,104$	$10,3 \pm 0,137$	$32,7 \pm 0,24$	14 (41,2%)
2 (n = 44)	$3,8 \pm 0,084^*$	$4,9 \pm 0,106^*$	$10,6 \pm 0,19^*$	41 (93,2%)

Примечание. * – статистически значимые различия показателей у пациентов 1-й и 2-й групп ($p < 0,01$).

Note. * – denotes significant differences between the characteristics of the patients in groups 1 and 2 ($p < 0.01$).

Таблица 3

Динамика уменьшения площади ТЯ в обследованных группах (М ± m)

Table 3

Dynamics of the reduction of trophic ulcer area in the study groups (M ± m)

Группа пациентов	1–5-е сутки	6–10-е сутки	11–20-е сутки	21–45-е сутки	46–75-е сутки и более
1 (n = 34)	–	–	0,3 ± 0,032 см ²	1,5 ± 0,137 см ²	1,6 ± 0,154 см ²
2 (n = 44)	0,25 ± 0,041 см ²	0,7 ± 0,058 см ²	2,9 ± 0,064 см ^{2*}	3,5 ± 0,142 см ^{2*}	3,7 ± 0,034 см ^{2*}

В процессе лечения отмечали сокращение площади ТЯ: во 2-й группе динамика была более выраженной, начиная с 4–5-х суток терапии. Динамика уменьшения площади ТЯ в обследуемых группах представлена в табл. 3.

Представленные данные позволяют сравнить эффективность проводимых лечебных мероприятий в обеих группах и свидетельствуют, что сокращение площади ТЯ достоверно выражено у больных 2-й группы, в которой процесс заживления проходил быстрее. Выявленное сокращение сроков эпителизации ТЯ во 2-й группе пациентов объясняется эффективностью комбинированного воздействия НИЛИ, позволяющего обеспечить улучшение процессов МЦ в фазах экссудации и репарации язвенного дефекта. В качестве иллюстрации на рис. 1–4 представлена динамика заживления и уменьшения площади ТЯ на голени у пациента основной группы.

Для оценки состояния МЦ у наблюдавшихся пациентов использовали ККс и ЛДФ. По результатам ККс на 14-е сутки в 1-й группе динамика состояния МЦ менялась незначительно: периваскулярная зона уменьшилась на 2,8%, диаметр капилляров в веноулярном отделе сократился до 9,5%, линейная скорость капиллярного кровотока увеличилась в артериолярном отделе на 9,8%, в веноулярном отделе – на 5,4%.

Во 2-й группе сокращение периваскулярной зоны составило 17,4%, диаметра капилляров в артериолярном отделе – 14,8%, в веноулярном отделе – 15,8%. Линейная скорость капиллярного кровотока увеличилась в артериолярном отделе на 27,9%, в веноулярном – на 20,6%.

Изучение МЦ методом ККс показало, что применение НИЛИ во 2-й группе вызвало увеличение плотности функционирующих капилляров, купирование отека периваскулярной зоны, нормализацию соотношения диаметров артериолярного и веноулярного отделов.

На 14-е сутки по результатам ЛДФ в 1-й группе показатель МЦ в области ТЯ на коже голени в среднем составлял 9,46 ± 0,14 перф. ед., среднее квадратичное отклонение – 1,69 ± 0,03 перф. ед., коэффициент вариации – 18,1 ± 0,17, что свидетельствует о функциональной недостаточности структуры в системе МЦ. В отдаленном периоде (через 6 мес.) в 1-й группе отмечен регресс показателей ЛДФ и амплитудно-частотного спектра к исходному уровню.

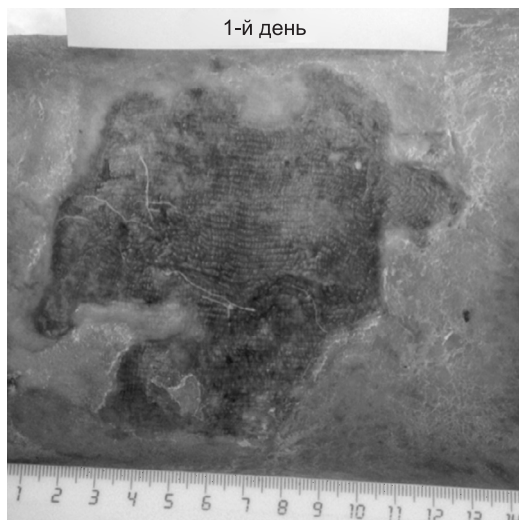


Рис. 1. Пациент Ш., 56 лет (основная группа). Диагноз: ХВН, С6. Посттромбофлебитическая болезнь нижних конечностей. Первые сутки от начала лечения по комбинированной методике

Fig. 1. Patient Sh. aged 56 years (main group). Diagnosis: CVI, class C6. Post-thrombophlebitic disease of the lower extremities. The first day from the onset of the treatment with the use of the combined method

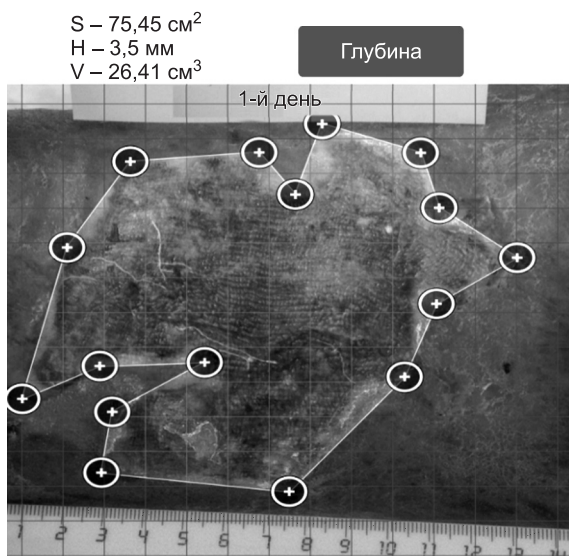


Рис. 2. Пациент Ш., 56 лет (основная группа). Диагноз: ХВН, С6. Определение площади язвенного дефекта с помощью специального программного устройства

Fig. 2. Patient Sh. aged 56 years (main group). Diagnosis: CVI, class C6. Determination of the area of the ulcerative defect with the use of the special programmable device



Рис. 3. Пациент Ш., 56 лет (основная группа). Диагноз: ХВН, С6.

Двадцатые сутки от начала лечения по комбинированной методике

Fig. 3. Patient Sh. aged 56 years (main group). Diagnosis: CVI, class C6. Day 20 after the onset of the treatment with the use of the combined method

S – 20,25 см²
H – 1 мм
V – 2,02 см³

Глубина

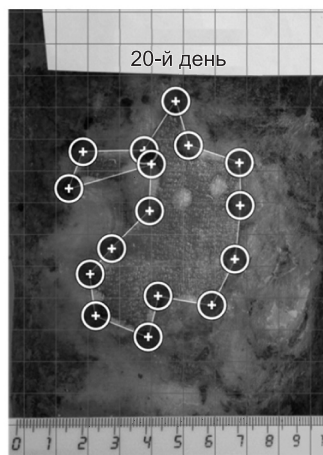


Рис. 4. Пациент Ш., 56 лет (основная группа). Диагноз: ХВН, С6. Определение площади язвенного дефекта в динамике с помощью специального программного устройства

Fig. 4. Patient Sh. aged 56 years (main group). Diagnosis: CVI, class C6. Determination of the area of the ulcerative defect in dynamics with the use of the special programmable device

На 14-е сутки во 2-й группе после курса ЛТ по результатам ЛДФ показатель МЦ приближался к нормальным значениям и снизился, составив $6,78 \pm 0,64$ перф. ед., среднее квадратичное отклонение увеличилось до $1,92 \pm 0,08$ перф. ед., что свидетельствует о повышении тонуса сердечно-сосудистой системы и эффективности функционирования структуры МЦ. В отдаленном периоде (через 6 мес.) во 2-й группе показатель МЦ увеличился в среднем на 11,9% при одновременном снижении среднего квадратичного отклонения и коэффициента вариации, что может свидетельствовать о необходимости повторного проведения курса ЛТ через 6 мес.

Выводы

1. Комбинированное применение импульсного НИЛИ красного спектра (635 нм) и ВЛОК в непрерывном режиме с длинами волн 365 нм (ультрафиолетовый спектр) и 525 нм (зеленый спектр) способствует ускоренному процессу восстановления симпатической регуляции тонуса микрососудов, нормализации артериолярно-венулярных соотношений, что приводит к

улучшению кровоснабжения тканей, снижению воспалительных явлений, активации репаративных процессов и ускоренному заживлению трофического язвенного дефекта.

2. Проведенные общие клинические, функциональные и морфологические исследования позволяют сделать вывод, что комбинированная ЛТ с использованием разных длин волн у пациентов с венозными ТЯ является патогенетически обоснованной.
3. Разработанная методика дает возможность проводить более эффективное лечение пациентов с ТЯ венозной этиологии с сокращением сроков заживления до 3 раз и стимулировать достаточно выраженную и стойкую физиологическую реакцию адаптации, препятствующую развитию рецидива. ЛТ может быть рекомендована для включения в комплексное лечение пациентов с ТЯ венозной этиологии на амбулаторном этапе.

Дополнительная информация

Источники финансирования. Исследование проведено при финансовой поддержке работодателей авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – С.В. Москвин, Т.В. Кончугова; сбор и обработка материала – Е.В. Асхадулин, С.В. Москвин; статистическая обработка данных – С.В. Москвин; написание текста – Е.В. Асхадулин; редактирование – Т.В. Кончугова. Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку рукописи, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией.

Литература / References

1. Богданец Л.И. *Стратегия и тактика лечения трофических язв венозного генеза*: Дис. ... д-ра мед. наук. М., 2009. [Bogdanets LI. *Strategiya i taktika lecheniya troficheskikh yazv vенозного генеза*. [dissertation] М., 2009. (In Russ.)].
2. Жуков Б.Н., Каторкин С.Е., Жуков А.А. *Венозные трофические язвы нижних конечностей. Диагностика, лечение и медицинская реабилитация: монография*. Самара: Медицина; 2012. [Zhukov BN, Katorkin SE, Zhukov AA. *Venoznye troficheskie язвы нижних конечностей. Diagnostika, lechenie i meditsinskaya reabilitatsiya: monografiya*. Samara: Meditsina; 2012. (In Russ.)].
3. Баринов В.Е. *Этапное лечение варикозной болезни вен нижних конечностей при инфицированной трофической язве*: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2005. [Barinov VE. *Etapnoe lechenie varikoznoy bolezni ven nizhnikh konechnostey pri infitsirovannoy troficheskoy yazve*. [dissertation]. М., 2005. (In Russ.)].
4. Круглова Л.С., Панина А.Н., Стрелкович Т.И. Трофические язвы венозного генеза. *Российский журнал кожных и венерических болезней*. 2014; 17 (1): 21–25. [Kruglova LS, Panina AN, Strelkovich TI. Trophic ulcers of venous genesis. *Russian journal of skin and sexually transmitted diseases*. 2014; 17 (1): 21–25. (In Russ.)].
5. Грязев С.М. *Изменения микроциркуляции при консервативном и хирургическом лечении больных с хронической венозной недостаточностью в стадии трофических расстройств*: Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2009. [Gryazev SM. *Izmeneniya mikrotsirkulyatsii pri konservativnom i khirurgicheskom lechenii bol'nykh s khronicheskoy venoznoy nedostatochnost'yu v stadii troficheskikh rasstroystv*. [dissertation]. SPb., 2009. (In Russ.)].
6. Меняйленко О.Ю. *Роль низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении язвенных форм посттромбофлебитической болезни*: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2005. [Menyaylenko OYu. *Rol' nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya v kompleksnom lechenii yazvennykh form posttromboflebiticheskoy bolezni*. [dissertation]. М., 2005. (In Russ.)].
7. Мусаев М.М. Низкоинтенсивное лазерное излучение в комплексном лечении больных с венозными язвами. *Лазерная медицина*. 2016; 20 (2): 16–20. [Musaev MM. Low-level laser therapy in complex treatment of patients with venous ulcers. *Laser medicine*. 2016; 20 (2): 16–20. (In Russ.)].
8. Москвин С.В. К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения. *Вестник новых медицинских технологий*. 2008; 15 (1): 166–172. [Moskvin SV. About mechanism of

- Therapeutic Influence of Low-Frequency Laser Radiation. *Journal of new medical technologies*. 2008; 15 (1): 166–172. (In Russ.).
9. Кончугова Т.В., Орехова Э.М., Кульчицкая Д.Б. Основные достижения и направления развития аппаратной физиотерапии. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2013; 90 (1): 26–31. [Konchugova TV, Orekhova EM, Kul'chitskaya DB. The major achievements and future directions of the development of instrumental physiotherapy. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2013; 90 (1): 26–31. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/kurort2013126-31>.
 10. Мусаев М.М. Низкоинтенсивное лазерное излучение в комплексном лечении больных с венозными трофическими язвами в амбулаторных условиях: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. [Musaev MM. *Nizkointensivnoe lazernoe izluchenie v kompleksnom lechenii bolnykh s vnoznyimi troficheskimi yazvami v ambulatornykh usloviyakh*. [dissertation]. M., 2008. (In Russ.)].
 11. Каторкин С.Е., Жуков Д.А., Мельников М.А., Кушнарчук М.Ю. Комбинированное лечение трофических язв при хронических заболеваниях вен нижних конечностей. *Лазерная медицина*. 2015; 19 (3): 23–28. [Katorkin SE, Zhukov AA, Melnikov MA, Kushnarchuk MY. Combined treatment of venous ulcers in chronic diseases of lower extremity veins. *Laser medicine*. 2015; 19 (3): 23–28. (In Russ.)].
 12. Гавриленко Д.В., Мусаев М.М., Вахрагьян П.Е. Лазерные технологии в лечении трофических язв венозной этиологии. *Лазерная медицина*. 2015; 19 (4): 58–62. [Gavriilenko AV, Musaev MM, Vakhrat'yan PE. Laser technologies in trophic ulcers of venous etiology. *Laser medicine*. 2015; 19 (4): 58–62. (In Russ.)].
 13. Москвин С.В. *Основы лазерной терапии*. Т. 1. М.–Тверь: Триада; 2016. [Moskvin SV. *Osnovy lazernoy terapii*. Book 1. M.–Tver': Triada; 2016. (In Russ.)].
 14. Кончугова Т.В. Оптимизированные лазерные воздействия в повышении функциональных резервов организма при стрессогенной дезадаптации: Дис. ... д-ра мед. наук. М., 2007. [Konchugova TV. *Optimizirovannye lazernye vozdeystviya v povyshenii funktsionalnykh rezervov organizma pri stressogennoy dezadaptatsii*. [dissertation]. M., 2007. (In Russ.)].

Сведения об авторах:

***Асхадулин Евгений Валерьевич**, аспирант [Evgeniy V. Askhadulin, MD, PhD-student]; адрес: Россия, 300002, Тула, ул. Комсомольская, 1 [address: 1 Komsomolskaya str., 300002 Tula, Russia]; <https://orcid.org/0000-0001-6363-6629>; eLibrary SPIN: 7872-1436; e-mail: guz.gbtula2@tularegion.ru

Кончугова Татьяна Венедиктовна, д. м. н., профессор [Tatiana V. Konchugova, MD, PhD, Professor]; <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>; eLibrary SPIN: 3198-9797; e-mail: umc-rnc@mail.ru

Москвин Сергей Владимирович, д. б. н. [Sergey V. Moskvin, PhD]; <https://orcid.org/0000-0002-1503-0742>; eLibrary SPIN: 1373-5819; e-mail: 7652612@mail.ru

Информация

Рукопись получена: 09.02.17. Одобрена к публикации: 22.06.18.

Как цитировать:

Асхадулин Е.В., Кончугова Т.В., Москвин С.В. Комбинированная лазерная терапия в лечении пациентов с трофическими язвами нижних конечностей. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2018; 95 (6): 27–33. <https://doi.org/10.17116/kurort20189506127>.

To cite this article:

Askhadulin EV, Konchugova TV, Moskvin SV. The application of combined low-intensity laser therapy for the treatment of the patients presenting with trophic ulcers associated with chronic venous insufficiency of the lower extremities. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2018; 95 (6): 27–33. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/kurort20189506127>.

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ БОЛЬНЫХ ПОДОШВЕННЫМ (ПЛАНТАРНЫМ) ФАСЦИИТОМ (обзор литературы)

С.В. МОСКВИН*, Е.А. МАЗУРКЕВИЧ**

* *ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России»,
ул. Студенческая, д. 40, стр. 1, 121165, Москва,*

e-mail: 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru

** *ГБУЗ Городская поликлиника № 24,*

Серпуховская улица, дом 7, г. Санкт-Петербург, 190013, e-mail: emaz@inbox.ru

Аннотация. Плантарный (подошвенный) фасциит – патологический процесс с выраженным болевым синдромом, обусловленный дегенеративно-дистрофическими изменениями подошвенного апоневроза в месте прикрепления к пяточной кости, является наиболее распространённой причиной болей в пятке.

Анализ российской и зарубежной литературы убедительно показывает, что различные терапевтические методы, такие как инъекции НПВС и кортизона, не дают желаемого результата и чреваты осложнениями, ударно-волновая терапия абсолютно бесполезна, что подтверждается последними метаанализами достоверных исследований. Только такой простой и недорогой метод лечения, как лазерная терапия, может быть использован при лечении больных плантарным (подошвенным) фасциитом, причём исключительно эффективно и с минимальной вероятностью рецидива.

Ключевые слова: боль, плантарный фасциит, лазерная терапия.

LOW LEVEL LASER THERAPY FOR PATIENTS WITH PLANTAR FASCIITIS (literature report)

S.V. MOSKVIN*, E.A. MAZURKEVICH**

* *FGBU «State Scientific Center of Laser Medicine of FMBA of Russia»,
Studenceskaya str., 40, s. 1, 121165, Moscow, Russia,*

e-mail: 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru

** *GBUZ Municipal polyclinic No. 24,*

Serpukhovskaya str., 7, St. Petersburg, 190013, Russia, e-mail: emaz@inbox.ru

Abstract. Plantar fasciitis is a pathological process with a pronounced pain syndrome, caused by degenerative-dystrophic changes in plantar aponeurosis at the site of attachment to the calcaneus. It is the most common cause of pain in the heel.

The analysis of Russian and foreign literature convincingly shows that various therapeutic methods, such as NSAID and cortisone injections, do not have the desired effect and can cause complications. Shock wave therapy is absolutely useless, as evidenced by the latest meta-analyses of reliable studies. Only such a simple and inexpensive method of treatment as low level laser therapy can be used in the treatment of patients with plantar fasciitis. It is extremely effective and has a minimal chance of a recurrence.

Key words: pain, plantar fasciitis, low level laser therapy.

Плантарный (подошвенный) фасциит (M77.3 по МКБ-10) – патологический процесс, который часто называют пяточной шпорой, с выраженным болевым синдромом, обусловленный дегенеративно-дистрофическими изменениями подошвенного апоневроза в месте прикрепления к пяточной кости, является наиболее распространённой причиной болей в пятке, характерен для людей среднего возраста. Заболевание также встречается у молодых людей, которые проводят много времени на ногах, например, у спортсменов и солдат. По некоторым данным, около 10% пациентов, обращающихся за помощью с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, составляют больные этой категории, а основная причина обращения к врачу – боль в пяточной области, главный симптом заболевания.

Заболевание может поразить как одну, так и обе ступни. Большинство пациентов с подошвенным фасциитом испытывают боль при первых шагах, вставая с постели или после длительного сидения. После первых нескольких шагов боль и скованность могут уменьшиться, но боль может усилиться в течение дня, чаще всего во время восхождения по ступенькам или после длительного нахождения в положении стоя [29].

До настоящего времени нет единого мнения относительно причин возникновения заболевания. Часто подошвенный фасциит является следствием инволютивных процессов человеческого организма и обнаруживается как анатомическая особенность у лиц среднего и пожилого возраста [3].

Важнейшим условием эффективности лечения является обеспечение разгрузки болезненной области и улучшение кровоснабжения тканей стопы. Для этого по показаниям назначают индивидуальные ортопедические стельки с выкладкой внутреннего и наружного продольного сводов, углублением и мягкой прокладкой под пяткой. Наиболее полноценной считается разгрузка с помощью ортопедической обуви с углублением в каблучке. При задней шпоре углубление делается в заднике. Как временную меру можно рекомендовать ношение обуви без задника. В комплекс лечения включают также тёплые ванны с морской солью, мылом, содой, лечебную гимнастику, массаж мышц стопы и голени [6].

Инъекции *нестероидных противовоспалительных средств* (НПВС) не дают желаемого улучшения, а если и наблюдается какой-то эффект, то достаточно быстро наступает рецидив заболевания [32], инъекции кортизона в область медиального бугорка пяточной кости могут привести к необратимой атрофии жировой подушки пятки, что, в свою очередь, ведёт пациента к инвалидности [2]. При безуспешности проводимой терапии применяются разнообразные оперативные

вмешательства, которые никак нельзя считать идеальными, поскольку развивающийся рубцовый процесс в тканях и последующие механические нарушения могут длительно рефлекторно поддерживать вторичный болевой синдром [31].

Известен менее травматичный способ лечения больных пяточной шпорой хирургическим лазером. После местного обезболивания через иглу для внутрикостной анестезии производят перфорацию хирургическим лазером шпоры, околожупорной бурсы и частично подошвенного апоневроза в области прикрепления его к шпоре в течение 10 с (тип лазера не указан). Курс лечения состоит из 3 манипуляций (по одной в неделю). После каждой манипуляции конечность иммобилизуется съёмной гипсовой лонгетой в положении подошвенного сгибания. Больные в период лечения (3 недели) пользуются костылями. Термическое воздействие на ткани, окружающие шпору, вызывает деструкцию их и асептическое воспаление, исходом которого является облитерация бурсы и рубцово-склеротическое перерождение тканей, окружающих шпору. Кроме того, в процессе термодеструкции гибнут чувствительные нервные окончания, что приводит к исчезновению боли в области шпоры сразу же после манипуляции. Назначение обезболивающих средств поэтому не производится [22]. Аналогичная методика была реализована с использованием гольмиевого (*Ho: YAG*) лазера (длина волны 2100 нм, импульсный режим, длительность импульса 350 мкс, мощность 40 Вт), в качестве её преимуществ авторы также указывают нетравматичность оперативного вмешательства [43]. Тем не менее, по нашим данным, такой способ лечения не применяется в клинической практике по причине нецелесообразности.

Результаты применения *экстракорпоральной ударно-волновой терапии* (ЭУВТ) оказались также неоднозначными, в зависимости от постановки исследования и методики проведения успех варьируется диаметрально от отсутствия положительных результатов до полного купирования болевого синдрома [30, 32, 42]. Кроме того, для этой процедуры используются исключительно импортные дорогостоящие аппараты, чем обусловлена высокая стоимость процедуры, и это, повторяем, при отсутствующем результате.

Ю.А. Родин и А.А. Ушаков (2007) [26] предлагают между сеансами ЭУВТ проводить магнитолазерную терапию «для предупреждения обострения болевого синдрома». Другие авторы рекомендуют дополнительно к ЭУВТ, поскольку после такого воздействия не только не купируется болевой синдром, но часто происходит усиление боли до 2 суток, проводить 10 ежедневных процедур лазерофореза препарата с пчелиным ядом на зону ниже медиальной лодыжки, зону ниже латеральной лодыжки, ахиллово сухожилие, подъём стопы и пятку [24]. Хотя параметры *низкоинтенсивного лазерного излучения* (НИЛИ) выбраны весьма спорные (длина волны 633 нм, непрерывный режим, плотность мощности 130–140 мВт/см², экспозиция 10 мин), идея весьма привлекательная и перспективная, необходимо лишь подобрать соответствующие заболеванию препараты и использовать эффективные методики лазерного освечивания. Но всё это не спасает ситуацию, более правильно было бы назначать только лазерную терапию, возможно, в комбинированном или сочетанном варианте, но без использования заведомо неэффективного воздействия ЭУВТ.

Другими словами, проблема не решается в рамках стандартных подходов к лечению. Тем более удивительно, почему до сих пор никто не обратил внимание на исключительно эффективный и простой метод лечения больных подошвенным фасциитом – лазерную терапию?! Возможно, причина в том, что в России, по нашим данным, не проводились исследования, доказывающие этот факт, есть лишь отдельные рекомендации специалистов и положительные отзывы тех, кто применяет лазерную терапию в своей ежедневной практике [7, 25].

Лазерная терапия успешно используется практически во всех областях современной медицины: акушерство и гинекология [27], андрология и урология [5, 19], неврология [8, 9], оториноларингология [20], педиатрия [16], стоматология [1, 11] и др.

Достаточно активно развиваются комбинированные и сочетанные методы лазерной терапии, такие как лазерофорез [12, 15, 28], лазерно-вакуумный массаж [12, 14] и КВЧ-лазерная терапия [4, 18]. Есть все предпосылки для применения этих методов и при лечении пациентов с заболеваниями костно-мышечной системы, в первую очередь, в аспекте проблемы управления болью.

Зарубежные коллеги уже давно поняли, что не только при плантарном фасциите, но и при таких родственных воспалительных заболеваниях, как тендинит и бурсит, НПВС и другие фармпрепараты малоэффективны, лучший способ лечения – комбинирование ЛФК с различными физиотерапевтическими методами, в том числе лазерной терапией [38]. Хотя ранее и возникали вопросы к достоверности некоторых исследований [44], сравнивать эффективность лазерной и ударно-волновой терапии просто бессмысленно. Например, при латеральном эпикондилите и некоторых других заболеваниях мягких тканей ни один из последних систематизированных обзоров не нашёл никаких чётких доказательств того, что ударно-волновая терапия превосходит плацебо, а среди других физиотерапевтических методов приоритет отдаётся именно лазерной терапии [35–37, 45].

В таблице представлены параметры методик лазерной терапии и результаты лечения пациентов с плантарным фасциитом.

Из незначительного числа зарубежных исследований всё-таки можно сделать важные выводы, например, можно вполне уверенно говорить о том, что непрерывное НИЛИ в красном (633 нм) [39, 41], тем более в ИК-спектре (830 нм) [33], не может быть использовано для эффективной терапии больных плантарным фасциитом. Только импульсный режим НИЛИ красного или ИК-спектра и только с адекватными параметрами методики, в частности, как совершенно справедливо отметили *J.M. Bjordal* с соавт. (2001) [34], необходимо корректировать энергетические характеристики в зависимости от длины волны лазерного света.

Даже с учётом того, что в РКИ с использованием непрерывного НИЛИ красного спектра продемонстрирован некоторый вполне достоверный положительный результат. Не этого надо ждать от лазерной терапии.

Рекомендуемый вариант лазерной терапии, зарекомендовавший себя на практике. Методика контактно-зеркальная, стабильная. Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», импульсная ИК-лазерная излучающая головка ЛО-904-20 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, частота 80–150 Гц, мощность

Таблица

Лазерная терапия при плантарном фасциите, результаты нескольких РККИ

Методы оценки, результат	Длина волны, нм (режим работы лазера)	Мощность, мВт	Экспозиция, мин	Площадь светового пятна, энергия или ЭП	Количество зон воздействия и процедур	Литература
ВАШ, результат отсутствовал	830 (непрерывный)	30	0,5	0,03 см ²	1 зона, 3 еженедельные процедуры, 4 недели	<i>Basford J.R. et al., 1998 [33]</i>
ВАШ, индекс функции стопы. Минимальные результаты (первый контроль через 2 недели), эффект сохранялся до 6 месяцев, через 12 месяцев отсутствовал у всех	635 (непрерывный)	17	10	1,476 Дж/см ²	4 зоны, 1 процедура	<i>Jastifer J.R. et al., 2014 [39]</i>
ВАШ и толщина плантарной фасции. Значительный эффект (снижение боли), подтверждённый объективным контролем	904 (импульсный)	4 x 60 (импульсная мощность) 4 x 20 Вт, 5000 Гц	157,5 с	1 и 3 см ²	–	<i>Kirfisi O. et al., 2010 [40]</i>
ВАШ, индекс функции стопы. В группе плацебо использовался СИД вместо лазера. Минимальные результаты	635 (непрерывный)	17	10	–	2 процедуры в неделю, 3 недели	<i>Macias D.M. et al., 2015 [41]</i>
ВАШ. Нет статистически значимых различий между ЛТ и инъекциями стероидов	904 (импульсный)	3000 Гц	30 с	–	10	<i>Yüzer S. et al., 2006 [46]</i>

10–15 Вт), стабильно, контактно через зеркальную насадку ЗН-35 или магнитную насадку ЗМ-50.

Как вариант можно использовать матричную импульсную ИК-лазерную излучающую головку МЛ-904-80 или матричную импульсную лазерную излучающую головку МЛ-635-40 красного спектра (длина волны 635 нм, мощность 40 Вт, длительность светового импульса 100–150 нс). Перспективы импульсного НИЛИ в видимом диапазоне весьма очевидны, несмотря на то что практика его применения пока несопоставима с массовым распространением аппаратов, работающих в ИК-спектре.

Первые 3 процедуры проводятся ежедневно по 1,5–2 мин на зону проекции пяточной шпоры на подошвенную поверхность стопы, на место прикрепления ахиллова сухожилия к пяточной кости (рис., зона 3). С 4-й процедуры добавляется зона на внутренней или наружной поверхности пяточной области, необходимо определить болезненную зону при пальпации, но больной часто сам указывает на болезненность (рис., зона 1 или 2 – самые распространённые локализации).

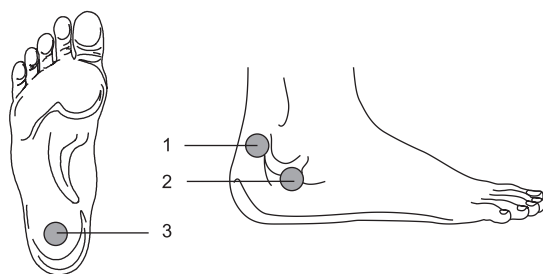


Рис. Зоны лазерного терапевтического воздействия при подошвенном (плантарном) фасциите

На курс до 10 ежедневных процедур, хотя чаще всего достаточно 3–5. В резистентных случаях после перерыва в 2 недели лечение (лазерная терапия с теми же параметрами) повторяется (на курс 10 ежедневных процедур).

Белорусские коллеги совершенно логично рекомендуют к местному воздействию добавлять ВЛОК (длина волны 635 нм, 1 мВт, 20 мин, 5 ежедневных процедур) [23].

Перспективным представляется использовать лазерофорез, однако необходимо подобрать соответствующие заболеванию препараты. Например, использовать раствор гидрокортизона гемисукцината, ультрафоно- и электрофорез которого предлагается в одной из методик при лечении больных с пяточными шпорами [21], достаточно много информации на эту тему представлено в обзоре, близком по тематике (спортивная медицина и травма) [28]. С оптимальными параметрами лазерного воздействия при проведении лазерофореза можно ознакомиться также в работах [13, 15], показавших что НИЛИ наилучшим образом может обеспечить чрескожное введение различных веществ [10].

Анализ литературы убедительно показывает, что такой простой и недорогой метод лечения, как лазерная терапия, может быть использован при лечении больных плантарным (подошвенным) фасциитом исключительно эффективно с минимальной вероятностью рецидива.

Литература

1. Амирханян А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в стоматологии. М.–Тверь: Триада, 2008. 72 с.
2. Ахмерова К.Ш., Матюнина Ю.В., Фадеев А.В., Фролов В.А. Комплексное лечение планталгии, развившейся на фоне энтезопатии, при пяточной шпоре у спортсменов // Тезисы Всерос. научно-практ. междис. конф. с межд. участ. «Реабилитация и профилактика – 2015». М., 2015. С. 36–38.
3. Блохин В.Н., Виноградова Т.П. Шпоры пяточных костей // Ортопедия и травматология. 1997. № 1. С. 96.
4. Брехов Е.И., Буйлин В.А., Москвин С.В. Теория и практика КВЧ-лазерной терапии. Тверь: Триада, 2007. 160 с.
5. Иванченко Л.П., Коздоба А.С., Москвин С.В. Лазерная терапия в урологии. М.–Тверь: Триада, 2009. 132 с.
6. Касинец С.С. Новое в лечении пяточной шпоры // Боль. Суставы. Позвоночник. 2012. № 1 (5). С. 59–61.
7. Качковский М.А., Чернова Н.Е. Лазеротерапия в комплексном санаторно-курортном лечении при профессиональных и экологически обусловленных заболеваниях // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12, № 1 (7). С. 1834–1837.
8. Кочетков А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия больных церебральным инсультом. Тверь: Триада, 2004. 51 с.
9. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. М.–Тверь: Триада, 2012. 360 с.
10. Миненков А.А. Низкоэнергетическое лазерное излучение красного, инфракрасного диапазона и его использование в сочетанных методах физиотерапии: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 1989. 44 с.
11. Москвин С.В., Амирханян А.Н. Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии. М.–Тверь: Триада, 2011. 208 с.
12. Москвин С.В., Гейниц А.В., Кочетков А.В. Лазерно-вакуумный массаж ЛАЗМИК в медицине и косметологии. М.–Тверь: Триада, 2014. 160 с.
13. Москвин С.В., Гейниц А.В., Хазов М.Б., Федорищев И.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты и лазерные антицеллюлитные программы в косметологии (технология ЛАЗМИК®). М.–Тверь: Триада, 2010. 96 с.
14. Москвин С.В., Горбани Н.А. Лазерно-вакуумный массаж. 2-е издание. М.–Тверь: Триада, 2010. 72 с.
15. Москвин С.В., Кончугова Т.В. Обоснование применения лазерофореза биологически активных веществ // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. 2012. № 5. С. 57–63.
16. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. Лазерная терапия в педиатрии. М.: ЭКСМО, 2010. 479 с.
17. Москвин С.В., Пономаренко Г.Н. Лазерная терапия аппаратами серии «Матрикс» и «Лазмик». М.–Тверь: Триада, 2015. 208 с.
18. Москвин С.В., Хадарцев А.А. КВЧ-лазерная терапия. М.–Тверь: Триада, 2016. 168 с.
19. Муфатед М.Л., Иванченко Л.П., Москвин С.В. Лазерная терапия в урологии. Тверь: Триада, 2007. 132 с.
20. Наседкин А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в оториноларингологии. М.–Тверь: Триада, 2011. 208 с.
21. Пат. 13319 ВУ. МПК А 61N 7/00, А 61N 1/30, А 61K 38/22. Способ лечения пяточной шпоры / Савко О.Н., Улащик В.С. № а20080943; заявлено 17.07.2008; опубл. 28.02.2010.
22. Пат. 2206285 RU. МПК А61В 17/56, А61В 18/20. Способ лечения пяточной шпоры хирургическим лазером / Стоянов А.В., Емельянов В.Г., Мазуркевич Е.А. [и др.]. № 2001111603/14; заявлено 26.04.2001; опубл. 20.06.2003. Бюл. № 17.
23. Пат. 7752 ВУ. МПК А 61N 5/067, 2/08. Способ лечения пяточных шпор / Новаковский А.Л., Лосицкий Е.А., Мостовникова Г.Р. [и др.]. № а20020929; заявлено 21.11.2002; опубл. 30.06.2004.
24. Пат. 9882 ВУ. МПК А 61N 7/00, А 61N 5/06. Способ лечения пяточной шпоры / Новаковский А.Л., Новаковская О.А., Лосицкий Е.А. [и др.]. № а20050256; заявлено 18.03.2005; опубл. 30.12.2006.
25. Притыко Д.А., Трухан А.Н., Гусев Л.Т. К вопросу о применении лазерной терапии в паллиативной медицинской помощи детям // Вестник Росздравнадзора. 2013. № 4. С. 34–38.
26. Родин Ю.А., Ушаков А.А. Экстракорпоральная ударно-волновая терапия в лечении «пяточной шпоры» с явлениями плантарного фасциита и энтезопатии в области надмыщелка плечевой кости // Материалы конференции «РеаСпоМед 2007». М., 2007. С. 247–248.
27. Фёдорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А. Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии. М.–Тверь: Триада, 2009. 352 с.
28. Хадарцев А.А., Купев В.Г., Москвин С.В. Фитолазерофорез. М.–Тверь: Триада, 2016. 96 с.
29. Харкпесс Л.Б., Фелдер-Джонсон К. Секреты голеностопного сустава и стопы. М.: БИНОМ, 2007. 320 с.

30. Цымбал А.Н. Морфобиомеханическая характеристика стоп и оценка эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии при плантарном фасциите: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2013. 18 с.
31. Цымбал А.Н., Цымбал А.В. Комплексное лечение синдрома пяточной боли // Врач-аспирант. 2012. Т. 5, № 2. С. 256–261.
32. Шутов Ю.М., Шутова М.З., Кокшарова В.Н. Оптимизация лечения плантарных фасциитов и ахиллитов // Медицина и образование в Сибири. 2015. № 2. С. 25.
33. Basford J.R., Malanga G.A., Krause D.A., Harmsen W.S. A randomized controlled evaluation of low-intensity laser therapy: plantar fasciitis // Arch Phys Med Rehabil. 1998. № 79 (3). P. 249–254.
34. Bjordal J.M., Couppe C., Ljunggren A.E. Low level laser therapy for tendinopathy. Evidence of a dose-response-pattern // Physical Therapy Reviews. 2001. № 6 (2). P. 91–99.
35. Bjordal J.M., Lopes-Martins R.A., Joensen J. A systematic review with procedural assessments and meta-analysis of low level laser therapy in lateral elbow tendinopathy (tennis elbow) // BMC Musculoskelet Disord. 2008. № 9. P. 75.
36. Buchbinder R., Green S.E., Youd J.M. Systematic review of the efficacy and safety of shock wave therapy for lateral elbow pain // J Rheumatol. 2006. № 33 (7). P. 1351–1363.
37. Dion S., Wong J.J., Cote P. Are passive physical modalities effective for the management of common soft tissue injuries of the elbow? A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) collaboration // Clin J Pain. 2017. № 33 (1). P. 71–86.
38. Huang H.H., Qureshi A.A., Biundo J.J. Jr. Sports and other soft tissue injuries, tendinitis, bursitis, and occupation-related syndromes // Curr Opin Rheumatol. 2000. № 12 (2). P. 150–154.
39. Jastifer J.R., Catena F., Doty J.F. Low-level laser therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: a prospective study // Foot Ankle Int. 2014. № 35 (6). P. 566–571.
40. Kiritsi O., Tsitas K., Malliaropoulos N., Mikroulis G. Ultrasonographic evaluation of plantar fasciitis after low-level laser therapy: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled trial // Lasers in Medical Science. 2010. № 25 (2). P. 275–281.
41. Macias D.M., Coughlin M.J., Zang K. Low-level laser therapy at 635 nm for treatment of chronic plantar fasciitis: a placebo-controlled, randomized study // J Foot Ankle Surg. 2015. № 54 (5). P. 768–772.
42. Shockwave therapy for pain associated with upper extremity orthopedic disorders: a review of the clinical and cost-effectiveness. Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health, 2016. 35 p.
43. Smith W.K., Noriega J.A., Smith W.K. Jr. Resection of a plantar calcaneal spur using the holmium: yttrium-aluminum-garnet (Ho:YAG) laser // J Am Podiatr Med Assoc. 2001. № 91 (3). P. 142–146.
44. Stuber K., Kristmanson K. Conservative therapy for plantar fasciitis: a narrative review of randomized controlled trials // J Can Chiropr Assoc. 2006, № 50 (2). P. 118–133.
45. Yu H., Randhawa K., Cote P. The effectiveness of physical agents for lower-limb soft tissue injuries: A systematic review // J Orthop Sports Phys Ther. 2016. № 46 (7). P. 523–554. DOI: 10.2519/jospt.2016.6521.
46. Ytizer S., Sever A., Gtiray E. Comparison of the effectiveness of laser therapy and steroid injection in epin calcanei // Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 2006. № 52 (2). P. 68–71.

References

1. Amirkhanyan AN, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v stomatologii [Laser therapy in stomatology]. Moscow–Tver': Triada; 2008. Russian.
2. Akhmerova KS, Matyunina YV, Fadeev AV, Frolov VA. Kompleksnoe lechenie plantalgii, razvivsheysya na fone entezopatii, pri pyatochnoy shpore u sportsmenov [Complex treatment of plantalgia, developed against the background of enthesopathy, with a calcaneal spur in athletes]. Tezisy Vseros. nauchno-prakt. mezhd. konf. s mezhd. uchast. «Reabilitatsiya i profilaktika – 2015». Moscow; 2015. Russian.
3. Blokhin VN, Vinogradova TP. Shpory pyatochnykh kostey [Spurs of the heel bones]. Ortopediya i travmatologiya. 1997; 1: 96. Russian.
4. Brekhov EI, Buylin VA, Moskvina SV. Teoriya i praktika KVCh-lazernoy terapii [Theory and practice of KVCh-laser therapy]. Tver': Triada; 2007. Russian.
5. Ivanchenko LP, Kozdoba AS, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v urologii. [Laser therapy in urology] Moscow–Tver': Triada; 2009. Russian.
6. Kasinets SS. Novoe v lechenii pyatochnoy shpory [New in the treatment of calcaneal spurs]. Bol'. Sustavy. Pozvonochnik. 2012; 1 (5): 59–61. Russian.
7. Kachkovskiy MA, Chernova NE. Lazeroterapiya v kompleksnom sanatorno-kurortnom lechenii pri professional'nykh i ekologicheskii obuslovlennykh zabolovaniyakh [Laser therapy in complex sanatorium- and spa-treatment in occupational and environmentally determined diseases]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2010; 12 (7): 1834–7. Russian.
8. Kochetkov AV, Moskvina SV. Lazernaya terapiya bol'nykh tserebral'nym insultom [Laser therapy of patients with cerebral stroke]. Tver': Triada; 2004. Russian.

9. Kochetkov AV, Moskvina SV, Karneev AN. Lazernaya terapiya v neurologii [Laser therapy in neurology]. Moscow–Tver': Triada; 2012. Russian.
10. Minenkov AA. Nizkoenergeticheskoe lazernoe izluchenie krasnogo, infrakrasnogo diapazona i ego ispol'zovanie v sochetannykh metodakh fizioterapii [Low-energy laser radiation of the red, infrared diapason and its use in combined methods of physiotherapy] [dissertation]. Moscow (Moscow region); 1989. Russian.
11. Moskvina SV, Amirkhanyan AN. Metody kombinirovannoy i sochetannoy lazernoy terapii v stomatologii [Combined and combined laser therapy in dentistry]. Moscow–Tver': Triada; 2011. Russian.
12. Moskvina SV, Geynits AV, Kochetkov AV. Lazerno-vakuumnyy massazh LAZMIK v meditsine i kosmetologii [Laser-vacuum massage LAZMIK in medicine and cosmetology]. Moscow–Tver': Triada; 2014. Russian.
13. Moskvina SV, Geynits AV, Khazov MB, Fedorishchev IA. Lazerofores gialuronovoy kisloty i lazernye antisellyulitnye programmy v kosmetologii (tehnologiya LAZMIK®) [Laser phoresis of hyaluronic acid slabs and laser anti-cellulite programs in cosmetology]. Moscow–Tver': Triada; 2010. Russian.
14. Moskvina SV, Gorbani NA. Lazerno-vakuumnyy massazh [Laser-vacuum massage]. Moscow–Tver': Triada; 2010. Russian.
15. Moskvina SV, Konchugova TV. Obosnovanie primeneniya lazeroforesa biologicheskii aktivnykh veshchestv [Justification of the use of laserforore biologically active substances]. Voprosy kurortologii, fizioterapii i LFK. 2012; 5: 57–63. Russian.
16. Moskvina SV, Nasedkin AN, Osin AY, Khan MA. Lazernaya terapiya v pediatrii [Laser therapy in pediatrics]. Moscow: EKSMO; 2010. Russian.
17. Moskvina SV, Ponomarenko GN. Lazernaya terapiya apparatami serii «Matriks» i «Lazmik». [Laser therapy with devices of the Matrix and Lazmik series.] Moscow–Tver': Triada; 2015. Russian.
18. Moskvina SV, Khadartsev AA. KVCh-lazernaya terapiya [Kvch-laser therapy]. Moscow–Tver': Triada; 2016. Russian.
19. Mufaged ML, Ivanchenko LP, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v urologii [Laser therapy in urology]. Tver': Triada; 2007. Russian.
20. Nasedkin AN, Moskvina SV. Lazernaya terapiya v otorinolaringologii [Laser therapy in otorhinolaryngology]. Moscow–Tver': Triada; 2011. 208 s. Russian.
21. Pat. Russian Federation 13319 BY. MPK A 61N 7/00, A 61N 1/30, A 61K 38/22. Sposob lecheniya pyatochnoy shpory [Method of treatment of heel spur]. Savko ON, Ulaschik VS. № a20080943; zayavleno 17.07.2008; opubl. 28.02.2010. Russian.
22. Pat. Russian Federation 2206285 RU. MPK A61B 17/56, A61B 18/20. Sposob lecheniya pyatochnoy shpory khirurgicheskim lazerom [Method of treatment of calcaneal spur with surgical laser]. Stoyanov AV, Emel'yanov VG, Mazurkevich EA, et al. № 2001111603/14; zayavleno 26.04.2001; opubl. 20.06.2003. Byul. № 17. Russian.
23. Pat. Russian Federation 7752 BY. MPK A 61N 5/067, 2/08. Sposob lecheniya pyatochnykh shpor [Method of treatment of calcaneal spurs]. Novakovskiy AL, Lositskiy EA, Mostovnikova GR et al. № a20020929; zayavleno 21.11.2002; opubl. 30.06.2004. Russian.
24. Pat. Russian Federation 9882 BY. MPK A 61N 7/00, A 61N 5/06. Sposob lecheniya pyatochnoy shpory [Method of treatment of calcaneal spurs]. Novakovskiy AL, Novakovskaya OA, Lositskiy EA et al. № a20050256; zayavleno 18.03.2005; opubl. 30.12.2006. Russian.
25. Prityko DA, Trukhan AN, Gusev LT. K voprosu o primeneniі lazernoy terapii v palliativnoy meditsinskoй pomoshchi detyam [To the question of the use of laser therapy in palliative care for children]. Vestnik Roszdravnadzora. 2013; 4: 34–8. Russian.
26. Rodin YA, Ushakov AA. Ekstrakorporal'naya udarno-volnovaya terapiya v lechenii «pyatochnoy shpory» s yavleniyami plantarnogo fastsiita i entezopatii v oblasti nadmyshchelka plechevoy kosti [Shock-wave therapy in the treatment of the «calcaneal spur» with the phenomena of plantar fascia and enthesopathy in the region of the epicondyle of the humerus]. Materialy konferentsii «ReaSpoMed 2007». Moscow; 2007. Russian.
27. Fedorova TA, Moskvina SV, Apolikhina IA. Lazernaya terapiya v akusherstve i ginekologii [Laser therapy in obstetrics and gynecology]. Moscow–Tver': Triada; 2009. Russian.
28. Khadartsev AA, Kupeev VG, Moskvina SV. Fitolazerofores [Fitolazerofores]. Moscow–Tver': Triada; 2016. Russian.
29. Kharkpess LB, Felder-Dzhonson K. Sekrety golenostopnogo sustava i stopy [Secrets of the ankle and foot]. Moscow: BINOM; 2007. Russian.
30. Tsybmal AN. Morfobiomekhanicheskaya kharakteristika stop i otsenka effektivnosti ekstrakorporal'noy udarno-volnovoy terapii pri plantarnom fastsiite [Characteristics of the feet and evaluation of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in plantar fascies] [dissertation]. Moscow (Moscow region), 2013. Russian.
31. Tsybmal AN, Tsybmal AV. Kompleksnoe lechenie sindroma pyatochnoy boli [Complex treatment of heel pain syndrome]. Vrach-aspirant. 2012; 5 (2): 256–61. Russian.
32. Shutov YM, Shutova MZ, Koksharova VN. Optimizatsiya lecheniya plantarnykh fastsiitov i akhillitov [Optimization of treatment of plantar fasciitis and achillites]. Meditsina i obrazovanie v Sibiri. 2015; 2: 25. Russian.
33. Basford JR, Malanga GA, Krause DA, Harmsen WS. A randomized controlled evaluation of low-intensity laser therapy: plantar fasciitis. Arch Phys Med Rehabil. 1998; 79 (3): 249–54.

34. Bjordal JM, Couppe C, Ljunggren AE. Low level laser therapy for tendinopathy. Evidence of a dose-response pattern. *Physical Therapy Reviews*. 2001; 6 (2): 91–9.
35. Bjordal JM, Lopes-Martins RA, Joensen J. A systematic review with procedural assessments and meta-analysis of low level laser therapy in lateral elbow tendinopathy (tennis elbow). *BMC Musculoskelet Disord*. 2008; 9: 75.
36. Buchbinder R, Green SE, Youd JM. Systematic review of the efficacy and safety of shock wave therapy for lateral elbow pain. *J Rheumatol*. 2006; 33 (7): 1351–63.
37. Dion S, Wong JJ, Cote P. Are passive physical modalities effective for the management of common soft tissue injuries of the elbow? A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) collaboration. *Clin J Pain*. 2017; 33 (1): 71–86.
38. Huang HH, Qureshi AA, Biundo JJ. Jr. Sports and other soft tissue injuries, tendinitis, bursitis, and occupation-related syndromes. *Curr Opin Rheumatol*. 2000; 12 (2): 150–4.
39. Jastifer JR, Catena F, Doty JF. Low-level laser therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: a prospective study. *Foot Ankle Int*. 2014; 35 (6): 566–71.
40. Kiritsi O, Tsitas K, Malliaropoulos N, Mikroulis G. Ultrasonographic evaluation of plantar fasciitis after low-level laser therapy: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Lasers in Medical Science*. 2010; 25 (2): 275–81.
41. Macias DM, Coughlin MJ, Zang K. Low-level laser therapy at 635 nm for treatment of chronic plantar fasciitis: a placebo-controlled, randomized study. *J Foot Ankle Surg*. 2015; 54 (5): 768–72.
42. Shockwave therapy for pain associated with upper extremity orthopedic disorders: a review of the clinical and cost-effectiveness. Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2016.
43. Smith WK, Noriega JA, Smith WK. Jr. Resection of a plantar calcaneal spur using the holmium: yttrium-aluminum-garnet (Ho:YAG) laser. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2001; 91 (3): 142–6.
44. Stuber K, Kristmanson K. Conservative therapy for plantar fasciitis: a narrative review of randomized controlled trials. *J Can Chiropr Assoc*. 2006; 50 (2): 118–33.
45. Yu H., Randhawa K, Cote P. The effectiveness of physical agents for lower-limb soft tissue injuries: A systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016; 46 (7): 523–54. DOI: 10.2519/jospt.2016.6521.
46. Ytizer S, Sever A, Gtiray E. Comparison of the effectiveness of laser therapy and steroid injection in epin calcanei. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006; 52 (2): 68–71.

Библиографическая ссылка

Москвин С.В., Мазуркевич Е.А. Лазерная терапия больных подошвенным (плантарным) фасциитом (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. № 3. Публикация 8-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/8-1.pdf> (дата обращения: 07.07.2017). DOI: 10.12737/article_596c5d6e81b103.69107662.

КОМБИНИРОВАННАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ БОЛЬНЫХ ПСОРИАЗОМ

С.В. МОСКВИН*, С.Р. УТЦ**, Д.А. ШНАЙДЕР***

* *ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА РФ»,
Студенческая ул., 40, стр. 1, Москва, Россия, 121165*

** *ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России,
Большая Казачья ул., 112, Саратов, Саратовская обл., Россия, 410012*

*** *ТУЗ «Саратовский областной кожно-венерологический диспансер»,
ул. Колотилова, 50, Энгельс, Саратовская обл., Россия, 413125*

Аннотация. Одним из известных методов лечения больных псориазом является лазерная терапия, однако задача повышения эффективности остаётся актуальной. В задачи исследования входила оценка эффективности методики лечения больных псориазом, включающей внутривенное лазерное освечение крови и местное воздействие импульсным инфракрасным лазерным излучением.

Под наблюдением находилось 42 больных с распространёнными формами псориаза в стадии прогрессирования (30 мужчин и 12 женщин) в возрасте от 35 до 60 лет (средний возраст 47 лет), с давностью заболевания от 5 до 20 лет. В основной группе в комплекс лечебных мероприятий была включена лазеротерапия по оригинальной методике аппаратом лазерным терапевтическим «Лазмик-ВЛОК» (Регистрационное удостоверение № РЗН 2014/1410 от 06.02.2014) с лазерными излучающими головками КЛ-ВЛОК-525-20 для внутривенного лазерного освещения крови и МЛ-635-40 для наружного воздействия. Для ВЛОК использовали одноразовые стерильные световоды КИВЛ-01 по ТУ 9444-005-72085060-2008 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (Россия, Москва).

Показано, что комбинированная лазерная терапия больных среднетяжёлой формой псориаза (индекс *PASI* 40–50), включающая местное воздействие на псориатические очаги импульсными излучениями красного спектра (635 нм) мощностью 40 Вт с изменением частоты следования импульсов до 10 000 Гц и ВЛОК-525, позволяет эффективно купировать воспалительные изменения, приводит к снижению эритемы, инфильтрации и шелушения. Наблюдается быстрое уменьшение площади поражённой кожи.

Ключевые слова: псориаз, лазерная терапия, внутривенное лазерное освещение крови.

THE COMBINED LASER THERAPY IN PATIENTS WITH PSORIASIS

S.V. MOSKVIN*, S.R. UTSH**, D.A. SHNAIDER***

* *State Scientific Center of Laser Medicine of the Russian Federation, Student st., 40, build. 1, Moscow, Russia, 121165, e-mail: 7652612@mail.ru*

** *Saratov State V.I. Razumovsky Medical University, Most Cossack Street., 112, Saratov, Saratov region., Russia, 410012*

*** *Saratov Regional Dermato-venereologic Dispensary, st. Kolotilova, 50, Engels, Saratov region., Russia, 413125*

Abstract. One of the known methods of treatment of patients with psoriasis is laser therapy, however, the task of improving the efficiency of this method is still relevant. The objective of this study was the evaluation of the effectiveness of treatment technique of patients with psoriasis, including the intravenous laser light of blood and the local effect of pulse infrared laser radiation.

42 patients with widespread forms of psoriasis in the stage of progression (12 women and 30 men) aged 35 to 60 years (the average age 47), having a disease duration of 5 to 20 years, were observed. In the complex of therapeutic measures of the main group the laser therapy was included. It is the original technique by means of laser therapeutic apparatus «Lasmik-VЛОК» (Registration certificate № RZN 2014/1410 from 06.02.2014) with the laser emitting heads KL-VЛОК-525-20 for intravenous laser light of blood and ML-635-40 for external impact. For this technique the disposable sterile lights KIVL-01 on TU 9444-005-72085060-2008 made in Research centre «Matrix» (Russia, Moscow) were used.

It is shown that the combined laser therapy of patients with moderate form of psoriasis (PASI index 40–50), including local effects on psoriatic lesions by pulsed radiation of the red spectrum (635 nm) of 40 watts with the change of the pulse repetition frequency to 10 000 Hz and VЛОК-525, allows effectively to stop the inflammatory changes, to decrease of erythema, infiltration and desquamation. The rapid decrease in the area affected of the skin is observed.

Key words: psoriasis, laser therapy, intravenous laser light of blood.

Псориаз – один из наиболее распространённых хронических дерматозов, которым страдают, по разным данным, от 0,5 до 3% жителей Земли. Пристальный интерес к этому заболеванию неизвестной этиологии и патогенеза связан не только с ростом заболеваемости, но также с учащением случаев развития тяжёлых форм и осложнений, трудно поддающихся лечению и нередко приводящих к инвалидизации (пустулёзный псориаз, псориагическая эритродермия и псориагический артрит) [1.а.і.3].

Внутривенное лазерное освечивание крови (ВЛОК) для лечения больных артропатическим псориазом одним из первых применил А.И. Вильшонков [1.а.і.1], разработав для этого оригинальную методику, предусматривающую постепенное,

от сеанса к сеансу, увеличение мощности излучения от подпороговой до максимальной терапевтической (гелий-неоновый лазер, 633 нм, 25 мВт) [1. a.i.2, 8]. Показано нормализующее влияние лазерной терапии на уровень холестерина и фосфолипидов, активность антиоксидантных ферментов.

Известно достаточно много комбинированных вариантов методик лазерной терапии, предусматривающих местное воздействие и ВЛОК, обоснованием для которых стало представление биомодулирующего механизма биологического (терапевтического) действия низкоинтенсивного лазерного света как термодинамический запуск Ca^{2+} -зависимых внутриклеточных процессов [1. a.i.4].

Появившиеся совсем недавно диодные лазеры с длиной волны 520–525 нм позволили разработать высокоэффективную физиотерапевтическую аппаратуру на их основе, как для наружного применения, так и для ВЛОК. Уже опубликованы первые клинические работы с использованием *зелёных диодных лазеров для внутривенного лазерного освечения крови* (ВЛОК-525). Например, представлены результаты комплексной лазерной терапии при реактивированной форме цитомегаловирусной инфекции урогенитального тракта у женщин репродуктивного возраста [5, 7].

Цель исследования – оценка эффективности методики лечения больных псориазом, включающей ВЛОК-525 и местное воздействие импульсным *инфракрасным* (ИК) *низкоинтенсивным лазерным излучением* (НИЛИ) [1. a.i.6].

Материалы и методы исследования. Под наблюдением находилось 42 больных с распространёнными формами псориаза в стадии прогрессирования (30 мужчин и 12 женщин) в возрасте от 35 до 60 лет (средний возраст 47 лет), с давностью заболевания от 5 до 20 лет. У 39 пациентов отмечалось поражение волосистой части головы, у 3 процесс локализовался на коже ладоней и подошв.

У 34 пациентов (81%), включенных в исследование, была сопутствующая артериальная гипертензия (АД >135/85 мм рт. ст.), дислипидемия (триглицериды >1,6 ммоль/л, холестерин липопротеинов низкой плотности >3,0 ммоль/л, холестерин липопротеинов высокой плотности <1,0 ммоль/л у мужчин и <1,2 ммоль/л у женщин).

Пациенты были разделены на 2 группы: основная группа исследования – 22 человека, в которой проводили комбинированную лазерную терапию, и контрольная группа сравнения – 20 человек, в которой проводили только базовую, стандартную терапию. Средний индекс *PASI* по основной группе составил до начала лечения 44,5 ± 4,9 балла, в группе сравнения – 43,4 ± 4,2 балла. Средний возраст – 48,83 года в основной группе и 46,25 – в группе сравнения.

В качестве базовой терапии в соответствии с клиническими рекомендациями РОДВ по лечению больных псориазом от 2008 года, а также приказа МЗ и СР РФ от 30.05.2006 г. № 433 «Об утверждении стандарта медицинской помощи больным псориазом» пациенты получали растворы, электролиты, средства коррекции кислотного равновесия, антигистаминную терапию, гепатопротекторы, цианкобаламин. Наружно: крем Унны, топические глюкокортикостероиды.

В основной группе в комплекс лечебных мероприятий была включена лазеротерапия по оригинальной методике аппаратом лазерным терапевтиче-

ским «Лазмик-ВЛОК» (Регистрационное удостоверение № РЗН 2014/1410 от 06.02.2014, рис. 1) с лазерными излучающими головками (табл. 1). Для ВЛОК использовали одноразовые стерильные световоды КИВЛ-01 по ТУ 9444-005-72085060-2008 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (Россия, Москва).



Рис. 1. Аппарат лазерный терапевтический «Лазмик-ВЛОК» с лазерными излучающими головками МЛ-635-40 (внизу справа) и КЛ-ВЛОК-525-20 (внизу слева)

Таблица 1

Параметры лазерных излучающих головок к АЛТ «Лазмик-ВЛОК», используемых в схеме лазерной терапии больных псориазом

Наименование	Методика	Длина волны, нм	Кол-во лазерных диодов, шт.	Максимальная мощность	Режим работы	Длительность светового импульса, нс	Максимальная частота, Гц	Площадь, см ²
МЛ-635-40	Наружно, НЛОК	635	8	40 Вт	Импульсный	100–130	10 000	8
КЛ-ВЛОК-525-20	ВЛОК	525	1	20 мВт	Непрерывный	–	–	–

Во второй половине дня 15 ежедневных сеансов проводили по предложенной нами ранее схеме:

- местно на 4 очага поражения симметрично по 2 мин на одну зону, контактно, лазерная излучающая головка МЛ-635-40, мощность максимальная с изменяющейся частотой;
- ВЛОК-525, лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-525-20 с меняющейся мощностью и экспозицией (табл. 2).

Таблица 2

Параметры комбинированной лазерной терапии больных псориазом

Сеанс	Местно (МЛ-635-40)	ВЛОК-525 (КЛ-ВЛОК-525)	
	Частота, Гц	Мощность, мВт	Экспозиция, мин
1	80	2	5
2	150	5	7
3	600	5	12
4	1500	10	15
5	3000	15	15
6–7	6000	15	20
8–10	10 000	20	20
11–12	1500	20	20
13–15	80	20	20

Всем больным для оценки качества проводимого лечения проводилось дерматоскопическое исследование псориазных элементов на видеодерматоскопе «Mole Max HD» (компании «Дерма Медикал Системс», Австрия) с увеличением $\times 30$; $\times 60$; $\times 100$.

Результаты исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием пакетов статистических программ *Statistica For Windows* с вычислением средней арифметической и её стандартной ошибки ($M \pm m$). Различия между сравниваемыми группами считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. До лечения при поступлении в стационар (сходные признаки для всех форм псориаза): на всей протяжённости элементов визуализируются четко выраженные множественные атипичные сосуды в виде запятых, колец. Также наблюдаются очаги шелушения, кератотические наслоения, чешуйки желтоватого или сероватого цвета.

На 3-и сутки комплексного лечения после двух сеансов лазеротерапии отмечали выраженное уменьшение эритемы, инфильтрации кожи в местах поражения, элементы значительно очистились от шелушения. Средний индекс *PASI* составил $33,2 \pm 4,9$ (снижение на 25,4% от исходного уровня).

На 7-е сутки эритема элементов на коже умеренная, значительно уменьшились инфильтрация, шелушение. Индекс *PASI* в основной группе больных составил $29,6 \pm 4,8$ (снижение на 33,5%).

На 10-е сутки после проводимой терапии на всей протяжённости элементов визуализируются очаги выздоровления, наблюдается значительное снижение количества и выраженности сосудистых элементов, их полный регресс, также отсутствуют очаги шелушения, чешуйки, кератотические наслоения.

После 10 процедур лазеротерапии (на 15-е сутки) отмечалась стабилизация процесса на коже: папулы и бляшки бледно-розового цвета, инфильтрация незначительная, шелушение практически отсутствовало. Средний индекс *PASI* составил $18,5 \pm 4,8$ (снижение на 58,4%).

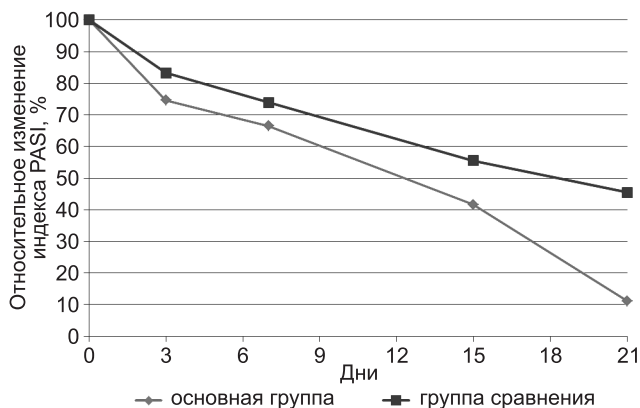


Рис. 2. Динамика изменения индекса PASI в процессе лечения больных псориазом

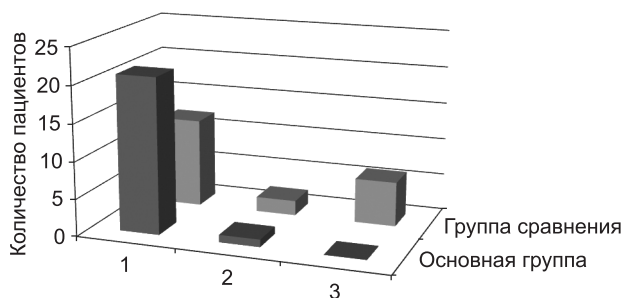


Рис. 3. Динамика клинических изменений в процессе лечения больных псориазом в разных группах: 1 – значительное улучшение; 2 – улучшение; 3 – без изменений

После окончания курса (проведения 15 сеансов комбинированной лазерной терапии) в основной группе практически у всех пациентов, кроме одного, констатировали регресс элементов на коже, средний индекс PASI составил $9 \pm 4,5$. В группе сравнения динамика выздоровления была не столь очевидна (рис. 2), и на окончание лечения средний индекс PASI составил $12 \pm 3,8$ у 12 пациентов (рис. 3), а у 8 пациентов – $17 \pm 3,8$. Ухудшений кожного процесса не выявлено.

Выводы. Таким образом, комбинированная лазерная терапия больных среднетяжёлой формой псориаза (индекс PASI 40–50), включающая местное воздействие на псориазические очаги импульсным НИЛИ красного спектра (635 нм) мощностью 40 Вт с изменением частоты следования импульсов до 10 000 Гц и ВЛОК-525 по разработанной нами методике, позволяет эффективно купировать воспалительные изменения, приводит к снижению эритемы, инфильтрации и шелушения. Наблюдается быстрое уменьшение площади поражённой кожи.

В основной группе результаты лечения, характеризующиеся как клиническое излечение, значительное улучшение и улучшение отмечались у всех 22 пациентов, а в группе сравнения только у 12 (60%) пациентов.

В основной группе, в которой проводили комбинированную лазерную терапию, выраженный эффект наблюдался у всех пациентов без назначения цитостатических препаратов, а наиболее быстрый регресс наблюдается в первые 3 дня и после 10-й процедуры лазерной терапии.

Литература

1. Вильшонков А.И. Комплексные способы лечения больных артропатическим псориазом (клинико-экспериментальные исследования): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1996. 22 с.
2. Лечение больных псориазом внутрисосудистым лазерным облучением крови / Вильшонков А.И., Орлов Е.В., Селезнев Е.И. [и др.] // Вестн. дерматол. и венерол. 1997. № 1. С. 36–37.
3. Молочков В.А., Бадюкин В.В., Альбанова В.И., Волнухин В.А. Псориаз и псориатический артрит. М.: Товарищество научных изданий КМК; Авторская академия, 2007. 300 с.
4. Москвин СВ. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Тула, 2008. 38 с.
5. Москвин СВ., Перламутров Ю.Н., Чернова Н.И., Ольховская К.Б. Способ лечения реактивированной формы цитомегаловирусной инфекции уrogenитального тракта у женщин репродуктивного возраста. Пат. 2513474 RU, 2014.
6. Москвин С.В., Утц С.Р., Шнайдер Д.А. Способ лазерной терапии больных псориазом. Пат. 2562316 RU, 2015.
7. Перламутров Ю.Н., Чернова Н.И., Ольховская К.Б., Москвин СВ. Сочетанная лазерная терапия при реактивированной форме цитомегаловирусной инфекции уrogenитального тракта у женщин репродуктивного возраста // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2013. № 3. С. 45–51.
8. Хадарцев А.А., Чучалин А.Г., Пашкова Т.Л., Хоружая В.А. Квантовая терапия заболевания органов дыхания излучением низкоэнергетических гелий-неоновых лазеров способом компрессии зоны облучения и экстракорпорального воздействия на аутокровь (Метод.). Тула: ТулПИ, 1986. 6 с.

References

1. Vil'shonkov AI. Kompleksnye sposoby lecheniya bol'nykh artropaticheskim psoriazom (kliniko-eksperimental'nye issledovaniya) [dissertation]. Moscow (Moscow region); 1996. Russian.
2. Vil'shonkov AI, Orlov EV, Seleznev EI, et al. Lechenie bol'nykh psoriazom vnutrisosudistym lazernym oblucheniem krovi. Vestn. dermatol. i venerol. 1997; 1: 36–7. Russian.
3. Molochkov VA, Badokin VV, Al'banova VI, Volnukhin VA. Psoriaz i psoriaticheskii artrit. Moscow: Tovarichestvo nauchnykh izdaniy KMK; Avtorskaya akademiya; 2007. Russian.
4. Moskvina SV. Sistemnyy analiz effektivnosti upravleniya biologicheskimi sistemami nizkoenergeticheskim lazernym izlucheniem [dissertation]. Tula (Tula region); 2008. Russian.
5. Moskvina SV, Perlamutrov YuN, Chernova NI, Ol'khovskaya KB, inventors; Sposob lecheniya reaktivirovannoy formy tsitomegalovirusnoy infektsii urogenital'nogo trakta u zhenshchin reproduktivnogo vozrasta. Russian Federation patent RU 2513474; 2014. Russian.
6. Moskvina SV, Utts SR, Shnyder DA, inventors; Sposob lazernoy terapii bol'nykh psoriazom. Russian Federation patent RU 2562316; 2015. Russian.
7. Perlamutrov YuN, Chernova NI, Ol'khovskaya KB, Moskvina SV. Sochetannaya lazernaya terapiya pri reaktivirovannoy forme tsitomegalovirusnoy infektsii urogenital'nogo trakta u zhenshchin reproduktivnogo vozrasta. Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury. 2013; 3: 45–51. Russian.
8. Khadartsev AA, Chuchalin AG, Pashkova TL, Khoruzhaya VA. Kvantovaya terapiya zabolevaniya organov dykhaniya izlucheniem nizkoenergeticheskikh geliy-neonovykh lazerov sposobom kompressii zony oblucheniya i ekstrakorporal'nogo vozdeystviya na autokrov' (Metod.). Tula: TulPI; 1986. Russian.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Сборник статей

Под редакцией С.В. Москвина

ООО «Издательство «Триада»
ИД № 06059 от 16.10.01 г.
170034, г. Тверь, пр. Чайковского, д. 9, оф. 514,
тел./факс: (4822) 42-90-22, 35-41-30
E-mail: triadatver@yandex.ru
<http://www.triada.tver.ru>

Подписано к печати 9.04.2019 г.
Формат 62×94 1/16. Усл. печ. л. 11
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Тираж 2000 экз.

Заказ _____

Отпечатано в ООО «Тверская фабрика печати».
170006, г. Тверь, Беляковский пер., 46

Лазерные
терапевтические
аппараты
нового поколения



Научно-исследовательский
центр «Матрикс»

Лазмик®

Лазмик-ВЛОК

Лазмик-БИО

АГИУР®



- Максимальная частота для импульсных лазеров 10 000 Гц
- Один комплекс = лазер + вакуум + вибрация + магнит + КВЧ + лазерофорез + БИО
- Сверхнадёжные специальные разъёмы с цветовой дифференциацией по длине волны
- Гарантия 5 лет на все базовые блоки и импульсные ИК-лазерные излучающие головки
- Уникальные матричные импульсные лазерные излучающие головки красного спектра (635 нм)

+7 (499) 2505150
+7 (499) 2517838
+7 (495) 7652612

2505150@mail.ru
2517838@mail.ru
7652612@mail.ru

www.matrixmed.ru
www.lasmik.ru
www.lltllaser.ru

