



**С.В. Москвин, А.В. Кочетков,  
М.Ю. Герасименко, Р.В. Кошелев,  
Е.В. Асхадулин, Н.А. Александрова**

# **Лазерная терапия при болевых синдромах**

Серия «Эффективная лазерная терапия»

Том 6

Москва–Тверь

2023

УДК  
ББК

М

**М** Москвин С.В., Кочетков А.В., Герасименко М.Ю., Кошелев Р.В., Асхадулин Е.В.,  
Александрова Н.А. **Лазерная терапия при болевых синдромах.** Серия «Эффективная  
лазерная терапия». Т. 6. – М.: ИП Москвин С.В.; Тверь: ООО «Издательство «Триада»,  
2023. – 848 с.  
ISBN 978-5-6044073-4-9 (ИП Москвин С.В.). – ISBN 978-5-6049358-0-4 (Триада)

Лазерная терапия более 50 лет успешно применяется во всех областях современной медицины. Интерес к методу во всём мире растёт с каждым днём, что объясняется его высокой эффективностью и простотой применения.

Впервые детально рассмотрены механизмы реализации обезболивающего действия низкоинтенсивного лазерного света. Представлены данные экспериментальных и клинических исследований российских и зарубежных специалистов. Особое внимание уделяется оптимизации частных методик лазерной терапии исходя из многочисленных особенностей и локализации болевого синдрома. В каждом специальном разделе представлены базовые и рекомендованные частные методики лазерной терапии.

Основная цель нашей работы – информирование специалистов о беспрецедентно высокой эффективности методик лазерной терапии, разработанных российскими учёными-клиницистами и признанных во всём мире. Российские лазерные физиотерапевтические аппараты серии ЛАЗМИК® не имеют аналогов и позволяют реализовать все методики максимально действенно.

Книга предназначена для широкого круга клинических врачей-специалистов по борьбе с болью, неврологов, ревматологов, травматологов-ортопедов, физиотерапевтов, врачей физической и реабилитационной медицины. Однако большая часть предлагаемых схем лечения требует междисциплинарного подхода и представляет интерес для более широкого круга врачей: терапевтов, кардиологов, гастроэнтерологов, хирургов, онкологов, анестезиологов, стоматологов и др. По назначению и под контролем врача процедуры лазерной терапии могут проводиться и в домашних условиях, особенно у пациентов с хроническими заболеваниями. Книга также рекомендуется для специализированных курсов по лазерной медицине в качестве учебно-методического пособия.

**ББК**

**Рецензенты:**

Хадарцев Александр Агубечирович – д. м. н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства РФ, эксперт РАН, начальник НОЦ НМТ ТулГУ.

Кончугова Татьяна Венедиктовна – д. м. н., профессор, заведующая кафедрой восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, заведующая отделом физиотерапии и рефлексотерапии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» МЗ РФ, главный внештатный специалист по санаторно-курортному лечению МЗ РФ по ЦАО.

ISBN 978-5-6044073-4-9 (ИП Москвин С.В.)  
ISBN 978-5-6049358-0-4 (Триада)

© Коллектив авторов, 2023

© ИП Москвин С.В., 2023

© Оформление ООО «Издательство «Триада», 2023

## АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

**Агасаров Лев Георгиевич** – доктор медицинских наук, профессор, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России, г. Москва; эл. почта: lev.agasarov@mail.ru

**Александрова Наталья Александровна** – кандидат медицинских наук, доцент курса реабилитационной медицины Академии ПДО ФНКЦ ФМБА России, врач-невролог; автор более 40 научных публикаций, в том числе 1 монографии, 2 авторских свидетельств и патентов; <https://orcid.org/0009-0003-6811-7061>; eLibrary SPIN: 1373-5819; эл. почта: Natalialex200957@yandex.ru

**Аликова Светлана Казбековна** – доктор медицинских наук, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ; эл. почта: gutnovask@yandex.ru

**Асхадулин Евгений Валерьевич** – кандидат медицинских наук, врач хирург, физиотерапевт, ООО «Оптимус Мед», г. Москва; автор более 20 научных публикаций, в том числе 3 монографий, 4 авторских свидетельств и патента; <https://orcid.org/0000-0001-6363-6629>; eLibrary SPIN: 7872-1436; эл. почта: aev.74@mail.ru

**Бурдули Николай Михайлович** – доктор медицинских наук, профессор, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ; эл. почта: burduli@yandex.ru

**Бурдули Нина Николаевна** – кандидат медицинских наук, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ; эл. почта: burduli\_nina@mail.ru

**Герасименко Марина Юрьевна** – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой физической терапии, спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГБОУ ДПО «РМАНПО» МЗ РФ, г. Москва; автор более 450 работ, в том числе более 80 патентов; <https://orcid.org/0000-0002-1741-7246>; eLibrary SPIN: 7625-6452, эл. почта: mgerasimenko@list.ru

**Гиреева Елена Юрьевна** – кандидат медицинских наук, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ; эл. почта: gireeva07@yandex.ru

**Кочетков Андрей Васильевич** – доктор медицинских наук, профессор, зав. курсом реабилитационной медицины Академии ПДО ФНКЦ ФМБА России, советник директора ЛРЦ «Голубое» ФНКЦ МРиК ФМБА России, г. Москва; автор более 450 научных публикаций, в том числе 12 монографий, 22 авторских свидетельств и патентов; <http://orcid.org/0000-0002-1950-8897>; eLibrary SPIN: 1373-5819; эл. почта: [kotchetkov@inbox.ru](mailto:kotchetkov@inbox.ru)

**Кошелев Руслан Викторович** – доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор ФГБУ «ФНКЦ МРиК ФМБА России», г. Москва; автор более 110 научных публикаций, в том числе 1 монографии, 3 авторских свидетельства и патента; <https://orcid.org/0000-0002-4169-0074>; eLibrary SPIN: 4820-0161; эл. почта: [koshelevrv@yandex.ru](mailto:koshelevrv@yandex.ru)

**Москвин Сергей Владимирович** – доктор биологических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор курса реабилитационной медицины Академии ПДО ФНКЦ ФМБА России, г. Москва; автор более 600 научных публикаций, в том числе более 60 монографий, 30 авторских свидетельств и патентов; <https://orcid.org/0000-0002-1503-0742>; eLibrary SPIN: 1373-5819; эл. почта: [7652612@mail.ru](mailto:7652612@mail.ru), сайт: [www.lazmik.ru](http://www.lazmik.ru)

**Наседкин Алексей Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор кафедры оториноларингологии ФУВ ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского»; <https://orcid.org/0000-0003-3183-8749>

**Смолина Гульнара Рафаиловна** – кандидат медицинских наук, врач-гинеколог, главный врач МЦ «Чеб Клиник», г. Чебоксары

**Стражев Сергей Васильевич** – доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургических болезней Московского медицинского университета «РЕАВИЗ», г. Москва; эл. почта: [svs81doc@mail.ru](mailto:svs81doc@mail.ru)

**Суханова Юлия Станиславовна** – кандидат медицинских наук, доцент, врач-стоматолог, МГМСУ им. А.И. Евдокимова, г. Москва; эл. почта: [drsuhanova1@gmail.com](mailto:drsuhanova1@gmail.com)

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- 2,3-ДФГ – 2,3-дифосфоглицериновая кислота
- AQP4 – аквапорин-4, способствует движению воды вблизи спинномозговой жидкости и сосудов
- ARG1 – ген, кодирующий аргиназу 1
- Bcl-2 – внутриклеточный белковый фактор, подавляет апоптоз
- BDKRB – рецептор брадикинина В
- BDNF – нейротрофический фактор мозга (*brain-derived neurotrophic factor*)
- CD – кластеры дифференцировки (*clusters of differentiation*)
- c-Fos – ядерный протоонкоген, вовлечённый, в том числе, в процессы клеточной пролиферации и дифференцировки
- CGRP – пептид, связанный с геном кальцитонина
- CINC-1 – цитокин-индуцированный нейтрофильный хемоаттрактант-1
- СМАР – сложные мышечные потенциалы действия
- COX – циклооксигеназа
- CSPG – хондроитин сульфат протеогликан, ингибирует регенерацию аксонов после травмы спинного мозга
- DRG – ганглий задних корешков
- ETB-R – рецептор эндотелина-В
- F – частота
- Gad65 – глутаматдекарбоксилаза (изоформа 65), фермент, катализирующий преобразование глутамата в ГАМК, регулятора торможения нервной системы
- GAP-43 – белок 43, ассоциированный с ростом нейронов
- GDNF – глиальный нейротрофический фактор (*glial cell line-derived neurotrophic factor*), играет важную нейропротективную роль, способствует пролиферации и дифференцировке клеток центральной и периферической нервной системы
- GSK3 $\beta$  – киназа гликогенсинтазы 3 бета, фермент, участвующий в энергетическом обмене и развитии нейронных клеток
- HIF-1 $\alpha$  – гипоксией индуцированный фактор 1 $\alpha$
- IL – интерлейкин
- iNOS – индуцибельная синтаза оксида азота
- MMP – матриксная металлопротеиназа
- mPGES-1 – микросомальная простагландин-Е синтаза-1
- MYOG – миогенин, фактор транскрипции
- N/OFQ – ноцицептин/орфанин FQ (ноцицептин/орфанин опиоид-связанный нейропептид)
- NGF – фактор роста нервов
- NO – оксид азота
- NOP – рецептор N/OFQ (ноцицептиновый опиоидный пептидный рецептор)

Р	– мощность
P <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	– пуринорецептор, ключевой модулятор передачи сигнала по афферентным нервам
PGE <sub>2</sub>	– простагландин E <sub>2</sub>
SSEP	– соматосенсорные вызванные потенциалы
T	– ( <i>time</i> ) время освечивания, экспозиция
TBARS	– тиобарбитуровая кислота
TNF-α	– фактор некроза опухолей альфа
TRPM	– меластатиновые каналы с транзиентным рецепторным потенциалом
TRPV	– ваниллоидные каналы с транзиентным рецепторным потенциалом
λ	– длина волны
АКТГ	– адренкортикотропный гормон
АлАТ	– аланинаминотрансфераза
АЛТ	– аппарат лазерный терапевтический
АОС	– антиоксидантная система
АсАТ	– аспартатаминотрансфераза
АТФ	– аденозинтрифосфат
АФК	– активные формы кислорода
ББ	– базовый блок (АЛТ)
БД	– биологическое (биомодулирующее) действие
БЗ	– болезненная зона
БС	– болевой синдром
ВАШ	– визуально-аналоговая шкала
ВЛОК	– внутривенное лазерное освечивание крови
ВНС	– вегетативная нервная система
ВНЧС	– височно-нижнечелюстной сустав
Г-6-ФД	– глюкозо-6-фосфат дегидрогеназа
ГАр	– гонартроз
ГБН	– головная боль напряжения
ГК	– гиалуроновая кислота
ГКС	– глюкокортикостероиды
ГНЛ	– гелий-неоновый лазер
ГСО	– гнойно-септические осложнения
ДНП	– диабетическая нейропатия
ДПК	– двенадцатиперстная кишка
ДПНП	– диабетическая полинейропатия
ДСИ	– длительность светового импульса
ЖКТ	– желудочно-кишечный тракт
ЗУ	– звездчатый узел
ИБС	– ишемическая болезнь сердца
ИК	– инфракрасный (диапазон, спектр)
ИЛ	– интерлейкины

---

ИМ	– инфаркт миокарда
ИР	– импульсный режим
КК	– креатинкиназа
ККС	– кинин-калликреиновая система
КОС	– кислотно-основное состояние
КРБС	– комплексный регионарный болевой синдром
ЛА	– лазерная акупунктура
ЛВМ	– лазерно-вакуумный массаж
ЛВТ	– лазерно-вакуумная терапия
ЛД	– лазерный диод
ЛДГ	– лактатдегидрогеназа
ЛОК	– лазерное освечивание крови
ЛТ	– лазерная терапия
ЛУФОК®	– лазерное ультрафиолетовое освечивание крови
МКБ	– мочекаменная болезнь
МЛТ	– магнитолазерная терапия
МР	– модулированный режим
мРНК	– матричная (информационная) рибонуклеиновая кислота
МС	– метаболический синдром
МФБС	– миофасциальный болевой синдром
ММП	– матриксная металлопротеиназа
НДГ	– нейродинамический генератор
НИЛИ	– низкоинтенсивное лазерное излучение
НЛОК	– неинвазивное (надсосудистое, надвенное, чрескожное, транскутанное) лазерное освечивание крови
НП	– нейропатия
НПВС	– нестероидные противовоспалительные средства
НР	– непрерывный режим
НТН	– невралгия тройничного нерва
ОП	– острый панкреатит
ОРФБ	– орофациальная боль
ПА	– плазмаферез
ПФБС	– пателлофemorальный болевой синдром
ПВК	– пируваткиназа
ПГЕ <sub>2</sub>	– простагландин E <sub>2</sub>
ПЖ	– поджелудочная железа
ПЛП	– плечелопаточный периартрит
ПМ	– плотность мощности
ПНП	– полинейропатия
ПОЛ	– перекисное окисление липидов
ПсА	– псориатический артрит
ПФ	– подошвенный (плантарный) фасциит



ПСП	– площадь светового пятна
РА	– ревматоидный артрит
РКИ	– рандомизированное клиническое исследование
РР	– режим работы (лазера): <i>непрерывный – НР, модулированный – МР, импульсный – ИР</i>
СД	– сахарный диабет
СЖПР	– синдром жжения полости рта
СЗК	– синдром запястного канала
СИД	– светоизлучающий диод (светодиод)
СН	– срединный нерв
СОД	– супероксиддисмутаза
СПКЯ	– синдромом поликистозных яичников
СПИ	– скорость проведения импульса
СР	– субстанция Р
СРК	– синдром раздражённого кишечника
ССРП	– синдром сдавления ротатора плеча
ТА	– точка акупунктуры
ТМВ	– тонический моторно-вегетативный (системокомплекс)
ТП	– триггерный пункт
УФ	– ультрафиолетовый (диапазон, спектр)
УФО	– ультрафиолетовое освечивание
УФОК	– ультрафиолетовое освечивание крови
ФДТ	– фотодинамическая терапия
ФМ	– фибромиалгия
ФМВ	– фазический моторно-вегетативный (системокомплекс)
ФНО- $\alpha$	– фактор некроза опухолей альфа
ХБС	– хронический болевой синдром
ХП	– хронический панкреатит
ХТБ	– хронические тазовые боли
ЦИК	– циркулирующие иммунные комплексы
ЦНС	– центральная нервная система
ЧЭНС	– чрескожная электронейростимуляция
ЭМИ	– электромагнитное излучение
ЭОС	– эндогенная опиоидная система
ЭП	– энергетическая плотность
ЭТ	– электротерапия
ЯБЖ	– язвенная болезнь желудка
ЯБДК	– язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки

## ВВЕДЕНИЕ

В конце XIX века Н.Р. Финсен доказал, что лампы с цветными фильтрами, за счёт ограничения ширины спектра, выбора оптимальной длины волны, контроля плотности мощности светового потока и времени воздействия, позволяют обеспечить максимально высокую эффективность светолечения, за что в 1903 году заслуженно был удостоен Нобелевской премии.

*Лазеры* – источники монохроматического света, т. е. имеют только одну длину волны, поэтому им не нужны светофильтры. Кроме того, устанавливать и контролировать энергетические параметры у лазеров значительно проще. Всё это позволило качественно повысить эффективность лечения, дав начало принципиально новому направлению современной медицины – лазерной терапии [Москвин С.В., 1997].

Выдающийся российский и советский физиотерапевт П.Г. Мезерницкий (1916) говорил: «Пусть дети растут под лучами Солнца, тогда обществу придётся меньше строить больниц...». Методы лазерной терапии направлены на сохранение здоровья, позволяют предотвратить развитие тяжких патологических состояний, сократить сроки лечения и реабилитации больных.

Освечивание низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ) вызывает ответную реакцию организма, приводя в итоге к выздоровлению пациента. Первичным биомодулирующим действием (БД) НИЛИ является поглощение энергии лазерного света в клетках, где активизируются  $Ca^{2+}$ -зависимые процессы, запуская многочисленные вторичные реакции на тканевом и организменном уровне [Москвин С.В., 2008, 2014, 2016].

Эти механизмы подробно рассматриваются в соответствующих главах книги как обоснование потенциальных возможностей лазерной терапии, используемой практически во всех областях современной медицины: акушерство и гинекология [Фёдорова Т.А. и др., 2009], андрология и урология [Иванченко Л.П. и др., 2009], неврология [Кочетков А.В. и др., 2012], оториноларингология [Наседкин А.Н., Москвин С.В., 2011], педиатрия [Москвин С.В. и др., 2010<sup>(1)</sup>], психиатрия (наркология) [Жуков В.В. и др., 2016<sup>(1)</sup>, Наседкин А.А., Москвин С.В., 2004], стоматология [Москвин С.В., Амирханян А.Н., 2011] и др. Достаточно активно развиваются комбинированные и сочетанные методы лазерной терапии, такие как лазерофорез [Москвин С.В., Кончугова Т.В., 2012; Хадарцев А.А. и др., 2016], лазерно-вакуумный массаж [Москвин С.В. и др., 2014] и КВЧ-лазерная терапия [Брехов Е.И. и др., 2007; Москвин С.В., Хадарцев А.А., 2016].

Ещё совсем недавно зарубежные специалисты всерьёз спрашивали: «Является лазерная терапия эффективным лечением или это просто шумиха и обман»? А основная отмеченная ими проблема – отсутствие понимания механизмов ускоренного под воздействием НИЛИ заживления ран и обезболивания [Basford J.R., 1986].

Подобные заявления в те далёкие времена были не только возможны из-за недостатка информации, но, учитывая обстановку<sup>1</sup>, весьма распространены. Однако за прошедшие десятилетия ситуация резко изменилась в лучшую сторону. Мы значительно продвинулись в понимании механизмов БД НИЛИ, накоплен огромный клинический опыт, качественно повысился уровень *рос-сийской* лазерной терапевтической аппаратуры<sup>2</sup>. Знания не просто накапливаются, а систематизируются и успешно реализуются на практике.

Хотя зарубежные специалисты так и не приблизились к пониманию этих вопросов, не разобрались в том числе и с методологией лазерной терапии, в т. ч. обезболивания, но их уверенность в эффективности метода укрепляется с каждым годом [Newman N.D., Homan Katie J., 2014].

Интересная ситуация сложилась в российской специальной литературе, где представлены хорошо отработанные и эффективные методики лазерной терапии, но крайне редко акцентируется внимание на снижении боли в процессе лечения. Всё лишь потому, что наши клиницисты не ставят перед собой целью обязательное, быстрое и первоочередное устранение боли, справедливо предполагая, что её *естественное* исчезновение произойдёт само собой в результате *устранения* причины, вызвавшей болевую симптоматику [Кочетков А.В. и др., 2010].

Тем временем множество зарубежных исследований, посвящённых изучению обезболивающего действия НИЛИ и значительно проясняющие механизмы, через которые реализуется данный эффект, неизвестны российским специалистам. В книге рассмотрено много соответствующих публикаций, а их результаты с анализом научных данных систематизированы в табличном виде. Эффективные частные лазерные методики обезболивания почти все принадлежат российским специалистам, и мы ориентировались только на них.

Цитируются многочисленные публикации из разных стран, однако настоящая лазерная терапия реализована только там, где знают русский язык и читают наши работы: Белоруссия, Грузия, Казахстан, Узбекистан и Украина. За пределами территории бывшего СССР лазерную терапию фактически запретили, продвигая откровенно смехотворную пародию, так называемую фотобимодуляцию (photobimodulation, PBM).

Всем понятно, что невозможно лечить обычными лампочками освещения, однако эту идею кто-то продвигает. Вероятно, чтобы эффективная лазерная терапия не составляла конкуренцию бесполезным, но сверхприбыльным товарам «медицинского» назначения.

Несмотря на известные сложности, связанные с недобросовестной конкуренцией, лазерная терапия находит всё больше сторонников, наиболее активно

---

<sup>1</sup> Гонения на лазерную терапию были тогда нешуточные. Да и сейчас метод особо не жалуют по причине, как это ни странно звучит, высокой эффективности и минимальной стоимости.

<sup>2</sup> Другой, кроме российской, *de facto* не существует. Есть лишь «лазерные» и «терапевтические» имитации сомнительного качества или, что ещё хуже, собственные «идеи», вроде сверхбольшой мощности и эндоназального освечивания.

развивается методология комбинированной и сочетанной лазерной терапии. Методики, предлагаемые в клинических рекомендациях всего 10 лет назад, уже не удовлетворяют современным требованиям. Появились новые лазерные физиотерапевтические аппараты, например, серия ЛАЗМИК®, а вслед за ними новые технические возможности, значительно расширяющие перспективы создания более эффективных методик.

Основная задача книги – показать научную обоснованность и эффективность различных методов лазерной терапии с одной-единственной целью – скорейшего их внедрения в клиническую практику. В данном случае в аспекте лазерного обезболивания.

Необходимость появления работы объясняется в том числе сложностью проблемы, уникальностью соответствующих методик лазерной терапии, обусловленных разнообразием болевых синдромов. При выборе схемы воздействия требуется особая дифференциация методов лазерного воздействия, основанная на теоретических и экспериментальных исследованиях, касающихся механизмов возникновения боли и её купирования.

Соответственно, требовалось провести дополнительный систематический анализ исследований, касающихся механизмов БД НИЛИ в отношении ноцицептивной регуляции и других составляющих, участвующих в возникновении болевых синдромов. Пришло время качественного теоретического обоснования методологии лазерного обезболивания и разработки более полного набора соответствующих методик. И в процессе этой работы выяснился очевидный факт – не существует альтернативы лазерной терапии.

Приводим достаточно длинную цитату из публикации одного известного американского специалиста, который максимально полно и точно характеризует сложившуюся ситуацию.

В редакционной статье крупнейшего в мире тематического журнала N.G. Robinson (2016) пишет: «Проблема началась в 1990-х годах, когда одна из американских фармкомпаний<sup>1</sup> выпустила на рынок новый препарат, обещающий «плавное и устойчивое круглосуточное обезболивание». Болеутоляющее средство вскоре стало самым продаваемым в Америке и принесло фармкомпаниям доход более 30 миллиардов долларов. Только недавно обнаружилось, что практика назначения лекарств воплощала в себе «идеальный рецепт зависимости». Смертность от передозировки отпускаемых по рецепту опиоидных анальгетиков увеличилась в три раза за последние два десятилетия и превысила смертность от героина или кокаина. Проблема стала очень острой, и врачи начали искать альтернативы. И тут выяснилось, что существуют нефармакологические методы, которые обеспечивают облегчение боли не хуже опиоидов, но при этом не имеют побочных эффектов и не вызывают зависимости. Некоторые подходы способны не только облегчать боль, но и лечить само заболевание за счёт нормализации кровообращения, восстановления тканей,

<sup>1</sup> Мы заменили названия компании и препарата общие формулировками.

противовоспалительных эффектов или нейромодуляции. Среди них лазерная терапия<sup>1</sup> наиболее эффективна, хотя большинство практикующих врачей не знают и/или не убеждены в её ценности. Они живут в темноте, не понимая, что ЛТ эффективно лечит множество ноцицептивных и нейропатических болей с головы до ног без всякого вреда. Пора рассказать общественности и медицинским работникам об этом ценном, рентабельном и эффективном методе лечения, фармкомпаниям это делать не будут».

С этим полностью согласны другие американские специалисты, которые подтверждают высокую эффективность лазерного обезболивания и обращают внимание на резкое снижение затрат на госпитализацию, лекарства и пр., а также предотвращение развития опиоидной зависимости [White P.F., 2017, 2019; White P.F. et al., 2017, 2017<sup>(1)</sup>, 2018].

Обезболивающее действие НИЛИ продемонстрировано в сотнях, если не тысячах экспериментальных и клинических исследований. Особо подчеркнём, что снижение боли в клинике зафиксировано не только субъективно (шкалы ВАШ, Макгилла и пр.), но и объективными методами контроля [de Oliveira M.E. et al., 2021; Nakgüder A. et al., 2003; Kocić M. et al., 2010; Taguchi T. et al., 1991]. Любые попытки опровергнуть эти результаты (а такие есть) выглядят откровенно ангажировано.

Болевые синдромы у спортсменов рассматриваются отдельно. Во-первых, в силу специфичности их причин – спортивные травмы, перетренировки, мышечные спазмы и пр., – во-вторых, особенностями методик лазерной терапии, применение которой влияет на результаты спортивных достижений. В любом случае многочисленные публикации демонстрируют хороший обезболивающий эффект и у этой категории пациентов [Takenori A. et al., 2016].

Как мы полагаем, детальное представление фундаментальных научных данных, объясняющих механизмы лазерного обезболивания, позволит с бóльшим доверием отнестись к лазерной терапии. Рекомендуемые частные методики лазерной терапии не являются догмой, их параметрами можно и нужно варьировать, руководствуясь известными правилами.

Ссылки на некоторые утверждённые методики можно найти в Приложении 1 и 2, особенности и потенциальные возможности современной лазерной терапии, применяемой, в частности, при лечении детей, представлены в Приложении 3.

Также заметим, что большая часть параметров методик лазерного освещения иностранного (не российского) происхождения, процитированных нами в многочисленных таблицах, неприменима в клинической практике, и приведены они лишь с целью демонстрации различных точек зрения.

Вопросы, замечания и комментарии авторы с благодарностью примут на электронную почту: 7652612@mail.ru.

---

<sup>1</sup> В оригинале «фотомедицина».



## ПЕРВИЧНЫЙ И ВТОРИЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БИОМОДУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СВЕТА

Знание первичного механизма биомодулирующего действия (БД) НИЛИ необходимо для понимания базовых принципов регуляции биологических процессов лазерным светом. Изучение многочисленных вторичных ответных реакций живого организма крайне важно для методологии ЛТ уже в клиническом аспекте, для составления лечебных схем и частных методик. Более подробное обоснование нашей модели первичного механизма БД НИЛИ раскрыто в первых двух томах серии книг «Эффективная лазерная терапия» [Москвин С.В., 2014, 2016], находящихся в свободном доступе <https://lazmik.ru/>. Ниже представлена дополнительная информация о вторичных процессах в живых клетках и биотканях, развивающихся после поглощения лазерного света и приводящих в итоге к выздоровлению.

Для изучения первичного механизма БД НИЛИ выбран системный анализ имеющихся научных данных, когда из целого организма выделяется какая-то часть, объединённая типом анатомического строения или функционирования, и рассматривается во взаимодействии с другими органами в составе единой системы. Ключевым моментом такого подхода является определение *системообразующего фактора*, общего для всех реагирующих на воздействие биологических и физиологических структур [Анохин П.К., 1973].

Анализ научных публикаций, касающихся изучения механизмов БД НИЛИ, использования ЛТ в клинической практике, а также современных представлений о биохимии и физиологии с точки зрения гомеостатического регулирования, позволил сделать принципиально важные заключения, нашедшие в дальнейшем подтверждение в ходе многочисленных экспериментальных и клинических исследований [Москвин С.В., 2008, 2008<sup>(1)</sup>, 2014].

Причиной необычайной многогранности эффектов лазерного освечивания является вторичность и неспецифический характер *последствия*. Энергия НИЛИ, поглощённая внутриклеточными компонентами, запускает биологические реакции последовательно на всех уровнях – в клетках, тканях и организме в целом. Регулирование этих процессов осуществляется многими путями с отрицательными и положительными обратными связями. В совокупности достигается результат, который определяется в большей степени *естественными* процессами, обеспечивающими саногенез, а не «пусковым крючком». Хотя сила и направленность ответной реакции живого организма зависит от параметров методики лазерного воздействия [Москвин С.В., 2008].

Мы имеем дело не с классическим фотобиологическим эффектом, а с управляемым запуском *саморегуляции*, заканчивающимся при правильно выбранных параметрах методики ЛТ восстановлением нарушенного гомеостаза.

Все наблюдаемые НИЛИ-индуцируемые биоэффекты – *результат устранения патологической фиксации организма за пределами границ нормальной физиологической регуляции*, лазерный свет выступает лишь в качестве триггера, запускающего каскад естественных биологических процессов [Москвин С.В., 2008].

Ранее на интуитивном уровне уже было сделано заключение, что универсальность БД НИЛИ и системную эффективность лазерного воздействия можно объяснить только триггерным характером запуска физиологических процессов внутри клетки и организма. Также отмечалась особая роль монохроматичности в обеспечении нужного результата [Mendes E., 1991]. Мы же в деталях описали первичный запускающий механизм и процессы, реализующиеся на втором этапе отклика биологической системы.

Для изучаемых нами НИЛИ-индуцированных ответных реакций в эксперименте, а также разработки эффективных методик лазерной терапии требуются другие параметры и методики освечивания. Каждый раз необходимо выбирать *оптимальные* значения: длина волны, режим работы, мощность излучения, площадь светового пятна, частота повторения импульсов, экспозиция, количество и периодичность процедур. Тогда как в фотобиологии, например, действует правило – чем больше мощность, тем лучше результат.

Отсутствие специфического, узкого спектра действия (по сути, одной длины волны) – яркое подтверждение того, что НИЛИ-индуцированные эффекты не являются классической фотобиологической реакцией, где спектр поглощения акцепторов должен обязательно совпадать с длиной волны падающего света.

Для ответной реакции на освечивание НИЛИ всё выглядит так, будто специфических акцепторов не существует, а ответные реакции носят абсолютно неспецифичный характер. В той или иной степени результат имеет место для более чем 160 (!) длин волн НИЛИ – от УФ ( $\lambda = 248$  нм) до дальней ИК-области ( $\lambda = 10\ 600$  нм) [Москвин С.В., 2014; Moskvin S.V., 2017]. Приводим перечень точных значений во всём диапазоне (табл. 1), а для наглядности – на графике (рис. 1) в логарифмической шкале.

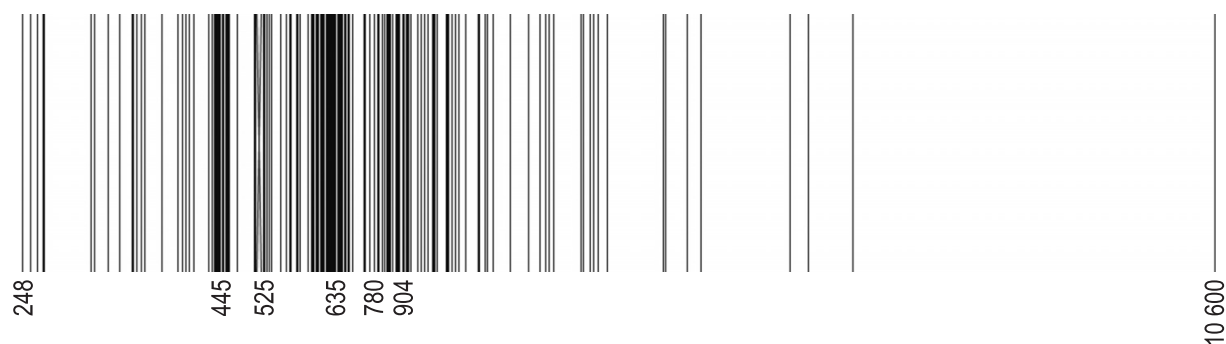


Рис. 1. Спектр длин волн (логарифмическая шкала, ширина линии условно соответствует 1 нм), на которых получены биологические эффекты

Таблица 1

**При освещении НИЛИ с такими длинами волн  
получены биологически значимые эффекты**

№	λ, нм	№	λ, нм	№	λ, нм	№	λ, нм	№	λ, нм	№	λ, нм	№	λ, нм
1	248	24	454	47	560	70	650	93	750	116	830	139	1072
2	254	25	455	48	570	71	652	94	760	117	832	140	1090
3	260	26	457	49	576	72	655	95	762	118	837	141	1150
4	265	27	458	50	577	73	657	96	763	119	843	142	1219
5	266	28	460	51	578	74	658	97	770	120	860	143	1264
6	308	29	462	52	587	75	660	98	775	121	870	144	1265
7	311	30	465	53	589	76	662	99	780	122	880	145	1286
8	325	31	467	54	590	77	664	100	785	123	890	146	1300
9	337	32	470	55	595	78	665	101	786	124	901	147	1320
10	350	33	472	56	610	79	670	102	787	125	904	148	1440
11	351	34	473	57	617	80	672	103	790	126	905	149	1450
12	355	35	475	58	618	81	675	104	795	127	910	150	1480
13	361	36	488	59	620	82	676	105	804	128	915	151	1495
14	365	37	515	60	625	83	680	106	805	129	940	152	1520
15	385	38	516	61	628	84	684	107	808	130	945	153	1565
16	405	39	518	62	630	85	685	108	809	131	950	154	1862
17	410	40	525	63	633	86	692	109	810	132	958	155	1875
18	415	41	529	64	635	87	694	110	812	133	970	156	2013
19	420	42	532	65	636	88	700	111	815	134	980	157	2100
20	425	43	535	66	639	89	726	112	820	135	1000	158	2780
21	445	44	540	67	640	90	728	113	822	136	1040	159	2940
22	450	45	543	68	645	91	730	114	823	137	1047	160	3390
23	453	46	544	69	647	92	740	115	824	138	1064	161	10 600

Ещё раз акцентируем внимание на обязательности использования лазера только с одной длиной волны. Одновременное освещивание с несколькими длинами волн, тем более широкополосным источником света, не позволит получить сколь-нибудь значимый результат. В классической фотобиологии спектр действия ограничен лишь спектром поглощения специфического акцептора.

Неспецифичность спектральной зависимости БД НИЛИ, т. е. широкий спектральный диапазон, в котором можно получить ответный отклик биологической системы, можно объяснить только термодинамическим характером взаимодействия лазерного (монохроматического) света с акцептором, когда возникающий температурный градиент вызывает в центрах поглощения триггерный запуск дальнейшей реакции. В классической фотобиологии акцептор реагирует специфическим образом в соответствии со своим физиологическим назначением. Зрение – самый простой и наглядный пример.

В качестве первичного акцептора (поглотителя) НИЛИ выступают внутриклеточные компоненты, ассоциированные с внутриклеточным депо кальция. Поскольку спектр крайне широк (см. рис. 1 и табл. 1), очевидно, что этих структур достаточно много. Известно, что депо кальция  $Ca^{2+}$  могут высвобождать ионы



под влиянием различных физических факторов, т. е. неспецифичны, неизбирательны в этом смысле [Berridge M.J. et al., 2000]. Однако поглощение света с одной длиной волны (НИЛИ) позволяет максимально эффективно обеспечить температурный градиент, являющийся физическим механизмом активации депо. Можно ещё много привести аргументов, но самый важный из них – все известные эффекты НИЛИ-индуцированной биомодуляции являются  $Ca^{2+}$ -зависимыми [Москвин С.В., 2003, 2008, 2008<sup>(1)</sup>]. Свет с широким спектром не способен обеспечить градиент и вызвать реакцию депо кальция, поэтому и нет эффектов.

Переходя к энергетическим закономерностям, не менее удивительным с позиций классической фотобиологии, повторим некоторые базовые понятия и основы лазерной терапии. Самая известная – наличие оптимума зависимости «энергия НИЛИ – эффект», или так называемый бифазный характер взаимодействия [Huang Y.-Y. et al., 2009], когда нужный результат достигается только при *оптимальной* мощности, *оптимальном* времени (экспозиции) и *оптимальной* площади светового пятна, или в итоге *оптимальной* энергетической плотности. Незначительные отклонения в меньшую и большую сторону любого из параметров приводят к снижению эффекта, его полному исчезновению или даже к инверсной ответной реакции.

В этом состоит принципиальное отличие БД НИЛИ от фотобиологических явлений, где зависимость от энергетической плотности (ЭП) линейна в широких пределах. Например, чем больше солнечного света, тем интенсивнее фотосинтез, чем ярче освещение, тем мы лучше видим.

Противоречит бифазный характер БД НИЛИ законам фотобиологии? Во-все нет, это лишь частный вариант физиологического закона зависимости ответной реакции от силы действующего стимула. В фазе «оптимума» после достижения порогового уровня по мере нарастания силы стимула наблюдаются усиление ответной реакции клеток и тканей и постепенное достижение максимума реакции. Дальнейшее увеличение силы стимула ведёт уже к угнетению реакций клеток и организма, в тканях развивается торможение реакций или состояние парабиоза [Насонов Д.Н., 1962]. Так работает триггерный запуск ответной реакции организма, достаточно часто встречающийся физиологический механизм.

Напомним, что ЭП – результат калькуляции, умножения экспозиции на плотность мощности (ПМ), но это *производная величина*, и её использовать абсолютно недопустимо. Повторяем, все параметры (мощность, площадь и экспозиция) необходимо задавать отдельно и выбирать только оптимальные значения. Также следует учитывать оптические характеристики биотканей. Принципиально важна экспозиция, одну зону не освещивают более 5 мин (300 с), за некоторыми исключениями<sup>1</sup>.

Для импульсных лазеров нужно оптимизировать как импульсную мощность (чаще всего в пределах 10–100 Вт при длительности светового импульса 100–

---

<sup>1</sup> Например, экспозиция при ВЛОК может достигать 20–25 мин.

150 нс), так и частоту повторения импульсов, поскольку средняя мощность увеличивается пропорционально её изменению (1–20 Дж/см<sup>2</sup>) [Жаров В.П. и др., 1987; Nussbaum E.L. et al., 2002; Karu T. et al., 1994]. В импульсном режиме при меньшей на порядок средней мощности достигается значительно лучший результат, что свидетельствует о большей эффективности импульсного режима. Аналога подобной закономерности в классической фотобиологии не существует.

Хотелось бы отметить ещё один интересный факт – нелинейную зависимость БД НИЛИ от экспозиции, что легко объясняется периодичностью повышения концентрации ионов Ca<sup>2+</sup> в цитозоле после активации лазерным светом. Для совершенно разных типов клеток эти периоды идентичны и составляют строго 100 и 300 с (табл. 2). Клинических исследований, подтверждающих эффективность методик ЛТ при использовании данных экспозиций, уже достаточно много.

Таблица 2

**Оптимальная экспозиция 100 или 300 с  
для достижения максимального эффекта *in vitro***

Тип клетки	Результат	Длина волны НИЛИ, нм	Ссылка
<i>E. coli</i>	Пролиферация	890	Жаров В.П. и др., 1987
<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i>	Пролиферация	467	Подшибякин Д.В., 2010
Миобласты C2C12	Пролиферация, жизнеспособность	660, 780	Ferreira M.P.P. et al., 2009
Макрофаги	Пролиферация	633	Hemvani N. et al., 1998
<i>E. coli</i>	Пролиферация	633, 1064, 1286	Karu T. et al., 1994
Фибробласты	Повышение концентрации Ca <sup>2+</sup>	633	Lubart R. et al., 1997 <sup>(1)</sup> ; 2005
Клетки буккального эпителия человека	Пролиферация	812	Løvschall H., Arenholt-Bindslev D., 1994
Нейтрофилы человека	Повышение концентрации Ca <sup>2+</sup> в цитозоле	812	Løvschall H. et al., 1994
Фибробласты, <i>E. coli</i>	Пролиферация	660	Ribeiro M.S. et al., 2010
Фибробласты	Пролиферация	633	Rigau J. et al., 1996
Гипокамп	Эпилептиформная активность	488	Walker J.B. et al., 2005
<i>HeLa</i>	Митотическая активность	633, 658, 785	Yang H.Q. et al., 2012
Кератиноциты	Увеличение IL-1α и IL-8 производства и экспрессии мРНК	633	Yu H.S. et al., 1996

Поскольку БД НИЛИ реализуется в очень широком диапазоне длин волн (см. выше), внутриклеточные депо кальция не только локализованы в разных частях клетки, но и различаются по своей структуре, формируя индивидуальные спектры поглощения, которые накладываются друг на друга. Это предполагает некоторые интересные потенциальные возможности в части регулирования Ca<sup>2+</sup>-зависимых процессов и повышения эффективности лечения, являясь объектом дальнейших исследований.

Многие рассматривают активные формы кислорода (АФК) как основной объект исследований, не понимая, что это лишь следствие, а не причина. Приведём для наглядности соответствующие графики только одного исследования (рис. 2), на котором видно, что активация работы митохондрий и увеличение содержания АФК – результат повышения концентрации в цитозоле  $\text{Ca}^{2+}$ , а не наоборот [Alexandratou E. et al., 2002].

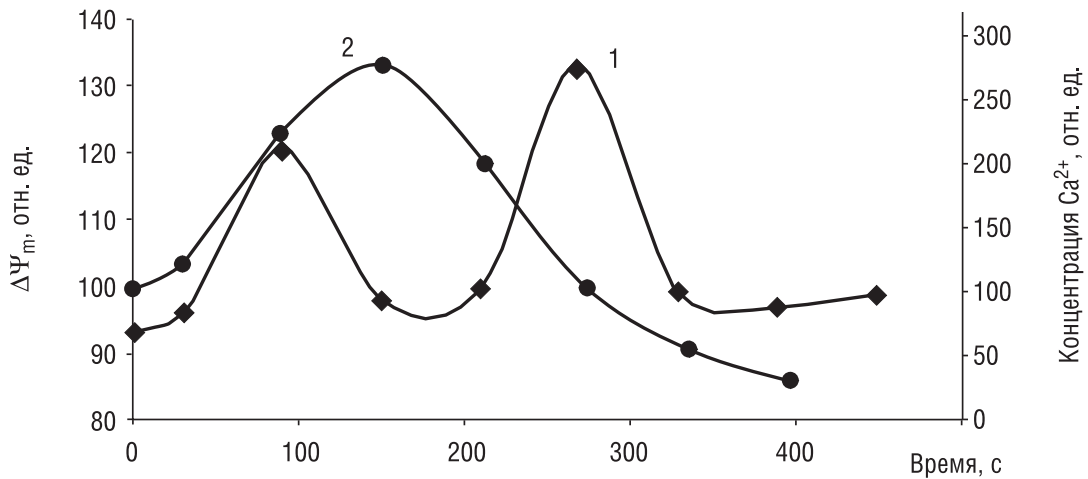


Рис. 2. Изменение концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  (1) в цитозоле и редокс-потенциала митохондрий  $\Delta\Psi_m$  (2) под действием лазерного излучения (длина волны 647 нм, 0,1 мВт/см<sup>2</sup>, экспозиция 15 с) на фибробласты крайней плоти человека (Alexandratou E. et al., 2002)

Важно, что внутриклеточные депо работают не только на высвобождение ионов, они вновь закачиваются в хранилище для следующего физиологического цикла, а не поступают извне, как полагали ранее некоторые специалисты [Breitbart H. et al., 1996; Colver G.B., Priestley G.C., 1989; Friedmann H., Lubart R., 1996; Lubart R. et al., 1997; Smith K.C., 1990; Webb C. et al., 1998].

Не существует корреляции между уровнем АТФ в клетках и транспортом  $\text{Ca}^{2+}$  извне, активация работы митохондрий осуществляется только за счёт ионов, высвобождаемых из внутриклеточных депо [Breitbart H. et al., 1990; Singh J.P. et al., 1983]. Во-вторых, удаление ионов кальция из сыворотки в эксперименте не задерживает увеличения их концентрации в анафазу клеточного цикла внутри клетки [Tombs R.M., Borisy G.G., 1989], т. е. активация клеточной пролиферации под действием НИЛИ вообще никак не связана с внеклеточным кальцием, мембранами, специфически зависимыми насосами и пр.

Уточняем, что наши комментарии о внутриклеточном кальции верны лишь частично. Так, освечивание НИЛИ регулирует иногда и работу  $\text{Ca}^{2+}$ -мембранных насосов, например, происходит изменение деформируемости мембран эритроцитов [Байбеков И.М. и др., 2005], повышение резистентности кардиомиоцитов [Lavi R. et al., 2003], высвобождение триглицеридов из адипоцитов [Москвин С.В. и др., 2012<sup>(1)</sup>; Montazeri K. et al., 2017]. Кстати,

при этом могут наблюдаться иные временные физиологические закономерности. Так что изучение механизмов БД НИЛИ продолжается, но обязательно и только в рамках концепции термодинамического регулирования, являющейся системной основой.

Для наглядности можно расположить механизмы БД НИЛИ в следующей последовательности. В результате освечивания НИЛИ внутри клетки возникает термодинамический («температурный») градиент → активация внутриклеточных депо кальция → высвобождение  $\text{Ca}^{2+}$  → волнообразное периодическое (максимумы 100 и 300 с) повышение концентрации ионов. После этого развивается каскад ответных реакций на всех уровнях биологической системы, от клеток до организма в целом: активация работы митохондрий, метаболических процессов и пролиферации, нормализация иммунной и сосудистой систем, включение в процесс ВНС и ЦНС, обезболивающее действие и др. (рис. 3) [Москвин С.В., 2003, 2008, 2014, 2016].



Рис. 3. Последовательность развития биологических эффектов после воздействия НИЛИ (механизмы биологического и терапевтического действия)

Данная концепция позволяет объяснить нелинейный характер зависимостей «ЭП – эффект» и «экспозиция – эффект» особенностями работы внутриклеточных депо кальция, а отсутствие спектра действия – множественностью и неспецифичностью их конформационных и энергетических состояний. Роль монохроматичности также понятна, за счёт большей спектральной плотности

мощности обеспечивается лучшая избирательность и больший температурный градиент<sup>1</sup>.

Повторимся, что сказанное выше имеет место только при неспецифическом запуске ответной реакции систем организма, поддерживающих гомеостаз. В то же время специфическое действие света, например, бактерицидное, – пример классической фотобиологии, когда неважна монохроматичность. Также не нужно оптимизировать мощность и экспозицию – чем они больше, тем выше результат.

В правильном понимании механизмов БД НИЛИ самое важное – это возможность разрабатывать и оптимизировать методики лазерной терапии, понимать принципы и условия эффективного применения метода.

Полученные впервые Т. Кару с соавт. (1994) и интерпретированные нами данные убедительно доказывают, что подобные закономерности являются результатом именно *термодинамических процессов*, происходящих при поглощении лазерного света внутриклеточными компонентами. Возникающий, условно говоря, локальный «нагрев» длится очень короткий промежуток времени –  $10^{-13}$ – $10^{-12}$  с, но этого вполне достаточно для весьма значительных подвижек – как непосредственно в акцепторе, так и в окружающих областях, – приводящих к существенным изменениям свойств молекул и запускающих индуцированные НИЛИ дальнейшие реакции.

Необходимо ещё раз подчеркнуть, что в качестве акцептора может выступать *любой* внутриклеточный компонент, поглощающий на выбранной длине волны. Например, вода, обладающая сплошным спектром поглощения.

Под «нагревом» не подразумевается изменение температуры в общепринятом, «бытовом» смысле, речь идёт о термодинамическом процессе из соответствующих разделов физики – термодинамики и квантовой электроники, описывающей изменение энергий и состояние колебательных уровней макромолекул [Москвин С.В., 2014, 2016]. Такую «температуру» нельзя измерить градусником или тепловизором, как пытались делать некоторые коллеги, и использовать в критике нашей теории как «отсутствие прямых экспериментальных доказательств локального внутриклеточного повышения температуры» [Улащик В.С., 2016]. Для понимания механизмов БД НИЛИ на разных этапах ответной реакции организма необходимы достаточно глубокие знания из слишком разных областей науки, что вызывает понятные трудности.

Выводы из нашей теории уже позволили качественно повысить эффективность методик лазерной терапии, их стабильность и воспроизводимость, чего уже вполне достаточно для её признания. Нет никаких разумных аргументов против термодинамического характера взаимодействия НИЛИ на клеточном уровне, иначе невозможно объяснить невероятно широкий и фактически не-

---

<sup>1</sup> Это не привычная температура на градуснике, хотя и измеряется в градусах, а физическая величина, позволяющая описывать термодинамическое взаимодействие, а в квантовой электронике вычислить энергию частиц, двигающихся по сложным траекториям, входящим в состав термодинамических систем.



прерывный спектр действия, а также другие закономерности, поэтому в части первичного механизма БД НИЛИ будем и далее придерживаться нашей концепции. Хотя никоим образом не отвергается необходимость дальнейшего развития и изучения данного вопроса.

Коротко об этапах развития ответной реакции на воздействие низкоинтенсивного лазерного света.

Известно, что при незначительных локальных термодинамических сдвигах, недостаточных для перевода молекулы в новое конформационное состояние, геометрия и конфигурация молекул могут сильно измениться. Структуру молекулы «ведёт», чему способствует возможность поворотов вокруг одинарных связей главной цепи, не очень строгие требования, предъявляемые к линейности водородных связей и т. д., что решительным образом влияет на их функционирование [Гудвин Б., 1966]. Способность к направленным конформационным изменениям, к их движению под влиянием локальных термодинамических сдвигов есть отличительная особенность макромолекул, и такие релаксационные изменения вполне могут быть вызваны лазерным светом «терапевтической» мощности, без малейшего нагрева [Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>].

Функционирование большинства внутриклеточных компонентов тесно связано не только с характером их конформаций, но главное, с их конформационной подвижностью, зависящей от присутствия воды. Вследствие гидрофобных взаимодействий вода существует не только в виде объёмной фазы свободного растворителя (цитозоля), но также в виде связанной воды (цитогеля), состояние которой зависит от природы и мест локализации белковых групп, с которыми она взаимодействует. Время жизни слабосвязанных молекул воды в такой гидратной оболочке невелико ( $t \sim 10^{-12} \dots 10^{-11}$  с), но около центра оно намного больше ( $t \sim 10^{-6}$  с). В целом около поверхности белка может удерживаться устойчиво несколько слоёв воды. Небольшие изменения в количестве и состоянии относительно небольшой фракции молекул воды, образующих гидратный слой макромолекулы, приводят к резким изменениям термодинамических и релаксационных параметров всего раствора в целом [Рубин А.Б., 1987].

Объяснение первичного механизма БД НИЛИ с позиции термодинамики позволяет понять, почему эффект достигается при воздействии именно *лазерным* светом, наиболее важным свойством которого является монохроматичность. Если ширина спектральной линии будет превышать 20–30 нм, т. е. соизмерима с полосой поглощения макромолекулы, то свет инициирует колебание *всех* энергетических уровней, и произойдёт «нагрев» *всей* молекулы лишь на сотые доли градусов. Тогда как НИЛИ с минимальной шириной спектральной линии (менее 1 нм) вызовет так необходимый для полноценного эффекта термодинамический *градиент* уже в десятки градусов. Световая энергия, условно говоря, выделится на *локальном участке* макромолекулы, вызывая термодинамические изменения, увеличение числа колебательных уровней с большей энергией и запуск физиологического отклика. Приводим аналогию: при концентрации увеличительным стеклом солнечного света на

точку можно поджечь бумагу, тогда как при освещивании светом всей её поверхности наблюдается лишь выделение небольшого тепла.

Следствием фотоиндуцированного «поведения» макромолекул является высвобождение ионов  $\text{Ca}^{2+}$  из кальциевого депо в цитозоль, с распространением по клеткам и между ними. И это является главным, ключевым моментом первичного этапа развития НИЛИ-индуцированного физиологического отклика, тот самый системообразующий фактор. Именно распространение волн повышенной концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  вследствие поглощения энергии фотонов можно определить как первичный механизм БД НИЛИ, единый и общий.

Первым возможное участие ионов кальция в НИЛИ-индуцированных эффектах предположил ещё Н.Ф. Гамалея (1972), что позднее многократно было подтверждено. Однако во всех исследованиях вариации кальция описывались лишь в совокупности с другими, и только нами впервые было показано, что увеличение концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в цитозоле является именно *основным, первичным, базовым механизмом*, запускающим вторичные НИЛИ-индуцированные физиологические процессы на самых различных уровнях, а также замечено, что *все* они также  *$\text{Ca}^{2+}$ -зависимые* [Москвин С.В., 2003].

Напомним ещё некоторые свойства этих ионов.

1. Кальций в основном находится в связанном состоянии как в клетках (99,9%), так и в крови (70%) [Марри Р. и др., 2009], т. е. принципиально существует возможность значительного увеличения концентрации свободных ионов. Во всех клетках имеются специализированные внутриклеточные депо (сарко- или эндоплазматический ретикулум) для хранения кальция. При этом внутриклеточная концентрация других ионов и ионных комплексов регулируется исключительно трансмембранными ионными потоками.
2. Необычайно много  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимых физиологических процессов: нейромышечное возбуждение, свёртывание крови, процессы секреции, поддержание целостности и деформируемости мембран, трансмембранный транспорт, многочисленные ферментативные реакции, высвобождение гормонов и нейромедиаторов и многое другое [Греннер Д., 1993].
3. Внутриклеточная концентрация  $\text{Ca}^{2+}$  чрезвычайно мала –  $5 \cdot 10^{-8}$ – $10^{-7}$  М/л, поэтому высвобождение даже небольшого абсолютного количества этих ионов из связанного состояния приводит к существенному относительному повышению концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в цитозоле [Смолянинова Н.К. и др., 1990].
4. Стимуляция светом вызывает  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимое изменение митохондриального мембранного потенциала, повышение внутриклеточной рН, уровня цАМФ, что приводит к стимуляции пролиферации и увеличению продукции АТФ [Daniolos A. et al., 1990; Schaffer M. et al., 1997].
5. Известно, что поддержание гомеостаза в значительной степени обеспечивается именно через влияние ионов кальция на энергетические процессы, а в качестве регуляторов выступают система циклических нуклеотидов и  $\text{Ca}^{2+}$ -связывающие белки: кальбиндин, кальретинин,

парвальбумин и эффекторы, такие как тропонин С, СаМ, синаптотагмин, белки S100 и аннексины, которые отвечают за активацию  $\text{Ca}^{2+}$ -чувствительных процессов в клетках [Меерсон Ф.З., 1984; John L.M. et al., 2001; Palecek J. et al., 1999].

6. Наличие различных колебательных контуров изменений концентраций активных внутриклеточных веществ тесно связано с динамикой высвобождения и регулирования содержания ионов  $\text{Ca}^{2+}$ , локальное повышение концентрации которых не заканчивается равномерным диффузным распределением в цитозоле или включением механизмов закачивания излишков во внутриклеточные депо, а *сопровождается распространением волн повышенной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  внутри клетки*, инициируя многочисленные  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимые процессы [Tsien R.Y., Poenie M., 1986]. Ионы кальция, высвобождаемые одним кластером специализированных канальцев, диффундируют к соседним и активируют их, такой механизм скачкообразного распространения позволяет начальному местному сигналу запустить глобальные колебания концентраций  $\text{Ca}^{2+}$  [Berridge M.J. et al., 2000].
7. Иногда волны  $\text{Ca}^{2+}$  очень ограничены в пространстве, например, в амакриновых клетках сетчатки, в которых местные сигналы с дендритов используются для расчёта направления движения [Euler T. et al., 2002]. Вдобавок к внутриклеточным волнам информация может распространяться от клетки к клетке посредством межклеточных волн, как это было описано для эндокринных клеток [Fauquier T. et al., 2001], гастролы позвоночных [Wallingford J.B. et al., 2001] и интактной перфузируемой печени [Robb-Gaspers L.D., Thomas A.P., 1995]. В некоторых случаях межклеточные волны могут переходить с одного типа клеток на другие, как это бывает в эндотелиальных клетках и клетках гладкой мускулатуры [Yashiro Y., Duling B.R., 2000]. Факт распространения волн  $\text{Ca}^{2+}$  очень важен, например, для объяснения механизма генерализации лазерного воздействия, например, при заживлении значительной по размеру раны при локальном воздействии.

Итак, что же происходит после того, как волны повышенной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  стали распространяться под влиянием НИЛИ в цитозоле клетки и между группами клеток на тканевом уровне?

Для ответа на этот вопрос достаточно перечислить изменения, которые вызывает НИЛИ на уровне организма. Лазерная терапия получила широкое распространение практически во всех областях медицины именно благодаря тому, что НИЛИ инициирует самые разнообразные биохимические и физиологические отклики, которые представляют собой комплекс адаптационных и компенсационных реакций, возникающих в результате реализации первичных эффектов в тканях, органах и целостном живом организме и направленных на его восстановление:

- 1) активизация метаболизма клеток;
- 2) повышение функциональной активности и трофического обеспечения тканей;



- 3) стимуляция репаративных процессов;
- 4) противовоспалительное действие;
- 5) активизация микроциркуляции крови и центральной гемодинамики;
- 6) иммуномодулирующее действие;
- 7) активация работы лимфатической системы;
- 8) активация нейроэндокринной системы;
- 9) обезболивание;
- 10) рефлексогенное действие;
- 11) активация центральной и периферической нервной системы.

Необходимо обратить внимание на два важнейших момента.

Во-первых, почти в каждом из перечисленных пунктов априори задана однонаправленность влияния НИЛИ (стимуляция, активация и пр.). Это не совсем так, лазерный свет может вызывать прямо противоположные эффекты, что хорошо известно из клинической практики. Во-вторых, эти процессы при внимательном рассмотрении –  $Ca^{2+}$ -зависимые!

Попробуем разобраться, как именно происходят представленные физиологические изменения, приведя в качестве примера лишь небольшую часть известных путей их регулирования.

*Активизация метаболизма клеток* и повышение их функциональной активности происходят вследствие  $Ca^{2+}$ -зависимого повышения редокс-потенциала митохондрий, их функциональной активности и синтеза АТФ [Filippin L. et al., 2003; Schaffer M. et al., 1997].

*Репаративные процессы* на самых различных уровнях. Кроме активизации работы митохондрий при повышении концентрации ионов  $Ca^{2+}$  активируются протеинкиназы, принимающие участие в образовании мРНК [Watman N.P. et al., 1988]. Также ионы  $Ca^{2+}$  являются аллостерическими ингибиторами мембранно-связанной тиоредоксинредуктазы – фермента, контролирующего сложный процесс синтеза пуриновых дезоксирибонуклеотидов в период активного синтеза ДНК и деления клеток [Родуэлл В., 1993]. В физиологии раневого процесса, кроме того, активно участвует основной фактор роста фибробластов (bFGF), синтез и активность которого зависят от концентрации  $Ca^{2+}$  [Abdel-Naser M.B., 1999].

*Противовоспалительное действие* НИЛИ и его влияние на микроциркуляцию обусловлены, в частности,  $Ca^{2+}$ -зависимым высвобождением медиаторов воспаления, таких как цитокины [Uhlén P. et al., 2000], а также выделение клетками оксида азота (NO) – предшественника эндотелиального фактора расслабления стенок сосудов (EDRF) и основного вазодилататора [Murrey R.K. et al., 1996].

Поскольку экзоцитоз является  $Ca^{2+}$ -зависимым [Carafoli E. et al., 2001], в частности высвобождение нейромедиаторов из синаптических везикул [Palecek J. et al., 1999], а ионы  $Ca^{2+}$  являются внутриклеточным посредником действия ряда гормонов, в первую очередь медиаторов ЦНС и ВНС [Греннер Д., 1993], то процесс нейрогуморальной регуляции можно регулировать лазерным светом.

Взаимодействие нейроэндокринной и иммунной систем изучается всё более активно, так, установлено, что цитокины ИЛ-1 и ИЛ-6 действуют в обоих направлениях, играя роль модуляторов взаимодействия этих двух систем [Ройт А. и др., 2000]. НИЛИ может влиять на иммунитет как непосредственно через освечивание иммунокомпетентных клеток, так и опосредованно, через нейроэндокринную регуляцию [Москвин С.В., Рыжова Т.В., 2020; Москвин С.В., Стражев С.В., 2020]. К числу ранних пусковых моментов бласттрансформации лимфоцитов относится кратковременное повышение внутриклеточной концентрации ионов  $Ca^{2+}$ , активирующее протеинкиназу, принимающую участие в образовании мРНК [Watman N.P. et al., 1988], что, в свою очередь, является ключевым моментом лазерной активации Т-лимфоцитов [Мантейфель В.М., Кару Т.Й., 1999]. Воздействие НИЛИ на клетки фибробластов приводит также к повышенной генерации внутриклеточного эндогенного  $\gamma$ -интерферона, что также реализуется через  $Ca^{2+}$ -зависимые механизмы [Adachi Y. et al., 1999; Rosenspire A.J. et al., 2000].

Кроме физиологических реакций, описанных выше, для понимания картины в целом необходимо также знать, каким образом НИЛИ может влиять на механизмы нейрогуморальной регуляции. Лазерный свет рассматривается как *неспецифический фактор*, действие которого направлено не против возбудителя или симптомов болезни, а на повышение сопротивляемости (жизненности) организма. Другими словами, это биорегулятор как клеточной биохимической активности, так и физиологических функций организма в целом – нейроэндокринной, эндокринной, сосудистой и иммунной систем.

Многочисленные данные научных исследований позволяют с полной уверенностью говорить о том, что лазерный свет не является основным терапевтическим агентом, как на локальном участке, так и на уровне организма в целом, но устраняет дисбаланс, мешающий саногенетической функции. Изменения под влиянием лазерного света физиологии тканей происходят как в сторону усиления, так и угнетения и зависят в основном от исходного состояния организма и параметров методики лазерного освечивания (ЛО), приводя в итоге к затуханию процессов патологического характера, нормализации физиологических реакций и восстановлению регулирующих функций. Лазерная терапия при правильном применении позволяет восстановить нарушенное системное равновесие [Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>; Скупченко В.В., 1991].

Объяснить генерализацию эффекта во многом позволяет предложенный В.В. Скупченко (1991) механизм взаимодействия ЦНС и ВНС (центральной и вегетативной нервной систем), третьего уровня реагирования организма на воздействие НИЛИ, подключение высшего звена регулирования.

На основе анализа многочисленных данных научных исследований была предложена модель единой регулирующей и поддерживающей гомеостаз системы, названной нейродинамическим генератором (НДГ), основная идея которой заключается в том, что дофаминергический отдел ЦНС и симпатический отдел ВНС, объединённые в единую структуру, названную В.В. Скупченко

(1991) фазическим моторно-вегетативным (ФМВ) системокомплексом, тесно связаны с другой, зеркально *взаимосодержащей* (термин П.К. Анохина) структурой – тоническим моторно-вегетативным (ТМВ) системокомплексом [Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>; Скупченко В.В., 1991]. Такой регулятор функционирует не столько как рефлекторный механизм, а в большей степени в виде спонтанного нейродинамического генератора, перестраивающего свою работу по принципу самоорганизующихся систем.

Такой механизм, обладая определённой нейродинамической подвижностью, не только способен обеспечивать непрерывно меняющуюся адаптивную настройку регуляции всей гаммы энергетических, пластических и метаболических процессов, что первым предположил и блестяще доказал В.В. Скупченко (1991), но управляет, по сути, всей иерархией регулирующих систем от клеточного уровня до ЦНС, включая эндокринные и иммунологические перестройки [Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>]. В клинической практике первые положительные результаты подобного подхода к механизму нейрогуморальной регуляции были получены в неврологии и коррекции раневого процесса [Скупченко В.В., Маховская Т.Г., 1993; Скупченко В.В., Милудин Е.С., 1994].

Изначально термины «фазический» и «тонический» возникли из названий соответствующих типов мышечных волокон (быстрые и медленные), т. к. впервые механизм взаимодействия нервных систем был предложен для объяснения патогенеза дискинезий. Понятно, что данная терминология далеко не отражает всей значимости НДГ, его значительной роли в регуляции многочисленных физиологических процессов на уровне организма, но мы решили её сохранить.

На рис. 4 представлена общая схема, демонстрирующая концепцию НДГ как универсального регулятора гомеостаза, разумеется, в «статическом», если так можно выразиться, состоянии. Основная идея – показать единство всех регулирующих систем как точки опоры, вокруг которой строится методология терапии [Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>].

Схема достаточно условна, что подчёркивается представлением НИЛИ как единственного метода регулирования нейродинамического состояния. В данном случае мы лишь демонстрируем способность одного и того же лечебного эффекта в зависимости от параметров методики вызывать разнонаправленное действие, хотя это является свойством если не всех, то большинства неспецифических методов биомодуляции. Нам же именно лазерный свет представляется наиболее универсальным лечебным фактором, далеко выходящим за рамки просто одного из физиотерапевтических методов.

Предложенная нейродинамическая модель поддержания гомеостаза позволяет по-новому оценить системные механизмы медиаторного и вегетативного регулирования. Вся совокупность нейродинамических, нейротрансмиттерных, иммунологических, нейроэндокринных, метаболических и т. д. процессов реагирует как единое целое. Когда меняется на организменном уровне вегетативный баланс, нейродинамическая перестройка охватывает весь комплекс

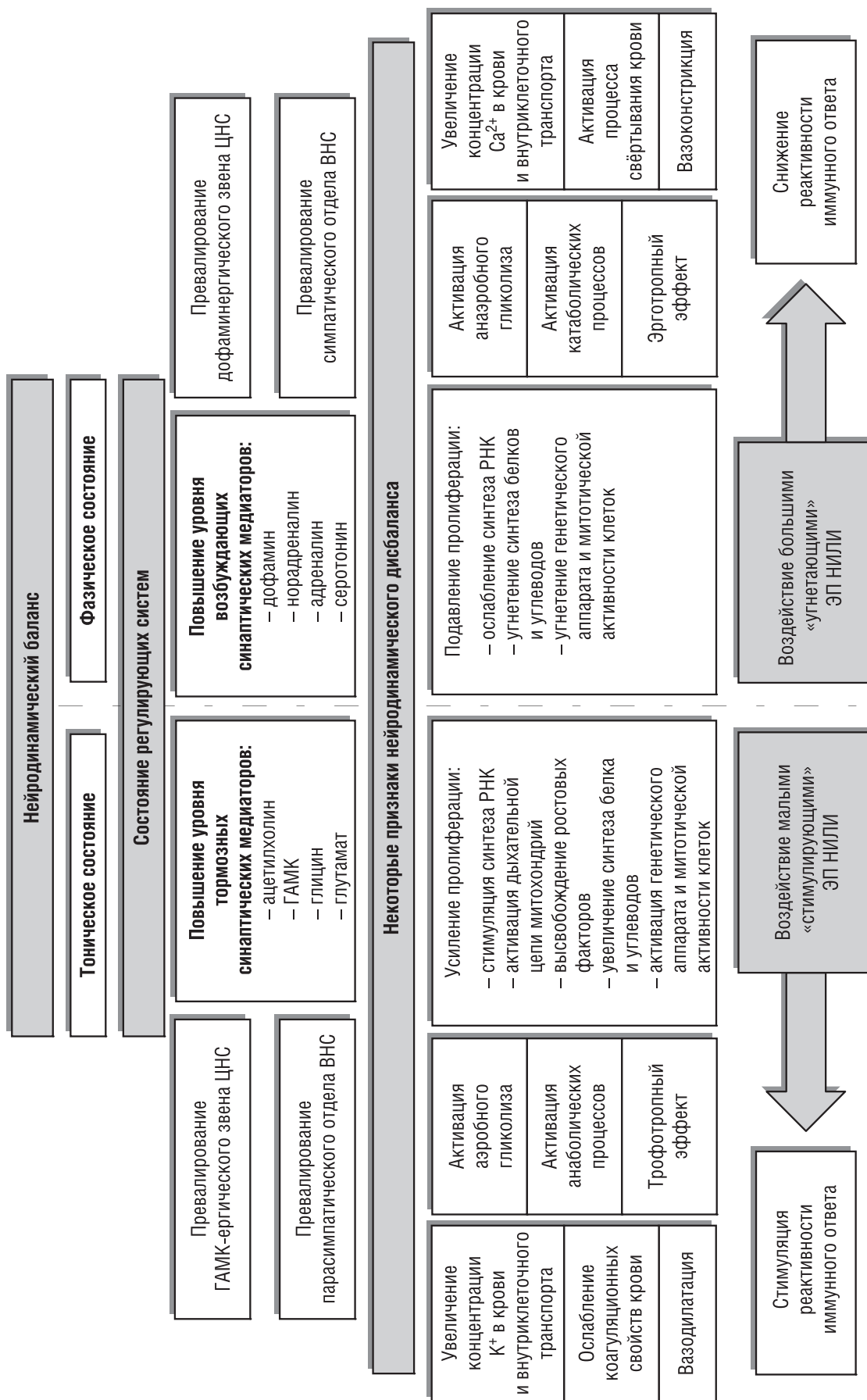


Рис. 4. Схематичное изображение концепции нейродинамического регулирования гомеостаза низкоинтенсивным лазерным светом

иерархически организованной системы внутренней регуляции. Ещё более впечатляет, когда локальное изменение гомеостаза на клеточном уровне вызывает также реакцию всего нейродинамического генератора, в большей или меньшей степени задействуя многочисленные его уровни [Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>].

За последние годы в зарубежных неврологических журналах лавинообразно увеличилось количество публикаций, посвящённых изучению этого вопроса во многих аспектах. Нам же требуется проанализировать общие закономерности, связанные с реакцией организма на внешнее воздействие, некоторые из них уже известны и активно используются для повышения эффективности прогнозирования результатов лазерной терапии.

В первую очередь обращаем внимание на необходимость использования в отношении БД НИЛИИ терминов «регуляция» и «модуляция», а не «активация» или «стимуляция», так как теперь совершенно понятно, что лазерный свет не является однонаправленным фактором влияния, возможен сдвиг гомеостаза в любую сторону. Это чрезвычайно важно для выбора параметров терапевтического воздействия, проводимого с учётом оценки исходного состояния организма и обоснования методики ЛТ с точки зрения этиологии и патогенеза заболевания.

В норме происходят постоянные переходы из фазического в тоническое состояние и обратно, стресс вызывает включение фазических (адренергических) механизмов регуляции, что подробно описано в работах Г. Селье (1960) как общий адаптационный синдром. При этом в ответ на превалирование дофаминергического влияния запускаются тонические (ГАМК-ергические, холинергические) механизмы регулирования. Кстати, последнее обстоятельство осталось за рамками теории стресса, а является, по сути, важнейшим моментом, объясняющим принцип саморегулирующей роли НДГ – две системы, *взаимосодествуя*, сами восстанавливают нарушенный баланс.

Многие заболевания обусловлены устойчивым превалированием одного из состояний НДГ, при длительном, нескомпенсированном влиянии патогенного фактора происходит сбой в работе регулятора и патологическая фиксация его в одном из состояний: в фазической, что бывает чаще, или в тонической фазе, как бы переходя в режим готовности к ответу на раздражение, одновременно влияя практически на все регулирующие физиологические процессы. Таким образом, стресс или постоянное нервное напряжение могут сместить гомеостаз и патологически зафиксировать его либо в фазическом, либо в тоническом состоянии, что и вызывает развитие соответствующих заболеваний. В данной ситуации лечение должно быть в первую очередь направлено на коррекцию нейродинамического гомеостаза, реализация концепции «лечить не болезнь, а больного». Сочетание нескольких обстоятельств – наследственная предрасположенность, определённый конституциональный тип, различные экзогенные и эндогенные факторы и др. – обуславливает развитие какой-либо *конкретной* патологии у *конкретного* индивидуума, но именно устойчивое превалирование одного из состояний НДГ является *истинной причиной заболевания*.



Не только ЦНС и ВНС «сверху» регулируют многочисленные физиологические процессы, но также и «снизу» можно обеспечить *системные* сдвиги. Локально действующий внешний фактор, например, лазерный свет, позволяет запускать каскад ответных реакций, включая НДГ, устраняя дисбаланс на всех уровнях. Поэтому при генерализованных формах заболевания проводят освечивание не больших площадей, а локально, точечно и обязательно симметрично.

Теперь становится понятной возможность разнонаправленного влияния в зависимости от энергетических и спектральных параметров НИЛИ, а также методики ЛТ – возможна как стимуляция, так и угнетение физиологических процессов, например, пролиферации и заживления раны. Об этом специалистам было известно уже на ранних этапах применения лазерной терапии [Крюк А.С. и др., 1986; Friedmann H., Lubart R., 1992; Friedmann H. et al., 1991; Wheeland R.G., 1993].

Чаще всего в методиках используются минимальные, так называемые стимулирующие энергетические параметры лазерного воздействия, но иногда в клинической практике требуются именно предельно высокие мощности НИЛИ, ингибирующее какие-то процессы. Например, при псориазе многократно повышена пролиферация кератиноцитов, данное заболевание типично для тонического состояния, при котором активизируются пластические процессы. Понятно, что минимальные ЭП НИЛИ, стимулирующие пролиферацию, в данном случае неуместны. Необходимо воздействовать сверхбольшими мощностями при минимальной площади зоны освечивания с целью подавления избыточного деления клеток. Сделанные на основании такой модели выводы блестяще подтвердились на практике при разработке эффективных методик лечения больных псориазом [Пат. 2562316 RU], атопическим дерматитом [Пат. 2562317 RU], витилиго [Адашева О.В., Москвин С.В., 2003; Москвин С.В., 2003], болезнью Пейрони [Иванченко Л.П. и др., 2003, 2009].

Теперь, когда представлена достаточно полная картина механизмов БД НИЛИ, легко получить ответ на некоторые вопросы, объясняя известные закономерности.

*Например, чем объяснить бифазный характер БД НИЛИ?*

При увеличении поглощённой энергии растёт и температурный градиент, вызывая высвобождение большего числа ионов  $\text{Ca}^{2+}$ , но как только их концентрация в цитозоле начинает превышать физиологически допустимый максимальный уровень, включаются механизмы закачивания кальция в соответствующие депо.

*Почему в импульсном режиме эффект намного выше при средней мощности и в 100–1000 раз меньше, чем при непрерывном режиме излучения?*

Время термодинамической релаксации макромолекул ( $10^{-12}$  с) значительно меньше длительности светового импульса ( $10^{-7}$  с), и очень короткий в нашем понимании световой импульс мощностью в ватты оказывает значительно боль-

шее влияние на состояние локального термодинамического равновесия, чем непрерывное излучение в единицы милливатт.

*Эффективно ли применение лазерных источников с двумя различными длинами волн?*

Безусловно, да! Различные длины волн вызывают высвобождение  $\text{Ca}^{2+}$  из разных внутриклеточных депо, обеспечивая потенциально выше концентрацию ионов, следовательно, лучший эффект. Но важно понимать, что **НЕ ДОПУСКАЕТСЯ** одновременное освечивание НИЛИ с разной длиной волны, воздействие должно быть разнесено во времени или пространстве. Например, на рану 100 с – первое освечивание ( $\lambda = 635$  нм), 100 с – перерыв, 100 с – второе освечивание ( $\lambda = 904$  нм), т. е. с учётом биоритмов волн повышения концентрации ионов кальция.

Итак, применение системного анализа позволило разработать универсальную, единую теорию механизмов биомодулирующего действия низкоинтенсивного лазерного света. В качестве первичного фактора выступают локальные термодинамические сдвиги, вызывающие цепь изменений  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимых физиологических реакций, как на клеточном уровне, так и организма в целом. Причём направленность этих реакций может быть различна, что определяется параметрами методики воздействия, а также исходным состоянием организма (биологической системы).

Разработанная нами концепция позволяет не только объяснить практически все уже имеющиеся научные факты, но также прогнозировать результаты влияния лазерного освечивания на физиологические процессы и понимать способы повышения эффективности лазерной терапии.

# ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ И ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

Общие условия обеспечения лазерной безопасности основаны на многолетних фундаментальных исследованиях [Экспериментальное обоснование..., 1988; Sliney D.H., Wolbarsht M.L., 1980], на них же базируются все ныне действующие нормативы, требования которых необходимо соблюдать. Целью этой главы является не пересказ первоисточников, хотя их доступность иногда оставляет желать лучшего, но акцентирование внимания на особо важных моментах, касающихся безопасного и эффективного применения лазерной медицинской техники.

## **Необходимо ли получение лицензии на трансфизиологию для проведения ВЛОК?**

Этот вопрос задают часто в связи с высокой востребованностью метода и одновременно определёнными сложностями его внедрения в клиническую практику. Во-первых, вводит в заблуждение наличие двух шифров медицинской услуги «лазерная терапия» (приказ МЗ РФ № 804н от 13.10.2017) – А18.05.019 «Низкоинтенсивная лазеротерапия (внутривенное облучение крови<sup>1</sup>)» и А22.13.001 «Лазерное облучение крови». Во-вторых, существует качественная разница в оплате через фонды ОМС идентичных, по сути, услуг (во втором случае возможны различные варианты, в т. ч. и внутривенный способ).

Например, тарифы ОМС в 2022 году по Москве и МО за лазерное внутривенное облучение крови (ВЛОК) – 489,47 руб. (шифр 49020), а для наружного варианта местного воздействия на одно поле – всего 34,34 руб. (шифр 50009).

Регулирующие госорганы встают на сторону ОМС (об этом подробно рассказывается в Т. 1 серии «Эффективная лазерная терапия») [Москвин С.В., 2016], и желающим получить государственное финансирование придётся иметь соответствующую лицензию. Медцентрам вне системы ОМС она не нужна.

При включении в перечень услуги, оказываемой медцентром, с шифром А22.13.001 (приказ МЗ РФ № 804н от 13.10.2017) необходимо иметь лицензию на физиотерапию.

---

<sup>1</sup> Термины нормативных документов сохранены, их необходимо использовать в «бумагах», а при общении с пациентами лучше «освечивать».



## Лазерная терапевтическая аппаратура

Максимальную универсальность и эффективность позволяют обеспечить следующие технические возможности аппаратов для лазерной терапии [Москвин С.В., 2003<sup>(1)</sup>, 2014, 2016].

1. Достоверный и постоянный контроль всех параметров методики лазерного воздействия, необходимых для воспроизводимого и эффективного лечения. Индикация значений частоты, экспозиции и мощности, а также возможность варьирования этими параметрами обязательно должны быть на базовом блоке. Отметим, что как отсутствие необходимой индикации, так и наличие избыточной информации, например, расчёт «дозы», не позволяет эффективно и безопасно применять аппараты лазерной терапии.
2. Наличие лазерных излучающих головок, работающих в нескольких спектральных диапазонах, в непрерывном, модулированном и импульсном режимах, необходимо для реализации всех методик лазерной терапии. В настоящее время наиболее распространены около 30 видов лазерных излучающих головок трёх основных типов: с одним лазером, матричные и для ВЛОК. Чаще всего используют 7 длин волн НИЛИ: 365, 405, 445, 525, 635, 780 и 904 нм.
3. Возможность внешней модуляции НИЛИ (режим БИО, многочастотный и др.) обеспечивает лучшую синхронизацию с биологическими ритмами, повышая тем самым более высокую эффективность лечения с максимальной длительностью ремиссии.
4. Оптические насадки необходимы для эффективной реализации полостных процедур, лазерной акупунктуры, ВЛОК и др., основная их задача – с минимальными потерями доставить энергию лазерного света к патологическому очагу и формировать оптимальный размер светового пятна.

### **Блочный принцип построения лазерных терапевтических аппаратов**

Задачи максимальной универсальности и одновременно максимально высокой эффективности позволяет решать предложенная нами в начале 90-х годов прошлого века концепция блочного принципа построения лазерной терапевтической аппаратуры, в соответствии с которой её условно разделяют на четыре совмещаемые части (рис. 5) [Москвин С.В., 2003<sup>(1)</sup>].

*Базовый блок (ББ)* – основа каждого комплекта – представляет собой блок питания и управления, который выполняет следующие функции: задание режимов излучения с обязательным контролем параметров – частота, время процедуры (экспозиция), средняя и импульсная мощность излучения. Контроль параметров не только страхует от ошибок при выборе исходных значений, но

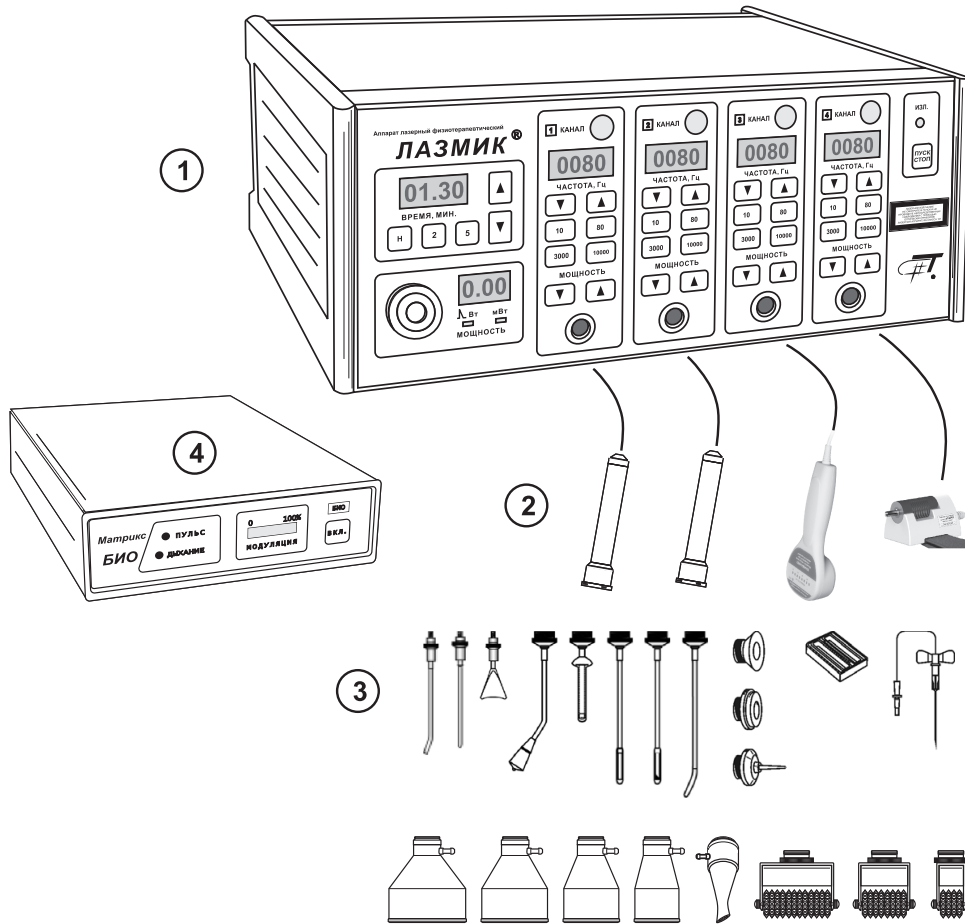


Рис. 5. Блочный принцип построения лазерной терапевтической аппаратуры на примере серий аппаратов «Матрикс» и «Лазмик»: 1 – базовый блок (чаще всего 2- и 4-канальный); 2 – лазерные излучающие головки для различных методик ЛТ; 3 – оптические и магнитные насадки; 4 – блок биоуправления «Матрикс-БИО»

и обеспечивает возможность варьирования режимами воздействия в широком диапазоне, что, в свою очередь, позволяет специалистам совершенствовать методологию и искать оптимальные варианты лечения.

К базовому блоку подключаются различные излучающие головки с требуемыми для реализации выбранной методики насадками. В современных аппаратах обязательно присутствует возможность внешней модуляции мощности излучения головок, например, собственными биоритмами пациента, или многочастотный режим.

Основные принципы блочного построения в настоящее время наилучшим образом реализованы в современных аппаратах серий «Матрикс» и «Лазмик», которые не только максимально эффективные, удачно сочетаются с другими физиотерапевтическими аппаратами, но также имеют современный дизайн, позволяющий успешно работать с ними в самых лучших медицинских центрах мира. Кроме того, на их основе создаются специализированные высокоэффективные лазерные терапевтические комплексы, такие как «Уролог», «Стоматолог», «Косметолог» и др.

Достоверная информация о параметрах НИЛИ чрезвычайно важна для обоснованности и воспроизводимости методик ЛТ, что обеспечивает наиболее качественное и эффективное лечение. Также это необходимо и для решения вопросов безопасности пациента и врача, требуется обеспечить обязательный контроль следующих параметров:

- длина волны лазерного излучения (гарантируется предприятием-изготовителем, указывается в документации и специальной маркировкой на излучающих головках);
- мощность излучения (средняя и импульсная, для соответствующих типов лазеров), измеряется с помощью фотометра, встроенного в аппарат;
- время процедуры (экспозиция), задаётся и контролируется на базовом блоке;
- частота (модуляции – для непрерывных лазеров, работающих в модулированном режиме, или повторения импульсов – для импульсных лазеров), задаётся и контролируется на базовом блоке.

Такой важный параметр любой методики, как площадь освечивания, давно уже обеспечивается техническими средствами, конструкцией лазерных излучающих головок и насадок. Не надо ничего измерять. Подробная информация о них представлена на сайте компании <https://www.matrixmed.ru/>.

В этом аспекте наиболее важным является определение пары «насадка-головка» для максимально эффективной реализации выбранной методики лазерной терапии. Например, для ВЛОК подходят только лазерные излучающие головки типа КЛ-ВЛОК, а для НЛОК не только МЛ-635-40 (наиболее эффективные), но и некоторые другие (сверху вниз расположены по мере снижения уровня рекомендации):

- матричные с ИК ( $\lambda = 904$  нм) импульсными лазерами, МЛ-904-80, рекомендуется использовать с насадкой ПМН;
- с одним красным ( $\lambda = 635$  нм) импульсным лазером, ЛО-635-5 или ЛОК2, обязательно с зеркальными насадками ЗН-35 или ЗН-50;
- с одним ИК ( $\lambda = 904$  нм) импульсным лазером, ЛО-904-15 и мощнее, обязательно с зеркальными насадками ЗН-35 или ЗН-50;
- непрерывные красные лазеры типа КЛО-635-50 (НЛОК) – наименее эффективные, хотя по привычке достаточно часто используют.

Непрерывные ИК ( $\lambda = 700-900$  нм) лазеры не подходят для НЛОК, даже в теории. Вообще при воздействии в проекции внутренних органов, в том числе на сосуды или суставы, необходимо использовать ТОЛЬКО импульсные лазеры!

Для лазерной акупунктуры используется лазерная излучающая головка КЛО-635-5 (длина волны 635 нм, непрерывный или модулированный режим, мощность 5 мВт) с акупунктурной насадкой А-3, но можно взять и более мощную головку КЛО-635-15, тогда необходимо уменьшить мощность на выходе насадки (с обязательным контролем с помощью встроенного в ББ фотометра).

Научно-исследовательским центром «Матрикс» впервые в мире разработаны импульсные красные ( $\lambda = 635$  нм) лазерные диоды, показавшие наибольшую эффективность в методике неинвазивного лазерного осветивания крови (НЛОК), и не только. Освоено производство лазерных излучающих головок с длиной волны излучения 525 нм и мощностью до 50 мВт, специально для лазерно-вакуумного массажа, и ВЛОК-525 – нового, более эффективного варианта методики.

Ранее большинство специалистов применяли лазерный свет как лечебный фактор, задействовав только те лазеры, которые имелись в их распоряжении, не реализуя в полной мере все уникальные возможности метода. Многолетняя совместная работа учёных, инженеров и врачей позволила создать уникальную специализированную современную техническую базу. Параметры современных лазерных терапевтических аппаратов, лазерных излучающих головок и насадок к ним представлены на сайте компании <https://www.matrixmed.ru/>.

К одному базовому блоку могут быть подключены одна, две и более излучающих головок, но чаще всего аппараты выпускаются в 2-канальном и 4-канальном вариантах исполнения. В аппаратах серии ЛАЗМИК® есть также вариант с одним лазерным и одним вакуумным каналом. Появление 4-канального ББ связано с тем, что в арсенале специалиста должно быть как минимум 3–4 излучающие головки, каждая из которых предназначена для реализации своего метода воздействия. В зависимости от наличия того или иного варианта исполнения можно механически подключать необходимые головки к разъёму – для 2-канального блока, или выбирать нужный канал нажатием соответствующей кнопки, как в 4-канальном варианте ББ, при этом головки остаются постоянно подключёнными к аппарату. В предыдущих поколениях ББ процесс выбора нужной лазерной головки был сопряжён с существенными трудностями, резко снижалась надёжность разъёма при постоянной смене головок. Аппараты серии ЛАЗМИК® лишены этого недостатка, имеют чрезвычайно удобный и сверхнадёжный разъём TRS 6.35 mm stereo, что обуславливает большую популярность портативных и лёгких 2-канальных блоков.

В профессиональной медицинской практике 1-канальные варианты ББ почти не применяются. Только для ВЛОК, поскольку в данном случае действует обязательное правило «один пациент – одна вена – одна лазерная головка». Впрочем, теперь даже такие аппараты уже выпускаются в 2-канальном исполнении (Лазмик-ВЛОК), что вызвано успехом комбинированной методик ВЛОК-635 + ЛУФОК® и ВЛОК-525 + ЛУФОК®. Наличие в комплекте двух и более лазерных излучающих головок для ВЛОК сейчас уже норма.

Два независимых канала ББ необходимы, когда требуется одновременное воздействие двумя лазерными излучающими головками на две зоны (паравертебрально, на проекцию кровеносных и лимфатических сосудов, на суставы с двух сторон и т. д.). Кроме того, одновременное, а не последовательное осветивание разных областей значительно сокращает время процедуры.

В последние годы в медицинских центрах нередко можно встретить рядом с одним базовым блоком по 5–7 и более излучающих головок. И это чаще всего оправдано для эффективной реализации методик лазерной терапии.

Аппараты серии «Матрикс» также модернизированы и теперь используют специальные разъёмы TRS 6.35 mm stereo, изготовленные по уникальной 3-проводной технологии ЛАЗМИК<sup>®</sup>, которые не только исключительно удобны, но и максимально надёжны. Таким образом, основное отличие аппаратов серии ЛАЗМИК<sup>®</sup> в предельно возможном значении частоты 10 000 Гц, тогда как у всех лазерных терапевтических аппаратов предыдущего поколения максимальная частота для импульсных лазеров составляла 3000–5000 Гц, не более.

Для внешней модуляции лазерного излучения синхронизировано с индивидуальными биоритмами пациента применяется внешний блок модуляции «Матрикс-БИО», который подключается к ББ через специальный разъём.

У аппаратов обеспечиваются световая индикация включения в сеть, звуковая и световая индикация начала и окончания процедуры. Изменение мощности излучения, частоты следования импульсов и времени проведения процедур осуществляется на ББ электронным способом, нажатием соответствующих кнопок. При достижении максимального или минимального значения раздаётся характерный звуковой сигнал.

Такая организация управления и дизайн панели (клавиатуры) оказались наиболее удачными и реализованы в большинстве *современных профессиональных* аппаратов. Существуют слишком простые устройства, имеющие всего несколько вариантов режимов, «фиксированные» частоты и таймер и не позволяющие реализовать большинство методик лазерной терапии, либо слишком «навороченные», например, с графической панелью, управлять которыми не только крайне сложно, но с тем же результатом – отсутствие возможности выбора оптимальных режимов.

К сожалению, ещё встречаются и совсем примитивные аппараты, у которых всего несколько частот и вариантов таймера, а измерение мощности проводится в процентах, хотя надо в Вт или мВт, зато прилеплена гирлянда из совершенно ненужных светодиодов.

Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик» удобен, предельно прост и одновременно максимально универсален, поскольку одним нажатием кнопки быстрого набора можно задать экспозицию (наиболее часто это 2 или 5 мин) или частоту (чаще всего 10, 80, 3000, 10 000 Гц – именно в такой последовательности). Такие параметры используются в 98% методик, т. е. можно экономить время на подготовку к процедуре и гарантировать отсутствие ошибки, но при возникновении необходимости также легко выбрать другую экспозицию или частоту, причём в максимально широком диапазоне.



## **Основные меры предосторожности при работе с терапевтическими лазерными аппаратами**

Аппараты серии «Матрикс» и «Лазмик» предназначены для воздействия НИЛИ на пациента подготовленным персоналом, имеющим разрешение на работу с лазерами.

Условия эксплуатации лазерных аппаратов должны исключать воздействие на пациента и медицинский персонал за счёт зеркально и диффузно отражённого излучения (за исключением лечебных целей). Кнопку ПУСК/СТОП (включение излучения) необходимо нажимать только ПОСЛЕ установки лазерной излучающей головки на место воздействия или фотоприёмник аппарата (для измерения мощности).

По электрической безопасности аппараты относятся к классу II, тип В (бытовых электрических приборов) и не нуждаются ни в каких особых организационных согласованиях и мероприятиях, кроме обычного инструктажа по технике безопасности.

Запрещается:

- начинать работу с аппаратом, не ознакомившись внимательно с инструкцией по эксплуатации;
- располагать на пути лазерного излучения посторонние предметы, особенно блестящие, способные вызывать отражение излучения;
- смотреть навстречу лазерному лучу или направлять лазерное излучение в глаза;
- работать лицам, не связанным непосредственно с обслуживанием аппарата;
- оставлять без присмотра включённый аппарат.

Хотелось бы ещё раз обратить внимание на абсолютную безвредность НИЛИ, если говорить о лазерных терапевтических аппаратах с классами лазерной опасности 1 и 2, которые не только безопасны, но и наиболее эффективны.

Совершенно иное дело – аппараты класса 3 и 4 (практически все не российского, зарубежного производства), с которыми следует быть предельно осторожными, поскольку их излучение может повредить не только глаза, но и кожу. Применение таких аппаратов для лазерной терапии не только бессмысленно с точки зрения отсутствия необходимости наличия мощного (высокоэнергетического) излучения для лечения, но и нежелательно из-за опасности нанесения вреда здоровью и при ошибках в работе с ними. Необходимо помнить и о сложностях в организации их эксплуатации (необходимость отдельного помещения, наличие специальных защитных экранов, вытяжки и др.).

Всегда необходимо помнить: неправильное применение метода, неаккуратное и невнимательное обращение с лазерными аппаратами может привести к негативным последствиям, проявляющимся в отсутствии лечебного эффекта (т. е. дискредитации метода) или инициировании непланируемой ответной реакции организма.



## ***Основные стандарты, регулирующие производство и эксплуатацию лазерной терапевтической аппаратуры***

Основной документ, регламентирующий производство и продажу лазерной терапевтической аппаратуры, – регистрационное удостоверение. Выдается Росздравнадзором РФ в соответствии с Приказом МЗ РФ № 3371 от 06.05.2019 г. «Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения по предоставлению государственной услуги по государственной регистрации медицинских изделий» и Постановлением Правительства РФ № 1416 от 27.12.2012 г. «Об утверждении Правил государственной регистрации медицинских изделий».

Предприятие, производящее и реализующее медицинское оборудование (в том числе лазерные аппараты), должно также иметь лицензию в соответствии с Федеральным законом о лицензировании отдельных видов деятельности № 99-ФЗ от 04.05.2011.

В последние годы всё более актуальной становится сертификация системы качества производства по ISO, что вполне оправданно и связано с интеграцией России в мировую экономику. Безусловное лидерство России в области изготовления лазерной терапевтической аппаратуры может быть легко утрачено, если производители не будут стремиться к организации сертифицированного и качественного производства.

Лазерная терапевтическая аппаратура относится к изделиям медицинским электрическим, имеющим контакт с пациентом, поэтому к ней предъявляются требования безопасности по ГОСТ IEC 60601-2-22-2011 и ГОСТ Р МЭК 60601-1-2010.

Класс опасности лазерных изделий определяется при их разработке и указывается в технических условиях на изделия, эксплуатационной, ремонтной и другой технической и рекламной документации. Все аппараты серии «Матрикс» и «Лазмик» соответствуют классу 1М лазерной опасности по ГОСТ IEC 60825-1-2013, в соответствии с этим же стандартом каждое лазерное изделие должно иметь знак (знаки) предупреждения о лазерной опасности с указанием класса.

*На дверях помещения (кабинета) никакие предупреждающие надписи и знаки не размещаются.*

Соответствие ГОСТ Р МЭК 60601-1-2-2014 (необходимо смотреть в паспорте на аппарат) означает, что данное медицинское изделие может эксплуатироваться в жилых домах или подключаться к их любым электрическим сетям без ограничений.

Лазеры, применяемые в терапии, класс 1М, безопасны даже для глаз, поскольку:

- минимальные мощности;
- методики контактные (с зеркальной насадкой) или полостные, т. е. всё излучение поглощается в тканях, не отражаясь от поверхности;

- нет необходимости смотреть на область воздействия, тем более светить в глаза.

В настоящее время нет требования к обязательному наличию защитных очков на рабочем месте для аппаратов 2–4-го классов лазерной опасности, однако фактически они нужны. Для защиты от реально существующей опасности.

Основную проблему в лазерной терапии представляет обеспечение грамотного использования методик, поскольку при неверном их выборе и/или задании можно вызвать ответную реакцию организма, прямо противоположную ожидаемой.

Разработка методологии лазерной терапии, основанной на фундаментальном понимании механизмов действия НИЛИ, создание системы обучения (специализации) и издание соответствующей учебной литературы, а также другая планомерная работа в этом направлении позволяют практически полностью исключить возможность неверного применения метода.

Важное замечание по терминологии. Под лазерной терапией в России подразумевают *физиотерапию* с использованием НИЛИ мощностью 1–100 мВт, определяемую в иностранной литературе как low-level laser therapy (LLLT). При этом в Европе, США и некоторых других странах *laser therapy* называют хирургические (в нашем понимании) манипуляции лазерами с мощностью, иногда доходящей до десятков ватт (шлифовка лица, удаление новообразований, татуировок и пр.) [Kaneko S., 2012]. Российские косметологи активно используют мощные лазеры для шлифовки и пр., поэтому необходимо следить как за терминологией, так и безопасностью применения разных методик.

Такая неоднозначность совершенно недопустима, а подобные косметические лазерные процедуры могут проводить только врачи с хирургической специализацией. Слово «терапия» вводит в заблуждение и в отношении безопасной работы с лазерной аппаратурой, под ней, как правило, понимают неразрушающие методы, лазерную физиотерапию, именно такую терминологию приходится использовать при публикациях в косметологических журналах [Москвин С., Рязанова Е., 2011].

*Мы также постоянно говорим и о некой «высокоинтенсивной лазерной терапии», которая к физиотерапевтическому методу не имеет никакого отношения. Кроме того, используются крайне опасные лазеры, которые чаще вредят здоровью как пациентов, так и медперсонала.*

### **Классификация лазеров**

Последние несколько лет в области обеспечения лазерной безопасности начали действовать много новых нормативных документов, содержание которых противоречит друг другу. С 01.01.2015 г. ГОСТ Р-50723-94 «Лазерная безопасность» был заменён на ГОСТ 31581-2012, что внесло значительную

путаницу в работу заинтересованных организаций, поскольку действует одновременно с новыми международными стандартами ГОСТ Р МЭК 60601-2-22-2011 и ГОСТ IEC 60825-1-2013, противореча их требованиям. Последние два стандарта регламентируют параметры (длина волны и мощность излучения, допустимая экспозиция), а также методы их контроля. Это позволяет предъявлять соответствующие требования к конструкции лазеров и их маркировке для обеспечения безопасной работы. При этом в ГОСТ IEC 60825-1-2013 установлено следующее ранжирование лазерной аппаратуры по семи классам (в порядке повышения уровня опасности): 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B и 4 (табл. 3). Требования к помещениям и персоналу в новых стандартах упразднены, также как и СанПиН, в которых они устанавливались.

Таблица 3

**Классы лазерной опасности в разных нормативных документах**

Класс лазерной опасности		Области медицины	Характеристика лазерной опасности
ГОСТ 31581-2012	ГОСТ IEC 60825-1-2013		
1	1, 1M	Диагностика, лазерная терапия	Полностью безопасные лазеры, т. е. при однократном воздействии коллимированным* излучением не представляют опасности при воздействии на глаза и кожу
2	2, 2M	Лазерная терапия	Лазеры, коллимированное излучение которых представляет опасность при воздействии на глаза и кожу, а диффузно отражённое излучение безопасно как для кожи, так и для глаз (по ГОСТ IEC 60825-1-2013 это безопасный видимый диапазон лазерного излучения)
3A, 3B	3R, 3B	Лазерная терапия (мощность до 500 мВт), ФДТ	Лазеры, излучение которых представляет опасность при непосредственном освещивании глаз не только коллимированным, но и диффузно отражённым излучением на расстоянии 10 см от поверхности и(или) коллимированным излучением
4	4	ФДТ, лазерная хирургия	Лазеры, диффузно отражённое излучение которых представляет опасность для глаз и кожи

*Примечание.* \* – параллельный нерасходящийся луч света.

Обратим внимание на объединение классов, установленных ГОСТ IEC 60825-1-2013, что приводит к противоречиям в требованиях к производителям и потребителям лазерной медицинской аппаратуры, поскольку такие лазеры относятся к классам 3 и 4, и только в некоторой части к классу 2 лазерной опасности. Проблема в том, что классы устанавливают производители лазерных терапевтических аппаратов (информация должна находиться в паспорте и инструкции по эксплуатации), или по ГОСТ 31581-2012, или ГОСТ IEC 60825-1-2013, и тут возникает путаница. Аппараты класса лазерной опасности 1M и 2M не только наиболее безопасны, но самые эффективные, как показывает многолетняя практика.

## **Очки для защиты от лазерного излучения**

Как известно, лазерное излучение представляет наибольшую опасность для органов зрения. В зависимости от длины волны и мощности излучения, а также экспозиции (важно именно соотношение этих параметров) возможны различные варианты поражения глаз [Кларк А.М., 1976]. Для защиты органов зрения применяют специальные очки.

Внимание! В ГОСТ 12.4.253-2013 прямо указано, что он касается только очков, не предназначенных для защиты от лазерного излучения, как декларируют некоторые недобросовестные поставщики.

Действует специальный ГОСТ 12.4.308-2016 с градацией очков по степени защиты L1, L2 ... L10, соответственно порядку ослабления излучения для определённой длины волны, L1 – ослабление в 10 раз, не менее, L2 – ослабление в 100 раз, не менее, и т. д., всего 10 уровней.

Для лазерной терапии в большинстве случаев достаточно степени защиты L1, а иногда L2, как, например, у универсальных очков ЗН-22 «Матрикс», предназначенных для использования с физиотерапевтическими лазерными аппаратами, работающими в спектральном диапазоне от 365 до 905 нм.

При работе с хирургическими лазерами необходимо использовать очки для защиты от лазерного излучения (как для оператора, так и для пациента), предназначенные только и именно для длины волны используемого лазерного источника, при этом степень защиты должна быть **не ниже класса защиты L4** (ослабление в 10 000 раз и более). Производители аппаратуры **обязаны** поставлять защитные очки в комплекте с лазерным аппаратом.

Для аппаратов с классом лазерной опасности 1М очки формально не нужны, однако практика показывает, что в случае постоянного прямого наблюдения отражённого лазерного луча наступает достаточно быстрая утомляемость оператора. Речь идёт в первую очередь о методике лазерно-вакуумного массажа. Контактные наружные методики, ВЛОК, тем более внутрисполостные, не предусматривают наблюдение места освечивания, и лазерный свет не выходит наружу из биотканей, поэтому они абсолютно безопасны как для медперсонала, так и для пациентов.

Хотелось бы обратить особое внимание также на требование к прозрачности очков в видимой области спектра. Это необходимо для того, чтобы врач или медсестра могли видеть, куда светят, и не допустить ошибок в своих манипуляциях.

## ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

*Эффективность лазерной терапии зависит как от выбора методов воздействия и (или) их сочетания, так и от степени соответствия основным принципам их реализации.*

Даже имея в руках самый совершенный лазерный терапевтический аппарат «Лазмик», достичь наилучших результатов лечения можно только зная, понимая и применяя в оптимальном соотношении **все** параметры методик лазерной терапии, грамотно выполняя требуемые манипуляции и задействуя максимально широкий спектр сочетанных и комбинированных вариантов.

Основные принципы повышения эффективности ЛТ мы уже рассматривали неоднократно [Москвин С.В., Буйлин В.А., 1999; 2000; Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>]. Эту важнейшую тему мы продолжаем развивать в своих работах, в том числе и в данной главе, которую считаем центральной для правильного понимания и максимально критического восприятия всего материала книги.

Все методы лазерной терапии прекрасно дополняют друг друга, поскольку обеспечивают не только включение нескольких механизмов регулирования и поддержания гомеостаза, но осуществляют это различными путями. Речь идёт о методиках местного и системного воздействия, которые обязательно необходимо использовать в одной процедуре.

Основная цель и задача врача – выбрать и обеспечить *оптимальные* пространственно-временные параметры каждого из методов лазерного воздействия с учётом их особенностей, а проводящего процедуры – безошибочно их реализовать. Все методики лазерной терапии должны содержать следующую информацию:

- длина волны НИЛИ;
- режим работы лазера: непрерывный, модулированный или импульсный;
- мощность излучения;
- частота для импульсного или модулированного режима;
- экспозиция;
- локализация областей лазерного освечивания;
- площадь воздействия (как правило, задаётся специальными насадками);
- количество и периодичность процедур.

Имеются свои правила и в клиническом плане, особенно в привязке к принципам реализации методических схем. Например, необходимо учитывать состояние и возраст пациента, стадии заболевания, наличие дополнительных патологий и др.

*Грамотное применение ЛТ, основанное на знании физиологических механизмов БД НИЛИ и педантичном соблюдении базовых принципов, – вот основа максимально эффективного лечения!*



Все методики имеют свои особенности и дифференцируются в основном по локализации воздействия:

- наружные;
- внутриполостные;
- внутривенные;
- сочетанные и комбинированные.

Основой другой классификации служит характер инициируемой ответной реакции организма, системный или локальный (несмотря на известный факт генерализации эффекта при любом местном воздействии).

Системные:

- лазерная акупунктура;
- лазерное освечивание крови, осуществляемое либо внутривенным доступом (ВЛОК), либо неинвазивно, на проекцию крупных кровеносных сосудов (НЛОК).

Местные:

- все наружные и полостные методики, целью которых является воздействие на конкретный патологический очаг или орган.

*Наиболее эффективно использовать как минимум один системный и один местный способ лазерной терапии.*

## **Наружные методы лазерной терапии**

Отличаются исключительным разнообразием.

1. Методики наружные с воздействием на патологический очаг, расположенный в коже или близко к ней: раны, язвы и пр.:
  - контактная;
  - контактно-зеркальная;
  - дистантная.
2. Рефлекторные:
  - лазерная акупунктура: на точки акупунктуры (ТА);
  - на зоны Захарьина–Геда (дерматомы);
  - паравертебрально.
3. На проекции внутренних органов, в том числе транскраниальная методика.
4. На проекции кровеносных или лимфатических сосудов.
5. На проекции иммунокомпетентных органов.

Максимально эффективно реализовать все методики позволяет наличие разнообразных лазерных излучающих головок, световая энергия от которых с помощью специальных оптических насадок доставляется к месту воздействия. Так обеспечивается выбор всех оптимальных параметров методики. Кроме того, исключительно важен выбор локализации воздействия. *Зона – место непосредственного освечивания, область – орган, который подвергается воздействию, возможно, в нескольких зонах.*

Рассмотрим подробнее особенности основных методик, которые отличаются спектральными, пространственно-временными и энергетическими характеристиками.

### ***Местное воздействие***

Если патологический процесс локализован в поверхностных слоях кожи или слизистой оболочки (повреждения различной этиологии, воспалительные процессы и др.), то воздействие НИЛИ направлено непосредственно на него. В этом случае предоставляются самые широкие возможности в выборе параметров метода, максимально полно задействуя возможности современных аппаратов:

- использовать НИЛИ с оптимальной длиной волны или комбинированное ЛЮ в нескольких спектральных диапазонах;
- выбирать импульсные или непрерывные лазеры, а также различные варианты модуляции;
- в зависимости от методики использовать одиночные или матричные лазерные головки;
- эффективно сочетать ЛТ с лекарственными препаратами общего или местного действия (лазерофорез), с постоянным магнитным полем (магнитолазерная терапия), вакуумом (лазерно-вакуумная терапия).

Различают *контактную* и *контактно-зеркальную* методики воздействия, когда излучающая головка находится в контакте с освещиваемой поверхностью, а также *дистантную* (неконтактную) методику, при которой имеется пространство между излучающей головкой и освещиваемой поверхностью (рис. 6). Однако только при условии правильного расположения лазерного диода – снаружи головки – возможен контроль площади и локализации воздействия. К сожалению, слишком много производителей аппаратов для лазерной терапии не понимают таких простых, азбучных истин и непонятно зачем прячут лазеры где-то в глубине.

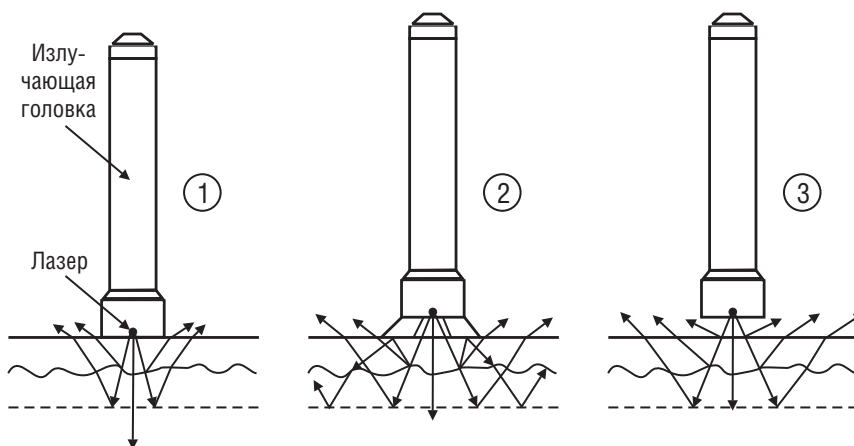


Рис. 6. Контактная (1), контактно-зеркальная (2) и дистантная (3) методики лазерной терапии

Контактная методика принципиально отличается от контактно-зеркальной тем, что площадь воздействия в первом варианте минимальна (т. е. при этом ЭП *максимальная!*), а во втором случае *принимается равной* 1 см<sup>2</sup>, когда ПМ нормируется. Контактно-зеркальная методика реализуется и при использовании магнитных насадок ЗМ-50 для лазерной излучающей головки с одним лазерным диодом, и ММ-50 для матричных излучающих головок, поскольку они также имеют зеркальную рабочую поверхность.

Зеркальные насадки:

- позволяют увеличить глубину терапевтического воздействия [Аскарьян Г.А., 1982];
- способствуют поглощению всей энергии лазерного света;
- обеспечивают стабильность и воспроизводимость процедуры;
- повышают эффективность процедуры за счёт оптимального распределения световой энергии;
- защищают персонал и пациентов от отражённого света;
- гарантируют гигиеничность процедуры (легко снимаются для стерилизации).

У матричных лазерных излучающих головок типа МЛ-904-80 или МЛ-635-40 отражение происходит от металлического радиатора, обеспечивающего теплоотвод, поэтому используется лишь прозрачная насадка ПМН.

При контактно-зеркальной методике энергия лазерного света не только распределяется по поверхности, но и захватывает более значительный объём тела, при этом корреляция между площадью и количеством подвергшихся освещению клеток различных биотканей отсутствует. Контактные методики позволяют обеспечить лучшую стабильность и воспроизводимость процедуры. К дистантной методике прибегают, если невозможен контакт с кожей (открытые раны, язвы и т. п.). В любом случае, исходя из понимания механизмов биологического действия НИЛИ, рекомендуется использовать стабильную методику, обеспечивая оптимальные параметры для повышения концентрации ионов Ca<sup>2+</sup> с дальнейшим их автономным распространением.

Спектральные и энергетические параметры *контактно-зеркальной и дистантной методик* определяются в зависимости от области приложения, целей и задач проводимой терапии и могут варьироваться в достаточно широких пределах (табл. 4). *Контактная методика* сводится к одному правилу: максимально допустимые мощность и частота при строгом ограничении экспозиции на одну зону – 5 мин (табл. 5).

Обратим внимание на ограничение спектра НИЛИ, используется только излучение ИК-диапазона (800–940 нм), по причине минимального поглощения. Лазерный свет с другими длинами волн, видимого и УФ-спектров, при концентрации световой энергии в одну точку вызовет ожог.

Мощность и частота для импульсного режима ограничены соображениями безопасности. Поскольку при минимальных площадях достигается максимальная ЭП, указанные значения не рекомендуется превышать во избежание

Таблица 4

**Параметры контактно-зеркальной методики лазерной терапии**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	405 (фиолетовый), 445 (синий), 525 (зелёный), 635 (красный), 780, 808, 904 (ИК)	Излучающая головка с одним лазером
Режим работы лазера	Непрерывный	405, 445, 525, 635, 780, 808 нм
	Импульсный	635 и 904 нм
Длительность светового импульса, нс	100–150	Для импульсного режима
Мощность излучения	10–40 мВт	Непрерывный режим
	5–25 Вт	Импульсный режим
Плотность мощности (больше поглощение – меньше значение)	5–40 мВт/см <sup>2</sup>	Непрерывный режим
	5–15 Вт/см <sup>2</sup>	Импульсный режим
Частота, Гц	80–10 000	Для импульсного режима
Экспозиция на 1 зону, мин	2 или 5	–
Количество зон воздействия	1–4	–
Локализация	На область поражения	–
Методика	Контактно-зеркальная	С применением зеркальной и магнитной насадок
Количество процедур на курс	5–12	Ежедневно или через день

Таблица 5

**Параметры контактной методики лазерной терапии**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	780, 808, 904 (ИК)	Излучающая головка с одним лазером
Режим работы лазера	Непрерывный	780 и 808 нм
	Импульсный	904 нм
Длительность светового импульса, нс	100–150	Для импульсного режима
Мощность излучения	100–200 мВт	780 и 808 нм
	80–100 Вт	904 нм
Плотность мощности	–	Максимально возможная
Частота, Гц	3000–10 000	Для импульсного режима
Экспозиция на 1 зону, мин	5	–
Количество зон воздействия	1–4	Чаще всего симметрично
Локализация	На область поражения	–
Методика	Контактная	Непосредственно лазерным диодом
Количество процедур на курс	15–20	Ежедневно, как правило. Курс повторяют через 1 мес.

травмы. Чем меньше поглощают клетки или биоткань, тем большая мощность допустима для контактной методики.

Оптимальные экспозиции 1,5–2 мин и 5 мин характерны для нескольких видов методик, что было определено эмпирически и проверено многолетней клинической практикой. Чем это обусловлено? Выше представлен график (рис. 2) изменения во времени концентрации Ca<sup>2+</sup> в одной локальной зоне жи-

вой клетки (фибробласт человека) после освечивания её в течение 15 с НИЛИ с длиной волны 647 нм [Alexandratou E. et al., 2002]. Обращает на себя внимание тот факт, что максимумы концентрации наблюдаются точно в эти промежутки времени – 100 и 300 с (~1,5 и 5 мин). Если воздействие синхронизируется с периодами повышения концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  (важнейшим физиологическим ритмом живой клетки), то инициируется высвобождение из депо предельного количества ионов кальция, соответственно, можно получить и максимальный результат от  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимых процессов.

При дистантном стабильном воздействии параметры полностью идентичны контактно-зеркальной методике (табл. 4, расстояние от излучающей головки до поверхности 1,5–3 см, в более точном контроле нет необходимости). Однако возможны и другие энергетические характеристики воздействия. Например, Л.И. Герасимова (2000) разработала эффективную методику лечения больных с большой площадью термического ожога, в соответствии с которой воздействие импульсным ИК НИЛИ ( $\lambda = 890\text{--}904$  нм, мощность 5–10 Вт, частота 80 Гц) проводится от 4 до 8 с на локальную зону площадью 1–2 см<sup>2</sup>, по 4 точки на площадь поражения 1% поверхности тела (условно размер ладони).

### **Лазерная акупунктура**

Один из способов активации точек акупунктуры (ТА) находит всё больше сторонников, используется при самом широком круге заболеваний. Лазерный свет с терапевтическими параметрами не вызывает у больного субъективных ощущений при попадании на кожу, однако изменения в тканях, вызванные этим воздействием, приводят к прогнозируемым и воспроизводимым результатам, что доказано экспериментально и клинически [Москвин С.В., Буйлин В.А., 2000]. По сути, реализуется последовательное воздействие на ТА, известные из классической китайской акупунктуры, остаётся и та же последовательность (рецепт), но иглы или полынные сигары заменяют на лазерный луч [Москвин С.В., Агасаров Л.Г., 2019; Moskvin S.V., Agasarov L.G., 2020].

Преимущества лазерной акупунктуры:

- минимальная экспозиция на одну ТА – от 5 до 40 с;
- неинвазивность, атравматичность, асептичность и комфортность процедур;
- минимальная вероятность ошибки локализации воздействия, поскольку лазерный свет рассеивается в коже, гарантированно захватывает только нужную зону;
- минимальные требования к мануальным навыкам;
- возможность инициирования направленных рефлекторных реакций;
- точность воздействия определяет воспроизводимость результата.

В англоязычной среде принято считать, что F.M.W. Plog (1980) первым в 1973–1974 годах применил НИЛИ для акупунктуры [Whittaker P., 2004], для лечения хирургических больных методику с 1979 года использовал Y.C. Zhou



(1984) и его коллеги. 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 [Воронина Н.Н., 1971; Щур В.В. и др., 1971; Gamaleya N.F., 1977].

Первые российские публикации, посвящённые изучению особенностей воздействия лазерного света на точки акупунктуры (ТА), фундаментальных основ и механизмов биомодулирующего действия НИЛИ, обоснованию оптимальных параметров методики, появились значительно раньше [Дзевицкая М.Т., 1976; Дзевицкая М.Т., Акеньшина Г.В., 1976]. Российскими основоположниками современной методологии лазерной акупунктуры стали Г.Я. Анищенко с соавт. (1991), В.А. Буйлин (2002) и другие специалисты. Также необходимо упомянуть замечательную украинскую школу [Самосюк И.З. и др. 1997, 2012].

Эти работы стали фундаментальной научной основой для обоснования методик воздействия на рефлекторные зоны и собственно лазерной акупунктуры, а саму методику назвали рефлексотерапией, акцентируя внимание на связь ТА с рефлекторным откликом нервной системы. В России есть отдельная медицинская специальность – врач-рефлексотерапевт [Приказ МЗ РФ № 1183н от 20.12.2012 г.], но именно лазерную акупунктуру могут проводить и другие специалисты, оказывая медицинскую услугу «Лазеропунктура» (шифр: А17.01.002.03) [Приказ МЗ РФ № 804 от 13.10.2017 г.], руководствуясь достаточно широким спектром показаний и противопоказаний [Приказ МЗ РФ № 266н от 13.04.2007 г.].

Основное и самое главное преимущество лазерной акупунктуры – более высокая эффективность по сравнению с другими способами активации биологически активных зон [Авдей Г.М., 1997; Денисова Е.В., 2004; Москвин С.В., Агасаров Л.Г., 2019; Полякова А.Г., 2004]. Но при соблюдении определённых правил, основным из которых является строгий выбор длины волны, мощности и экспозиции. Поскольку НИЛИ красного спектра ( $\lambda = 635$  нм) наиболее оптимально распределяется в объёме биотканей, то именно этот спектральный диапазон выбран в качестве основного. Мощность при этом ограничивают 2–3 мВт (без модуляции) и 1–1,5 мВт (с модуляцией), а экспозиция не должна превышать 40 с [Анищенко Г.Я. и др., 1981; Буйлин В.А., 2002; Москвин С.В., Агасаров Л.Г., 2019; Moskvin S.V., Agasarov L.G., 2020].

Лазерная акупунктура рассматривается как один из вариантов рефлексотерапии во многих тематических пособиях и монографиях, наравне с применением классического иглоукалывания, электропунктуры и пр. [Агасаров Л.Г., 2001, 2017]. Суть методики заключается в активации биологически активных зон – ТА, посредством точечного освечивания. Для инициирования отклика ТА лазерным светом и запуска ответной реакции организма достаточно небольших энергий, поэтому в методике используются минимальные мощности НИЛИ (1–3 мВт) и экспозиции (5–40 с). Превышение установленных значений приводит к подавлению активности точек, они перестают «работать» [Моск-

вин С.В., Агасаров Л.Г., 2019; Moskvin S.V., Agasarov L.G., 2020]. Лазерный свет является не только очень удобной заменой традиционных игл и достаточно сложной манипуляционной техники их использования, но и более эффективным инструментом. Было показано, что наиболее предпочтителен вариант именно лазерного воздействия КВЧ-излучением, при этом использование его для акупунктуры также эффективнее, чем традиционных игл [Москвин С.В., Хадарцев А.А., 2016]. Лазерная акупунктура применяется как самостоятельно для решения практических задач на разных этапах профилактики, лечения и реабилитации, так и в сочетании с различными медикаментозными и физиотерапевтическими методами лечения.

Механизмы на тканевом уровне изучены мало, чаще всего говорят о том, что 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 адренокортикотропного гормона (АКТГ), глюкокортикоидов и других гормонов, увеличивается синтез простагландинов Е 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 [Москвин С.В., Буйлин В.А., 2000].

В середине 70-х годов прошлого века именно российскими исследователями было показано, что НИЛИ, непосредственно воздействуя на нервную ткань, вызывает многочисленные ответные реакции, среди которых: модуляция возбудимости интактного двигательного нерва [Мынжанова Н.Ш., 1977], изменение частоты генерации потенциалов действия нейрона [Узденский А.Б., 1976], активация синаптических процессов, увеличение скорости элементарных реакций и сокращение времени передачи возбуждения с пресинаптических структур на постсинаптические [Аджимолаев Т.А. и др., 1976<sup>(1)</sup>], деполяризация мембраны нейрона, учащение его импульсной активности и усиление биоэнергетических процессов [Аджимолаев Т.А. и др., 1976], ускорение роста молодых аксонов, процесса миелинизации осевых цилиндров [Рахишев А.Р., 1976], ускорение регенерации периферического нерва, восстановление его функций и биоэлектрической активности денервированной скелетной мышцы [Досаев Т.М., 1977; Сисабеков К.Е., 1977; Тойгамбаева А.З., 1977; Цой В.П., Цой Ю.В., 1977].

Итак, лазерная акупунктура является неотъемлемой частью лазерной терапии, давно и широко применяется в практическом здравоохранении во всех странах мира. Приводим лишь небольшой перечень соответствующих публикаций, которых реально в тысячи раз больше, по основным направлениям медицины:

- акушерство и гинекология [Демина Т.Н. и др., 1998; Захаров И.В., 2005; Зулкарнеева Э.М., 1997; Кулавский В.А., Крюков Л.А., 1989; Сиднев Д.А., 2000; Фёдорова Т.А. и др., 2009];
- ангиология [Арасланова В.М., 2005];

- андрология и урология [Вайнберг З.С. и др., 1979; Возианов А.Ф. и др., 1990; Коваленко В.В., Ковтуняк О.Н., 1990; Терешин А.Т. и др., 2009];
- ветеринария и сельское хозяйство [Зубова Т.В., 2009; Казеев Г.В., 2003; Скорых Л.Н., 2013; Стикина Е.О., 1998; Талалаев С.А., 2008; Тарадайник Н.П., 2009];
- гастроэнтерология [Лосеева А.В., 2009; Сморгчкова О.С., 2010];
- дерматология [Волков В.М., 1990; Москвин С.В., 2003];
- заболевания костно-мышечной системы [Коротков А.Л., 1997; Полякова А.Г., 2004];
- инфекционные заболевания [Хромцова О.М., 1998];
- кардиология [Сапожников М.Ю., 2012; Софронова Е.В., 2007];
- косметология [Гейниц А.В., Москвин С.В., 2010; Füchtenbusch A., 1998];
- неврология [Авдей Г.М., 1997; Анищенко Г.Я. и др., 1991; Васильев Ю.Н., 1992; Кубасова Э.С., 1999; Кочетков А.В. и др., 2012; Тышкевич Т.Г., 2014];
- оториноларингология [Наседкин А.Н., Москвин С.В., 2011; Никитин А.В. и др., 2008];
- офтальмология [Авдеев Р.В., 2004; Иванов А.Н., 2011; Козодаев В.О., Трегубова В.Н., 2002; Цицова Т.Д., 1990];
- педиатрия [Александров В.В., Данилина Т.Н., 1998; Козодаев В.О., Трегубова В.Н., 2002, Москвин С.В. и др., 2010; Цицова Т.Д., 1990];
- психиатрия [Наседкин А.А., 2004; Наседкин А.А., Москвин С.В., 2004; Попова И.Е., 2007];
- пульмонология [Бойков К.А., 2000; Бородина М.А., 2011; Данилина Т.Н., 2004; Никитин А.В. и др., 2008; Семенова Р.И., 1989; Сухова Е.В., 2002];
- спортивная медицина [Самойлов Н.Г., 1989];
- стоматология [Бритова А.А., 1990; Карпунина А.В., 1997; Михайлова Р.И. и др., 1992; Москвин С.В., Амирханян А.Н., 2011];
- фтизиатрия [Бойков К.А., 2000; Куйлиев Э.М., 1992; Морозкина Н.С., 1995; Путилина Л.П., 1993];
- хирургия [Буйлин В.А., 1991; Тышкевич Т.Г., 2014];
- эндокринология [Дубинина И.И., 1996; Зубкова С.Т., 1989; Лукьянюк Е.В., 1992; Наумова М.И., 1997].

На основании данных литературы и собственных клинико-экспериментальных исследований по нормализации симпатопарасимпатической регуляции, восстановления микроциркуляции, нарушения которой являются важным звеном патогенеза многих заболеваний, а также нормализации иммунитета предложен набор зон акупунктуры общего действия, который назван *базовым рецептом* (рис. 7) [Москвин С.В., Буйлин В.А., 2000].

Зоны акупунктуры даны в порядке воздействия на них:

- в понедельник, среду и пятницу: GI4 (хэ гу), E36 (цзу сань ли) – симметрично, VC12 (чжун вань);
- во вторник, четверг и субботу: MC6 (ней гуань), RP6 (сань инь цзяо) – симметрично, VC12 (чжун вань).

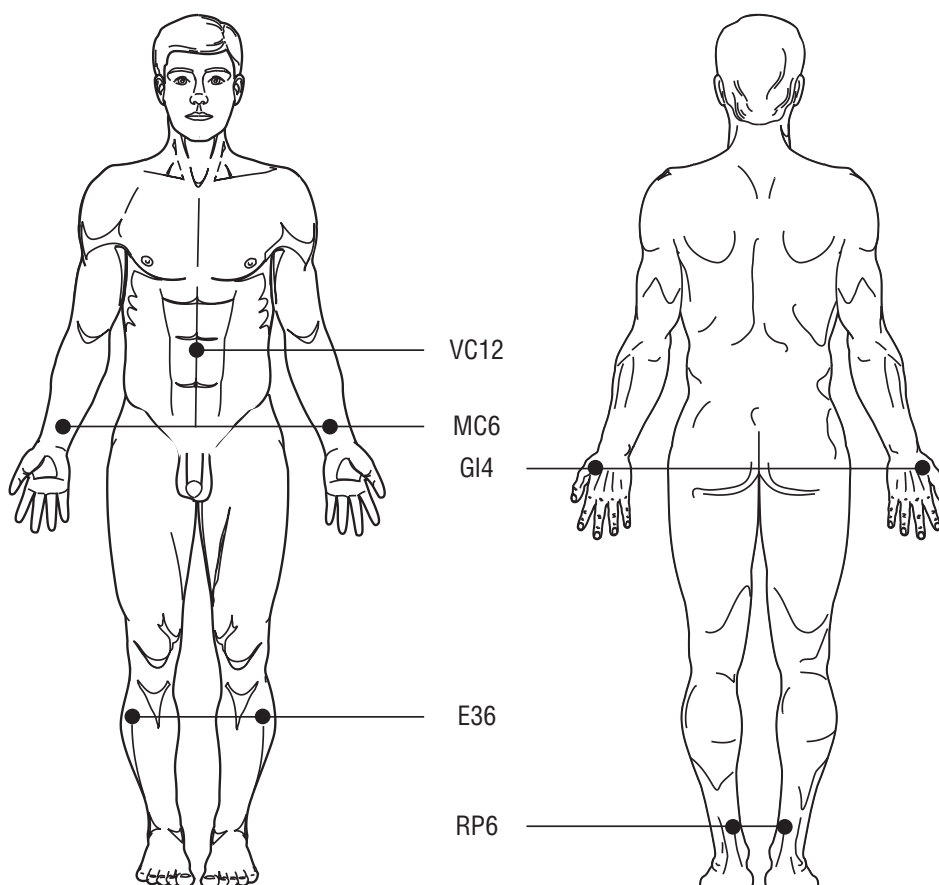


Рис. 7. Базовый рецепт лазерной акупунктуры (расположение зон воздействия)

В воскресенье лазерная терапия не проводится.

Базовый рецепт 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 затем проводится лазерная акупунктура. К базовому рецепту при необходимости можно добавить 2–3 ТА по индивидуальным показаниям конкретного больного.

Дополнительно к правилам, известным врачам-рефлексотерапевтам, целесообразно учитывать и некоторые общие нейрофизиологические связи [Скупченко В.В., Милюдин Е.С., 1994].

В методиках мы приводим точки акупунктуры по французской классификации. Порядок воздействия: сначала ТА головы, затем ушной раковины, корпоральные и дистальные. Врач должен хорошо знать локализацию точек, чтобы сразу и безошибочно ставить акупунктурную насадку А-3 на нужную зону с небольшой компрессией мягких тканей перпендикулярно поверхности кожи.

При воздействии на аурикулярные точки используют НИЛИ с длиной волны 525 нм (зелёный спектр, головка КЛЮ-525-50). Поскольку такое излучение поглощается значительно сильнее, рассеяние минимально, за счёт чего и обеспечивается лучшая избирательность.

Для воздействия на корпоральные ТА предназначены лазерные излучающие головки к аппаратам серии «Матрикс» и «Лазмик» – КЛЮ-635-5 (мощность максимальная) или КЛЮ-635-15 (мощность уменьшается и контролируется) с акупунктурной насадкой А-3 (диаметр световода 1,3–1,5 мм), параметры методики представлены в табл. 6. Кстати, именно советские учёные первыми предложили использовать специальный световод для проведения лазерной акупунктуры и показали, что после лазерного освечивания избирательно происходит снижение интенсивности фотолюминесценции в области ТА, но не в других частях тела [Инюшина Т.Ф., 1969].

Таблица 6

**Параметры методики лазерной акупунктуры**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	525 (зелёный)	На аурикулярные ТА
	635 (красный)	На корпоральные и дистальные 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 и дистальные ТА
Количество зон воздействия	До 15	–
Локализация	В рецепте	На аурикулярные ТА
	В рецепте	На корпоральные и дистальные ТА
Методика	Контактная	Через акупунктурную насадку
Количество процедур на курс	10–12	Ежедневно

*Примечание.* \* – на выходе акупунктурной насадки А-3.

**Воздействие на зоны Захарьина–Геда (дерматомы)**

Важным диагностическим критерием для врача служит повышение тактильной и болевой чувствительности в ограниченных участках кожи, наблюдающееся при заболеваниях внутренних органов. Предполагают, что болевые и неболевые кожные афферентные волокна и висцеральные афференты, принадлежащие определённому сегменту спинного мозга, конвергируют на одних и тех же нейронах спиноталамического пути. При этом в какой-то степени теряется информация о том, от каких внутренних органов поступило возбуждение, и кора головного мозга «приписывает» это возбуждение раздражению соответствующих областей кожи. Подобные кожные боли, наблюдающиеся при заболеваниях внутренних органов, называются отражёнными болями, а области, где они возникают – зонами Захарьина–Геда. Границы этих зон обычно размытые и соответствуют корешковому распределению кожной чувствительности [Ениг В., 1996].

Параметры воздействия идентичны контактно-зеркальной методике (табл. 4), предпочтительнее матричные импульсные ИК-излучающие головки, МЛ-904-80 ( $\lambda = 904$  нм, ДСИ 100 нс, мощность 40–60 Вт) или МЛ-635-40



( $\lambda = 635$  нм, ДСИ 100 нс, мощность 30–40 Вт) для аппаратов серии «Матрикс» и «Лазмик», частота повторения импульсов 80–150 Гц, экспозиция 1,5–2 мин на одну зону, через насадку ПМН контактно. За одну процедуру до 4–6 зон. Варьирование мощностью и частотой не допускается.

### **Воздействие на паравертебральные зоны**

Большинство внутренних органов имеет как симпатическую, так и парасимпатическую иннервацию, влияние которых часто носит антагонистический характер. Так, раздражение симпатических нервов приводит к увеличению частоты сокращений сердца, снижению двигательной активности кишечника, расслаблению желчного пузыря и бронхов и сокращению сфинктеров желудочно-кишечного тракта. Стимуляция же парасимпатических нервных волокон (например, блуждающего нерва) оказывает противоположный эффект: частота сокращений сердца и сила сокращений предсердий снижаются, моторика кишечника усиливается, желчный пузырь и бронхи сокращаются, а сфинктеры желудочно-кишечного тракта расслабляются. В физиологических условиях деятельность всех этих органов зависит от преобладания тех или иных влияний [Ениг В., 1996].

Но также оба отдела вегетативной нервной системы (ВНС) действуют и согласованно. Эта функциональная синергичность особенно хорошо видна на примере барорецепторов сердца, возбуждение которых в результате повышения артериального давления приводит к снижению частоты и силы сокращений сердца, что обусловлено как *увеличением* активности парасимпатических сердечных волокон, так и *снижением* активности симпатических волокон.

У части органов (например, мочевого пузыря и некоторые экзокринные железы) преобладают регуляторные влияния парасимпатических нервов. Существуют также органы, снабжаемые только симпатическими нервами; к ним относятся почти все кровеносные сосуды, селезёнка, гладкие мышцы глаза, некоторые экзокринные железы и гладкие мышцы волосяных луковиц [Ениг В., 1996].

Экспериментально-клинические исследования подтвердили возможность существенного повышения эффективности лазерной терапии при одновременном воздействии на патологический очаг и паравертебральную зону, соответствующую ему.

Параметры воздействия идентичны контактно-зеркальной методике (табл. 4), но используется *только импульсное ИК НИЛИ* ( $\lambda = 904$  нм, ДСИ 100 нс, мощность 10–15 Вт), две лазерные излучающие головки ЛО-904-20 (один лазерный диод) для аппаратов «Матрикс» и «Лазмик» с зеркальной насадкой ЗН-35, симметрично, паравертебрально, стабильно, на остистые отростки, на проекции симпатических узлов, частота 80–150 Гц, экспозиция 1 мин на одну зону, количество зон 2–6, не более, иногда используется и лабиальная методика. При использовании матричных импульсных излучающих головок МЛ-904-80 ( $\lambda = 904$  нм, ДСИ 100 нс, мощность 40–60 Вт) воздействие локализуют, как правило, только в одной области, перекрывающей сразу несколько зон.

## **Воздействие на проекции внутренних органов**

Одна из наиболее распространённых методик лазерной терапии. Используются *только импульсное* НИЛИ, лучше всего в инфракрасной ( $\lambda = 890\text{--}904$  нм), реже в *красной* ( $\lambda = 635$  нм) области спектра, что было нами доказано теоретическими расчётами, прямыми экспериментами и в ходе многочисленных клинических исследований [Москвин С.В., 2003; Москвин С.В. и др., 2002, 2008, 2014].

Выше уже отмечалось, что время релаксации макромолекул ( $\sim 10^{-13}\text{--}10^{-12}$  с) намного меньше длительности светового импульса ( $\sim 10^{-7}$  с), поэтому при импульсной мощности, исчисляемой ваттами (Вт), происходит значительно более выраженная ответная реакция клетки. И это является основным механизмом, обеспечивающим возможность реализации методики наружного освечивания внутренних органов.

Данные экспериментальных и клинических работ позволяют с полной уверенностью говорить о более высокой эффективности комбинированного (последовательного) воздействия лазерным излучением ИК и красной спектральных областях (904 и 635 нм соответственно). Для данной методики, а также для воздействия на проекцию кровеносных сосудов были специально разработаны импульсные лазерные диоды (ЛД) с длиной волны 635 нм (красный спектр) [Москвин С.В., 1997, 2003<sup>(1)</sup>], которые используются в излучающих головках для аппаратов серии «Матрикс» и «Лазмик»: ЛО-635-5 (ЛОК2) и матричной МЛ-635-40 (длина волны 635 нм, импульсная мощность 40 Вт) [Пат. 2135233 RU].

Наши исследования подтвердили высокую эффективность импульсных лазерных диодов (ЛД) красного спектра (длина волны 635 нм) при аутодермопластике [Жуков Б.Н. и др., 2003], у больных различными ЛОР-заболеваниями [Москвин С.В. и др., 2007; Наседкин А.Н. и др., 2001; Наседкин А.Н., Москвин С.В., 2011, 2022], хроническим обструктивным бронхитом [Москвин С.В. и др., 2002], кожными ангиитами (васкулитами) [Москвин С.В., Киани А., 2003], церебральным инсультом [Кочетков А.В., Москвин С.В., 2004], героиновой наркоманией [Наседкин А.А., Москвин С.В., 2004], в стоматологии [Кречина Е.К. и др., 2009, 2010], педиатрии [Москвин С.В. и др., 2012], у больных COVID-19 [Moskvin S. et al., 2021; Moskvin S.V. et al., 2021] и др.

Некоторые результаты исследований подробнее изложены во 2-й книге серии «Эффективная лазерная терапия» (Приложение 3) [Москвин С.В., 2014].

Применение матричных импульсных лазерных излучающих головок оправдано в большинстве случаев. Большая площадь воздействия с равномерно распределённой плотностью мощности излучения от нескольких точечных источников – лазерных диодов позволяет также значительно повысить эффективность ЛТ и получить более стабильный эффект [Буйлин В.А., 2000, 2001]. За счёт рассредоточения источников излучения на поверхности тела световой поток воздействует на больший объём биологических тканей по сравнению с точечным излучателем [Эпштейн М.И., 1990]. Благодаря этому обеспечивается наиболее вероятное поглощение энергии именно в области патологического

очага, локализация которого не всегда точно известна и может смещаться относительно поверхности тела при изменении положения самого пациента.

Для воздействия на проекции внутренних органов используются **исключительно матричные импульсные** лазерные излучающие головки МЛ-635-40 (красный спектр) и МЛ-904-80 (ИК) для аппаратов серии «Матрикс» и «Лазмик» (табл. 7).

Таблица 7

**Параметры методики лазерной терапии при воздействии на проекцию внутренних органов**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	635 (красный)	–
	904 (ИК)	
Режим работы лазера	Импульсный	Только <b>матричная</b> излучающая головка, площадь на поверхности не менее 10 см <sup>2</sup>
Длительность светового импульса, нс	100–150	Для импульсного режима
Мощность излучения, Вт	35–40	635 нм
	60–80	904 нм
Плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup>	4–5	635 нм
	8–10	904 нм
Частота, Гц	80–10 000	В зависимости от глубины предполагаемого воздействия и длины волны
Экспозиция на 1 зону, мин	1,5–2 или 5	–
Количество зон воздействия	1–4	–
Локализация	На проекцию внутренних органов	–
Методика	Контактная	Через прозрачную насадку ПМН
Количество процедур на курс	5–12	Ежедневно или через день

### **Транскраниальная методика лазерной терапии**

Один из вариантов освечивания проекции внутренних органов. Особенность методики в том, что благотворное воздействие оказывается не только в очаге поражения (ишемия, травма), но и на весь организм, все органы и системы через активацию различных участков головного мозга. Другими словами, задействуется саногенетическая функция ЦНС, о которой в книге упоминается неоднократно.

Но существует одна серьезная проблема. Проникая через кости черепа НИЛИ затем рассеивается, освечивания практически весь мозг, и не всегда можно предсказать, какой из его участков и каким образом отреагирует. А неконтролируемость воздействия вызывает настороженность.

Если метод и применять, то только с использованием импульсного НИЛИ красного ( $\lambda = 635$  нм) или ИК ( $\lambda = 904$  нм), длительность светового импульса 100–200 нс, частоты минимальные (80–150 Гц), мощность не более 40–60 Вт (матрица). Например, с целью усиления микроциркуляции и улучшения био-

доступности препаратов у пациентов с цереброваскулярной патологией проводят освечивание матричной излучающей головкой в проекции зоны (очага) поражения [Кочетков А.В. и др., 2012], или при частичной атрофии зрительного нерва в режиме БИО [Брежнев А.Ю., 2003].

В последние годы и за рубежом активно изучается возможность применения метода при нейродегенеративных поражениях головного мозга, когнитивных нарушениях, болезни Альцгеймера и Паркинсона, инсультах, травмах и пр. [Hamblin M.R., Huang Y.-Y., 2019]. Но до сих пор ими не разработана достаточно эффективная и при этом безопасная методика транскраниального освечивания. И на то есть свои причины.

В экспериментах *in vivo* используются различные спектральные диапазоны, однако их результаты не могут служить прямыми рекомендациями для клинического применения, хотя бы из-за весьма существенных различий размеров головы человека и мелких животных. Также существуют принципиальные различия в некоторых физиологических процессах, например, нейроэндокринного регулирования иммунной и сосудистой систем.

Если в эксперименте *in vitro* J.B. Walker с соавт. (2005) продемонстрировали изменения эпилептиформной активности в гиппокампе после лазерного освечивания ( $\lambda = 488$  нм, 25 мВт, пятно 5 мм), что свидетельствует о чувствительности ЦНС к НИЛИ и потенциальной возможности регулирования различных процессов на этом уровне, то невозможность доставки излучения в нужное место с такой длиной волны при непрерывном режиме работы лазера не позволяет применить метод в клинике.

У других экспериментальных работ аналогичные проблемы, но их результаты интересны как с точки зрения лучшего понимания механизмов БД НИЛИ, так и некоторых физиологических, методических закономерностей с целью оптимизации параметров лазерного освечивания.

Транскраниальное воздействие НИЛИ в ближней инфракрасной области спектра ( $\lambda = 808$  нм, непрерывный и модулированный режимы, 25 мВт/см<sup>2</sup>) в течение 2–5 мин в несколько раз увеличивает содержание АТФ в коре головного мозга у эмболированных кроликов [Lapchak P.A., De Taboada L., 2010], позволяет модулировать возбудимость моторной коры при оптимальной экспозиции 5 мин, причём наибольшая активность головного мозга наблюдается в течение 20 мин после воздействия [Konstantinovic L.M. et al., 2013], улучшает мозговой кровоток у крыс за счёт высвобождения оксида азота (NO) [Uozumi Y. et al., 2010].

Освечивание НИЛИ с длиной волны 660 нм и 810 нм устраняет последствия искусственной черепно-мозговой травмы у крыс, оказывая нейропротекторное действие, снижая воспаление и стимулируя нейрогенез, но результат отсутствовал на длинах волн 730 нм и 980 нм. Модулированный режим (частота 10 Гц) оказался намного эффективнее, чем в непрерывном режиме [Huang Y.-Y. et al., 2012]. Очередной пример того, насколько ошибочно абстрактное словосочетание «ИК НИЛИ глубже проникает», без уточнения длины волны и цели воздействия. Три длины волны относятся к ИК-спектру, а эффективна только одна из них.

В контролируемом клиническом исследовании продемонстрировано выраженное положительное влияние транскраниальной методики ЛТ ( $\lambda = 1064$  нм, световое пятно  $4 \text{ см}^2$ , ПМ  $250 \text{ мВт/см}^2$ , в области лба, на 4 зоны, симметрично латеральные и медиальные области, с двух сторон по 1 мин на 1 зону, всего 8 мин) на когнитивные и эмоциональные функции человека [Barrett D.W., Gonzalez-Lima F., 2013]. Также после освечивания непрерывным ИК НИЛИ ( $\lambda = 808\text{--}810$  нм) с аналогичной ПМ в клинике происходило улучшение клинического состояния после ишемического инсульта [Lampl Y. et al., 2007], снижалась тяжесть депрессии, усиливался префронтальный кровоток [Schiffer F. et al., 2009]. Однако несмотря на достаточно большое число клинических примеров успешного применения непрерывного ИК НИЛИ, нельзя считать эту методику транскраниальной, более логичное объяснение полученным результатам – рефлекторный отклик соответствующих зон скальпа.

Результатов исследований российских учёных, посвящённых применению транскраниальной методики, очень много, даже поверхностный обзор работ будет содержать несколько сотен ссылок, поэтому в рамках темы главы рассматривать этот вопрос детально не представляется возможным.

При транскраниальном освечивании НИЛИ распределяется по всем отделам и участкам головного мозга, а отсутствие селективности делает процесс неконтролируемым, невозможно предугадать последствия. Исследования на открытом мозге у животных показали, что сконцентрированный в одну точку лазерный луч, направленный на разные участки мозга, вызывает различные ответные реакции. Такая методика, в частности, позволяет стимулировать микроциркуляцию, усиливая трофику тканей, особенно при сочетании с внутривенным введением лекарственных средств. Но при этом поглощение лазерного света нейронами минимально, следовательно, базовые функции ЦНС не нарушаются. И это крайне важно с точки зрения контролируемости и безопасности.

### ***Воздействие на проекции иммунокомпетентных органов***

Метод используется при состояниях, связанных с различными нарушениями в работе иммунной системы, воздействие проводится непосредственно на проекции иммунокомпетентных органов, чаще всего лимфатические узлы, тимус и селезёнку (рис. 8, зоны 1 и 2, соответственно).

Исследования показали, что освечивание НИЛИ позволяет влиять практически на все, как гуморальные, так и клеточные, компоненты иммунной системы, однако направленность ответной реакции может меняться в зависимости от многих факторов. Выбор методики достаточно индивидуален для каждой нозологии, литературы по этой теме вполне достаточно, чтобы каждому специалисту в своей области определиться с выбором наиболее оптимальной схемы лечения.

Чаще всего используется матричная импульсная ИК-лазерная излучающая головка МЛ-904-80 для аппаратов серии «Матрикс» и «Лазмик», параметры методики представлены в табл. 8. Допускается использование излучающих



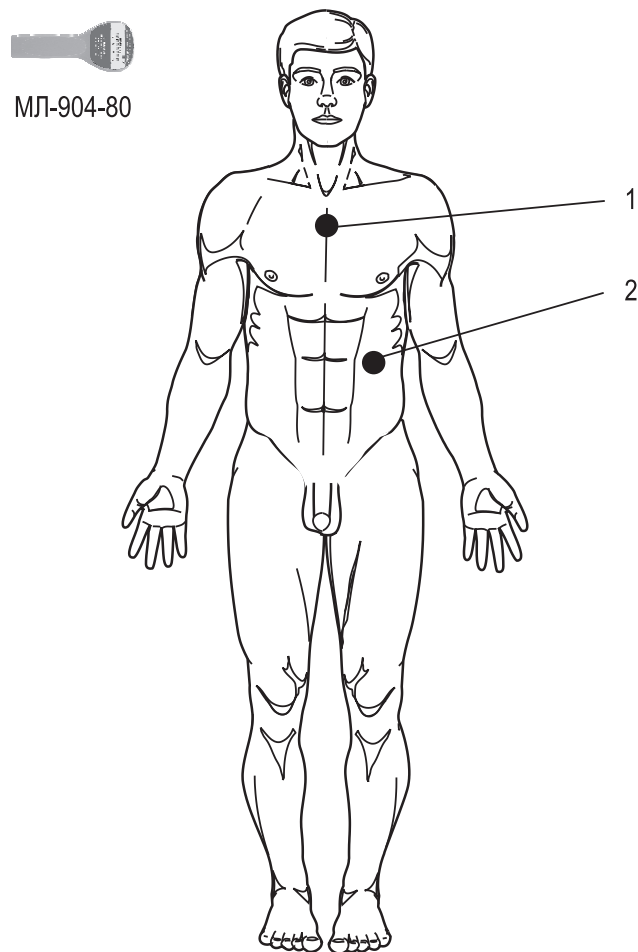


Рис. 8. Зоны воздействия на основные иммунокомпетентные органы

Таблица 8

**Параметры методики лазерной терапии при воздействии на проекции иммунокомпетентных органов**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	904 (ИК)	–
Режим работы лазера	Импульсный	–
Длительность светового импульса, нс	100–150	–
Мощность излучения, Вт	60–80	–
Плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup>	8–10	–
Частота, Гц	80–150	–
Экспозиция на 1 зону, мин	1,5	Экспозиция строго ограничена
Количество зон воздействия	1–3	–
Локализация	На проекцию иммунокомпетентных органов	Матричная излучающая головка, площадь на поверхности 10 см <sup>2</sup> или с одним лазером через зеркальную часадку
Методика	Контактная или контактно-зеркальная	Через прозрачную насадку ПМН или зеркальную насадку
Количество процедур на курс	8–10	Ежедневно

головок с одним импульсным ИК-лазером, но только с зеркальной насадкой ЗН-35 или ЗН-50 (контактно-зеркальная методика), возможны и другие варианты, но в любом случае всегда применяют *исключительно импульсное* ИК НИЛИ ( $\lambda = 904$  нм, ДСИ 100–200 нс).

## Внутриполостные методики лазерной терапии

Процедуры проводят с помощью специализированных оптических насадок, посредством которых доставляют энергию лазерного света в нужную область с заданным пространственным распределением светового пятна. Используют, как правило, непрерывное НИЛИ видимого спектра. Поскольку площадь воздействия строго задана формой оптической насадки, мощность излучения головки устанавливается на максимальном уровне (у оптических насадок потери могут составлять до 50% и более).

Напомним также, что после прохождения через световод длиной более 20 см в значительной степени теряются специфические свойства лазерного излучения – пространственная когерентность и поляризация, а именно эти составляющие пространственно-временной организации воздействия определяют высокую терапевтическую эффективность лазерной терапии.

Однозначно показано, как экспериментально [Инюшин В.М., Чекуров П.Р., 1975], так и в ходе клинических исследований [Анищенко Г.Я. и др., 1991], что эффективность ЛТ при непосредственном воздействии НИЛИ (без световода) существенно выше. Следовательно, необходимо по возможности работать без посредничества оптического волокна или минимизировать его длину. Нашими исследованиями было установлено, что допустимое снижение степени поляризации происходит на длине световода не более 15–20 см, а при длине световода более 1 метра поляризация и пространственная когерентность практически отсутствуют [Москвин С.В., 2000].

Для внутриполостного воздействия используются те же параметры НИЛИ и экспозиции, что и при контактно-зеркальной методике (табл. 4), но мощность устанавливается на максимальном для выбранной лазерной излучающей головки уровне.

Основные оптические насадки:

- гинекологические насадки Г-1; Г-2, Г-3;
- проктологические насадки П-1, П-2, П-3;
- комплект насадок для оториноларингологии Л-1: Л-1-1; Л-1-2;
- комплект насадок для стоматологии С-1: С-1-1; С-1-2; С-1-1 (ЛВ).

Внутриполостные методы ЛТ всё активнее замещаются наружным воздействием на проекции соответствующих органов. Например, непосредственное освечивание язв желудка и двенадцатиперстной кишки через световод в настоящее время практически полностью вытеснено применением матричных импульсных ИК-лазерных излучающих головок, работающих для повышения эффективности в режиме модуляции «БИО» [Москвин С.В., Захаров П.И.,

2013]. Воздействие в этом случае проводится неинвазивно – процедура комфортна для пациента и удобна для медперсонала, при этом и более высокая эффективность лечения.

Иногда внутриполостную лазерную терапию сочетают или комбинируют с другими методами физиотерапии. Например, при использовании вибромагнитолазерной головки ВМЛГ10 для АЛТ «Матрикс-Уролог» задействованы вибрация, постоянное магнитное поле и лазерный свет. Именно в направлении сочетания и комбинирования различными физическими лечебными факторами следует рассматривать перспективы развития внутриполостных методов.

## **Неинвазивное (надвенное, надсосудистое, чрескожное, транскутанное) лазерное освечивание крови**

По данным некоторых авторов, эффекты, вызываемые внутривенным лазерным освечиванием крови (ВЛОК) и различными вариантами надсосудистого освечивания крови (НЛОК), сопоставимы или идентичны [Зубкова С.М., 2009; Кошелев В.Н. и др., 1995; Пат. 2440161 RU]. Наш многолетний практический опыт и клинические исследования прямо свидетельствуют во многих случаях в пользу НЛОК как более эффективного и простого метода, хотя большинство практических врачей отдаёт предпочтение ВЛОК. Сравнение в данном случае проводится исключительно между наиболее оптимальным вариантом НЛОК с использованием матричных импульсных красных ( $\lambda = 635$  нм) лазеров и ВЛОК-635 (длина волны 635 нм, непрерывный режим, мощность 1–3 мВт). Когда же выбор того или иного варианта методики определяется исключительно возможностями имеющейся в наличии аппаратуры, сравнение не может быть корректным по причине того, что параметры освечивания чаще всего далеки от оптимальных.

Тем не менее каждый из способов имеет и свои особенности, как по технологии реализации, так и по результатам. Например, С.М. Зубкова (2012) кроме общих механизмов БД НЛОК рассматривает дополнительные эффекты как результат активации ЦНС (рис. 9), так же как и при внутривенном варианте освечивания крови.

Внутривенный и наружный способы освечивания различаются тем, что в первом случае воздействие осуществляется непосредственно на кровь, а при неинвазивном варианте НИЛИ предварительно проходит через кожу, стенки сосудов и пр., поглощается, рассеивается. При этом значительно теряется мощность, почти полностью исчезают пространственная когерентность и поляризованность, но полностью сохраняется временная когерентность (монохроматичность), основное свойство лазерного света, определяющее его терапевтическую эффективность.

Мы не один десяток лет занимаемся развитием методов как НЛОК, так и ВЛОК, понимая, что каждый из них занимает свою нишу, всегда были и всегда

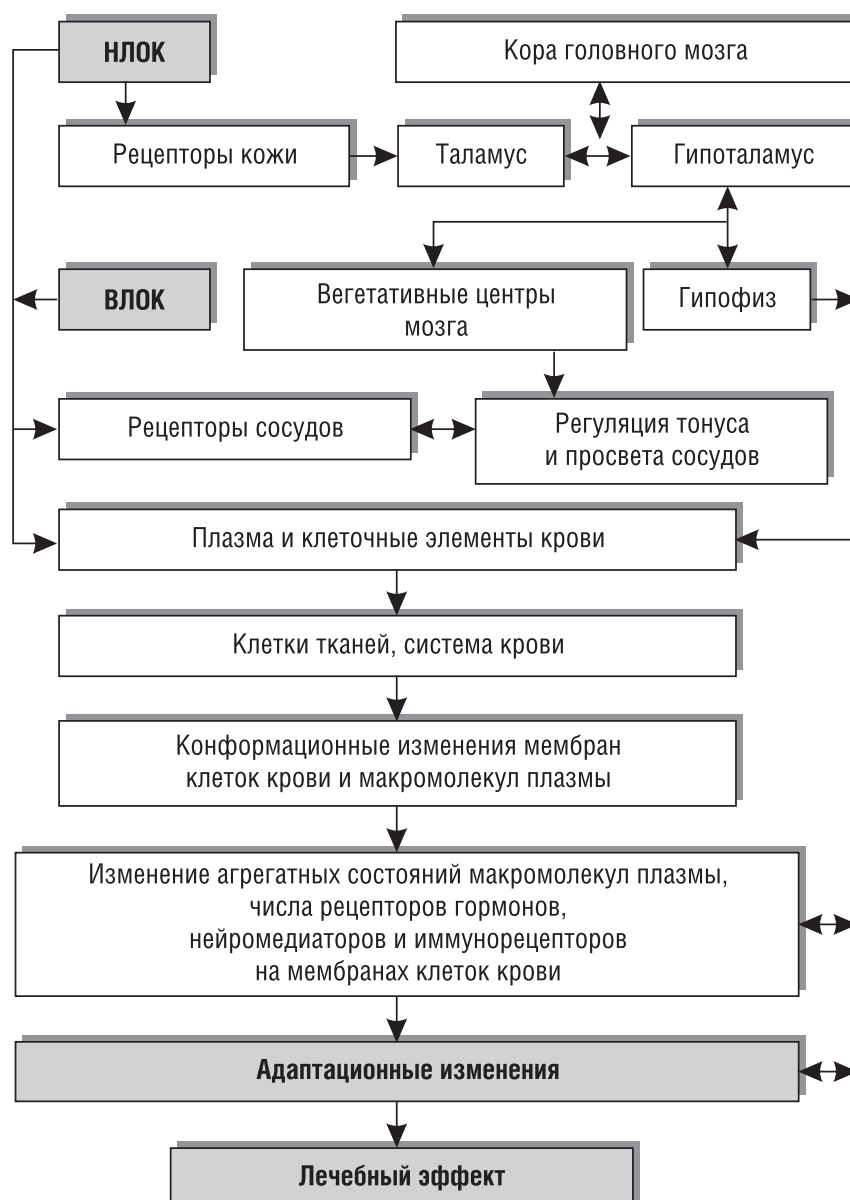


Рис. 9. Физиологические реакции организма на НЛОК и ВЛОК (Зубкова С.М., 2012)

будут сторонники у обоих вариантов освечивания крови. Примером может быть книга «Лазерная терапия в неврологии» [Кочетков А.В. и др., 2012], в которой оба метода представлены без противопоставления. Единственная, пожалуй, настойчивая рекомендация – нежелательность применения инвазивных методик в педиатрии. Да и то с оговоркой в отношении освечивания крови НИЛИ УФ-спектра, поскольку эффективность методики ВЛОК-365 (ЛУФОК®) столь очевидно высока, что в ряде случаев без неё просто не обойтись.

Экспериментально-клиническими исследованиями показана высокая терапевтическая эффективность НЛОК, сопоставимая как минимум с внутривенным лазерным освечиванием крови в варианте ВЛОК-635 (красный спектр). Например, В.Н. Кошелев с соавт. (1995) провели сравнительную оценку эффективности методов и доказали их идентичность в части положительного

влияния на систему свёртывания крови и нормализации кислородного баланса в поражённых конечностях.

У больных сахарным диабетом с длительно не заживающими ранами и язвами нижних конечностей НЛОК импульсным ИК НИЛИ ( $\lambda = 890$  нм) в сочетании с мексидолом способствует нормализации показателей свёртывающей и антисвёртывающей систем крови, иммунитета и неспецифической резистентности организма [Толстых П.И. и др., 2000].

В методике НЛОК как альтернативе внутривенного способа наилучшую эффективность демонстрирует импульсное красное НИЛИ с длиной волны 635 нм, несколько худшие результаты лечения при использовании импульсного ИК НИЛИ ( $\lambda = 890\text{--}904$  нм). Неинвазивность, простота и доступность методики (вплоть до полевых условий) позволяют значительно повысить эффективность ЛТ за счёт добавления НЛОК к другим способам воздействия. В течение многих лет мы проводили работу по оптимизации режимов НЛОК и показали, что необходим не только импульсный режим работы лазеров, но именно длина волны 635 нм (красный спектр), при этом намного эффективнее матричные излучатели, чем с одним лазером, даже с зеркальной насадкой, увеличивающей зону освечивания.

Чрезвычайно успешно НЛОК применяется при нарушениях мозгового кровообращения на этапе ранней реабилитации больных церебральным инсультом. В авторской методике воздействие проводится импульсным ИК НИЛИ на проекцию общей сонной артерии (ОСА) или позвоночной артерии (ПА) в зависимости от локализации очага поражения: на проекцию обеих ОСА при преобладании у больных синдрома каротидной недостаточности, а на ПА также симметрично при синдроме вертебрально-базилярной недостаточности [Кочетков А.В., 1998].

Обращаем особое внимание на *оптимальную экспозицию – 2–5 мин для НЛОК*, а не 10–20 мин, как в среднем у ВЛОК-635 – самого распространённого варианта внутривенной методики. Это существенное отличие, о котором всегда необходимо помнить.

К сожалению, достаточно распространена путаница в терминологии и методологии проведения процедуры. Например, за НЛОК совершенно необоснованно выдают эндоназальное освечивание, ссылаясь на работы советских учёных, которые первыми показали эффективность как ВЛОК, так и эндоназальной методики, как совершенно другого метода лазерной терапии. Китайские «коллеги» освечивают эндоназально, мотивируя свой выбор близким расположением к поверхности достаточно разветвлённой сети капилляров. При этом параметры методики выбраны совершенно неадекватные – мощность 3,5–4,5 мВт ( $\lambda = 633$  нм), ежедневно по 30 мин в течение 30 дней – очевидно, ориентируясь на параметры ВЛОК-635 [Li Q. et al., 1998].

Именно с такими техническими характеристиками и методиками продаются дешёвые китайские подделки по всему миру, причём ориентированы они на женщин с обещанием решения чуть ли не всех проблем со здоровьем. Это совершенно недопустимо, авторы идеи даже не представляют себе возмож-



ные катастрофические последствия от массового и без врачебного контроля эндоназального лазерного освечивания. *Необходимо всем однозначно понять и запомнить*, что освечивание периферических сосудов в любой локализации, типа «лазерных часов» на запястье [Litscher G., Litscher D., 2016] бесполезно, а эндоназально исключительно опасно, и в любом случае это *лишь дискредитация лазерной терапии* [Москвин С.В., 2014].

Способ эндоназального лазерного освечивания хорошо известен, а также то, что он 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 и др. [Рамдоял С., 1990; Серов В.Н. и др., 1988, 2018]. Такая многогранность и разветвлённость ответной реакции организма настоятельно требуют предельно осторожного и максимально контролируемого воздействия на эту зону.

Эндоназальная методика в акушерстве и гинекологии применяется *только специалистами* именно для коррекции гормональных изменений ( $\lambda = 635$  нм, мощность 10–15 мВт, экспозиция не более 2 мин) [Фёдорова Т.А. и др., 2009]. Освечивание НИЛИ эндоназально используют иногда в ЛОР-практике, но с другими целями и параметрами, мощность на выходе специальной оптической насадки не более 3–5 мВт при экспозиции от 30 с до 2 мин (в зависимости от возраста) [Наседкин А.Н., Москвин С.В., 2011]. В этом случае обеспечивается только местное влияние, вероятность генерализованного отклика минимальна.

Некоторые уже пришли к пониманию неадекватности предлагаемых изначально параметров эндоназальной методики в «китайском» варианте исполнения, ограничили мощность (3–5 мВт) при длине волны 635–650 нм и экспозицию – до 5 мин [Liu T.C.Y. et al., 2010], мотивируя тем, что это якобы положительно влияет на показатели свёртываемости крови у женщин с нормально протекающей беременностью [Gao X. et al., 2008]. Зачем освечивать НИЛИ беременных женщин без видимой патологии?! А некоторые «учёные» и «клиницисты» протаскивают, к сожалению, эту китайскую дрянь на российский рынок под видом «инновационной» технологии.

Возвращаясь к вопросу о влиянии НИЛИ на систему кровообращения, уточним, что абсолютно бессмысленно освечивать периферическую кровь, протекающую через капиллярную сеть. Такое воздействие осуществляется при любой наружной методике и не заменяет НЛОК, которое проводится только в проекции крупных кровеносных сосудов. Методика НЛОК в наиболее оптимальном варианте (импульсное НИЛИ и матричные излучающие головки) хорошо отработана, давно и успешно применяется в России, характеризуется высокой степенью системного влияния, хорошо дополняет другие способы лазерного воздействия.

Если ВЛОК проводят почти исключительно инъекцией в кубитальную вену, иногда через постоянно установленный подключичный катетер, то НЛОК

осуществляется транскутанно, чаще всего в проекциях левой надключичной зоны, общих сонных артерий, паховых или подколенных сосудистых пучков [Космынин А.Г., 2005; Кочетков А.В. и др., 2012; Лейдерман Н.Е., 2010; Лейдерман Н.Е. и др., 2009, 2010; Москвин С.В., 2008]. То есть при реализации НЛОК всегда воздействуют на проекцию крупных сосудов (артерии или вены) в области, близлежащей к очагу поражения. Это ещё одно отличие методик – локализация воздействия.

Итак, у неинвазивного варианта ЛОК много преимуществ, метод зачастую не менее эффективен, чем ВЛОК, проще и дешевле, меньше времени на процедуру и пр., но ВЛОК по ряду причин развивается быстрее. Мы же стараемся совершенствовать обе технологии, считаем, что у специалистов должен быть выбор, поскольку каждый из методов имеет свои плюсы.

*Методика НЛОК.* Освечивание проводится через кожный покров всегда на проекцию крупных сосудов (артерии или вены) в области, близлежащей к очагу поражения (рис. 10), с экспозицией 2–5 мин:

- проекция общей сонной артерии (синокаротидная зона) симметрично (рис. 10, зона 2);
- проекция позвоночной артерии симметрично (рис. 10, зона 3);
- надключичная область слева (рис. 10, зона 4);

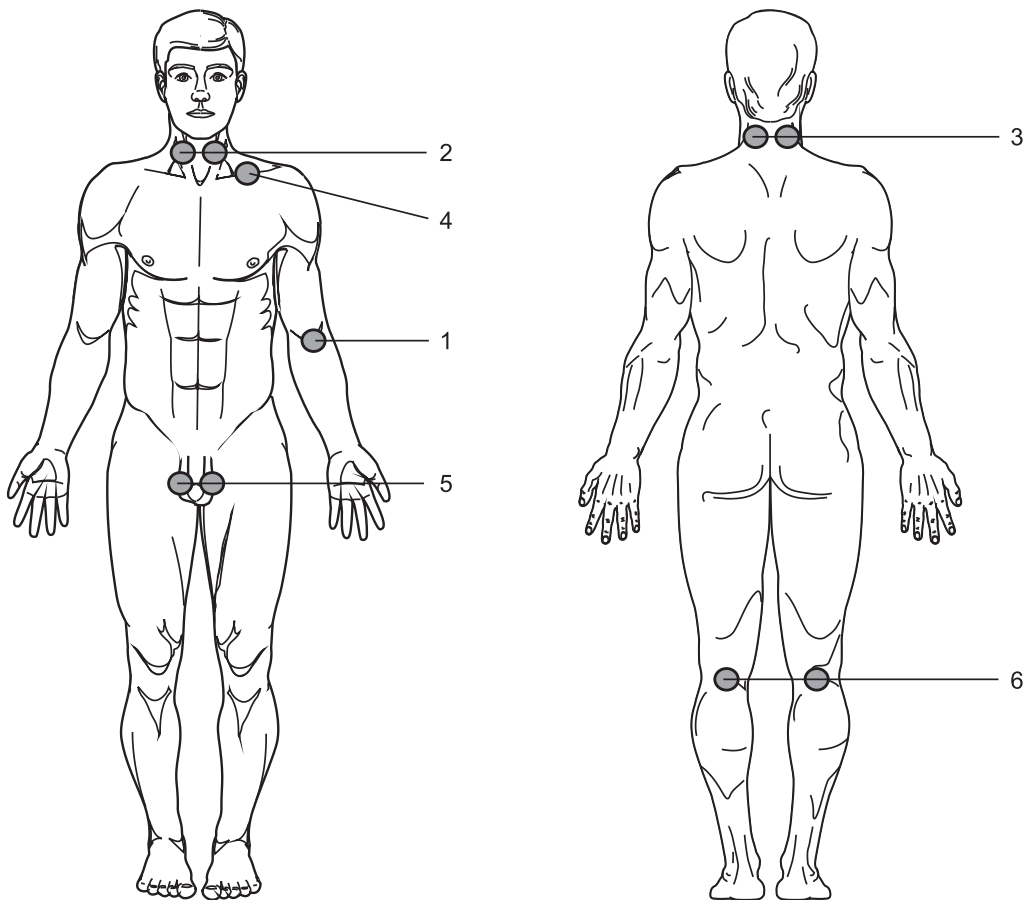


Рис. 10. Основные зоны лазерного освечивания крови

- сосудистые пучки в паховой области симметрично (рис. 10, зона 5);
- подколенная ямка симметрично (рис. 10, зона 6).

Оптимальные параметры методики указаны в табл. 9:

- НЛОК-635, наиболее эффективный вариант, импульсное НИЛИ красного спектра ( $\lambda = 635$  нм), ПМ – 4–5 Вт/см<sup>2</sup>, ДСИ 100–150 нс, частота 80 Гц;
- НЛОК-904, импульсное ИК НИЛИ ( $\lambda = 904$  нм), ПМ – 8–10 Вт/см<sup>2</sup>, ДСИ 100–150 нс, частота 80 Гц.

Предпочтительнее всего для НЛОК использовать матричную лазерную излучающую головку МЛ-635-40, имеющую 8 ЛД импульсной мощностью по 5 Вт каждый ( $\lambda = 635$  нм, импульсный режим, ДСИ 100–150 нс), расположенных в 2 ряда, суммарная мощность 40 Вт (рис. 11). С несколько меньшей эффективностью в методике можно использовать ИК-матричную

Таблица 9

### Параметры методики НЛОК

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	635 (красный)	НЛОК-635
	904 (инфракрасный)	НЛОК-904
Режим работы лазера	Импульсный	–
Длительность светового импульса, нс	100–150	–
Мощность излучения, Вт	30–40	Матричная излучающая головка МЛ-635-40 для НЛОК-635
	60–80	Матричная излучающая головка МЛ-904-80 для НЛОК-904
Плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup> (площадь поверхности 10 см <sup>2</sup> )	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	Рис. 10, зоны 2–6
Методика	Контактная	Через прозрачную насадку ПМН
Количество процедур на курс	10–12	Ежедневно



Рис. 11. Матричная лазерная излучающая головка МЛ-635-40

лазерную излучающую головку МЛ-904-80 (длина волны 904 нм, мощность 60–80 Вт). Мощность выбирается максимальная (табл. 9) и не варьируется. Также недопустимо превышать 5-минутную экспозицию освечивания одной зоны [Лазерная терапия..., 2015]. Вопрос возможного увеличения частоты (т. е. средней мощности для импульсных лазеров) остаётся пока открытым, необходимо проведение дополнительных исследований по изучению влияния этого параметра на эффективность процедуры при различных патологических состояниях. Одно известно точно: частоты менее 80 Гц (иногда можно встретить даже 5 Гц) для импульсных лазеров совершенно неэффективны.

## **Внутривенное лазерное освечивание крови**

Метод в силу своей исключительной универсальности и эффективности нашёл самое широкое практическое применение в кардиологии, пульмонологии, эндокринологии, гастроэнтерологии, гинекологии, урологии, анестезиологии, дерматологии и других областях медицины. Глубокое научное обоснование эффективности и прогнозируемость результатов также способствуют применению ВЛОК как самостоятельно, так и в комплексе с другими лечебными методами [Гейниц А.В. и др., 2012; Капустина Г.М. и др., 1996].

В многочисленных публикациях сообщается о положительных результатах, полученных при внутривенном лазерном освечивании крови с использованием гелий-неонового лазера. Выбор типа лазера и длины волны 633 нм был обусловлен фактором доступности, но не эффективности. Современные лазерные терапевтические аппараты, в которых используются лазерные диоды («Лазмик», «Лазмик-ВЛОК» и «Матрикс-ВЛОК»), не только имеют лучшие масс-габаритные и энергетические параметры, но также и обладают лучшей терапевтической эффективностью благодаря оптимизации длины волны лазерного излучения. Разработка и производство одноразовых стерильных световодов позволили сделать эту процедуру абсолютно безопасной и комфортной для пациентов.

Успехи метода в кардиологии были отмечены вручением Государственной премии СССР в 1989 году Б.С. Агову, М.Р. Бохуа, Г.М. Капустиной, Н.Н. Кипшидзе, И.М. Корочкину, Л.А. Марсагишвили, В.С. Сергиевскому, Н.И. Степанищевой, Г.Е. Чапидзе «за разработку и внедрение в клиническую практику метода лечения различных форм ИБС гелий-неоновым лазером». Однако, на наш взгляд, метод незаслуженно мало задействован в практическом здравоохранении. Кроме уникальной лечебной эффективности необходимо обратить внимание и на экономические выгоды от его применения. В условиях ограниченного бюджетного финансирования на первый план выходит использование лечебно-профилактическими учреждениями средств обязательного и добровольного медицинского страхования. Метод ВЛОК признаётся страховыми компаниями и в большинстве регионов Российской Федерации финансируется по системе ОМС.

Универсальность ВЛОК обусловлена не только положительным влиянием на кровь и все её компоненты, благотворное воздействие осуществляется на весь организм посредством запуска центральных механизмов регулирования и поддержания гомеостаза через ответную реакцию ВНС и ЦНС с корректировкой стратегии адаптации организма.

Для ВЛОК используется НИЛИ только в непрерывном режиме, хотя имеются пока единичные публикации по изучению влияния модуляции на эффективность лечения. Воздействие проводят внутривенно через специальные одноразовые стерильные световоды с пункционной иглой, чаще всего в кубитальную вену (рис. 10, зона 1) [Гейниц А.В. и др., 2012; Капустина Г.М. и др., 1996].

## **Инструкция по проведению процедуры ВЛОК**

### **Проверка работоспособности аппаратуры и мощности излучающей головки**

1. Подключить лазерную излучающую головку к аппарату (базовому блоку), вставив разъём на шнуре излучающей головки в соответствующий разъём одного из каналов на передней панели аппарата. Необходимо обратить внимание на соответствие цвета ремешка излучающей головки длине волны лазерного излучения, выбранной для проведения процедуры (табл. 10).
2. Вставить **контрольный** световод (используется **только** для измерений) **без иглы и без колпачка** в оптический разъём излучающей головки. Допускается использовать только тестовый световод или канюлю с отрезанным световодом (световолокном). **ВНИМАНИЕ!** Не допускается проводить измерение мощности на выходе стерильного световода и при наличии иглы!
3. Приблизить световод (канюлю) к окну индикатора мощности.
4. Нажать кнопку ПУСК на базовом блоке.

Таблица 10

### **Соответствие цвета ремешка и обозначений на лазерных излучающих головках длине волны**

Наименование головки	Длина волны, нм	Спектр	Средняя мощность*, мВт, не менее	Цвет ремешка и обозначений
КЛ-ВЛОК-365-2 (для УФОК)	365	УФ	2	Фиолетовый
КЛ-ВЛОК-405-2	405	УФ	2	Фиолетовый
КЛ-ВЛОК-445-2	445–450	Синий	2	Голубой
КЛ-ВЛОК-450-20	445–450	Синий	20	Голубой
КЛ-ВЛОК-525-2	520–525	Зелёный	2	Зелёный
КЛ-ВЛОК-525-20	520–525	Зелёный	20	Зелёный
КЛ-ВЛОК-635-2	635	Красный	2	Красный
КЛ-ВЛОК-635-20	635	Красный	20	Красный
КЛ-ВЛОК-808-40	808	ИК	40	Оранжевый

*Примечание.* \* – на выходе одноразового световода КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (ТУ 9444-005-72085060-2008).



5. Установить соответствующими кнопками необходимую по методикам мощность излучения, контролируя её по индикатору на аппарате. Для излучающих головок мощностью 2 мВт она всегда максимальная, контролируется только наличие излучения и соответствие параметра. Проверку для этих головок проводят, как правило, один раз в день перед началом работы.
6. Выключить излучение, нажав повторно кнопку ПУСК.

*Последовательность проведения процедуры ВЛОК (рис. 12)*

1. Пациент находится в положении лёжа на спине.
2. Закрепить на предплечье пациента лазерную излучающую головку с помощью манжеты (или магистральный световод с помощью пластыря).
3. Установить на аппарате необходимое время процедуры.
4. Подготовить вену для проведения внутривенной процедуры.
5. Вскрыть упаковку, вынуть одноразовый стерильный световод КИВЛ-01. **Внимание!** Измерение мощности излучения стерильным световодом с иглой не проводится, только через специальный наконечник (см. выше).
6. Снять с иглы защитный колпачок.
7. Сдвинуть иглу с «бабочки» на 2–3 мм (так, чтобы световод полностью вошёл в иглу). **Внимание!** Световод должен выступать из иглы, в противном случае свет просто не выйдет из неё наружу. Но ввести иглу при выступающем световоде не представляется возможным, его необходимо «убрать» внутрь иглы перед введением её в вену!
8. Произвести иглой венопункцию. После появления крови в отверстии (подтверждение входа в вену) вставить иглу на «бабочку» до упора и зафиксировать «бабочку» на руке пластырем.
9. Снять жгут. Наконечник световода КИВЛ-01 (канюлю) вставить в разъем-защёлку излучающей головки (или магистрального световода) до упора.

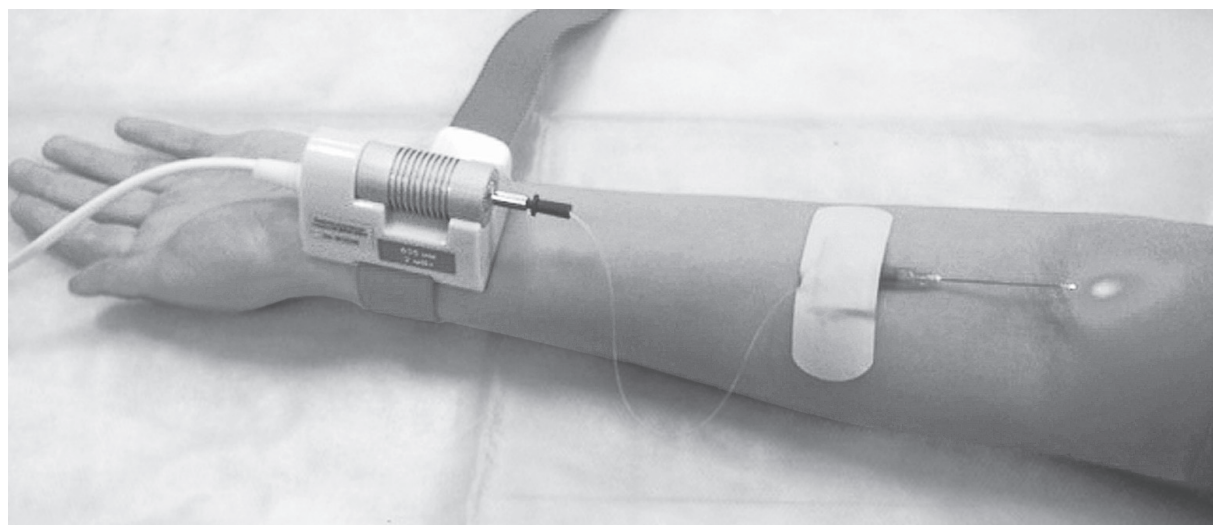


Рис. 12. Процедура проведения ВЛОК

10. Нажать на аппарате кнопку ПУСК/СТОП для начала процедуры.
11. По окончании процедуры (аппарат автоматически выключится) вынуть световод с иглой КИВЛ-01 из вены и утилизировать.
12. Снять с руки излучающую головку или магистральный световод (у устаревших моделей аппаратов). Процедура закончена.  
 Параметры различных методик представлены далее.

### **Базовая методика ВЛОК**

В первом варианте методики, с которой всё начиналось, ранее применяли гелий-неоновые лазеры с длиной волны 633 нм и мощностью 1–5 мВт, но с начала XX века перешли на более эффективные лазерные диоды с длиной волны 635 нм, и методику стали называть ВЛОК-635. Лазерные диоды, работающие в других спектральных диапазонах, используются в наиболее современных аппаратах, позволяющих реализовать новые, более эффективные в ряде случаев варианты методики: ЛУФОК<sup>®</sup>, ВЛОК-445, ВЛОК-525. В табл. 11 представлены базовые методики, в которых используются минимальные мощности и экспозиции.

Таблица 11

**Параметры методики ВЛОК-635 («классическая»),  
 ВЛОК-365 (ВЛОК-405, ЛУФОК<sup>®</sup>), ВЛОК-445, ВЛОК-525**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	635 (красный)	ВЛОК-635
	365–405 (ультрафиолетовый, УФ)	ВЛОК-365 (ВЛОК-405, ЛУФОК <sup>®</sup> )
	445 (синий)	ВЛОК-445
	525 (зелёный)	ВЛОК-525
Режим работы лазера	Непрерывный	–
Мощность излучения*, мВт	1,5–2	На выходе одноразового световода
Экспозиция, мин	10–20	ВЛОК-635
	2–5	ВЛОК-365 (ВЛОК-405, ЛУФОК <sup>®</sup> )
	3–5	ВЛОК-445
	5–8	ВЛОК-525
Локализация	Вена локтевая срединная ( <i>v. mediana cubiti</i> )	Рис. 10, зона 1
Методика	Внутривенно	Через одноразовый стерильный световод КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (ТУ 9444-005-72085060-2008)
Количество процедур на курс	7–12	Ежедневно или через день

*Примечание.* \* – на выходе одноразового световода КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (ТУ 9444-005-72085060-2008).

Существует множество разновидностей методики ВЛОК, отличных от базовых вариантов.

*Мощность* (1,5–2 мВт) не меняется, но в ряде случаев её увеличивают до 20–25 мВт, используя специальные лазерные излучающие головки. Есть

методики, в которых мощность меняется от процедуры к процедуре, и с этим необходимо быть предельно внимательными, постоянно контролировать все режимы, не только мощность, но и время процедуры, которое существенно зависит от длины волны и мощности.

*Экспозиция.* «Стандартное» время проведения процедуры 10–20 мин может увеличиться, иногда до 25–30 мин, но не более [Мешалкин Е.Н., Сергиевский В.С., 1981, 1989]! Лазерное освечивание крови с экспозицией до 45–60 мин, используемое в анестезиологии во время проведения операций с общим наркозом, преследует исключительно протекторные цели и не является лечебной процедурой [А.с. 1762944 SU; Авруцкий М.Я. и др., 1997].

У пациентов старшей возрастной группы экспозиция ВЛОК-635 уменьшается до 7–10 мин [Давыденко Т.Е., 2006]. В педиатрии действует правило: меньше возраст – ниже мощность и/или экспозиция [Москвин С.В. и др., 2010], для ВЛОК-635 это выражается в уменьшении экспозиции до 5–7 мин, хотя практически всегда внутривенный способ у детей можно заменить НЛОК, освечивая наружно левую надключичную область.

### **Методика комбинированная, ВЛОК-635 + ЛУФОК® (базовая)**

Лазерные терапевтические аппараты серии «Матрикс» и ЛАЗМИК® («Матрикс», «Матрикс-ВЛОК», «Матрикс-Уролог», «Лазмик», «Лазмик-ВЛОК»). Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-635-2 (красный спектр,  $\lambda = 635$  нм, мощность на выходе световода 1,5–2 мВт), экспозиция 15–20 мин, и лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-365-2 или КЛ-ВЛОК-405 для ЛУФОК® (УФ-спектр,  $\lambda = 365–405$  нм, мощность 1,5–2 мВт), экспозиция 2–5 мин (табл. 12) [Москвин С.В. и др., 2012].

Таблица 12

**Параметры методики ВЛОК-635 + ЛУФОК® (базовая)**

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> )	Рис. 10, зона 1
Методика	Внутривенно	Через одноразовый стерильный световод КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (ТУ 9444-005-72085060-2008)
Количество процедур на курс	10–12	Ежедневно, чередуя через день ВЛОК-635 и ЛУФОК®

*Примечание.* \* – на выходе одноразового световода КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (ТУ 9444-005-72085060-2008).

Комбинирование (чередование режимов) позволяет оптимизировать воздействие как на иммунную систему (УФ-спектр,  $\lambda = 365\text{--}405$  нм), так и с целью усиления трофического обеспечения тканей (красная область спектра,  $\lambda = 635$  нм) [Гейниц А.В., Москвин С.В., 2010<sup>(1)</sup>; Гейниц А.В. и др., 2012].

На курс 10–12 ежедневных процедур с поочерёдной сменой методик. Например, 1-й день – ЛУФОК<sup>®</sup>, 2-я процедура – ВЛОК-635, на 3-й день – ЛУФОК<sup>®</sup> и так далее. Первые три процедуры достаточно часто проводят ЛУФОК<sup>®</sup>, например, при инфекционных заболеваниях. **Но категорически недопустимо совмещать процедуры в один день, тем более проводить одновременно!**

### **Методика комбинированная, ВЛОК-525 + ЛУФОК<sup>®</sup> (базовая)**

Лазерные терапевтические аппараты серии «Матрикс» и «Лазмик» («Матрикс», «Матрикс-ВЛОК», «Матрикс-Уролог», «Лазмик», «Лазмик-ВЛОК»). Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-525-2 (зелёный спектр,  $\lambda = 520\text{--}525$  нм, мощность на выходе световода 1,5–2 мВт, экспозиция 7–10 мин) и лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-365-2 или КЛ-ВЛОК-405-2 для ЛУФОК<sup>®</sup> (УФ-спектр,  $\lambda = 365\text{--}405$  нм, мощность 1,5–2 мВт, экспозиция 2–3 мин).

На курс 10–12 ежедневных процедур с поочерёдной сменой методик. Например, 1-й день – ЛУФОК<sup>®</sup>, на 2-й процедуре – ВЛОК-525, на 3-й день повторяется ЛУФОК<sup>®</sup> и так далее [Пат. 2513474 RU, 2562316 RU, 2562317 RU]. Параметры базовой методики представлены в табл. 13.

Таблица 13

**Параметры методики ВЛОК-525 + ЛУФОК<sup>®</sup> (базовая)**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	365–405 (УФ)	ЛУФОК <sup>®</sup>
	520–525 (зелёный)	ВЛОК-525
Режим работы лазера	Непрерывный	–
Мощность излучения*, мВт	1,5–2	На выходе одноразового световода
Экспозиция, мин	3–5	ЛУФОК <sup>®</sup>
	7–8	ВЛОК-525
Локализация	Вена локтевая срединная ( <i>v. mediana cubiti</i> )	Рис. 10, зона 1
Методика	Внутривенно	Через одноразовый стерильный световод КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (ТУ 9444-005-72085060-2008)
Количество процедур на курс	10–12	Ежедневно, чередуя через день ВЛОК-525 и ЛУФОК <sup>®</sup>

*Примечание.* \* – на выходе одноразового световода КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (ТУ 9444-005-72085060-2008).

**Категорически недопустимо проводить ВЛОК с разной длиной волны в один день, тем более одновременно!**

**Также в один день недопустимо проводить ВЛОК и НЛОК.**

Разумеется, представленные выше базовые методики не перекрывают весь спектр возможностей метода, для повышения эффективности также можно и нужно (в пределах допустимого) менять мощность лазерного излучения, длину волны и экспозицию. Если такие способы повышения эффективности ВЛОК существуют, то у НЛОК варьирование параметрами весьма ограничено, например, экспозиция строго ограничена временным диапазоном 2–5 мин, мощность оптимальная, частота чаще всего 80–150 Гц [Москвин С.В., 2016].

## Лазерофорез

Наиболее известный и очевидный вариант сочетанной методики лазерной терапии, когда на кожу или слизистую оболочку наносится препарат (гель, крем), который под действием НИЛИ проникает внутрь и синергично с лазерным светом оказывает благотворное влияние на различные физиологические процессы. Это первыми показали российские учёные [А.с. 1012923 SU; Миненков А.А., 1989]. Лазерофорез активно применяется в медицинской практике, а в косметологии наибольшее распространение получила методика лазерной биоревитализации [Moskvin S.V., Khadartsev A.A., 2020].

Механизмы, через которые реализуется данная методика, хорошо изучены. Известно, что большинство веществ проникают через трансцитоз или пиноцитоз – основной механизм, обеспечивающий поглощение клетками мелких капель воды, белков, гликопротеинов и макромолекул с максимальным размером до 1000 нм (1 мкм) [Глебов Р.Н., 1987; Tammi R. et al., 1991]. Поскольку  $Ca^{2+}$ -зависимыми являются как эндоцитоз, так и экзоцитоз [Глебов Р.Н., 1987; Carafoli E. et al., 2001; Plattner H. et al., 1997], то высвобождение  $Ca^{2+}$  под влиянием освечивания НИЛИ приводит к активации трансцитоза в целом [Moskvin S.V., Khadartsev A.A., 2020].

Лазерофорез применяется стоматологами при гингивите и пародонтите с использованием непрерывного красного ( $\lambda = 635$  нм) и импульсного ИК ( $\lambda = 890–904$  нм) НИЛИ, вводят регуляторы обмена кальция [Коржова В.В. и др., 1995], препараты на основе гиалуроновой кислоты (ГК) [Болатова Л.Х., 2010; Прикулс В.Ф., 2001; Прикулс В.Ф. и др., 2008], экзогенные адаптогены (гирудин, пирроксан, пантовегин, янтарная кислота и др.) [Беляева Е.А., 2011; Великова Е.В., 2005; Жданов Е.В., 2004; Митрофанов И.В., 2006], нейротропные препараты [Хохлова Ж.В., 2007]. Запатентован способ лечения больных стоматитом методом лазерофореза 0,25% оксолиновой мази [Пат. 2162719 RU].

В комплексном лечении детей с верхнечелюстными синуситами применяется лазерофорез антибиотиков через слизистую оболочку [Хрыкова А.Г., 2007], при неинфекционных поражениях ногтевых пластин эффективен лазерофорез «Лонгидазы» 3000 МЕ [Финешина В.И., 2010], при дистрофических заболеваниях сетчатки показан лазерофорез антиоксиданта гистохром и препарата «Витрум вижн форте» [Красногорская В.Н., 2008]. Комбинированный метод лечения частичной атрофии зрительного нерва, включающий ретробульбар-



ное введение лекарственных препаратов и лазерофорез в сочетании с прямой электро- и лазеростимуляцией зрительного нерва, позволяет повысить остроту зрения, уменьшить количество абсолютных и относительных скотом, улучшить электрофизиологические параметры проведения возбуждения по зрительному нерву [Дугинов А.Г., 2010].

Лазерофорез успешно применяют в комплексной реабилитации пострадавших с ожогами и ранами различного генеза. Прослеживается отчётливая положительная динамика с учётом физиологической ретракции рубца. В процессе лечения пациенты отмечали, что рубцы сглаживались и выравнивались с окружающей кожей, становились эластичными и не имели тенденции к увеличению площади. Отсутствовали сыпь, отёк и гиперемия в области рубцов [Адмакин А.Л. и др., 2011].

Один из вариантов методики – фитолазерофорез специальных препаратов. В результате понижения рецепторной чувствительности, уменьшения интерстициального отёка и напряжения тканей проявляется обезболивающее действие. Уменьшение длительности фаз воспаления и отёка тканей даёт противовоспалительный и противоотёчный эффект, усиливая действие. Повышение скорости кровотока, увеличение количества новых сосудистых коллатералей, улучшение реологических свойств крови усиливает регионарное кровообращение, что вместе с ускорением метаболических реакций и увеличением митотической активности клеток способствует процессу физиологической и репаративной регенерации тканей. В процессе проведения лазерной терапии отмечаются десенсибилизирующий, гипохолестеринемический эффекты, повышение активности общих и местных факторов иммунной защиты. В зависимости от длины волны НИЛИ проявляются бактерицидный или бактериостатический эффекты. При определённых параметрах плотности мощности излучения и экспозиции проявляется биостимулирующее действие НИЛИ: повышается активность ферментов, идёт усиление кислородного обмена, увеличение поглощения кислорода тканями организма, активизируются окислительно-восстановительные процессы [Валентинов Б.Г., 2005; Катаев М.Р. и др., 2001; Москвин С.В., Купеев В.Г., 2007; Хадарцев А.А. и др., 2016].

Показано, что методика фитолазерофореза позволяет снять перевозбуждение в центральной нервной системе, устраняя гипоксию и ишемию структурных образований головного мозга. Длительная компрессия корешков межпозвоночных дисков ведёт к стойкому спазму мозговых сосудов, а также вызывает стойкое сокращение с последующим укорочением и снижением эластичности мышечно-связочного аппарата шейного отдела позвоночника, что также 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 [Купеев В.Г. и др., 2006]. По данным А.А. Горячевой (2007), фитолазерофорез способствует стабилизации артери-

ального давления, обеспечивая синтоксический эффект со стороны основных функциональных систем организма человека.

Первыми лазерофорез ГК и янтарной кислоты (ЯК) предложили в Тульском институте новых медицинских технологий, в течение многих лет под руководством проф. А.А. Хадарцева совершенствовали методику [Корягин А.А., 2004; Краюхин А.В., 2005; Митрофанов И.В., 2006; Рязанова Е.А., 2007; Хадарцев А.А. и др., 2003]. В частности, в работе Е.А. Рязановой (2007) показано, что после электромиостимуляции, предваряющей лазерофорез, происходит активация нейрорецепторного и мышечного аппарата и улучшение микроциркуляции крови. Эти изменения способствуют более активному отклику на воздействие НИЛИ и проникновению ГК и ЯК вглубь тканей. Лазерофорез биологически активных веществ (ГК и ЯК) проводили с помощью лазерного терапевтического комплекса «Матрикс-Косметолог» производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (г. Москва). Полученные результаты также свидетельствуют об активации микроциркуляции, при этом малые концентрации ГК и ЯК обеспечивают весьма значимый эффект усиления микроциркуляции, и соответственно, клинический результат.

Нами в течение 2010–2015 годов на базе Самарского медицинского института «РЕАВИЗ» проводились исследования, посвящённые оптимизации методики лазерофореза, разработке технологии лазерной биоревитализации ЛАЗМИК<sup>®</sup>, изучению механизмов лазерофореза и пр. Опубликованы статьи в журналах, методические рекомендации и монографии, получен патент на изобретение [Москвин С.В. и др., 2011, 2011<sup>(1)</sup>; Пат. 2398515 RU; Moskvina S.V., Khadartsev A.A., 2020].

*Методика лазерофореза.* Понимание базовых механизмов реализации методики позволяет сделать вывод, что активное вещество должно быть водорастворимым, иметь молекулярную массу не более 500 кДа и концентрацию в растворе не более 3%. Выбор оптимальной длины волны, мощности и ПМ чаще всего ограничен параметрами имеющейся аппаратуры, т. е. используют лазерные головки, имеющиеся в наличии, и те методики ЛТ, которые используются в стандартных вариантах.

Так, при проведении интравагинального лазерного освечивания с помощью оптической насадки Г-3 на неё надевают презерватив, смазанный, например, антисептиком. При наружном освечивании длительно не заживающей раны на неё предварительно наносится, например, регенерант. Методики ЛО при этом остаются те, что используются без препаратов.

*Методика биоревитализации.* На кожу наносится 1,5–3% водный раствор гиалуроната натрия, молекулярная масса 250–500 кДа, затем этот участок освещается непрерывным ИК НИЛИ, используется лазерная излучающая головка КЛО-780-90 со специальной насадкой ЛАЗМИК<sup>®</sup> ( $\lambda = 780\text{--}785$  нм, НР или МР, средняя мощность 40–50 мВт) по 0,5–1 мин на одну зону. Общее время всей процедуры не должно превышать 20 мин. Каждые 6 мес. проводится 5 ежедневных процедур, ежемесячно по 1 процедуре в качестве поддерживающей терапии.

При проведении лазерофореза или лазерной биоревитализации наружно применяется специальная косметологическая насадка ЛАЗМИК® (рис. 13), которая позволяет распределить энергию лазерного света по поверхности. В модулированном режиме используется частота 10 Гц, оказывающая максимальный вазодилатирующий эффект [Москвин С.В. и др., 2011, 2011<sup>(1)</sup>; Пат. 2398515 RU].



Рис. 13. Лазерная излучающая головка КЛО-780-90 со специальной насадкой ЛАЗМИК® для лазерофореза или биоревитализации

## Лазерно-вакуумная терапия

Этот вариант методики чаще называют лазерно-вакуумным массажем (ЛВМ), хотя и не всегда. Например, при лечении больных эректильной дисфункцией используется создание разрежения (вакуума) при одновременном ЛО без массажных движений. В методике ЛВМ в полной мере реализован основной принцип комплексного, сочетанного воздействия НИЛИ и другими физическими факторами. Достигается максимальный синергизм, когда потенцируется положительный лечебный эффект от каждого из них, повышая эффективность лечения и максимально удлиняя ремиссию. Нами был обобщён научный и практический опыт по применению ЛВМ с профилактической и лечебной целью, сформулированы общие принципы реализации методики, предложены различные её варианты [Москвин С.В., Горбани Н.А., 2010; Москвин С.В. и др., 2014].

Применение ЛВМ значительно снижает процент повторных травм у спортсменов, обладает большим пролонгированным действием. В клинике применение массажа при различных заболеваниях, особенно в послеоперационном периоде, способствует ликвидации ряда патологических изменений в тканях и органах: удаётся ликвидировать послеоперационные осложнения, ускорить процессы регенерации тканей, ликвидировать застойные процессы в лёгких и других органах и тканях, предупредить возникновение контрактур, атрофии мышц, нормализовать психоэмоциональное состояние у больных с неврозами, нормализовать крово- и лимфоток при сосудистой патологии и т. д. Показано, что сочетанным лазерно-вакуумным воздействием можно обеспечить максимально эффективный глубокий лимфодренаж [Абрамович Е., 2002].

Это направление развивается и за рубежом. Однако D. Samson et al. (2004), проведя анализ *иностранных* публикаций и сравнив результаты вакуумной терапии с действием НИЛИ, пришли к выводу, что если эффективность лазерной терапии не вызывает сомнения, то почти все работы по применению разрежения недостоверны, за исключением одного исследования, в котором выполнены все необходимые требования (рандомизированный отбор пациентов и т. д.) [Moues C.M. et al., 2004]. Сочетание же двух физических факторов (НИЛИ + разрежение) в любом случае предполагает лучший результат, чем применение их по отдельности [Samson D. et al., 2004].

Для ЛВМ или ЛВТ чаще всего применяют НИЛИ в непрерывном режиме ( $\lambda = 635$  нм (красный спектр) мощностью 10–15 мВт (лазерные излучающие головки КЛО-635-15), а также более мощные, 40–50 мВт (КЛО-635-50). Излучающую головку через резьбовой разъём М24×1 присоединяют к соответствующей насадке (рис. 14), а шланг для подключения вакуума к штуцеру на базовом блоке. Разработаны 7 основных типов насадок, различающихся диаметром и формой, для проведения процедур в разных частях тела.

В методике лазерно-вакуумной терапии (в данном контексте лучше использовать этот термин), например локального лазерного отрицательного давления (ЛЛОД), лазерная головка ЛО-ЛЛОД надевается на специальную



Рис. 14. Насадки (банки) для лазерно-вакуумного массажа

колбу (рис. 15), через которую происходит освечивание. В лазерной излучающей головке ЛО-ЛЛОД находятся лазерные диоды красного и ИК-спектров, включающиеся раздельно и последовательно с известными временными интервалами (100 с + 100 с + 100 с) [Москвин С.В., Горбани Н.А., 2010].

При различных заболеваниях пародонта (гингивит, пародонтит и др.) используется специальная насадка С-1-1 (ЛВ) (рис. 16), обеспечивающая наиболее эффективный вариант лазерно-вакуумной терапии [Москвин С.В., Амирьян А.Н., 2011].

Основные принципы методики соответствуют тем, что реализуются в аппаратном вакуумном массаже, однако имеются и связанные с наличием лазерного излучения особенности.

1. Все массажные приёмы следует выполнять по ходу кровеносных сосудов и лимфатических путей по направлению к ближайшим лимфатическим узлам, а также по зонам сегментарного массажа.



Рис. 15. Колба Б-ЛЛОД для проведения процедуры локального лазерного отрицательного давления

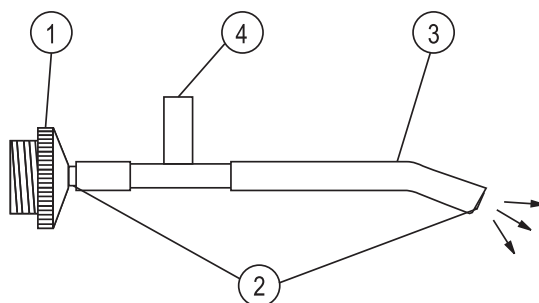


Рис. 16. Специальная насадка для лазерно-вакуумной терапии в стоматологии С-1-1 (ЛВ): 1 – оптический разъём с резьбой М24×1 для крепления на излучающие головки; 2 – световод, по которому НИЛИ доставляется до места воздействия; 3 – устройство для подачи разреженного воздуха, состоящее из силиконовой трубки, предназначенной для подведения вакуума к месту воздействия; 4 – разъём для подключения шланга воздуховода



2. Лимфатические узлы массировать нельзя, для воздействия на них применяют только стабильную контактно-зеркальную методику лазерной терапии.
3. Воздействие на родинки, папилломы, фурункулы, раны и пр. не допускается.
4. Положение массируемого должно исключать напряжение массируемых частей, необходимо максимально расслабить тело.
5. Массажные приёмы не должны вызывать болевых ощущений, исключая использование в липолитической программе.
6. При выполнении любого приёма необходимо соблюдать определённый стабильный ритм и темп движений.
7. Лазерное излучение нужно включать только на время проведения процедуры и только после установки насадки (головки) на место воздействия.
8. Необходимо использовать специальные защитные очки для сотрудника, проводящего процедуру, и для пациента при работе по лицу.
9. Экспозиция при стабильной методике на 1 зону не должна превышать 5 мин.
10. Общее время процедуры не должно превышать 20 мин.

Лазерно-вакуумный массаж можно проводить в различных позах: лёжа, сидя, стоя; главное, чтобы массируемый находился в удобном для него положении, а мышцы и суставы массируемой части тела были оптимально расслаблены.

Перед началом лазерно-вакуумного массажа тела рекомендуется провести лёгкое поглаживание ладонями той области, которую предполагается массировать, втирая в неё небольшое количество массажной смазки (масло, вазелин, крем).

В методике ЛВМ применяются два основных метода.

1. Лабильный метод (скользящий). Рекомендуемое разрежение в насадке при таком методе 5–10–20 кПа, применяют на тех областях тела, где хорошо развит подкожный слой.

Движение при массаже осуществляется по ходу лимфатических и кровеносных сосудов прямолинейно. Таким образом, лазерно-вакуумный массаж способствует оттоку лимфы и крови. В течение всей процедуры насадка должна двигаться плавно, без рывков и нажима на ткани. Массаж не должен вызывать болезненных ощущений. В противном случае следует снизить величину разрежения в насадке ФВМ или колбе ЛЛЮД.

2. Стабильный метод (неподвижный) – насадка располагается на одном месте в течение 1–2 мин. Рекомендуемое разрежение в насадке при таком методе 15–30 кПа.

Оптимальным временем воздействия на одну область является 1,5–2 мин, но не более 5 мин. Воздействие на дёсны и методика локального лазерного отрицательного давления предполагает свои особенности по времени экспозиции, технике и способах проведения процедур. Также для этих разновид-

ностей ЛВМ имеются свои специальные приспособления (насадки и лазерные излучающие головки).

В начале курса продолжительность должна быть 8–10 мин, затем может увеличиваться до 15–20 мин, чаще всего проводят 2–3 процедуры в неделю во второй половине дня. Количество процедур определяется индивидуально в зависимости от их переносимости, характера заболевания, возраста (обычно 10–15). Перерывы между курсами 2–3 месяца.

На сегментарных зонах Захарьина–Геда или при заболеваниях позвоночника используется стабильная методика, когда специальные насадки (ФВМ-35, ФВМ-25) размещают паравертебрально или по телу симметрично.

Применяют различные массажные средства на основе масел. Если при проведении массажа наблюдается плохой «скользящий» эффект, можно использовать небольшое количество любого смазывающего средства (вазелин, оливковое, косточковые масла и пр.). При проведении лазерно-вакуумного массажа НЕ СЛЕДУЕТ ПРИМЕНЯТЬ ТАЛЬК из-за возможного выхода аппарата из строя. Обязательно использовать специальный фильтр, который предотвращает попадание посторонних веществ, приводящих к неисправности аппарата. После окончания процедуры необходимо тщательно смыть массажное средство, особенно если после этой процедуры следует лазерофорез.

## **Когда используются непрерывный, модулированный и импульсный режимы**

Известны три основных *режима* лазерного излучения (рис. 17), или режима работы лазеров.

*Непрерывный* – мощность лазерного источника не меняется за время воздействия, при этом *средняя* мощность равна *максимальной*. Измеряется в милливаттах (мВт), т. е. 1/1000 Вт. Для лазерной терапии используют *лазерные* излучающие головки *непрерывного* режима работы мощностью от 1–3 мВт (акупунктура и ВЛОК) до нескольких десятков милливатт в наружных или полостных методиках.

У аппаратов серии ЛАЗМИК® соответствующие лазерные излучающие головки обозначаются «КЛ», далее длина волны и мощность. Например, КЛО-635-15 ( $\lambda = 635$  нм, мощность 15 мВт) для наружного воздействия и внутриполостных методик или КЛ-ВЛОК-635-2 ( $\lambda = 635$  нм, мощность 2 мВт) для ВЛОК.

*Модулированный режим* – когда периодически меняется амплитуда излучения (мощность) у *непрерывных* лазеров, при этом средняя мощность ( $P_{\text{ср}}$ ) в  $Q_{\text{и}}$  раз (это скважность) меньше максимальной ( $P_{\text{макс}}$ ), или  $P_{\text{ср}} = P_{\text{макс}} / Q_{\text{и}}$ . Чаще всего скважность равна 2, и в этом случае средняя мощность излучающей головки будет в 2 раза меньше, чем без модуляции.

У аппаратов серии ЛАЗМИК® в модулированном режиме работают лазерные излучающие головки с обозначением «КЛО», например, КЛО-635-15

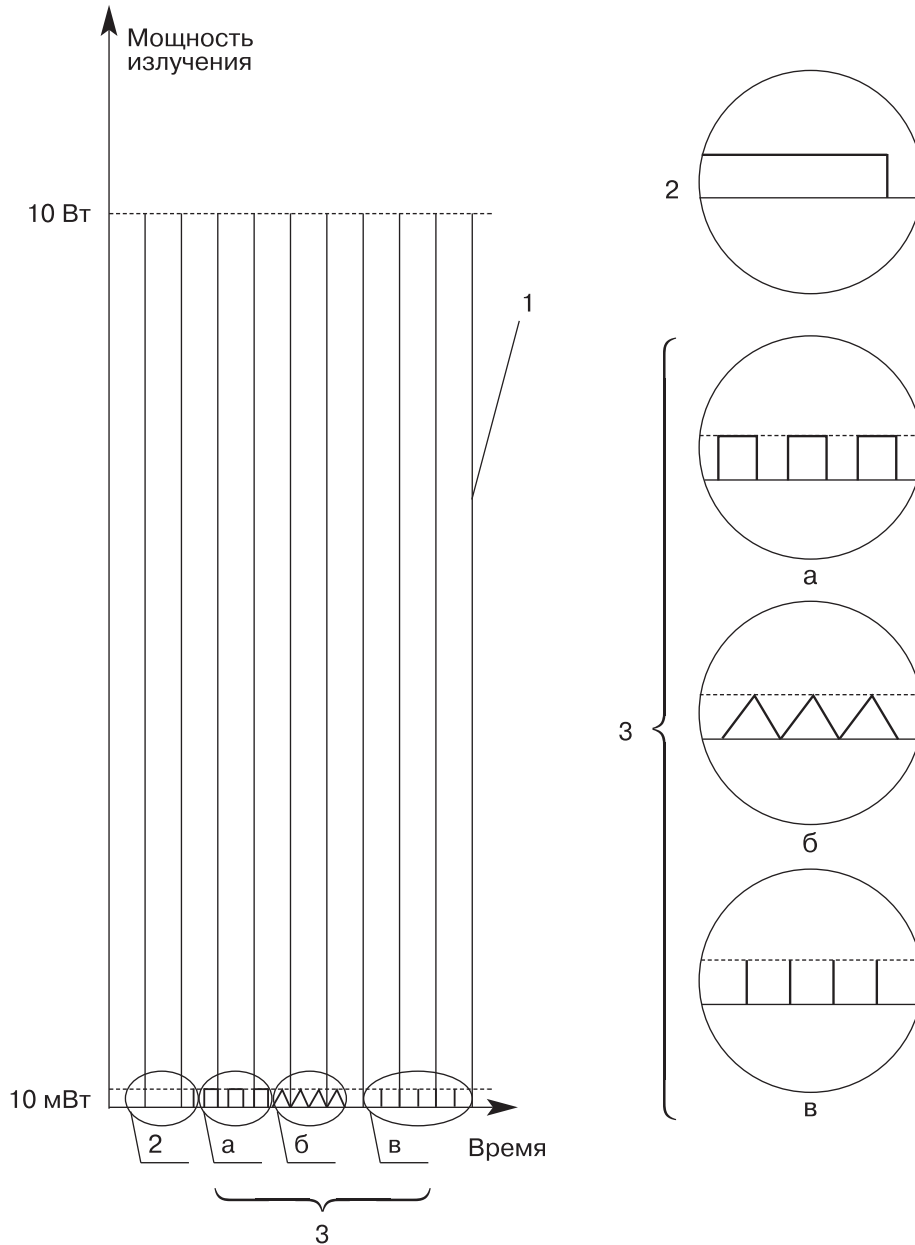


Рис. 17. Режимы лазерного излучения: 1 – импульсный; 2 – непрерывный; 3 – модулированный: а – прямоугольный, б – «пила», в – короткие импульсы (пояснения в тексте)

( $\lambda = 635$  нм, мощность 15 мВт), у которых имеется специальная кнопка «МОД.» включения модуляции. В лазерных излучающих головках КЛ-ВЛОК-635-2 ( $\lambda = 635$  нм, мощность 2 мВт) нет модулированного режима, поскольку при ВЛОК он не используется.

Излучение можно модулировать (менять) только в пределах мощности, которую они обеспечивают в непрерывном режиме. *Мощность непрерывных лазеров в стандартном режиме модуляции не зависит от частоты!*

Модуляция может проводиться одной частотой, самая известная из которых и чаще всего используемая – 10 Гц, и может быть *многочастотной*, как это

сделано в специальном блоке «Матрикс-БИО» (рис. 18), который поставляется вместе с датчиками пульса и дыхания (рис. 19) и обеспечивает сложную модуляцию лазерного излучения частотами пульса и дыхания пациента, с опорной частотой, изменяющейся по определённому закону.

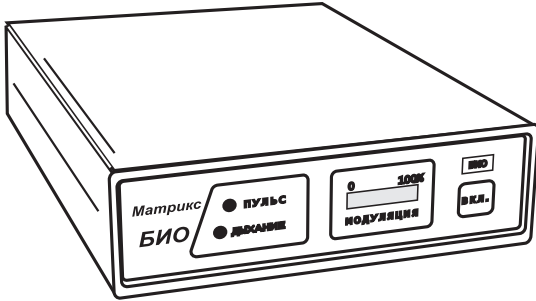


Рис. 18. Блок биоуправления «Матрикс-БИО»

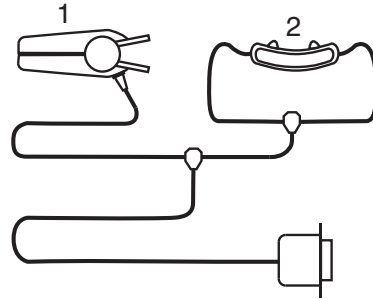


Рис. 19. Датчики пульса (1) и дыхания (2) для блока «Матрикс-БИО»

*Принцип биоуправления*, реализованный в блоке «Матрикс БИО» к аппаратам серии «Матрикс» и «Лазмик», представлен на рис. 20. Мощность лазерного излучения модулируется тремя сигналами. Несущую частоту для импульсного режима (устанавливается максимальная – 3000 Гц или 10 000 Гц) модулирует плавающая частота 7–14 Гц (задаётся внутренним генератором) для предупреждения адаптации организма на воздействие. При этом мощность излучения (рис. 20, а) снижается до 1/3 (рис. 20, б). При подключении датчика пульса амплитуда НИЛИ модулируется пульсом пациента (рис. 20, в), а при подключении датчика дыхания – уже дыханием пациента (рис. 20, г). В результате в фазах выдоха и диастолы мощность излучения минимальна, а в фазах вдоха и систолы (наиболее благоприятный момент воздействия) достигает максимального значения, установленного перед процедурой (рис. 20, д) [Пат. 2117506 RU].

Для модулированного режима с одной фиксированной частотой в большинстве аппаратов и методик используют частоты менее 100 Гц, например для лазерной акупунктуры. Считается, что лишь они биологически значимы, а более высокие частоты организм воспринимает как непрерывный режим, т. е. отсутствует любая зависимость «частота–эффект», хотя есть и другое мнение. В целом эта тема недостаточно изучена, но очень перспективна [Москвин С.В., 2014].

В литературе можно встретить утверждение, что якобы от частоты модуляции излучения непрерывных лазеров зависит глубина проникновения энергии лазерного света. *Это заблуждение, никакой связи между этими параметрами не существует.*

*Импульсный режим* – когда световая вспышка происходит за очень короткий промежуток времени (100 нс) в виде редко повторяющихся (относительно их длительности), но больших по амплитуде импульсов. В таком режиме

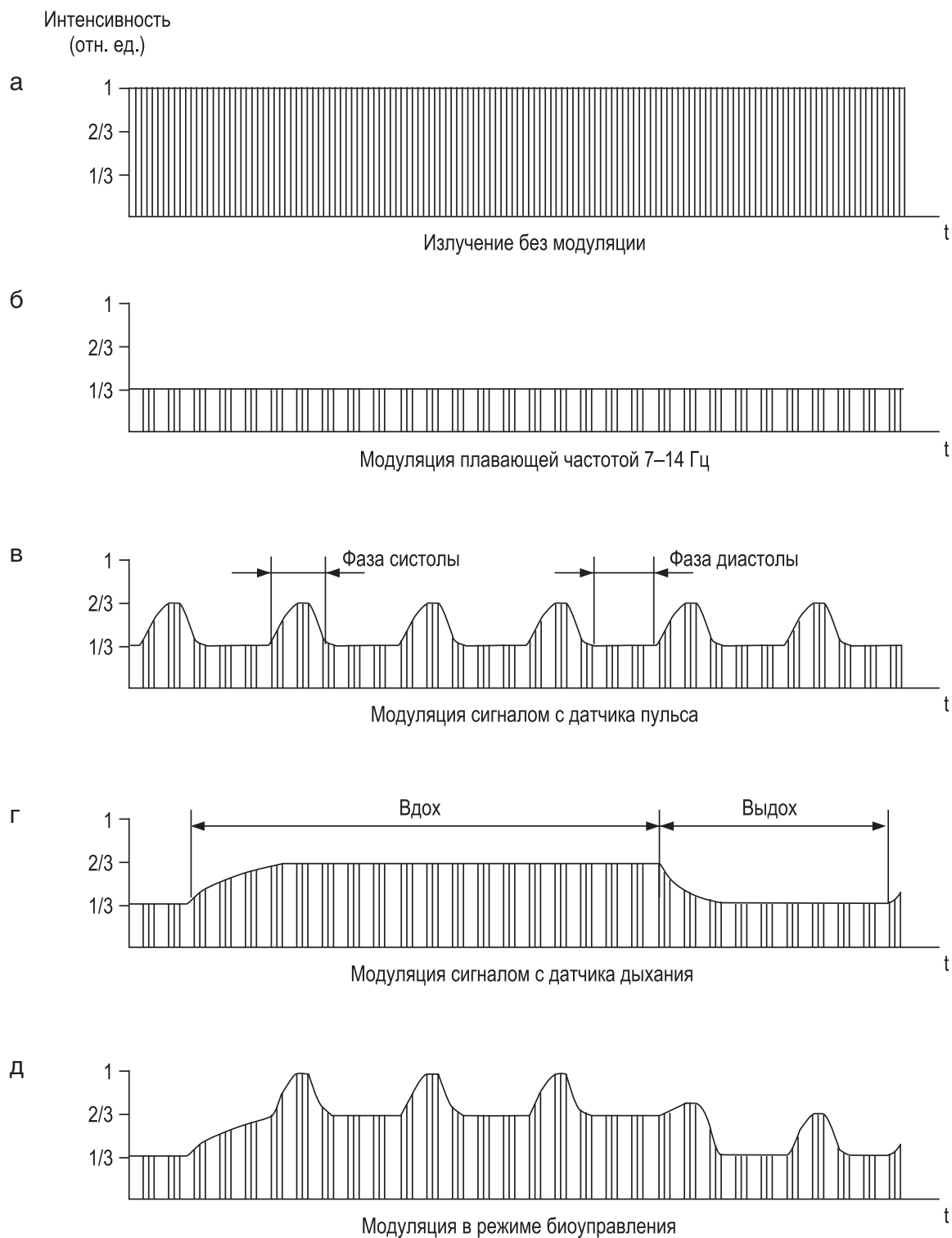


Рис. 20. Диаграмма модуляции лазерного излучения в режиме БИО (Пат. 2117506 RU)

работают только импульсные лазеры (лазерные диоды), а в методиках ЛТ для них в отличие от непрерывных лазеров задают и контролируют именно импульсную, пиковую мощность лазерного излучения ( $P_{и}$ ) в диапазоне от не-



скольких единиц до десятков ватт. При этом средняя мощность ( $P_{\text{ср}}$ ) связана с импульсной мощностью соотношением:

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{и}} \times \tau_{\text{и}} \times F_{\text{и}},$$

где  $\tau_{\text{и}}$  – длительность импульсов, чаще всего 100 нс ( $10^{-7}$  с), величина постоянная (задаётся внутренним генератором лазерной излучающей головки);  $F_{\text{и}}$  – частота следования импульсов (устанавливается на панели управления базового блока).

*Другими словами, у импульсных лазеров среднюю мощность можно регулировать изменением частоты!*

Чем больше частота, тем выше мощность – но только, повторяем, для импульсных лазеров. При этом используют частоты не менее 80 Гц, поскольку лишь в этом случае обеспечивается необходимая минимальная световая энергия, достаточная для инициирования ответной реакции организма. Высокие частоты (максимально допустимая 10 000 Гц) используются в разных методиках, в основном для обезболивания и компенсации потерь, возникающих при прохождении жировой ткани.

В завершение раздела о самом главном – в каких методиках применяются непрерывный, модулированный и импульсный режимы (табл. 14), и короткое обоснование, почему именно так.

Таблица 14

**Допустимая длина волны НИЛИ  
для различных методик лазерной терапии и режимов**

Методика	Режим работы лазера	Длина волны, нм
ВЛОК	Непрерывный	365, 405, 445, 525, 635
Внутриполостная	Непрерывный и модулированный	365, 405, 445, 525, 635
Наружно местно по поверхности (раны, дерматология, косметология)	Непрерывный, модулированный, импульсный	365, 405, 445, 525, 635, 785, 904
Лазерная акупунктура	Непрерывный и модулированный	635
В проекцию внутренних органов, в том числе иммунокомпетентных	Импульсный	904
Паравертебрально	Импульсный	904
Транскраниальная	Импульсный	904
НЛОК	Импульсный	635 (оптимально) и 904

Мы специально разделили ВЛОК и НЛОК – уж слишком разные параметры методик. Основное отличие – использование в неинвазивном варианте только импульсного режима с одной оптимальной длиной волны – 635 нм, тогда как у ВЛОК есть множество вариантов, не заменяющих, но дополняющих друг друга.

На проекцию внутренних органов проводится воздействие НИЛИ только в импульсном режиме (ДСИ 100–200 нс) и только с длиной волны 904 нм, только в этом случае лазерный свет проникает максимально глубоко.

Обособление других методик с такими же параметрами (паравертебрально и транскраниальная) необходимо для акцентирования внимания на особенностях воздействия НИЛИ на органы ЦНС и различия ответной реакции.

Использование модулированного режима для лазерной акупунктуры – в основном прерогатива специалистов-рефлексотерапевтов, большинство практикующих врачей использует только непрерывный режим.

В перечне услуг ТФОМС Москвы на 2022 год появилось разделение лазерной акупунктуры на «возбуждающий» и «седативный» методы, код услуги 157008 и 157009 соответственно. В электро- и лазерной акупунктуре для достижения стимулирующего эффекта («возбуждающий» метод) используются частоты модуляции 1–10 Гц, для торможения («седативный» метод) – 20–100 Гц [Буйлин В.А., 2002; Вогралик В.Г., Вогралик М.В., 1988].

И ещё раз напоминаем, что необходимо предельно внимательно следовать рекомендациям по применению методик лазерной терапии с учётом максимального разнообразия их выбора в повседневной практике. От этого напрямую зависит результат лечения.

## ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

*Показания* определяются механизмами биомодулирующего (терапевтического) действия НИЛИ и известными особенностями клинического применения лазерной терапии. Многолетние исследования и богатейший клинический опыт позволяют говорить с полной уверенностью не только о безопасности метода, но и необычайной, хотя и вполне объяснимой, широте тех областей медицины, где он может быть востребован [Лазерная терапия..., 2015].

*Противопоказания* изложены в соответствующих клинических рекомендациях [Лазерная терапия..., 2015], среди которых выделяют следующие синдромы:

- геморрагический;
- неопластический;
- гипертермический (лихорадка; температура тела больного свыше 38 °С);
- системной (сердечной, сосудистой, дыхательной, почечной и печёночной) и полиорганной (общее тяжёлое состояние больного) недостаточности;
- кахектический (резкое общее истощение);
- эпилептический;
- истерический.

Недостаточное понимание клинической ситуации и отсутствие необходимого числа достоверных исследований ограничивают применение метода, хотя многие специалисты успешно работают при отсутствии альтернативы. Существуют также относительные противопоказания, определяемые особенностями патогенеза конкретного заболевания.

*Абсолютное, очевидное и неоспоримое, но при этом неофициальное противопоказание – непрофессионализм того, кто применяет лазерную терапию, будь то врач или средний медперсонал. Речь идёт об использовании правильной терминологии, строгом определении всех параметров методики и обеспечении их безошибочного задания при проведении процедуры.*

Необоснованные фобии пациентов, боязнь лазерной процедуры также могут привести к негативным ответным реакциям организма.

В связи с этим необходимо сказать пару слов о неистребимом желании некоторых использовать пресловутую «дозу» вместо задания нормальных параметров методики лазерной терапии: длина волны, режим работы и мощность НИЛИ, частота для импульсных лазеров, экспозиция и пр. Этот абсолютно бессмысленный термин («доза») часто употребляют вместе с «облучением» – другим, совершенно не соответствующим реальной действительности понятием. Лазерный свет принципиально ничем не отличается от солнечного или лампы освещения, кроме монохроматичности (одна длина волны), лазер *светит* точно так же, как и фонарик, а лазерным лучом *освечивают* место

воздействия. «Облучают» только ионизирующим, радиоактивным излучением. Словосочетание «облучать дозой и стимулировать» не на шутку пугает многих пациентов и медперсонал, поэтому использование подобной терминологии – верный признак непрофессионализма. Хотя следует признать, что многие просто ещё не привыкли и не успели отучиться от вредных привычек, но у них всё впереди.

Светить, освечивать, проводить освечивание или воздействие НИЛИ – только так надо говорить, а также задавать все параметры методики без исключения. Эти простые правила гарантируют безопасное и эффективное лечение.

И в заключение о самом главном – многолетнем и крайне устойчивом заблуждении, которое является основным препятствием не только для развития лазерной терапии, но самое главное, для эффективного и безопасного применения метода.

## Расчёт «дозы» вреден для здоровья

К теме приходится постоянно возвращаться, что в значительной степени связано с достаточно активной рекламой некоторыми недобросовестными производителями такой функции, как «контроль дозы» или «расчёт энергии». На самом деле подобный «сервис» может стать «медвежьей услугой» для пациента, поскольку резко увеличивает вероятность ошибки со стороны персонала и приводит к негативным последствиям в результате неправильного применения методики.

**Надо понять и принять раз и навсегда, что такая абстрактная величина, как «доза» (энергия), указанная в методиках, наносит лишь вред развитию лазерной терапии как контролируемого, воспроизводимого, безопасного и эффективного метода лечения.**

Избыточная информация в виде дополнительных показаний фотометра или расчётов с последующей индикацией вредна для эффективности лазерной терапии, поскольку лишь отвлекает от работы и вносит путаницу в процесс оптимизации параметров эффективной методики!

Напоминаем, что в системе единиц измерения [ГОСТ 8.417-2002] *нет ни слова про «дозу», а использующие этот термин в лазерной терапии просто нарушают закон!* Есть энергия, измеряемая в Дж, и энергетическая плотность (ЭП), измеряемая в Дж/см<sup>2</sup>. Мы постоянно говорим о том, что необходимо в публикациях по лазерной терапии и в практическом ежедневном общении исключить термины «облучать» и «доза», необоснованно пугающие пациентов и медперсонал, а также не соответствующие принятым ГОСТ 8.417-2002 единицам измерения.

В медицинской карте при назначении процедуры для контроля должны быть указаны ВСЕ параметры методики *отдельно: длина волны, режим рабо-*

ты, мощность, время экспозиции, площадь воздействия (метод воздействия) и частота для импульсных лазеров. И никаких «доз».

Почему для ЭФФЕКТИВНОЙ лазерной терапии, а иногда и для пациентов, ВРЕДНО, если аппарат подсчитывает пресловутую «дозу» или энергию? Продемонстрируем на различных вариантах задания параметров методики.

*Вариант 1.* ЭП может быть одинаковой (наиболее часто оптимальная 1 Дж/см<sup>2</sup>) в трёх разных ситуациях (подразумевается контактно-зеркальная методика и эффективная площадь 1 см<sup>2</sup>):

- 1) мощность 1 мВт умножить на время экспозиции 1000 с (около 15 мин) = 1 Дж/см<sup>2</sup>;
- 2) мощность 1000 мВт умножить на время экспозиции 1 с = 1 Дж/см<sup>2</sup>;
- 3) мощность 10 мВт умножить на время экспозиции 100 с (около 1,5 мин) = 1 Дж/см<sup>2</sup>.

Но эффект, т. е. положительный результат лечения, будет ТОЛЬКО в 3-м случае, когда заданы все оптимальные параметры, да и то только для лазеров непрерывного режима работы с длиной волны 635 нм (красный спектр). В вариантах 1 и 2 не будет никакого лечебного эффекта для любого лазера и режима работы! Это следствие нелинейности соотношения указанных параметров, поскольку определяющим является время воздействия, связанное с периодом 100 с распространения волн повышенной концентрации Ca<sup>2+</sup> в клетках и тканях [Москвин С.В., 2008].

*Вариант 2.* Если использовать лазеры с разной длиной волны, то эффект при формально одинаковой «дозе» будет совершенно различный! Например, известно, что для ВЛОК-635 (длина волны 635 нм, мощность 2 мВт) оптимальное время воздействия 15–20 мин. Если же такую экспозицию выбрать для воздействия НИЛИ с такой же мощностью (1–2 мВт), но с длиной волны 365 нм (УФ-спектр), то будет явная «передозировка», а негативные последствия почти гарантированы. При этом аппарат показывает, что всё хорошо, «доза» именно та, которая дана в «рекомендациях».

*Вариант 3.* Представим себе, что процесс подсчёта «дозы» запущен, но при этом просто забыли включить нужный канал или с излучающей головки не сняли защитную крышку, а может, просто забыли лазерную головку разместить в нужном месте. Что тогда? Формально калькулятор подсчитал верно, «доза» оптимальная, на индикаторе всё хорошо, а результат будет какой? Ответ очевиден, дискредитация метода.

*Повторяем, на конечный результат влияют все параметры методики по отдельности:* длина волны, режим работы, мощность, время экспозиции, частота, методика. Только когда все они задаются последовательно, контролируемо и правильно в своей совокупности, мы можем говорить о прогнозируемости и воспроизводимости получаемого результата. Достигается максимальный эффект от лазерного воздействия, дополнительно что-то на что-то перемножать нет никакой необходимости, отвлекаясь от нормальной работы!



Таким образом, подсчёт «дозы» на аппарате – исключительно маркетинговый ход, позволяющий недобросовестным производителям получить дополнительную прибыль, создавая при этом проблемы медперсоналу и пациентам. Ненужная индикация снижает эффективность лечения, повышая при этом вероятность ошибки в процессе проведения процедуры. К компаниям, выпускающим подобные аппараты, особенно, 3-го и 4-го классов лазерной опасности, надо относиться настороженно, там работают дилетанты, которые не понимают, что делают, не знают базовых нормативных документов (стандартов) и не задумываются о последствиях реализации своей безграмотности.

## КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛЕВЫХ СИНДРОМОВ

Боль – понятие клинически и патогенетически сложное и неоднородное. Она различается по интенсивности, локализации и субъективным проявлениям (стреляющая, давящая, пульсирующая, колющая, режущая, ноющая и др.), может быть постоянной или периодической. Всё существующее многообразие характеристик боли во многом связано с самой причиной, вызвавшей её, анатомической областью, в которой возникает ноцицептивный импульс, и очень важно для определения причины боли и последующего лечения. Одним из наиболее существенных факторов в понимании этого феномена является разделение боли на острую и хроническую.

Совершенно не случайно само слово «боль» коренным образом связано с такими понятиями, как «больной», «больница», а отклонение от нормального, здорового состояния обозначается как «болезнь». Скорее всего, лингвистическая близость слов «боль» и «болезнь» определяется тем, что первое – одно из самых частых проявлений различных патологических процессов. В широком смысле боль является предупреждающим сигналом о возникающих в организме нарушениях, который открывает путь к распознаванию и лечению многих заболеваний. В этом смысле боль – важное и полезное ощущение.

В этой ситуации следует иметь в виду, что чувство боли является результирующей реципрокных отношений между ноцицептивной и антиноцицептивной системами, которые индивидуальны и определяются как генетическими, так и приобретёнными факторами. Имеются высокочувствительные к болевым раздражениям «болевые» личности и люди, которым свойствен высокый болевой порог. Кроме того, следует признать и факт того, что восприятие боли является психофизиологическим процессом. Боль всегда окрашена эмоциональными переживаниями, что и придаёт ей индивидуальный характер. Важнейшими факторами являются эмоционально-личностные особенности субъекта, уровень его невротизации, депрессивно-ипохондрически-сенестопатические проявления. Существенно, что антиноцицептивные системы и психическое состояние тесно взаимодействуют друг с другом за счёт анатомио-функциональных и нейрохимических связей. В тесном взаимодействии они определяют уровни болевой восприимчивости и особенности болевого переживания.

В последние годы особое внимание привлекают так называемые хронические боли. Главной их характеристикой служит длительное, часто монотонное проявление болей, которые нередко носят не строго локализованный, а диффузно распространённый характер. У таких больных головная боль сочетается с болями в спине, конечностях, животе и т. д. «Всё болит» – так часто определяют они своё состояние. Иногда болезнь сразу проявляется распространёнными болевыми синдромами, иногда различные части тела

вовлекаются постепенно, а в ряде случаев хронические боли оформляются на фоне уже существующих острых локальных. Но и в последней ситуации заболевание как бы отрывается от конкретных патологических процессов, вызвавших острые боли, и существует уже по своим закономерностям. Формирующиеся у пациентов хронические боли часто утрачивают какое-либо полезное сигнальное значение. В ряде случаев становится очевидным, что в основе их появления лежит психический фактор, и они могут обозначаться как психогенные. Ведущим патологическим алгоритмом, как правило, является депрессия, ипохондрия или сенестопатия. Иногда этот синдром обозначают как *депрессия–боль*. Указанная категория больных представляется сложной. Постоянные обращения к врачам, длительный поиск органических причин боли, многочисленные инвазивные методы исследования и даже оперативные вмешательства (у ряда больных имеется синдром Мюнхгаузена, когда они настойчиво побуждают врача к новым исследованиям или вмешательствам) – так протекает жизнь этих больных.

Разумеется, не все хронические боли у пациентов обусловлены психическими нарушениями. Онкологические заболевания, поражения суставов и другие болезни сопровождаются хроническими, но чаще всего локализованными болями. Хотя следует учесть возможность возникновения на этом фоне синдрома *депрессия–боль*, имеющего свои особенности.

Особое место среди болевых синдромов занимают висцералгии, т. е. боли, связанные с патологией внутренних органов, иннервация которых обеспечивается вегетативной нервной системой. Известно, что центральные аппараты, проводящие, анализирующие и подавляющие болевые ощущения, являются общими для вегетативной и соматической нервной системы, а вот проведение болей в вегетативной нервной системе остаётся предметом изучения и дискуссии до настоящего времени. Следует подчеркнуть, что вегетативные боли (вегеталгии) не ограничиваются висцералгиями и могут проявляться симпаталгическими синдромами на лице, конечностях и туловище.

Появление болевого симптома или синдрома всегда является сигналом опасности, требующим срочной помощи, безусловно, в первую очередь это относится к ситуациям появления острой боли. Задача врача заключается в определении причины боли, разработке оптимальных и рациональных путей обеспечения адекватной анальгезии. Путь здесь несколько. Болеутоляющие препараты достаточно широко применяются в клинической практике, и их действие направлено на снижение активности ноцицептивной системы и стимуляцию антиноцицептивных систем. Существуют и другие способы стимуляции антиноцицептивных систем: чрескожная электронейростимуляция (ЧЭНС), акупунктура, лазерная терапия и др. В наиболее сложных и тяжёлых случаях возникает необходимость применения различных хирургических методов купирования боли. Особое место, прежде всего при хронической боли, занимает использование психотропных средств (антидепрессанты, транквилизаторы и др.), которые на основе эффекта потенцирования в совокупности

с анальгезирующими средствами способны существенно улучшить результаты анальгетической терапии. Успешность борьбы с болью зависит и от решения организационных проблем. Во всём мире существуют специализированные мультидисциплинарные центры по борьбе с болью. Практически во всех цивилизованных странах имеются ассоциации по борьбе с болью, координирующие научно-практическую деятельность врачей в этом направлении. Ежегодно проходят интернациональные и национальные конгрессы, обсуждающие проблемы боли в самых различных её аспектах, что свидетельствует об актуальности углублённого изучения проблем обезболивания в широком медицинском плане [Вейн А.М. и др., 1999].

Боль возникает в результате раздражения периферических рецепторов и через афферентные системы достигает таламических реле, продолжая путь к корковым системам. Основные анатомические пути могут быть отнесены к специфическим мозговым образованиям и обозначаются как спиноталамический путь. Однако показано, что он не является гомогенным, и определённая его часть, обозначенная как неоспиноталамический тракт, имеет своим адресатом системы ретикулярной формации ствола мозга, гипоталамуса, лимбической системы. Именно они и являются основными функциональными узлами так называемой неспецифической системы мозга, обеспечивающими эмоциональное, вегетативное, эндокринное сопровождение чувства боли. Часть этих систем входит в так называемую антиноцицептивную систему, уровень функционирования которой и определяет степень выраженности болевого синдрома. С другой стороны, нисходящие системы лимбико-ретикулярного комплекса модулируют уровень чувствительности болевых рецепторов, приводя их в соответствие с актуальным поведением человека (к примеру, снижение уровня восприятия боли в экстремальных состояниях).

Неврология неспецифических систем мозга традиционно рассматривает многие сенсомоторные и вегетативно-эндокринные синдромы как психомоторные, психосенсорные, психовегетативные. В плане психосенсорных отношений важной идеей является рассматривание феномена боли в тесной связи с эмоциональными, тревожными, ипохондрическими расстройствами, а также ролью эмоционального дистресса как фактора, инициирующего болевые ощущения и их поддерживающего. Отношения между психическими нарушениями и болью не являются простыми и однозначными. Будучи очень тесно связаны друг с другом причинно-следственными отношениями, они и объединяются в своей биологической основе. Прежде всего речь идёт о нейрохимических медиаторных особенностях мозга. Наряду с большой ролью морфиноподобных активных биологических веществ на первый план выдвигаются серотонинергические системы мозга, следом за ними – отношения «глутамат – ГАМК» и оксид азота (NO). Важность этих представлений, в частности проблемы «депрессия – боль», имеет значение в определении и течения болевых синдромов, которое переоценить нельзя [Вейн А.М. и др., 1999].

Из неврологии неспецифических систем мозга родилась функциональная неврология, основным постулатом которой является рассмотрение и установление связи неврологических симптомов с функциональным состоянием мозга в цикле «бодрствование – сон». Многие болевые синдромы «привязаны» к определённым состояниям. Нередко происходит модуляция боли между активным насыщенным бодрствованием и расслабленным релаксированным состоянием, при этом имеются различные варианты этих отношений. Существуют боли, преимущественно проявляющиеся либо в состоянии бодрствования, либо во сне, последние составляют раздел «медицины сна». Тесная зависимость между функциональным состоянием мозга и характером, выраженностью болевого синдрома помимо важного аспекта понимания природы боли открывает перспективы организации лечения боли такого вида. Уже сейчас можно говорить о возможностях биологической обратной связи, регуляции сна, хронофармакотерапии.

Болевые синдромы распределяются у людей неравномерно, в зависимости от пола, степень этого «дискриминационного неравноправия» специфична для различных вариантов болевых синдромов. В целом боль – печальная привилегия женщин, хотя иногда имеются обратные соотношения. Очевидно, как много может дать такой анализ для понимания сущности болевого феномена, в котором играют роль и эндокринные, и эмоциональные, и социальные, и культуральные факторы, вплоть до особенностей мозговой медиации.

Ещё одной особенностью взгляда на неврологическую патологию является постоянное внимание к полной или частичной латерализации процесса. Боли могут быть двусторонне-симметричными, преобладать на одной стороне или быть исключительно односторонними. Последние возникают как в результате вовлечения периферических образований нервной системы (невралгии, люмбаго, кластерные боли и т. п.), так и центральных, например таламические боли. Латерализованные боли не являются клинически идентичными, они с различной частотой проявляются на левой и правой половинах тела, но этот аспект редко учитывается в практической работе невролога. Причинами латерализации являются функциональная асимметрия мозга, отнесение пациента к правшам или левшам, различная ширина костных каналов, укорочение одной из ног, перекос тазового или плечевого пояса. Оценка сказанного способствует пониманию определённых звеньев патогенеза в конкретной клинической ситуации и выработке адекватных лечебных мер.

При рассмотрении болевого синдрома, как полагают А.М. Вейн с соавт. (1999), следует оценивать не только локализацию, характер боли, тип острой и хронической боли, ноцицептивной и нейропатической. Это является обязательной программой изучения больных данной категории, дополнительно рассматриваются вопросы эмоционально-личностных особенностей и динамики боли в различных функциональных состояниях цикла «бодрствование – сон», с учётом пола. Больной, придя к врачу, говорит, что у него болит голова (лицо, грудь, спина и т. д.), с этого начинается анализ патологии с обязательным



переходом к третьему этапу – обозначению самой болезни, причины возникновения боли.

Такой подход принципиально важен для выбора методик лазерной терапии, которые могут принципиально различаться в зависимости от многих факторов.

На основании патофизиологических механизмов предложено различать нейропатическую и ноцицептивную боль [Вейн А.М. и др., 1999]. С точки зрения методологии лазерной терапии предпочтительнее ввести понятия первичного и вторичного болевых синдромов соответственно.

В первом случае воздействие НИЛИ направлено непосредственно на нервную систему, во втором – на устранение истинной причины заболевания, когда ослабление болевого синдрома происходит вследствие ликвидации патологического процесса (например, травмы или воспаления).

*Ноцицептивная боль* возникает, когда повреждающий ткань раздражитель действует на периферические болевые рецепторы. Причинами этой боли могут быть самые разные травматические, инфекционные, дисметаболические и другие повреждения (карциноматоз, метастазы, забрюшинные новообразования), вызывающие активацию периферических болевых рецепторов. Ноцицептивная боль – чаще всего острая, с присущими ей характеристиками, как правило, болевой раздражитель очевиден, боль обычно хорошо локализована и легко описывается больными. Тем не менее висцеральные боли, менее чётко локализованные и описываемые, а также отражённые боли тоже относят к ноцицептивным. Появление ноцицептивной боли в результате нового повреждения или заболевания обычно привычно больному и описывается им в контексте прежних болевых ощущений. Характерным для этого типа боли является их быстрый регресс после прекращения действия повреждающего фактора и проведения короткого курса лечения адекватными болеутоляющими средствами. Следует, однако, подчеркнуть, что длительно продолжающееся периферическое раздражение может привести к дисфункции центральных ноцицептивных и антиноцицептивных систем на спинальном и церебральном уровнях, что обуславливает необходимость максимально быстрого и эффективного устранения периферической боли.

Боль, возникающую в результате повреждения или изменений в соматосенсорной (периферической и/или центральной) нервной системе, относят к *нейропатической*. Следует подчеркнуть, что речь идёт о боли, которая может возникнуть при нарушении не только в периферических чувствительных нервах (например, при нейропатиях), но и при патологии соматосенсорной системы на всех её уровнях – от периферического нерва до коры больших полушарий. Ниже приведён короткий перечень причин нейропатической боли в зависимости от уровня поражения (табл. 15). Среди представленных заболеваний следует отметить формы, для которых болевой синдром является наиболее характерным и встречается чаще. Это тригеминальная и постгерпетическая невралгии, диабетическая и алкогольная полинейропатии, туннельные синдромы, сиригобульбия.

**Уровни поражения и причины нейропатической боли**

Уровень поражения	Причины
Периферический нерв	Травмы Туннельные синдромы Мононейропатии и полинейропатии: – диабет – коллагенозы – алкоголизм – амилоидоз – гипотиреоз – уремия – изониазид
Корешок и задний рог спинного мозга	Компрессия корешка (диском и др.) Постгерпетическая невралгия Тригеминальная невралгия Сирингомиелия
Проводники спинного мозга	Компрессия (травма, опухоль, артериовенозная мальформация) Рассеянный склероз Дефицит витамина В <sub>12</sub> Миелопатия Сирингомиелия Гематомиелия
Ствол мозга	Синдром Валленберга–Захарченко Рассеянный склероз Опухоли Сирингобульбия Туберкулома
Таламус	Острое нарушение мозгового кровообращения (инсульт) Опухоли Хирургические операции
Кора	Острое нарушение мозгового кровообращения (инсульт) Опухоли Артериовенозные аневризмы Черепно-мозговая травма

*Нейропатические боли* по своим клиническим характеристикам значительно многообразнее ноцицептивных. Что определяется уровнем, обширностью, характером, длительностью поражения и многими другими соматическими и психологическими факторами. При различных формах поражения нервной системы, на разных уровнях и стадиях развития патологического процесса участие разных механизмов генеза боли может быть также неодинаковым. Однако всегда, независимо от уровня поражения нервной системы, включаются как периферические, так и центральные механизмы контроля боли.

Общими характеристиками нейропатической боли являются персистирующий характер, большая длительность, неэффективность анальгетиков для её купирования, сочетание с вегетативными симптомами. Нейропатические боли чаще описываются как жгучие, колющие, ноющие или стреляющие, характерны различные сенсорные феномены: парестезии – спонтанные или вызванные сенсорные необычные ощущения; дизестезии – неприятные спонтанные или вызванные ощущения; невралгия – боль, распространяющаяся по ходу одного или нескольких нервов; гиперестезия – повышенная чувствительность на

обычный неболевой стимул; аллодиния – восприятие неболевого раздражения как болевого; гипералгезия – повышенная болевая реакция на болевой раздражитель. Последние понятия, используемые для обозначения гиперчувствительности, объединяют термином «гиперпатия». Одним из видов нейропатической боли является каузалгия (ощущение интенсивной жгучей боли), возникающая чаще всего при комплексном регионарном болевом синдроме (КРБС).

Механизмы нейропатической боли при поражениях периферического и центрального звеньев соматосенсорной системы различны. Предполагаемые механизмы нейропатической боли при периферическом поражении включают: постденервационную гиперчувствительность; генерацию спонтанной болевой импульсации из эктопических очагов, формирующихся при регенерации повреждённых волокон; эфаптическое распространение нервных импульсов между демиелинизированными нервными волокнами; повышенную чувствительность невром повреждённых сенсорных нервов к норадреналину и некоторым химическим агентам; снижение антиноцицептивного контроля в заднем роге при поражении толстых миелинизированных волокон. Эти периферические изменения в афферентном болевом потоке приводят к сдвигам в балансе вышележащих спинальных и церебральных аппаратов, участвующих в контроле боли. При этом облигатно включаются когнитивные и эмоционально-аффективные интегративные механизмы восприятия боли.

По отношению к степени вовлечения симпатической нервной системы спонтанные боли можно разделить на симпатически независимые и симпатически поддерживаемые. Симпатически независимая боль связана с первичной активацией ноцицепторов в результате повреждения периферического нерва, она исчезает или значительно регрессирует после блокады местным анестетиком повреждённого периферического нерва или участка кожи в зоне его иннервации. Симпатически поддерживаемая боль встречается у больных с КРБС и обусловлена повышением чувствительности рецепторов периферических нервов к адреналину и проращением автономных волокон в ганглии задних корешков спинного мозга. Она, как правило, носит жгучий характер. Симпатически поддерживаемая боль и гипералгезия могут сочетаться с изменением кровотока, терморегуляции и потоотделения, двигательными расстройствами, трофическими изменениями кожи, её придатков, подкожных тканей, фасций и костей [Давыдов О.С. и др., 2018].

Одним из вариантов нейропатических болей являются те, что возникают при поражении центральной нервной системы – «центральные». При этом типе боли отмечается полное, частичное либо субклиническое нарушение сенсомоторной чувствительности, чаще всего связанное с поражением спиноталамического пути на спинальном и(или) церебральном уровнях. Однако здесь следует подчеркнуть, что особенностью нейропатических болей, как центральных, так и периферических, является отсутствие прямой корреляции между степенью неврологического сенсорного дефицита и выраженностью болевого синдрома.

При повреждении сенсорных афферентных систем спинного мозга боль может быть локализованной, односторонней или диффузной билатеральной, захватывать зону ниже уровня поражения. Боли постоянны и носят жгучий, колющий, рвущий, иногда крампильный характер. На этом фоне могут возникать различные по характеру пароксизмальные фокальные и диффузные боли. Необычный паттерн боли описан у больных с частичным поражением спинного мозга, его переднебоковых отделов: при нанесении болевых и температурных стимулов в зоне выпадения чувствительности пациент ощущает их в соответствующих зонах контралатерально на здоровой стороне. Этот феномен получил название «аллохейрия» («другая рука»). Известный в практике симптом Лермитта (парестезии с элементами дизестезии при движении в шее) отражает повышенную чувствительность спинного мозга к механическим воздействиям в условиях демиелинизации задних столбов.

Механизмы центральных болей достаточно сложны и до конца не изучены. Исследования последних лет продемонстрировали функциональную пластичность ЦНС при поражениях на различных уровнях. Полученные данные можно сгруппировать следующим образом. Поражение соматосенсорной системы приводит к растормаживанию и появлению спонтанной активности деафферентированных центральных нейронов на спинальном и церебральном уровнях. Изменения в периферическом звене системы (чувствительный нерв, задний корешок) неизбежно приводят к изменению активности таламических и корковых нейронов. Так в условиях деафферентации активность некоторых центральных нейронов начинает восприниматься как боль. Помимо этого, при «блокаде» восходящего болевого потока (повреждение соматосенсорного пути) нарушаются афферентные проекции нейрональных групп на всех уровнях (задние рога, ствол, таламус, кора). При этом довольно быстро формируются новые восходящие проекционные пути и соответствующие рецептивные поля. Поскольку этот процесс происходит очень быстро, то, скорее всего, не формируются, а открываются запасные или «замаскированные» (инактивные у здорового человека) пути. Может показаться, что в условиях боли эти сдвиги являются негативными. Однако постулируется, что смысл такого «стремления» к обязательному сохранению потока ноцицептивной афферентации заключается в его необходимости для нормальной работы антиноцицептивных систем. В частности, с поражением систем болевой афферентации связывают недостаточную эффективность нисходящей антиноцицептивной системы околоводопроводного вещества, большого ядра шва и диффузный ноцицептивный ингибирующий контроль. Термин «деафферентационные боли» обозначает центральную боль, возникающую при поражении афферентных соматосенсорных путей.

В большинстве случаев имеет место смешанный тип хронической боли, что значительно усложняет выбор тактики лечения и затрудняет прогноз на полное выздоровление. Ряд специалистов, вероятно, по этой причине добавляют ещё один вариант – «психогенная боль», характеризуя её следующими признака-

ми: несоответствие жалоб и объективных признаков боли, нелокализованный характер боли и её миграция, неэффективность лечения, многочисленные «кризы» [Шостак Н.А., Правдюк Н.Г., 2012]. Действительно, связанные с болью клинические синдромы представляют важную проблему здравоохранения междисциплинарного характера, что подтверждает целесообразность комплексного подхода к её диагностике и лечению, но считать неэффективность лечения критерием отсутствия физиологических причин боли не совсем верно.

Известно, что психическое и эмоциональное состояние пациента играет существенную роль в патогенезе фибромиалгии, в конце концов, ЦНС принимает участие в патогенезе всех болевых синдромов [Данилов А.Б., Курганова Ю.М., 2012], но также доказано существование других, физиологических и биохимических нарушений. Поэтому практически все специалисты сходятся во мнении, что проблему можно решить только в результате комплексного подхода, используя разные методы лечения.

Несколько особняком стоят фантомные боли, в отношении которых мнения специалистов расходятся. Процитируем одну интереснейшую книгу, в которой приводятся доказательства эффективности физиотерапии в онкологической практике: «Так как физиотерапия единодушно исключается из реабилитации данного контингента больных, то используют седативные средства, транквилизаторы, анальгетики и наркотические анальгетики, новокаиновые блокады» [Грушина Т.И., 2006]. Но позвольте спросить, по какой собственно причине *«единодушно исключается»*? Разве проблема решается применением только фармпрепаратов, причём легко и без последствий для больного? Нет! Зато достаточно много исследований, позволяющих уверенно говорить о том, что различными физиотерапевтическими методами, включая лазерные, можно вполне эффективно лечить онкологических больных со всеми типами болей, включая фантомные [Берглезов М.А. и др., 1998; Дегтярева А.А., Зубова Н.Д., 1999; Щербенко О.И. и др., 2010; Ebid A.A., El-Sodany A.M., 2014; Ribas E.S.C. et al., 2012].

Повторяем в очередной раз известную истину: наличие онкологического заболевания никогда не было противопоказанием для лазерной терапии, наоборот, метод достаточно широко применяется в онкологии, как на этапе лечения, так и в реабилитационный период [Москвин С.В., Стражев С.В., 2020].

Необходимо понимать патофизиологические особенности нейропатической и ноцицептивной боли, например, что активность опиоидных антиболевых систем намного выше при ноцицептивной, нежели при нейропатической боли, поскольку в первом случае центральные механизмы (спинальные и церебральные) не вовлекаются в патологический процесс, тогда как при нейропатической боли активно включаются в болевой отклик. Анализ эффектов разрушающих (невротомия, ризотомия, хордотомия, мезенцефалотомия, таламотомия, лейкоотомия) и стимулирующих методов (ЧЭНС, акупунктура, стимуляция задних корешков, серого вещества, таламуса) в устранении болевых синдромов позволяет сделать вывод, что если блокирование нервных путей независимо



от их уровня наиболее эффективно в отношении купирования ноцицептивной боли, то терапевтические методы, напротив, более эффективны при нейропатической боли. Однако ведущими в реализации стимулирующих процедур являются не опиатные, а другие медиаторные системы [Вейн А.М. и др., 1999].

Существуют принципиальные отличия в подходах медикаментозного лечения ноцицептивной и нейропатической боли. Для купирования ноцицептивной боли в зависимости от её интенсивности используют наркотические и ненаркотические анальгетики, НПВС, местные анестетики. В терапии нейропатической боли анальгетики, как правило, неэффективны. Для лечения больных с хроническими нейропатическими болями при недостаточности серотониновых систем мозга препаратами выбора являются антидепрессанты (трициклические антидепрессанты, ингибиторы обратного захвата серотонина), усиливающие серотонинергическую активность [Вейн А.М. и др., 1999].

Развитие нейропатических болевых синдромов часто связано с повреждением структур, участвующих в проведении ноцицептивных сигналов, в частности, с развитием морфофункциональных изменений в травмированном периферическом нерве. Компрессионно-ишемические нейропатии – это заболевание нервного ствола и его ветвей, вызванное локальным раздражением, компрессией и ишемией в анатомически и биомеханически уязвимых местах прохождения нерва. Данное заболевание полиэтиологично, но чаще обусловлено травматическими, дисгормональными, обменными и вазомоторными нарушениями, а также местными компримирующими воздействиями в области «ловушечных» пунктов. При этом обычно наблюдаются боли по ходу ствола нерва и болезненность при его пальпации. Боли могут усиливаться при проведении провокационных тестов, основанных на механическом раздражении нерва или его кратковременной ишемизации в горизонтальном положении или при поднятии руки вверх (постуральная провокация), а также при перкуссии или пальпации поперечной связки запястья (симптом Тинеля). Травматические поражения нервных стволов часто встречаются в связи с бытовым, транспортным или производственным травматизмом. В большинстве случаев в мирное время травмируются нервы верхних конечностей (около 90% всех травм). Травма может вызвать сотрясение нерва, ушиб, сдавление, растяжение и разрыв, в результате чего возникают его структурные изменения как в аксонах, так и в телах нейронов [Гузалов П.И. и др., 2010].

При нейропатической боли иногда применяются антиконвульсанты. Точный механизм их анальгетического действия остаётся неизвестным, но постулируется, что эффект связан: 1) со стабилизацией нейрональных мембран за счёт снижения активности вольтаж-зависимых натриевых каналов; 2) с активизацией ГАМК-системы; 3) с ингибированием NMDA-рецепторов. В настоящее время последние из перечня препараты не находят широкого применения из-за многочисленных неблагоприятных побочных эффектов, связанных с участием NMDA-рецепторов в реализации психических, моторных и других функций [Амелин А.В. и др., 2007].

Нейролептики и препараты, обладающие анксиолитическим действием, также используются при терапии нейропатической боли. Транквилизаторы рекомендуются главным образом при выраженных тревожных нарушениях, а нейролептики – при ипохондрических расстройствах, ассоциированных с болевым синдромом. Нередко эти средства используются в комбинации с другими препаратами.

Центральные миорелаксанты при нейропатических болях используются как препараты, усиливающие ГАМК-систему спинного мозга и наряду с релаксацией мышц оказывающие анальгетическое действие. Применяют при постгерпетической невралгии, комплексном регионарном болевом синдроме и диабетической полинейропатии.

В ряде новых клинических исследований для лечения больных с хронической нейропатической болью предлагается использовать препараты, влияющие на работу натриево-калиевых каналов в периферическом нерве.

Специальными клиническими исследованиями показано, что при нейропатической боли уровень аденозина в крови и ликворе достоверно снижен по сравнению с нормой, тогда как при ноцицептивной боли его уровень не меняется, что свидетельствует о недостаточной активности пуриновой системы при нейропатической боли и адекватности назначения аденозина у таких больных.

В экспериментальных работах показана роль иммунной системы (IL-6) в инициации и поддержании нейропатической боли [Arruda J.L. et al., 1998]. Установлено, что при повреждении периферических нервов в спинном мозге вырабатываются цитокины (IL-1, IL-6, ФНО- $\alpha$ ), которые способствуют персистенции боли, а блокирование этих цитокинов уменьшает боль. Рассматриваются перспективы разработки соответствующих лекарственных препаратов для лечения пациентов с хронической нейропатической болью [Ветрилэ Л.А., 2007].

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛАЗЕРНОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ

Перед рассмотрением основной части книги необходимо отметить одно принципиальное отличие англоязычных и российских публикаций. Если в иностранных работах боль является приоритетом, основным результатом исследования, а само слово или словосочетание (*pain* или *pain management*) в большинстве случаев выносятся в название статьи, то в российских работах основное внимание уделяется лечению, устранению патологии с объективными методами контроля результата. Такие характеристики, как «уменьшение боли», «устранение болевого синдрома» и т. п., у наших специалистов отодвигаются на второй план. Уровень боли оценивается, например, с использованием визуально-аналоговой шкалы (ВАШ), что не является приоритетом и чаще всего не входит в список ключевых слов, поэтому достаточно сложно подобрать публикации для сравнительного анализа.

С другой стороны, термин *pain management* шире однозначного понятия «обезболивание», и на наш взгляд, лучше характеризует суть методологии лазерной терапии, поскольку в основе антиболевого БД НИЛИ лежит не только блокирование физиологических механизмов возникновения боли, но и устранение вызывающих болевые ощущения первопричин, например травмы или воспалительного процесса.

Ранее мы уже неоднократно обращались к теме лазерного обезболивания [Кочетков А.В. и др., 2012; Москвин С.В., 2014, 2016; Москвин С.В., Киселёв С.Б., 2017; Moskvin S.V., Kisselev S.B., 2017], но динамичное развитие направления постоянно вносит коррективы.

В книге приводятся результаты исследований последних лет, подробно рассматриваются механизмы, обеспечивающие лазерное обезболивание. Детальный анализ публикаций позволяет корректировать методологию лазерной терапии и разрабатывать новые частные методики, к которым проявляют интерес не только врачи, но и ветеринары.

Усиление давления со стороны общества для обеспечения животным достойной жизни заставляет задуматься о новых способах облегчения боли, вызванных такими вмешательствами, как мулезирование, кастрация, купирование хвоста и пр. Чаще всего в подобных случаях используют НПВС и местные анестетики. Однако даже при мультимодальных подходах боль не исчезает полностью. Лазерное обезболивание многими ветеринарами рассматривается как один из наиболее перспективных вариантов [Shaver S.L. et al., 2009], а в качестве обоснования даются ссылки на клинические исследования, т. е. ссылаются на успешный опыт лечения людей [Small A. et al., 2021].

Отрадно видеть, что успешный опыт лечения людей используют в ветеринарии, а не только отрабатывают лечебные методы на животных. В соответствующих публикациях нами приводятся многочисленные примеры

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лазерная терапия – высокоэффективный, абсолютно безопасный, практически не имеющий противопоказаний метод профилактики, лечения и реабилитации, разработанный российскими учёными. В нашей стране активно используется с 1974 года, является национальным достоянием и признан высочайшим достижением российской науки во всём мире.

Именно российские учёные выяснили детальные механизмы лечебного действия низкоинтенсивного лазерного излучения. На основе этих знаний и многолетнего клинического опыта разработали эффективные методики лазерной терапии, не имеющие аналогов в мире.

Были разработаны уникальные высокотехнологичные аппараты для лазерной терапии, которые стоят всего несколько десятков тысяч рублей, а работают не менее 10–15 лет, позволяя многократно их окупать. Метод очень простой и недорогой, не требует сложного обучения и затрат на внедрение, поэтому в России практически во всех медицинских учреждениях работают, по разным оценкам, от 200 до 400 тысяч аппаратов.

Лазерная терапия также и экономически очень выгодна, поскольку при микроскопической себестоимости процедур обеспечивается именно лечение, а не временное улучшение состояния больного. Пора прекратить имитировать процесс, бесконечно потребляя бесполезные средства или применяя странные и очень опасные манипуляции, чаще всего зарубежного происхождения, которые почему-то называют «лечебными» процедурами. Нужно не только переходить на реальное импортозамещение, но продвигать по всему миру наши передовые высокотехнологические медицинские технологии, к которым, безусловно, относится и лазерная терапия. На государственном уровне это может принести огромную пользу и существенный доход.

Даже специалисты из лондонского института здоровья, уделив в своём обзоре очень много внимания лазерной терапии, пришли к выводу, что «результаты предварительных исследований выглядят многообещающе», и рекомендовали проводить дальнейшие исследования по изучению перспектив применения метода для «управления болью» [Chronic pain..., 2021]. А ведь именно ангlosаксы всегда в первых рядах борьбы с нашим методом, препятствуя его широкому внедрению.

В большинстве зарубежных работ, посвящённых лазерному обезболиванию, используются далеко не оптимальные параметры методик ЛТ, поэтому чаще всего результаты не впечатляют. Детальный анализ ошибок, сделанных авторами этих публикаций, результаты исследований российских специалистов, а также многолетний собственный клинический опыт позволили нам выработать соответствующие рекомендации для повышения эффективности лечения.

Одно из базовых правил – использование методик преимущественного системного влияния, таких как ЛОК и лазерная акупунктура, совместно с различными вариантами местного воздействия, в т. ч. в проекцию внутренних органов, крайне важна. Только комплексное и грамотное использование лазерной терапии позволяет максимально эффективно реализовать возможности метода [Москвин С.В., 2016<sup>(1)</sup>].

Лазерную акупунктуру, вероятно, стали первой применять для лазерного обезбоживания, по крайней мере, так следует из ретроспективного анализа публикаций. В специализированной литературе можно найти многочисленные рецепты лазерной акупунктуры, некоторые приводятся в частных методиках специальных глав. В отдельном разделе уточняются некоторые важные аспекты и особенности лазерной акупунктуры.

Не существует какой-то одной «золотой» методики лазерной терапии. Стремление к упрощению, использованию только одного способа ЛО неизбежно приводит к дискредитации метода. Чаще всего в качестве такого «универсального» метода выбирают внутривенное лазерное освечивание крови, стремительно набирающее популярность благодаря появлению комбинированных вариантов – ВЛОК-635 + ЛУФОК® и ВЛОК-525 + ЛУФОК®. Безусловно, методика и универсальна, и эффективна, но одной её недостаточно.

Кроме того, не прекращаются попытки дискредитации абсолютно безопасного метода, приписывая ему наличие несуществующих противопоказаний. Физиотерапия – одно из направлений современной медицины, где используются разные методы. Да, лазерная терапия является одним из них, но абсолютных противопоказаний для неё нет и не может быть. Разумеется, за исключением критических и непрогнозируемых состояний.

Сочетание и комбинирование в физиотерапии – это основа основ. Крайне редко физиотерапевтические методы, которых достаточно много, используются отдельно. Особенно эффективно они проявляют своё лечебное действие при комплексном применении. Одно из уникальных свойств и преимуществ ЛТ заключается в возможности сочетания и комбинирования с другими методами, как хирургическими, так и терапевтическими, что существенно повышает их эффективность.

Комплексная терапия способствует восстановлению функциональной полноценности неспецифической резистентности и активации адаптационных процессов в организме больного, что крайне важно при неотложных состояниях, требующих особого подхода к выбору тактики лечения. Результаты



многочисленных исследований вполне убедительно доказывают, что совместное применение ПА и ЛОК крайне положительно влияет на исход заболевания в тех случаях, когда традиционная терапия оказывалась бессильной: анафилактический шок; II, III фазы ДВС-синдрома; состояния полиорганной недостаточности; аутоиммунная патология и др. Опыт проведения более 85 тысяч (!) процедур наглядно продемонстрировал безопасность и эффективность этих методов [Свекло Л.С., 1997].

В основе метода лежат тысячи исследований и фундаментальное научное обоснование механизмов его реализации, а многолетняя клиническая практика подтверждает высочайшую эффективность лазерной терапии. Всё это позволяет надеяться, что врачи разных специальностей будут использовать в своей повседневной работе не только базовые методики с учётом известных правил, но и вносить свой вклад в развитие этого направления медицины.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### УТВЕРЖДЁННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

**Внутривенная лазеротерапия в лечении бронхиальной астмы: Методические рекомендации** // МЗ РФ, НИИ физико-химической медицины / Будаев Б.Б., Дидковский Н.А., Корочкин И.М. и др. – М., 1990. – 8 с.

**Внутрисосудистое лазерное облучение крови в хирургии и интенсивной терапии: Методические рекомендации** // МЗ УзССР, Республиканский центр лазерной хирургии / Касымов А.Х. и др. – Ташкент, 1989. – 14 с.

**Гелий-неоновый лазер в комплексном лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки: Методические рекомендации** / МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского / Романов Г.А., Сазонов А.М. и др. – М., 1990. – 12 с.

**Инвазивные методы лазеротерапии в травматологии и ортопедии: Методические рекомендации** / Берглезов М.А., Вялько В.В., Угнивенко В.И. – М., 1995. – 21 с.

**Использование излучения гелий-неонового лазера для лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, II МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова, ГКБ № 6 г. Москвы, ЦНИИ «Электроника», ВНИИМТ МЗ СССР / Корочкин И.М. и др. – М., 1988. – 11 с.

**Использование низкоинтенсивного гелий-неонового лазерного излучения при лечении вторичной эндотелиально-эпителиальной дистрофии роговицы: Методические рекомендации** / МЗ РСФСР, Московский НИИ микрохирургии глаза, Глазная клиника МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского / Семенов А.Д. и др. – М., 1987. – 7 с.

**Использование низкоэнергетического лазерного и ультрафиолетового излучений в лечении неспецифических заболеваний лёгких: Методические рекомендации** // МЗ УССР, Харьковский НИИ терапии, Киевский НИИ фтизиатрии и пульмонологии / Малая Л.Т., Дзюблик А.Я., Ефимов В.Е. и др. – Киев, 1989. – 11 с.

**Квантовая терапия заболеваний органов дыхания излучением низкоэнергетических гелий-неоновых лазеров способом компрессии зоны облучения и воздействия на аутокровь с последующей её реинфузией: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, II МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова, Тульская областная б-ца / Чучалин А.Г. и др. – Тула, 1986. – 6 с.

**Комбинированное и комплексное лечение рака лёгкого, молочной железы, пищевода и прямой кишки в условиях применения растительных**

**адаптогенов и лазерного облучения крови (методические рекомендации) / НИИ онкологии им. проф. Н.Н. Петрова. – М., 1996. – 15 с.**

**Комплексная реабилитация больных с врождёнными и приобретёнными дефектами челюстно-лицевой области: Методические рекомендации // МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского / Герасименко М.Ю., Филатова Е.В., Стучилов В.А. и др. – М., 2003. – 7 с.**

**Комплексное лечение гнойных ран с использованием иммобилизованного трипсина на текстильной целлюлозной и синтетической матрицах и лазерного излучения: Методические рекомендации // МЗ СССР, НИИ лазерной хирургии, I ММИ им. И.М. Сеченова, ММСИ им. Н.А. Семашко, ВНИИТГП, СГМИ / Толстых П.И., Скобелкин О.К., Дербенев В.А. и др. – М., 1988. – 9 с.**

**Лазерная рефлексотерапия некоторых заболеваний нервной системы: Методические рекомендации / МЗ РСФСР, Центр. НИИ рефлексотерапии / Анищенко Г.Я., Кочетков В.Д., Даллакян И.Г. и др. – М., 1985. – 15 с.**

**Лазерная терапия в комплексном лечении ревматоидного и инфекционных неспецифических артритов с использованием отечественных лазеров типа ЛГ-75 и АРЗНИ-210: Методические рекомендации // НИИ физики конденсированных сред при Ереванском госуниверситете, Ереванский кожно-венерологический диспансер, Центральный военный краснознаменный госпиталь им. П.В. Мандрыки / Мхехян В.Е., Игитян А.П., Илларионов В.Е. и др. – Ереван, 1988. – 13 с.**

**Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации // ФГБУ «РНЦ МРиК» МЗ РФ, ФГБУ «ГНЦ ЛМ ФМБА РФ» / Герасименко М.Ю., Гейниц А.В., Москвин С.В. и др. – М., 2015. – 80 с.**

**Лазерная терапия в онкологической клинике: Методические рекомендации // МЗ РСФСР, Московский НИ онкологический институт им. П.А. Герцена / Плетнев С.Д. – М., 1982. – 27 с.**

**Лазерная терапия воспалительных и онкологических заболеваний мягких тканей: Методические рекомендации // МЗ УССР, Одесский медицинский институт им. Н.И. Пирогова / Доценко А.П., Грубник В.В., Гешелин С.А. и др. – Одесса, 1988. – 19 с.**

**Лазерная терапия крылонёбного узла при вазомоторном рините, невралгии тройничного нерва и синдроме Слудера: Методические рекомендации / МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского / Шустер М.А., Исаев В.И., Речицкий В.И. – М., 1989. – 12 с.**

**Лазерная терапия хронического гнойного среднего отита: Методические рекомендации // МЗ РСФСР, Омский государственный медицинский институт / Машенькин Н.В., Лоцилов В.И., Тихомиров В.В. и др. – Омск, 1983. – 22 с.**

**Лазерная терапия хронического гипоацидного гастрита с использованием гелий-неонового лазера: Методические рекомендации // МЗ Тадж.**

ССР, Ин-т гастроэнтерологии / Мансуров Х.Х., Баракаев С.Б. – Душанбе, 1989. – 14 с.

**Лазерные установки медицинского назначения. Физические основы и практическое применение: Методические рекомендации** // Московский медицинский стоматологический институт им. Н.А. Семашко / Кортников Е.В., Кашуба В.А., Павлов Ю.К. – М., 1987. – 74 с.

**Лазерные физиотерапевтические методы лечения в офтальмологии: Методические рекомендации** // НИИ глазных болезней г. Алма-Аты МЗ КазССР, Алма-Атинский государственный институт усовершенствования врачей / Раевский В.В., Ульданов В.Г., Утельбаев Т.Г. и др. – Алма-Ата, 1987. – 18 с.

**Лазеротерапия воспалительных заболеваний верхних дыхательных путей у рабочих хлопчатобумажного комбината и других промышленных предприятий: Методические рекомендации** / Кафедра оториноларингологии КГМИ / Псахис Б.И., Торопова Л.А. – Красноярск, 1986. – 13 с.

**Лазеротерапия заболеваний травматолого-ортопедического профиля: Методические рекомендации** / Киевский НИИ ортопедии, Львовский государственный медицинский институт / Терновой К.С., Чаплинский В.В., Булах А.Д. и др. – Киев, 1982. – 14 с.

**Лазеротерапия перенапряжений опорно-двигательной системы у спортсменов: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, Ленинградский НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена / Демьянов В.М., Анисимов А.И., Белый К.П. и др. – Л., 1987. – 17 с.

**Лечение вазомоторного ринита гелий-неоновым лазером: Методические рекомендации** // МЗ СССР, Куйбышевский медицинский институт / Солдатов И.Б., Храппо Н.С., Коренченко С.В., Кузьмин В.А. – М., 1985. – 17 с.

**Лечение гелий-неоновым лазером ран, трофических язв и некоторых ортопедических заболеваний: Методические рекомендации** // Казанский НИИ травматологии и ортопедии / Богданович У.Я., Гордеева А.И., Каримов М.Г. и др. – Казань, 1980. – 11 с.

**Лечение ишемической болезни сердца гелий-неоновым лазером (острый инфаркт миокарда, ХИБС): Методические рекомендации** // МЗ ГрузССР, НИИ клинической и экспериментальной терапии / Кипшидзе Н.Н., Чапидзе Г.Э., Бохуа М.Р. и др. – Тбилиси, 1987. – 13 с.

**Лечение пародонтоза и заболеваний слизистой оболочки полости рта с использованием гелий-неонового лазера: Методические рекомендации** // МЗ СССР, Центральный НИИ стоматологии / Прохончуков А.А., Александров М.Т., Бугай Е.П. – М., 1980. – 19 с.

**Магнитолазерная терапия болезней пародонта: Методические рекомендации** / Алма-Атинский государственный медицинский институт / Зазулевская С.Я. и др. – Алма-Ата, 1988. – 22 с.

**Магнитолазерная терапия в комплексном лечении и профилактике печёночной недостаточности при механической желтухе с использованием**

**полупроводникового отечественного аппарата АМЛТ-01: Методические рекомендации** // МЗ СССР, ММСИ им. Н.А Семашко / Брискин Б.С. – М., 1989. – 11 с.

**Метод использования низкоэнергетического лазерного излучения для лечения больных различными формами хронического среднего отита: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, Московский НИИ уха, горла и носа / Сидорина Н.Г. – М., 1990. – 9 с.

**Методические рекомендации по клиническому применению полупроводникового двухканального лазерного терапевтического аппарата «Улей-2К» на арсениде галлия (длина волны 0,89 мкм)** / НИИ лазерной медицины, ЦНИИ туберкулёза РАМН / Добкин В.Г., Елисеенко В.И. и др. – М., 1993. – 74 с.

**Низкоинтенсивный некогерентный красный свет в комплексном лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки: Методические рекомендации** // МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского / Сазонов А.М., Романов Г.А., Кару Т.Й. и др. – М., 1987. – 10 с.

**Низкоэнергетическое лазерное излучение в комплексном лечении гнойной хирургической инфекции у больных сахарным диабетом: Методические рекомендации** // Рязанский медицинский институт / Селиверстов Д.В., Гаусман Б.Я., Пучков К.В. и др. – Рязань, 1992. – 22 с.

**Низкоэнергетическое лазерное излучение в комплексном лечении осложнённых форм острой гнойной деструкции лёгких у детей: Методические рекомендации** // МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского / Цуман В.Г., Щербина В.И., Машкова А.Е. и др. – М., 1992. – 12 с.

**Обменный плазмаферез с экстракорпоральным лазерным облучением возвращаемой эритроцитной массы в лечении нагноительных заболеваний лёгких, плевры и средостения: Методические рекомендации** // ВНИИ пульмонологии МЗ РФ, фирма «Медлаз» / Орлов С.В., Белый К.П., Березин Ю.Д. и др. – СПб., 1992. – 12 с.

**Применение внутрисосудистого лазерного облучения крови в интенсивной терапии у детей: Методические рекомендации** // НИИ лазерной медицины МЗ РФ, С.-Петербургский педиатрический медицинский институт, С.-Петербургская областная детская клиническая больница / Паршин Е.В., Иванеев М.Д. – М.–СПб., 1992. – 14 с.

**Применение гелий-неонового лазера для лечения острого инфаркта миокарда: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, II МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова / Корочкин И.М., Капустина Г.М., Бохуа М.Р. и др. – М., 1989. – 20 с.

**Применение гелий-неонового лазера при лечении детей с рубцовыми стенозами гортани и трахеи: Методические рекомендации** // МЗ СССР, I ММИ им. И.М. Сеченова, РТИ им. А.Л. Минца / Наседкин А.Н., Зенгер В.Г., Шендалев В.Н. – М., 1989. – 14 с.

**Применение гемосорбции и аутоотрансфузии облученной ультрафиолетом крови в гнойной хирургии у детей: Методические рекомендации** //



Ленинградский педиатрический мединститут / Леванович В.В. – Л., 1986. – 19 с.

**Применение излучения гелий-неонового лазера в хирургической стоматологии: Методические рекомендации** // МЗ СССР, Центральный НИИ стоматологии, I ММИ им. И.М. Сеченова, Пермский и Воронежский медицинские институты / Прохончуков А.А., Александров М.Т., Бугай Е.П. – М., 1982. – 27 с.

**Применение излучения гелий-неонового лазера в эндодонтии: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, Центральный НИИ стоматологии / Прохончуков А.А., Жижина Н.А., Кунин А.А. и др. – М., 1983. – 19 с.

**Применение излучения гелий-неонового лазера для лечения больных с воспалительными заболеваниями околоносовых пазух, слуховой трубы и среднего уха: Методические рекомендации** // МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского / Тимиргалеев М.Х., Шустер М.А., Степанищева Н.И. и др. – М., 1987. – 12 с.

**Применение инфракрасного лазерного излучения в терапии гипертонической болезни: Методические рекомендации № 96/61** // МЗ РФ, НИИ лазерной хирургии / Буйлин В.А. и др. – М., 1996. – 20 с.

**Применение комбинированной гелий-неон-лазерной терапии при ишемической болезни сердца: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, II МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова / Корочкин И.М., Капустина Г.М., Картелишев А.В. и др. – М., 1989. – 16 с.

**Применение концентрированного солнечного света при лечении больных хроническими бронхитами: Методические рекомендации** // Казахский НИИ кардиологии / Завалей Е.Г., Железников И.Г., Ткаченко Н.И. и др. – Алма-Ата, 1987. – 10 с.

**Применение лазерного излучения в лечении болезни Меньера: Методические рекомендации** / Московский НИИ уха, горла и носа / Пятякина О.К., Николаев М.П., Попова Т.В. и др. – М., 1986. – 11 с.

**Применение лазерного терапевтического аппарата на арсениде галлия (длина волны 0,89 мкм) АЛТ «Узор» – электроника в медицине: Расширенные методические рекомендации** / НИИ лазерной хирургии МЗ СССР / Скобелкин О.К., Литвин Г.Д., Елисеенко В.И. и др. – М., 1990. – 15 с.

**Применение лазерного терапевтического аппарата «Узор» для лечения патологии верхних дыхательных путей: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, Московский НИИ уха, горла и носа / Николаев М.П., Псахис Б.И., Торопова Л.А. и др. – М., 1989. – 9 с.

**Применение лазерных методов лечения в стоматологии и хирургии: Методические рекомендации** // Чувашский государственный университет / Павлов А.Ф., Волков В.Е., Цыльков В.Е. и др. – Чебоксары, 1985. – 29 с.

**Применение лазерных терапевтических аппаратов «Лазмик» в спортивной медицине: Методические рекомендации** // ФГБОУ ИПК ФМБА / Кочетков А.В., Москвин С.В. – М., 2013. – 76 с.

**Применение лазеропунктуры в комплексном лечении гипотонии беременных: Методические рекомендации** // НИИ перинатальной медицины, акушерства и гинекологии им. акад. К.В. Чачава МЗ Грузинской ССР / Дидия Ц.Г. – Тбилиси, 1985. – 6 с.

**Применение лазеротерапии в клинике внутренних болезней: Методические рекомендации** // Луганский медицинский институт / Шельгин С.И., Клодченко Н.Н., Зарембо И.А. – Луганск, 1990. – 17 с.

**Применение низкоинтенсивного лазерного излучения для лечения хронического тонзиллита, хронического фарингита и ринита: Методические рекомендации** // МЗ СССР, кафедра болезней уха, горла и носа I ММИ им. И.М. Сеченова / Преображенский Н.А., Климова Л.А., Безчинская М.Я. и др. – М., 1988. – 10 с.

**Применение низкоэнергетического лазерного излучения в педиатрии: Методические рекомендации** // МЗ СССР, Куйбышевский мед. институт им. Д.И. Ульянова, МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского / Кольцов В.А., Александров М.Т., Мясковский А.В. и др. – М., 1991. – 19 с.

**Применение низкоэнергетического лазерного излучения в физиотерапии: Методические рекомендации** // МЗ СССР, ЦНИИ курортологии и физиотерапии. Радиотехнический институт им. акад. А.Л. Минца АН СССР / Данилова И.Н., Миненков А.А., Зубкова С.М. и др. – М., 1987. – 19 с.

**Применение полупроводникового лазера в онкодерматологии (пособие для врачей)** // МЗ РФ, НИИ онкологии им. проф. Н.Н. Петрова. – М., 2001. – 12 с.

**Применение полупроводниковых лазеров в комплексном лечении послеоперационных парезов кишечника: Методические рекомендации** // МЗ СССР, НИИ лазерной хирургии, НИИ «Полюс» / Скобелкин О.К., Буйлин В.А., Швейкин В.И., Саранцев В.П. – М., 1990. – 17 с.

**Применение специализированной стоматологической лечебно-диагностической гелий-неоновой лазерной установки АФДЛ-1 в практической стоматологии: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, I ММИ им. И.М. Сеченова / Бажанов Н.Н., Александров М.Т., Аразашвили Л.Д. и др. – М., 1989. – 15 с.

**Применение терапевтического аппарата «Узор» для лечения патологии верхних дыхательных путей: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, Московский НИИ уха, горла и носа / Николаев М.П. – М., 1989. – 9 с.

**Применение терапевтического импульсного ИК-лазерного аппарата «Гелиос-О1М» в медицине: Методические рекомендации** // Минздравмедпром РФ, ГНЦ лазерной медицины / Козлов В.И., Буйлин В.А., Ступин И.В. – М., 1994. – 20 с.

**Профилактика и лечение кариеса зубов, зубочелюстных аномалий и воспалительных гнойно-деструктивных процессов челюстно-лицевой области с применением лазерного света: Методические рекомендации**

**№ 99/93** // МЗ РФ, ЦНИИС / Прохончуков А.А., Жижина Н.А., Колесник А.Г. и др. – М., 2003. – 16 с.

**Рефлексотерапия кожных болезней с использованием лучей гелий-неоновых лазеров: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, ЦНИ кожно-венерологический институт / Скрипкин Ю.К. и др. – М., 1987. – 9 с.

**Современный подход в терапии хронических воспалительных процессов: Методические рекомендации** / Жабко А.Н., Молчанов И.В., Санников В.П. – Глазов, 2003. – 8 с.

**Способ лазерного облучения при эндоскопической фотодинамической терапии начального рака полых органов: Методические рекомендации** // МНИОИ им. П.А. Герцена. – М., 2001. – 6 с.

**Ультрафиолетовое лазерное излучение в хирургической клинике: Методические рекомендации** / МЗ СССР, Казанский государственный медицинский институт им. С.В. Курашова, Центр лазерной хирургии Республиканской клинической б-цы, НИИ лазерной хирургии / Красильников Д.М., Скобелкин О.К., Карпухин О.Ю. и др. – Казань, 1991. – 13 с.

**Ультрафиолетовое облучение аутокрови в клинической практике: Методические рекомендации** // МЗ РСФСР, НИИ физико-химической медицины, Институт физиологии им. И.П. Павлова АН СССР, Гос. оптический институт им. С.И. Вавилова / Алексеев А.А., Ганелина И.Е., Попов Ю.В. и др. – М., 1985. – 20 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ЛАЗЕРНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫЕ РОСЗДРАВНАДЗОРОМ РФ

Номер	Дата	Наименование	Организация
ФС № 2011/011	03.02.2011	Магнитолазерная терапия в восстановительном лечении больных артериальной гипертензией с сопутствующими метаболическими нарушениями	НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения, Владивосток
ФС № 2010/428	30.12.2010	Применение низкоинтенсивной интрааурикулярной гемолазеротерапии в реабилитации больных аутоиммунным тиреоидитом	ФГУ «РНЦ восстановительной медицины и курортологии», Москва
ФС № 2010/362	07.10.2010	Лазеротерапия в лечении поясничного остеохондроза и реабилитации больных после операции удаления грыжи межпозвонкового диска	ФГУ «Томский научно-исследовательский институт курортологии и физиотерапии ФМБА»
ФС № 2010/344	21.09.2010	Субпороговая микроимпульсная диодлазерная коагуляция при лечении диабетического макулярного отёка	ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова»
ФС № 2010/314	31.08.2010	Применение лазерного интерстициального излучения при пункционном лечении доброкачественных новообразований молочной железы	Учреждение Российской академии наук «Центральная клиническая больница»
ФС № 2010/292	06.08.2010	Способ лечения рубцовых стенозов и рубцовой облитерации трахеи с применением бронхопластических лазерных вмешательств	ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова»
ФС № 2010/276	21.07.2010	Способ лечения больных абдоминальным ожирением с применением магнитолазеротерапии в комплексном курортном лечении	ФГУ «Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии ФМБА»
ФС № 2010/238	24.06.2010	Комбинированное лечение меланомы хориоидеи брахитерапией и транспупиллярной диодлазерной термотерапией	ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова»

Номер	Дата	Наименование	Организация
ФС № 2010/148	06.05.2010	Инфракрасная лазерная кератопластика в коррекции гиперметропии, гиперметропического и смешанного астигматизма	ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова»
ФС № 2010/068	03.03.2010	Фотодинамическая терапия с использованием установки лазерной медицинской «Лазон-ФТ» в органосохраняющем лечении первичного рака кожи и его рецидивов	ФГУ «Российский научный центр рентгенорадиологии»
ФС № 2010/046	25.02.2010	Применение аппаратно-программного комплекса электро-лазеро-магнитной терапии и цветоимпульсного воздействия КАП-ЭЛМ-01–«Андро-Гин» при лечении гинекологических заболеваний	ЗАО «Янинвест»
ФС № 2010/037	24.02.2010	Применение аппаратно-программного комплекса электро-лазерно-магнитной терапии и цветоимпульсного воздействия КАП-ЭЛМ-01–«Андро-Гин» при лечении урологических заболеваний	ЗАО «Янинвест»
ФС № 2009/391	25.11.2009	Комплексная коррекция осложнений многокомпонентного лечения злокачественных опухолей различных локализаций с использованием озонотерапии и низкоинтенсивного лазерного излучения	ФГУ «Российский научный центр рентгенорадиологии»
ФС № 2009/389	25.11.2009	Многокомпонентные программы лечения рака шейки матки, вульвы, влагалища и прямой кишки в условиях радиосенсибилизирующего действия локальной лазерной гипертермии	ФГУ «Российский научный центр рентгенорадиологии»
ФС № 2009/230	28.07.2009	Технология дифференцированного лазерного и криохирургического лечения различных форм активной ретинопатии недоношенных	ФГУ «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца»
ФС № 2009/200	23.07.2009	Низкоинтенсивная лазерная терапия в реабилитации онкологических больных	ФГУ «Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена»



Номер	Дата	Наименование	Организация
ФС № 2009/133	08.06.2009	Применение лазерного излучения с длиной волны 0,94–0,98 мкм в лечении заболеваний периферических вен	ФГУ «Лечебно-реабилитационный центр»
ФС № 2009/071	09.04.2009	Панретинальная лазеркоагуляция при пролиферативной диабетической ретинопатии	ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Федорова»
ФС № 2008/271	03.12.2008	Трансуретральная контактная лазерная уретеролитотрипсия с использованием лазерного хирургического комплекса «Лазурит»	ООО «Лазерные технологии в медицине»
ФС № 2008/270	03.12.2008	Эндоскопическое лечение непротяжённых стриктур уретры с применением лазерного хирургического комплекса «Лазурит»	ООО «Лазерные технологии в медицине»
ФС № 2008/263	25.11.2008	Способ лазерной экстракции катаракты	ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Федорова»
ФС № 2008/262	25.11.2008	Способ лазерного лечения пациентов с первичной открытоугольной глаукомой	ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Федорова»
ФС № 2008/236	07.11.2008	Лазеро- и интенсивная СМТ-терапия в ранней послеоперационной реабилитации репродуктивной функции у больных хроническим неспецифическим сальпингоофоритом	ФГУ «Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии»
ФС № 2008/234	07.11.2008	Комбинированное использование эндоваскулярной лазеротерапии, аку- и лазеропунктуры в коррекции инфертильности у больных хроническим простатитом	ФГУ «Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии»
ФС № 2008/211	07.10.2008	Лазериндуцированная интерстициальная гипертермия в лечении узлового зоба	Центральная клиническая больница РАН
ФС № 2008/155	23.07.2008	Имплантация ИОЛ с использованием ИАГ-лазерного переднего капсулорексиса у детей с врождёнными катарактами	ФГУ «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней имени Гельмгольца»

Номер	Дата	Наименование	Организация
ФС № 2008/011	23.01.2008 – 23.01.2018	Применение диодного лазерного скальпеля в амбулаторной хирургической стоматологии	ФГУ «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии»
ФС-2007/229	12.12.2007 – 12.12.2017	Радоноотерапия и лазеротерапия в ауторезонансном режиме в лечении больных генитальным эндометриозом	ФГУ «Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии»
ФС-2007/198	08.10.2007 – 08.10.2017	Лазерные методы реабилитации больных с последствиями механической травмы глаза	ФГУ «МНИИ глазных болезней им. Гельмгольца»
ФС-2007/181	14.08.2007 – 06.03.2011	Лазерная остеоперфорация в лечении остеомиелита	ООО «Квалитек»
ФС-2007/180	14.08.2007 – 06.03.2011	Применение полупроводниковых лазеров в оперативной дерматологии	ООО «Квалитек»
ФС-2007/173	09.08.2007 – 06.03.2011	Применение диодных лазеров в хирургии аноректальной области	ООО «Квалитек»
ФС-2007/121-у	26.06.2007 – 01.07.2014	Комплексное использование ультразвуковых ингаляций минеральной воды «Лазаревская» и лазеротерапии в сочетании с бальнеотерапией при лечении детей с первичной артериальной гипертонией	ФГУ «Научно-исследовательский центр курортологии и реабилитации»
ФС-2007/072-у	24.04.2007 – 24.04.2017	Эндоларингеальная микрохирургия и гольмиевый лазер при респираторном папилломатозе у детей	Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского
ФС-2007/059-у	20.04.2007 – 20.04.2017	Лазеротерапия и лазерохирургия при болезни Меньера	Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского
ФС-2007/033	28.02.2007 – 28.02.2011	Использование лазерного излучения в оперативной оториноларингологии	ООО «Квалитек»
ФС-2007/032	28.02.2007 – 28.02.2011	Применение полупроводниковых лазеров в оперативной гинекологии	ООО «Квалитек»

Номер	Дата	Наименование	Организация
ФС-2006/390-у	29.12.2006 – 29.04.2012	Применение лазерной терапии в биосинхронизированном режиме у больных с дуоденальной язвой	Российский научный центр восстановительной медицины и курортологии
ФС-2006/389	29.12.2006 – 29.05.2010	Ультратонотерапия и лазерное излучение в комплексном лечении глаукомы	Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского
ФС-2006/315	31.10.2006 – 12.04.2009	Лазеропунктура в лечении больных с неврологическими проявлениями остеохондроза позвоночника и реабилитации больных в послеоперационном периоде дискэктомий	Томский научно-исследовательский институт курортологии и физиотерапии
ФС-2006/254-У	15.08.2006 – 08.07.2012	Лечение больных псориазом и витилиго ультрафиолетовым эксимерным лазерным излучением с длиной волны 308 нм	Центральный научно-исследовательский кожно-венерологический институт
ФС-2006/253-У	15.08.2006 – 15.08.2016	Применение высокоинтенсивного диодного лазерного излучения с длиной волны 0,81 мкм в лечении доброкачественных новообразований кожи	Центральный научно-исследовательский кожно-венерологический институт
ФС-2006/156	07.08.2006 – 07.08.2016	Питьевые минеральные воды в сочетании с лазерорефлексотерапией в комплексном курортном лечении больных сахарным диабетом, осложнённым микроангиопатией	Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии
ФС-2006/069	05.05.2006 – 05.05.2016	Удаление внутриглазных инородных тел, вколоченных в оболочки заднего отрезка глаза, с применением лазерных методов воздействия	ФГУ «МНИИ глазных болезней им. Гельмгольца»
ФС-2006/051-У	11.04.2006 – 11.04.2016	Технология использования лазерного скальпеля с длиной волны 1,06 мкм в хирургии труднодоступных менингиом головного мозга	ФГУ «Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии»
ФС-2006/028	16.03.2006 – 16.06.2008	Применение аппаратно-программного комплекса электро-лазеро-магнитной терапии и цветоимпульсного воздействия КАП-ЭЛМ-01 «Андро-Гин» при лечении проктологических заболеваний	ЗАО «Янинвест»

Номер	Дата	Наименование	Организация
ФС-2006/027	16.03.2006 – 16.06.2008	Применение аппаратно-программного комплекса электро-лазеро-магнитной терапии и цветоимпульсного воздействия КАП-ЭЛМ-01 «Андро-Гин» при лечении гинекологических заболеваний	ЗАО «Янинвест»
ФС-2006/026	16.03.2006 – 16.06.2008	Применение аппаратно-программного комплекса электро-лазеро-магнитной терапии и цветоимпульсного воздействия КАП-ЭЛМ-01 «Андро-Гин» при лечении урологических заболеваний	ЗАО «Янинвест»
ФС-2006/025	10.03.2006 – 24.05.2011	Лазерная реконструкция дисков	Филиал корпорации «АРКЮО МЕДИКАЛ, ИНК»
ФС-2005/087	22.11.2005 – 22.11.2014	Применение высокоэнергетических лазеров в оперативной оториноларингологии	ООО «Русский инженерный клуб»
ФС-2005/086	22.11.2005 – 22.11.2014	Применение CO <sub>2</sub> -лазера в оперативной гинекологии	ООО «Русский инженерный клуб»
ФС-2005/052	27.07.2005 – 27.07.2014	Лазеротерапия псориаза и витилиго	Компания КБВ ГмбХ &Ко. КГ
ФС-2005/051	27.07.2005 – 27.07.2014	Лазерная эпиляция аппаратами ARION, MYDON и SINON	Компания КБВ ГмбХ &Ко. КГ
ФС-2005/050	27.07.2005 – 27.07.2014	Лазеротерапия сосудистых и пигментных образований кожи лазерными аппаратами ARION, MYDON и SINON	Компания КБВ ГмбХ &Ко. КГ
ФС-2005/049	27.07.2005 – 27.07.2014	Лазерная коррекция стареющей кожи с помощью лазерной системы BURANE	Компания КБВ ГмбХ &Ко. КГ
ФС-2005/044	22.07.2005 – 22.07.2014	Лечение сосудистых поражений кожи селективным лазерным излучением	ЗАО «Медицинские оптические технологии»
ФС-2005/043	22.07.2005 – 22.07.2014	Перманентное удаление нежелательных волос лазерным излучением	ЗАО «Медицинские оптические технологии»
ФС-2005/030	04.07.2005 – 04.07.2011	Лазерная септохондрокоррекция	Корпорация «АРКЮО МЕДИКАЛ, ИНК»
ФС-2005/012	07.06.2005 – 23.05.2013	Лазерная эпиляция	Представительство компании «Росслин Медикал Лимитед»

Номер	Дата	Наименование	Организация
ФС-2005/011	07.06.2005 – 07.04.2010	Селективная фотодеструкция ряда новообразований и дефектов кожи и слизистых оболочек лазерным медицинским аппаратом на парах меди «Яхрома-Мед»	Физический институт им. П.Н. Лебедева



## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПУБЛИКАЦИИ С ОПИСАНИЕМ НЕКОТОРЫХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК  
ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

УДК: 615.849.19

DOI: 10.12737/21772

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 проводится 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 светозлучающего 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 веществам 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 вы-



раженными 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 мезонефросе 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 ис-

ключительной 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/см<sup>2</sup>, 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 щелочного резерва, составившего 3,30 об % CO<sub>2</sub>;
- 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 освещенных 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 «генной 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 генетической 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).



ли, 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 онкогинекологии [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  $\gamma$ -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/см<sup>2</sup> 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  $\gamma$ -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 исследования щитовидной и вилочковой желёз

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 освещивание крови – 2 мин, ежедневно в течение 7 дней) выявили признаки снижения аутоагрессии, морфологическим эквивалентом которой является степень выраженности лимфо-плазмоцитарной 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. Ворсобина Н.В. Изучение действия инфракрасного низкоинтенсивного импульсного лазерного излучения на продолжительность жизни *Drosophila melanogaster*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калуга, 2005. – 23 с.
17. Вяззенен Г.Н., Миргородский Г.Г., Вяззенен А.Г., Токарь А.И. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров на отечественном комплексе // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 6 (18). – С. 29–33.
18. Вяззенен 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. Вяззенен Г.Н., Токарь А.И., Вяззенен 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. / ІП 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 *Drosophilamela nogaster*: 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: STT, 1998. – 336 с.
33. Идрисова Р.С. Влияние монохроматического красного света на репарацию печени в эксперименте и клинике // Здравоохр. 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.Й. Первичные и вторичные клеточные механизмы лазерной терапии // Низкоинтенсивная лазерная терапия. – М.: ТОО «Фирма «Техника», 2000. – С. 71–94.
40. Кару Т.Й., 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 НИОИ 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. Перелыгина Л.А., Лисаченко О.Д., Конюшенко Л.Ю. и др. Стимулирующее и радиопротекторное действие лазерного облучения, осуществляющееся в комбинации с лучевым поражением // Матер. VII Междунар. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Харьков, 1996. – С. 35.
63. Перелыгина Л.А., Щербаков М.В., Богоутдинова Л.В., Миколаенко С.Л. Лазерное излучение является антагонистом ионизирующего // Матер. VIII Междунар. 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 // Здоровоохранение 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 // Здоровоохранение (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 Conferences. – 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. – Т. 193. – № 2. – С. 455–457.
77. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению постмастэктомического синдрома // Разработали: Ермощенкова М.В., Филоненко Е.В., Зикийходжаев 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 междунар. 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. Фотоэнергетика растений и урожай. – М.: Наука, 1993. – 415 с.



87. Шейко Е.А., Шихлярова А.И., Шевченко А.Н. и др. Профилактика осложнений противоопухолевого 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 гидроксигирующей 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<sup>(1)</sup>. – Vol. 2 (2). – P. 137–146.
103. Fekrazad R., Naghdi N., Nokhbatolfoghahaei 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<sup>(1)</sup>. – 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<sup>(1)</sup>. – 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

## 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 позволяют 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/см<sup>2</sup>) 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 физико-химических 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]:

- аллантиин + гепарин натрия + лука репчатого луковиц экстракт (Контрактубекс®);
- антибиотики (бензилпенициллин, левомецетин, оксациллин, тетрациклин);
- гепарин натрия (Гепарин®);
- гиалуронидаза (Лидаза®);
- гиалуроновая кислота (гиалуронат натрия);
- гидрокортизон;
- диоксометилтетрагидропиримидин (Метилурацил®);
- диоксотетрагидрохситетрагидронафталин (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 поверхность 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 трансэпидермальную диффузию 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 см<sup>2</sup>), на остальной поверхности тела плотность сальных желёз варьирует от 0 до 120 на 1 см<sup>2</sup> [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 мм<sup>3</sup>, 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 см<sup>2</sup>, больше всего на лице – до 174 на 1 см<sup>2</sup>, и ладонях – до 424–431 на 1 см<sup>2</sup>, а общее количество составляет от 2 до 5 млн. Общая площадь просветов выводных протоков потовых желёз составляет 57–94 на 1 см<sup>2</sup> (меньше 1% от площади поверхности кожи), однако при этом общая секреторная поверхность всех потовых желёз имеет площадь до 5 м<sup>2</sup>, 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 см<sup>3</sup> [21; 34; 93].

Волосной 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 волосных фолликул на 1 см<sup>2</sup> 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 см<sup>2</sup> 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 волосных 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 волосного 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<sup>2+</sup>-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  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимыми являются как эндоцитоз, так и экзоцитоз [15; 92; 94], то высвобождение  $\text{Ca}^{2+}$  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 экстинции 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 при датков 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/см<sup>2</sup>) и инфракрасного импульсного (890–904 нм) НИЛИ у женщин с пародонитом 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/см<sup>2</sup> является оптимальным для проведения осветивания 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 лазе-

рофореза 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 проникаемость 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 лазерофореза при лечении больных папулёзной формой акне можно сочетанием НИЛИ с постоянным магнитным полем. В их исследовании проводили лазеромагнитофорез 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 освещивание 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 лазерофорез – 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;
- освещивать в постоянном магнитном поле 35–50 мТл, для чего необходимо разработать специальную насадку.

Мы глубоко убеждены, что истинные возможности лазерофореза 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. Опубл. 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. Лазерофорез 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 лазерофореза 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 гиалуроновой 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 межд. научно-практ. конф. «Лазерные технологии в медицинской науке и практике» / Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 158.
14. Герасименко М.Ю., Филатова 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 межд. 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 холисалы в лечении больных быстро прогрессирующим пародонтитом // Материалы Всерос. научного форума по восст. 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 низкоинтенсивного 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 форез: 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 лазерофореза 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 фитолазерофореза. – 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 фотофореза 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. Магнитолазерофорез 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.: НПЛЦ «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<sup>(1)</sup>. – 19 с.
49. Москвин С.В. Системный анализ эффективности правления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Тула, 2008<sup>(1)</sup>. – 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 лазерофореза 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. Лазерофорез 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 лазерофореза различных гелей на основе гиалуроновой кислоты // Современные проблемы дерматовенерологии, иммунологии и врачебной косметологии. – 2011<sup>(1)</sup>, № 4. – С. 49–55.
55. Москвин С.В., Зарубина Е.Г., Лысов Н.А., Антипов Е.В. Обоснование возможности чрескожного лазерофореза биологически активных веществ, применяемых в медицине и косметологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2011<sup>(2)</sup>. – Т. XVIII, № 1. – С. 79–83.
56. Москвин С.В., Кончугова Т.В. Обоснование применения лазерофореза 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 лазерофореза // Клиническая дерматология и венерология. – 2010. – № 5. – С. 78–84.
59. Москвин С.В., Миненков А.А. Механизмы лазерофореза 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, А61К31/728, А61Р43/00. 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. Прикулс В.Ф. Лекарственный фотофорез в восстановительном лечении больных хроническим генерализованным парадонтитом: 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 ГГМУ «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 электроионофореза // 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. Коронатера 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., Fedorischev 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.

4372. Ziethar M.M.A., Waked I.S., Toson R.A., Sherif R.A.A. Endermologie versus low level laser therapy on post mastectomy lymphedema // *Med. J. Cairo Univ.* – 2021; 89 (4): 1359–1366. doi: 10.21608/mjcu.2021.194943.
4373. Zinman L., Ngo M., Ng E. et al. Low-intensity laser therapy for painful symptoms of diabetic sensorimotor polyneuropathy // *Diabetes Care.* – 2004; 27 (4): 921–924. doi: 10.2337/diacare.27.4.921.
4374. Zipper R., Lamvu G. Vaginal laser therapy for gynecologic conditions: re-examining the controversy and where do we go from here // *J Comp Eff Res.* – 2022; 11 (11): 843–851. doi: 10.2217/ce-2021-0281.
4375. Zipper R., Pryor B., Lamvu G. Transvaginal photobiomodulation for the treatment of chronic pelvic pain: a pilot study // *Women's Health Reports.* – 2021; 2 (1): 518–527. doi: 10.1089/whr.2021.0097.
4376. Zlatkovic-Svenda M.I., Leitner C., Lazovic B., Petrovic D.M. Complex regional pain syndrome (Sudeck atrophy) prevention possibility and accelerated recovery in patients with distal radius at the typical site fracture using polarized, polychromatic light therapy // *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* – 2019; 37 (4): 233–239. doi: 10.1089/photob.2018.4544.
4377. Zokaee H., Zahmati A.H.A., Mojriani N. et al. Efficacy of low-level laser therapy on orofacial pain: A literature review // *Advances in Human Biology.* – 2018; 8 (2): 70–73. doi: 10.4103/aihb.aihb\_2\_18.
4378. Zupin L., Barbi E., Sagredini R. et al. *In vitro* effects of photobiomodulation therapy on 50B11 sensory neurons: evaluation of cell metabolism, oxidative stress, mitochondrial membrane potential (MMP), and capsaicin-induced calcium flow // *J Biophotonics.* – 2021; 14 (2): e202000347. doi: 10.1002/jbio.202000347.
4379. Zupin L., Ottaviani G., Rupel K. et al. Analgesic effect of Photobiomodulation Therapy: An *in vitro* and *in vivo* study // *Journal of Biophotonics.* – 2019; 12 (10): e201900043. doi: 10.1002/jbio.201900043.
4380. Zwiri A., Alrawashdeh M.A., Khan M. et al. Effectiveness of the laser application in temporomandibular joint disorder: a systematic review of 1172 Patients // *Pain Res Manag.* – 2020; 2020: 5971032. doi: 10.1155/2020/5971032.
4381. Zylka M.J., Sowa N.A., Taylor-Blake B. et al. Prostatic acid phosphatase is an ectonucleotidase and suppresses pain by generating adenosine // *Neuron.* – 2008; 60 (1): 111–122. doi: 10.1016/j.neuron.2008.08.024.

## СОДЕРЖАНИЕ

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ.....	3
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	9
ПЕРВИЧНЫЙ И ВТОРИЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БИОМОДУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СВЕТА.....	13
ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ И ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА.....	31
Необходимо ли получение лицензии на трансфузиологию для проведения ВЛОК?.....	31
Лазерная терапевтическая аппаратура.....	32
Блочный принцип построения лазерных терапевтических аппаратов.....	32
Основные меры предосторожности при работе с терапевтическими лазерными аппаратами.....	37
Основные стандарты, регулирующие производство и эксплуатацию лазерной терапевтической аппаратуры.....	38
Классификация лазеров.....	39
Очки для защиты от лазерного излучения.....	41
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ.....	42
Наружные методы лазерной терапии.....	43
Местное воздействие.....	44
Лазерная акупунктура.....	47
Воздействие на зоны Захарьина–Геда (дерматомы).....	52
Воздействие на паравертебральные зоны.....	53
Воздействие на проекции внутренних органов.....	54
Транскраниальная методика лазерной терапии.....	55
Воздействие на проекции иммунокомпетентных органов.....	57
Внутриполостные методики лазерной терапии.....	59
Неинвазивное (надвенное, надсосудистое, чрескожное, транскутанное) лазерное освечивание крови.....	60
Внутривенное лазерное освечивание крови.....	66
Инструкция по проведению процедуры ВЛОК.....	67
Базовая методика ВЛОК.....	69

---

Методика комбинированная, ВЛОК-635 + ЛУФОК® (базовая).....	70
Методика комбинированная, ВЛОК-525 + ЛУФОК® (базовая).....	71
Лазерофорез .....	72
Лазерно-вакуумная терапия .....	75
Когда используются непрерывный, модулированный и импульсный режимы.....	79
<b>ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ .....</b>	<b>85</b>
Расчёт «дозы» вреден для здоровья.....	86
<b>КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛЕВЫХ СИНДРОМОВ.....</b>	<b>89</b>
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛАЗЕРНОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ .....</b>	<b>100</b>
Механизмы обезболивающего действия низкоинтенсивного лазерного света .....	101
Эндогенная опиоидная система .....	108
Брадикинин, дофамин, серотонин.....	124
Блокирование рецепторной чувствительности.....	135
Модуляция передачи нервных импульсов.....	139
Простагландины.....	149
Субстанция Р.....	153
Аллодиния и гипералгезия (гиперпатия).....	157
Основные выводы по механизмам лазерного обезболивания.....	164
<b>МЕТОДОЛОГИЯ И БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ЛАЗЕРНОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ.....</b>	<b>170</b>
Лазерная акупунктура при болевых синдромах (соавт. Л.Г. Агасаров).....	187
<b>ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ СУСТАВНО-МЫШЕЧНЫХ БОЛЯХ (соавт. Н.М. Бурдули).....</b>	<b>195</b>
Особенности лазерной терапии при суставно-мышечных болях.....	195
Болевой синдром при заболеваниях суставов .....	208
Ревматоидный артрит и артрозы (соавт. Н.М. Бурдули, Н.Н. Бурдули).....	258
Псориатический артрит .....	267
Подагра (подагрический артрит) .....	269
Фибромиалгия и миофасциальный болевой синдром .....	273
Синдром Титце (рёберный хондрит) .....	294
Комплексный регионарный болевой синдром.....	295



Тендинопатия.....	302
Пателлофemorальный болевой синдром.....	317
Плечелопаточный периартрит.....	348
Эпикондилит.....	367
Синдром запястного канала.....	380
Плантарный фасциит.....	393
Хронические неспецифические боли в спине и шее.....	399
<b>ОРОФАЦИАЛЬНЫЕ БОЛИ</b> (соавт. Ю.С. Суханова).....	421
Орофациальная боль, связанная с поражением или заболеванием черепных и лицевых нервов.....	443
Синдром болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава.....	448
Синдром жжения полости рта.....	470
Боль, вызванная отитами (соавт. А.Н. Наседкин).....	481
<b>ГОЛОВНАЯ БОЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ.....</b>	491
<b>ДИАБЕТИЧЕСКАЯ НЕЙРОПАТИЯ.....</b>	500
<b>НЕЙРОПАТИЧЕСКИЕ БОЛИ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ.....</b>	532
<b>ОБЕЗБОЛИВАНИЕ У ОНКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ, ФАНТОМНЫЕ БОЛИ</b> (соавт. С.В. Стражев).....	533
<b>ОБЕЗБОЛИВАНИЕ В ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ.....</b>	552
Бытовые ожоги и травмы.....	556
<b>БОЛЕВЫЕ СИНДРОМЫ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА</b> (соавт. Н.М. Бурдули, С.К. Аликова).....	557
Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, гастриты.....	557
Острый панкреатит.....	598
Синдром раздражённого кишечника.....	620
Геморрой.....	626
<b>БОЛЕВЫЕ СИНДРОМЫ У ЖЕНЩИН</b> (соавт. Г.Р. Смолина).....	630
Боли сосков и молочных желёз у кормящих женщин.....	630
Синдром хронической тазовой боли у женщин.....	633

---

ДРУГИЕ БОЛЕВЫЕ СИНДРОМЫ.....	637
Мочекаменная болезнь.....	637
Боли при стенокардии (соавт. Н.М. Бурдули, Е.Ю. Гиреева).....	640
Боли при острых нарушениях мозгового кровообращения .....	643
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	646
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Утверждённые методические рекомендации по применению лазерной терапии .....	649
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Лазерные медицинские технологии, зарегистрированные Росздравнадзором РФ .....	656
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Публикации с описанием некоторых особенностей современных методик лазерной терапии .....	663
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	695

**С.В. Москвин, А.В. Кочетков,  
М.Ю. Герасименко, Р.В. Кошелев,  
Е.В. Асхадулин, Н.А. Александрова**

## **Лазерная терапия при болевых синдромах**

Серия «Эффективная лазерная терапия»

Том 6

Индивидуальный предприниматель Москвин Сергей Владимирович  
ИНН 773304488318  
Адрес: 125367, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 56, к. 1, кв. 68  
ОГРНИП 319774600330220

ООО «Издательство «Триада»  
ИД № 06059 от 16.10.01 г.  
170034, г. Тверь, пр. Чайковского, д. 9, оф. 514,  
тел./факс (4822) 429022, 354130  
E-mail: triadatver@yandex.ru  
<http://www.triada.tver.ru>

Подписано к печати 15.06.2023 г.  
Формат 70×100 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. л. 53  
Бумага офсетная. Печать офсетная  
Гарнитура Times New Roman. Тираж 2000 экз.

Заказ №  
Отпечатано в соответствии  
с предоставленными материалами  
в ООО «ИПК Парето-Принт», г. Тверь  
[www.pareto-print.ru](http://www.pareto-print.ru)

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.lltlaser.ru

