

# Лазерная терапия при суставно- мышечных болях

---

С.В. Москвин, С.Б. Киселёв

**С.В. Москвин, С.Б. Киселёв**

**Лазерная терапия  
при суставно-мышечных  
болях**

**Москва–Тверь, 2017**

УДК 616-085.849.19  
ББК 53.54  
М82

**Москвин С.В., Киселёв С.Б.**

**М82** Лазерная терапия при суставно-мышечных болях. – М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2017. – 264 с.

ISBN 978-5-94789-780-7

Боль – понятие клинически и патогенетически сложное и неоднородное, различается по интенсивности, локализации и субъективным проявлениям (стреляющая, давящая, пульсирующая, колющая, режущая, ноющая и др.), может быть постоянной или периодической, что во многом связано с локализацией и причиной, её вызвавшей.

Достаточно распространён такой вид боли, как мышечная, или суставно-мышечная, одним из примеров которой является фибромиалгия – ревматическое заболевание неясной этиологии, характеризующееся генерализованной мышечной слабостью и болезненностью при пальпации ограниченных участков тела, обозначаемых как триггерные пункты. Действенных методов лечения пациентов с этим заболеванием пока не разработано, лекарственные средства позволяют получить лишь кратковременный эффект, и то не всегда.

Использование комплексного подхода, при котором задействуется широкий спектр методов лазерной терапии, позволяет восстанавливать нарушения в функционировании различных органов и систем организма человека, что, кроме прямой анальгезии, обеспечивает устранение причин, вызывающих заболевание. Кроме того, методы лазерной терапии просты и безопасны, в отличие от обезболивающих препаратов не вызывают побочного действия, нет и абсолютных противопоказаний.

Лазерное воздействие оказывает влияние не на одно звено болевой рецепции, а практически на всю иерархию механизмов возникновения боли, благодаря этому лечебный эффект сохраняется в течение длительного периода времени. Подобная «универсальность» предопределяет исключительную эффективность лазерной терапии, но при условии использования адекватных методик и соответствующей аппаратуры. Лазерные терапевтические аппараты серии «Лазмик» с частотой до 10 000 Гц и уникальным набором лазерных излучающих головок и насадок в наибольшей степени подходят для методик управления болью.

Книга предназначена для специалистов по реабилитации, ревматологов, травматологов, врачей общей практики и физиотерапевтов.

### **Об авторах**

*Москвин Сергей Владимирович* – доктор биологических наук, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины ФМБА России», г. Москва, автор более 500 научных публикаций, в том числе более 50 монографий, и 30 авторских свидетельств и патентов; эл. почта: 7652612@mail.ru, сайт: www.lazmik.ru

*Киселёв Сергей Борисович* – основатель и главный врач медицинских компаний Advanced Rural Health, KRIS и LASMIC, Австралия, FRACGP, президент австралийской ассоциации Musculoskeletal медицины ААММ, член австралийской ассоциации лазерной медицины АМЛА; эл. почта: smc.gpnw@gmail.com

**ББК 53.54**

ISBN 978-5-94789-780-7

© С.В. Москвин, С.Б. Киселёв, 2017

© Оформление ООО «Издательство «Триада», 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Хронической болью, не связанной с наличием онкологических заболеваний, страдают от 10 до 20% жителей США, 45% из которых получают ежегодное лечение только с целью устранения боли на 85–90 млрд долларов [Gitlin M.C., 1999]. Большая часть этих проблем обусловлена именно заболеваниями костно-мышечной системы (КМС), в частности фибромиалгией (ФМ) страдает около 6 млн американцев, из которых 4 млн – женщины [Bennett R., 2016].

По данным НИИ ревматологии, в России официально зарегистрировано более 4 млн только больных артрозами, в целом с заболеваниями КМС к врачам периодически обращаются не менее 20 млн россиян, увеличивается доля ювенильных артритов. Несмотря на значительное количество медикаментозных и немедикаментозных методов лечения, эффективность их весьма сомнительна. Кроме того, длительный приём анальгетиков, седативных препаратов и нестероидных противовоспалительных средств (НПВС), наиболее часто используемых для лечения, приводит к развитию побочных эффектов, усугубляющих тяжесть состояния больных [Бочкова И.А., 1998]. А принимать препараты необходимо постоянно.

Лазерная терапия (ЛТ) – один из наиболее распространённых методов физиотерапии, современный этап развития гелиотерапии и светолечения. Ещё в конце XIX века нобелевский лауреат Н.Р. Финсен доказал, что можно значительно повысить эффективность светолечения, используя специальные лампы вместо солнечного света, контролируя их мощность, площадь, время воздействия и выделяя нужный спектр. В начале 60-х годов прошлого века появились лазеры, источники монохроматического света (поэтому не требуется использовать светофильтры для выделения части спектра), энергетические параметры которых значительно проще контролировать. Эти их качества привели к появлению принципиально нового направления – лазерной терапии, отличающейся значительно более высокой эффективностью и универсальностью [Москвин С.В., 1997].

Воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ) вызывает ответную реакцию организма, в результате происходит восстановление нарушенного гомеостаза, приводящее в итоге к выздоровлению пациента. После поглощения лазерного света в клетках первыми активизируются  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимые процессы, запуская многочисленные вторичные реакции на тканевом и организменном уровне [Москвин С.В., 2008, 2014, 2016]. Эти процессы подробно рассматриваются в соответствующих главах книги как обоснование возможности применения лазерной терапии, которая успешно используется практически во всех областях современной медицины: акушерство и гинекология [Фёдорова Т.А. и др., 2009], андрология и урология [Иванченко Л.П. и др., 2009; Муфагед М.Л. и др., 2007], неврология [Кочетков А.В., Москвин С.В., 2004; Кочетков А.В. и др., 2012], оториноларингология [Наседкин А.Н., Москвин С.В., 2011], педиатрия [Москвин С.В. и др., 2010<sup>(1)</sup>], стоматология [Амирханян А.Н., Москвин С.В., 2008; 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; Москвин С.В. и др., 2010; Хадарцев А.А. и др., 2016], лазерно-вакуумный массаж [Москвин С.В., Горбани Н.А., 2010, Москвин С.В. и др., 2014] и КВЧ-лазерная терапия [Брехов Е.И. и др., 2007; Москвин С.В., Хадарцев А.А., 2016]. Есть все предпосылки для применения этих методов и при лечении пациентов с заболеваниями КМС, в первую очередь в аспекте проблемы управления болью.

Чаще других применяют несколько наиболее распространённых способов лазерного освечивания: наружно, в проекцию внутренних и иммунокомпетентных органов, на крупные кровеносные сосуды, внутривенно, паравертебрально, на точки акупунктуры (ТА) и триггерные пункты (ТП) [Москвин С.В., 2016]. Показано, что только их комплексное и грамотное использование позволяет эффективно лечить пациентов с самыми различными заболеваниями и патологическими состояниями, наиболее частым проявлением которых является выраженная боль.

В книге представлен патогенез болевого синдрома, подробно рассмотрены как механизмы, вызывающие болевые ощущения, так и причины, обуславливающие их возникновение, в разрезе известных механизмов влияния НИЛИ на эти процессы. Детально рассмотрены особенности болей с локализацией в мягких тканях (класса М79 по МКБ-10), часто называемых суставно-мышечными болями, прежде всего при наличии клинической картины, ассоциированной с воспалительными процессами и/или повреждениями в области суставов или связочного аппарата. Предложены лечебные схемы, включающие комбинированные и сочетанные методики лазерной терапии.

Некоторые термины в книге используются как равноценные, хотя имеют существенные смысловые различия, для объяснения которых приводятся соответствующие комментарии.

Классификация заболеваний.

*Болезни мягких тканей, не классифицированные в других рубриках (М79).*

Исключена: боль в мягких тканях, психогенная (F45.4).

*Ревматизм неутончённый М79.0.*

Исключены: фибромиалгия (М79.7), палиндромный ревматизм (М12.3).

*Миалгия М79.1.*

Исключён: миозит (М60.-).

*Невралгия М79.2.*

Исключены: мононейропатии (G56–G58), радикулит – БДУ (М54.1), плечевой (М54.1), пояснично-крестцовый (М54.1), ишиас (М54.3–М54.4).

*Боль в конечности М79.6.*

*Фибромиалгия (ФМ) М79.7.*

*Миофасциальный болевой синдром (МФБС)* как отдельное заболевание не имеет кода по МКБ-10, но упоминается в книге, в основном при ссылке на соответствующие исследования, поскольку достаточно часто встречается в специализированной литературе.

Особое внимание в книге уделено именно ФМ, а также МФБС, как частному случаю заболевания, поэтому термины используются почти равнозначно. Имею-

щиеся особенности и различия в этиопатогенезе, на которые обращают внимание авторы различных исследований, приводятся почти без коррекции, поскольку в отношении многих фактов до конца не выработана общая позиция в среде специалистов. Тем более что на разработку методологии лазерной терапии это не оказывает никакого влияния.

Необходимо заметить, что сами триггерные пункты, которые часто признаются одним из основных диагностических критериев ФМ, также до сих пор вызывают активные споры. Можно ли повторяемо определять ТП, имеют ли они объективные критерии проявления, такие, например, как спонтанная электромиографическая активность или специфическое воспаление? Можно ли их визуализировать с помощью новых ультразвуковых методик? Является ли фибромиалгия синдромом множественных ТП или это очаговая мышечная боль вследствие центрального возбуждения? Мнения на этот счёт высказываются прямо противоположные [Bennett R.M., Goldenberg D.L., 2011].

Мы придерживаемся той точки зрения, что ТП, определяемые при МФБС, невозможно клинически или патофизиологически отличить от болезненных зон, характерных для ФМ, а любая периферическая боль в той или иной степени всегда связана с центральными механизмами её регулирования. Этим и обусловлен рекомендуемый большинством авторов комплексный подход к решению проблемы управления болью (*pain management*) в целом, и болевым синдромом при ФМ в частности.

По мнению большинства специалистов, ФМ является неспецифическим (ассоциация с другими патологиями малоизучена) синдромом хронической мышечной боли. Такие пациенты легко распознаются по характерной распространённости и локализации боли в теле. За длительный период наблюдений пришли к однозначному выводу, что лечение больных ФМ должно быть индивидуальным и требует целостного подхода; необходимо время, сопереживание и взаимодействие с врачами других специальностей. Обеспечение эффективного лечения таких пациентов часто является настоящей проверкой профессионализма врача [Bennett R., 2016; Bennett R.M., 1996].

Об экономической стороне вопроса. При минимальной стоимости курсового лечения препаратами порядка 5 тыс. рублей в год расходы по России в целом составляют не менее 100 млрд рублей. Реально, с учётом затрат на диагностику и госпитализацию, эта цифра значительно выше. Кроме того, не учитываются косвенные расходы, связанные с потерей нетрудоспособности. По экспертным оценкам, с учётом этих обстоятельств ежегодные потери государства составляют не менее 1 трлн рублей. В этом аспекте лазерная терапия, стоимость одной процедуры которой, по расценкам ОМС Москвы, составляет 36 руб. (курс из 10 сеансов – 360 руб.), выглядит очень привлекательно. В год необходимо проводить два курса, но при этом пациент получает полноценное **лечение**, забывая о проблеме на годы, не употребляет лекарственных средств и пр. Вполне очевидно, что внедрение методов лазерной терапии в широкую клиническую практику позволило бы ежегодно экономить до 500 млрд рублей.

В приказе Минздравсоцразвития России № 1664н от 27 декабря 2011 г. «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг» указаны медицинские услуги, которые могут быть использованы в лечении пациентов с заболеваниями костно-мышечной системы (табл. 1), но задача разработки эффективных методов лазерной терапии остаётся по-прежнему актуальной.

Таблица 1

**Номенклатура медицинской услуги «лазерная терапия» для пациентов с заболеваниями костно-мышечной системы**

Шифр	Наименование медицинской услуги
<i>Общее воздействие</i>	
A17.01.002.03	Лазеропунктура (лазерная акупунктура)
A22.13.001	Лазерное освечивание крови
<i>Местно</i>	
A17.30.027	Лазерофорез
A22.01.005	Низкоинтенсивное лазерное освечивание кожи
A22.02.001	Воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением при заболеваниях мышц
A22.04.001	Внутрисуставная лазеротерапия
A22.04.003	Воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением при заболеваниях суставов

Методология лазерной терапии не стоит на месте, активно развивается, поэтому известные методики, предлагаемые в клинических рекомендациях, но разработанные много лет назад, уже не удовлетворяют современным требованиям. Появились новые аппараты и вслед за ними новые возможности, что значительно расширяет перспективы создания высокоэффективных методик лечения.

Целью книги является всесторонний анализ российских и зарубежных публикаций, чтобы с учётом собственного клинического опыта разработать методологию лазерной терапии при суставно-мышечных болях. В какой-то степени это уже удалось сделать, накоплен достаточно большой опыт многолетней клинической практики, позволяющий как специалистам, так и пациентам по достоинству оценить эффективность и перспективы лазерной терапии.

К сожалению, не рассмотрены такие болевые синдромы, как цервикалгия, люмбаишалгия, различные варианты головной боли, дисфункция височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) и др. Эти темы обязательно будут затронуты в соответствующих тематических изданиях.

Книга предназначена для специалистов в области спортивной медицины и реабилитации, ревматологов, травматологов, врачей общей практики и физиотерапевтов. Вопросы, замечания и комментарии авторы с удовольствием примут на электронную почту: 7652612@mail.ru.

## ПЕРВИЧНЫЙ И ВТОРИЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БИОМОДУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СВЕТА

Подробнее с описанием первичного механизма биологического, или, как сейчас принято говорить, биомодулирующего действия (БД) НИЛИ, а также с доказательством предложенной нами модели можно ознакомиться в первых двух томах серии книг «Эффективная лазерная терапия» [Москвин С.В., 2014, 2016], которые лучше всего скачать в свободном доступе на сайте <http://lazmik.ru>.

В этой главе, а также в некоторых других разделах книги представлен и материал о вторичных процессах, происходящих при поглощении лазерного света живыми клетками и биотканями, знание которых крайне важно для клинического применения и понимания методологии ЛТ в приложении к проблеме боли и трофических нарушений.

Нами для изучения механизмов БД НИЛИ был выбран системный подход к анализу данных, для чего из целого организма условно выделяется какая-то часть, объединённая типом анатомического строения или типом функционирования, но каждая часть рассматривается исключительно в плане взаимодействия как единая система. Ключевым моментом такого подхода является определение *системообразующего фактора* [Анохин П.К., 1973]. Была проанализирована научная литература, в первую очередь, касающаяся изучения механизмов БД, практики использования НИЛИ в клинической медицине, а также современных представлений о биохимии и физиологии как живой клетки, так и на уровне организации регулирования гомеостаза человека в целом. На основе полученных данных сделаны некоторые принципиально важные выводы, которые были подтверждены в ходе многочисленных экспериментальных и клинических исследований [Москвин С.В., 2008, 2008<sup>(1)</sup>, 2014].

Показано, что в результате поглощения энергии НИЛИ происходит её трансформация в биологические реакции на всех уровнях организации живого организма, регулирование которых, в свою очередь, реализуется очень многими путями – в этом кроется причина необычайной многогранности эффектов, проявляющихся в результате такого воздействия. В данном случае мы имеем дело лишь с внешним запуском процессов *саморегуляции* и самовосстановления нарушенного гомеостаза. Поэтому нет ничего удивительного в универсальности лазерной терапии: *это лишь результат устранения патологической фиксации организма за пределами границ нормальной физиологической регуляции.*

Фотобиологические процессы схематично можно представить в виде следующей последовательности: после поглощения фотонов акцепторами, спектр поглощения которых совпадает с длиной волны падающего света, запускаются биохимические или физиологические реакции, характерные (специфичные) именно для этих поглощающих элементов. Но для лазериндуцированных биоэффектов всё выглядит так, будто не существует специфических акцепторов и ответных ре-



акций биологических систем (клетки, органа, организма), взаимодействие носит абсолютно неспецифичный характер. Подтверждением этого служит относительная неспецифичность зависимости «длина волны – эффект», ответная реакция живого организма в той или иной степени имеет место во всём исследованном спектральном диапазоне, от ультрафиолетовой (325 нм) до дальней ИК-области (10 600 нм) [Москвин С.В., 2014; Moskvina S.V., 2017].

Отсутствие *специфического* спектра действия можно объяснить только термодинамическим характером взаимодействия НИЛИ с живой клеткой, когда возникающий на поглощающих центрах температурный градиент вызывает триггерный запуск различных систем физиологического регулирования. В качестве первичного звена, как мы предполагаем, выступают внутриклеточные депо кальция, способные высвобождать  $Ca^{2+}$  под влиянием множества внешних факторов [Berridge M.J. et al., 2000]. Есть достаточно аргументов в подтверждение этой теории, однако из-за ограничения размеров книги приведём только один: все известные эффекты лазериндуцированной биомодуляции являются вторичными и  $Ca^{2+}$ -зависимыми [Москвин С.В., 2003, 2008, 2008<sup>(1)</sup>].

Переходя к энергетическим закономерностям, ещё более удивительным, чем спектральные, повторим некоторые базовые понятия и основы, аксиомы лазерной терапии. Самая известная из них – наличие оптимума зависимости «энергетическая плотность (ЭП) – эффект», которую иногда называют «бифазной» [Huang Y.-Y. et al., 2009], т. е. нужный результат достигается только при *оптимальной* ЭП воздействия. Уменьшение или увеличение этого значения в весьма узком диапазоне приводит к снижению эффекта, его полному исчезновению или вообще к инверсной ответной реакции.

В этом принципиальное отличие БД НИЛИ от фотобиологических явлений, где зависимость от ЭП носит линейно нарастающий в широких пределах характер. Например, чем больше солнечного света, тем интенсивнее фотосинтез и увеличение растительной массы. Противоречит бифазный характер биологического действия НИЛИ законам фотобиологии? Вовсе нет! Это лишь частный случай проявления 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].

Для эффективного воздействия НИЛИ необходимо обеспечить как оптимальную мощность, так и плотность мощности (ПМ), т. е. важно распределение световой энергии по площади клеток *in vitro* и площади и/или объёму биотканей в экспериментах на животных и клинике.

Крайне важна экспозиция (время воздействия) на одну зону, которая не должна превышать 300 с (5 мин), кроме некоторых вариантов методики внутривенного лазерного освечивания крови (до 20 мин).

Перемножением экспозиции на ПМ получается плотность мощности за единицу времени, или ЭП. Это производная величина, не играющая никакой роли,

зато часто и ошибочно используемая в специальной литературе под названием «доза», что абсолютно недопустимо.

Для импульсных лазеров (импульсная мощность чаще всего в пределах 10–100 Вт, длительность светового импульса 100–150 нс) при увеличении частоты повторения импульсов пропорционально увеличивается средняя мощность, т. е. ЭП воздействия.

Интересно, что ЭП для импульсных лазеров (0,1 Дж/см<sup>2</sup>) оказывается в десятки раз меньше, чем для непрерывного НИЛИ (1–20 Дж/см<sup>2</sup>) для схожих экспериментальных моделей [Жаров В.П. и др., 1987; Nussbaum E.L. et al., 2002; Karu T. et al., 1994], что говорит о большей эффективности импульсного режима. Аналога подобной закономерности в фотобиологии нет.

Хотелось бы отметить ещё один интересный факт – нелинейную зависимость БД НИЛИ от времени экспозиции, что легко объясняется периодичностью волн повышенной концентрации Ca<sup>2+</sup>, распространяющихся в цитозоле после активации лазерным светом внутриклеточных депо кальция. Причём для совершенно разных типов клеток эти периоды полностью идентичны и составляют строго 100 и 300 с (табл. 2). Клинических исследований, подтверждающих эффективность методик ЛТ при использовании такой экспозиции, в сотни раз больше. Обращаем внимание и на то обстоятельство, что эффект наблюдается в очень широком диапазоне длин волн, следовательно, внутриклеточные депо кальция, локализованные в разных частях клетки, имеют различную структуру.

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

Приведём для наглядности и демонстрации того, что активация работы митохондрии является вторичным процессом, лишь следствием повышения концентрации в цитозоле  $\text{Ca}^{2+}$ , соответствующие графики только из одного исследования (рис. 1) [Alexandratou E. et al., 2002].

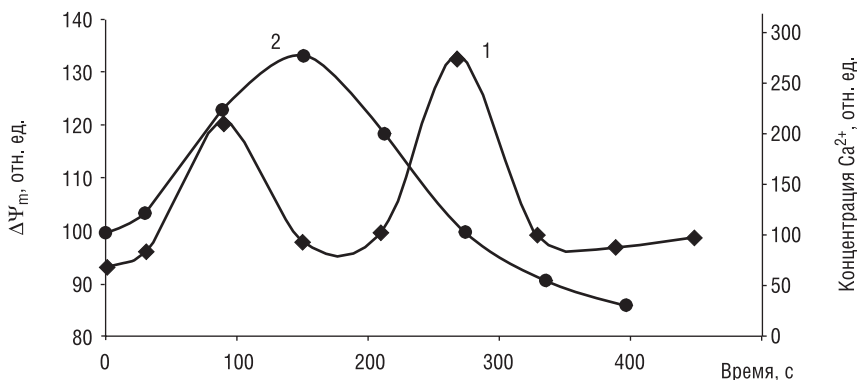


Рис. 1. Изменение концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  (1) в цитозоле и редокс-потенциала митохондрий  $\Delta\Psi_m$  (2) под действием лазерного излучения (длина волны 647 нм, 0,1 мВт/см<sup>2</sup>, экспозиция 15 с) на фибробласты крайней плоти человека (Alexandratou E. et al., 2002)

Важнейшим является факт повышения концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  исключительно за счёт внутриклеточных депо (куда ионы кальция вновь закачиваются после окончания физиологического цикла через 5–6 мин), а не в результате поступления ионов извне, как полагают многие [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]. Во-первых, не существует корреляции между уровнем АТФ в клетках и транспортом извне  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку, активация работы митохондрий осуществляется только за счёт повышения концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  из внутриклеточных депо [Breitbart H. et al., 1990; Singh J.P. et al., 1983]. Во-вторых, удаление ионов кальция из сыворотки не задерживает увеличения концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в анафазу клеточного цикла [Tombes 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. Эти процессы имеют значение только при воздействии на клетки, находящиеся в целостном организме, и являются вторичными.

Продемонстрированные выше закономерности легко объясняются, если механизмы БД НИЛИ расположить в такой последовательности: в результате освечения НИЛИ внутри клетки возникает термодинамическое нарушение («температурный градиент»), вследствие чего происходит активация внутриклеточного депо, высвобождение ими ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) с кратковременным (до 300 с) повышением их концентрации с последующим развитием каскада ответных реакций на всех уровнях, от клеток до организма в целом: активация работы мито-

хондрий, метаболических процессов и пролиферации, нормализация иммунной и сосудистой систем, включение в процесс ВНС и ЦНС, обезболивающее действие и др. (рис. 2) [Москвин С.В., 2003, 2008, 2014, 2016].

Такой подход позволяет объяснить нелинейный характер зависимостей «ЭП – эффект» и «экспозиция – эффект» особенностями работы внутриклеточных депо кальция, а отсутствие спектра действия – неспецифичностью их включения.

Повторимся, что сказанное выше относится к «лазер-», а не «фото-» (биомодуляции), т. е. только для монохроматического света и при отсутствии специфического влияния (например, бактерицидное действие).

Самое главное в знании и правильном понимании механизмов БД НИЛИ – это возможность разрабатывать и оптимизировать методики лазерной терапии, понимать принципы и условия эффективного применения метода.

Зависимость эффекта от частоты модуляции, монохроматичности, поляризации и т. д. вынуждает рассматривать эти закономерности также не совсем с позиций классической фотобиологии. Здесь, на наш взгляд, для характеристики сторонников «акцепторного», статического подхода к изучению механизмов БД НИЛИ уместно привести слова американского писателя Г. Гаррисона: «Факты они раскладывали по полочкам. Тогда как анализировали сложнейшую замкнутую систему с такими элементами, как положительная и отрицательная обратная связь, или переменная коммутация. Да и находится вся система в динамическом состоянии в силу непрерывной гомеостатической коррекции. Неудивительно,



Рис. 2. Последовательность развития биологических эффектов после воздействия НИЛИ (механизмы биологического и терапевтического действия)

что у них ничего не выходило». Вот и фотобиологи с аналогичным подходом к исследованиям ничего не поняли в механизмах БД НИЛИ.

Так как же развиваются индуцированные лазерным светом биологические процессы? Можно ли проследить всю цепочку, начиная от поглощения фотонов до выздоровления пациента, полно и достоверно объяснить имеющиеся научные факты и на их основе разрабатывать максимально эффективные методики лечения? На наш взгляд, есть все основания для утвердительного ответа на эти вопросы, разумеется, в рамках ограниченных общих знаний в области биологии и физиологии.

Механизмы биологического (терапевтического) действия низкоинтенсивного лазерного света на любой живой организм необходимо рассматривать только с позиции общности природы как воздействующей световой энергии, так и организации живой материи. На рис. 2 представлена основная последовательность реакций, начиная от первичного акта поглощения фотона и заканчивая реакцией различных систем организма. Данная схема может быть лишь дополнена деталями патогенеза конкретного заболевания.

С чего всё начинается? Исходя из того факта, что низкоинтенсивный лазерный свет вызывает соответствующие эффекты *in vitro* у одиночной клетки, можно предположить, что начальным пусковым моментом при воздействии на биоткани является поглощение НИЛИ именно внутриклеточными компонентами. Постараемся разобраться, какими именно.

Представленные выше факты и полученные Т. Кару с соавт. (1994) данные убедительно доказывают, что подобные закономерности могут быть результатом только *термодинамических процессов*, происходящих при поглощении лазерного света какими-либо, т. е. любыми, внутриклеточными компонентами. Теоретические оценки показывают, что при воздействии НИЛИ возможен локальный «нагрев» акцепторов на десятки градусов. Хотя процесс длится очень короткий промежуток времени – менее  $10^{-12}$  с, этого вполне достаточно для весьма значительных термодинамических изменений как в группе хромофоров непосредственно, так и в окружающих областях, что приводит к существенным изменениям свойств молекул и является пусковым моментом индуцированной лазерным излучением реакции. Подчеркнём ещё раз, что в качестве акцептора может выступать *любой* внутриклеточный компонент, поглощающий на данной длине волны, в том числе и вода, обладающая сплошным спектром поглощения, т. е. начальным пусковым моментом БД НИЛИ является вовсе не фотобиологическая реакция как таковая, а возникновение локального температурного градиента, и мы имеем дело с *термодинамическим*, а не фотобиологическим эффектом (в классическом понимании этого термина), как полагали раньше. Это принципиально важный момент.

При этом надо понимать, что под «температурным градиентом» не подразумевается изменение температуры в общепринятом, «бытовом» смысле, речь идёт о термодинамическом процессе и терминологии из соответствующего раздела физики – термодинамики, характеризующей изменение состояния колебательных уровней макромолекул и описывающей исключительно энергетические процессы [Москвин С.В., 2014, 2016]. Такую «температуру» нельзя измерить градусником.

Однако именно «отсутствие прямых экспериментальных доказательств локального внутриклеточного повышения температуры» является основным аргументом в критике нашей теории [Улащик В.С., 2016]. Замечание же В.С. Улащика (2016) относительно того, что результатом этого процесса не может быть только высвобождение ионов кальция, следует признать справедливым. Действительно есть, хоть и весьма ограниченный, перечень выявленных закономерностей, которые трудно объяснить только  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимыми процессами, это ещё предстоит изучить.

Тем не менее выводы из нашей теории уже позволили качественно повысить эффективность методик лазерной терапии, их стабильность и воспроизводимость, чего уже вполне достаточно для её признания (хотя не отвергает необходимости дальнейшего развития). И совершенно нельзя согласиться с мнением глубоководного специалиста [Улащик В.С., 2016], что имеют право на существование «теории» только при наличии неких «экспериментальных данных», зачастую весьма сомнительных и неверно интерпретированных, выводы из которых для клинической практики губительны. Например, следствием всех таких гипотез является невозможность использования для лазерной терапии НИЛИ с длиной волны в диапазоне 890–904 нм. И что прикажете делать десяткам тысяч специалистов, когда они больше 30 лет с успехом используют именно такой лазерный свет, считают его самым эффективным и получают прекрасные результаты лечения? Отказаться от реальности в угоду амбициям единиц?

Нет никаких разумных аргументов против термодинамического характера взаимодействия НИЛИ на клеточном уровне, иначе просто невозможно объяснить невероятно широкий и почти непрерывный спектр действия (от 235 до 10 600 нм), поэтому в части первичного процесса будем и далее придерживаться нашей концепции.

При незначительных локальных термодинамических возмущениях, недостаточных для перевода молекулы в новое конформационное состояние, может, однако, сравнительно сильно измениться геометрия, конфигурация молекул. Структуру молекулы как бы «ведёт», чему способствует возможность поворотов вокруг одинарных связей главной цепи, не очень строгие требования, предъявляемые к линейности водородных связей, и т. д. Это свойство макромолекул решительным образом влияет на их функционирование. Для эффективного преобразования энергии достаточно возбуждать такие степени свободы системы, которые медленно обмениваются энергией с тепловыми степенями свободы [Гудвин Б., 1966]. Предположительно способность к направленным конформационным изменениям, т. е. к их движению под влиянием локальных градиентов, есть отличительная особенность белковых макромолекул, и требуемые релаксационные изменения вполне могут быть вызваны лазерным светом «низкой» или «терапевтической» интенсивности (мощности, энергии) [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 ( $t \sim 10^{-12} \div 10^{-11}$  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 механизмов БД НИЛИ с термодинамических позиций позволяет понять, почему эффект достигается при воздействии именно *лазерным* светом и наиболее важным является такое его свойство, как монохроматичность. Если ширина спектральной линии будет значительна (20–30 нм и более), т. е. соизмерима с полосой поглощения макромолекулы, то такой свет инициирует колебание *всех* энергетических уровней и произойдет лишь слабый, на сотые доли градусов, «нагрев» *всей* молекулы. Тогда как свет с минимальной шириной спектральной линии, характерный для НИЛИ (менее 3 нм), вызовет так необходимый для полноценного эффекта температурный градиент уже в десятки градусов. В этом случае вся световая энергия лазера выделится (условно говоря) на *небольшом локальном участке* макромолекулы, вызывая термодинамические изменения, увеличение числа колебательных уровней с большей энергией, достаточного для запуска дальнейшего физиологического отклика. Проводя условную аналогию, процесс можно представить так: при концентрации увеличительным стеклом солнечного света на точку можно поджечь бумагу, тогда как при освечивании рассеянным светом всей её площади происходит лишь слабый нагрев поверхности.

Следствием фотоиндуцированного «поведения» макромолекул является высвобождение ионов кальция из кальциевого депо в цитозоль и распространение волн повышенной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  по клеткам и между ними. И это является главным, ключевым моментом первичного этапа развития лазер-индуцированного процесса. Вместе с актом поглощения фотона появление и распространение волн повышенной концентрации ионов кальция можно определить именно как первичный механизм БД НИЛИ.

Первым возможное участие ионов кальция в лазер-индуцированных эффектах предположил ещё Н.Ф. Гамалея (1972). Позднее было подтверждено, что внутриклеточная концентрация ионов кальция в цитозоле при воздействии НИЛИ увеличивается многократно [Смолянинова Н.К. и др., 1990; Толстых П.И. и др., 2002; Alexandratou E. et al., 2002]. Однако во всех исследованиях эти изменения отмечались лишь в совокупности с другими процессами, не выделялись каким-то особым образом, и только нами впервые было высказано предположение, что *увеличение* концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в цитозоле является именно *основным механизмом*, запускающим в дальнейшем вторичные лазер-индуцированные процессы, а также замечено, что *все* физиологические изменения, происходящие вследствие этого на самых различных уровнях, *кальций-зависимые* [Москвин С.В., 2003].

Почему мы обращаем внимание именно на ионы кальция? Причин этому несколько.

1. Кальций в наибольшей степени находится в специфически и неспецифически 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 кальция, и этот процесс обеспечивается не одним десятком механизмов. Более того, во всех живых клетках имеются специализированные внутриклеточные депо (сарко- или эндоплазматический ретикулум) для хранения в связанном состоянии только кальция. Внутриклеточная концентрация других ионов и ионных комплексов регулируется исключительно трансмембранными ионными потоками.
2. Необычайная универсальность механизмов регулирования  $\text{Ca}^{2+}$  многих физиологических процессов, в частности: нейромышечное возбуждение, свёртывание крови, процессы секреции, поддержание целостности и деформируемости мембран, трансмембранный транспорт, многочисленные ферментативные реакции, высвобождение гормонов и нейромедиаторов, внутриклеточное действие ряда гормонов и др. [Греннер Д., 1993<sup>(1)</sup>].
3. Внутриклеточная концентрация  $\text{Ca}^{2+}$  чрезвычайно мала – 0,1–10 мкм/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; Alexandratou E. et al., 2002].
4. О роли кальция в поддержании гомеостаза с каждым днём становится известно всё больше. Например,  $\text{Ca}^{2+}$ -индуцированное изменение митохондриального мембранного потенциала и повышение внутриклеточной рН приводят к увеличению продукции АТФ и в конечном итоге стимулируют пролиферацию [Кару Т.И., 2000; Schaffer M. et al., 1997]. Стимуляция видимым светом приводит к повышению уровня внутриклеточного цАМФ практически синхронно с изменением концентрации внутриклеточного  $\text{Ca}^{2+}$  в первые минуты после воздействия [Daniolos A. et al., 1990], способствуя, таким образом, регуляции, осуществляемой кальциевыми насосами.
5. Важно отметить, что сама организация клетки обеспечивает её гомеостаз, в большинстве случаев именно через влияние ионов кальция на энергетические процессы. Конкретным координирующим механизмом выступает при этом общеклеточный колебательный контур:  $\text{Ca}^{2+}$  цитозоля – кальмодулин (CaM) – система циклических нуклеотидов [Меерсон Ф.З., 1984]. Также задействуется и другой механизм через  $\text{Ca}^{2+}$ -связывающие белки: кальбиндин, кальретинин, парвальбумин и эффекторы, такие как тропонин С, CaM, синаптотагмин, белки S100 и аннексины, которые отвечают за активацию  $\text{Ca}^{2+}$ -чувствительных процессов в клетках [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 высвобожде-



ния и регулирования содержания ионов кальция. Дело в том, что локальное повышение концентрации  $Ca^{2+}$  не заканчивается равномерным диффузным распределением ионов в цитозоле или включением механизмов закачивания излишков во внутриклеточные депо, а *сопровождается распространением волн повышенной концентрации  $Ca^{2+}$  внутри клетки*, вызывающим многочисленные кальций-зависимые процессы [Alexandratou E. et al., 2002; Tsi- en R.Y., Poenie M., 1986]. Ионы кальция, высвобождаемые одним кластером специализированных канальцев, диффундируют к соседним и активируют их. Этот механизм скачкообразного распространения позволяет начальному местному сигналу запустить глобальные волны и колебания концентраций  $Ca^{2+}$  [Berridge M.J. et al., 2000].

7. Иногда волны  $Ca^{2+}$  очень ограничены в пространстве, например, в амакриновых клетках сетчатки, в которых местные сигналы с дендритов используются для расчета направления движения [Euler T. et al., 2002]. Вдобавок к таким 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 такого распространения волн  $Ca^{2+}$  очень важен, например, для объяснения механизма генерализации лазерного воздействия при заживлении значительной по размеру раны (например, ожог) при локальном воздействии НИЛИ.

Итак, что же происходит после того, как волны повышенной концентрации  $Ca^{2+}$  стали распространяться под влиянием НИЛИ в цитозоле клетки и между группами клеток на тканевом уровне? Для ответа на этот вопрос необходимо рассмотреть, какие изменения вызывает НИЛИ на уровне организма. Лазерная терапия получила широкое распространение практически во всех областях медицины 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 и повышение их функциональной активности;
- 2) стимуляция репаративных процессов;
- 3) противовоспалительное действие;
- 4) активизация микроциркуляции крови и повышение уровня трофического обеспечения тканей;
- 5) обезболивание;
- 6) иммуномодулирующее действие;

7) рефлексогенное действие на функциональную активность различных органов и систем.

Здесь следует обратить внимание на два важнейших момента. Во-первых, почти в каждом из перечисленных пунктов априори задана однонаправленность влияния НИЛИ (стимуляция, активация и пр.). Как будет показано ниже, это не совсем так, и лазерный свет может вызывать прямо противоположные эффекты, что хорошо известно из клинической практики. Во-вторых, все эти процессы –  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимые! Вот действительно на что никто раньше не обращал внимания. Рассмотрим теперь, 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, в первую очередь, вследствие кальций-зависимого повышения редокс-потенциала митохондрий, их функциональной активности и синтеза АТФ [Кару Т.Й., 2000; Filippin L. et al., 2003; Schaffer M. et al., 1997].

*Стимуляция репаративных процессов* зависит от  $\text{Ca}^{2+}$  на самых различных уровнях. Кроме активизации работы митохондрий при повышении концентрации ионов кальция активируются протеинкиназы, принимающие участие в образовании мРНК [Watman N.P. et al., 1988]. Также ионы кальция 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 которого и активность зависят от концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  [Abdel-Naser M.B., 1999].

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

Поскольку кальций-зависимым является экзоцитоз [Carafoli E. et al., 2001], в частности высвобождение нейромедиаторов из синаптических везикул [Palecek J. et al., 1999], процесс *нейрогуморальной регуляции* полностью контролируется концентрацией  $\text{Ca}^{2+}$ , следовательно, подвержен и влиянию НИЛИ. Кроме того, известно, что  $\text{Ca}^{2+}$  является внутриклеточным посредником действия ряда гормонов, в первую очередь медиаторов ЦНС и ВНС [Греннер Д., 1993], что также предполагает участие лазериндуцированных эффектов в нейрогуморальной регуляции.

Взаимодействие нейроэндокринной и иммунной систем изучено недостаточно, но установлено, что цитокины, в частности 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 опосредованно через нейроэндокринную регуляцию, так и непосредственно через иммунокомпетентные клетки (что доказано в экспериментах *in vitro*). К числу ранних пус-

ковых моментов бласттрансформации лимфоцитов относится кратковременное повышение внутриклеточной концентрации ионов кальция, который активирует протеинкиназу, принимающую участие в образовании мРНК в Т-лимфоцитах [Watman N.P. et al., 1988], что, в свою очередь, является ключевым моментом лазерной стимуляции Т-лимфоцитов [Мантейфель В.М., Кару Т.Й., 1999]. Воздействие НИЛИ на клетки фибробластов *in vitro* приводит также к повышенной генерации внутриклеточного эндогенного  $\gamma$ -интерферона [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 лазерный свет может влиять на механизмы нейрогуморальной регуляции. НИЛИ рассматривается как *неспецифический фактор*, действие которого направлено не против возбудителя или симптомов болезни, а на повышение сопротивляемости (жизненности) организма. Это биорегулятор как клеточной биохимической активности, так и физиологических функций организма в целом – нейроэндокринной, эндокринной, сосудистой и иммунной систем.

Данные научных исследований позволяют с полной уверенностью говорить о том, что лазерный свет не является основным терапевтическим агентом на уровне организма в целом, но как бы устраняет препятствия, дисбаланс в центральной нервной системе (ЦНС), мешающий саногенетической функции мозга. Это осуществляется возможным изменением под действием лазерного света физиологии тканей как в сторону усиления, так и в сторону угнетения их метаболизма в зависимости, в основном, от исходного состояния организма и энергетической плотности НИЛИ, что и приводит к затуханию процессов патологического характера, нормализации физиологических реакций и восстановлению регулирующих функций нервной системы. Лазерная терапия при правильном применении позволяет восстановить нарушенное системное равновесие [Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>; Скупченко В.В., 1991].

Рассмотрение ЦНС и вегетативной нервной системы (ВНС) как независимых структур в последние годы уже перестало устраивать многих исследователей. Находится всё больше фактов, подтверждающих их самое тесное взаимодействие и взаимовлияние. На основе анализа многочисленных данных научных исследований была предложена модель единой регулирующей и поддерживающей гомеостаз системы, названной нейродинамическим генератором (НДГ) [Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>].

Основная идея модели НДГ 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. Представленный механизм функционирует не столько как рефлекторная система реагирования, сколько как спонтанный нейродинамический генератор, перестраивающий свою работу по принципу самоорганизующихся систем.

Появление фактов, свидетельствующих об одновременном участии одних и тех же структур мозга в обеспечении и соматического, и вегетативного регулирования, воспринимается сложно, поскольку они не укладываются в известные теоретические построения. Однако игнорировать то, что подтверждается повседневной клинической практикой, мы не можем. 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 центральной нервной системы, 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 [Скупченко В.В., Маховская Т.Г., 1993] и при удалении келоидных рубцов [Скупченко В.В., Милюдин Е.С., 1994].

Термины «тонический» и «фазический» изначально сформулированы по названиям соответствующих типов мышечных волокон, т. к. впервые представленный механизм взаимодействия двух типов нервных систем был предложен для объяснения двигательных нарушений (дискинезий). Несмотря на то что данная терминология далеко не отражает всей значимости НДГ, мы решили её сохранить в память о первооткрывателе такого механизма регулирования физиологических процессов – проф. В.В. Скупченко.

На рис. 3 представлена общая схема, демонстрирующая концепцию НДГ как универсального регулятора гомеостаза, разумеется, в «статическом», если так можно выразиться, состоянии. Основная идея такой систематизации – показать единство всех регулирующих систем. Это своего рода точка опоры, вокруг которой строится методология терапии под девизом: «Воздействие однонаправленными лечебными факторами» [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 ЭП для выбранной длины волны НИЛИ, вызывать разнонаправленные действия, что является характерным свойством если не всех, то большинства неспецифических методов биологически значимого влияния. Однако нам лазерный свет представляется наиболее универсальным лечебным физическим фактором, далеко выходящим за рамки просто одного из физиотерапевтических методов. И для такого вывода есть все основания.

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, то это означает, что одновременно нейродинамическая перестройка охватывает весь комплекс иерархически организованной системы внутренней регуляции. Еще

более впечатляющим является то, что локальное изменение гомеостаза на клеточном уровне вызывает также реакцию всего нейродинамического генератора, в большей или меньшей степени задействуя различные его уровни [Москвин С.В., 2003<sup>(2)</sup>]. Детали функционирования такого механизма ещё изучены не до конца, однако за последние несколько лет в зарубежных неврологических журналах лавинообразно увеличилось количество публикаций, посвящённых изучению этого вопроса. Нам всё-таки важнее 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 НИЛИ терминов «регуляция» и «модуляция», а не «активация» или «стимуляция», так как теперь совершенно понятно, что лазерный свет не является однонаправленным фактором влияния, а, как показано нами, в зависимости от ЭП воздействия возможен сдвиг гомеостаза в ту или иную сторону. Это чрезвычайно важно при выборе энергетических параметров терапевтического воздействия при одновременно правильной оценке исходного состояния организма и для этиопатогенетического обоснования методик ЛТ на основе предлагаемой концепции нейродинамической модели патогенеза заболеваний.

В норме происходят постоянные переходы из фазического состояния в тоническое 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 и холинергические) механизмы регулирования. Последнее обстоятельство осталось за рамками исследований Г. Селье, а является, по сути, важнейшим моментом, объясняющим принцип саморегулирующей роли НДГ. В норме две системы, *взаимодействуя*, сами восстанавливают нарушенный баланс.

Многие заболевания представляются нам связанными с превалированием одного из состояний данной регулирующей системы. При длительном, некомпенсированном влиянии стрессорного фактора происходит сбой в работе НДГ и патологическая фиксация его в одном из состояний: в фазическом, что бывает чаще, или в тонической фазе, как бы переходя в режим постоянной готовности к ответу на раздражение, влияя практически на все регулирующие физиологические процессы, в частности метаболические. Таким образом, стресс, или постоянное нервное напряжение, могут сместить гомеостаз и зафиксировать его патологически либо в фазическом, либо в тоническом состоянии, что и вызывает развитие соответствующих заболеваний, лечение которых должно быть в первую очередь направлено на коррекцию нейродинамического гомеостаза. 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 *истинная причина заболевания общая* – устойчивое превалирование одного из состояний НДГ.

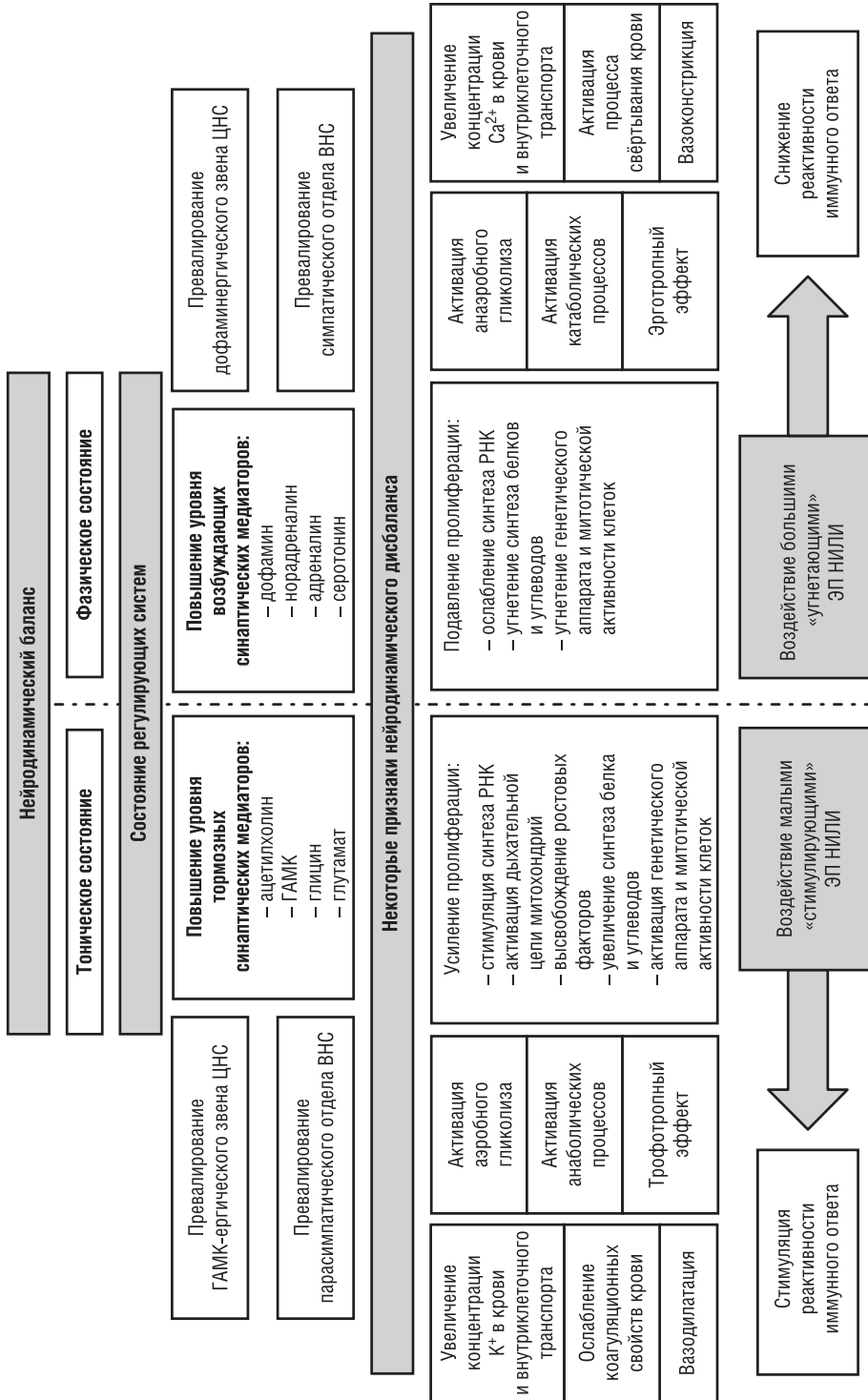


Рис. 3. Схематичное изображение концепции нейродинамического регулирования гомеостаза низкоинтенсивным лазерным светом

Ещё раз обращаем внимание на важнейший факт, что не только ЦНС и ВНС регулируют различные процессы на всех уровнях, но и, наоборот, *локально* действующий внешний фактор, например, лазерный свет, может привести к *системным* сдвигам, устраняя истинную причину заболевания – дисбаланс НДГ, и при локальном освещивании устранить генерализованную форму заболевания. Это необходимо обязательно учитывать при разработке методик лазерной терапии.

Теперь становится понятной возможность разнонаправленного влияния в зависимости от энергетических и спектральных параметров воздействующего лазерного света – стимуляция физиологических процессов или их угнетение. Универсальность биоэффектов обусловлена в том числе тем, что в зависимости от ЭП НИЛИ как стимулируются, так и подавляются пролиферация и раневой процесс [Крюк А.С. и др., 1986; Al-Watban F.A.N., Zhang X.Y., 1995; Friedmann H. et al., 1991; Friedmann H., Lubart R., 1992].

Чаще всего в методиках используются минимальные, общепринятые ЭП лазерного воздействия ( $1-3 \text{ Дж/см}^2$  для непрерывного режима работы лазера с длиной волны 635 нм), но иногда в клинической практике требуется именно **НЕ** стимулирующее действие НИЛИ. 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 малых площадях зоны освещивания 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].

Теперь, когда перед нами представлена достаточно полная картина механизмов действия НИЛИ, легко получить ответ на некоторые известные вопросы.

Например, чем объяснить бифазный характер БД НИЛИ? При увеличении поглощённой энергии растёт и температурный градиент, что вызывает высвобождение большего числа ионов кальция, но как только их концентрация в цитозоле начинает превышать физиологически допустимый максимальный уровень, включаются механизмы закачивания  $\text{Ca}^{2+}$  в кальциевые депо, и эффект исчезает.

Почему в импульсном режиме эффект выше при средней мощности, в 100–1000 раз меньше, чем при непрерывном режиме излучения? Потому что время термодинамической релаксации макромолекул ( $10^{-12}$  с) значительно меньше длительности светового импульса ( $10^{-7}$  с) и очень короткий, в нашем понимании, импульс мощностью в ватты оказывает значительно большее 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 различных внутриклеточных депо, обеспечивая потенциально выше концент-

рацию ионов, следовательно, более высокий эффект. Только важно понимать, что **НЕ ДОПУСКАЕТСЯ одновременное** освечивание лазерным светом с разной длиной волны, оно должно быть разнесено во времени или пространстве.

С другими способами повышения эффективности лазерной терапии, известными и разработанными нами на основе предложенной концепции механизмов БД НИЛИ, можно ознакомиться во 2-м томе серии книг «Эффективная лазерная терапия» [Москвин С.В., 2014].

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

Разработанная нами концепция позволяет не только объяснить практически все уже имеющиеся научные факты, но и сделать выводы как о прогнозировании результатов влияния НИЛИ на физиологические процессы, так и о возможных способах повышения эффективности лазерной терапии.



## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ И ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА**

В этой главе кратко рассматриваются основные вопросы организации работы физиотерапевтических отделений с учётом особенностей проведения лазерной терапии, представлены современные требования изменившейся в последние годы нормативной базы. В 1-м томе серии книг «Эффективная лазерная терапия» в приложениях также содержатся выдержки из некоторых документов (Приказы МЗ, ГОСТ и пр.) [Москвин С.В., 2016].

Общие условия обеспечения лазерной безопасности основаны на многолетних фундаментальных исследованиях [Экспериментальное обоснование..., 1988; Sliney D.H., Wolbarsht M.L., 1980], на них же базируются и все ныне действующие нормативы, требования которых надо соблюдать по возможности максимально педантично. 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.

### **Организация лечебного процесса**

#### ***Организация рабочих мест***

Требования к организации рабочих мест и помещениям изложены в следующих документах: ГОСТ 31581-2012, СанПиН 5804-91, СанПиН 2.1.3.2630-10, ССБТ ОСТ 42-21-16-86 и *принципиально различны* в зависимости от класса лазерной опасности используемой лазерной аппаратуры.

Площадь кабинета принимается из расчёта 6 м<sup>2</sup> на кушетку, при наличии 1 кушетки – не менее 12 м<sup>2</sup>. Отдельно кабинет для проведения внутрисполостных процедур, площадь принимается на 1 гинекологическое кресло – 18 м<sup>2</sup>. Пол должен быть деревянным или покрытым специальным линолеумом, не образующим статического электричества, и не должен иметь выбоин. *Запрещается для покрытия пола и изготовления занавесей процедурных кабин применять синтетические материалы, способные создавать статические электрические ряды.*

Стены помещений на высоту 2 метра должны быть покрашены масляной краской светлых тонов, остальная часть стен и потолка – клеевой. Облицовка стен керамической плиткой запрещается. В помещениях, где работает лазерная установка, стены и потолок должны иметь матовое покрытие. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих лазерное излучение материалов.

В соответствии с ГОСТ ИЕС 60825-1-2013 на аппарате (излучающих головках) должны быть предупреждающие надписи (рис. 4) для класса 1М, к кото-

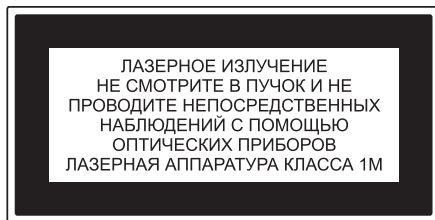


Рис. 4. Предупреждающая надпись по ГОСТ IEC 60825-1-2013

рым принадлежат современные лазерные терапевтические аппараты «Матрикс» и «Лазмик». Все аппараты для ВЛОК соответствуют этому классу, поскольку имеют минимальные мощности, зато оптимальные с точки зрения получения лечебного эффекта.

При работе с лазерными аппаратами класса 1М не требуется наличия защитных очков, кроме случаев непосредственного наблюдения лазерного света и возможности прямого попадания его в глаза (при работе по лицу в косметологии, например). Защитные очки, особенно те, что рекомендуются давно устаревшими нормативами, часто не на шутку пугают пациентов.

Класс 3 лазерной опасности имеют либо морально устаревшие российские аппараты, либо практически все импортные. Зарубежные коллеги в своём искреннем заблуждении ничего не понимающих в принципах оптимизации параметров лазерной терапии дилетантов считают, что чем больше мощность, тем выше эффект. В результате поставляют не только дорогую и малоэффективную аппаратуру, но и опасную.

Естественное и искусственное освещение помещений должно удовлетворять требованиям действующих норм. Контроль освещённости рабочей зоны в соответствии с ГОСТ Р 54944-2012 и СНиП 11-4-79. Следует предусматривать необходимые способы регулирования освещённости и дежурное освещение. В помещениях или зонах, где используются очки для защиты от лазерного излучения, уровни освещённости должны быть повышены на одну ступень [ГОСТ 31581-2012; СанПиН 5804-91].

Параметры микроклимата и содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов.

Каждое помещение для лазеротерапии должно иметь самостоятельную питающую линию, идущую от распределительного щита, проложенную проводами необходимого по расчёту сечения. Присоединение к этим электропроводам других потребителей не допускается.

В каждом помещении для лазерной терапии в легкодоступном месте устанавливают групповой щит с общим рубильником или пускателем, имеющим обозначенное положение «включено–выключено». В каждой процедурной кабине для подключения аппаратов на высоте 1,6 м от уровня пола устанавливается пусковой щиток.

Нагревательные приборы системы центрального отопления, трубы отопительной, газовой, водопроводной канализационной систем, а также любые заземлённые предметы, находящиеся в помещениях, должны быть закрыты деревянными кожухами, покрытыми масляной краской по всему протяжению и до высоты, недоступной прикосновению больных и персонала.

Металлические заземлённые корпуса аппаратов следует устанавливать в недоступном месте для больного, а при невозможности соблюдения этого условия доступные для больного заземлённые корпуса аппаратов должны быть защищены изолирующим экраном от возможного прикосновения больного.

Кабинеты для проведения внутрисполостных (эндоскопических) процедур и ВЛОК должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к процедурным кабинетам.

Размещение лазерных изделий в каждом конкретном случае проводится с учётом класса опасности изделия, условий и режима труда персонала, особенностей технологического процесса, подводки коммуникаций, планировки помещений и т. д.

Оптимальный набор аппаратуры зависит не от того, где находится кабинет лазерной терапии (в поликлинике или в стационаре), а от целей и задач, преследуемых открытием данного кабинета.

Для кабинета внутрисполостной (эндоскопической) лазеротерапии требуется дополнительное комплектование лазерного аппарата излучающими головками в красном диапазоне спектра для «классического» ВЛОК-635 (длина волны 635 нм, мощность 2–20 мВт) и ультрафиолетового спектра для ЛУФОК® (длина волны 365 нм, мощность 2 мВт). Необходим также комплект внутрисполостных насадок (гинекологический, урологический, проктологический, ЛОР и др.).

Для проведения ВЛОК необходимы также *одноразовые* стерильные световоды с иглой КИВЛ-01, *повторная стерилизация которых не допускается*.

Вновь выстроенные или реконструированные кабинеты в установленном порядке принимаются в эксплуатацию специальной комиссией при обязательном участии в ней представителей Госсанэпиднадзора, технического инспектора труда, главного физиотерапевта или замещающего его лица [ОСТ 42-21-16-86]. Приёмка оформляется актом с заключением о возможности эксплуатации принятых кабинетов и лазерной аппаратуры. Для ввода в эксплуатацию комиссии должна быть представлена следующая документация:

- паспорт на лазерную аппаратуру;
- инструкция по эксплуатации и технике безопасности;
- утверждённый план размещения лазерных аппаратов (с подробным описанием помещения – площадь кабинета и кабин для проведения процедур; внутренняя отделка стен, потолка, кабин, пола; освещение, вентиляция, отопление, водоснабжение);
- санитарный паспорт (приложение 5 к СанПиН 5804-91).

Требования к размещению лазерной терапевтической аппаратуры (ГОСТ 31581-2012, СанПиН 5804-91, СанПиН 2.1.3.2630–10, ОСТ 42-21-16-86) более жёсткие, чем к размещению ряда других физиотерапевтических аппаратов.

Профилактический осмотр лазерной терапевтической аппаратуры и устранение выявленных дефектов с отметкой в журнале должен проводить специалист медучреждения или из обслуживающего его ремонтного предприятия (медицинской техники) по утверждённому графику не реже одного раза в две недели [ОСТ 42-21-16-86].

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

Этот вопрос достаточно часто задают в связи с наличием, во-первых, двух шифров оказания медицинских услуг «лазерная терапия» (приказ Минздравсоцразвития России № 1664н от 27.12.2011): А18.05.019 «Низкоинтенсивная лазеротерапия (внутривенное облучение крови)» и А22.13.001 «Лазерное облучение крови», во-вторых, с качественной разницей 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 2015 году по Москве и МО за УФОК составляли 433,62 руб. (шифр 49007), 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). *(Термины нормативных документов сохранены, хотя правильно не «облучать», а «освечивать».)*

Регулирующие госорганы встают на сторону ОМС (об этом подробно рассказывается в Т. 1 серии «Эффективная лазерная терапия»), поэтому желающим получить государственное финансирование придётся иметь лицензию на трансфузиологию или решать вопрос в судебном порядке, обжалуя незаконные действия властей, медцентрам вне системы ОМС такая лицензия не нужна.

### **Персонал**

На должность врача-физиотерапевта кабинета лазерной терапии назначается врач, окончивший лечебный или педиатрический факультет, прошедший специальную подготовку по физиотерапии и курортологии (приложение 6 к приказу МЗ СССР № 1440 от 21.12.84 г.). Необходимо также повышение квалификации по лазерной медицине на базе учреждений, получивших разрешение МЗ РФ на проведение указанной специализации и имеющих соответствующую лицензию. Работа врачей других специальностей на лазерных аппаратах (на рабочем месте) допускается только после прохождения специализации на базе указанных учреждений [Приказ МЗ РФ № 162 от 19.05.92 г.].

Должности лазеротерапевта в штатном расписании медицинских учреждений не существует, как не существует такой специальности, назначаются врачи-физиотерапевты с формулировкой: врач-физиотерапевт кабинета лазерной терапии. Руководитель медицинского учреждения при формировании штатного расписания (по физиотерапевтическому отделению, кабинету, в том числе при наличии кабинета лазерной терапии) должен руководствоваться действующими приказами МЗ и штатными нормативами организации.

## Лазерная терапевтическая аппаратура

Сложно поверить, но ещё совсем недавно лазерные аппараты разделяли на «гелий-неоновые» и «полупроводниковые» (кроме того, что подобная «классификация» совершенно неверная). Аппарат с одной длиной волны и одним режимом работы плюс пара простейших насадок – вот и всё оснащение лечебного кабинета каких-то 20 лет назад. Современное оборудование даже в самом простом варианте должно удовлетворять многочисленным и противоречивым требованиям, поскольку многообразие методик и областей применения предполагает наличие многофункционального инструмента врача для достижения наибольшей эффективности лечения.

Максимальную универсальность и эффективность аппаратуры позволяют обеспечить следующие технические возможности:

- наличие лазерных излучающих головок, работающих в нескольких спектральных диапазонах;
- работа в непрерывном, модулированном и импульсном режимах;
- возможность внешней модуляции лазерного света (режим БИО, многочастотный и др.);
- наличие различного световодного инструмента для лазерной акупунктуры, ВЛОК, полостных процедур и др.;
- обеспечение оптимального пространственного распределения лазерной энергии;
- достоверный, постоянный и отдельный контроль всех параметров лазерного воздействия (методики) [Москвин С.В., 2003<sup>(1)</sup>, 2014, 2016].

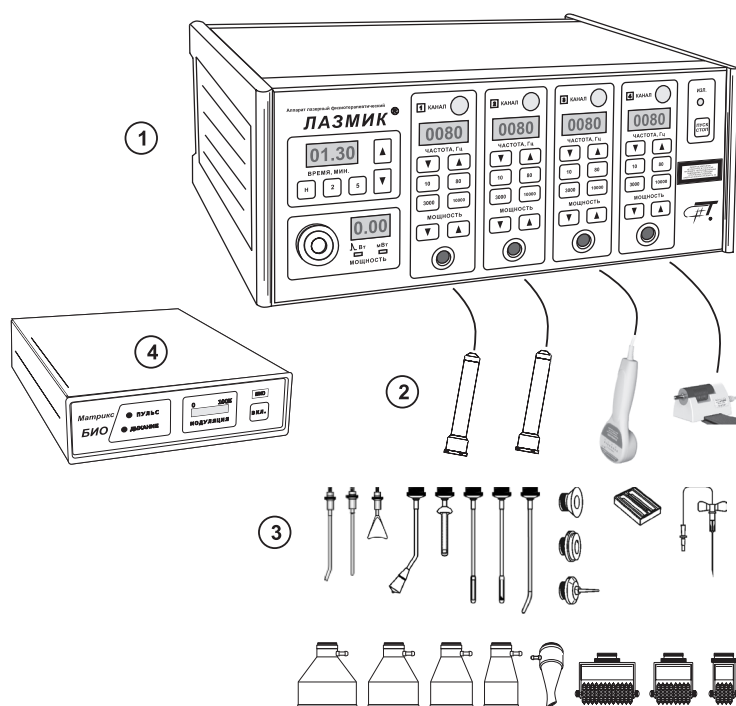
Реализовать всё это позволяет блочный принцип построения лазерной терапевтической аппаратуры.

Научно-исследовательским центром «Матрикс» впервые в мире разработаны импульсные красные (635 нм) лазерные диоды, которые сейчас применяются в самых разных областях медицины, но показавшие наибольшую эффективность в методике неинвазивного лазерного осветивания крови (НЛОК). Эта компания единственная, которая производит данный тип лазерных диодов. Также освоено производство лазерных излучающих головок с длиной волны излучения 525 нм мощностью до 50 мВт специально для лазерно-вакуумного массажа и других лечебных методов в косметологии и дерматологии. Целесообразность применения именно таких лазеров при воздействии на кожу (в частности при сочетании с вакуумным массажем) обусловлена тем, что на длинах волн 525 и 635 нм имеются максимумы поглощения гемоглобина, т. е. излучение практически полностью поглощается и распределяется только в верхних слоях дермы, или, что характерно для импульсного режима, поглощается на глубине залегания крупных кровеносных сосудов. Вследствие этого обеспечивается не только непосредственное и максимально эффективное воздействие на сосудистую систему, эпидермис и другие дермо-эпидермальные структуры, но и различные кожные рецепторы и железы. Кроме того, имеет место явно выраженный системный отклик на уровне организма в целом.

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. Особенности современной лазерной терапии, как направления не только лечебного, но также профилактического и реабилитационного плана, настоятельно требовали разработки новой, максимально эффективной аппаратуры на основе новейших методологических подходов. 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 в цветной вклейке.

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

Все эти задачи успешно 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>].



**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»

*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 сеанса (экспозиция), средняя и импульсная мощность излучения.

Контроль параметров не только страхует от ошибок при выборе исходных значений, но и обеспечивает возможность варьирования режимами воздействия в широком диапазоне, что, в свою очередь, позволяет специалистам совершенствовать методологию и искать оптимальные варианты лечения.

К ББ подключаются различные излучающие головки с соответствующими, требуемыми для реализации выбранной методики, насадками. В современных аппаратах обязательно обеспечивается 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 эффективные, удачно сочетаются с другими физиотерапевтическими аппаратами, но также имеют современный дизайн, позволяющий им успешно работать в самых лучших медицинских центрах. Кроме того, на этой основе и в рамках общей концепции 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, обеспечивается техническими средствами, конструкцией лазерных излучающих головок и насадок. Подробная информация о них представлена в цветной вклейке.

В этом аспекте наиболее важным является определение пары «насадка–головка» для наиболее эффективной реализации выбранной методики лазерной терапии. Например, совершенно понятно, для ВЛОК подходят только лазерные излучающие головки типа КЛ-ВЛОК, но для неинвазивного лазерного освечи-

вания крови могут подойти не только МЛ-635-40 (наиболее эффективные), но и другие (сверху вниз расположены по мере снижения уровня рекомендации):

- матричные с ИК (904 нм) импульсными лазерами, МЛ-904-80 (рекомендуется использовать с насадкой ПМН);
- с одним красным (635 нм) импульсным лазером, ЛО-635-5 или ЛОК2 (обязательно с зеркальными насадками ЗН-35 или ЗН-50);
- с одним ИК (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.

Непрерывные ИК (700–900 нм) лазеры абсолютно не подходят для НЛОК. Вообще, при воздействии в проекции внутренних органов, в том числе сосудов или суставов, 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 фотометра.

К одному базовому блоку могут быть подключены одна, две и более излучающих головок, аппараты чаще всего выпускаются в 2-канальном и 4-канальном вариантах исполнения. В аппаратах серии ЛАЗМИК® есть также вариант с 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 подключенными к аппарату. В предыдущих поколениях лазерного терапевтического оборудования 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, что обуславливает большую популярность портативных и лёгких 2-канальных блоков.

1-канальный вариант ББ в профессиональной медицине не применяется, только для внутривенного лазерного освечивания крови, поскольку в данном случае действует обязательное правило «один пациент – одна вена – одна лазерная головка». Впрочем, теперь даже для методики ВЛОК уже выпускаются 2-канальные базовые блоки (Лазмик-ВЛОК), что вызвано стремительным распространением комбинированной методики ВЛОК-635 + ЛУФОК®, и наличие двух и более лазерных излучающих головок в комплекте для ВЛОК сейчас практически норма.

Два независимых канала ББ необходимы для методик, в которых требуется одновременное воздействие двумя лазерными излучающими головками на две зоны



(паравертебрально, на проекцию кровеносных сосудов и лимфатических узлов, на суставы с двух сторон и т. д.). Кроме того, одновременное, а не последовательное освечение разных областей значительно сокращает время процедуры.

Удивительно, тем не менее, насколько часто приходится встречаться с реакцией некоторых «специалистов», которые предполагают, что наличие двух каналов позволяет проводить процедуры двум пациентам одновременно! Это откровенная глупость, которую даже не хочется комментировать. 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, но не для массовой терапии!

Аппараты серии «Матрикс» также недавно модернизированы и теперь используют специальные разьёмы 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 ранее у всех лазерных терапевтических аппаратов предыдущего поколения максимальная частота для импульсных лазеров не превышала 3000–5000 Гц.

У всех современных аппаратов обеспечиваются световая индикация включения в сеть, звуковая и световая индикация начала и окончания сеанса. 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), соответственно, 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 к лазеру «прилеплена» гирлянда из совершенно ненужных светодиодов.

Аппарат «Лазмик» удобен, предельно прост и одновременно универсален, поскольку кнопкой быстрого набора можно одним нажатием задать экспозицию (наиболее часто это 2 или 5 мин) или частоту (чаще всего 80, 3000, 10 или 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 очень широком диапазоне.

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

Аппараты серии «Матрикс» и «Лазмик» предназначены для воздействия НИЛИ на пациента в специальных условиях, 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.

Персоналу запрещается:

- осуществлять наблюдение прямого и зеркально отражённого лазерного излучения при эксплуатации лазеров 2–4-го класса без средств индивидуальной защиты;
- размещать в зоне лазерного пучка предметы, вызывающие его зеркальное отражение, если это не связано с производственной необходимостью; лазерное излучение с длиной волны от 380 до 1400 нм наибольшую опасность представляет для сетчатой оболочки глаза, а излучение с длиной волны от 180 до 380 нм и свыше 1400 нм – для передних сред глаза.

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, 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 реализации эффективных методик 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.

### ***Соответствие лазерной терапевтической аппаратуры стандартам***

Другой документ, регламентирующий производство и продажу лазерной терапевтической аппаратуры, – регистрационное удостоверение – выдаётся Росздравнадзором РФ в соответствии с Приказом МЗ РФ № 737н от 14.10.2013 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».

Дополнительно органами Госстандарта после проведения серии технических испытаний также выдаётся Декларация о соответствии стандартам и регламентам.

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 (ред. от 04.03.2013).

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 Р 50267.22-2002 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.

Каждое лазерное изделие должно иметь знак (знаки) предупреждения о лазерной опасности с указанием класса изделия по ГОСТ IEC 60825-1-2013.

Надёжность лазерной аппаратуры должна соответствовать РД 50-707-91, что подтверждается сертификационными испытаниями. Максимальный срок эксплуатации аппаратов установлен в 5 лет.

ГОСТ 15150-69 определяет климатическое исполнение аппарата, а в соответствии с этим – правила транспортировки, хранения и эксплуатации.

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

### ***Классификация лазерной медицинской аппаратуры, её особенности и терминология***

Энергетические параметры лазерного источника, мощность излучения, в первую очередь, определяет уровень его опасности. В России принята условная классификация медицинских лазеров по направлениям их применения с обозначением диапазона мощности:

- диагностика ( $10^{-4}$ – $10^{-3}$  Вт, или 0,1–1 мВт);
- лазерная терапия, низкоинтенсивное лазерное излучение, НИЛИ ( $10^{-3}$ – $10^{-1}$  Вт, или 1–100 мВт);
- фотодинамическая терапия, ФДТ ( $10^{-1}$ –3 Вт);
- лазерная хирургия (1–100 Вт).

Первую разновидность лазеров мы рассматривать не будем, они абсолютно безопасны практически при любых условиях.

Лазеры, применяемые в терапии, могут быть опасны только для глаз, да и то в редких случаях, поскольку чаще всего:

- мощности незначительны;
- методики контактные (с зеркальной насадкой) или полостные, т. е. всё излучение поглощается, не отражаясь от поверхности;
- чаще всего нет необходимости смотреть на область воздействия, тем более светить в глаза;
- обязательное наличие защитных очков на рабочем месте для аппаратов 2–4-го классов лазерной опасности.

Основную проблему в лазерной терапии представляет обеспечение гарантированно грамотного и осознанного 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.

Одно важное замечание по терминологии. В России под лазерной терапией подразумевают использование НИЛИ мощностью 1–100 мВт, как составную часть физиотерапии. Недавно появившуюся за рубежом лазерную терапию НИЛИ

стали называть *Low-Level Laser Therapy (LLLT)*, но в России так и остался сокращённый вариант названия (*laser therapy*). В Европе, США и некоторых других странах *laser therapy* называют хирургические (в нашем понимании) манипуляции хирургическими лазерами с мощностью, иногда доходящей до десятков ватт (шлифовка лица, удаление новообразований, татуировок и пр.) [Kaneko S., 2012; Matsumoto Y., Akita Y., 2012]. Российские косметологи эту терминологию подхватили, и если посмотреть профильные журналы и программы последних конференций, то мы увидим, что все лазерные манипуляции там называют терапией. Например, в изданном недавно переводе своего рода инструкции, посвящённой лазерной косметологии [Голдберг Д.Д. и др., 2010].

Такой подход совершенно недопустим, хотя бы с той точки зрения, что подобные процедуры могут проводить только врачи с хирургической специализацией. Уже само слово «терапия» вводит в заблуждение и в отношении безопасной работы с лазерной аппаратурой. Под терапией всё-таки правильно понимать неразрушающие методы, лазерную физиотерапию, именно такую терминологию приходится использовать при публикациях в косметологических журналах [Москвин С., Рязанова Е., 2011].

### **Нормативные документы и новая классификация лазеров**

В последние несколько лет в области обеспечения лазерной безопасности начали действовать много новых нормативных документов, содержание которых явно противоречит друг другу. Это очень важный момент, на котором мы остановимся подробнее.

С 01.01.2015 г. ГОСТ Р-50723-94 «Лазерная безопасность» был заменён на ГОСТ 31581-2012, внеся значительную путаницу в работу заинтересованных организаций, поскольку действует одновременно с новыми международными стандартами ГОСТ Р МЭК 60601-2-22-2008 и ГОСТ ИЕС 60825-1-2013, противореча их требованиям. Последние стандарты регламентируют параметры (длина волны, мощность излучения, допустимая экспозиция), а также методы их контроля. Это позволяет классифицировать лазеры, предъявляя соответствующие требования к их конструкции и маркировке для обеспечения безопасной работы с лазерным оборудованием (см. приложение 1 в книге «Основы лазерной терапии». Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1).

ГОСТ ИЕС 60825-1-2013 установлено следующее ранжирование лазерной аппаратуры по семи классам (в порядке повышения уровня опасности): 1, 1М, 2, 2М, 3R, 3В и 4.

Требования к помещениям и персоналу новые стандарты не устанавливают. Эти вопросы регламентируются СанПиН 2.1.3.2630 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность», где в части обеспечения безопасности при использовании лазерной аппаратуры воспроизводится СанПиН № 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров». В этих документах лазерные источники разделены только на 4 класса лазерной опасности с заданным определением (табл. 3).

Таблица 3

**Классы лазерной опасности в разных нормативных документах**

Класс лазерной опасности			Области медицины	Определение класса лазерной опасности (СанПиН 2.1.3.2630)
ГОСТ 31581-2012	ГОСТ IEC 60825-1-2013	СанПиН 2.1.3.2630		
1	1, 1M	1	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	2	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	3	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	4	ФДТ, лазерная хирургия	Лазеры, диффузно отражённое излучение которых представляет опасность для глаз и кожи

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

Все организационно-технические мероприятия в медицинском учреждении регламентируются именно в соответствии с классификацией, принятой в СанПиН 2.1.3.2630. Обращаем внимание на объединение классов, установленных ГОСТ IEC 60825-1-2013, что приводит к противоречиям в требованиях, предъявляемым к производителям и потребителям лазерной медицинской аппаратуры, все эти требования относятся к классам 3 и 4, и только в некоторой части к классу 2.

Проблема в том, что классы лазерной опасности устанавливают производители лазерных терапевтических аппаратов (информация должна находиться в паспорте и инструкции по эксплуатации), делать они это могут либо по ГОСТ 31581-2012, либо по ГОСТ IEC 60825-1-2013, при этом контролирующие медицинский центр органы руководствуются своими ведомственными документами. Оптимально использовать аппараты класса лазерной опасности 1M, чтобы избежать конфликтов. Для лазерного освещивания крови используются исключительно такие медицинские изделия.

**Очки для защиты от лазерного излучения**

Уже первый опыт использования лазеров показал, что основную опасность излучение этих источников света представляет именно для органов зрения. В зависимости от мощности и длины волны, а также времени экспозиции (важно

именно соотношение этих параметров) возможны различные варианты поражения глаз [Кларк А.М., 1976].

Специальные очки для защиты от лазерного излучения должны соответствовать ГОСТ Р 12.4.254-2010, но поскольку он введён в России впервые с 01.01.2012, то из-за некоторых проблем с организацией процесса проведения испытаний и декларирования сертифицированных на соответствие этому нормативному документу очков пока нет. Единственные «легальные» очки, которые допускается использовать, поставляются с лазерными медицинскими аппаратами (должны быть указаны в регистрационном свидетельстве на аппарат). Они, разумеется, применимы и для других аппаратов, но только с идентичными техническими параметрами.

Внимание! В ГОСТ 12.4.253-2013 прямо указано, что он не распространяется на очки для защиты от лазерного излучения. (Примечание связано с появлением «противолазерных» очков с декларированием по данному стандарту.)

В ГОСТ Р 12.4.254-2010 имеется градация очков по степени защиты L1, L2, ... L10, соответственно порядку ослабления излучения для определенной длины волны, L1 – ослабление в 10 раз, не менее, L2 – ослабление в 100 раз, не менее, и т. д., всего 10 уровней (см. приложение 1).

Для выбора защитных очков существуют следующие критерии [Smalley P.J., 2011]:

- наличие указания о длине волны в нанометрах, для которой они предназначены, и степени защиты (коэффициента ослабления лазерного излучения);
- наличие боковых защитных экранов;
- адекватная передача видимого света (должны быть максимально прозрачные);
- стойкость к ударам, отсутствие царапин, сколов, трещин и передней отражающей поверхности;
- очки должны быть хорошо подогнаны под человека и быть удобными.

Для лазерной терапии в большинстве случаев достаточно степени защиты L1, а иногда L2 (по ГОСТ Р 12.4.254-2010), 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 терапевтических лазерных аппаратов достаточно очков класса защиты L1. Для аппаратов с классом лазерной опасности 1М они формально вообще 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 лазерно-вакуумном массаже. Но контактные

наружные методики, ВЛОК, тем более внутриволокнальные, не предусматривают наблюдение места освечивания и лазерный свет не выходит наружу из биотканей, поэтому они абсолютно безопасны.

В основном очки делают из стекла (органического или кварцевого) с добавлением специального красителя. Очки с дифракционным покрытием [Анисимов В.И., 2002] не нашли широкого распространения из-за угловой зависимости коэффициента поглощения.

Хотелось бы обратить особое внимание также на требование к прозрачности очков в видимой области спектра. Это необходимо для того, чтобы оператор (врач) мог видеть, куда светит, и не допустить ошибки в своих манипуляциях. Например, абсолютно прозрачные очки из обычного кварцевого стекла достаточно сильно поглощают излучение СО<sub>2</sub>-лазера (длина волны 10 600 нм), в то же время через них можно наблюдать как объект воздействия, так и луч целеуказателя (как правило, красного цвета). Когда используется лазер, работающий в видимой области, в стекло очков добавляют сильно поглощающий свет краситель, что в целом снижает его прозрачность. Есть примеры, когда очки настолько чёрные, что в них почти ничего не видно вокруг. Они конечно, защищают органы зрения, но тогда опасность уже представляет повышенная вероятность возможной ошибки в манипуляциях. Совершенно очевидно, что некорректное проведение процедуры, когда посветили не туда и не так, крайне нежелательно.



## ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

*Эффективность лазерной терапии зависит как от выбора методов воздействия и (или) их сочетания, так и от степени соответствия основным принципам применения этих методов.* Даже имея в руках самый совершенный лазерный терапевтический аппарат, достичь наилучших результатов лечения возможно только зная и применяя в оптимальном соотношении все параметры методик лазерной терапии, грамотно выполняя требуемые манипуляции и используя широкий спектр сочетанных и комбинированных вариантов методик.

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 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. В одном из томов серии «Эффективная лазерная терапия» вопрос повышения эффективности лечения – главная тема [Москвин С.В., 2014].

В этой главе приведены только *основные методы*, наиболее часто используемые и в большей степени универсальные, а некоторые, достаточно специфичные, применяемые в узкой области клинической медицины, рассмотрены в частных методиках.

Различные методы лазерной терапии прекрасно дополняют друг друга, так как обеспечивают не только включение нескольких механизмов регулирования и поддержания гомеостаза, но и осуществляют это различными путями. Последнее особенно необходимо в том случае, когда имеет место непонимание конкретной «физиологической», если так можно выразиться, локализации возникающих нарушений, невозможно вычлнить отдельное регуляторное звено, сбой в работе которого привёл к развитию патологии. Другими словами, когда этиология и патогенез заболевания неизвестны, но присутствуют все признаки физиологических нарушений, специалисты, используя различные методы ЛТ и руководствуясь принципами синергизма, могут неспецифическим образом корректировать работу большинства уже известных звеньев саморегуляции. В процессе такой коррекции автоматически восстанавливается функциональность и поражённый участок. Разумеется, об этом мы можем говорить, только если в клиническом плане наступает улучшение состояния пациента или выздоровление.

Основная цель и задача использующего лазерную терапию – выбрать и обеспечить *оптимальные* пространственно-временные параметры каждого из методов лазерного воздействия с учётом их особенностей:

- длину волны и режим работы лазера;
- среднюю или импульсную мощность излучения;
- частоту для импульсного или модулированного режима;
- локализацию и площадь воздействия;
- экспозицию на зону и общее время процедуры;
- количество и периодичность процедур.

Имеются свои правила в клиническом плане, особенно в привязке к принципам реализации методических схем. Например, учёт состояния и возраста пациента, стадии заболевания, наличие дополнительных патологий и др.

Грамотное, основанное на знании физиологических механизмов действия НИЛИ, применение ЛТ в сочетании с достаточно строгим соблюдением некоторых базовых принципов – вот основа максимально эффективного лечения!

Все методики имеют свои особенности (поэтому требуются определённые знания техники их проведения) 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 при проведении процедур использовать как минимум один системный и один местный способ воздействия.*

## **Наружные методы лазерной терапии**

Отличаются исключительным разнообразием, обеспечивая следующие виды воздействия:

1. Методики наружные, местное воздействие:
  - контактная;
  - контактно-зеркальная;
  - дистантная.
2. Рефлекторные:
  - на точки акупунктуры (ТА) – корпоральные и аурикулярные (лазерная акупунктура);
  - 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 эти методики позволяет наличие у современных аппаратов разнообразных лазерных излучающих головок, световая энергия которых с помощью специальных насадок доставляется к месту воздействия. Так обеспечивается оптимальная ЭП (если при этом также задана и оптимальная экспозиция). Кроме того, исключительно важен выбор зоны и области освечивания, т. е. 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 врачу предоставляются самые широкие возможности в выборе параметров метода. Используют практически любые длины волн лазерного света и/или комбинирование нескольких спектральных диапазонов; использование импульсных или непрерывных лазеров, а также различных видов модуляции излучения; применение матричных излучателей; сочетание НИЛИ с лекарственными препаратами общего или местного действия (лазерофорез) или постоянным магнитным полем (магнитолазерная терапия) и т. д.

Различают *контактную* и *контактно-зеркальную* методики воздействия, когда излучающая головка находится в контакте с освещаемой поверхностью, а также *дистантную* (неконтактную) методику, при которой имеется пространство между излучающей головкой и освещаемой поверхностью (рис. 6). Такая дифференциация, правда, имеет смысл только в том случае, если лазерный диод расположен правильно – снаружи головки. Только в этом случае есть возможность воспроизводимо контролировать площадь и локализацию воздействия.

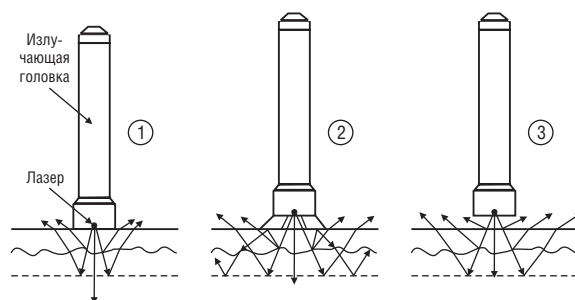


Рис. 6. Контактная (1), контактно-зеркальная (2) и дистантная (3) методики лазерной терапии

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*  $1 \text{ см}^2$ , когда плотность мощности (ПМ) и ЭП нормируются. К контактно-зеркальной методике можно отнести и МЛТ, для которой чаще всего используют зеркальные магнитные насадки на 25 мТл (ЗМ-25) или 50 мТл (ЗМ-50) для лазерной излучающей головки с одним лазерным диодом, и ММ-50 для матричных излучающих головок.

Что позволяют получить зеркальные насадки:

- увеличивается глубина и интенсивность терапевтического воздействия;
- используется вся энергия лазерного света, которая не рассеивается бесполезно в пространстве, а входит в кожу и поглощается там;
- обеспечивается стабильность и воспроизводимость процедуры;
- обеспечивается защита персонала и пациентов от отражённого света;
- проще гарантировать гигиеничность процедуры, поскольку насадки легко снимаются и дезинфицируются;
- обеспечивается оптимальная энергетическая плотность, поскольку распределение световой энергии автоматически нормируется на  $1 \text{ см}^2$ .

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 контактной методике с лёгким надавливанием зеркальной или зеркально-магнитной насадкой обеспечивается лучшее проникновение лазерного излучения в ткани. Г.А. Аскарьян (1982), исследуя прохождение НИЛИ через мягкие мутные физические и биологические среды, обнаружил резкое увеличение прохождения света при сдавливании среды. Оказалось, что локальное надавливание на биоткань вызывает более сильное просветление, чем в случае сжатия слоя мутной физической среды. Ю.К. Толмачев с соавт. (1994) объясняют механизм просветления ткани при надавливании сглаживанием мелкобугристого рельефа кожи, что приводит к уменьшению отражающей поверхности, а также уменьшению толщины кожи не только за счёт давления, но и за счёт растяжения благодаря её эластичным свойствам. В большинстве лечебных методик ЛТ рекомендуется небольшая компрессия мягких тканей, если это возможно, как важный методический элемент, повышающий терапевтическую эффективность лазерного воздействия на организм.

При контактно-зеркальной методике энергия лазерного света распределяется не только по поверхности снаружи, но за счёт дополнительного отражения излучения от зеркальной поверхности и по существенно большему объёму тела. Обе контактные методики предпочтительнее, чем дистантная, так как позволяют обеспечить стабильность и воспроизводимость процедуры. Если, как мы уже отмечали, при контактно-зеркальной методике имеет место нормирование на  $1 \text{ см}^2$ , то говорить о площади воздействия как таковой при контактной методике проблематично. В результате рассеяния и переотражения излучение распределяется по достаточно большому объёму биоткани, при этом какая-либо корреляция между площадью и количеством подвергшихся освещению клеток отсутствует.

К дистантной методике прибегают, когда по каким-то причинам невозможен контакт с кожей (открытые раны, язвы и т. п.). В любом случае, исходя из понимания механизмов биологического действия НИЛИ, рекомендуется использовать только стабильную методику. Основной задачей воздействия является инициирование волн повышенной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$ , для чего локально обеспечивается оптимальная энергетическая плотность, а механизм распространения ионов запускается уже самостоятельно. При лабильной (сканирующей) методике ни в одной точке приложения не обеспечиваются оптимальные энергетические параметры, что снижает эффективность ЛТ.

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* в этом смысле более ограничена, по сути, всё сводится к одному правилу: максимально допустимая (большая) мощность и частота, но экспозиция на одну зону строго ограничена 5 мин (табл. 5).

Максимальные мощности и частоты для импульсного режима ограничены соображениями безопасности, так как при минимальных площадях достигается максимальная ЭП, поэтому указанные значения не рекомендуется превышать во избежание ожога. В том числе это ограничение связано и с определёнными различиями между клетками организма, у которых существенно различаются коэффициенты поглощения для разных длин волн. Чем меньше поглощают клетки или биоткань, тем большую мощность можно использовать для контактной методики. Локализация уточняется в каждом конкретном случае. Методика, если говорить об исследованиях, может варьироваться в зависимости от модели эксперимента.

Таблица 4

**Параметры контактно-зеркальной методики ЛТ**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	445 (синий), 525 (зелёный), 635 (красный), 780, 808, 904 (ИК)	Излучающая головка с одним лазером
Режим работы лазера	Непрерывный	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	80–150	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 ЛТ

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	В ряде методик допускается до 30 мин
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.

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? На рис. 1 (см. выше) представлен график изменения во времени концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в одной локальной зоне живой клетки (фибробласт человека) после освечивания её в течение 15 с лазером 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.

Эти выводы подтверждены и прямыми наблюдениями. В.Ф. Рассохин и У.Б. Лущик (2005), изучая гемодинамику сосудов методом компьютерной капилляроскопии после воздействия ИК-импульсным НИЛИ с одинаковой плотностью мощности во временном диапазоне от 1 до 15 мин, доказали, что именно 2 и 5 мин являются оптимальным временем воздействия для стимуляции микроциркуляции.

Ранее мы высказали предположение о том, что именно достаточно стабильная периодичность распространения волн  $\text{Ca}^{2+}$  обуславливает эндогенную ритмику биологических процессов с околominутными и более медленными периодами. Тогда объясним и механизм, связывающий экзогенные регуляторы биологической активности (в первую очередь речь идёт о солнечном свете) с эндогенными водителями ритмов (которые неизвестны). Хотя проблема связи внешних и эндогенных ритмов далека от разрешения, большинство исследователей полагают,

что внутренние биологические ритмы задаются метаболическими циклами и достаточно стабильны, при минимальной их зависимости от внешних факторов [Агаджанян Н.А. и др., 1989]. Коррекция внутренних ритмов, вполне возможно, осуществляется возникающими под действием внешних возмущений волнами ионов кальция, поскольку именно метаболические процессы в первую очередь и являются  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимыми. Во 2-м томе серии «Эффективная лазерная терапия» в главе 4 представлено значительно больше материала по данной тематике [Москвин С.В., 2014].

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 проводится от 4 до 8 с на локальную зону площадью 2 см<sup>2</sup>, по 4 точки на площадь поражения 1% поверхности тела (условно размер ладони).

### **Лазерная акупунктура**

Лазерная биоактивация точек акупунктуры (ТА), или лазерная акупунктура, нашла широкое применение при лечении больных самого широкого круга заболеваний как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами. В методе используется совсем небольшое количество световой энергии строго локализованных структур, участвующих в неспецифическом интегральном ответе организма.

Доказано, что точки акупунктуры высокочувствительны к различным внешним воздействиям, в частности к электромагнитным полям. Эффективность использования физических факторов (вакуум, электрический ток, ультразвук, холод, тепло, магнитное поле, лазерное излучение) для лечения многообразных форм патологии зависит от специфических особенностей воздействующего фактора и места его приложения, а также от энергетических параметров воздействующего физического фактора. Имеет место однотипность направленности реакций при однократном и длительном воздействии внешних факторов. Вначале изменения происходят на уровне нервно-рефлекторных реакций, а затем при достаточной силе воздействия (по интенсивности и экспозиции) включаются другие, более инертные механизмы. Во всех случаях применения лазерной акупунктуры, даже при лечении тяжёлых хронических заболеваний, когда ни классическая иглотерапия, ни медикаментозное лечение не дают нужного эффекта, наблюдается клиническое и субъективное улучшение состояния больного.

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. Фило- и онтогенетически сложившиеся взаимоотношения наружных покровов тела человека с внутренними органами обуславливают широкий спектр вегетативных реакций организма на биоактивацию ТА через ответную

реакцию ВНС и ЦНС на освечивание за счёт многочисленных безусловных и условных связей, что доказано экспериментально и клинически [Москвин С.В., Буйлин В.А., 2000].

Точка акупунктуры – это проецируемый на кожу участок наибольшей активности системы взаимодействия: *покров тела – внутренние органы*. Электрофизиологические характеристики ТА достаточно специфичны и связаны с изменением функционального состояния внутренних органов и сопряжённых с ними нервных связей определённых отделов головного мозга. Лазерная активация ТА сопровождается изменениями физиологических характеристик соответствующих органов, нормализующими их нарушенную деятельность. Органонаправленные, сегментарные и общие реакции организма могут иметь не только тонизирующий, но и снижающий тонус характер.

Особенности методик лазерной акупунктуры:

- малая зона воздействия (диаметр 0,5–3 мм);
- неспецифический характер активации рецепторных структур;
- возможность вызвать направленные рефлекторные реакции;
- неинвазивность воздействия, асептичность, комфортность;
- возможность точного дозирования воздействия;
- возможность применения метода как самостоятельного для решения практических задач на определённом этапе лечения, так и в сочетании с различными медикаментозными, диетологическими и другими физиотерапевтическими видами лечения.

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

НИЛИ красного спектра (635 нм) проникает достаточно глубоко для того, чтобы в зону лазерного освечивания попали рецепторы, различные клетки, нервные стволы и сплетения, лимфатические и кровеносные сосуды. Согласно современным представлениям, внешнее раздражение 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 АКГП, глюкокортикоидов и других гормонов, увеличивается синтез простагландинов E и F, энкефалинов и эндорфинов. Гуморальные изменения зависят от направленности исходного фона; в большинстве случаев происходит нормализация состава крови и актива-



ция микроциркуляции. Эффекты кумулируются и достигают максимума к 5–7-й процедуре [Москвин С.В., Буйлин В.А., 2000].

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

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.

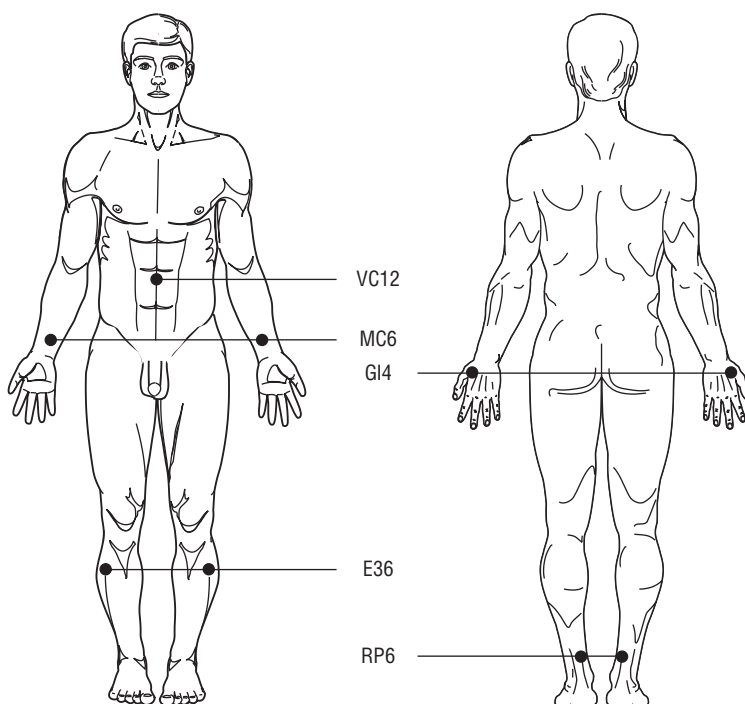


Рис. 7. Базовый рецепт лазерной акупунктуры (расположение зон воздействия)

Дополнительно к правилам, известным врачам-рефлексотерапевтам, целесообразно учитывать и некоторые общие нейрофизиологические связи [Скупченко В.В., Миллюдин Е.С., 1994]. Так, например, большие полушария головного мозга связаны с задним мозгом по правилу «мать/сын», задний мозг со спинным – по правилу «верх/низ», большие полушария головного мозга со спинным – по правилу «полдень/полночь». Перекрёстные (реципрокные) связи соответствуют правилу «полдень/полночь», а прямые – правилу «мать/сын». Наблюдается определённая дисимметрия в сторону относительного преобладания на периферическом уровне влияний Ян, а на центральном – Инь. Задний и передний срединные меридианы взаимодействуют между собой по правилу «верх/низ». Левая сторона тела (Ян) и правая (Инь) взаимодействуют между собой по правилу «муж/жена». Срединные меридианы (VC и VG) выступают в роли «сына», взаимодействуя с группой каналов правой и левой половин тела по правилу «сын/мать» и осуществляя в определённые промежутки времени синхронизацию разнофазных колебаний энергетики этих групп с реализацией фазовых переходов между ними. Использование этих данных позволяет врачу повысить эффективность выбора соответствующих этим структурам центральной нервной системы точек акупунктуры, особенно аурикулярных точек.

Та или иная функция тем слабее стимулируется и легче угнетается, чем она сильнее активизирована. Функция меридиана будет тормозиться, если воздействие на ТА будет производиться в период наибольшей активности этого меридиана (суточной, сезонной, многолетней). Соответственно, максимальная стимуляция меридиана достигается воздействием на его ТА в период минимальной активности.

*Часовые ТА:*

- 2 ч – F1 (да дунь);
- 4 ч – P8 (цзин цюй);
- 6 ч – GI1 (шан ян);
- 8 ч – E36 (цзу сань ли);
- 10 ч – RP3 (тай бай);
- 12 ч – C8 (шао фу);
- 14 ч – IG5 (ян гу);
- 16 ч – VG6 (цзи чжун);
- 18 ч – R8 (цзяо синь);
- 20 ч – MC8 (лао гун);
- 22 ч – TR6 (чжи гоу);
- 24 ч – VB41 (цзу линь ци).

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

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

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 и сразу ставить акупунктурную насадку аппарата на нужную зону с небольшой компрессией мягких тканей перпендикулярно поверхности кожи.

Параметры акупунктурной методики представлены в табл. 6. При воздействии на корпоральные точки непрерывным или модулированным красным НИЛИ (635 нм) мощность на торце акупунктурной насадки 2–3 мВт (без модуляции) и

Таблица 6

**Параметры методики лазерной акупунктуры**

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

*Примечание.* \* – на выходе акупунктурной насадки.

1–1,5 мВт (с модуляцией) [Буйлин В.А., 2002]. При воздействии на аурикулярные точки используют НИЛИ с длиной волны 525 нм (зелёный спектр), так как такое излучение поглощается значительно сильнее, рассеяние минимально, чем и обеспечивается избирательность воздействия.

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).

### ***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). Наиболее оптимально использовать матричные импульсные ИК-излучающие головки, например, МЛ-904-80 для аппаратов серии «Матрикс» и «Лазмик». Длина волны 904 нм, мощность 40–60 Вт, частота повторения импульсов 80–150 Гц, экспозиция 1,5–2 мин на одну зону, контактно. Можно также использовать лазерную излучающую головку с одним импульсным ИК-лазером (ЛЮ-904-20 для аппаратов серии «Матрикс и «Лазмик»), но обязательно контактно-зеркальная методика (с зеркальной насадкой ЗН-35 или ЗН-50). Длина волны 904 нм, импульсная мощность 10–15 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 1,5–2 мин на 1 зону. За один сеанс до 4–6 зон. Варьирование мощностью и частотой не допускается.

### ***Воздействие на паравертебральные зоны***

Все внутренние органы имеют 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, электрическое раздражение блуждающего нерва) оказывает противоположный эффект: частота сокращений сердца и сила сокращений предсердий снижаются, моторика кишеч-

ника 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 зачастую оба отдела вегетативной нервной системы (ВНС) действуют согласованно. Эта функциональная синергичность особенно хорошо видна на примере рефлексов на сердце с барорецепторов, возбуждение которых в результате повышения артериального давления приводит к снижению частоты и силы сокращений сердца. Этот эффект обусловлен как *увеличением* активности парасимпатических сердечных волокон, так и *снижением* активности симпатических волокон.

В большинстве органов, имеющих и симпатическую, и парасимпатическую иннервацию, в физиологических условиях преобладают регуляторные влияния парасимпатических нервов. К таким органам относятся мочевой пузырь и некоторые экзокринные железы. Существуют также органы, снабжаемые только симпатическими или только парасимпатическими 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, что позволяет усилить эффекты местного воздействия НИЛИ, вызывая как системную, так и направленную ответную реакцию ВНС.

Параметры воздействия идентичны контактно-зеркальной методике (табл. 4), но используется исключительно импульсное ИК НИЛИ, две лазерные излучающие головки с одним лазером (ЛО-904-20 для аппаратов серии «Матрикс и «Лазмик») с зеркальной насадкой ЗН-35, симметрично. Длина волны 904 нм, импульсная мощность 10–15 Вт, частота 80–150 Гц, стабильно, паравертебрально, на проекции симпатических узлов, экспозиция 1 мин на одну зону. В некоторых методиках допускается варьирование временем воздействия при увеличении количества полей, иногда используется и лабильная методика.

### ***Воздействие на проекции внутренних органов***

Является одной из наиболее распространённых методик лазерной терапии. Используются *только импульсное* НИЛИ, лучше всего в инфракрасной (длина волны 890–904 нм), реже в *красной* (длина волны 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 поскольку время релаксации макромолекул намного меньше длительности светового импульса ( $\sim 10^{-7}$  с), то при мощностях, исчисляемых не милливаттами (мВт), а ваттами (Вт), происходит значительно более выраженная ответная реакция клетки. Как мы полагаем, 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 областей. Для данной методики, а также для воздействия на проекцию сосудов были специально разработаны импульсные лазерные диоды (ЛД) с длиной волны 635 нм [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 эффективность использования красных импульсных ЛД в эксперименте с оптимизацией параметров НИЛИ при аутодермопластике, особенно при комбинированном воздействии лазерным светом двух длин волн [Жуков Б.Н. и др., 2003]. Максимально эффективной оказалась терапия импульсным НИЛИ (красный и ИК-спектры) больных различными ЛОР-заболеваниями [Наседкин А.Н. и др., 2001; Наседкин А.Н., Москвин С.В., 2011], 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] и т. д. Некоторые результаты исследований подробнее представлены также 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 почти **исключительно матричные импульсные** лазерные излучающие головки МЛ-635-40 (красный спектр) и МЛ-904-80 (ИК) для аппаратов серии «Матрикс» и «Лазмик» (табл. 7). Лазерные излучающие головки с одним лазером используются крайне редко и всегда с зеркальной насадкой.

### *Транскраниальная методика лазерной терапии*

Один из вариантов освечивания проекции внутренних органов. Особенность методики в том, что оказывается благотворное воздействие не только на очаг поражения (ишемия, травма), но и на весь организм, все органы и системы через активацию различных участков головного мозга. Это связано с тем, что лазерный свет рассеивается весьма значительно, а при использовании ИК НИЛИ в спект-

**Параметры ЛТ при воздействии на проекцию внутренних органов**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	635 (красный)	–
	904 (ИК)	
Режим работы лазера	Импульсный	Матричный излучатель, площадь на поверхности 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

ральном диапазоне 800–904 нм освечиванию подвергается практически весь мозг, и уверенно предсказать, какой из его участков и каким образом отреагирует, не всегда представляется возможным.

Базовые характеристики методики представлены в табл. 7, более подробно различные её варианты рассматриваются ниже в аспекте некоторых обстоятельств, которые необходимо учитывать при выборе и варьировании значений этих параметров.

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

Однако в клинических условиях применяют практически только импульсные матричные лазеры с длиной волны 904 нм, чаще всего для лечения пациентов с цереброваскулярной патологией [Кочетков А.В. и др., 2012], в режиме БИО при частичной атрофии зрительного нерва [Брежнев А.Ю., 2003] и др.

J.V. Walker с соавт. (2005) в эксперименте *in vitro* продемонстрировали изменения эпилептиформной активности в гиппокампе после освечивания аргоновым лазером (488 нм, 25 мВт, пятно 5 мм), что свидетельствует о светочувствительности ЦНС и потенциальной возможности регулирования различных процессов на этом уровне. Но повторяем, возникает вопрос доставки излучения в нужное

место с такой длиной волны и режимом работы лазера при желании реализовать эти возможности в клинике.

Транскраниальное воздействие НИЛИ в ближней инфракрасной области спектра (808 нм, непрерывные и модулированный режимы, 25 мВт/см<sup>2</sup>, оптимальная ЭП 4,5 Дж/см<sup>2</sup>) в течение 2–5 мин в несколько раз увеличивает содержание АТФ в коре головного мозга у эмболизированных кроликов [Lapchak P.A., De Taboada L., 2010]. ИК НИЛИ может модулировать возбудимость моторной коры при оптимальной экспозиции 5 мин, а наибольшая активность головного мозга наблюдается в течение 20 мин после воздействия [Konstantinovic L.M. et al., 2013].

Продемонстрирован анальгезирующий эффект у крыс при транскраниальном освещении ИК НИЛИ (820 нм, модуляция частотой 1000 Гц, оптимальная ЭП 12 Дж/см<sup>2</sup>), как самостоятельно, так и в сочетании с налоксоном (0,5 и 10 мг/кг), действие которого усиливается. Это подтверждает, по мнению ряда авторов, опиоидные механизмы обезболивающего действия лазерного излучения [Hagiwara S. et al., 2008; Navratil L. Dylevsky I., 1997; Wedlock P.M., Shephard R.A., 1996; Wedlock P. et al., 1996].

У.-У. Huang с соавт. (2012) показали, что освещивание НИЛИ с длиной волны 660 нм и 810 нм устраняет последствия искусственной черепно-мозговой травмы у крыс (нейропротекторное действие, уменьшение воспаления и стимулирование нейрогенеза), но результат отсутствовал на длинах волн 730 нм и 980 нм. При этом лазерный свет с модуляцией частотой 10 Гц оказался намного эффективнее, чем в непрерывном режиме. Это ещё один пример того, насколько ошибочно абстрактное словосочетание «ИК НИЛИ глубже проникает», без уточнения длины волны и цели этого проникновения.

Транскраниальное лазерное освещивание (длина волны 808 нм, непрерывный режим) улучшает мозговой кровоток у крыс, в том числе за счёт высвобождения оксида азота [Uozumi Y. et al., 2010].

В контролируемом клиническом исследовании продемонстрированы выраженное положительное влияние транскраниальной методики ЛТ (1064 нм, световое пятно диаметром 4 см<sup>2</sup>, 250 мВт/см<sup>2</sup>, 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].

J.C. Rojas и F. Gonzalez-Lima (2011) в своём обзоре рассматривают транскраниальную методику отдельно для восстановления функций мозга и органов зрения, нарушенных вследствие травм или заболеваний, причём в последнем случае чаще используются СИД с разной длиной волны, что вполне допустимо при освещивании глаз (табл. 8 и 9).

Результатов исследований российских учёных, посвящённых лазерной терапии в офтальмологии, в том числе с использованием транскраниальной методики, очень много, имеется и многолетний опыт практического применения. Но даже поверхностный обзор этих работ будет содержать несколько сотен ссылок, поэтому в рамках темы главы и книги рассматривать этот вопрос детально не представляется возможным.



Таблица 8

**Эффекты от транскраниального воздействия низкоинтенсивного света (когерентного и некогерентного) на мозг**

Источник света	Длина волны, нм	Параметры методики	Эффект	Литература
ЛД	808	7,5 мВт/см <sup>2</sup> , 0,9 Дж/см <sup>2</sup> , 2 мин на зону	Улучшение неврологического восстановления, ускорение работы субвентрикулярной нейронной сети после окклюзии средней мозговой артерии (крыса), инсульт	De Taboada L. et al., 2006; Oron A. et al., 2006
ЛД	808	25 мВт/см <sup>2</sup> , 4,5 Дж/см <sup>2</sup> , 2–5 мин, непрерывный режим	Улучшение двигательных функций после искусственного эмболического инсульта (кролик)	Lapchak P.A. et al., 2004
ЛД	808	25 мВт/см <sup>2</sup> , 4,5 Дж/см <sup>2</sup> , 2–5 мин, модулированный режим, частота 1000 Гц	Повышение содержания АТФ в коре головного мозга после искусственного эмболического инсульта (кролик)	Lapchak P.A. et al., 2007, 2008
ЛД	808	1 Дж/см <sup>2</sup> на 1 зону	Улучшение клинического состояния после ишемического инсульта у человека	Lamp Y. et al., 2007
ЛД	808	10–20 мВт/см <sup>2</sup> , 1,2–2,4 Дж/см <sup>2</sup> , на 1 зону 2 мин	Улучшение моторики через 5 дней после закрытой черепно-мозговой травмы и снижение размера области повреждения мозга с 12,1 до 1,4% через 28 дней после травмы (мышь)	Oron A. et al., 2007
СИД	633 и 870 (матрица)	22 мВт/см <sup>2</sup> , 13,3 Дж/см <sup>2</sup> , 10 мин на одну процедуру	Улучшение когнитивной функции у пациентов с хронической лёгкой черепно-мозговой травмой после 2–4 месяцев лечения	Naeser M.A. et al., 2010
ЛД	670	40 мВт/см <sup>2</sup> , 2 Дж/см <sup>2</sup>	Уменьшение разрушения дофаминергических клеток в <i>substantia nigra</i> после введения токсичного препарата (мышь), имитация болезни Паркинсона	Shaw V.E. et al., 2010
Лампа	700–2000 (максимум 1072 нм)	6 мин за сеанс, 10 дней	Улучшение работы памяти для пространственной навигации (мышь), имитация нарушений при болезни Альцгеймера	Michailkova S. et al., 2008
ЛД	810	250 мВт/см <sup>2</sup> , 60 Дж/см <sup>2</sup>	Снижение тяжести депрессии, повышение префронтального кровотока человека	Schiffer F. et al., 2009

Таблица 9

**Эффекты от транскраниального воздействия низкоинтенсивного света (когерентного и некогерентного) на органы зрения**

Источник света	Длина волны, нм	Параметры методики	Эффект	Литература
ГНЛ	633	10,5 мВт, диаметр луча 1,1 мм, ежедневно 2 недели по 2 мин	Восстановление структуры и функции повреждённого зрительного нерва (крысы, кролики)	Schwartz M. et al., 1987; Assia E. et al., 1989
СИД	670	28 мВт/см <sup>2</sup> , 12 Дж/см <sup>2</sup> , 3 сеанса	Восстановление структуры и функции (зрения) после систематической интоксикации этанолом (крысы)	Eells J.T. et al., 2003
СИД	633	2 мВт/см <sup>2</sup> , 21 Дж/см <sup>2</sup> , 6 сеансов	Восстановление структуры и функции (зрения) после инъекции в стекловидное тело ротенона (крысы), обеснование способа лечения наследственной оптической нейропатии Лебера	Fojas J.C. et al., 2008
СИД	670	16 Дж/см <sup>2</sup> , 5 сеансов	Восстановление структуры и функции после лазерной коагуляции сетчатки (обезьяны)	Eells J. et al., 2008
СИД	670	50 мВт/см <sup>2</sup> , 20 Дж/см <sup>2</sup> , 5 сеансов	Восстановление зрения у P23H-3 крыс как обеснование лечения пигментного ретинита	Eells J. et al., 2008
СИД	670	50 мВт/см <sup>2</sup> , 360 Дж/см <sup>2</sup> , 5 сеансов	Восстановление структуры и функции после повреждения светом	Qu C. et al., 2010
ЛД	904	40 мВт/см <sup>2</sup> , диаметр пятна 10 мм, модуляция частотой 3 МГц	Улучшенные функции у 86-летнего человека с возрастной дегенерацией жёлтого пятна	Rodriguez-Santana E. et al., 2008

Несмотря на имеющийся весьма значительный экспериментальный материал, демонстрирующий эффект от НИЛИ непрерывных лазеров, света СИД и даже инфракрасной лампы, в клинических условиях для достижения максимального результата при использовании транскраниальной методики следует применять исключительно импульсные матричные лазерные излучающие головки с длиной волны 904 нм. Этот выбор определяется, повторимся, даже не длиной волны (лучшим проникновением), а высокой эффективностью импульсного режима.

Кроме использования низкоинтенсивного импульсного ИК-лазерного света при транскраниальной методике по прямому назначению (см. выше) возможно также опосредованное влияние, например, с целью повышения уровня трофического обеспечения тканей. Транскраниальное воздействие импульсным НИЛИ с дополнительной модуляцией частотой 10 Гц при несущей 3000 Гц после физической нагрузки (плавание с грузом на хвосте) способствует активации синтеза ДНК во всех исследуемых тканях, но в скелетной мышце и тимусе этот эффект остаётся такой же, как и в группе без физической нагрузки, а в коре головного мозга он вдвое снижается по сравнению с контролем. Таким образом, импульсное ИК НИЛИ может играть роль активного адаптогена, создавая пластическое обеспечение для повышения функциональной активности как в непосредственно освещаемой ткани (в коре головного мозга), так и в периферических по отношению к ней областях (в мышце и тимусе) [Зубкова С.М., Михайлик Л.В., 1995].

Воздействие импульсным ИК НИЛИ перед активной физической нагрузкой позволяет выявить различия в реагировании ЦНС и мышечной системы. В скелетной мышце при последующей физической нагрузке происходит снижение уровня её пластического обеспечения. Однократным 10-минутным лазерным освещением двигательной области коры головного мозга можно стимулировать биосинтетические процессы в клетках ЦНС, в клетках тимуса и скелетных мышц, повышая функциональные возможности этих тканей не только у интактных животных, но и у животных после активной физической нагрузки. Также была обнаружена активация ядерного хроматина пирамидных и звёздчатых нейронов коры головного мозга крыс после 10 мин её освещивания непрерывным НИЛИ красной области спектра (633 нм) [Крылов О.А., 1989].

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

Метод используется при различных состояниях, связанных с нарушениями в иммунной системе, при этом воздействие проводится непосредственно на проекции иммунокомпетентных органов, чаще всего лимфатические узлы и тимус. Исследования показали, что НИЛИ влияет практически на все, как гуморальные, так и клеточные компоненты иммунной системы, однако направленность воздействия может меняться в зависимости от многих факторов. Выбор методики достаточно индивидуален для каждой нозологии, но 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». Допускается использование излучающих 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 допустимо использование **исключительно** импульсного ИК НИЛИ (длина волны 904 нм). Параметры методики представлены в табл. 10.

Таблица 10

**Параметры ЛТ 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	1–2	–
Локализация	На проекцию иммунокомпетентных органов	Матричная излучающая головка, площадь на поверхности 10 см <sup>2</sup> или с одним лазером
Методика	Контактная или контактно-зеркальная	Через прозрачную насадку ПМН или зеркальную насадку
Количество процедур на курс	8–10	Ежедневно

## Внутриполостные методы лазерной терапии

Различаются по локализации доступа к полым органам. Процедуры проводят с помощью специализированных оптических насадок (см. цветную вклейку), посредством которых доставляют НИЛИ в необходимую область с заданным пространственным распределением энергии лазерного света. Используют как непрерывное, так импульсное НИЛИ практически всех спектральных диапазонов. Поскольку площадь воздействия строго задана формой оптической насадки, мощность излучения головки устанавливается, как правило, на максимальном уровне (напоминаем, что у оптических насадок потери могут составлять до 50% и более). Варьирование ЭП в данном случае осуществляется только за счёт изменения частоты для импульсного режима.

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

Внутриполостные методы ЛТ всё активнее замещаются наружным воздействием на проекции соответствующих органов. Например, непосредственное освечение 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» (см. цветную вклейку) задействованы вибрация, постоянное магнитное поле и НИЛИ. Именно в направлении сочетания и комбинирования различными физическими лечебными факторами следует рассматривать перспективы развития внутриполостных методов.

## **Надвенное (надсосудистое, неинвазивное, чрескожное, транскутанное) лазерное освечение крови**

По данным некоторых авторов, эффекты, вызываемые внутривенным лазерным освещением крови (ВЛОК) и различными вариантами надвенного или надартериального освещения крови (НЛОК), 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 лазеров (длина волны 635 нм) 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 освещения чаще всего далеки от оптимальных.

Тем не менее каждый из способов имеет и свои особенности, как по технологии реализации, так и результатам. Например, С.М. Зубкова (2012) кроме общих механизмов рассматривает в неинвазивном варианте освечивания крови также дополнительные эффекты, реализуемые посредством активации ЦНС (рис. 8).

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, практически полностью исчезают пространственная когерентность и поляризованность, но полностью сохраняется временная когерентность (монохроматичность).

Мы больше 20 лет занимаемся развитием как НЛОК, так и ВЛОК, понимая, что каждый из них занимает свою нишу, всегда были и всегда 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 пред-

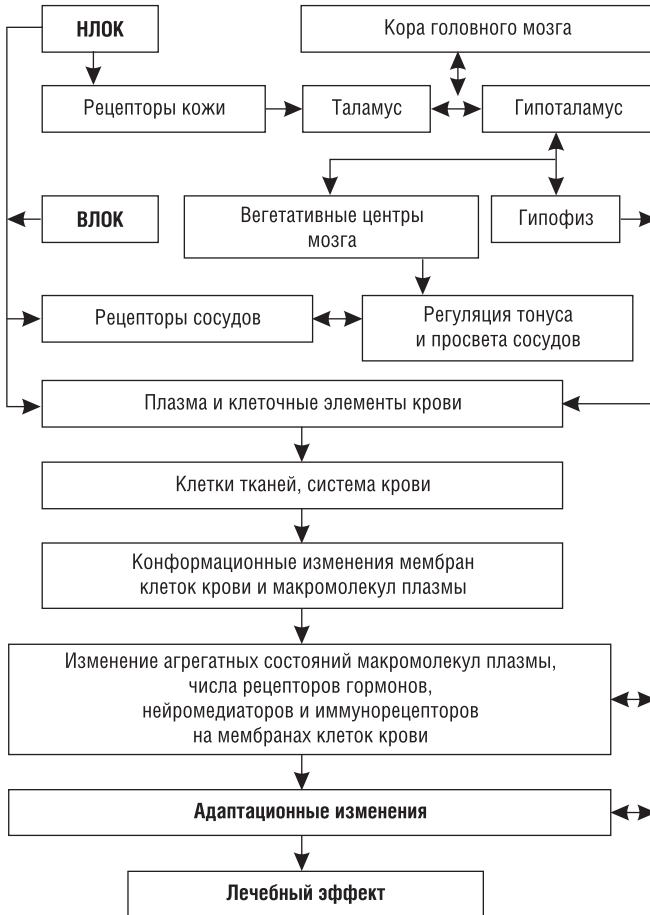


Рис. 8. Физиологические реакции организма на НЛОК и ВЛОК (Зубкова С.М., 2012)

ставлены без противопоставления. Единственная, пожалуй, настойчивая рекомендация – нежелательность применения инвазивных методик в педиатрии. Да и то с оговоркой в отношении освечивания крови НИЛИ ультрафиолетового 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. Например, В.Н. Кошелев с соавт. (1995) провели сравнительную оценку эффективности методов и доказали их идентичность, по крайней мере, в части положительного влияния на систему свёртывания крови и нормализации кислородного баланса в поражённых конечностях.

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

М.А. Кочетков с соавт. (2000) провели сравнение эффективности двух методов лазерной терапии больных кольцевидной гранулёмой:

- местное освечивание лазерной матричной излучающей головкой МЛ01К (890 нм, импульсная мощность 80 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 2 мин на поле, за процедуру не более 10–12 мин);
- НЛОК гелий-неоновым лазером (633 нм, непрерывный режим) на область проекции локтевой вены при выходной мощности излучения 20–25 мВт и экспозиции 20–30 мин; курс лазерной терапии состоял из 7–10 ежедневных процедур.

Больные получали от 1 до 3 курсов лазерной монотерапии. Оказалось, что оба способа обладают сопоставимой эффективностью, вызывая однонаправленное действие, приводящее к выраженному улучшению клинической картины заболевания, нормализации показателей микроциркуляции и реактивности микрососудов в поражённой коже [Кочетков М.А. 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 в ИК-спектре (длина волны 890–904 нм). Неинвазивность и простота методики, доступность НЛОК в любых условиях (вплоть до полевых) позволяют значительно повысить эффективность ЛТ за счёт добавления НЛОК в традиционные способы лечения широкого круга заболеваний, в том числе и в домашних условиях. 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, при этом намного эффективнее матричные излучатели, чем с одним лазером, даже с зеркальной насадкой, увеличивающей зону освечивания до площади в 1 см<sup>2</sup>.

НЛОК чрезвычайно успешно применяется при нарушениях мозгового кровообращения на этапе ранней реабилитации больных церебральным инсультом [Ко-

четков А.В., 1998; Горбунов Ф.Е. и др., 2003]. 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.

Обращаем особое внимание также на оптимальное время воздействия, составляющее 2–5 мин для НЛОК, а не 10–20 мин, как в среднем у ВЛОК-635 – самого распространённого варианта методики. Это существенное отличие, о котором всегда необходимо помнить.

К сожалению, также достаточно распространена путаница в терминологии и методологии, например, когда за неинвазивный вариант лазерного освечивания крови совершенно необоснованно выдают эндоназальное воздействие. Ссылаясь на работы советских учёных, которые первыми показали эффективность ВЛОК, китайские «коллеги» предложили такую локализацию, мотивируя свой выбор близким расположением к поверхности достаточно разветвлённой сети капилляров. При этом параметры методики выбраны совершенно неадекватные – мощность 3,5–4,5 мВт (633 нм), ежедневно по 30 мин в течение 30 дней – очевидно, ориентируясь на параметры ВЛОК [Li Q. et al., 1998]. Именно с такими техническими характеристиками и методиками продаются дешёвые китайские поделки 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 возможные катастрофические последствия от её применения, особенно массово и без врачебного контроля. *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 [Liu T.C.Y. et al., 2010] исключительно опасно, и в любом случае это *лишь дискредитация метода* [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. [Рамдоля С., 1990; Серов В.Н. и др., 1988], возможны и другие пути активации лазерным светом различных отделов ЦНС [Стоянов А.Н., 2007]. Такая многогранность и разветвлённость ответной реакции организма настоятельно требует предельно осторожного и максимально контролируемого воздействия на эту зону.

Эндоназальная методика в акушерстве и гинекологии применяется *только специалистами* именно для коррекции гормональных изменений (635 нм, 10–15 мВт, экспозиция не более 5 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) [Насед-



кин А.Н., Москвин С.В., 2011]. В этом случае обеспечивается только местное влияние, вероятность генерализованного отклика минимальна.

В последнее время ряд авторов 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, вообще непонятно. А если посмотреть интернет, то мы увидим другую картину: множество сайтов продолжают предлагать аппараты, в рекламе которых и инструкциях к ним рекомендуют светить по 30 мин каждый день. Некоторые, с позволения сказать, «учёные» и «клиницисты» протаскивают эту китайскую дрянь на российский рынок под видом «инновационной» технологии. Инженер, невролог, онколог и два представителя китайской компании провели фальшивое «исследование», по результатам которого рекомендуют применять «лазерные часы» для лечения пациентов с артериальной гипертензией [Леонов Б.И. и др., 2016]!

Если же вернуться к вопросу о влиянии НИЛИ на систему кровообращения, то предложение освечивать периферическую кровь, протекающую через капиллярную сеть, абсолютно бессмысленно. Такое воздействие осуществляется при любой наружной методике, вовсе не заменяя истинное НЛОК, которое проводится только в проекции крупных сосудов, пусть даже и непрерывным НИЛИ с увеличенной мощностью. 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.

ВЛОК проводят почти исключительно инъекцией в кубитальную вену, иногда через постоянно установленный подключичный катетер. НЛОК осуществляется транскутанно, чаще всего в проекциях левой надключичной зоны, сонных артерий, паховых или подколенных сосудистых пучков при экспозиции на одну область 2–5 мин [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 освечивания крови практически все преимущества, метод зачастую более эффективен, проще и дешевле, меньше тратится времени на процедуру и пр., но ВЛОК по ряду причин развивается быстрее и значительно более распространён в практическом здравоохранении. 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. 9), с экспозицией 2–5 мин [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]:

- проекция общей сонной артерии (синокаротидная зона) симметрично (рис. 9, зона 2);
- проекция позвоночной артерии симметрично (рис. 9, зона 3);
- надключичная область слева (рис. 9, зона 4);
- сосудистые пучки в паховой области симметрично (рис. 9, зона 5);
- подколенная ямка симметрично (рис. 9, зона 6).

Оптимальные параметры методики указаны в табл. 11:

- НЛОК-635, наиболее эффективный вариант, импульсное НИЛИ красного спектра (635 нм), ПМ – 4–5 Вт/см<sup>2</sup>, длительность импульса 100–150 нс, частота 80 Гц;
- НЛОК-904, импульсное ИК НИЛИ (890–904 нм), ПМ – 8–10 Вт/см<sup>2</sup>, длительность импульса 100–150 нс, частота 80 Гц.

Предпочтительнее всего использовать матричную лазерную излучающую головку МЛ-635-40, имеющую 8 ЛД импульсной мощностью по 5 Вт каждый (длина волны 635 нм, импульсный режим, длительность светового импульса 100–150 нс), расположенных в 2 ряда, суммарная мощность 40 Вт (рис. 10).

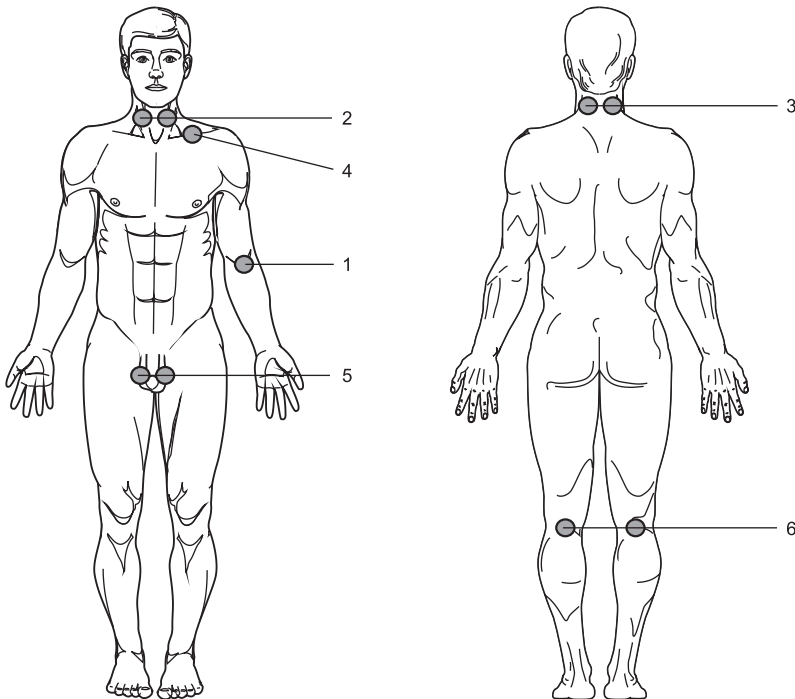


Рис. 9. Основные зоны лазерного освечивания крови

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. 4, зоны 2–6
Методика	Контактная	Через прозрачную насадку ПМН
Количество процедур на курс	10–12	Ежедневно



Рис. 10. Матричная лазерная излучающая головка МЛ-635-40

С меньшей эффективностью в методике можно использовать ИК-матричную лазерную излучающую головку МЛ-904-80 (длина волны 904 нм, мощность 60–80 Вт, частота 80 Гц). Доказано, что наилучшим вариантом выбора всегда являются именно *матричные* излучающие головки, но при их отсутствии допустимы и головки с одиночным лазером, также работающие в импульсном режиме и только с зеркальной насадкой.

Мощность выбирается максимальная для данного типа лазерных головок (табл. 11) и не варьируется, также *недопустимо* превышать экспозицию 5 мин 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 (ВЛОК)**

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, соответственно, был обусловлен исключительно фактором доступности, но не эффективностью. Современные лазерные терапевтические аппараты, в которых используются лазерные диоды («Матрикс-ВЛОК», «Лазмик» и «Лазмик-ВЛОК»), не только имеют лучшие масс-габаритные и энергетические параметры, но также и более эффективны благодаря оптимизации длины волны лазерного излучения. Разработка и производство одноразовых стерильных световодов позволили сделать эту процедуру абсолютно безопасной и комфортной для пациентов.

ВЛОК может проводиться практически в любом стационаре или поликлинике. Преимуществом амбулаторного применения является уменьшение возможности развития внутрибольничной инфекции, создаётся хороший психоэмоциональный фон, что позволяет больному на протяжении длительного времени сохранять работоспособность, при этом проходить процедуры и получать полноценное лечение [Москвин С.В., Азизов Г.А., 2004].

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 хотелось бы 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. 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, но также на весь организм посредством запуска

центральных механизмов регулирования и поддержания гомеостаза через ответную реакцию ВНС и ЦНС. Дополнительно корректируется стратегия адаптации организма к изменившимся условиям среды и состояния организма.

Для ВЛОК используется НИЛИ только в непрерывном режиме (есть пока единичные публикации по изучению возможностей модуляции), воздействие проводят внутривенно через специальные одноразовые стерильные световоды с пункционной иглой, чаще всего в кубитальную вену (рис. 9, 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. 12).

Таблица 12

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

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

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

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.

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. 11)*

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 венепункцию. После появления крови в отверстии (подтверждение входа в вену) вставить иглу на «бабочку» до упора и зафиксировать «бабочку» на руке пластырем.

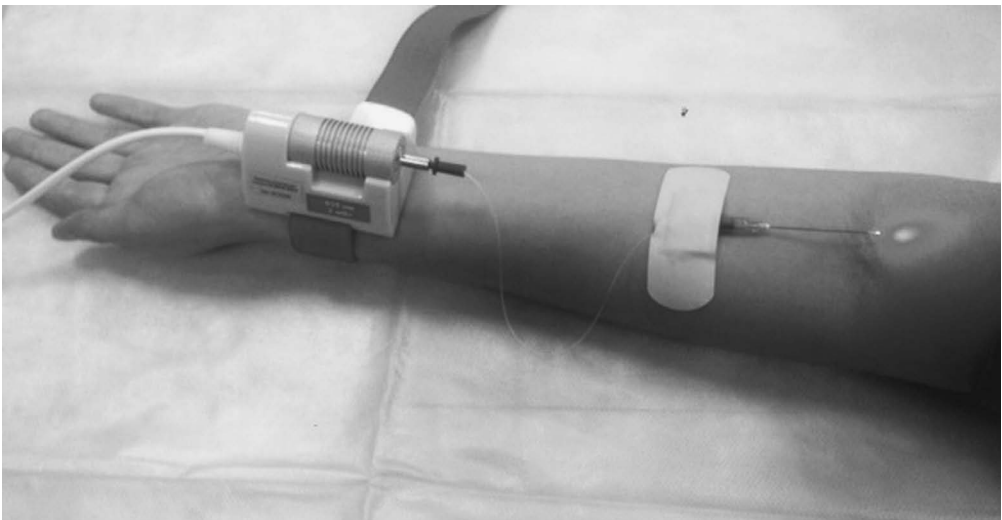


Рис. 11. Процедура проведения ВЛОК

9. Снять жгут. Наконечник световода КИВЛ-01 (канюлю) вставить в разъем-защелку излучающей головки (или магистрального световода) до упора.
  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. 13 представлены базовые методики, в которых используются минимальные мощности и экспозиции.

Таблица 13

**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. 9, 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, отличных от базовых вариантов ВЛОК.

*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., 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 [Авруцкий М.Я. и др., 1997; А. с. 1762944 SU].

Необходимо также знать особенности применения ВЛОК в старшей возрастной группе (уменьшение экспозиции до 7–10 мин) [Давыденко Т.Е., 2006]. В педиатрии действует правило: меньше возраст – ниже ЭП, или экспозиция, если говорить о ВЛОК [Москвин С.В. и др., 2010], для ВЛОК-635 это выражается в уменьшении экспозиции до 5–7 мин, хотя мы убеждены, что практически всегда внутривенный способ у детей можно заменить наружным освечиванием левой надключичной области.

### **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, длина волны 635 нм, мощность на выходе световода 1,5–2,0 мВт), экспозиция 15–20 мин, и лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-365-2 или КЛ-ВЛОК-405 для ЛУФОК® (УФ-спектр, длина волны 365–405 нм, мощность 1,5–2,0 мВт), экспозиция 2–5 мин (табл. 14).

Комбинирование (чередование режимов) позволяет оптимизировать воздействие, как на иммунную систему (УФ-спектр, 365–405 нм), так и с целью усиления трофического обеспечения тканей (красная область спектра, длина волны 635 нм) [Гейниц А.В., Москвин С.В., 2010; Гейниц А.В. и др., 2012].

На курс 10–12 ежедневных процедур с поочерёдной сменой методик. Например, 1-й день – ЛУФОК®, на 2-й процедуре – ВЛОК-635, на 3-й день повторяется ЛУФОК® и так далее. В качестве первой процедуры может быть и ВЛОК-635, если имеет место выраженное нарушение трофики, и наоборот, первые три процедуры достаточно часто, например, при недостаточности иммунной системы, инфекционных заболеваниях и пр., проводят ЛУФОК®. **Но категорически недопустимо проведение обеих процедур в один день, тем более одновременно!**



**Параметры методики ВЛОК-635 + ЛУФОК®**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	365–405 (УФ)	ЛУФОК®
	635 (красный)	ВЛОК-635
Режим работы лазера	Непрерывный	–
Мощность излучения*, мВт	1,5–2	На выходе одноразового световода
Экспозиция, мин	3–5	ЛУФОК®
	10–20	ВЛОК-635
Локализация	Вена локтевая срединная ( <i>v. mediana cubiti</i> )	Рис. 9, 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).

**Методика комбинированная, ВЛОК-525 + ЛУФОК® (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, длина волны 520–525 нм, мощность на выходе световода 1,5–2,0 мВт, экспозиция 7–10 мин) и лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-365-2 или КЛ-ВЛОК-405-2 для ЛУФОК® (УФ-спектр, длина волны 365–405 нм, мощность 1,5–2,0 мВт, экспозиция 2–3 мин).

На курс 10–12 ежедневных процедур с поочерёдной сменой методик. Например, 1-й день – ЛУФОК®, на 2-й процедуре – ВЛОК-525, на 3-й день повторяется ЛУФОК® и так далее [Пат. 2513474 RU, 2562316 RU, 2562317 RU]. Параметры базовой методики представлены в табл. 15.

**Повторяем, категорически недопустимо проведение обеих процедур в один день, тем более одновременно!**

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. Клинических исследований с использованием более высоких мощностей и частот при проведении НЛОК пока ещё очень мало [Москвин С.В., 2016].

Таблица 15

**Параметры методики ВЛОК-525 + ЛУФОК® (базовая)**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	365–405 (УФ)	ЛУФОК®
	520–525 (зелёный)	ВЛОК-525
Режим работы лазера	Непрерывный	–
Мощность излучения*, мВт	1,5–2	На выходе одноразового световода
Экспозиция, мин	3–5	ЛУФОК®
	7–8	ВЛОК-525
Локализация	Вена локтевая срединная ( <i>v. mediana cubiti</i> )	Рис. 9, 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®

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

## ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

*Показания* определяются механизмами биомодулирующего действия НИЛИ и особенностями клинического применения лазерной терапии. Многолетние исследования и богатейший клинический опыт позволяют говорить с полной уверенностью не только о безопасности метода, но и необычайной широте тех областей медицины, где он может быть востребован. Универсальность, которая, возможно, ещё удивляет кого-то, объясняется как неспецифичностью БД НИЛИ, так и общностью механизмов патогенеза большинства заболеваний. Лазерный свет не является собственно лечебным фактором, но вызывает ответную реакцию организма нужной силы и направленности, который уже самостоятельно устраняет имеющиеся нарушения, восстанавливает нарушенный гомеостаз, итогом чего и становится выздоровление пациента.

*Противопоказания* изложены в *официальном* нормативном документе (Клинические рекомендации) [Лазерная терапия..., 2015], среди которых выделяют следующие синдромы:

- геморрагический;
- неопластический;
- гипертермический синдром (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;
- судорожный;
- истерический.

Недостаточное понимание процессов, происходящих в данных ситуациях, и отсутствие необходимого числа достоверных исследований ограничивают применение метода.

Существуют относительные противопоказания, определяемые особенностями патогенеза конкретного заболевания, например, лазерная терапия не назначается пациентам с некоторыми заболеваниями суставов в случае резкого обострения синовита с высокой степенью активности воспалительного процесса [Лазерная терапия..., 2015].

Необходимо также обратить внимание на то обстоятельство, что некоторые противопоказания для общеклинической практики отнюдь не являются таковыми для узких специалистов, работающих в специализированных учреждениях или подразделениях. Например, достаточно публикаций, подтверждающих безопасность и эффективность лазерной терапии при лечении больных эпилепсией, но использовать метод могут только специалисты-неврологи.

Нерандомизированное клиническое исследование (непрерывный режим НИЛИ, длина волны 635 нм, мощность 4 мВт, экспозиция – 1 мин, всего не

более 10 мин) в комплексной терапии у пациентов с артромиологическими поражениями *при гемофилии* [Кушнир М.А., 1991] показало, что ЛТ способствует уменьшению артралгии и предупреждению развития трофических нарушений в суставах. Не было выявлено ни одного случая нежелательных явлений. Тем не менее, несмотря на обнадеживающие результаты этого пилотного исследования, на данный момент не разрешено применять ЛТ также при гемофилии [Лазерная терапия..., 2015].

Объясняется противопоказание таким известным свойством НИЛИ, как способность значительно улучшать реологические свойства крови. Но гемофилия – геморрагическое заболевание, возникающее вследствие генетически обусловленного снижения активности факторов свёртывания крови. Причём тут реология (текучесть) крови? Более того, многочисленные исследования неопровержимо доказывают благотворное влияние лазерного освечивания на процессы свёртываемости крови. Развивать эту тему не будем, признаем только, что необходимы соответствующие специальные исследования, чтобы подтвердить или опровергнуть обоснованность противопоказания, указанного в клинических рекомендациях.

Существует также ряд ограничений для проведения лазерного освечивания крови, например, пациентам, которые получают гепарин и другие антикоагулянты. Это именно ограничение (не противопоказание!) связано с активацией микроциркуляции и улучшением реологических свойств крови в результате такого воздействия. С другой стороны, при искусственном кровообращении у больных с врождёнными тяжёлыми пороками сердца ВЛОК-405 улучшает стойкость мембраны эритроцитов к механическому воздействию насоса, уменьшает гемолиз, позволяет проводить более длительные перфузии при значительном (в 2 раза) снижении доз гепарина [Эрстекис А.Г. и др., 2010].

Для безопасного применения лазерной терапии достаточно грамотного, педантичного и ответственного использования методик. В то же время мы до сих пор не избавились от наследия неизвестно кем придуманного длинного перечня «противопоказаний» для лазерной терапии. Много лет переписывается из методички в методичку, из книги в книгу, что они якобы установлены «Правилами работы со светолечебными физиотерапевтическими приборами (утверждены МЗ СССР, 1970 г.) с учётом ряда особенностей излучения гелий-неонового лазера» [Инструкция по применению..., 1983]. Никто никогда не видел этого «нормативного документа», не было опубликовано исследований или хотя бы теоретического обоснования подобных «рекомендаций» с разъяснениями «ряда особенностей излучения лазера». Интересно, что для более мощных, следовательно, потенциально более опасных лазеров, таких противопоказаний нет.

Рассмотрим на нескольких примерах, почему эти «противопоказания» являются лишь фантазией неизвестного авторства, при том что имеется множество научных работ, опубликованных по данному вопросу, как обоснование реально существующих *ограничений* для лазерной терапии [Москвин С.В., Хадарцев А.А., 2016]. Чаще всего назначать лазерные терапевтические процедуры должны совместно физиотерапевт и узкий специалист, знающий особенности патогенеза

заболевания и лечения некоторой категории пациентов, например, детей или старшей возрастной группы.

Известно, что практически во всех областях современной медицины лазерная терапия входит в стандарты оказания медицинской помощи, не является исключением и *педиатрия* [Приказ Минздравсоцразвития РФ № 366н от 16.04.2012 г.]. Нет никаких возрастных ограничений для лазерной терапии, но необходимо знать определённые особенности применения метода для детей, где действует известное правило: «меньше возраст – ниже ЭП», или экспозиция, если говорить о ВЛОК [Москвин С.В. и др., 2010]. Аналогичное ограничение (уменьшение мощности, или экспозиции для ВЛОК, в 2 раза) действует и для старшей возрастной группы [Давыденко Т.Е., 2006; Лутай А.В. и др., 2001; Поворинская О.А., 2009].

Иногда к противопоказаниям относят *активную форму туберкулёза*. При этом Б.М. Малиев и М.Б. Шестерина (2001) убедительно, с глубоким анализом литературных источников и на основе собственных экспериментальных и клинических исследований, продемонстрировали, что можно и нужно использовать лазерную терапию в комплексном лечении больных туберкулёзом лёгких, и именно в активную фазу, т. е. для специалистов это один из методов лечения без всяких ограничений. Лазерная терапия до недавнего времени входила в стандарт лечения [Приказ Минздравсоцразвития РФ № 1224н от 29.12.2010 г.], но в настоящее время этот высокоэффективный метод включён только в стандарт оснащения *санатория* для больных туберкулёзом всех форм [Приказ МЗ РФ № 932н от 15.11.2012 г., Приложение № 25]. Согласно этому документу, в санатории должно быть не менее 4 импульсных ИК-лазерных терапевтических аппаратов, но, к сожалению, ничего не говорится о ВЛОК-635 и ВЛОК-365 (ЛУФОК®), а также других методах ЛТ, эффективность которых при лечении больных туберкулёзом доказана множеством независимых исследований [Добин В.Л. и др., 2001; Кучер В.А., Михей Л.В., 1990; Русакова Л.И. и др., 2001; Сутягина Д.А., 2015, Сутягина Д.А. и др., 2010]. Многолетний клинический опыт применения ЛТ во фтизиатрии продемонстрировал высочайшую экономическую эффективность [Притыко Д.А., 2013; Притыко А.Г., Притыко Д.А., 2013].

Вполне очевидно, хотя и звучит на первый взгляд парадоксально, что именно высочайшая эффективность лазерной терапии послужила основным поводом для исключения метода из всех рекомендаций. Например, в утверждённых Приказом МЗ РФ № 951 от 29.12.2014 г. методических рекомендациях нет ни слова про лазеры, только про химиотерапию и якобы сокращение сроков её проведения (по нормативам от 2 до 12 мес.). Но совершенно игнорируются данные многолетних исследований, доказывающих, что лазерная терапия позволяет в 1,5–3 раза сократить сроки лечения и объём оперативного вмешательства при значительном снижении вероятности рецидива [Багиров М.А., 1993; Бондарев Г.Б., 1996; Русакова Л.И. и др., 2001; Топольницкий В.Г., 1992]. При этом за рубежом клинический опыт российских учёных активно внедряется в практическое здравоохранение, в первую очередь при лечении антибиотикорезистентных больных [Vajrai A. et al., 2010; Puri M.M. et al., 1995; Singh H.M.P. et al., 1997].

*Наличие злокачественных и доброкачественных новообразований* наиболее часто вызывает опасения у несведущих, однако это *не является противопоказанием для лазерной терапии* просто потому, что она входит в стандарты оказания медицинской помощи данной категории пациентов как метод реабилитации [Клинические рекомендации. Онкология, 2008; Приказ МЗ РФ № 1705н от 29.12.2012 г.].

Почти всегда такая фобия ассоциативная, многие, услышав вне контекста фразу «лазерная терапия стимулирует...», переносит её на опухоль, которую также якобы можно «стимулировать». Мифам такого рода посвящена наша недавняя специальная публикация, с полным текстом которой можно ознакомиться в Приложении 3 [Москвин С.В., Хадарцев А.А., 2016].

Появление раковых клеток в здоровом организме происходит постоянно, это норма. Означает ли данный факт, что лазерную терапию никому нельзя назначать? Нет! Ещё в 60–70-е годы прошлого столетия было однозначно доказано: лазерный свет не обладает ни мутагенным, ни онкогенным действием, не стимулирует развитие раковых опухолей, а наоборот, подавляет, что подтверждено тысячами соответствующих исследований, проведённых в десятках стран мира [Зырянов Б.Н. и др., 1998; Москвин С.В., Хадарцев А.А., 2016]. Физиотерапия вообще является основой реабилитации онкологических больных [Грушина Т.И., 2006], а Московским научно-исследовательским онкологическим институтом им. П.А. Герцена 23 июля 2009 года в Росздравнадзоре РФ зарегистрирована новая медицинская технология ФС № 2009/200 «Низкоинтенсивная лазерная терапия в реабилитации онкологических больных».

По данным *онкологов*, данное противопоказание относится только к местному воздействию НИЛИ на проблемные зоны и с предельно высокой ЭП, подавляя иммунную систему, воздействие же на другие области (например, ВЛОК) допустимо и более чем оправданно [Зырянов Б.Н. и др., 1998]. Мы осознанно не затрагиваем тему «больших» и «малых» ЭП, она рассматривается в специальной литературе, достаточно сказать, что в лазерной терапии «патогенные» режимы не применяются. Более того, в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 3 декабря 2009 г. № 944н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению при онкологических заболеваниях» хирургические и терапевтические (для ФДТ) лазеры входят в стандартную комплектацию медицинских учреждений, занимающихся оказанием лечебной помощи онкологическим больным, т. е. в специализированных центрах специалистам-онкологам разрешается применять куда как более мощные, следовательно, потенциально более опасные лазеры, чем те, что используются для лазерной терапии.

Беременность *во всех сроках* также не является противопоказанием для лазерной терапии, поскольку она входит в *стандарт* оказания медицинской помощи этой категории пациенток [Приказ МЗ РФ № 572н от 01.11.2012 г.], причём допускаются все методы ЛТ, включая ВЛОК. Более того, палата (пост) интенсивной терапии и реанимации для беременных и родильниц должны быть оснащены лазерным терапевтическим аппаратом [Приказ Минздравсоцразвития РФ № 197 от 27.03.2006 г.].

Для специалистов применение лазерной терапии при различных патологических состояниях беременных – обычная практика [Серов В.Н. и др., 1988, 2007; Фёдорова Т.А. и др., 2009]. В данном аспекте представляет интерес сравнение архивностатистических данных родовспомогательной службы Львовской области за 10 лет (проводилось в связи с тем, что в регионе в тот период открылось крупное предприятие по производству лазеров), которое показало, что никаких тенденций к росту показателей частоты врождённых аномалий у появившихся в этот период детей не выявлено. Приводятся данные исследований менструальной, детородной функции и гинекологической заболеваемости у 140 женщин, занятых в промышленном производстве лазеров в г. Львове (Украина), т. е. подвергавшихся ежедневному постоянному и неконтролируемому воздействию лазерного излучения. Были получены следующие анамнестические данные [Лопушан И.В., 1981; Тимошенко Л.В. и др., 1985]:

- не установлено вредного влияния на менструальную функцию, отмечена нормализация ранее нарушенного менструального цикла;
- роды и послеродовой период у беременных женщин проходили нормально, никаких негативных явлений не отмечено;
- общий уровень гинекологической заболеваемости с потерей трудоспособности на лазерном производстве не отличается от такового на предприятии в целом;
- значительно выше показатель беременностей у женщин, работающих непосредственно на лазерном производстве.

Не существует нормативных документов, регламентирующих противопоказания для лазерной терапии, кроме официальных клинических рекомендаций, процитированных выше [Лазерная терапия..., 2015], а единственным условием работы является достаточно высокий уровень профессионализма персонала учреждения.

Например, лазерная терапия входит в стандарт оказания медицинской помощи в косметологии [Приказ Минздравсоцразвития РФ № 381н от 18.04.2012 г.], поскольку не существует методик, способных привести к нежелательным последствиям, однако присутствует перечень относительных (условных) «противопоказаний», на уровне предупреждений. И только для того, чтобы знать: имеются ограничения в варьировании параметрами НИЛИ, и при определённых условиях возможны непредсказуемые для *неспциалиста* ответные реакции организма [Гейниц А.В., Москвин С.В., 2010, 2012].

Кроме того, в случае сомнения пациента в безопасности метода необходимо отказаться от проведения процедур. Многолетние наблюдения профессора А.В. Кочеткова в неврологических отделениях ФГБУ «РНЦ МРиК» МЗ РФ и ЦКБ ВЛ ФМБА РФ показали, что после плацебо-воздействия, имитирующего процедуру лазерной терапии, в среднем у 15% больных с цереброваскулярными заболеваниями возникают ощущения слабости и головокружения на фоне снижения артериального давления. Получается, что проблемы может вызвать уже само слово «лазер», прямо ассоциированное у значительной части населения со словом «опасность». Разумеется, это крайность, надо понимать самим и убеждать

пациентов, что низкоинтенсивный *лазерный свет совершенно безопасен*, если работать с соблюдением достаточно простых правил. Но при наличии неустраняемой фобии у больного необходимо отказаться от проведения процедур.

*Абсолютное, очевидное и неоспоримое, но при этом неофициальное противопоказание – это 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.

Достаточно часто приходится слышать «аргументы» типа: «мы прочитали в книге», «так пишут в интернете», «нам сказал один профессор» и пр. Необходимо руководствоваться действующей нормативной базой и здравым смыслом, а не мнением «авторитетных» специалистов и совсем не авторитетного интернета. По запросу «лазерная терапия» все поисковые системы услужливо показывают на первой строчке соответствующий раздел известной псевдоэнциклопедии, где про лазерную терапию написаны по большей части откровенные глупости. Нам не разрешают разместить достоверную информацию, поскольку это американский сервис откровенной пропаганды, а их цель – скрыть объективную правду и заменить её откровенной ложью [Москвин С.В., 2016].

Проблемы большинства «противопоказаний» не существует, но заблуждения, к сожалению, очень живучи, и несмотря на всё вышесказанное, у части специалистов, не говоря уж о простых людях, в отношении лазерной терапии сохраняется некая предубеждённость. Например, Е.Б. Киларджиева и А.А. Гайдарова (2016) констатируют, что «в настоящее время преимущества применения лазеров в стоматологии доказаны практикой», и отмечают очевидные плюсы ЛТ:

- 1) безопасность применения;
- 2) возможность чёткого регулирования параметров воздействия и точности дозировки при проведении процедур;
- 3) показана и высокоэффективна при довольно широком перечне заболеваний;
- 4) хорошо сочетается с другими методами лечения и повышает их эффективность;
- 5) простота применения;
- 6) предпочтительна при лечении инфекционных заболеваний, так как большая дозировка антибиотиков и гормонов может быть снижена в разы.

И вдруг совершенно необоснованно обнаруживают *несуществующие минусы*:

- 1) высокая стоимость лазерной стоматологии;
- 2) редко применяется в муниципальных учреждениях;
- 3) невозможность применения лазерных технологий при новообразованиях, сахарном диабете, сосудистых заболеваниях, туберкулёзе и патологических изменениях состава крови.

«Высокая стоимость» – это 35 руб. (!) за процедуру, как оплачивает её фонд ОМС в Москве, или даже в среднем 350 руб. – обычный тариф в коммерческих центрах? Может, проблемы в том, что авторы статьи используют гелий-неоновый лазер, который не применяют уже много лет, поскольку очень дорогой и требует



непростого обслуживания? *Для справки:* современный лазерный терапевтический аппарат стоимостью 25–30 тыс. руб. значительно эффективнее, не требует обслуживания и никаких дополнительных расходов, окупается максимум за месяц даже при минимальной стоимости процедур.

Действительно, лазерная терапия, к великому сожалению, не так часто применяется в муниципальных учреждениях, как этого хотелось бы, в первую очередь, пациентам, но это не «минус» метода, а результат государственного «регулирования» в системе здравоохранения. Вместо простого, недорогого и высокоэффективного метода лечения, который надо максимально активно рекомендовать всем, «организаторами здравоохранения» чаще всего предлагаются дорогие и неэффективные, иначе чиновникам просто не на чем будет «заработать». В результате такой «оптимизации» возникают значительные, иногда непреодолимые, препятствия для развития лазерной терапии.

Необходимо также 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 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 также, как и фонарик, а лазерным лучом *освечивают* место воздействия. «Облучают» только ионизирующим, радиоактивным излучением. Словосочетание «облучать дозой» не на шутку пугает многих пациентов и медперсонал, поэтому использование подобной терминологии – верный признак непрофессионализма. Хотя следует признать, что многие просто ещё не привыкли, не освоились, не успели отучиться от вредных привычек, но будем надеяться, что у них всё впереди.

Надо светить, освечивать, проводить освечивание или воздействие НИЛИ, а также задавать все параметры методики без исключения. Эти простые правила обеспечат совершенно безопасное и эффективное лечение.

## Расчёт «дозы» и энергии вреден для здоровья

Как оказалось, вопрос не праздный, 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.**

В медицинской карте при назначении процедуры всегда должны быть указаны ВСЕ параметры методики, это необходимо для контролируемого и воспроизводимого процесса лечения. Не должно быть ни слова про «дозу», иначе всё сводится к одной простой рекомендации – «воздействовать на место, которое болит, дозой 1 Дж/см<sup>2</sup>», как это сделано в некоторых руководствах [Пономаренко Г.Н., Воробьев М.Г., 2005] (кстати, авторы, к их чести, признали свою ошибку и больше не публикуют подобных «методик»).

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

Более того, 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 работы, мощность, время экспозиции, площадь воздействия (метод воздействия) и частота для импульсных лазеров.*

Почему же ВРЕДНО для ЭФФЕКТИВНОЙ лазерной терапии, а иногда и для пациентов, 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, красный спектр, 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.

*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!

Подсчёт «дозы» на аппарате – исключительно маркетинговый ход, лишь 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, надо относиться настороженно (как минимум), там работают дилетанты, которые не понимают, что делают, не знают базовых нормативных документов (стандартов) и не задумываются о последствиях реализации своей безграмотности.

В назначении всегда надо указывать все параметры методики: длину волны, режим работы, мощность, время экспозиции, площадь воздействия (метод воздействия) и частоту для импульсных лазеров. Небольшое исключение для ВЛОК, когда задают только три параметра: длину волны, мощность и экспозицию, поскольку практически всегда используется непрерывное НИЛИ без модуляции и способ доступа всегда известен.

Таким образом, реальными, а не мнимыми противопоказаниями для лазерной терапии являются непрофессионализм применяющего метод и фобия у пациента, а при особо тяжёлых состояниях выбор остаётся за специалистом.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБЕЗБОЛИВАНИЯ ЛАЗЕРНЫМ СВЕТОМ

Присутствие в книге главы, посвящённой боли в целом и механизмам влияния на неё НИЛИ, обусловлено сложностью большого количества соответствующих методик ЛТ. Поскольку сами болевые синдромы и причины их возникновения исключительно разнообразны, то требуется дифференциация и способов лазерного воздействия. Кроме того, необходимо представить данные исследований, касающихся механизмов действия НИЛИ на нервную систему в целом и ноцицептивную её составляющую в частности, т. е. дать теоретическое обоснование методологии лазерной терапии, направленной на уменьшение боли.

Интересная, даже парадоксальная ситуация сложилась ещё и в том, что в российской научной литературе почти нет публикаций по этой теме, в исследованиях крайне редко акцентируется внимание на данном вопросе, зато есть хорошо отработанные и эффективные методики ЛТ. Всё потому, что российские клиницисты не ставят перед собой самоцелью обязательно и быстро устранить болевой синдром, совершенно справедливо предполагая естественное исчезновение боли в результате *выздоровления* пациента.

С другой стороны, достаточно много зарубежных исследований, посвящённых изучению именно обезболивающего действия НИЛИ, и получены интересные результаты, во многом проясняющие механизмы, через которые реализуется данный процесс. Однако эффективных лазерных терапевтических методик для *pain management* (управление болью) до сих пор не предложено. Хотя само это словосочетание, используемое в англоязычной литературе, значительно глубже однозначного понятия «обезболивание» и лучше характеризует саму суть методологии в данном аспекте – не простое (прямое) подавление боли, а через влияние на различные механизмы, её вызывающие.

Ранее мы неоднократно обращались к этой теме [Кочетков А.В. и др., 2012; Москвин С.В., 2014, 2016], но динамичное развитие направления постоянно вносит коррективы, добавляются новые ссылки на исследования, проводится более детальный их анализ, корректируется методология лазерной терапии в целом и её отдельные методики.

### Классификация болевых синдромов [по А.М. Вейн с соавт. (1999)]

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 связь слов «боль» и «болезнь» определяется тем, что боль – 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 высокий 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 анатомо-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. Достаточно часто 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*.

Особое место среди болевых синдромов занимают висцералгии, т. е. боли, связанные с патологией внутренних органов, иннервация которых обеспечивается вегетативной нервной системой. Сейчас уже ясно, 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.

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 в последнее время – оксид азота (NO). Важность этих представлений, в частности проблемы «депрессия – боль», имеет значение в определении и течения болевых синдромов, которое переоценить нельзя.

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, могут преобладать на одной стороне, могут быть исключительно односторонними. Последние могут быть результатом как вовлечения периферических образований нервной системы (невралгии, люмбоишалгии, кластерные боли и т. п.), так и центральных, в частности таламические боли. Достаточным числом исследований было показано, что латерализованные боли не являются клинически идентичными, что они с различной частотой проявляются на левой и правой половинах тела. И 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.

А.М. Вейн с соавт. (1999) считают, что при рассмотрении болевого синдрома следует оценивать не только локализацию, характер боли, тип острой и хронической боли, ноцицептивной и нейропатической, что является обязательной программой изучения больных этой категории, но и рассматривать вопросы эмоционально-личностных особенностей и динамики боли в различных функциональных состояниях цикла «бодрствование – сон», учитывать пол и сторону поражения. 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. Такой подход принципиально важен для выбора методик лазерной терапии, которые могут различаться совершенно принципиальным образом в зависимости от множества 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, воспаления).

*Ноцицептивная боль* возникает тогда, 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 – это чаще всего острая боль, со всеми присущими ей характеристиками. Как правило, болевой раздражитель очевиден, боль обычно хорошо локализо-



вана и легко описывается большими. 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. 16). 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, синингобулбия.

*Нейропатические боли* по своим клиническим характеристикам значительно многообразнее ноцицептивных. Это 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.

Для нейропатической боли 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 три понятия, используемые для обозначения гиперчувствительности, объединяют термином «гиперпатия». Одним из видов нейропатической боли является каузалгия (ощущение интенсивной

**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

жгучей боли), возникающая чаще всего при комплексном регионарном болевом синдроме.

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.

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 крампийный 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. Данных об аналогичных проявлениях при демиелинизации спиноталамических путей в настоящее время нет.

Механизмы центральных болей достаточно сложны и до конца не изучены. Исследования последних лет продемонстрировали функциональную пластичность центральной нервной системы 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. Активность деафферентированных центральных нейронов меняется не только количественно, но и качественно: в условиях деафферентации активность некоторых центральных нейронов, не имеющих ранее отношения к восприятию боли, начинает восприниматься как боль. Помимо этого, в условиях «блокады» 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 околоспинального вещества, большого ядра шва и диффузный ноцицептивный ингибирующий контроль. Термин «деафферентационные боли» обозначает центральную боль, возникающую при поражении афферентных соматосенсорных путей.

В большинстве случаев специалисты сталкиваются со смешанным типом хронической боли, что значительно усложняет выбор тактики лечения и затрудняет прогноз на полное выздоровление. Ряд специалистов, вероятно по этой причине, к двум типам боли добавляют ещё один вариант – «психогенная боль», характеризуя её следующими признаками: несоответствие жалоб и объективных признаков боли, нелокализованный характер боли и её миграция, неэффективность лечения, многочисленные «кризы» [Шостак Н.А., Правдюк Н.Г., 2012]. Нельзя не согласиться с мнением авторов этой публикации, что 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 проблемы – это как-то слишком пессимистично.

Да, известно, например, 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 доказано существование также других, физиологических и биохимических нарушений. Поэтому практически все специалисты сходятся во мнении, что проблему можно решить только в результате комплексного подхода, используя одновременно разные методы лечения.

Несколько особняком стоят фантомные боли, в отношении которых мнения специалистов зачастую расходятся. Прочитав одну интереснейшую книгу, в которой приводятся доказательства эффективности физиотерапии в реабилитации онкологических больных, в том числе и с таким синдромом: «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]. Позвольте спросить, а по какой причине «*единодушно исключается*»? Проблема решается только применением фармпрепаратов легко и без последствий для больного? Нет. Зато есть достаточно много исследований, позволяющих уверенно говорить о том, что различными физиотерапевтическими методами, включая лазерные, можно вполне эффективно лечить больных с фантомными болями [Берглезов М.А. и др., 1998; Грушина Т.И., 2006; 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].

Выявлены определённые патофизиологические особенности нейропатической и ноцицептивной боли. Специальными исследованиями установлено, что активность опиоидных антиболевых систем намного выше при ноцицептивной,

нежели при нейропатической боли. Это связывают с тем, что при ноцицептивной боли центральные механизмы (спинальные и церебральные) не вовлекаются в патологический процесс, тогда как при нейропатической боли имеется непосредственное их страдание. Анализ работ, посвящённых изучению эффектов разрушающих (невротомия, ризотомия, хордотомия, мезенцефалотомия, таламотомия, лейкотомия) и стимуляционных методов (ЧЭНС, акупунктура, стимуляция задних корешков, серого вещества, таламуса) в лечении болевых синдромов, позволяет сделать следующий вывод. Если блокирование нервных путей независимо от их уровня наиболее эффективно в отношении купирования ноцицептивной боли, то стимуляционные методы, напротив, более эффективны при нейропатической боли. Однако ведущими в реализации стимуляционных процедур являются не опiatные, а другие, пока неуточнённые, медиаторные системы.

Существуют отличия в подходах медикаментозного лечения ноцицептивной и нейропатической боли. Для купирования ноцицептивной боли в зависимости от её интенсивности используют ненаркотические и наркотические анальгетики, нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) и местные анестетики. В терапии нейропатической боли анальгетики, как правило, неэффективны, используют препараты других фармакологических групп. Для лечения больных с хроническими нейропатическими болями препаратами выбора являются антидепрессанты (трициклические антидепрессанты, ингибиторы обратного захвата серотонина), усиливающие серотонинергическую активность. Применение этих средств обусловлено недостаточностью серотониновых систем мозга при многих хронических болях, сочетающихся, как правило, с депрессивными нарушениями.

В терапии различных видов нейропатической боли широко применяются некоторые антиэпилептические препараты – антиконвульсанты [Амелин А.В. и др., 2007]. Точный механизм их анальгетического действия остаётся неизвестным, но постулируется, что эффект этих препаратов связан: 1) со стабилизацией нейрональных мембран за счёт снижения активности вольтажзависимых натриевых каналов; 2) с активизацией ГАМК-системы; 3) с ингибированием NMDA-рецепторов. В настоящее время антагонисты NMDA-рецепторов не находят широкого применения в терапии болевых синдромов из-за многочисленных неблагоприятных побочных эффектов, связанных с участием этих рецепторов в реализации психических, моторных и других функций. Определённые надежды связывают с применением при хронической нейропатической боли препаратов из группы амантадинов (используемых при паркинсонизме), обладающих, по предварительным исследованиям, хорошим обезболивающим действием за счёт блокады NMDA-рецепторов.

Препараты, обладающие анксиолитическим действием, и нейролептики 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 было показано, что при нейропатической боли уровень аденозина в крови и ликворе достоверно снижен по сравнению с нормой, тогда как при ноцицептивной боли уровень его не меняется. Эти данные свидетельствуют о недостаточной активности пуриновой системы при нейропатической боли и адекватности назначения аденозина у таких больных.

Одним из направлений в разработке эффективного устранения нейропатической боли является изучение потенциальных возможностей блокаторов кальциевых каналов.

В экспериментальных работах показана роль иммунной системы в инициации и поддержании нейропатической боли [Arguda 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. С развитием этого направления исследований связывают новые перспективы в разработке лекарственных препаратов для лечения пациентов с нейропатической хронической болью [Ветрилэ Л.А., 2007].

## **Экспериментальные и клинические исследования по изучению механизмов обезболивающего действия лазерного света**

В отличие от препаратов специфического действия НИЛИ оказывает влияние не на одно звено болевой рецепции, но практически на всю иерархию механизмов её регулирования. В этом безусловное преимущество лазерной терапии, в потенциальной возможности эффективно применять метод при самых различных типах боли и этиологии [Fulop A.M. et al., 2010]. Однако вопрос выбора параметров методики очень непростой, для обоснования эффективных режимов необходимо понимать, какое влияние оказывает лазерный свет на базовые действующие механизмы и непосредственно на саму нервную систему.

Известно, что ионы кальция регулируют периферическую болевую чувствительность через модуляцию АТФ-индуцированного взаимодействия с семейством P2 поверхностных болевых рецепторов, при этом контроль осуществляется как периферической, так и центральной нервной системой. Изменением концентрации ионов кальция контролируется работа практически всех составляющих боли, от физиологических механизмов её возникновения до передачи нервных импульсов и сложных процессов регулирования [Berridge M.J. et al., 2000; Bur-

goyne R.D., 2007; Burnstock G., Wood J.N., 1996; Cesare P., McNaughton P., 1997; Cook S.P., McCleskey E.W., 1997; Kress M., Guenther S., 1999; Palecek J. et al., 1999; Ralevic V., Burnstock G., 1998; Song S.O., Varner J., 2009]. Напомним также, что первичным актом биологического действия НИЛИ является термодинамический запуск  $Ca^{2+}$ -зависимых процессов, т. е. лазерным светом можно непосредственно регулировать ноцицептивные механизмы. В совокупности эти факты позволяют объяснить многие эффекты лазерного воздействия и прогнозировать наиболее оптимальные параметры методики.

В выборе параметров НИЛИ определяющим является локализация и размер светового пятна. Воздействие на точку акупунктуры E36 (цзу сань ли) и проекцию глубокого малоберцового нерва (*nervus fibularis profundus*) ИК НИЛИ вызывает анальгезию, характерную для внутривенной инъекции налоксона. Показано, что полученный результат достигается за счёт повышения порога болевой чувствительности и высвобождения эндогенных опиатов [Bian X.P. et al., 1989]. Порог болевой чувствительности повышается и после воздействия на ТА GI11 (цюй чи) НИЛИ в красной области спектра (633 нм), однако сами авторы исследования считают этот эффект лишь следствием изменения кожного кровотока [Phandech K. et al., 2008].

Анальгезирующее действие в экспериментах наблюдается и при транскраниальном освещивании ИК НИЛИ (820 нм, модулированный режим, частота 1000 Гц, оптимальная ЭП 12 Дж/см<sup>2</sup>), как самостоятельно, так и в комбинировании с налоксоном (0,5 и 10 мг/кг). НИЛИ усиливает действие налоксона, что подтверждает, по мнению ряда авторов, опиоидные механизмы обезболивающего действия лазерного света [Hagiwara S. et al., 2008; Navratil L., Dylevsky I., 1997; Wedlock P.M., Shephard R.A., 1996].

Многочисленными исследованиями вполне убедительно доказано, что воздействие НИЛИ способствует не только увеличению синтеза и выброса эндорфинов [Basford J.R., 1986; Gibson K.F., Kernohant W.G., 1993; Laakso E.L. et al., 1994; Rico F.A. et al., 1994], но и снижению уровня нейромедиаторов ноцицептивных рецепторов, таких как брадикинин и серотонин [Gur A. et al., 2003, 2003<sup>(1)</sup>; Jimbo K. et al., 1998; Walker J.B., 1983]. Однако в ряде работ данный механизм ставится под сомнение из-за небольшой продолжительности, обезболивание максимально лишь в ограниченный в период, между 5-й и 20-й мин [Pozza D.H. et al., 2008]. Вероятно, это всего лишь один из механизмов, наиболее быстрый отклик сложной системы регулирования боли, учитывать который в прогнозировании развития эффекта, безусловно, необходимо.

«На седалищную боль этот способ оказывал весьма быстрое действие», – писал ещё Н.Р. Финсен (1901), подразумевая непосредственное освещивание седалищного нерва синим светом. И в настоящее время достаточно часто в модельных экспериментах освещивают именно эту область, но уже НИЛИ и с разной длиной волны.

Лазерное освещивание (транскутанно по точкам задних конечностей крыс, вышележащих по ходу седалищного нерва) в видимом (650 нм) и инфракрасном (808 нм) спектрах снижает проксимальные амплитуды и увеличивает до 20 мин

время задержки соматосенсорных вызванных потенциалов (SSEP) и составного потенциала действия мышцы (СМАР). Все изменения для обеих длин волн возвращаются к исходному уровню через 48 ч. Эти данные подтверждают гипотезу о непосредственном влиянии НИЛИ на нервную проводимость, часто именно такой механизм лежит в основе клинической эффективности лазерного освечивания при болевых синдромах [Chow R. et al., 2012; Chow R.T. et al., 2007; Yan W. et al., 2011].

Такой вывод подтверждается многочисленными исследованиями [Iijima K. et al., 1991<sup>(1)</sup>; Palmgren N. et al., 1989], выявлена индуцируемая лазерным светом стабилизация клеточных мембран, регулирующих передачу нервного импульса, торможение синтеза АТФ, что в целом способствует значительному увеличению задержки в передаче нервных импульсов, соответственно, и сигнала о возникновении боли [Cambier D. et al., 2000; Chow R.T. et al., 2007; Ebert D.W., Roberts C., 1997; Greco M. et al., 2001; Maegawa Y. et al., 2000; Snyder-Mackler L., Bork C.E., 1988]. Повышение порога болевой чувствительности вследствие модуляции передачи нервного импульса обсуждается многими авторами [Mendez T.M. et al., 2004; Ohshiro T., Calderhead R.G., 1991; Walker J., 1983]. При этом происходит не просто блокирование проведения ноцицептивных сигналов в первичных афферентных нейронах [Jimbo K. et al., 1998], но имеются свои особенности в развитии ответной реакции, например, лазерное освечивание пульпы ИК НИЛИ (830 нм) в течение 2 мин подавляет поздние ответные разряды в каудальных нейронах, вызываемые возбуждающим сигналом от С-афферентов, но не влияет на ранние импульсы от Аδ-волокон. Это означает, что НИЛИ ингибирует возбуждение немиелинизированных волокон пульпы, не затрагивая тонкие миелинизированные волокна [Wakabayashi H. et al., 1993]. Аналогичный эффект был также получен при воздействии на зубной канал светом Er:YAG-лазера (2940 нм, частота 10 Гц, 0,1 Дж/см<sup>2</sup>) в течение 10 мин [Zeredo J.L. et al., 2005].

Многими авторами в клинических исследованиях обнаруживается взаимосвязь между ослаблением боли и серотонинергическим механизмом её регулирования [Mizokami T. et al., 1993]. Методом двойного слепого контроля было доказано, что периодическое воздействие красным непрерывным НИЛИ (633 нм) даже с минимальной мощностью (1 мВт) облегчает страдания пациентов с хронической болью. Анальгезия у пациентов с невралгией тройничного нерва, постгерпетической невралгией, при ишиасе и остеоартрите наблюдается после воздействия на кожу в проекции наружных радиальных, медиальных и подкожных нервов, отмечено значительное увеличение экскреции с мочой 5-гидроксииндолуксусной кислоты, продукта распада серотонина [Walker J., 1983]. Аналогичные биохимические изменения наблюдаются на фоне обезболивающего эффекта после воздействия импульсным ИК НИЛИ (904 нм) у больных с хронической орально-фациальной болью [Hansen H.J., Thorøe U., 1990].

Местное освечивание (635 нм, 110 мВт, экспозиция 41 с, ЭП 3,76 Дж/см<sup>2</sup>, и 945 нм, 120 мВт, экспозиция 38 с, ЭП 3,8 Дж/см<sup>2</sup>) устраняет механическую аллодинию и гипералгезию у мышей, индуцированных ядом *Bothrops moojeni* [Nadur-Andrade N. et al., 2014] и *Bothrops jararacussu* [Guimarães-Souza L. et al., 2011], что, по мнению некоторых авторов, обусловлено ингибированием высво-



бождения простагландина E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) [Sattayut S. et al., 1999]. Также показано, что снижение уровня PGE<sub>2</sub> и ингибирование циклооксигеназы (COX-2) после освечивания НИЛИ по наблюдаемым эффектам выше воздействия стероидными и НПВС [Honmura A. et al., 1993; Sakurai Y., et al., 2000].

Значительный обезболивающий эффект является, по мнению некоторых авторов, следствием подавления избыточной активности симпатического отдела ВНС [Ide Y., 2009].

Другим фундаментальным фактором устранения боли могут быть известные сосудистые эффекты НИЛИ. Усиление кровотока повышает оксигенацию, лимфодренаж, активность нейтрофилов, макрофагов и фибробластов, а также обмен дефектных или повреждённых клеток. Всё это способствует устранению боли, часто после первых же минут после освечивания тканей [Gur A. et al., 2004; Nakgüder A. et al., 2003; Ilbuldu E. et al., 2004; Maegawa Y. et al., 2000; Schaffer M. et al., 2000]. В снижении боли играет роль также ускорение артериального кровотока, связанного с усилением синтеза и высвобождения эндотелиального оксида азота [Брилль Г.Е., Бриль А.Г., 1997; Samoilova K.A. et al., 2008].

В одном из недавних исследований в разных аспектах изучали влияние низкоинтенсивного лазерного света на боль у двухмесячных крыс линии Вистар (самцы весом 200–220 г) с хронической сдавленной травмой. Показано, что воздействие НИЛИ (длина волны 904 нм, импульсный режим, мощность 70 Вт, частота 9500 Гц, площадь светового пятна около 0,1 см<sup>2</sup>, экспозиция 18 с на одну зону из 9), начиная со второго сеанса, вызывает снижение аллодинии, термической и механической гипералгизии, что, по мнению авторов исследования, обусловлено резким торможением значительно увеличенной после травмы экспрессии интерлейкина 1-бета (IL-1β) и фракталкина (лиганда CX3 CR1-рецептора) и уменьшением на 50% (p ≤ 0,001) содержания глиального фибриллярного кислого белка (GFAP) глиальных клеток-сателлитов спинальных ганглиев (использовались методы иммуноблоттинга и иммунофлюоресценции) [Oliveira M.E. et al., 2017].

Суммируя сказанное выше, представим кратко физиологические механизмы, лежащие в основе обезболивающего действия НИЛИ:

- повышение порога болевой чувствительности;
- изменение уровня нейромедиаторов ноцицептивных рецепторов (брадикинин и серотонин), связанного с активацией ГАМК-ергической системы;
- высвобождение эндогенных опиатов;
- рефлекторные механизмы регуляции (лазерная акупунктура);
- стабилизация мембран нейронов, торможение синтеза АТФ;
- увеличение задержки соматосенсорных вызванных потенциалов;
- снижение скорости передачи сигнала по сенсорным нервным волокнам;
- подавление избыточной активности симпатической нервной системы;
- вазодилатация, повышающая оксигенацию тканей и усиливающая лимфодренаж;
- противовоспалительное действие, повышение активности нейтрофилов, макрофагов и фибробластов, ускорение обмена дефектных или повреждённых клеток;
- ингибирование механической аллодинии и гипералгезии;

- торможение экспрессии IL-1 $\beta$  и фракталкина;
- уменьшение содержания GFAP;
- спазмолитическое действие.

Схематично некоторые физиологические процессы, не требующие дополнительных комментариев, представлены на рис. 12–14 [Navratil L., Dylevsky I., 1997].

Если рассмотреть данные различных исследований по изучению механизмов обезболивающего действия НИЛИ в рамках физиологии боли, то легко понять, что лазерная терапия может эффективно использоваться для управления как нейропатическим, так и ноцицептивным типом боли.

Особый интерес представляют временные промежутки «лазерной» анальгезии, а именно оптимальное время воздействия и время последствия, развития отклика. Показано, что после освещивания непрерывным красным (660 нм) и инфракрасным (830 нм) НИЛИ мышей в группе с красным спектром статистически значимые различия обнаруживаются уже в первые 5 мин, и эффект продолжается в течение длительного времени. ИК НИЛИ действует медленнее, в течение первых 5 мин никаких существенных различий не обнаруживается, затем результат аккумулируется, что обеспечивает лучшую анальгезию в отсроченный период времени – до 20 мин. Авторы исследования полагают, что основным механизмом уменьшения боли у мышей под действием НИЛИ является снижение скорости передачи сигнала по сенсорным нервным волокнам [Pozza D.H. et al., 2008].

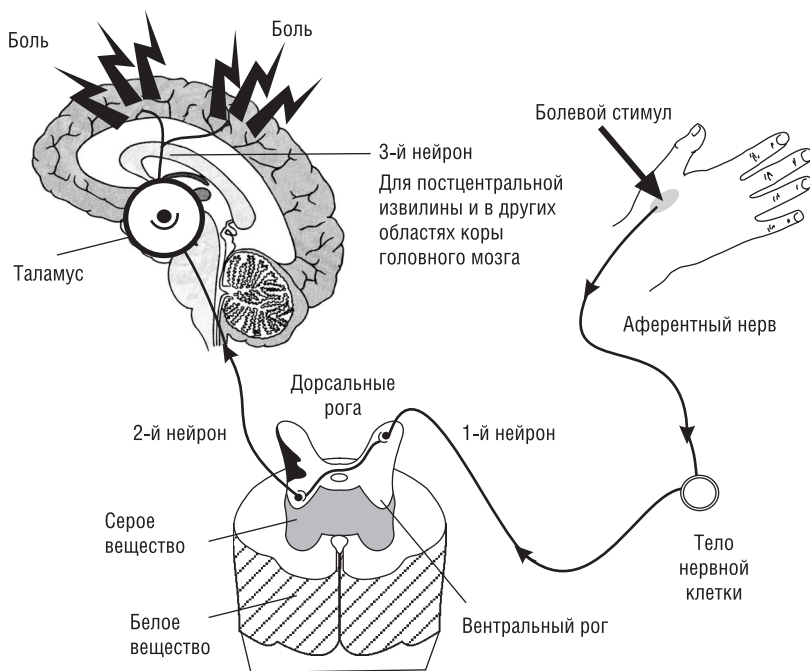


Рис. 12. Схематическое изображение пути передачи боли от болевого стимула на руке

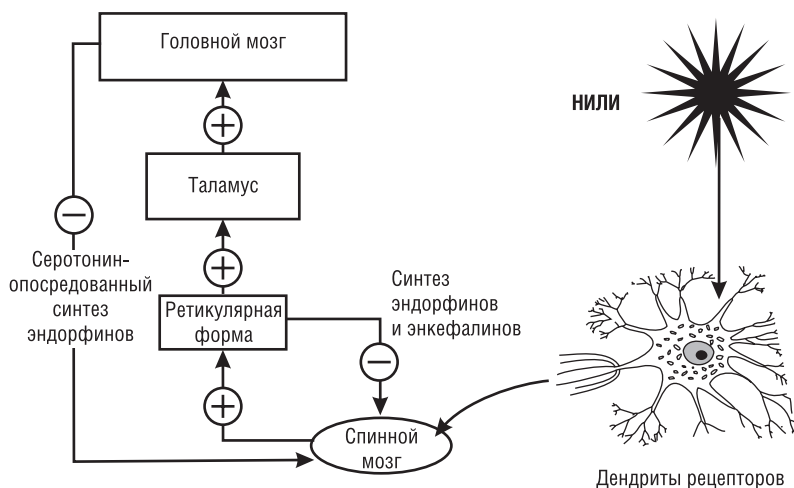


Рис. 13. Схема, иллюстрирующая возрастание стимулирующего паттерна и противодействия нисходящих тормозных путей, следующих за лазерной стимуляцией чувствительных нервных окончаний (Navratil L., Dylevsky I., 1997)

Обезболивающий эффект НИЛИ с различными параметрами (длина волны, режим работы, плотность мощности, экспозиция, частота, методика) показан в многочисленных исследованиях на животных [Pozza D.H. et al., 2008; Rico F.A. et al., 1994; Shaver S.L. et al., 2009; Wedlock P.M, Shephard R.A., 1996]. Освещение спинномозговой жидкости (ликвора) и крови гелий-неоновым (633 нм) и AlGaAs (830 нм) лазерами способствует повышению уровня иммунореактивного  $\beta$ -эндорфина. Независимо от длины волны лазерного источника оптимальная ЭП в исследовании составляла достаточно узкий диапазон, от 9 до 10,8 Дж/см<sup>2</sup>, а увеличение ЭП до 12 Дж/см<sup>2</sup> вызывало статистически значимую ( $p < 0,001$ ) тенденцию к снижению биологической реакции. При этом периодически повторяемое воздействие более эффективно, чем однократное [Rico F.A. et al., 1994].

Давно известной универсальной обезболивающей методикой при самых различных этиологических причинах является лазерная акупунктура [Baxter G.D., 1989, 1994]. В основном воздействие проводится НИЛИ красного спектра (633–635 нм) мощностью до 3 мВт по различным схемам как на корпоральные, так и на аурикулярные ТА. Курс – 10–15 сеансов через день [Hu G.Z., 1989; King C.E. et al., 1990; Kroetlinger M., 1980; Naeser M.A., 1997; Walker J.B., 1983; Walker J.B. et al., 1988; Waylonis G.W. et al., 1988; Wong T.W., Fung K.P., 1991]. Реже используют красный лазерный свет с длиной волны 650–685 нм [Litscher G., Schikora D., 2002] или ИК-лазеры с длиной волны 830 нм, мощностью до 10 мВт [Glazov G. et al., 2009].

Хотя работ, подтверждающих эффективность обезболивания с помощью непрерывных ИК-лазеров (830 нм, 30–60 мВт) при заболеваниях суставов и боли в спине, достаточно много [Ohshiro T. et al., 1994; Shiroto C. et al., 1989, 1994, 1998;

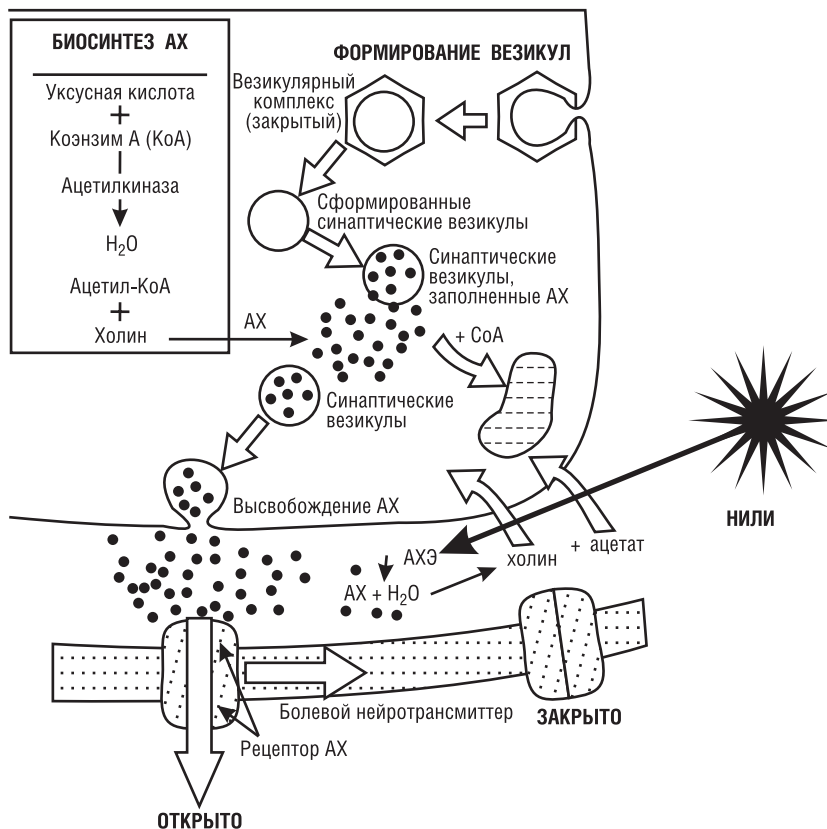


Рис. 14. Схема, иллюстрирующая в левой части диаграммы биосинтез ацетилхолина (АХ), мощного болевого нейротрансмиттера. Пузырьки образуются втягиванием мембраны освещиваемой клетки. После того как сформирована оболочка, пузырьки могут свободно захватывать синтезированный цитоплазматический АХ, после чего присоединяются к мембране, где сливаются и высвобождают АХ. В случае открытого синапса ацетилхолин находит нервные рецепторы и вызывает «боль». НИЛИ ингибирует действие АХ за счёт активации синтеза ацетилхолинэстеразы (АХЭ), фермента, ускоряющего разложение АХ в холин и уксусную кислоту, тем самым предотвращая поперечную синаптическую передачу АХ (Navratil L., Dylevsky I., 1997)

Тоуа S. et al., 1994], мы рекомендуем использовать только импульсные лазеры, поскольку они позволяют в более широких пределах варьировать энергетическими параметрами и оказывать эффективное воздействие на различной глубине.

В исследовании F.A. Soriano (1995) сообщается о выраженном анальгетическом эффекте после 10 ежедневных сеансов лазерной терапии импульсным ИК НИЛИ (длина волны 904 нм, импульсная мощность 20 Вт, частота 10 000 Гц, длительность импульса 200 нс) у 938 пациентов с суставно-мышечными болями – как острыми, так и хроническими, при различной локализации. Наш опыт свидетельствует о том, что чаще всего достаточно провести только 1–2 «обезболивающих» сеанса с максимальной частотой (10 000 Гц в данном случае), затем

снизить частоту до 80–150 Гц и проводить «восстанавливающую» терапию, направленную на устранение причины возникновения боли.

При детальном анализе литературы можно встретить публикации, в которых обезболивающий эффект не был продемонстрирован в должной степени, и необходимо понять, почему так произошло. Например, после наложения швов 26 пациентам (всего в двойное слепое рандомизированное клиническое исследование были включены 52 здоровых взрослых человека, проходящих эндодонтическое хирургическое лечение) воздействовали непрерывным ИК НИЛИ (809 нм) мощностью 50 мВт, экспозиция 150 с. Результаты показали, что уровень боли (по ВАШ) в группе с ЛТ был ниже, чем в группе плацебо, однако статистически значимые различия наблюдались только в первый день после операции [Kreiser M.V. et al., 2004]. В другой работе десяти пациентам сразу после хирургического лечения пародонта воздействовали НИЛИ с длиной волны 780 нм (35 Дж/см<sup>2</sup>, 70 мВт, 20 с на одну точку) и с длиной волны 635 нм (35 мВт, 10 с на одну точку, 8,8 Дж/см<sup>2</sup>). Через 24 и 48 ч повторили ЛТ на длине волны 635 нм, результаты оценивались после 3 дней. Достоверно показано снижение воспалительного процесса, но обезболивающего эффекта (по ВАШ) не наблюдалось [Ribeiro I.W. et al., 2008]. Оба исследования объединяет одно – абсолютно неадекватная методика воздействия, следствием чего и явилось отсутствие результата. Есть и более яркие примеры, когда применяли НИЛИ с длиной волны 830 нм и плотностью мощности 300 мВт/см<sup>2</sup> (?!), пытаясь одновременно ускорить заживление гнойной раны и обезболить [Lagan K.M. et al., 2001], но параметры методики таковы, что в данном случае эффект принципиально нельзя получить. Хотя для обезболивания многие авторы рекомендуют мощности именно такого порядка – до 300–400 мВт (длина волны 830 нм, непрерывный режим) [Chow R.T., Barnsley L., 2005; Chow R.T. et al., 2006; Fikácková H. et al., 2007], но совершенно справедливо было бы в данном случае поставить вопрос о применимости параметров для различных типов боли и обуславливающих её причин. Необходима строгая дифференциация.

Исследования, особенно ранние, демонстрируют, насколько важным является правильное методическое обеспечение лазерной терапии для получения желаемого результата [Basford J.R. et al., 1990; Fernando S. et al., 1993; Lowe A.S. et al., 1997; Payer M. et al., 2005; Taube S. et al., 1990]. НИЛИ избирательно подавляет работу ноцицептивных нейронов, эффект в значительной степени зависит как от их локализации, так и области (зоны) воздействия [Kasai S. et al., 1996; Tsuchiya K. et al., 1994]. Отсутствие положительного результата в ряде исследований может быть связано, в том числе, с неверно выбранной зоной и методикой воздействия.

Однако большинство аналитических обзоров литературы показывают, что эффект есть даже в случае не самого лучшего методологического и технического обеспечения. Проведённый метаанализ 16 рандомизированных контролируемых исследований (в общей сложности 820 пациентов с острой болью в шее) показал, что лазерная терапия в 95% случаев позволяет уменьшить боль сразу после лечения, эффект сохраняется до 22 недель после завершения лечения у пациентов с хронической болью [Chow R.T. et al., 2009]. Аналогичный анализ литературы за 2005–2007 годы, проведённый по базам CENTRAL, MEDLINE, CINAHL,

EMBASE, AMED и Педро без каких-либо языковых ограничений, показал, что НИЛИ существенно снижает неспецифическую боль в спине и эффект сохраняется до 6 мес. [Yousefi-Nooraie R. et al., 2008].

Изучение влияния освечивания НИЛИ с длиной волны 780–785 нм (непрерывный режим) на болевые ощущения при пальпации жевательных и передних височных мышц (оценка проводилась методом электромиографии) позволило понять, что только большие мощности (более 50–60 мВт) дают статистически значимое снижение боли во всех пальпируемых мышцах [Venezian G.C. et al., 2010]. При лечении больных с МФБС и болями в области височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) некоторые исследователи рекомендуют увеличить мощность до 400 мВт (для длины волны 830 нм) [Fikáková H. et al., 2007]. В данном случае есть определённая логика, поскольку в этом спектральном диапазоне поглощение меньше, чем на длине волны 780–785 нм.

Воздействие импульсным ИК НИЛИ местно способствует уменьшению боли и выздоровлению пациентов с подошвенным фасциитом также при значительной средней мощности (длина волны 904 нм, частота 5000 Гц, матрица из 4 ЛД с импульсной мощностью 20 Вт и средней мощностью 60 мВт) [Kiritsi O. et al., 2010], хотя этого в данном случае совершенно не требуется, наша методика с использованием таких же импульсных ИК-лазеров (длина волны 904 нм), сопоставимой импульсной мощностью (60–80 Вт, матрица из 8 ЛД), но при частоте 80 Гц (средняя мощность всего лишь порядка 1 мВт) позволяет получить почти гарантированный результат уже после первой процедуры [Буйлин В.А., Москвин С.В., 2005].

Многие исследователи акцентируют внимание на прямой зависимости между плотностью мощности НИЛИ и обезболивающим эффектом [Navratil L., Dylevsky I., 1997]. Н. Otsuka с соавт. (1995) для усиления анальгетического эффекта у больных *Herpes zoster* рекомендуют предварительно сканировать область поражения лучом ГНЛ (633 нм, 8–9 мВт, непрерывный режим) 10–15 мин, затем светить AlGaAs-лазером (830 нм, 60 мВт, непрерывный режим) *контактно* (ПМ 1–3 Вт/см<sup>2</sup>) 5 мин. На курс 3–5 сеансов. Обоснование необходимости такой комбинированной методики не приводится. Н. Yamada и Н. Ogawa (1995) считают, что повышение мощности ИК-лазера (830 нм) до 150 мВт при постгерпетической невралгии позволяет получить ещё более выраженный обезболивающий эффект.

При изучении реакции седалищного нерва крыс (изменения соматосенсорных вызванных потенциалов и потенциалов действия мышц) на воздействие НИЛИ показано, что для обезболивания важны: точка приложения воздействия, длина волны, время (не менее 120 с) и обязательно минимальная площадь, т. е. максимальная плотность мощности [Chow R. et al., 2012].

В метаанализе возможного использования лазерной терапии для уменьшения боли (оценка по ВАШ), проведённом А.М. Fulop с соавт. (2010), по критериям достоверности (плацебо-контролируемые исследования) были отобраны 22 публикации, в которых безусловно доказана достаточно высокая эффективность НИЛИ с самыми различными параметрами (табл. 17). Однако необходимо отметить, что почти нигде не указаны плотность мощности и точная методика

Таблица 17

**Параметры методик достоверных исследований, доказавших эффективность обезболивающего эффекта ЛТ (Fuior A.M. et al., 2010)**

№ п/п	Заболевания	Длина волны, нм (режим работы лазера)	Мощность, мВт	Экспозиция, мин	Энергия или ЭП	Литература
1	МФС	904 (импульсный)	5,4 (27 Вт, 1000 Гц, 200 нс)	По 2 мин на 4 ТР	Площадь пятна 1 см <sup>2</sup>	Altan L. et al., 2005
2	Боль в плече	904 (импульсный)	20 (50 Вт, 2000 Гц, 200 нс)	1	2,98 Дж/см <sup>2</sup>	Bingöl U. et al., 2005
3	Остеоартрит руки	860 (непрерывный)	30	20	3 Дж/см <sup>2</sup>	Brosseau L. et al., 2005
4	Хроническая боль в шее	830 (непрерывный)	300	30 с на зону	20 Дж/см <sup>2</sup>	Chow R.T. et al., 2006
5	Крепатура	660 и 880 (непрерывный)	Матрица	80 с	8 Дж/см <sup>2</sup>	Douris P. et al., 2006
6	МФС	830 (непрерывный)	450	2	630 Дж	Dundar U. et al., 2007
7	Синдром запястного канала (carpal tunnel syndrome)	780 (непрерывный)	50	10	75 Дж	Ekim A. et al., 2007
8	Дисфункция ВНЧС	830 (непрерывный)	400	–	10 Дж/см <sup>2</sup>	Фикасова Н. et al., 2007
9	ФМ	904 (импульсный)	11,2 (20 Вт, 2800 Гц, 200 нс)	По 3 мин на 10 ТР	Площадь пятна 1 см <sup>2</sup>	Gur A. et al., 2002
10	Гонартроз	904 (импульсный)	20 Вт	3 или 5	30 и 20 Дж	Gur A. et al., 2003
11	Боль в пояснице (люмбаго)	904 (импульсный)	10 Вт	3 или 5	1 Дж/см <sup>2</sup>	Gur A. et al., 2003 <sup>(1)</sup>
12	МФС	904 (импульсный)	11,2 (20 Вт, 2800 Гц, 200 нс)	По 3 мин на 10 ТР	Площадь пятна 1 см <sup>2</sup>	Gur A. et al., 2004
13	МФС	780 (непрерывный)	10	3	5 Дж/см <sup>2</sup>	Hakgüder A. et al., 2003
14	Синдром Рейно	685 (непрерывный)	20	30–40	2 Дж/см <sup>2</sup>	Hirschl M. et al., 2004

Окончание табл. 17

№ п/п	Заболевания	Длина волны, нм (режим работы лазера)	Мощность, мВт	Экспозиция, мин	Энергия или ЭП	Литература
15	Экспериментальная рана	820 (непрерывный)	Матрица из 46 ЛД, мощность не указана	2	8 Дж/см <sup>2</sup>	Hopkins J.T. et al., 2004
16	Остеоартрит шейных позвонков (цервикальный спондилёз)	830 (непрерывный)	50	3 мин (15 с на зону)	0,9 Дж/см <sup>2</sup>	Ozdemir F. et al., 2001
17	Травма сухожилия	904 (импульсный)	27 и 50 Вт	130 с	–	Ozkan N. et al., 2004
18	Тендинит надостной мышцы	820 (непрерывный)	50	90 с	30 Дж/см <sup>2</sup>	Saunders L., 2003
19	Латеральный эпикондилит	904 (импульсный)	40	30 с на зону	2,4 Дж/см <sup>2</sup>	Stergioulas A., 2007
20	Боль после удаления зубного камня	637 и 957 (непрерывный)	Матрица, мощность не указана	6 мин до и 10 мин после процедуры чистки	–	Takas D. et al., 2006
21	Остеоартрит	830 (непрерывный)	50	1 или 2	15 Дж (общая)	Tascioglu F. et al., 2004
22	Полинейропатия	905 (импульсный)	0–60	5	–	Zinman L. et al., 2004



воздействия, в некоторых исследованиях нет даже длины волны лазерного источника. В основном процедуры проводили ежедневно, всего на курс 8–12, но в некоторых исследованиях их было проведено 15–18 [Brosseau L. et al., 2005; Hirschl M. et al., 2004], 20 [Gur A. et al., 2003<sup>(1)</sup>] и даже 62 [Hakgüder A. et al., 2003], в связи с чем возникает вопрос об эффективности выбранных параметров методик в этих случаях. Не везде указана экспозиция на одну точку (чаще всего 1, 2, 3 или 5 мин), только общее время процедуры, которое в некоторых исследованиях превышало допустимый порог в 20 мин и составляло 30–40 мин [Gur A. et al., 2003<sup>(1)</sup>; Hirschl M. et al., 2004], что вполне объяснимо коррелирует с увеличенным количеством процедур (низкая эффективность). Если добавить к этому слишком большие различия в этиологии заболеваний и широкий их спектр, то кроме констатации факта самой возможности применения ЛТ нельзя сказать что-то конкретное о наиболее оптимальных методиках обезболивания.

В аналогичном, но более раннем обзоре [Bjordal J.M. et al., 2003] выбраны только больные с хроническими заболеваниями суставов, что позволило более объективно сравнить эффективность различных методик, систематизировать выводы и предложить для них диапазоны более оптимальных энергетических параметров (табл. 18).

Комментируя данную таблицу, необходимо отметить следующие положительные моменты:

- сам факт систематизации;

Таблица 18

**Предлагаемые в исследованиях диапазоны плотности мощности и энергии для наиболее распространённых лазеров при лечении больных с различными заболеваниями суставов в зависимости от методики (Bjordal J.M. et al., 2003)**

Локализация воздействия	Непрерывные ИК-лазеры (820, 830 и 1064 нм)		Импульсные ИК-лазеры (904 нм)		Непрерывные красные лазеры (633–635 нм)	
	ПМ, мВт/см <sup>2</sup>	Энергия, Дж	ПМ, мВт/см <sup>2</sup>	Энергия, Дж	ПМ, мВт/см <sup>2</sup>	Энергия, Дж
Суставы пальцев и ВНЧС, на 1 точку по 1 см <sup>2</sup> , воздействие на глубину до 0,2 см	15–105	0,5–15	6–42	0,2–1,4	30–210	6–30
Колено, на 3 точки по 3 см <sup>2</sup> , воздействие на глубину до 0,4 см	30–210	6–180	12–60	1,2–84	90–500	9–2700
Шейный отдел позвоночника, на 3 точки по 3 см <sup>2</sup> , воздействие на глубину до 1,2 см	50–350	11–360	24–60	0,8–56	150–500	5–150
Поясничный отдел позвоночника, на 3 точки по 3 см <sup>2</sup> , воздействие на глубину до 3 см	180–500	48–480	30–210	15–105	Недостаточно мощности достаточно безопасных лазеров	Не применяются

- разделение в зависимости от спектрального диапазона и режима работы лазера;
- разделение по методикам;
- задание плотности мощности, а не абсолютного её значения.

Есть и недостатки:

- методики не всегда наиболее оптимальные, в частности, выбранные экспозиции;
- указанные в методиках глубины «проникновения» далеки от реальных значений;
- задание площади воздействия  $3 \text{ см}^2$  ничем не обосновано;
- разделение по локализации не всегда оправданно;
- указание энергии за сеанс не имеет никакой практической пользы, необходимо задавать экспозицию на 1 зону и плотность мощности.

Авторы обзора очень подробно обсуждают, насколько важно обеспечить оптимальное значение именно *плотности* мощности и выбирать необходимую площадь воздействия, которая имеет ограничения как сверху, так и снизу. Это обусловлено, с одной стороны, требованием к увеличению мощности, с другой – выбором методики. Например, размеры светового пятна при местном воздействии и на ТА кардинально отличаются.

Сделан вывод, что во всех представленных плацебо-контролируемых исследованиях был получен достоверный положительный результат (табл. 19), а различия в эффективности обусловлены именно необеспечением оптимальных параметров методики, как следствие непонимания механизмов обезболивающего действия НИЛИ [Vjordan J.M. et al., 2003]. В более поздних метаанализах, проведённых в отношении ЛТ больным с латеральным эпикондилитом локтевого сустава («локоть теннисиста»), J.M. Vjordan с соавт. (2008) и A.R. Gross с соавт. (2013) пришли к выводу, что эффективность лечения в целом, и обезболивающее действие НИЛИ в частности, намного выше при использовании импульсных ИК-лазеров (904 нм) (по сравнению с непрерывными: 633, 820, 830 и 1064 нм), эффективность которых вообще поставлена под сомнение. Причём лечебные свойства лазерного света намного выше, чем от инъекций стероидных препаратов, но только при условии задания оптимальных параметров методики. Однако, как это часто бывает, обсуждение данной темы почти во всех аналитических исследованиях крутится вокруг пресловутой «дозы», которая для импульсных лазеров вдвойне бессмысленна. Поэтому точные рекомендации отсутствуют, несмотря на достаточно большое количество работ в выборках.

В аналогичном метаанализе была подтверждена справедливость рекомендаций J.M. Vjordan с соавт. (2003) (табл. 19) по оптимальным энергетическим диапазонам, именно в этих исследованиях показана наибольшая эффективность ЛТ [Jang H., Lee H., 2012]. Параметры методик рассмотренных работ представлены в табл. 20 (за исключением уже упомянутых в табл. 17 и 18), также добавлены исследования из других обзоров [Aggarwal A., Keluskar V., 2012; Chow R.T., Barnsley L., 2005; de Andrade A.L.M. et al., 2016; Gross A.R. et al., 2013; He W.L. et al., 2013; Melis M. et al., 2012] и нескольких статей, не вошедших в них.

Таблица 19

Параметры НИЛИ при лечении больных с различными заболеваниями суставов (Bjorndal J.M. et al., 2003)

№ п/п	Локализация воздействия	Длина волны, нм (режим работы лазера)	Мощность, мВт	ПМ, мВт/см <sup>2</sup>	Экспозиция, мин	Сеансов всего / в неделю	Литература
1	Большой палец руки	633 (непрерывный)	0,9	90	1 (15 с на точку)	9/3	Basford J.R. et al., 1987
2	Колено	904 (импульсный)	0,3 (2 Вт, 200 Гц)	0,3	6	5/5	Jensen H. et al., 1987
3	Поясничный отдел позвоночника	904 (импульсный)	0,4 (2 Вт, 200 Гц)	0,4	4	8/2	Klein R.G., Eek B.C., 1990
4	Колено	633 (непрерывный)	75	34	7,5 + 7,5	20/10	Stelian J. et al., 1992
		820 (непрерывный)	25	11			
5	Колено	904 (импульсный)	4 (10 Вт, 5000 Гц)	57	3	6/3	Nivbrant B., Friberg S., 1992
6	Колено	830 (непрерывный)	25	110	1-3	9/3	Bülöw P.M. et al., 1994
7	ВНЧС	904 (импульсный)	4 (27 Вт, 800 Гц)	57	3	12/3	Gray R.J.M. et al., 1994
8	Поясничный и шейный отделы позвоночника	830 (непрерывный)	60	3000	9	1/1	Toya S. et al., 1994
9	ВНЧС	904 (импульсный)	4 (10 Вт, 700 Гц)	57	9	9/3	Bertolucci L.E., Grey T., 1995
10	Колено	904 (импульсный)	12 (25 Вт, 2500 Гц)	4	13	12/3	Götts S., Keyi Wand Wirzbach E., 1995
11	ВНЧС	830 (непрерывный)	100	38 887	40 с	4/1	Conti P.C., 1997
12	Скелетно-мышечная боль в пояснично-крестцовой области	904 (импульсный)	40 (20 Вт, 10 000 Гц)	40	6	10/5	Soriano F.A., Rios R., 1998
13	Скелетно-мышечная боль в пояснично-крестцовой области	1064 (непрерывный)	1626	542	6	12/3	Basford J.R. et al., 1999
14	Шейный отдел позвоночника	830 (непрерывный)	50	50	3 (15 с на 1 зону)	10/7	Ozdemir F. et al., 2001

Таблица 20

Параметры НИЛИ при воздействии на суставы различной локализации с целью обезболивания (Aggarwal A., Keluskar V., 2012; Chow R.T., Barnsley L., 2005; Gross A.R. et al., 2013; He W.L. et al., 2013; Jang H., Lee H., 2012; Meelis M. et al., 2012)

№ п/п	Локализация воздействия (заболевание)	Длина волны, нм (режим работы лазера)	Мощность, мВт	Размер светового пятна, см <sup>2</sup>	ПМ, мВт/см <sup>2</sup>	Экспозиция	Количество зон за 1 сеанс	Литература
1	Палец руки (ревматоидный артрит)	780 (непрерывный)	70	0,06	1166*	2,57 с	4	Meireles S.M. et al., 2010
2	Колено (гонартроз)	830 (непрерывный)	50	0,005	10 000*	2 мин	8	Hegedüs B. et al., 2009
3	ВНЧС	904 (импульсный)	17	1	17	3 мин	4	Kulekcioglu S. et al., 2003
4	ВНЧС	780 (непрерывный)	30	0,05	630*	10 с	3	Venancio R. de A. et al., 2005
5	ВНЧС	830 (непрерывный)	–	–	43	162 с	4	Cetiner S. et al., 2006
6	ВНЧС	633 (непрерывный)	30	2,4	12,5	2 мин	–	Emshoff R. et al., 2008
7	ВНЧС	830 (непрерывный)	40	0,04	5000*	16 с	4	Santos T. de S. et al., 2010
8	ВНЧС	780 (непрерывный)	70	0,7	90	10 с	4	Mazzetto M.O. et al., 2007
9	ВНЧС	830 (непрерывный)	500	0,1	5000*	20 с	1	da Cunha L.A. et al., 2008
10	ВНЧС	780 (непрерывный)	70	0,04	1750*	60 с	2	Carrasco T.G. et al., 2008
11	ВНЧС	980 (непрерывный)	17	1	17	60 или 120 с	2	Lassemi E. et al., 2008
12	ВНЧС	980 (непрерывный)	1000	2–3	330–500	от 3 до 30 с	–	Agha M.T., 2007
		660 (непрерывный)	17	1	17	6 мин		
13	МФБС	890 (импульсный)	10 (10 ВТ, 1500 Гц, 100 нс)	1	10	10 мин	–	Shirani A.M. et al., 2009
14	Плечо (плечелопаточный периартрит)	830 (непрерывный)	60	0,5	120*	30 с	8	Stergioula A., 2008
15	$L_{II}$ и $S_{II-S_{III}}$ (хроническая пояснично-крестцовая боль)	810 (непрерывный)	50	0,22	226*	2 мин	8	Djavid G.E. et al., 2007

Продолжение табл. 20

№ п/п	Локализация воздействия (заболевание)	Длина волны, нм (режим работы лазера)	Мощность, мВт	Размер светового пятна, см <sup>2</sup>	ПМ, мВт/см <sup>2</sup>	Экспозиция	Количество зон за 1 сеанс	Литература
16	Хроническая пояснично-крестцовая боль	850 (непрерывный)	12	0,07	166*	4 мин	–	Ay S. et al., 2010
17	ВНЧС	820 (непрерывный)	300	0,28	800*	10 с	–	Röhlig B.G. et al., 2011
18	ВНЧС	830 (непрерывный)	100	–	4 Дж/см <sup>2</sup> (?)	–	–	Kato M.T. et al., 2006
19	ВНЧС	830 (непрерывный)	150	–	4200*	5–10 с на точку, 2–4 мин за сеанс	–	Kobayashi M., Kubota J., 1999
20	МФБС	904 (импульсный)	5 (25 Вт, 1000 Гц, 200 нс)	0,2	25*	200 с на ТР и 20 с на ТА	4 ТР и 10 ТА	Seccherelli F. et al., 1989
21	Радикуллопатия	905 (импульсный)	50 (100 Вт, 5000 Гц)	4	12–20	2 мин	4–6 сег-ментарных точек	Konstantinovic L.M., 2010; Konstantinovic L.M. et al., 2010
22	Острая боль в шее	904 (импульсный)	40 (20 Вт, 10 000 Гц, 200 нс)	–	–	15 с	1	Soriano F.A. et al., 1996
23	Заблевание суставов	904 (импульсный)	24 (60 Вт, 10 000 Гц, 40 нс)	1	24	175 с	5–9	Taverna E. et al., 1990
24	ВНЧС	904 (импульсный)	45 Вт (1–50 Гц)	–	–	5 или 10 мин	3	Marini I. et al., 2010
25	ВНЧС	820 (непрерывный)	60 или 300	–	21,4 и 107 Дж/см <sup>2</sup> (?)	–	–	Sattayut S., Bradley P., 2012
26	Острая боль в шее	830 (непрерывный)	1000	1,5	630*	30 с	8	Takahashi H. et al., 2012
27	Крестцово-подздошные суставы	830 (непрерывный)	1000	1,5	630*	30 с	8	Ohkuni I. et al., 2011

Окончание табл. 20

№ п/п	Локализация воздействия (заболевание)	Длина волны, нм (режим работы лазера)	Мощность, мВт	Размер светового пятна, см <sup>2</sup>	ПМ, мВт/см <sup>2</sup>	Экспозиция	Количество зон за 1 сеанс	Литература
28	Боль в локте, запястье и пальцах	830 (непрерывный)	1000	1,5	630*	30 с	–	Okuni I. et al., 2012
29	Хроническая боль различной локализации	810 (непрерывный)	100	–	9500*	60 с	–	Fukuuchi A. et al., 1998
30	Тендиниты и МФБС	904 (импульсный)	8 (10 Вт, 4000 Гц, 180 нс)	–	0,5–1 Дж/см <sup>2</sup> на одну точку (?)	–	–	Lögberg-Andersson M. et al., 1997
31	Послеоперационная рана	830 (непрерывный)	40	0,08	500*	26 с	10	Carvalho R.L. et al., 2010
32	Цервикогенная головная боль	780 (непрерывный)	70	1	70	37,5 мин	8	Pizzo R.C.A. et al., 2010
33	Хроническая постампутационная боль	780 (непрерывный)	40	–	–	10–20 мин	–	Yonekawa N.S. et al., 2010
34	Радиклопатия, вызванная грыжей межпозвонкового диска	904 (импульсный)	40 (65 Вт, 3000 Гц, 200 нс)	1	40	100 с (оптимальное)	–	Jovicic M., 2010
35	ВНЧС	830 (непрерывный)	280	0,2	1400*	11	–	Dostalová T. et al., 2012
36	ВНЧС	780 (непрерывный)	70	0,04	1750*	30 с	–	Barretto S.R. et al., 2013

*Примечание.* \* – это, конечно же, не реальная плотность мощности, а исключительно продукт нехитрой калькуляции, однако показывающий, что иногда применяется контактная методика, в которой лазерный диод непосредственно касается поверхности воздействия, обеспечивая таким образом максимально возможную концентрацию энергии на поверхности.

Даже при беглом взгляде на табл. 19 и 20 бросается в глаза почти маниакальное стремление подавляющего большинства исследователей фокусировать лазерный свет буквально в точку, выдавая фантастические ПМ, которые получаются при расчёте, за реальные, хотя подобный подход явно ошибочный в подавляющем большинстве случаев. Иногда высокая концентрация лазерного света методически обоснована, но и в этих случаях производить расчёты ЭП совершенно бессмысленно.

Во многих работах, даже обзорах, вообще не указаны важнейшие параметры методики, такие как время экспозиции и локализация воздействия, зато практически везде есть «энергия» или «ЭП», абсолютно неинформативные и ненужные показатели [de Andrade A.L.M. et al., 2016], когда же мы забудем про них?

Практически все методики однотипные и стабильные, когда параметры НИЛИ не меняются во время курса, а это уже принципиальная ошибка, в методологии обезболивания лазерная терапия по-настоящему эффективна только при условии именно *вариабельности*. Судя по всему, у наших зарубежных коллег нет даже намёка на понимание столь очевидного факта.

Приходится констатировать, что несмотря на множество публикаций в зарубежной печати, можно сделать выводы только о неопровержимом факте обезболивающего действия НИЛИ, но почти ничего нельзя сказать о параметрах эффективных «обезболивающих» методик, тем более методологии ЛТ.

Материал, представленный выше, почти полностью основан на данных зарубежных исследователей, что вовсе не означает отсутствия соответствующих публикаций в России – они есть, и их не только намного больше, но самое главное, именно на этих работах основаны действительно эффективные методики управления болью.

## **Методологические особенности «лазерного обезболивания»**

Чтобы подчеркнуть в очередной раз возможность разнонаправленного характера действия НИЛИ в зависимости от методики и ряда других причин, обратим внимание на одно важное обстоятельство. Речь в данном случае идёт о том, что иногда может наблюдаться обратный, «антианальгетический» эффект, например, выявлено сокращение продолжительности анестезии при использовании НИЛИ в послеоперационном периоде вследствие усиления местного кровообращения за счёт вазодилатации сосудов и ускоренного выведения анестетиков местного действия [Aras M.H. et al., 2010; Carrillo J.S. et al., 1990; Clokie C. et al., 1991; Marković A., Todorović L., 2006; Røynesdal A.K. et al., 1993; Schindl A. et al., 1998; Zarković N. et al., 1989]. Это следует учитывать при реализации сочетанных (комбинированных) вариантов лазерной терапии.

В большинстве методик управления болью предпочтительнее именно импульсные лазеры, которые позволяют в значительно более широком диапазоне варьировать энергетическими параметрами НИЛИ за счёт изменения частоты,

что крайне необходимо и является основной особенностью методологии лазерной терапии в этой области медицины. Мы выше уже говорили о стабильности экспозиции, являющейся практически константой относительно других параметров методики, но мощность можно менять в очень ограниченных пределах, а частоту у импульсных лазеров – от 80 до 10 000 Гц (у аппаратов серии «Лазмик»), т. е. почти в 125 раз!

Напоминаем, что максимальная мощность (плотность мощности) при частоте 10 000 Гц (когда средняя мощность и энергия для импульсных лазеров также максимальны) чаще всего обеспечивает обезбоживание, однако не всегда такие режимы могут задействоваться в течение всего лечебного курса, а иногда вообще исключены. Например, обезбоживание при некоторых заболеваниях суставов вообще эффективно только при использовании импульсного ИК НИЛИ (904 нм, мощность 20 Вт), частота 10 000 Гц – при острой боли и 80–150 Гц – при хронической боли [Ghamsari S.M. et al., 1995].

Приведём другие примеры варьирования частотой для импульсных лазеров (подразумеваются матричные импульсные лазерные излучающие головки типа МЛ-904-80 и МЛ-635-40). При люмбаго первые 1–2 процедуры проводят с максимальной частотой (не менее 3000 Гц), тогда как в последующем не менее 10–12 сеансов только с частотой 80–150 Гц, т. е. с минимальной средней мощностью, обеспечивая восстановление нарушенных физиологических процессов. Похожая ситуация наблюдается при блокировании болевого синдрома в случае острого панкреатита с небольшой вариацией. Если в предыдущем случае воздействие проводят на одну зону (максимальной болезненности) в течение 5 мин, то при панкреатите – по 1,5 мин на 3 области в направлении от головки поджелудочной железы к хвосту (суммарное время процедуры 5 мин). Также 1–2 первые процедуры можно проводить с максимальной частотой, исключительно для эффективного обезбоживания, но далее, с 3-й процедуры, в течение всего курса – *только* частота 80–150 Гц и не выше. Если мы говорим о проблеме самой боли, то в приведённых примерах она быстро разрешается именно в первые 1–2 сеанса, а далее следует *лечебный курс* лазерной терапии, направленный на устранение самой причины и минимизации вероятности её возникновения в дальнейшем.

Вопрос с выбором длины волны НИЛИ сложнее, например, неясно, что эффективнее: импульсные ИК-лазеры (904 нм), наиболее распространённые, или красного спектра (635 нм), действие которых для методики обезбоживания пока почти не изучалось. Для ответа на этот вопрос требуется проведение дополнительных сравнительных исследований.

Методология ЛТ подразумевает различные варианты как местного, так и системного воздействия, одним из которых является освечивание звёздчатого узла. Известно, что его блокаду проводят, когда хотят добиться максимальной регионарной вазодилатации в области головы, шеи и верхней конечности, прежде всего при остро возникающем спазме сосудов в бассейне позвоночной артерии, а также общей и внутренней сонной артерии. Многие авторы при соответствующей локализации и патологии рекомендуют воздействие на проекцию звёздчатого узла непрерывным ИК НИЛИ с целью подавления избыточной симпатической



активности, усугубляющей боль, и называют эту методику лазерной блокадой [Hashimoto T. et al., 1997; Kemmotsu O., 1997, 1998; Murakami F. et al., 1993; Otsuka H. et al., 1992]. S. Tamagawa (1996) подчёркивает необходимость комплексного воздействия НИЛИ на фоне приёма антидепрессантов, местно и на звёздчатый узел. При цервикобрахиалгии с вегетативно-сосудистыми проявлениями лазерное освечивание помимо сегментарных зон (до 6) осуществляется на область локализации болевого синдрома и звёздчатых ганглиев, по ходу сосудисто-нервного пучка на плече и предплечье, кончиков пальцев [Улащик В.С. и др., 2003<sup>(1)</sup>]. Повторяем в очередной раз, импульсные лазеры в данной методике предпочтительнее.

Имеются многочисленные обзоры, посвящённые «лазерному управлению болью» (*laser pain management*) [Chow R.T., Barnsley L., 2005; Chow R. et al., 2011; Chow R.T., Armati P.J., 2016; Chow R.T. et al., 2009; Gross A.R. et al., 2013; Yousefi-Noogaie R. et al., 2008], однако ни в одной публикации данная проблема не рассматривается с учётом одного наиважнейшего обстоятельства – исследование какого типа боли, первичного или вторичного, проводилось в анализируемых работах. А это исключительно, принципиально важно, поскольку отсутствие такой дифференциации изначально приводит к ошибкам в выборе методики лазерного воздействия.

Хотя для достижения цели используются практически все методы лазерной терапии, представленные в предыдущей главе, но можно выделить особую методику, характерную исключительно при болевом синдроме, мышечной боли, чаще всего при ФМ и МФБС. Это воздействие на триггерные пункты (ТП), методика, которую в специализированной литературе также иногда называют *лазерной блокадой*, а её составляющие сильно отличаются от параметров стандартного местного освечивания. Методика достаточно часто используется в качестве основной, но не надо забывать, что только расширение «ассортимента» методов лазерной терапии способствует максимальному повышению эффективности лечения. Необходимо также помнить, что безопасность и эффективность любого метода лечения, в том числе и ЛТ, обеспечиваются только при правильном его применении.

Есть несколько наиболее распространённых методов лазерной терапии (способов лазерного освечивания) [Москвин С.В., 2016; Moskvin S.V., 2017]:

- наружно местно;
- в проекцию внутренних органов;
- на иммунокомпетентные органы;
- на крупные кровеносные сосуды: внутривенное лазерное освечивание крови (ВЛОК) и неинвазивное лазерное освечивание крови (НЛОК);
- паравертебрально;
- на точки акупунктуры (ТА);
- на проекцию внутренних органов;
- на триггерные, или болезненные (*trigger; tender*), пункты (ТП) и болезненные зоны (БЗ).

Существуют достаточно строгие правила проведения этих методик [Лазерная терапия..., 2015]:

- ограничение времени воздействия;

- определение и использование оптимальной плотности мощности (ПМ) для выбранной длины волны НИЛИ;
- предпочтительно использовать импульсный режим, что особенно актуально для управления болью.

К сожалению, в большинстве зарубежных научных публикаций при использовании лазерной терапии в качестве основного метода лечения больных ФМ и с другими болевыми синдромами параметры методик далеки от эффективных, поэтому чаще всего результаты не впечатляют. Используются непрерывные лазеры, причём в самом неэффективном спектральном диапазоне (800–850 нм), что также не добавляет привлекательности зарубежным методикам, если говорить об эффективности лечения. К счастью, в России от таких лазеров, как практически бесполезных, отказались ещё в начале 90-х годов прошлого века.

Так же как широк выбор лекарственных препаратов, назначаемых в зависимости от типа боли, так чрезвычайно разнообразны и методы лазерного терапевтического воздействия. Выбор правильной базовой схемы и тактики дальнейшего варьирования параметрами методики лазерной терапии определяет успех лечения в данном случае достаточно радикально: либо достигается исключительно выраженный эффект, либо он будет отсутствовать вовсе. В частных методиках в соответствующей литературе можно найти рекомендации по устранению болевого синдрома в каждом конкретном случае, но существуют общие принципы, объединяющие их.

Некоторые специалисты совершенно бесосновательно высказывают сомнения в эффективности физиотерапии для обезболивания: «Сегодня отсутствует достаточное количество доказательных данных о пользе применения консервативных немедикаментозных методов **лечения** (например, физиотерапии, физических упражнений, ЧЭНС). Однако учитывая относительную безопасность этих методов, при отсутствии противопоказаний не следует исключать возможность их применения» [Данилов А.Б., Давыдов О.С., 2008].

На самом деле ситуация принципиально иная.

Во-первых, имеются тысячи достоверных модельных и клинических исследований, а также многолетний и чрезвычайно успешный опыт применения физио- и лазерной терапии по всему миру. Это видно даже из нашего далеко не полного списка литературных источников по данному вопросу. Можно также обратиться к многочисленным зарубежным практическим руководствам [Boswell M.V., Cole B.E., 2006; Fishman S.M. et al., 2009], ведь у нас так любят апеллировать к мнению англосаксов по любому вопросу. Если кто-то не знает о высочайшей, порой безальтернативной эффективности ЛТ в управлении болью, или не хочет знать, то делать разного рода негативные заявления как минимум некорректно. Вероятнее всего, подобное высказывание обусловлено личной коммерческой заинтересованностью в продвижении без альтернативы какого-то другого метода лечения.

Во-вторых, ещё большой вопрос, что является **лечением** в истинном понимании значения этого слова (*авторы приведённой выше цитаты даже его*

выделили), а что лишь имитация. Для очень многих специалистов и пациентов ответ на этот вопрос не в пользу фармакологических препаратов. На наш взгляд, наилучшим вариантом *лечения* является именно комплексный подход, когда задействуются как патогенетически обоснованно назначаемые фармпрепараты, так и физиотерапия, в которой лазерные методы занимают далеко не последнее место. С нашей точкой зрения согласны и другие специалисты [Шиман А.Г. и др., 2014; Шостак Н.А., Правдюк Н.Г., 2012].

По данным зарубежных коллег, эффективность обезболивания после курса лазерной терапии может достигать при ревматоидном артрите 60–70%, при хронической мышечной боли и постгерпетической невралгии – 70–80% [Moore К.С., 2006]. На самом деле при правильном выборе методики положительный результат можно получить почти в 100% случаев, но для этого надо знать и выполнять основные правила применения методик лазерного управления болью, используя один-единственный вариант – ошибка чревата дискредитацией ЛТ. Приведём основные подходы.

1. Боль – понятие клинически и патогенетически сложное и неоднородное, соответственно, и методологические подходы к составлению лечебных схем (методик) лазерной терапии различаются исключительным разнообразием.
2. Необходимо изначально классифицировать болевой синдром как нейропатический (первичный) или ноцицептивный (вторичный). Это главное, что определяет методологию лазерной терапии и выбор тактики лечения в целом.
3. Требуется максимально активное использование комбинированных и сочетанных методик, включающих как различные методы лазерного воздействия, так и другие способы лечения (физиотерапевтические, ЛФК, фармакологические, хирургические и др.).
4. Среди методов лазерной терапии можно выделить *основные*: воздействие на ТП и очаги поражения, а также НЛОК или ВЛОК; и *дополнительные*: воздействие на иммунокомпетентные органы, паравертебрально и лазерная акупунктура.
5. Высокие, даже предельные мощности, иногда при минимальных площадях воздействия (для формирования высокой ПМ) гарантируют обезболивающий эффект во многих случаях, но далеко не всегда и ненадолго.
6. Импульсный низкоинтенсивный лазерный свет инфракрасного (904 нм) и красного (635 нм) диапазонов незаменим в программах обезболивания при местном воздействии непосредственно на очаг поражения, проекцию внутренних органов и ТП, а непрерывный (иногда модулированный) лазерный свет используется только для акупунктуры и ВЛОК.
7. Для импульсных терапевтических лазеров (чаще всего используются лазерные диоды с длительностью импульса 100–150 нс и импульсной мощностью от 10 до 100 Вт) средняя мощность пропорциональна частоте повторения импульсов. Максимальная мощность достигается при частоте 10 000 Гц, которая является предельно допустимой.

8. Минимальная частота при длительности светового импульса 100–150 нс и импульсной мощности от 10 до 100 Вт составляет 80 Гц – при меньшей средней мощности биологически значимых эффектов уже не наблюдается.
9. Существует 4 основных подхода к варьированию частоты для импульсных лазеров (что идентично изменению средней мощности для такого режима) с целью управления болью:
  - при местном воздействии на очаг поражения, иногда на ТП: первые 1–2 сеанса частота высокая (но не более 10 000 Гц), с последующим её снижением до минимального значения (80 Гц) при проведении оставшихся сеансов терапевтического курса, состоящего, как правило, из 10–12 ежедневных процедур;
  - при местном воздействии на очаг поражения: частота максимально высокая (10 000 Гц) в течение всего курса, как правило, в этих методиках используется и максимально большая плотность мощности НИЛИ;
  - при местном воздействии на очаг поражения: частота 80 Гц без вариаций с первой процедуры весь курс, иногда достаточно 2–3 процедур;
  - при воздействии на ТП и периферические нервные волокна: варьирование частотой в течение всего курса, от минимального уровня (80 Гц) до максимального значения (3000–10 000 Гц) и обратно.

Такой подход (изменение частоты для импульсных лазеров) идентичен варьированию мощности у непрерывных лазеров, однако динамический диапазон возможного изменения для них крайне мал, кроме того, непрерывный режим значительно менее эффективен, чем импульсный, если говорить о лазерной терапии. Изменение мощности от процедуры к процедуре, использование различных видов модуляции, в том числе многочастотной, частично решают проблему, но лучше и проще использовать импульсные лазеры.

## **Особенности суставно-мышечной боли. Фибромиалгия и миофасциальный болевой синдром**

Как было показано в предыдущей главе, всё существующее многообразие характеристик боли во многом связано с локализацией и причиной, её вызвавшей. Для управления болью, осознанного выбора соответствующих лекарственных средств и эффективных методик лечения, в частности, лазерной терапии, принципиально важно на основании патофизиологических механизмов различать два её варианта: нейропатическая (неспецифическая, первичная) и ноцицептивная (специфическая, вторичная) боль [Вейн А.М. и др., 1999; Кочетков А.В. и др., 2012].

Достаточно распространён такой вид боли, как мышечная, или суставно-мышечная, одним из ярких примеров которой является фибромиалгия (ФМ) – ревматическое заболевание неясной этиологии, характеризующееся генерализованной мышечной слабостью (ощущением усталости) и болезненностью при пальпации характерных участков тела, обозначаемых некоторыми авторами как *tender points* [Gür A. et al., 2002], другими – *trigger points* [Ge H.Y. et al., 2011].

По имеющимся данным, ФМ страдают до 5% пациентов общей практики, примерно 2–4% в общей популяции и до 15% в ревматологической практике во всех этнических группах и культурах. Может наблюдаться в любом возрасте, однако наиболее часто в периоде от 25 до 45 лет, оцениваемом как наиболее трудоспособный. Чаше заболевание начинается на третьем десятилетии жизни, а диагностируется, как правило, через 6–10 лет после дебюта, когда пациенты отмечают потерю работоспособности и выраженные клинические признаки. Заболеванию подвержены преимущественно женщины, соотношение женщин и мужчин колеблется в пределах 8–10 : 1 [Гоголева Е.Ф., 2001; Сулейманова Г.П. и др., 2011; Breivik H., 2006; Muller W., 1991].

Популяционные исследования выявили, что по профессиональной деятельности в группу риска входят офисные сотрудники (24%), работники здравоохранения (14%), работники сферы образования (13%), безработные (10%). По данным литературы, пациенты с ФМ связывают своё заболевание с длительной работой за компьютером и машинописью (37%), положением стоя в течение длительного времени (37%), положением сидя в течение длительного времени (27%), постоянными стрессами (21%), с выраженными физическими нагрузками (19%), с постоянно повторяющимися монотонными движениями (18%) [Вейн А.М. и др., 1999; Сулейманова Г.П., 2005; Blotman F., Branco J., 2007; Muller W., 1991].

Другими факторами, способными провоцировать начало болезни, являются высокая влажность, низкое барометрическое давление, хирургическое вмешательство, травмы шеи (40%) и поясничного отдела позвоночника (19–31%) [Сулейманова Г.П. и др., 2011; Табеева Г.Р. и др., 2000].

Считается, что единственным специфическим феноменом ФМ является наличие ТП, изначально для которой использовался термин *tender points* [Freundlich V. et al., 1990], а *trigger points* для миофасциального болевого синдрома (МФБС) [Travell J.G., Simons D.G., 1983], подчёркивая при этом различия как патогенеза самих заболеваний, так и в локальных болезненных областях [Москвин С.В., 2016; Bennett R.M., Goldenberg D.L., 2011]. Однако в настоящее время подход изменился, такого принципиального разделения уже нет.

Наличие характерной болезненности в определённых зонах (точках) на теле больных ФМ было замечено достаточно давно, а в 1972 г. Н. Smythe этот факт предложил использовать в качестве основного критерия диагностики заболевания, хотя сами больные могут вообще не знать о таких особенностях. В последующем на важность выявления специфических чувствительных точек в диагностике ФМ указывали многие авторы. ТП имеют характерные особенности: чтобы вызвать боль, достаточно лёгкого усилия; при пальпации можно получить ту же боль, которая у больных возникает спонтанно; болевые точки расположены строго в определённых местах, т. е. имеется специфическая карта их расположения [Вейн А.М. и др., 1999], на рис. 15 представлены основные их них:

- затылочная область – место прикрепления *m. suboccipitalis*;
- область шеи – передние отделы пространств между поперечными отростками на уровне  $C_V$  и  $C_{VII}$ ;
- трапецевидная мышца – середина верхнего края *m. trapezius*;

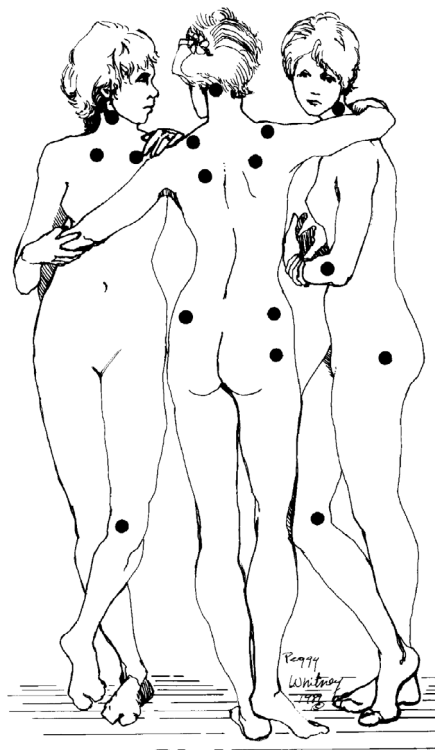


Рис. 15. Основные ТП, характерные для фибромиалгии

- надостная мышца – место начала *m. supraspinatus*;
- грудинно-рёберное сочленение на уровне второго ребра;
- латеральный надмыщелок плеча – 2 см дистальнее;
- ягодичная область – верхний наружный квадрант ягодичы по переднему краю мышцы;
- в медиальной жировой подушке в области коленного сустава.

Максимальное количество ТП неизвестно, но у женщин их больше в несколько раз, а болевые пороги у них ниже по сравнению с мужчинами, причём у больных ФМ отмечаются более низкие болевые пороги не только в зонах ТП, но и вне их. Количество ТП и болевые ощущения коррелируют с выраженностью основных клинических симптомов [Вейн А.М. и др., 1999].

В последние годы ситуация принципиально изменилась, большинство специалистов склоняются к тому, что «точки», определяемые при МФБС, практически невозможно клинически или патофизиологически отличить от характерных для ФМ, а сами заболевания представляют собой стадии единого процесса формирования хронической мышечной боли [Малыхин М.Ю., Василенко А.М., 2017]. Поэтому логично объединить два варианта точек и кратко называть их «ТП», тем более что начальные буквы словосочетаний одинаковы.

Действительно, имеются различия в клинических проявлениях ФМ и МФБС, основные из которых гендерные, в распространённости и локализации, однако наблюдения за этими больными демонстрируют общность большинства клинических проявлений. В этом смысле понятие ФМ, по-видимому, шире и включает в себя также множество алгических, психических, вегетативных и других проявлений [Вейн А.М. и др., 1999].

В пользу такой оценки клинической картины говорит и факт соответствия многих точек акупунктуры (ТА) зонам болезненности, характерным как для ФМ, так и для МФБС. Согласно некоторым исследованиям, имеется устойчивая корреляция между местоположением на теле ТП и классических ТА: 238 из 255 ТП (93,3%) имеют анатомическую связь с ТА, включая 79,5% с аналогичными болевыми симптомами. При этом ТП рассматриваются как окружность радиусом около 2 см, а не точка в прямом значении этого слова [Dorsher P.T., 2006, 2009; Dorsher P.T., Fleckenstein J., 2008].

Сами ТП до сих пор вызывают активные споры в разных аспектах. Можно ли повторяемо их определять, имеют ли они объективные критерии оценки, такие, например, как спонтанная электромиографическая активность или специфическое воспаление, можно ли их визуализировать с помощью ультразвуковых методик? Является ли фибромиалгия синдромом множественных ТП или это очаговая мышечная боль с проявлением центрального возбуждения? Мнения на этот счёт высказываются прямо противоположные [Bennett R.M., Goldenberg D.L., 2011].

На наш взгляд, самое главное заключается в том, что ТП (*tender points* или *trigger points*) – это результат неспецифической ответной реакции центральной нервной системы (ЦНС) в её взаимодействии с вегетативной нервной системой (ВНС), проявляющийся как при ФМ, так и при МФБС, т. е. боль, возникающая в ТП – нейропатическая (неспецифическая, первичная), чем обусловлен рекомендуемый комплексный подход к решению проблемы управления болевым синдромом при ФМ.

Иногда достаточно характерные ТП ошибочно ассоциируют с любой локальной болезненной зоной (БЗ), когда боль вызвана патологическим процессом (травма, воспаление и пр.) и имеет ноцицептивную природу. Патофизиологические различия причин возникновения боли двух типов обуславливают и принципиально разные подходы к управлению ею. С другой стороны, выявлять их достаточно сложно, поскольку нет достоверных объективных методов дифференцировки, и вероятно, имеет место смешение механизмов возникновения боли. Это создаёт дополнительные сложности, в том числе в правильной интерпретации и систематизации научных данных.

Ведущим для понимания сущности ФМ остаётся, собственно, вопрос о природе болевого синдрома. При этом обсуждаются механизмы как ноцицептивной боли с наличием рецепторной недостаточности, так и нейропатической боли, в основе которой лежит концепция центральной сенситизации как отражение нарушений физиологического процесса, следствием которого является снижение толерантности к боли и гипералгезия [Yunus M., 1992].

Д.Г. Симоне с соавт. (2005) обращают внимание на то, что примерно у половины наблюдаемых ими больных с хронической миофасциальной болью отмечался

недостаток в организме витаминов (особенно В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, С и фолиевой кислоты) и микроэлементов (кальция, калия, железа и магния). Но вероятнее всего, это вторичный результат развития заболевания, а не его причина.

Учитывая данные многочисленных исследований, привлекательно выглядит гипотеза патогенеза заболевания, которая связывает нейрохимический дисбаланс с нарушением болевой рецепции. Она базируется на полученных в последние годы данных о снижении уровня серотонина в периферических и, вероятно, центральных структурах нервной системы больных фибромиалгией. Аналогичные результаты получены при схожих с фибромиалгией состояниях – мигрени, синдроме раздражённого кишечника, психических расстройствах. Серотонин играет важную роль в процессе глубокого сна, центральных и периферических механизмах боли. В пользу гипотезы о центральном дефиците серотонина могут служить данные о снижении транспортировки его предшественника – триптофана и снижении его метаболита 5-гидроксииндолуксусной кислоты в плазме крови больных фибромиалгией [Сулейманова Г.П. и др., 2011; Табеева Г.Р. и др., 2000; Bennett R.M., 2004; Blotman F., Branco J., 2007].

Обсуждается роль различных нейротрансмиттеров и нейромедиаторов в патогенезе ФМ, одновременно участвующих как в механизмах модуляции боли, так и в регуляции сна (норадреналина, дофамина, гистамина, ГАМК и др.) [Russel I.J., 1996]. Эти же нейромедиаторы рассматриваются и в случае депрессии, т. е. данные патологические состояния можно рассматривать как результат взаимодействия комплекса нейрохимических факторов, возможно, имеющего предрасположенный характер. Идея «мультихимической гиперчувствительности» при ФМ объясняет высокую восприимчивость к экзогенным и эндогенным факторам, а также интолерантность к фармакологическим препаратам, особенно при высоких дозах. С таких позиций становится объяснимым факт высокой коморбидности ФМ с целым рядом клинических феноменов.

Связь с депрессией и стрессом позволяет предположить психосоматический характер заболевания и выдвинуть концепцию «психогенного ревматизма» [Muller W., 1991]. Имеются сообщения о том, что неадекватная реакция преодоления стресса повышает латентную готовность соединительной ткани к воспалительному процессу, вследствие чего создаются благоприятные условия для аутоаллергических и аутоиммунных процессов, присущих хроническим заболеваниям. Поэтому неадаптивные модели поведения, связанные с фрустрацией, способствуют развитию феномена нейрогенного воспаления. Подразумевается, что при стрессе в области вегетативно-чувствительных аксонов, оканчивающихся в основном веществе соединительной ткани, высвобождаются медиаторы воспаления. Возникший очаг воспаления ремоделируется фибробластами с помощью коллагена типа I. Коллагеновые манжеты вокруг терминальных вегетативно-чувствительных аксонов, которые можно наблюдать только на ультраструктурном уровне, поставляют поражённым аксонам информацию, которую мозг расшифровывает как боль. Образующаяся позитивная обратная связь способствует появлению коллагеновых манжет у соседних аксонов. Распространение этого процесса приводит к ФМ, которая анамнестически всегда связана с непреодоленными стрессовыми реакциями [Гоголева Е.Ф., 2001].



Есть и другая точка зрения: заболевание рассматривается как вариант соматизированной депрессии. Обращает на себя внимание общность таких клинических симптомов фибромиалгии и депрессии, как нарушение сна, тревожные расстройства, головные боли напряжения, утомляемость, синдром раздражённого кишечника и очевидная терапевтическая роль трициклических антидепрессантов при всех этих состояниях, что, по мнению некоторых авторов, может служить доказательством в пользу наличия общей биохимической основы этих состояний. Однако дозы антидепрессантов у больных с фибромиалгией значительно ниже, а ответная реакция гораздо более быстрая, чем у пациентов с депрессией, в то же время имеются данные об отсутствии психопатических расстройств у больных в первые 6 месяцев развития заболевания, тогда как при давности болезни более 2 лет они выявились более чем у 2/3 пациентов [Сулейманова Г.П. и др., 2011; Табеева Г.Р. и др., 2000]. Таким образом, в литературе не существует однозначного взгляда на депрессию, является ли она причиной или следствием фибромиалгии.

В ряде сообщений приводятся данные о высокой электроэнцефалографической альфа-активности в процессе глубокого сна у пациентов с симптомами фибромиалгии. Дезинтеграция дельта-волнового сна частыми вторжениями альфа-активности существенно сокращает продолжительность IV стадии сна, который отвечает за спокойный, освежающий и восстанавливающий силы сон [Табеева Г.Р. и др., 2000; Blotman F., Branco J., 2007; Muller W., 1991].

Показано значительное снижение у больных фибромиалгией уровня соматомедина С в плазме по сравнению со здоровыми лицами [Bennett R.M., 2004]. Соматомедин С продуцируется печенью в ответ на пульсирующую секрецию гормона роста, является основным медиатором его анаболического действия и оказывает значительное влияние на мышечный гомеостаз. Стимуляция его продукции путём экзогенного введения гормона роста эффективно воздействовала на мышечную массу и функцию мышц у лиц среднего и пожилого возраста. Приблизительно 80% гормона роста продуцируется в IV стадии сна. Его секреция может быть нарушена у пациентов с альфа-дельта-аномалией сна. Возможно, что глубокий сон полезен как важная физическая восстановительная функция, предположительно модулированная соматостатином, который выделяется почти исключительно в процессе IV стадии сна. Аналогичного мнения придерживаются Н. Moldofsky с соавт. (1975), которые смогли вызвать симптомы фибромиалгии у здоровых добровольцев лишением их глубокого сна (за исключением лиц, которые занимались физическими упражнениями) [Сулейманова Г.П. и др., 2011].

Интересна мысль о том, что нарушенный сон может влиять на работу нейроэндокринной системы. Описано достоверное снижение секреции гормонов щитовидной железы в ответ на внутривенное введение тиреотропиносвобождающего гормона с увеличением секреции пролактина по сравнению с контролем, что, по мнению авторов, свидетельствует о развитии гипотиреоза при фибромиалгии [Neeck G., Riedel W., 1992].

По данным зарубежных авторов, частота встречаемости основных клинических симптомов у пациентов с фибромиалгией представлена следующим образом: широко распространённая боль – 97,6% случаев; чувствительность в ТП – 90,1%;

усталость – 81,4%; утренняя скованность – 77,0%; нарушение сна – 74,6%; парестезии – 62,8%; головная боль – 52,8%; тревожность – 47,8%; дисменорея в анамнезе – 40,6%; «сухие» симптомы – 35,8% [Neeck G., Riedel W., 1992]. Среди других функциональных болевых синдромов, специфичных для фибромиалгии, прежде всего выделяют мигрень (22%), кардиалгии (17%) и абдомиалгии (12%) [Сулейманова Г.П. и др., 2011].

Нарушение сна у больных фибромиалгией рядом исследователей рассматривается как один из облигатных признаков, который проявляется затрудненным процессом засыпания, прерывистым сном, отсутствием чувства восстановления после сна, а также усилением имеющихся симптомов после периода бессонницы. Нарушение сна в 75% случаев сочетается с болью, астенией и утренней скованностью, раздражительностью, высоким уровнем тревожности, инертностью [Blotman F., Branco J., 2007].

В диагностические критерии ФМ не включают психовегетативные и психологические расстройства, тем не менее их распространённость при фибромиалгии остаётся высокой [Blotman F., Branco J., 2007], 2/3 пациентов с фибромиалгией страдают различными психологическими нарушениями [Грехов Р.А. и др., 2009; Сулейманова Г.П. и др., 2011; Гоголева Е.Ф., 2001; Abeles A.M. et al., 2007], выявляют панические атаки (59%), гипервентиляционный синдром (56%), синдром раздражённого кишечника (53%), нарушения сердечного ритма (42%), дисменорею (40,6%), синдром Рейно (12,8%), синкопальные состояния (21%), синдром раздражённого мочевого пузыря (14%) [Сулейманова Г.П. и др., 2011].

Личностные расстройства диагностируются при данном заболевании в 63,8% случаев, депрессивные нарушения – в 80% (при 12% в популяции), тревожные – в 63,8% (в популяции – 16%) [Грехов Р.А. и др., 2009; Табеева Г.Р. и др., 2000; Blotman F., Branco J., 2007]. Есть мнение, что астеноневротический синдром является одним из ведущих в клинической картине фибромиалгии, а различные проявления этого синдрома наблюдаются практически у каждого больного [Сулейманова Г.П. и др., 2011].

Многие психологические феномены фибромиалгии являются последствием хронической боли. Примечателен тот факт, что по мере усиления боли психологические факторы становятся ведущими в клинической картине фибромиалгии, что, в свою очередь, способствует генерализации процесса [Сулейманова Г.П. и др., 2011]. В итоге формируется так называемый порочный круг, разорвать который можно лишь постепенно снижая уровень боли и её зависимость от влияния внешних факторов.

Неврологические жалобы разнообразны и могут меняться. Это трудности концентрации, потеря ориентации, головокружение и нарушение равновесия, некоторое нарушение зрительного восприятия. Американские пациенты называют эти симптомы «фибромиалгийный туман» (*fibro fog*). Может развиваться неврологическое расстройство, известное как «синдром беспокойных ног» (*RLS – restless legs syndrome*), когда у пациента имеется непреодолимое желание изменить положение ног, особенно если пациент лежит (более 30%). Наблюдаются также периодические движения конечностей во сне (*PLMS – periodic limb movements*

during sleep). Характерны парестезии – снижение чувствительности, особенно в конечностях, ощущение жжения и покалывания. Возможна гиперчувствительность к свету, шуму, запахам. Некоторые пациенты жалуются на повышенную чувствительность конечностей к холоду (феномен Рейно) [Сулейманова Г.П. и др., 2010].

М.В. Yunus (2015), автор одних из первых критериев диагностики ФМ, разработал концепцию синдрома спектра нарушения регуляции (*DSS – Dysregulation Spectrum Syndrome*). Это множество сходных состояний, которые имеют общие клинические характеристики и похожие патофизиологические механизмы. Помимо фибромиалгии в это семейство включается ещё 8 состояний: синдром хронической усталости (*CFS – chronic fatigue syndrome*), синдром раздражённого кишечника (*IBS – irritable bowel syndrome*), головные боли при мигрени, первичная дисменорея, синдром PLMS (*periodic limb movements during sleep*), синдром беспокойных ног (*RLS*), синдром боли в височно-нижнечелюстном суставе и синдром миофасциальной боли.

Считается, что члены семейства DSS имеют следующие общие характеристики: 1) встречаются в тех же самых популяционных группах; 2) имеют общие признаки (боль, усталость, нарушения сна, чаще встречаются у женщин и т. д.); 3) наблюдается повышенная чувствительность к боли (аллодиния); 4) патология в классическом медицинском смысле не обнаруживается (воспаление, повреждение тканей и т. д.); 5) имеют одинаковую распространённость психологических жалоб (беспокойство, депрессия, стресс); 6) вероятно, имеют генетическую основу; 7) могут быть объяснены на основании дисфункции нейроэндокринной системы (нарушение уровней нейромедиаторов и гормонов различных эндокринных желёз); 8) пациенты с этими болезнями получают пользу от системной терапии [Сулейманова Г.П. и др., 2011; Yunus M.B., 2015].

В российской специализированной медицинской литературе состояния, характерные для ФМ, ранее также обозначали терминами «локальный мышечный гипертонус», «нейроостеофиброз», «МФБС» и др. В настоящее время установлено, что возникновение ФМ напрямую не связано с дегенеративными заболеваниями позвоночника (дорсопатиями), однако может формироваться и на их фоне, осложняя течение болезни [Кочетков А.В. и др., 2012]. Тем не менее участие спинного мозга в формировании характерных ТП соответствующей локализации несомненно.

Значительный интерес представляет модель формирования МФБС, ассоциированного с дорсопатией, предложенная А.А. Лиевым с соавт. (1996), согласно которой продолжительная ноцицептивная импульсация от миофасциальных структур приводит к сенситизации специфических ноцицептивных нейронов задних рогов спинного мозга. Вследствие этих изменений ноцицептивный поток к супраспинальным структурам значительно увеличивается, что приводит к увеличению возбудимости супраспинальных нейронов, например, гигантоклеточного ядра ретикулярной формации, и облегчению ноцицептивной передачи [Лиев А.А. и др., 2009]. Центральные нейропластические изменения могут также воздействовать на моторные нейроны как на супраспинальном уровне, так и на

сегментарном, приводя к увеличению как мышечной активности, так и мышечного напряжения.

Исходя из такого представления о механизмах формирования МФБС, одним из основных принципов его купирования является подавление импульсной активности болевых проводников на периферии, гиперактивности ноцицептивных нейронов и образуемых ими генераторов патологически усиленного возбуждения на сегментарном и супрасегментарном уровнях, что реализуется через воздействие на ТП, наилучшим вариантом которого является именно лазерное освечивание.

В патологический процесс при ФМ может вовлекаться любая мышца или группа мышц. Болевой синдром отличается значительной распространённостью ввиду разнообразия вызывающих его развитие факторов, в том числе и таких, как аномалии костно-мышечного скелета, позное перенапряжение мышц в нефизиологических положениях, непосредственное сдавление мышц, стрессовые ситуации и болезни внутренних органов и суставов. В принципе, почти любая соматическая патология может сопровождаться неспецифическим болевым синдромом, характерным для ФМ, что позволяет достаточно часто рассматривать заболевание в качестве неспецифического феномена, сопровождающего разнообразные патологические и пограничные им состояния [Bennett R.M., Jacobsen S., 1994].

Участие ноцицептивных периферических афферентных нервных волокон в патогенезе как ФМ, так и МФБС подтверждается увеличением содержания в мышечной ткани субстанции P [De Stefano R. et al., 2000].

Исследования демонстрируют многочисленные и разносторонние изменения в мышечной ткани, от нарушения микроциркуляции и гипоксии до гистофизиологических нарушений, которые на начальном этапе представляют собой мукоидное набухание (миксоматозный отёк-набухание основного вещества и коллагеновых волокон), переходящее со временем в фибриноидные изменения (состава изоформ сократительных и регуляторных белков мышечной ткани с образованием аутоантигенов) [Bennett R.M., 1995; Bennett R.M., Jacobsen S., 1994]. Такая последовательность гистохимической эволюции позволяет объяснить:

- многочисленные клинические наблюдения, свидетельствующие о том, что триггерный пункт первоначально проявляется в виде нервно-мышечной дисфункции и только при дальнейшем развитии патологического процесса может привести к дистрофическим изменениям;
- неоднозначность сведений о структуре ТП, подвергавшихся гистологическому исследованию разными авторами.

Однако, несмотря на проведение углублённых исследований в этой области, диагностика заболевания по-прежнему затруднена, поскольку врачу приходится ориентироваться на анамнестические и клинические данные пациентов, а большинство общепринятых лабораторных, иммунологических и биохимических тестов не имеют существенного диагностического значения. Единственным доказанным на сегодняшний день лабораторным методом диагностики является снижение показателей уровня серотонина в сыворотке крови больных фибромиалгией.

За длительный период наблюдений специалисты пришли к однозначному выводу, что лечение больных ФМ должно быть индивидуальным и требует целостного подхода; необходимо время, сопереживание и взаимодействие с другими специалистами. Обеспечение эффективного лечения таких пациентов часто является настоящей проверкой профессионализма врача [Bennett R., 2016].

Из-за отсутствия чётких представлений об этиологии и патогенезе фибромиалгии терапия носит симптоматический характер и направлена против ведущих симптомов: боли, усталости, нарушений сна и психических нарушений.

Одно несомненно: до начала лечения необходимо подтверждение диагноза. Многолетняя, подчас стёртая клиническая картина, недостаточное число эпидемиологических исследований, недостаточная осведомлённость врачей о данном синдроме приводят к тому, что пациенты ходят от врача к врачу. Комментарии типа: «У Вас ничего нет», «Вы ипохондрик», «Вы симулируете», «Это истерия» хорошо известны больным фибромиалгией [Blotman F. et al., 2005; Nettleton S. et al., 2005; Rooks D.S., 2007].

Кроме того, постепенное начало заболевания с медленным нарастанием болевого синдрома и утомляемости в течение многих лет приводят к поздней обращаемости за медицинской помощью и задержке назначения лечения.

Лечение, как и диагностика, представляет собой сложную задачу. Начинать необходимо с объяснения, что это заболевание не опасно для жизни, и разъяснения возможности улучшения, установления доверительных отношений между больным и доктором; больным даются рекомендации по режиму и поведению; по возможности устраняются провоцирующие заболевание факторы. Фибромиалгия является хроническим заболеванием с упорным рецидивирующим течением, и активное участие больного в процессе лечения, строгое соблюдение всех врачебных рекомендаций может привести к значительному уменьшению страданий пациента [Грехов Р.А. и др., 2009].

Представленные выше факты позволяют нам с полной уверенностью рассматривать возникновение фибромиалгии и ТП в качестве ответной реакции сегментарного аппарата ЦНС на фиксацию «локального» НДГ в одном из нейродинамических состояний. Являясь компенсаторно-приспособительной реакцией на первоначальном этапе, этот сдвиг в конечном итоге приобретает черты патологического (поддерживающего фиксацию дисбаланса НДГ) процесса в дальнейшем (подробнее про эти процессы – в главе «Первичный и вторичные механизмы...»). Отсюда очевидно, что не может быть методологически единого подхода к лечению больных с болевым синдромом данной этиологии. Дополнительный смысл приобретает также представление о том, что ЦНС в той или иной степени участвует в патогенезе любой боли, описываемый как феномен центральной сенситизации [Данилов А.Б., Курганова Ю.М., 2012; Woolf C.J., 1983].

Подходы к лечению больных ФМ должны быть строго индивидуальны. Требуется квалифицированная клиническая оценка основных симптомов: психических расстройств, выраженности болевого синдрома, наличия чувствительных точек и др. Целесообразно применение всего комплекса лечебных мероприятий, направленных на разные звенья патогенеза заболевания. Поскольку ведущим симпто-

мом заболевания является диффузная и локальная боль, интенсивность которой может достигать такого уровня, что пациенты иногда подвергаются различным и подчас неоднократным оперативным вмешательствам, основное внимание клиницистов направлено на поиск анальгезирующих методов лечения. Однако ни один из известных ныне препаратов не снимает полностью боль и другие клинические проявления фибромиалгии [Сулейманова Г.П. и др., 2011]. Кроме того, длительный приём анальгетиков, седативных препаратов и нестероидных противовоспалительных средств (НПВС) приводит к развитию побочных эффектов, усугубляющих тяжесть состояния больных [Бочкова И.А., 1998].

С учётом патогенетических аспектов фибромиалгии существенная роль в возникновении, развитии и поддержании её клинических проявлений отводится депрессии. Даже «мягкая» депрессия может существенно изменить функцию нейротрансмиттерных механизмов, воздействуя на сон и болевую перцепцию и обеспечивая условия для возникновения фибромиалгии. С другой стороны, имеющие место при ФМ хроническая боль и длительное отсутствие физической активности могут явиться причиной депрессии. Нелеченная депрессия поддерживает и усугубляет общую симптоматику фибромиалгии, поэтому применение антидепрессантов оправдано в обоих случаях [Табеева Г.Р. и др., 2000].

Положительным моментом является анальгезирующий эффект антидепрессантов, который был замечен и использовался с самого начала их применения в клинической практике. Позднее антидепрессанты стали применять для лечения хронической боли, а их позитивный эффект оценивается как «увеличение болевого порога», «деперсонализация боли», прерывание порочного круга «боль – депрессия – тревога – боль» [Сулейманова Г.П. и др., 2011; Табеева Г.Р. и др., 2000].

Существуют следующие подгруппы антидепрессантов: ингибиторы МАО и моно-, би-, три- и тетрациклические антидепрессанты. Установлено, что применяющиеся в настоящее время антидепрессанты оказывают своё действие, повышая влияние медиатора на рецептор и усиливая таким образом постсинаптический ответ двумя путями: ингибиторы МАО инактивируют фермент, который вызывает дезаминирование и инактивацию моноаминов, а трициклические антидепрессанты блокируют «обратный захват» нейромедиаторных моноаминов пресинаптическими нервными окончаниями, в результате чего происходит их накопление в синаптической щели и активация синаптической передачи.

Большое значение придают активации серотонинергической передачи. Трициклические антидепрессанты ингибируют одновременно нейрональный захват разных нейромедиаторных аминов (норадреналин, дофамин, серотонин). Вместе с тем имеется группа антидепрессантов, которые относительно избирательно ингибируют захват различных моноаминов (флуоксетин, флувоксамин, пароксетин, сертралин).

Эффективность антидепрессантов в лечении больных ФМ с такими клиническими проявлениями, как болевой синдром, утомляемость, нарушения сна, психовегетативные расстройства, подтверждена рядом контролируемых исследований [Сулейманова Г.П. и др., 2011], данные которых достаточно убедительно свидетельствуют о необходимости назначения меньших доз антидепрессантов

для получения терапевтического эффекта у больных с ФМ, чем при депрессии, а более стойкий терапевтический эффект отмечен при условии их длительного постоянного приёма.

Эффективность трициклических антидепрессантов отмечена также при их сочетании с мышечными релаксантами, которые обладают активностью и в отношении болевых синдромов другой локализации (например, болей в спине, головных болей напряжения), часто сопутствующих фибромиалгии.

Бензодиазепиновые производные не получили широкого применения в лечении фибромиалгии по ряду причин: они усугубляют нарушение IV стадии сна, оказывают нежелательные побочные эффекты в виде сонливости, депрессии, нарушение координации, памяти, мышечной слабости, формирование зависимости.

Назначение нестероидных противовоспалительных средств (НПВС) при фибромиалгии в настоящее время сводится к локальной терапии НПВС в виде мазей, гелей, а также локальных инъекций в комбинации с анестетиками, в частности с лидокаином.

Снятие боли позволяет перейти к реализации общей мобилизационной и оздоровительной программ. Большое внимание при комплексном лечении фибромиалгии уделяется немедикаментозным методам (электротерапия, ультразвуковая терапия, транскутанная нейростимуляция, акупунктура, магнитотерапия, лазерная терапия и др.), которые порой оказываются более результативными, чем медикаментозная терапия [Gur A., 2006].

Достаточно трудно убедить пациентов включить в свой комплекс лечения физические упражнения, поскольку они испытывают усталость и боль. Как показывают исследования, аэробные упражнения с небольшой нагрузкой играют очень важную роль в комплексном лечении. В то же время чрезмерно интенсивные упражнения или упражнения неправильного типа могут обострить симптомы заболевания. Достоверно доказано увеличение длительности глубокого сна у пациентов, выполняющих их регулярно. Отмечена высокая эффективность методик, направленных на расслабление, растяжение и размягчение мышц [Сулейманова Г.П. и др., 2011; Da Costa D. et al., 2005; Gusi N. et al., 2006].

Использование криотерапии в лечении фибромиалгии способствует релаксации мышечных волокон, при этом отмечен модулирующий эффект на иммунную систему организма [Bettoni L. et al., 2013]. Улучшение микроциркуляции оказывает влияние на медиаторы боли, уменьшая боль, в результате чего улучшается сон, устраняются вегетативные и функциональные расстройства [Сулейманова Г.П. и др., 2011].

Особая роль отводится диете. У большинства пациентов с фибромиалгией отмечается плохая переносимость алкоголя, зерновых и некоторых других продуктов. Улучшение общего самочувствия наблюдается при использовании низкокалорийной диеты (главным образом без жиров), продуктов, обогащённых магнием и кальцием, ввиду возможной роли этих элементов в патогенезе заболевания [Сулейманова Г.П. и др., 2011].

Целесообразно включать массаж в комплекс лечебных мер, под влиянием которого улучшается обмен в тканях, повышается секреторная активность органов.

Массаж способствует образованию биологически активных веществ (гистамин, катехоламин, серотонин), которые стимулируют кровообращение в тканях, что ведёт к увеличению потребления кислорода, кроме того, снимает явление мышечного спазма, способствуя нормализации метаболизма в мышцах [Chinn S. et al., 2016].

Хорошее терапевтическое лечение оказывает использование бальнеотерапии у больных фибромиалгией. Минеральные воды, весьма разнообразные по физико-химическому составу и свойствам, воздействуют на кожу и мышечную систему. Гидротерапия при фибромиалгии приводит к релаксации и обладает седативным эффектом [Gusi N. et al., 2006].

Очень важное значение приобретает программа поддержки и информирования больных фибромиалгией [Грехов Р.А. и др., 2009; Сулейманова Г.П. и др., 2011]. Пациентов необходимо активно вовлекать в процесс терапии и предоставить им, насколько это возможно, ясное понимание этого сложного заболевания. Необходимо уверить пациента в том, что фибромиалгия не является суставной патологией, не приводит к деформациям и не угрожает жизни, что это не психическое нарушение, более того – симптомы фибромиалгии часто встречаются. Возрастает роль врача, понимающего необходимость участия пациента в хорошей группе поддержки, которая может оказать значительную терапевтическую помощь с существенной редуцией симптомов заболевания в итоге.

Информирование, ободрение помогает провести пациентов через первые несколько недель лечения. С учётом вероятной неадекватности реакции больных на стресс значительно возрастает важность обучения пациентов эффективным программам совладания с заболеванием. Важно обсудить с пациентами вопросы относительно их жизненных установок, учитывая, что пациенты отличаются перфекционистской склонностью завершать намеченные ими дела независимо от того, каких физических усилий это им стоит. Необходимо научить пациентов соразмерять физическую активность, усилия по ведению домашнего хозяйства или занятия любимым делом со своими возможностями. Большое значение придается формированию позитивного отношения к болезни, ориентированию на своевременное посещение врача, выполнение лечебной программы, соблюдение режима сна и бодрствования [Сулейманова Г.П. и др., 2011].

«Резистентных» ко многим видам терапии пациентов желательно включать в программы лечения «хронической боли» с проведением когнитивно-бихевиоральной терапии [Грехов Р.А. и др., 2009; Сулейманова Г.П. и др., 2011; Табеева Г.Р. и др., 2000]. Доказана эффективность метода биологической обратной связи, который имеет целью обучить пациентов снимать мышечное напряжение, регулировать позы, структурировать движения для уменьшения испытываемой боли [Buckelew S.P. et al. 1998, Ferraccioli G. et al., 1987; Molina A. et al., 1987].

При выборе тактики лечения больных ФМ, в частности методов лазерной терапии, также необходимо изначально понимать, с каким вариантом заболевания приходится иметь дело – с *первичной* фибромиалгией, которая развивается в отсутствие травмы, ревматических и неревматических заболеваний (например, гипотиреоз), или *вторичной*, как результатом фоновой патологии.



## ЧАСТНЫЕ МЕТОДИКИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ БОЛЕВЫХ СИНДРОМАХ

Публикаций по теме, казалось бы, достаточно много, однако в большинстве работ, рассматривающих использование лазерной терапии в качестве основного метода лечения больных с различными болевыми синдромами, параметры методик далеки от эффективных, поэтому чаще всего результаты лечения не впечатляют. В-первую очередь, это касается зарубежных исследований. Следовательно, исключительно важен анализ различных методик и сделанных многими исследователями методических ошибок, а также выработка рекомендаций на основе имеющихся научных данных, правильного понимания механизмов БД НИЛИ и собственного клинического опыта. Особое место занимают фибромиалгия и МФБС, которым посвящена отдельная глава.

Существует одно принципиальное отличие в англоязычных и российских публикациях по тематике, о чём обязательно надо знать. Если в иностранных исследованиях боль является приоритетом, основным маркером результатов лечения, а само слово (*pain* или *pain management*) в большинстве случаев выносится в название статьи, то в российских работах больше внимание уделяется объективным методом контроля (биохимические и аппаратные диагностические), а такие клинические оценки, как «уменьшение боли», «увеличение подвижности сустава» и т. п. отодвигаются на второй план как само собой разумеющееся, естественный результат эффективного лечения. Соответственно, чаще всего боль не оценивается объективными методами, например, с использованием визуально-аналоговой шкалы (ВАШ), не входит в перечень ключевых слов и реферат статьи, поэтому достаточно сложно подобрать публикации для анализа с этой точки зрения.

Зато российские исследователи почти всегда нацелены на поиск способов повышения эффективности лечения, предлагая варианты оптимизации уже известных методик, а также свои оригинальные. В том числе поэтому сама методология лазерной терапии в России на порядок лучше, чем в других странах.

В табл. 21 приведены примеры лазерной терапии больных ФМ и при некоторых болевых синдромах для сравнения, не исключая те работы, в которых не был получен результат, с полным представлением методик и максимально точным указанием их параметров. Также сохранена аутентичная терминология при описании некоторых заболеваний, в первую очередь, речь идёт о ФМ и МФБС.

Изучение таблицы позволяет проанализировать допущенные ошибки, и читателям предлагается самостоятельно разобраться в весьма разнообразных методиках воздействия, в плюсах и минусах каждой, в причинах отсутствия эффекта, исходя из методологии лазерной терапии при управлении болью, представленной в предыдущей главе. В типовых обзорах обращается внимание в основном на достоверность полученных результатов, что исключительно важно, но нас в первую очередь интересует правильная методология лазерной терапии.

Таблица 21

**Лазерная терапия при болевых синдромах с воздействием на ТП и БЗ**

№ п/п	Особенности (локализация)	Методы исследования, результаты	Методика и локализация воздействия	Длина волны (нм), режим работы лазера	Мощность (длительность импульса*, нс)	Частота**, Гц	Экспозиция на одну зону, мин	Количество процедур	Источник
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Шейный отдел	Боль (ВАШ), чувствительность (альгометр), подвижность, мышечная напряжённость. Результат отсутствует	На 3 ТП и уплотнения трапециевидной мышцы билатерально	904 нм, импульсный	25, 50 или 4 ЛД по 27 Вт (не указана)	1000	2	10 ежедневных процедур в рабочие дни в течение 2 недель	Altan L. et al., 2005
2	По обеим сторонам тела, выше и ниже талии	Количество болезненных точек, утренняя скованность, опросник тяжести фибромиалгии (FIQ), вербальная шкала глобальной оценки пациентом благополучия, оценка общей миалгии. ЛТ эффективна, как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе	На 11–18 ТП и БЗ в шейном и грудном отделе позвоночника, переднем грудном отделе, пояснице	830 нм, непрерывный	50 мВт, 2 Дж, диаметр луча 1 мм	–	1	10 ежедневных процедур в рабочие дни в течение 2 недель	Armagan O. et al., 2006
3	МФБС	Боль (ВАШ), контроль 5-гидроксииндолуксусной кислоты и серотонин + 5-гидрокситриптофан в моче. Увеличивается уровень серотонина – важного медиатора подавления боли, ЛТ эффективна	На 4–5 ТП	904 нм	13,5 Вт (200) 1,44 Дж/см <sup>2</sup>	4000	3	10 ежедневных процедур	Seylan Y. et al., 2004
4	МФБС, в области лица	Жевательные показатели, порог болевой чувствительности к давлению, боль (ВАШ). ЛТ улучшает показатели жевательных мышц	На 5 ТП в передней височной и скулатурной мышцах: 4 ТП по краям (крестом) и 1 ТП в центре	808 нм, непрерывный	100 мВт	–	19 с	2 раза в неделю в течение 4 недель	de Moraes Maia M.L. et al., 2014

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	МФС в области ВНЧС	Боль (ВАШ). ЛТ и окклюзионная шина (капа) одинаково эффективны для уменьшения боли	На ТП в области ВНЧС (кол-во не указано), перпендикулярно поверхности кожи, сканируя	1064 нм, непрерывный	250 мВт, 8 Дж/см <sup>2</sup>	-	20 с	10 ежедневных процедур в рабочие дни в течение 2 недель	Demirkol N. et al., 2015
6	Шейный отдел, МФБС	Боль (ВАШ), растяжение шейного отдела, боковое сгибание и вращение (инклинометр и гониометр), индекс ограничения жизнедеятельности из-за боли в шее.  ЛТ не показала результата по сравнению с плацебо	На 3 ТП билатерально (всего 6 ТП)	830 нм, модулированный	450 мВт, 58 мВт/см <sup>2</sup>	1000	2	15 процедур в течение 3 недель	Dundar U. et al., 2007
7	ФМ	Клинический опросник ФМ, ВАШ.  ЛТ неэффективна в снижении боли	Использовались 6 частот на 7 анатомических зон (анальная область, подбрюшная, область, эпигастрий, грудь слева, вертикальная передняя область, петушиный гребень, область между теменем и макушкой). На расстоянии 1 см от кожи лазером очерчивали круг диаметром 10 см	905 нм, импульсный	1 Вт (70 нс)	A 292; B 594; C 1168; D 2336; E 4672; F 73; G 146	42, по 1 мин на каждой частоте	6 недель	Fernández García R. et al., 2011

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	ВНЧС	Максимальная сила прикуса, площадь окклюзионного контакта и окклюзионное давление. ЛТ эффективна в облегчении боли, но не обеспечивает физи-ческое улучшение	На ТП и БЗ (количество не указано), на расстоянии 2 мм	820 нм, не-прерывный	300 мВт	-	10 с	10 процедур 3 раза в не-делю	Gökçek-Röhlig B. et al., 2013
9	МФБС	Боль (ВАШ), подсчёт пальпире-мых мышечных спазмов и изме-рение алгезиметром. ЛТ не показала преимуществ	На ТП и БЗ (количество не указано)	830 нм, моду-лированный	450 мВт, 60 мВт/см <sup>2</sup>	1000	2	20 процедур в течение 4 недель	Gül K., Onal S.A., 2009
10	ФМ	Шкала Лайкерта при оценке ин-тенсивности боли, болезненности кожных складок, утренней скован-ности, нарушения сна, усталости и мышечных спазмов. ЛТ эффективна при ФМ	На 12–13 ТП	904 нм	20 Вт (200 нс)	2800	3	Ежедневные процедуры в рабо-чие дни в течение 2 недель	Gür A. et al., 2002
11	ФМ	Шкала Лайкерта при оценке ин-тенсивности боли, болезненности кожных складок, утренней скован-ности, нарушения сна, усталости и мышечных спазмов. Опросник тяжести фибромиалгии (FIQ) ЛТ эффективна как монометод, так и в виде дополнительного лечения	На 12–14 ТП	904 нм	20 Вт (200 нс)	2800	3	Ежедневные процедуры в рабо-чие дни в течение 2 недель	Gür A. et al., 2002 <sup>(1)</sup>

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Шейный отдел, хронический МФБС	Боль в покое, движении, количество ТП, ВАШ боли и инвалидности шеи, шкала оценки депрессий Бека и Ноттингемский профиль здоровья. ЛТ эффективна в облегчении боли, улучшении работоспособности и качества жизни больных с МФБС	На 2–8 ТП и БЗ	904 нм	20 Вт (200 нс)	2800	3	Ежедневные процедуры в рабочие дни в течение 2 недель	Gur A. et al., 2004
13	МФБС	Боль (ВАШ), альгометрия в ТП, разница в альгометрии, в термографии и тепловая асимметрия. ЛТ эффективна в облегчении боли	На 1 ТП на трапецевидной или поднимающей лопатку мышце	780 нм, непрерывный	10 мВт	–	3 мин 16 с	10 ежедневных процедур	Hakgüder A. et al., 2003
14	МФБС	Интенсивность боли (ВАШ, альгометрия), диапазон движения шем (гониометр), функциональная оценка (Ноттингемский профиль здоровья).	На 3 ТП в верхней трапецевидной мышце с двух сторон	633 нм, непрерывный	2 Дж	–	–	3 раза в неделю, 12 процедур	Ilbuldu E. et al., 2004
15	Жевательные мышцы, МФБС	Боль (ВАШ), вербальная шкала. Лазерная акупунктура может быть вариантом лечения, но из-за небольшого числа участников невозможно сделать однозначный вывод	Одновременно на точки акупунктуры с двух сторон ST6, SI18, SI3, LI4	690 нм, непрерывный	40 мВт	–	15 (?)	2 раза в неделю, всего 6 процедур в течение 3 недель	Katsoulis J. et al., 2010
16	МФБС области шеи, плеч и верхнего грудного отдела	Боль (ВАШ), опрос о побочных эффектах.	На 3 ТП, круговыми движениями	670 нм, модулированный	10 мВт, 1 и 5 Дж/см <sup>2</sup>	5000	100 с и 500 с	3 раза в первую неделю и 2 раза во вторую	Laakso L. et al., 1997
17		Отмечалось значительное уменьшение боли при 820 нм (1 и 5 Дж/см <sup>2</sup> ) и 670 нм (1 Дж/см <sup>2</sup> )		820 нм, модулированный	25 мВт, 1 и 5 Дж/см <sup>2</sup>		40 с и 200 с		

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	МФС, тенденции	Боль (ВАШ), измерительное устро- йство болевого порога. ЛТ эффективна	На 3 БЗ, над мышца- ми и местом прикрепления (мышцы)  Контактно, на 1–14 ТП и точки, соот- ветствующие корешковым нервам, связкам и сухожильным вставкам, синовильным мешочкам	904 нм, импульсный	10 Вт (180), 0,5 и 1 Дж/см <sup>2</sup>	4000	–	6 процедур в течение 3–4 недель	Logberg- Anders- son M. et al., 1997
19	ФМ	Спонтанная и вызванная боль (индекс Ричи), спонтанная и вызванная подвижность (арт- рогидрометр), другие признаки воспаления (клиническая оценка).  ЛТ эффективна примерно у 2/3 из 846 пациентов	904 нм, импульсный	54 Вт (200)	3000	1–10	10–15 про- цедур	Longo L. et al., 1997	
20			На рассто- янии 20 см, на весь участок анатомических и функциональ- ных поврежде- ний (2–7 зон)	10 600 нм, импульсный	100 Вт (200)	10 (первая половина) и 1000 Гц далее			
21	МФС	Болевой порог (альгометр), связанная с давлением боль (чис- ловая рейтинговая шкала), растя- жимость верхней трапецевидной мышцы и боковое сгибание шеи в сторону, противоположную по- ражённой мышце (гониометр).  ЛТ и ультразвуковая терапия (УЗТ) были более эффективны по сравнению с контрольной груп- пой, но не показали результата по сравнению с плацебо	На самую БЗ в области верх- ней трапеце- видной мышцы, контактно	904 нм, импульсный	90 Вт импуль- сная, 30 мВт средняя, 22,5 мВт/см <sup>2</sup> (200)	1953	10	5 раз в неделю в течение 2 недель	Manca A. et al., 2014

Продолжение табл. 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	ФМ	Боль (ВАШ), болевой порог (алгезиметр), опросник тяжести фибромиалгии (FIQ), опросник SF-36. ЛТ не показала преимуществ при добавлении к упражнениям на растяжку	На 18 ТП под прямым углом	830 нм, непрерывный	30 мВт средняя, 3 Дж/см <sup>2</sup>	-	-	10 процедур, 2 раза в неделю	Matsutani L.A. et al., 2007
23	ФМ	Опросник тяжести фибромиалгии (FIQ), физическая функциональная производительность (CS-RFP-тест). ЛТ эффективна в облегчении боли и увеличении диапазона движения верхней части тела	На 7 ТП	Двухволновой, 810 нм – 20%, 980 нм – 80%	10 Вт (!)	-	1	2 раза в неделю в течение 4 недель	Panton L. et al., 2013
24	ФМ	Опросник тяжести фибромиалгии (FIQ), боль (опросник Мак-Гилла и ВАШ). ЛТ эффективна в облегчении симптомов ФМ	На 18 ТП	670 нм, непрерывный	20 мВт	-	7 с	3 раза в неделю в течение 4 недель	Ruaro J.A. et al., 2014
25	МФБС в области ВНЧС	Боль (ВАШ). ЛТ эффективна в уменьшении боли	На БЗ в области жевательных мышц, контактно	660 нм, непрерывный	17,3 мВт	-	6	2 раза в неделю в течение 3 недель	Shirani A.M. et al., 2009
26				890 нм, импульсный	9,8 Вт (100 нс)	1500	10		
27	МФБС	Боль (ВАШ, вербальная шкала), измерительное устройство болевого порога, функциональное ограничение жизнедеятельности (напр., ручной динамометр), дневник пациента (запись о наличии боли). ЛТ эффективна в уменьшении боли	На ТП контактно (кол-во ТП не указано). 6–12 процедур; одна сторона освещивалась активным лазером, другая плацебо, потом обе стороны активным лазером	830 нм, непрерывный	120 мВт, 2,5–8 Дж	-	-	5 ежедневных процедур в неделю, при наступлении улучшения – 3 раза в неделю. Всего 6–24 процедуры	Simunovic Z., 1996

Окончание табл. 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	МФС, шейный отдел и плечевой пояс	Боль (ВАШ). ЛТ неэффективна в уменьшении боли	На ТП и БЗ (до 10), контактно под прямым углом	830 нм, непрерывный (часть пациентов) и модулированный (остальные)	30 мВт	-	1	6 процедур в течение 5 недель	Thorsen H. et al., 1991, 1992
29	ФМ	Боль (ВАШ), подвижность, опросник тяжести фибромиалгии (FIO). ЛТ и кинезотерапия равноэффективны	На 17 ТП на спине	850 нм, непрерывный	40 мВт, 2 Дж/см <sup>2</sup>	-	3	15 процедур, 5 раз в неделю в течение 3 недель	Vayvay E.S. et al., 2016
30	Боль в плече	Боль (ВАШ), подвижность. Значительное уменьшение боли и повышение порога болевой чувствительности	3 ТП в области дельтовидной мышцы и/или верхней части трапециевидной мышцы + ЛФК	904 нм, импульсный	27 Вт, площадь светового пятна 0,07 см <sup>2</sup>	1-1000	1,5	12 процедур через день, по 3 в неделю	Yamanu A.A., Salim S.E., 2011

Примечание. \* – для импульсных лазеров; \*\* – для импульсных лазеров или непрерывных, работающих в модулированном режиме.



Первое, на что стоит обратить внимание, это неопределённость в идентификации ТП и вообще болезненных зон (БЗ), чётком и однозначном их разделении, во многих работах эти понятия смешаны.

Если проанализировать публикации по теме, в том числе приведённые в табл. 21, то можно увидеть, что в подавляющем большинстве случаев используется лазерный свет именно в непрерывном режиме. В ряде случаев при таком варианте можно получить некоторый эффект, однако не очень выраженный, не пролонгированный и не всегда достоверный, хотя в таблице и приводятся данные положительных результатов. Попытки добиться повышения эффективности увеличением мощности или ПМ лазерного света не всегда имеют успех [Dundar U. et al., 2007; Gökçen-Röhlig B. et al., 2013].

Напоминаем, что при изменении частоты у импульсных лазеров пропорционально меняется средняя мощность, это активно используется для варьирования ЭП и позволяет повысить эффективность лазерного воздействия, для разных методик оптимальны различные частоты (средние мощности). С этой точки зрения показательна работа L. Altan (2005), в которой одинаковые режимы используются и для воздействия на ТП, и на БЗ, не связанные с ними, причём в обоих случаях частота 1000 Гц не является оптимальной. Правильно на ТП воздействовать НИЛИ с переменной частотой, начиная с 80 Гц (см. далее), при освещении БЗ допустимо использовать частоты выше 3000 Гц только первые 1–2 сеанса, затем снижать до 80 Гц на весь курс, или вообще не использовать частоты выше 80–150 Гц.

Как мы уже отмечали, в случае ФМ болевой синдром имеет свои особенности, чем обусловлено использование только комплексных методик лазерной терапии, когда задействуются различные методы воздействия, направленные на разные патогенетические звенья. Одним из примеров комплексного подхода является методика, в которой лазерное воздействие импульсным ИК НИЛИ (890 нм) проводится транскраниально, на ТП и ТА, причём осуществляется варьирование частотой повторения импульсов, что исключительно важно в данном случае [Пат. 2199357 RU]. Подробнее об этом в следующем разделе.

Ещё о частотах для импульсных лазеров. Первыми использовать переменную частоту импульсного ИК НИЛИ предложили А.А. Лиев с соавт. (1996). Суть методики заключается в постепенном увеличении частоты – с 80 Гц на первой процедуре до 3000 Гц на 7–8-й процедуре, затем постепенном снижении до 80 Гц к 15–16-й процедуре. Позднее методика была усовершенствована, увеличена предельная частота до 10 000 Гц (это позволяет реализовать лазерный терапевтический аппарат «Лазмик») [Москвин С.В., 2014, 2016]. Логичность такого подхода вполне понятна любому, кто знает основы нейрофизиологии боли и механизмы БД НИЛИ. Но параметры воздействия на специфические БЗ, напрямую связанные с очагом патологии, принципиально иные, и не всегда однозначные.

В методиках управления болью исключительно важна экспозиция. Большинство российских авторов рекомендует экспозицию от 20 до 60 с на один ТП, за одну процедуру не более 10–12 точек, на курс не менее 12–16 процедур [Бочкова И.А., 1998; Пат. 2199357 RU]. В табл. 21 мы видим достаточно широ-

кий диапазон экспозиций, используемых в разных исследованиях, что не всегда оправданно. При воздействии на специфические БЗ наиболее предпочтительна экспозиция 5 мин на 1 зону, возможно и 2 мин в случае множественной локализации и/или дополнительном использовании других методов лазерной терапии при проведении процедуры.

Поскольку общее время процедуры не может превышать 20 мин [Лазерная терапия..., 2015], то такая замена (5 мин на 2 мин) оправданна. Использование других экспозиций не допускается в большинстве случаев, хотя и есть некоторые исключения. Нарушение правила «процедура лазерной терапии не должна продолжаться более 20 мин» является причиной отсутствия результата в ряде исследований [Fernández García R. et al., 2011; Vayvay E.S. et al., 2016]. При управлении болью это особенно критично, поскольку максимальный отклик ЦНС и ВНС, в том числе и ноцицептивной системы, происходит именно через 20 мин от начала процедуры.

Ниже приведены *примеры* некоторых методик лазерного обезболивания, вопросы применения их или аналогов при других заболеваниях или патологических состояниях (цервикалгия, люмбаишиалгия, различные варианты головной боли, дисфункция ВНС, фантомные боли и др.) более полно раскрыты в соответствующих книгах, например, выходящих в серии «Эффективная лазерная терапия». Необходимо также понимать, что методология лазерной терапии постоянно развивается, а методики совершенствуются.

## Бытовой ожог, травма

Боль характеризуется наличием диффузного и устойчивого болевого раздражителя. В данном случае важны временные периоды ноцицептивной реакции, состоящие из ранней фазы интенсивного ответа, приблизительно от 3 до 5 мин, относительного уменьшения реакции (от 9 до 15 мин) и поздней фазы устойчивой ноцицептивной реакции, приблизительно от 20 до 30 мин [Zeredo J.L. et al., 2005].

Известно, что обезболивающее действие развивается в течение 10 мин от начала освечивания НИЛИ и длится около 20 мин [Zeredo J.L. et al., 2005]. Также показано, что лазерный свет блокирует деполяризацию ноцицептивных афферентов [Jimbo K. et al., 1998; Wakabayashi H. et al., 1993], однако одной процедуры недостаточно, чтобы подавить нервную проводимость в ранней фазе реакции [Zeredo J.L. et al., 2005].

С учётом вышесказанного становится понятно, что для достижения максимального и длительного обезболивающего эффекта освечивание необходимо проводить дважды. Первый раз – как можно быстрее после ожога или травмы, стабильно, дистантно, экспозиция 2 мин. Как правило, уже к окончанию процедуры происходит уменьшение боли почти до полной редукции. Повторное освечивание (экспозиция 2 мин) проводится через 10–15 мин после окончания первого сеанса. Временной промежуток между сеансами индивидуален и *определяется по субъективному ощущению нарастания боли*, возврату неприятных ощущений, в этот момент и необходимо начинать второй сеанс ЛТ.

**Методика местная (на очаг поражения), дистантная.** Наиболее оптимальна для данной методики матричная импульсная ИК-лазерная излучающая головка МЛ-904-80: длина волны 904 нм, мощность максимальная – 60–80 Вт, частота 80–150 Гц. С профилактической целью и для лучшего заживления раны необходимо провести дополнительно 2–3 ежедневные процедуры, экспозиция 2 мин стабильно, дистантно, на область травмы, параметры НИЛИ те же. Аппараты лазерные физиотерапевтические «Матрикс», «Лазмик», «Лазмик-ВЛОК» и др.

## Постгерпетическая невралгия

Постгерпетическая невралгия (ПГН) является осложнением герпетического ганглионита гассерова узла и возникает у 10% пациентов [Вейн А.М. и др., 1999]. Типичная нейропатическая боль обусловлена диффузным воспалением периферического нерва, ганглия заднего корешка и в некоторых случаях спинного мозга. На протяжении длительного времени после разрешения острой инфекции сохраняются симптомы хронического воспаления периферических нервов, неврологического дефицита в зоне иннервации заднего корешка, частичного разрушения аксонов и миелиновой оболочки поражённого нерва. Каким образом при этом возникают функциональные изменения, характерные для такого вида болей, неизвестно. В нескольких случаях было выявлено относительно выборочное разрушение крупных периферических нервов, в связи с чем высказывается предположение, что определённую роль в развитии ПГН играет угнетение периферических процессов торможения, осуществляемых этими волокнами.

В отношении параметров методики ЛТ мнения расходятся, часть авторов рекомендует светить непосредственно на очаг непрерывным ИК НИЛИ (длина волны 830 нм, мощность 60–150 мВт, концентрированно в точку, т. е. с максимальной плотностью мощности) [Kemmons O. et al., 1991; Moore K.C. et al., 2005<sup>(1)</sup>; Sasaki K. et al., 2010; Yamada H., Ogawa H., 1995], другие отдают предпочтение красному непрерывному НИЛИ (633 нм) [Iijima K. et al., 1991; Otsuka H. et al., 1995]. Не исключается и комбинированный вариант методики с применением двух типов лазеров [Kemmons O., 1998; Numazawa R. et al., 1996].

Н. Yamada и Н. Ogawa (1995) в ходе сравнительных исследований пришли к выводу, что для ИК НИЛИ (830 нм) необходимо выбирать мощность 150 мВт, при которой эффективность лечения намного выше, чем при 60 мВт. Т. Hashimoto с соавт. (1997) показали, что при 150 мВт интенсивность боли снижается быстрее, если воздействовать на звёздчатый узел (рис. 16).

Что касается красного спектра (635 нм), то использование маломощного непрерывного НИЛИ (10 мВт) нецелесообразно, нужна мощность не менее 40–50 мВт. Подразумевается только непрерывный режим работы и местное воздействие, стабильно, на очаг поражения.

Одна из методик, позволяющая получить выраженный анальгетический эффект не только у больных ПГН, но и с невралгией тройничного нерва, при радикулите и остеоартрите, – воздействие на кожу непрерывным НИЛИ (633 нм)

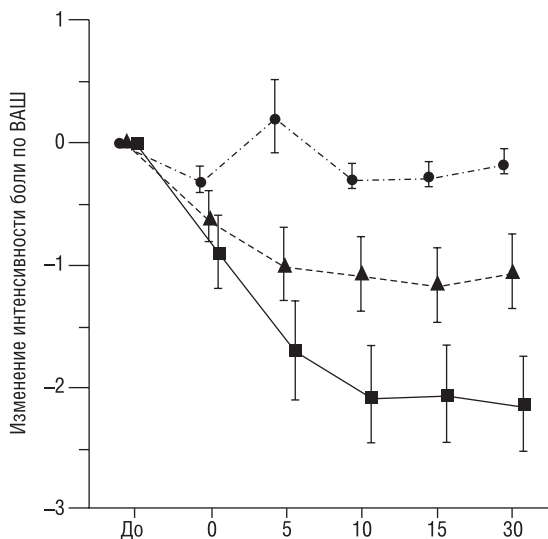


Рис. 16. Изменение интенсивности боли по ВАШ после воздействия непрерывным ИК НИЛИ (830 нм) мощностью 60 мВт (▲) и 150 мВт (■) относительно плацебо (●) (Hashimoto T. et al., 1997)

в проекциях наружных радиальных, медиальных и подкожных нервов, соответствующих локализации очагов поражения [Walker J., 1983].

При ПГН с лицевой локализацией рекомендуется дополнительное освечивание проекции звёздчатого узла ИК НИЛИ [Kemmons O., 1998; Murakami F. et al., 1993; Otsuka H. et al., 1992; Tamagawa S. et al., 1996].

К. Sasaki с соавт. (2010) отмечают, что эффективность ЛТ у больных ПГН выше в старшей возрастной группе (более 70 лет), а также у пациентов с длительностью заболевания до 4–6 мес. (87%) почти 2 раза выше, чем у болеющих более 3 лет (46%).

Наиболее перспективными, повторимся, являются именно *импульсные* лазеры, и не только они, например, высокоинтенсивный *импульсный* полихроматический (600–1200) свет (IPL). Показано, что выраженное обезболивание после такого освечивания (местно) наблюдается уже после первого сеанса с небольшой редукцией в дальнейшем [Awad S.S., El-Din W.H., 2008] (рис. 17). По нашему глубокому убеждению, именно импульсный режим обеспечивает в данном случае эффект. Воздействие непрерывным ИК НИЛИ (830 нм, 60 мВт, 15 с на одну зону или сканирующая методика) также в течение первых 3–4 процедур позволяет получить максимальное обезболивающее действие, стабилизирующееся в дальнейшем [Moore K.C. et al., 2005<sup>(1)</sup>; Numazawa R. et al., 1996] (рис. 18), т. е. результат не сильно отличается от полученного после использования даже некогерентного, зато импульсного источника света.

Есть все основания полагать, что эффективнее при ПГН будут не импульсный ИК (904 нм), а импульсный красный лазерный свет (длина волны 635 нм, дли-

тельность светового импульса 100–150 нс, мощность 5 Вт), но подтвердить это смогут лишь соответствующие сравнительные исследования. В любом случае частота для импульсных лазеров должна быть достаточно высокой, по крайней мере, в начале курса, первые 1–3 сеанса, или следует использовать вариант с постепенно меняющейся частотой от процедуры к процедуре.

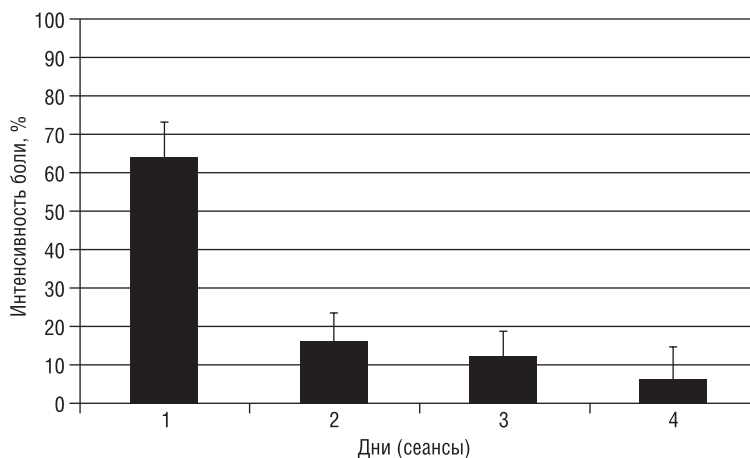


Рис. 17. Интенсивность боли в первые 4 дня после освечивания больных ПГН импульсным некогерентным полихроматичным светом (Awad S.S., El-Din W.H., 2008)

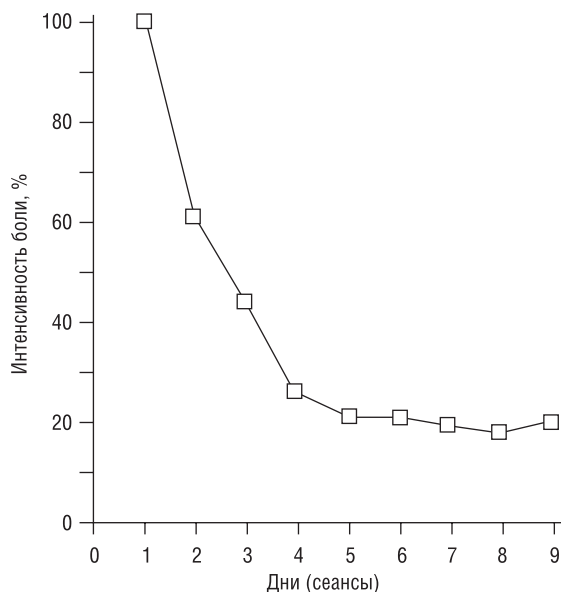


Рис. 18. Интенсивность боли после нескольких сеансов освечивания больных ПГН непрерывным НИЛИ (Moore K.C. et al., 2005<sup>(1)</sup>)

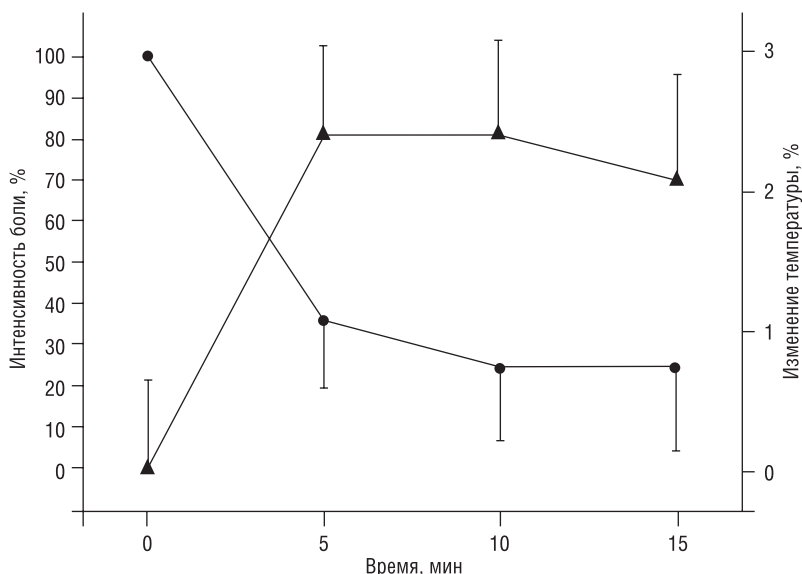


Рис. 19. Изменение интенсивности боли (●) и локальной температуры (▲) в месте воздействия непрерывным ИК НИЛИ (830 нм, 60 мВт) у больных ПГН (Kemmons O. et al., 1991)

Первыми для лечения больных ПГН импульсное ИК НИЛИ (матрица из 10 лазерных диодов, длина волны 904 нм, импульсная мощность 15 Вт, частота 4000 Гц) применили L. McKibbin и R. Downie (1991). Хотя выбранные ими временные параметры методики (20 мин на одну область, 5 процедур через 4 часа) вызывают сомнения, тем не менее эффект был, и сохранялся, по данным авторов, до года.

О. Kemmons с соавт. (1991) в клиническом исследовании методом двойного слепого контроля показали, что максимальный обезболивающий эффект у больных ПГН наблюдается именно после 5-минутного воздействия непрерывным ИК НИЛИ, при этом происходит синхронное увеличение локальной температуры на 2–3% (рис. 19). Такая закономерность подтверждается и другими авторами [Hashimoto T. et al., 1997] (рис. 16). Эффект насыщения свидетельствует об ответной компенсаторной реакции организма, носящей триггерный характер.

Противовирусное действие наблюдается только если лечение начинается в первые 72 часа от начала герпетических высыпаний и на фоне назначения соответствующих препаратов общего действия (антиконвульсантов и антидепрессантов). Первый лечебный курс комбинированной ЛТ составляет 4 недели (не менее), процедуры проводятся по рабочим дням, повторный курс обязательно необходим, и не позднее чем через 2 мес. после окончания первого.

### ***Первый курс лазерной терапии***

**Методика местная (на очаг поражения, зону максимальной болезненности), контактная.** Все 20 ежедневных процедур проводятся в рабочие дни.

Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», матричная импульсная ИК-лазерная излучающая головка МЛ-904-80 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, мощность максимальная – 60–80 Вт, экспозиция 5 мин), стабильно, контактно через насадку ПМН. Частота 10 000 Гц – первые 5 сеансов, далее уменьшается по мере редукции болевого синдрома, например, 3000 Гц – 6–10-й сеансы, 1000 Гц – 11–15-й сеансы, 150–300 Гц – 16–20-й сеансы.

Первые 10 сеансов дополнительно ежедневно светить на проекцию надключичной области слева – 2 мин, тимуса – 1,5 мин и селезёнки – 1 мин (рис. 20, зоны 1, 2, 3 соответственно). Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», матричная импульсная ИК-лазерная излучающая головка МЛ-904-80 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, мощность максимальная – 60–80 Вт, частота 80–150 Гц), стабильно, контактно через насадку ПМН.

### *Повторный курс лазерной терапии*

**Методика местная, контактная.** Схема ЛТ зависит от состояния пациента, при рецидиве заболевания повторяется методика первого курса, при отсутствии болей проводится профилактическая терапия, включающая 10 сеансов ежедневно на проекцию тимуса – 1,5 мин и селезёнки – 1 мин (рис. 20, зоны 2, 3 соответственно), параметры методики см. выше). В эти же дни воздействие местно на области поражения. Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», мат-

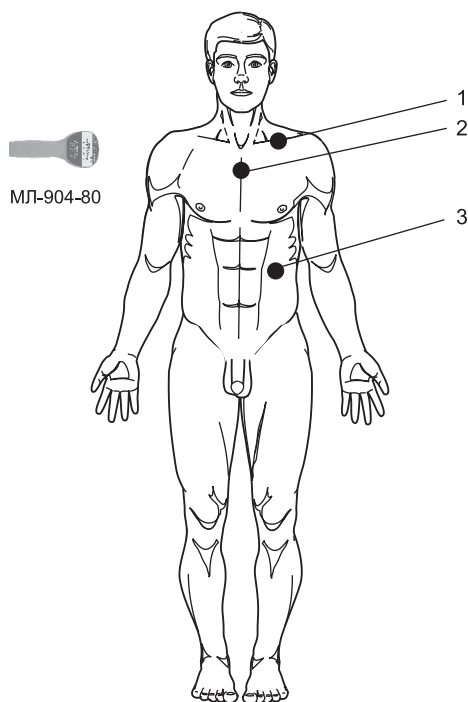


Рис. 20. Зоны воздействия НИЛИ при ПГН

ричная импульсная ИК-лазерная излучающая головка МЛ-904-80 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, частота 150–300 Гц, мощность максимальная – 60–80 Вт, экспозиция 5 мин), стабильно, контактно через насадку ПМН. В случае частичного сохранения болей первые сеансы освечивание очагов поражения проводят с частотой 10 000 Гц, постепенно снижая далее, всего на курсе не менее 15 ежедневных процедур.

## Невралгия тройничного нерва

Хроническое заболевание, проявляющееся приступами интенсивной стреляющей боли в зонах иннервации тройничного нерва. Боль может возникать внезапно, напоминая внезапный удар электрическим током, сразу проявляясь максимальной интенсивностью, и так же внезапно прекращаться. Приступы боли стереотипны и имеют продолжительность от нескольких секунд до 2 мин. Боль обладает труднопереносимой интенсивностью и провоцируется приёмом пищи, разговором, дотрагиванием (умывание, чистка зубов и т. д.) либо возникает спонтанно. Межприступная боль различной интенсивности, а также нарушения чувствительности и парестезии характерны для присоединившейся тригеминальной нейропатии; последняя часто развивается после инъекционно-деструктивного лечения невралгии.

Выделяют первичную (эссенциальную, идиопатическую, типичную) и вторичную (симптоматическую) невралгию тройничного нерва. К первой относят невралгию тройничного нерва, которая развивается вне зависимости от какого-либо возникшего ранее болезненного процесса (наиболее частый вариант), в последнее время всё чаще объясняется туннельно-компрессионным (ишемическим) механизмом; ко второй – симптомокомплексы, являющиеся осложнением первичного заболевания: одонтогенного происхождения, связанные с нарушением кровообращения в области ствола головного мозга, *Herpes zoster* (ганглионит гассерова узла), заболеваниями придаточных пазух носа, базальными менингитами, образованиями в задней или средней черепной ямке [Голубев В.Л., Вейн А.Н., 2002].

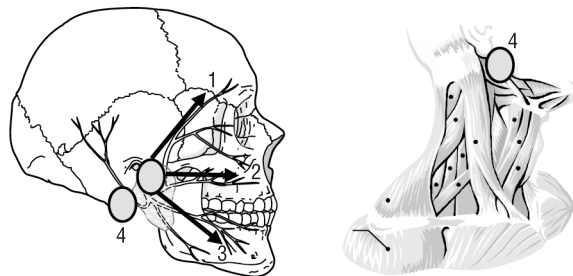
Чаще всего в зарубежных исследованиях в методиках устранения болевого синдрома при данной патологии фигурирует непрерывное ИК НИЛИ (830 нм, мощность от 40 мВт и выше), воздействие осуществляется на пальпаторно выявляемые зоны [Eckerdal A. Bastian H.L., 1996]. Показан достаточно хороший обезболивающий эффект после воздействия импульсным ИК НИЛИ (904 нм) с максимальной частотой (10 000 Гц, средняя мощность 30 мВт, экспозиция 2 мин на точку), но только при отсутствии эффекта на меньших значениях (первые процедуры проводят с частотами, в 2–4 раза меньшими) [Hansen H.J., Thorøe U., 1990].

### **Методика комплексная**

На курс 8–10 ежедневных процедур.

Лазерная терапия проводится ежедневно по точкам выхода поражённых ветвей тройничного нерва, на 3–4 болевые зоны (рис. 21, по линиям 1, 2, 3), и на область верхнего шейного симпатического узла – зона 4 (под углом нижней челюсти)





*Рис. 21.* Зоны воздействия при лазерной терапии невралгии тройничного нерва: 1-я ветвь (глазной нерв) – надбровная дуга в области верхней глазничной щели черепа; 2-я ветвь (верхнечелюстной нерв) – центр крылонёбной ямки; 3-я ветвь (нижнечелюстной нерв) – область подбородочного отверстия нижней челюсти; 4 – проекция верхнего шейного симпатического узла

симметрично. Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», импульсная ИК-лазерная излучающая головка ЛО-904-20 (длина волны 904 нм, импульсная мощность 10–15 Вт, частота 80–150 Гц), экспозиция 1,5–2 мин на одну зону, стабильно, контактно-зеркальная методика через зеркальную насадку ЗН-35.

Дополнительно проводится воздействие на область верхнего шейного и шейно-грудного (звёздчатого) симпатических узлов (10–20 с на одну зону), затем на верхушку сосцевидного отростка (экспозиция 20–30 с). Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», лазерная излучающая головка ЛО-904-20 (длина волны 904 нм, импульсная мощность 10–15 Вт, частота 80–150 Гц), стабильно, контактно-зеркальная методика через зеркальную насадку ЗН-35.

Учитывая, что кровоснабжение лицевого нерва осуществляется из внутренней слуховой артерии (ветвь основной), каменистой артерии (ветвь средней менингеальной, которая, в свою очередь, является ветвью верхнечелюстной артерии), шилососцевидной артерии (от наружной сонной артерии), следует воздействовать НИЛИ также на эти артерии, а для улучшения метаболизма на область печени и поджелудочной железы, по 2 мин на каждую зону. Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», матричная импульсная ИК-лазерная излучающая головка МЛ-904-80 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, мощность максимальная – 60–80 Вт, частота 80–150 Гц), стабильно, контактно через насадку ПМН.

Вопрос вариабельности частоты (средней мощности) дискутируется, поскольку уменьшение боли в данном случае может быть достигнуто как через ликвидацию воспалительного процесса, так и за счёт тормозящего действия НИЛИ на передачу нервных импульсов. В первом случае требуется минимальная ЭП, во втором – чаще максимальная. Если в 3-й методике принципиально не предполагается изменение режимов, то в методике 1 и 2 допускается, как вариант, использование высоких частот (для импульсного режима) на первых процедурах и/или в процессе курсового лечения в случае отсутствия результата или индивидуальных особенностей течения заболевания после 3–4 процедур.

## Синдром Титце (рёберный хондрит)

Болезнь неясной этиологии, характеризующаяся опухолевидным разрастанием одного или нескольких рёберных хрящей в области их соединения с грудиной, сопровождающимся сильными болями, особо проявляющимися при движениях и глубоком дыхании.

**Методика местная (на очаг поражения, зону максимальной болезненности), контактная.** Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», матричная импульсная ИК-лазерная излучающая головка МЛ-904-80 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, мощность максимальная – 60–80 Вт, экспозиция 5 мин), стабильно, контактно через насадку ПМН. Частота 10 000 Гц – первые 1–2 процедуры и 3000 Гц – остальные сеансы. На курс 10–12 ежедневных процедур.

## Подагра (подагрический артрит)

Этиология и патогенез заболевания до конца неясны, предполагается, что в его основе лежат нарушения метаболизма мочевой кислоты, результатом чего является повышение уровня её солей в крови с последующим отложением мочекислых соединений в суставах различной локализации, где происходит развитие острых приступов воспаления с образованием подагрических гранулём и тофусов. Эффективных лечебных программ в настоящее время не разработано.

Заболевание, по классификации В.В. Скупченко (1991), относится к тоническому типу, т. е. при проведении лазерной терапии требуются максимальные энергетические параметры НИЛИ. В задачи лечения входит не только и не столько обезболивающее действие, но через генерализованный (системный) отклик организма нормализация метаболизма мочевой кислоты, т. е. устранение самой причины возникновения боли.

Требуется проведение не менее двух достаточно длительных курсов с последующим периодическим (ежегодным) их повторением. Воздействие проводится на 4 сустава симметрично, даже если боль локализована только в одном или двух. Общее время процедуры ограничено 20 мин, при экспозиции 5 мин (именно и только это время!) на 1 сустав, поэтому общее число зон воздействия не должно превышать 4. Параметры методики полностью идентичны для всех курсов.

### *Первый курс лазерной терапии*

Не менее 4 недель. Все 20 ежедневных сеансов проводятся в рабочие дни, на суставы в месте максимальной болезненности (4 сустава симметрично), контактно с небольшой компрессией (т. е. лазерный диод непосредственно касается кожи), стабильно. Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», импульсная ИК-лазерная излучающая головка ЛО-904-100 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, мощность максимальная 80–90 Вт, экспозиция 5 мин). Частота 10 000 Гц – первые 10 сеансов, 3000 Гц – следующие 10 сеансов.

### ***Повторные курсы лазерной терапии***

Второй курс проводится через 2 месяца после *начала* 1-го курса или приблизительно через месяц после его окончания, 3-й – через 6 месяцев после *начала* 1-го курса, а затем один раз в год процедуры повторяются как профилактика по сокращённой программе (5–7 ежедневных процедур), в случае обострения необходим полноценный курс лазерной терапии (15–20 процедур).

## **Комплексный регионарный болевой синдром**

Комплексный регионарный болевой синдром (КРБС) – заболевание, характеризующееся выраженной болью и трофическими изменениями в конечности. КРБС I типа обычно развивается после микротравмы или длительной иммобилизации (наложение лонгеты, гипса, ушиб, травма мягких тканей конечности и др.), не ограниченной повреждением одного периферического нерва и явно диспропорциональными последствиями величине этого воздействия. Считается, что КРБС II типа диагностируется при повреждении периферического нерва или одной из его ветвей, которое часто сопровождается явлениями каузалгии [Новиков А.В., Яхно Н.Н., 2001].

Во многих случаях рефлексорная симпатическая дистрофия может развиваться и без видимой причины. Механизмы появления данной болезни до сих пор остаются неизвестными. Общепризнана роль повышенной регионарной активности симпатической нервной системы. Согласно одной из принятых в настоящее время теорий, в результате травмы в центральной нервной системе происходит гиперактивация нервных центров, ответственных за симпатическую иннервацию конечности, что приводит к повышению симпатического тонуса, к спазму сосудов в поражённой руке или ноге, развитию трофических нарушений.

***В основе развития спонтанной (стимулнезависимой) боли лежит активация первичных С-афферентов.*** Потенциал действия на мембране нейронов развивается в результате функционирования ионного насоса, осуществляющего транспорт ионов натрия натриевых каналов. Развитие симпатически обусловленной боли связано с двумя механизмами. Во-первых, после повреждения периферического нерва на мембранах повреждённых и неповреждённых аксонов С-волокон начинают появляться  $\alpha$ -адренорецепторы (в норме на этих волокнах отсутствуют), чувствительные к циркулирующим катехоламинам, выделяющимся из терминалей постганглионарных симпатических волокон. Во-вторых, повреждение нерва также вызывает прорастание симпатических волокон в узел заднего корешка, где они оплетают в виде корзиночек тела чувствительных нейронов, и таким образом активация симпатических терминалей провоцирует активацию чувствительных волокон. Однако не вся спонтанная боль развивается только вследствие активации первичных ноцицепторов. В основе развития спонтанной боли также участвуют механизмы, связанные с нарушением процессов торможения на уровне заднего рога. Нейроны заднего рога спинного мозга получают информацию от первичных афферентов. Активность нейронов задних рогов опреде-

ляется не только возбуждающей периферической стимуляцией, но и тормозными влияниями, которые могут быть спинальными или нисходящими центральными. Таким образом, усиление тормозных влияний ведёт к уменьшению активности нейронов заднего рога, что лежит в основе воротного контроля поступающей афферентации. Поражение периферического нерва может снижать ингибирующий контроль нейронов задних рогов различными путями. Повреждение нерва ведёт к снижению концентрации ГАМК, которая оказывает тормозное влияние, что вызывает нарушение регуляции ГАМК-ергических и опиатных рецепторов, расположенных на пресинаптических мембранах первичных сенсорных нейронов и на постсинаптических мембранах нейронов заднего рога. Кроме того, в результате развития эксайтотоксических реакций, ведущих к развитию механизмов апоптоза или программируемой смерти клеток, связанных с поражением периферического нерва, погибают вставочные нейроны, локализованные во второй пластине клеток заднего рога, многие из которых выполняют тормозную функцию. В результате этих процессов вторичные чувствительные афференты лишаются тормозных механизмов и начинают генерировать патологическую импульсацию, передающуюся в ЦНС даже при отсутствии активности в первичных чувствительных афферентах [Новиков А.В., Яхно Н.Н., 2001].

***Динамическая гипералгезия – это следствие усиленного ответа чувствительных нейронов заднего рога спинного мозга на стимуляцию, проводимую по Аδ-волокнам*** от низкопороговых механорецепторов. В норме активация низкопороговых механорецепторов не связана с болевыми ощущениями. Развитие динамической гипералгезии (аллодинии) связано с развитием центральной сенситизации. В основе центральной сенситизации лежит стойкая деполяризация мембран. Основным возбуждающим нейротрансмиттером в первичных афферентах является глутамат. Существует два типа глутаматных рецепторов на постсинаптической мембране чувствительных нейронов задних рогов спинного мозга: первый – это рецепторы аминокислоты 3-гидрокси-5-метилтетрагидропиридо[2,1-б]пиримидин-2-пропионовой кислоты (AMPA-рецепторы) и второй – это N-метил-D-аспартат-рецепторы. Активация ноцицепторов ведёт к высвобождению глутамата из пресинаптических мембран, и он, взаимодействуя с постсинаптическими глутаматными AMPA-рецепторами, вызывает быструю деполяризацию мембран нейронов заднего рога и при превышении порога возбуждения генерирует потенциал действия. Этот механизм лежит в основе проведения нормальных ноцицептивных стимулов. Другой тип глутаматных рецепторов – это N-метил-D-аспартат-рецепторы (NMDA-рецепторы), связанные с кальциевыми каналами клеточных мембран, находящихся в неактивном состоянии. Эти каналы неактивны, поскольку их поры, как пробкой, блокированы ионами магния. Когда канал блокирован ионом магния, глутамат не может его активировать. Однако при развитии преходящей деполяризации мембраны, связанной с функцией ноцицепции, эти каналы открываются, обеспечивая транспорт кальция, а после восстановления полярности снова закрываются. В случае поражения периферического нерва процессы поляризации и деполяризации клеточных мембран претерпевают глубокие изменения. Субстанция P, находящаяся вместе с глутаматом в центральных терминалях первичных афферентов,

при поражении нерва выделяется и активирует нейрокинин-1-рецепторы, в результате чего увеличивается время деполяризации и возрастает внутриклеточная концентрация ионов кальция. Этот процесс активирует протеинкиназу C, которая фосфорилирует белковые фрагменты NMDA-рецепторов, а эти белки, в свою очередь, связываются с ионами магния и открывают каналы, по которым кальций начинает активно поступать внутрь клетки, повышая возбудимость мембраны с развитием стойкой деполяризации. Кроме того, ионы кальция, поступая в клетку, активируют внутриклеточные ферменты, в том числе нитрикоксидсинтазы (оксидазотсинтазы), что вызывает синтез оксида азота (NO). Оксид азота играет роль свободно диффундирующего нейротрансмиттера, резко усиливающего болевую передачу. Именно с нейротрансмиттерными функциями оксида азота связывают феномен «взвинчивания», который характеризуется резким увеличением амплитуды потенциалов действия на мембране чувствительных нейронов заднего рога спинного мозга [Новиков А.В., Яхно Н.Н., 2001].

**Центральная сенситизация характеризуется тремя признаками:** появлением зоны вторичной гипералгезии; усилением ответа на надпороговые раздражения; появлением ответа на подпороговое раздражение. Эти изменения клинически выражаются появлением гипералгезии на болевые стимулы, распространяющейся гораздо шире в зонах повреждения, и включают эффект гипералгезии на неболевую стимуляцию. Распространение боли за пределы зоны иннервации поражённого нерва является проявлением не психогенных нарушений, а наиболее общим признаком центральной сенситизации. Холодовая и механическая гипералгезия также являются проявлениями центральной сенситизации. У части пациентов аллодиния (динамическая гипералгезия) может наблюдаться при отсутствии других признаков спонтанной боли. В этом случае активация нейронов задних рогов, связанных с Аδ-волоками, развивается не за счёт раздражения низкопороговых механорецепторов, а за счёт нарушения механизмов, обеспечивающих центральные тормозные влияния. Эти механизмы связаны, во-первых, с нисходящими серотонин- и норадренергическими влияниями. Серотонин действует на 5HT-рецепторы, адренергические влияния осуществляются через спинальные  $\alpha_2$ -рецепторы, которые тормозят выделение субстанции P из центральных терминалей первичных афферентов. Во-вторых, это феномен «прорастания» (англ. «sprouting») А-волокон в заднем роге спинного мозга. В норме центральные терминали А-волокон находятся во всех пластинах клеток заднего рога, за исключением II пластины, которая получает центральные терминали исключительно от ноцицептивных С-афферентов. Повреждение периферического нерва вызывает атрофию С-волокон и индуцирует прорастание центральных терминалей А-волокон во II пластину. Функционально значимо в этом процессе то, что в норме нейроны второй пластины получают только ноцицептивную информацию и поступление неболевой стимуляции может ошибочно расцениваться нервной системой как боль. Этот механизм является анатомическим субстратом аллодинии. В-третьих, это механизм переключения фенотипа. Его суть в том, что в результате повреждения нерва могут меняться его фенотипические свойства. Эти свойства нейрона, связанные с синтезом белков, используемых

для его роста и поддержания жизнедеятельности, контролируются фактором роста нервов. Фактор роста нервов ретроградно с аксоплазматическим током транспортируется от иннервируемых тканей к телу чувствительного нейрона, где регулирует концентрацию нейропептидов, выполняющих функцию трансммиттеров. Травматическое повреждение аксона или блок аксоплазматического транспорта, вызванный применением цитостатиков, вызывает глубокие фенотипические изменения, связанные с разобщением связей, которые в норме клетка постоянно поддерживает с иннервируемыми тканями. После повреждения нерва происходит нарушение дифференциации шванновских клеток Ад-волокон, и они вместо миелина начинают синтезировать нейропептиды, такие как субстанция Р и кальцитонин-ген-высвобождающий пептид, которые в норме встречаются только в первичных афферентах С- и Ад-волокон. В результате подобных изменений фенотипических свойств стимуляция низкопороговых механорецепторов, связанных с Ад-волоконками, может вызывать выделение субстанции Р, взаимодействие вещества с постсинаптическими мембранами нейронов заднего рога спинного мозга с их последующей гипервозбудимостью, что в норме происходит только как реакция на ноцицептивные стимулы. Развитие первичной гипералгезии связано со снижением порога возбуждения в периферических терминалах ноцицепторов и называется периферической сенситизацией. В результате повреждения нерва развивается антидромное проведение импульсов по сенсорным волокнам. Эти антидромные импульсы стимулируют выделение из периферических терминалей субстанции Р и кальцитонин-ген-высвобождающего пептида, которые вызывают периферическую сенситизацию как повреждённых, так и неповреждённых волокон [Новиков А.В., Яхно Н.Н., 2001].

Из всего вышесказанного и имеющихся знаний о механизмах БД НИЛИ можно сделать вывод о наличии принципиальной возможности применения в данном случае лазерной терапии.

В любом случае лечение больных КРБС должно быть комплексное, включающее медикаментозную терапию, физиотерапию, массаж, лечебную физкультуру, акупунктуру. Основополагающим компонентом терапии считается проведение симпатических блокад. При болях в руке раствор местного анестетика вводится в непосредственной близости к звёздчатому ганглию, который иннервирует верхнюю конечность. При болях в нижней конечности выполняется блокада поясничной симпатической цепочки, расположенной вдоль позвоночного столба. Эффект от симпатической блокады, как правило, продолжается несколько дней и в несколько раз превышает длительность действия местного анестетика. У пациентов на ранних стадиях заболевания после проведения курса лечебных блокад часто отмечается полное выздоровление. В случае упорного течения болезни может быть выполнена хирургическая операция, которая заключается в удалении симпатического ганглия, принимающего участие в иннервации вовлечённой в процесс конечности. При выраженном затяжном болевом синдроме хороший эффект оказывает электростимуляция задних столбов спинного мозга [Новиков А.В., Яхно Н.Н., 2001].

Лечение достаточно длительное, требующее терпения как от пациента, так и от врача, обязательно комплексное, с использованием, в том числе, различных физиотерапевтических методов [Bengston K., 1997; Smart K.M. et al., 2016]. Только задействовав весь арсенал лечебных мероприятий, можно снизить вероятность развития тяжёлых функциональных нарушений конечности, к которому достаточно часто приводит это заболевание.

В данном случае от света лампочки, пусть даже поляризованного, пользы никакой нет, только «ощущение тепла» [Basford J.R. et al., 2003; Ide Y., 2009], особенности заболевания обуславливают необходимость использования именно монохроматического когерентного света, более того, нестандартных методик лазерной терапии.

S. Giavelli с соавт. (1996) сравнили несколько вариантов ЛТ у больных гериатрическим КРБС (распределения по возрастным и гендерным признакам нет) в области плеча (табл. 22). Методика не представлена детально в достаточной степени, известно только, что мощность CO<sub>2</sub>-лазера (10 600 нм) была 3500 мВт, а ГНЛ (633 нм) – 4,5 мВт, освечивали область плеча (10×15 см) и руки (10×10 см), сканируя со скоростью 2,5–2,8 см/с, 5 сеансов в неделю. Каким образом рассчитывались энергетические параметры, представленные в таблице, также неизвестно. Поэтому говорить о том, что найдены оптимальные режимы, не приходится.

Таблица 22

**Клинические результаты лазерной терапии больных гериатрическим КРБС (Giavelli S. et al., 1996)**

Гелий-неоновый лазер (633 нм)				
ЭП, Дж/см <sup>2</sup>	Результат			Всего пациентов
	Очень хороший и хороший	Удовлетворительный	Небольшой или отсутствует	
0,311	7 (38,9%)	9 (50%)	2 (11,1%)	18
0,229	5 (50%)	4 (40%)	1 (10%)	10
СО <sub>2</sub> -лазер (10 600 нм)				
ЭП, Дж/см <sup>2</sup>	Результат			Всего пациентов
	Очень хороший и хороший	Удовлетворительный	Небольшой или отсутствует	
425	18 (50%)	12 (33,3%)	6 (16,7%)	36
153	14 (63,6%)	4 (18,2%)	4 (18,2%)	22
137	42 (77,8%)	8 (14,8%)	4 (7,4%)	54

В другом исследовании показано, что эффективность лазерной терапии больных КРБС статистически значимо выше по сравнению с интерференционными токами. При том, что параметры методики, как часто это бывает, выбраны далеко не оптимальные: длина волны 810 нм, модулированный режим (частоты 70, 640 и 5000 Гц), воздействовали на восемь зон вдоль сустава и БЗ поражённого участка с ЭП 1,5 Дж/см<sup>2</sup> (экспозиция не указана, хотя это критически важный параметр методики), результаты продемонстрированы весьма неплохие. Дополнительно

проводили кинезиотерапию (дозированную до порога боли) в течение 30 минут, дважды в день. Курс состоял из 10 ежедневных процедур 5 дней в неделю (2 недели) и 10 процедур через день [Dimitrijevic I.M. et al., 2014]. Авторы работы ссылаются также на данные других сербских исследователей [Lazovic M., 1997].

Частные методики лазерной терапии КРБС пока, к сожалению, не разработаны в деталях, требуется проведение соответствующих клинических исследований, но теоретическая база имеется вполне достаточная. Возможно, использование матричной импульсной ИК-лазерной излучающей головки типа МЛ-904-80 с варьированием частоты и областей освечивания позволит получить достаточно выраженный эффект.

## **Подошвенный (плантарный) фасциит**

Патологический процесс, который часто называют «пяточная шпора», с выраженным болевым синдромом, обусловленный дегенеративно-дистрофическими изменениями подошвенного апоневроза в месте прикрепления к пяточной кости. По некоторым данным, около 10% пациентов, обращающихся за помощью с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, составляют больные этой категории, а основной их жалобой является боль в пяточной области, главный симптом заболевания.

Подошвенный фасциит является наиболее распространённой причиной болей в пятке, характерен для людей среднего возраста. Заболевание также встречается у молодых людей, которые проводят много времени на ногах, например, у спортсменов и солдат. Заболевание может поразить как одну, так и обе ступни. Большинство пациентов с подошвенным (плантарным) фасциитом испытывают боль при первых шагах, вставая с постели или после длительного сидения. После первых нескольких шагов боль и скованность могут уменьшиться, но боль может усилиться в течение дня, чаще всего во время восхождения по ступенькам или после длительного нахождения в положении стоя [Харкпесс Л.Б., Фелдер-Джонсон К., 2007].

До настоящего времени в среде специалистов не сформировано единого мнения относительно причин возникновения заболевания. Часто подошвенный фасциит является следствием инволютивных процессов человеческого организма и обнаруживается как анатомическая особенность у лиц среднего и пожилого возраста [Блохин В.Н., Виноградова Т.П., 1997].

Важнейшим условием эффективности лечения является обеспечение разгрузки болезненной области и улучшение кровоснабжения тканей стопы. Для этого по показаниям назначают индивидуальные ортопедические стельки с выкладкой внутреннего и наружного продольного сводов, углублением и мягкой прокладкой под пяткой. Наиболее полноценной считается разгрузка с помощью ортопедической обуви с углублением в каблуке. При задней шпоре углубление делается в заднике. Как временную меру можно рекомендовать ношение обуви без задника. В комплекс лечения включают также тёплые ванны с морской солью, мылом, содой, лечебную гимнастику, массаж мышц стопы и голени [Касинец С.С., 2012].



Инъекции НПВС не дают желаемого улучшения, а если и наблюдается какой-то эффект, то достаточно быстро наступает рецидив заболевания [Шутов Ю.М. и др., 2015; Huang H.H. et al., 2000], инъекции кортизона в область медиального бугорка пяточной кости могут привести к необратимой атрофии жировой подушки пятки, что, в свою очередь, ведёт пациента к инвалидности [Ахмерова К.Ш. и др., 2015]. При безуспешности проводимой терапии применяются разнообразные оперативные вмешательства, которые никак нельзя считать идеальными, поскольку развивающийся рубцовый процесс в тканях и последующие механические нарушения могут длительно рефлекторно поддерживать вторичный болевой синдром [Цымбал А.Н., Цымбал А.В., 2012].

Известен менее травматичный способ лечения больных пяточной шпорой с помощью хирургических лазеров. После местного обезболивания через иглу для внутрикостной анестезии производят перфорацию хирургическим лазером шпоры, околоспорной бursы и частично подошвенного апоневроза в области прикрепления его к шпоре в течение 10 с (тип лазера не указан). Курс лечения состоит из трёх манипуляций (по одной в неделю). После каждой манипуляции конечность иммобилизуется съёмной гипсовой лонгетой в положении подошвенного сгибания. Больные в период лечения (3 недели) пользуются костылями. Термическое воздействие на ткани, окружающие шпору, вызывает деструкцию их и асептическое воспаление, исходом которого является облитерация бursы и рубцово-склеротическое перерождение тканей, окружающих шпору. Кроме того, в процессе термодеструкции гибнут чувствительные нервные окончания, что приводит к исчезновению болей в области шпоры сразу же после манипуляции. Назначение обезболивающих средств поэтому не производится [Пат. 2206285 RU]. Аналогичная методика была реализована с использованием гольмиевого (Ho:YAG) лазера (длина волны 2100 нм, импульсный режим, длительность импульса 350 мкс, мощность 40 Вт), в качестве её преимущества авторы также указывают нетравматичность оперативного вмешательства [Smith W.K. et al., 2001]. Тем не менее, по нашим данным, такой способ лечения не применяется в клинической практике по причине нецелесообразности.

Результаты применения экстракорпоральной ударно-волновой терапии (ЭУВТ) оказались также неоднозначными, в зависимости от постановки исследования и методики проведения успех варьируется диаметрально от отсутствия положительных результатов до полного купирования болевого синдрома [Цымбал А.Н., 2013; Шутов Ю.М. и др., 2015; Shockwave therapy for pain..., 2016]. Кроме того, для этой процедуры используются исключительно импортные дорогостоящие аппараты, чем обусловлена высокая стоимость процедуры, и это, повторяем, при отсутствующем результате.

Ю.А. Родин и А.А. Ушаков (2007) предлагают между сеансами ЭУВТ проводить магнитолазерную терапию «для предупреждения обострения болевого синдрома». Другие авторы рекомендуют дополнительно к ЭУВТ, поскольку после такого воздействия не только не купируется болевой синдром, но часто происходит усиление боли до 2 суток, проводить 10 ежедневных процедур лазерофореза препарата с пчелиным ядом на зону ниже медиальной лодыжки, зону ниже латеральной лодыжки, ахиллово сухожилие, подъём стопы и пятку [Пат. 9882 ВУ].

Хотя параметры НИЛИ выбраны весьма спорные (длина волны 633 нм, непрерывный режим, плотность мощности 130–140 мВт/см<sup>2</sup>, экспозиция 10 мин), идея привлекательная и перспективная, необходимо лишь подобрать соответствующие заболевания препараты и использовать эффективные методики лазерного освещения. Но всё это не спасает ситуацию, более правильно было бы назначать только лазерную терапию, возможно, в комбинированном или сочетанном варианте, но без использования заведомо неэффективного воздействия (ЭУВТ).

Другими словами, проблема не решается в рамках стандартных подходов к лечению, тем более удивительно, почему до сих пор никто не обратил внимания на исключительно эффективный и простой метод лечения больных подошвенным фасциитом – лазерную терапию?! Возможно, причина в том, что в России, по нашим данным, не проводились исследования, доказывающие этот факт, есть лишь отдельные рекомендации специалистов и положительные отзывы тех, кто применяет лазерную терапию в своей ежедневной практике [Качковский М.А., Чернова Н.Е., 2010; Притыко Д.А. и др., 2013].

Зарубежные коллеги уже давно поняли, что не только при плантарном фасциите, но и при таких родственных воспалительных заболеваниях, как тендинит и бурсит, НПВС и другие фармпрепараты малоэффективны, лучший способ лечения – комбинирование ЛФК с различными физиотерапевтическими методами, в том числе лазерной терапией [Huang H.H. et al., 2000]. Хотя ранее и возникали вопросы к достоверности некоторых исследований [Stuber K., Kristmanson K., 2006], сравнивать эффективность лазерной и ударно-волновой терапии просто бессмысленно. Например, при латеральном эпикондилите и некоторых других заболеваниях мягких тканей ни один из последних систематизированных обзоров не нашёл никаких чётких доказательств того, что ударно-волновая терапия превосходит плацебо, а среди других физиотерапевтических методов приоритет отдаётся именно лазерной терапии [Vjordan J.M. et al., 2008; Buchbinder R. et al., 2006; Dion S. et al., 2017; Yu H. et al., 2016].

В табл. 23 представлены параметры лазерных терапевтических методик и результаты лечения пациентов с плантарным фасциитом.

Из незначительного числа зарубежных исследований всё-таки можно сделать несколько важных выводов, например, вполне уверенно говорить о том, что непрерывное НИЛИ в красном (633 нм) [Jastifer J.R. et al., 2014, Macias D.M. et al., 2015], тем более в ИК-спектре (830 нм) [Basford J.R. et al., 1998], не позволяет получить достаточно выраженный лечебный эффект у больных плантарным фасциитом. Только импульсный режим НИЛИ красного или ИК-спектра и только с адекватными параметрами методики. В частности, как совершенно справедливо отметили J.M. Vjordan с соавт. (2001), необходимо корректировать энергетические характеристики в зависимости от длины волны лазерного света.

В РКИ с использованием непрерывного НИЛИ красного спектра продемонстрирован некоторый вполне достоверный положительный результат, но использовать его бесперспективно, не такой эффективности следует ожидать от лазерной терапии.

**Методика контактно-зеркальная, стабильная.** Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», импульсная ИК-лазерная излучающая головка

Таблица 23

Лазерная терапия при плантарном фасциите, результаты нескольких РКИ

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

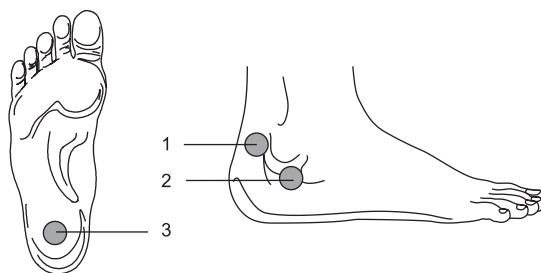


Рис. 22. Зоны лазерного терапевтического воздействия при подошвенном фасциите

ЛО-904-20 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, частота 80–150 Гц, мощность 10–15 Вт), стабильно, контактно через зеркальную насадку ЗН-35 или магнитную насадку ЗМ-50.

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

Первые 3 процедуры проводятся ежедневно по 1,5–2 мин на зону проекции пяточной шпоры на подошвенную поверхность стопы, на место прикрепления ахиллова сухожилия к пяточной кости (рис. 22, зона 3). С 4-й процедуры добавляется болезненная зона на внутренней или наружной поверхности пяточной области, которую необходимо определить при пальпации, хотя больной часто сам указывает на неё (рис. 22, зона 1 или 2 – самые распространённые локализации).

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

Белорусские коллеги совершенно логично рекомендуют к местному воздействию добавлять ВЛОК (длина волны 635 нм, 1 мВт, 20 мин, 5 ежедневных процедур) [Пат. 7752 ВУ].

Перспективным представляется использовать лазерофорез, однако необходимо подобрать соответствующие заболеванию препараты. Например, использовать раствор гидрокортизона гемисукцината, ультрафоно- и электрофорез которого предлагается в одной из методик при лечении больных с пяточными шпорами [Пат. 13319 ВУ], достаточно много информации на эту тему представлено в обзоре, близком по тематике (спортивная медицина и травма) [Хадарцев А.А. и др., 2016]. С оптимальными параметрами лазерного воздействия при проведении лазерофореза можно ознакомиться в наших работах [Москвин С.В., Кончугова Т.В., 2012; Москвин С.В. и др., 2010], а что именно НИЛИ наилучшим образом способно обеспечить чрескожное введение различных веществ, доказано достаточно давно [Миненков А.А., 1989].

## ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ БОЛЬНЫХ ФИБРОМИАЛГИЕЙ

Согласно современным представлениям, ФМ и МФБС – лишь стадии единого процесса формирования хронической мышечной боли [Малыхин М.Ю., Василенко А.М., 2017], однако методология лазерного воздействия весьма существенно различается в зависимости от локализации болевого синдрома, ассоциации его с различными поражениями костно-мышечной системы и/или внутренних органов. Также мы считаем более правильным сохранять авторскую терминологию при цитировании соответствующих публикаций, в том числе используемую при обосновании методик ЛТ.

Несмотря на значительное количество медикаментозных и немедикаментозных методов лечения больных ФМ, эффективность их недостаточно высока, кроме того, длительный приём анальгетиков, седативных препаратов и нестероидных противовоспалительных средств (НПВС) приводит к развитию побочных эффектов, усугубляющих тяжесть состояния больных [Бочкова И.А., 1998]. В связи с этим актуальна задача разработки новых методов лечения, более эффективных и без негативных последствий.

Лазерная терапия является наиболее универсальным лечебным фактором, не имеет побочных эффектов и абсолютных противопоказаний, при этом в отличие от обезболивающих препаратов оказывает влияние не на одно звено болевой рецепции, а практически на всю иерархию механизмов её возникновения и регулирования [Москвин С.В., 2016].

Практически все, кто занимается болевыми синдромами, рекомендуют в первую очередь проводить лазерное освечивание ТП и непосредственно очагов поражения при наличии таковых, или в проекцию внутренних органов, если нарушения выявлены именно там.

Воздействие на ТП – основная методика лазерной терапии больных ФМ и при МФБС, а другие способы воздействия, например, местно, в проекцию внутренних органов, лазерная акупунктура, паравертебрально и ВЛОК, – дополнительные. В этом заключается основное отличие лечебных схем, приведённых ниже, от рекомендуемых при других вариантах болевого синдрома (см. предыдущий раздел). Также необходимо учесть, что методики лазерного воздействия на ТП существенно отличаются от параметров НИЛИ, используемых для других способов воздействия.

Методологии, обоснования параметров методик в подавляющем большинстве публикаций нет как по причине непонимания механизмов БД НИЛИ, так и незнания физиологических основ возникновения болевого синдрома. Почти все специалисты после первых же неудачных попыток понимают, что увеличение времени освечивания не приводит к нужному результату, и это положительный момент, однако с другими составляющими методики ситуация весьма неблагоприятная. Параметры предлагаемых в публикациях разного уровня методик ЛТ

исключительно разнообразны, порой диаметрально противоположны по логике реализации, но имеют общие черты – их авторы в большинстве случаев руководствуются не медико-биологическим обоснованием выбранных параметров, знанием известных механизмов БД НИЛИ и патогенеза заболевания, а исходят исключительно из технических возможностей имеющейся аппаратуры и обезболивание воспринимают как самоцель. Реализуется такой вариант через увеличение до предельно возможного уровня мощности и за счёт уменьшения площади светового пятна ПМ. Действительно, желаемый результат (уменьшение боли) чаще всего достигается достаточно быстро, однако эффект кратковременный, а выздоровления как такового не происходит, пациент не избавляется от недуга на длительное время, хотя бы на несколько месяцев.

Также отсутствие единообразия, «стандарта» терминологии, как уже отмечалось выше, мешает развитию методологии лечения больных ФМ и при МФБС. Неопределённость в отношении ТП (*trigger points* или *tender points*) и вообще болезненных зон (БЗ), чётком и однозначном их разделении достаточно часто приводит к ошибкам в выборе тактики лечения и методики (табл. 21).

Большинство специалистов используют только методику лазерного освечивания ТП, что не всегда эффективно. Действительно, было показано, что освечивание ТП непрерывным НИЛИ красного спектра (633 нм) вызывает изменения симпатической активности, сопровождающейся увеличением сопротивления кожи в месте воздействия [Snyder-Mackler L. et al., 1986, 1989], повышается латентность периферических чувствительных нервных волокон, что приводит к снижению скорости проводимости нервного импульса, в итоге к уменьшению боли [Snyder-Mackler L., Bork E., 1988]. В предыдущем разделе приведены и некоторые другие исследования по теме. Но только этого эффекта недостаточно, необходима оптимизация как в части поиска иных вариантов (способов) освечивания ТП, так и комбинированного использования разных методов ЛТ.

Одна из методик, о которой мы неоднократно слышали положительные отзывы и сообщения о многолетнем успешном опыте использования в клинической практике, – это внутримышечное освечивание ТП через световод. В тех случаях, когда у больных имеет место затяжное течение заболевания с наличием ТП, нейроциркуляторных и туннельных синдромов, когда пациенты страдают другими сопутствующими заболеваниями, а эффективность традиционных методов лечения невысока, рекомендуется проведение комплексной методики: ВЛОК-635 (стандартная методика) + *лазерные блокады*. Перед каждой лечебной процедурой после осмотра пациента и диагностики «ключевой» мышцы или зоны методом пальпации и с учётом анатомических ориентиров определяются очаги локальных ТП, в которые после обработки рук и зоны воздействия спиртом вводится одноразовый стерильный световод с иглой (КИВЛ-01). Параметры НИЛИ: длина волны 635 нм, непрерывный режим, мощность 5–8 мВт, время воздействия на одну зону 2–3 мин. После извлечения световода место воздействия повторно обрабатывается спиртом и освечивается следующая точка (в один день 3–5 ТП). После процедуры больной отдыхает в палате не менее 1 часа. На курс лечения

6–8 ежедневных процедур, ВЛОК с лазерными блокадами проводят через день [Улащик В.С. и др., 2003].

В специализированной литературе обсуждается роль в этиопатогенезе ФМ метаболических сдвигов, в частности энергетических процессов. Данный аспект рассматривается с позиции анализа механизма возникновения ТП, например, в биоптатах тканей, взятых из этих зон, обнаружено снижение содержания высокоэнергетических фосфатов [Bengtsson A. et al., 1986<sup>(1)</sup>; Henriksson K.G., Bengtsson A., 1990] и изменение активности фосфодиэстераз [Jubrias S.A. et al., 1994]. О локальной гипоксии свидетельствуют данные спектрографического исследования мышц [Bengtsson A. et al., 1986].

В исследовании И.А. Бочковой (1998) показано, что после курса ЛТ на фоне приёма НПВС и антидепрессантов у 82% больных наблюдается нормализация изоферментного спектра лактатдегидрогеназы (ЛДГ), что способствует улучшению энергетического обеспечения мышечной ткани, уменьшается количество ТП и снижается болезненность сохранившихся. Важный вывод, объективно подтверждающий факт влияния НИЛИ на состояние зоны ТП.

Кроме того что при болевом синдроме, характерном для ФМ, требуется комплексное лечение с использованием нескольких методов ЛТ, анализ литературы и собственный клинический опыт позволяют сделать вывод, что воздействие на ТП непрерывным НИЛИ малоэффективно, необходимо использовать импульсный режим и инфракрасный (ИК) спектр (длительность светового импульса 100–150 нс, импульсная мощность 10–15 Вт, длина волны 904 нм). Такого же мнения придерживается и ряд других авторов [Бочкова И.А., 1998; Пат. 2199357 RU].

Использование комплексного подхода, при котором задействуется максимально широкий спектр методов ЛТ, позволяет восстанавливать нарушения в функционировании различных органов и систем организма человека, что кроме непосредственного блокирования боли обеспечивает устранение причин, вызывающих заболевание. Такая «универсальность» предопределяет исключительную эффективность ЛТ в надёжном устранении болевых синдромов разных типов и обеспечивается в том числе варьированием параметров методик. Не менее важно, что после правильно организованного курса лазерной терапии эффект сохраняется в течение длительного периода времени, месяцы и годы, поэтому можно говорить о лечении как таковом, т. е. когда пациент забывает о болезни если не навсегда, то очень надолго [Кочетков А.В. и др., 2012; Москвин С.В., 2016].

Факт влияния лазерного света на ТП установлен достаточно давно, об этом подробно говорится в предыдущем разделе, где приведены соответствующие исследования, но нам важнее понять, как освечивание этих зон проводить наиболее оптимально.

В табл. 21 (предыдущий раздел) не включена единственная экспериментальная работа, в которой показано, что лазерное освечивание Новозеландских кроликов (контактно на 5 ТП и зоны напряжения мышцы, 780 нм, непрерывный режим, 30 мВт, 30 с (4,5 Дж/см<sup>2</sup>) или 3 мин (27 Дж/см<sup>2</sup>, 5 дней подряд) эффективно влияет на некоторые биохимические показатели, связанные с болью ( $\beta$ -эндорфин, субстанция P, фактор некроза опухоли ФНО- $\alpha$  и циклооксигеназа-2). Сделан вывод о

зависимости результата воздействия от ЭП, различные биохимические показатели в разной степени меняются при увеличении или уменьшении ЭП [Hsieh Y.L. et al., 2015]. Однако в исследовании не учтено одно важнейшее обстоятельство, а именно то, что изменение ЭП как результата арифметических действий ( $\text{Дж}/\text{см}^2$ ) в случае варьирования экспозицией *нелинейно* влияет на конечный результат, допустимо варьировать только мощностью и с существенными ограничениями площадью светового пятна. Другими словами, при формально одинаковых значениях ЭП, полученных при различных экспозициях, эффект может быть диаметрально противоположным, происходить как стимулирование какого-то процесса, так и его ингибирование. И это одна из самых распространённых ошибок многих авторов.

В работе со ссылкой на российские исследования обосновывается возможность применения ВЛОК-635 (длина волны 633–635 нм, мощность 1–2 мВт) для лечения больных ФМ [Momenzadeh S. et al., 2015]. Авторы мотивируют свой выбор такими известными результатами лазерного освечивания, как нормализация иммунной системы, улучшение реологических свойств крови и трофического обеспечения тканей. Это перспективное направление необходимо развивать.

Улучшение микроциркуляции и обеспечения кислородом различных тканей после ВЛОК-635 тесно связано с положительным влиянием НИЛИ на обмен веществ: возрастает окисление энергетических материалов – глюкозы, пирувата, лактата [Скупченко В.В., 1991]. Однако достаточно часто и весьма успешно внутривенный вариант методики лазерного освечивания крови заменяют на неинвазивный (транскутанный), с использованием матричных импульсных лазеров красного спектра (длина волны 635 нм, импульсная мощность 40 Вт, матрица из 8 лазерных диодов, расположенных по 4 шт. в 2 ряда, площадь 8  $\text{см}^2$ , длительность импульсов 100–150 нс, частота 80–150 Гц) [Кочетков А.В. и др., 2012; Пат. 2539535].

А.М. Вейн с соавт. (1999) считают, что высокой эффективности классической акупунктуры (иглами) в качестве монотерапии не наблюдается, но метод может быть рекомендован в комплексном лечении как дополнительный. Вероятно, эта рекомендация касается и лазерной акупунктуры.

В качестве одного из примеров комплексного подхода, применения комбинированной методики, можно привести один очень интересный российский патент, в котором используется именно комбинированная методика ЛТ, с воздействием на разные области, включая ТП и точки акупунктуры (ТА), а также многочастотный режим с варьированием частот импульсного ИК НИЛИ [Пат. 2199357 RU].

Согласно формуле изобретения, методика реализуется через комбинированное воздействие на ТП и участки нейроостеофиброза патологически изменённых мышц импульсным ИК (890–904 нм) лазерным излучением с использованием сложного вида модуляции, пачками импульсов по 8–12 Гц с частотой следования импульсов в пачке 28–33 кГц (*исправлена опечатка, в исходном документе – Гц*). При этом осуществляют воздействие на отдалённые ТП с учётом ирриadiационных особенностей формирования болевого синдрома. Дополнительно проводится воздействие на зоны головы в области проекции лобной, теменной и затылочной



долей с частотой 80–1500 Гц, попеременно с глубиной проникновения 2–4 мм. Затем с глубиной проникновения 6–8 мм одновременно осуществляют воздействие лазерным излучением на точки стопы и кисти, соответствующие проекции болевых участков по системам соответствия Су Джок терапии [Пат. 2199357 RU]. В описании изобретения уточняются некоторые очень важные моменты методики, например, что методика ЛТ контактно-зеркальная, стабильная, нельзя сдвигать лазерную излучающую головку с зоны воздействия, импульсная мощность НИЛИ 4–6 Вт. Термин «глубина проникновения» вызывает много вопросов, и это необходимо рассмотреть отдельно.

Экспозиция на один ТП – от 30 с до «достижения значительного анальгезирующего воздействия». Используется зеркальная магнитная насадка с индукцией 25–50 мТл. Экспозиция на зоны головы в области проекции лобной, теменной и затылочной долей определена более точно – 60 с (1 мин), «используя попеременно немагнитные зеркальные насадки с глубиной проникновения 2–4 мм, а затем магнитные аксиальные насадки с глубиной проникновения 6–8 мм». В примере приводится также частота повторения импульсов – 80 Гц. Из пассажа по поводу «глубины проникновения» понятно только, что «немагнитные зеркальные насадки» – это ЗН-35 или аналог, но остальное сформулировано так, будто бы используемые насадки проникают в голову на разное расстояние [Пат. 2199357 RU]. Это откровенный стилистический ляп, вероятнее всего, авторы полагают, что при использовании магнитных насадок увеличивается глубина проникновения НИЛИ, – заблуждение, которое давно опровергнуто. Также очень далеки от истины и указанные расстояния («глубина проникновения») для лазерного света с указанными параметрами, реально они на порядок больше [Москвин С.В., 2014].

Правда, дополнительную ясность в методику вносят два клинических примера, которые мы приводим с небольшой коррекцией.

***Пример 1. Пациент N, возраст 45 лет.***

Жалобы на боли в области наружного угла глаза, над бровью слева; на диффузную боль внутри головы, периодические боли в области шеи, усиливающиеся после длительной физической нагрузки.

*Anamnesis morbi.* Боли беспокоят в течение 4 лет, впервые появились после длительной работы за компьютером, постоянно принимает анальгетики и финилепсин. Длительно лечился с диагнозом «невралгия тройничного нерва». Черепно-мозговые нервы в норме, зрачки S = D, точки выхода тройничного нерва безболезненны.

*Обследование.* Наблюдается ограничение активных и пассивных движений в шейном отделе позвоночника. Боли заметно усиливаются при наклоне головы вперед и вниз. При пальпации выявляется напряжение и болезненность задних мышц шеи, наиболее выраженные в ременной мышце шеи. В верхней части левой ременной мышцы шеи выявляются резко болезненные уплотнённые участки мышц, при раздражении которых появляется резкая боль внутри головы, в области глазного яблока и левой надбровной области. Сухожильные рефлексy

S = D, расстройства чувствительности не выявляется, координатурные пробы выполнены удовлетворительно.

#### *Методика ЛТ*

Воздействие на три выявленных ТП в области верхней трети ременной мышцы и на область наружного угла глаза в зоне наибольшей болезненности по 30 секунд на каждую зону импульсным ИК НИЛИ (с магнитной насадкой) в многочастотном режиме.

Затем воздействие на область головы:

1-й сеанс – по средней линии головы одновременно двумя лазерными излучающими головками с зеркальными насадками (импульсное ИК НИЛИ, длина волны 890–904 нм, мощность 4–5 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 30 с).

2-й сеанс – на височные области одновременно двумя лазерными излучающими головками с магнитными зеркальными насадками (импульсное ИК НИЛИ, длина волны 890–904 нм, мощность 4–5 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 30 с).

3-й сеанс – на затылочную область головы лазерной излучающей головкой с магнитной зеркальной насадкой (импульсное ИК НИЛИ, длина волны 890–904 нм, мощность 4–5 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 30 с).

Проводилась также лазерная акупунктура лазерной излучающей головкой с акупунктурной насадкой (импульсное ИК НИЛИ, длина волны 890–904 нм, мощность 3–4 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 30 с) на следующие ТА:

1-й сеанс: GI4 (хэ гу); GI11 (цюй чи); VB20 (фэн чи); V10 (тянь чжу).

2-й сеанс: E36 (цзу сань ли); VG16 (фэн фу); IG4 (вань гу); IG16 (тянь чуан);

3-й сеанс: V60 (кунь лунь); V40 (вэй чжун), VG20 (бай хуэй), VB21 (цзянь цзин), TR15 (тянь ляо), VG14 (да чжуй).

Сеансы повторялись ежедневно.

Дополнительно воздействие согласно системе соответствия Су-Джок терапии на болезненные точки в области больших пальцев правой и левой руки лазерной излучающей головкой с акупунктурной насадкой (импульсное ИК НИЛИ, длина волны 890–904 нм, мощность 3–4 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 10 с).

#### **Пример 2. Больная X, возраст 62 года.**

В течение 6 месяцев беспокоили сильные боли в правом плечевом суставе и чувство скованности шеи.

*Обследование.* Больная эмоциональна, лабильна, плаксива, астенизирована, в неврологическом статусе определяется напряжение и болезненность периарт триггерных мышц в области правого плечевого сустава, ограничение подвижности в правом плечевом суставе, при пальпации выявлены наиболее болезненные мышечные уплотнения, находящиеся в области правой подостной мышцы и в мышце, поднимающей лопатку. При раздражении этих участков возникал типичный болевой периарт.

#### *Методика ЛТ (отличие в локализации ТП и акупунктурном рецепте)*

Воздействие на три выявленных ТП в области верхней трети подостной мышцы и на область наружного угла глаза в зоне наибольшей болезненности по 30 с на каждую зону импульсным ИК НИЛИ (с магнитной насадкой) в многочастотном режиме.

Затем воздействие на область головы (методика идентична изложенной в первом примере).

Также проводилась лазерная акупунктура лазерной излучающей головкой с акупунктурной насадкой (импульсное ИК НИЛИ, длина волны 890–904 нм, мощность 3–4 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 30 с) на следующие ТА:

1-й сеанс: GI4 (хэ гу); GI11 (цюй чи); VG14 (да чжуй); VB21 (цзянь цзин);

2-й сеанс: E36 (цзу сань ли); VG16 (фэн фу); IG4 (вань гу); IG16 (тянь чуан);

3-й сеанс: V60 (кунь лунь); V40 (вэй чжун), VG20 (бай хуэй), VB21 (цзянь цзин), TR15 (тянь ляо), VG14 (да чжуй).

Сеансы повторялись ежедневно.

Дополнительно воздействие согласно системе соответствия Су-Джок терапии на болезненные точки в области больших пальцев правой и левой руки лазерной излучающей головкой с акупунктурной насадкой (импульсное ИК НИЛИ, длина волны 890–904 нм, мощность 3–4 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 10 с).

Эта методика может быть применена с некоторой коррекцией, поскольку в описании присутствуют невоспроизводимые данные.

Особенности терапии лиц пожилого возраста с МФБС, отягощённым соматической патологией, обуславливают необходимость использования широкого спектра лечебного воздействия. Разработан комплексный метод, включающий лазерную терапию, электронейростимуляцию, озонотерапию, индивидуальную ортопедическую коррекцию, мануальную терапию, диетотерапию, иглорефлексотерапию и фитотерапию. Комплексный и индивидуальный подход позволил значительно улучшить функционирование дыхательной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, костно-суставной, иммунной систем организма, инструментально-лабораторных показателей, что в конечном итоге приводит к значительному улучшению параметров гомеостаза. Акцентируется внимание на том, что именно нелекарственные методы терапии позволяют значительно повысить качество лечения больных, причём не прибегая к дорогостоящему медицинскому оборудованию и медикаментам [Кудаева Л.М., Фридман В.А., 2014].

При ФМ отсутствуют чёткие структурные и функциональные нарушения со стороны мышечной ткани. В специализированной литературе обсуждается роль в этиопатогенезе ФМ метаболических сдвигов, в частности энергетических процессов. Данный аспект рассматривается с позиции анализа механизма возникновения ТП, например, в биоптатах тканей, взятых из этих зон, обнаружено снижение содержания высокоэнергетических фосфатов [Bengtsson A. et al., 1986<sup>(1)</sup>; Henriksson K.G., Bengtsson A., 1990] и изменение активности фосфодиэстераз [Jubrias S.A. et al., 1994], о локальной гипоксии свидетельствуют и данные спектрографического исследования мышц [Bengtsson A. et al., 1986].

В связи с тем что тканевая гипоксия сопровождается изменением активности ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах, особый интерес представляет изучение ферментативного обеспечения реакций гликолиза при ФМ. Возможные нарушения со стороны общей активности и изоэнзимного спектра ключевого фермента гликолиза – лактатдегидрогеназы могут рассматри-

ваться как один из возможных механизмов развития метаболических расстройств, приводящих, в свою очередь, к возникновению хронической боли [Бочкова И.А., 1998]. Подтверждением этой точки зрения являются данные, свидетельствующие о нарастании содержания пирувата при одновременном снижении уровней лактата, аденозинтрифосфата и мышечных фракций ЛДГ в сыворотке крови у больных ФМ [Eisinger J. Et al., 1994].

Известно также, что после лазерной акупунктуры – точки F12 (ци май), F13 (чжан мэнь) и F14 (ци мэнь) – исходно сниженная активность лактатдегидрогеназы у больных хроническим персистирующим гепатитом повышается за счёт изоэнзима ЛДГ5 [Симкина Т.В. и др., 2007]. Улучшение микроциркуляции и обеспечения кислородом различных тканей после лазерного освечивания крови также тесно связано с положительным влиянием НИЛИ на обмен веществ: возрастает окисление энергетических материалов – глюкозы, пирувата, лактата [Скупченко В.В., 1991].

Всё вышеизложенное послужило основанием для исследования, направленного на оценку эффективности комплексного лечения больных ФМ, заключающегося в сочетанном применении лазерной терапии с воздействием на ТП и медикаментозной терапии НПВС с антидепрессантами. Проведены анализ характера изоэнзимных сдвигов со стороны ЛДГ и оценка возможности использования этого ферментного теста для диагностики и контроля за эффективностью лечения. Все клинические показатели при этом принято выражать в баллах, а лабораторные данные – в абсолютных величинах [Бочкова И.А., 1998].

Наиболее часто встречающимися клиническими показателями при ФМ являются: интенсивность боли, степень скованности, степень выраженности утомляемости, интенсивность головной боли, степень выраженности нарушения сна и количество болезненных зон, определяемых пальпаторно. Первые пять показателей оценивались с помощью визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) и выражались в баллах (от 0 до 10). В число обязательных инструментальных методов обследования были включены рентгенография позвоночника и суставов, электрокардиография, ультразвуковое исследование щитовидной железы. В комплекс стандартного лабораторного обследования входило определение показателей крови: общего анализа, биохимических показателей, содержание С-реактивного белка (метод преципитации в капиллярах), ревматоидного фактора (реакция латекс-агглютинации), антинуклеарного фактора активности креатинкиназы, уровня гормонов щитовидной железы; общего анализа мочи. Специальное лабораторное обследование включало определение общей активности ЛДГ в прямой и обратной реакции спектрографическим методом, основанном на прямом оптическом тесте Варбурга. Принцип метода заключается в различном спектре поглощения окисленной и восстановленной форм NAD при 340 нм. Количественный анализ ЛДГ проводили методом электрофоретического разделения в полиакриламидном геле (ПААГ). При разделении ПААГ использовали трис-глициновый буфер рН 8,3. Наиболее оптимальным было разделение по методике Ditz и Lubrano, при которой использовали 5,5% разделяющий гель и проводили подслаивание сыворотки после добавления 40% раствора сахарозы под раствор электродного

буфера. Электрофорез проводили при 4 °С и силе тока 2–3 мА на трубку в течение 40–60 мин. После электрофореза гели инкубировали в течение 0,5–2 часов в темноте при температуре 37 °С в субстратной смеси. Денситометрирование фракций проводили с помощью денситометра «Chromoscan-3» («Joyce Loebel», Англия) [Бочкова И.А., 1998].

Воздействие импульсным ИК НИЛИ (длина волны 890 нм, импульсная мощность 5–7 Вт, частота 80–300 Гц, экспозиция 10–20 с на один ТП, всего за сеанс не более 10 точек) проводили ежедневно. Медикаментозная терапия включала НПВС (пироксикам 20 мг в сутки) и трициклические антидепрессанты (амитриптиллин 10–25 мг в сутки). Полный курс лечения составлял 12–16 процедур. Эта методика была использована для лечения большей части больных ФМ, причём половине из них проводилась только ЛТ (группа 2), а другой половине больных проводилась комбинированная терапия с использованием НПВС и антидепрессантов (группа 3). Контрольная группа больных получила только медикаментозную терапию (1-я группа больных).

При сравнении эффективности указанных методов учитывались выраженность основных клинических симптомов (в баллах), количество болезненных точек, а также анализировалась динамика изоферментов ЛДГ, прежде всего ЛДГ4 и ЛДГ5.

Выявленная связь клинических и изоэнзимных показателей свидетельствует о том, что уровень ЛДГ4 и ЛДГ5 объективно отражает тяжесть фибромиалгического синдрома, следовательно, может быть использован для объективной диагностики этого состояния и для оценки эффективности лечения.

Результаты статистического анализа полученных данных показали, что эффективность лечения в сравниваемых группах больных была неодинаковой. Как следует из табл. 24 и 25, наиболее существенная динамика клинических показателей была получена в 3-й группе больных (комплексное лечение). Все клинические показатели снизились достоверно, существенно уменьшилось количество определяемых ТП. Наряду с этим наблюдалась достоверная динамика уровня ЛДГ4 и ЛДГ5, который достиг значений этого показателя у здоровых лиц.

При суммарной оценке эффективности лечения по клиническим признакам положительный эффект отмечен у 82% больных, у 72% наблюдалась нормализация изоферментного спектра ЛДГ.

Что касается больных, получавших локальную ЛТ без приёма медикаментов (группа 2), то результаты у них оказались сопоставимы с таковыми в 1-й группе больных, получавших только медикаментозное лечение. Большинство клинических показателей у больных 2-й группы претерпело достоверные изменения, однако интенсивность головной боли и степень нарушения сна снизились незначительно. Достоверно уменьшилось количество болезненных зон (табл. 26 и 27).

Важно подчеркнуть, что в этой группе больных отмечена статистически значимая динамика изоферментов ЛДГ4 и ЛДГ5. Уровень их существенно повысился у 43% больных. Суммарная оценка эффективности лечения по клиническим показателям показала, то «улучшение» и «значительное улучшение» отметили 65% больных после курса лазерной терапии.

Таблица 24

**Динамика клинических показателей у больных ФМ при сочетании ЛТ с приёмом лекарственных средств (Бочкова И.А., 1998)**

Показатель	Количество	Боль	Скованность	Утомляемость	Головные боли	Нарушение сна	Количество точек
До лечения	32	7,36 ± 0,1	4,47 ± 0,12	7,63 ± 0,1	4,27 ± 0,11	4,97 ± 0,13	11,53 ± 1,29
После лечения	32	3,63 ± 0,18	2,9 ± 0,29	3 ± 0,21	2,91 ± 0,19	2,66 ± 0,18	5,8 ± 1,32

Таблица 25

**Динамика изоферментного состава у больных ФМ при сочетании ЛТ с приёмом лекарственных средств (Бочкова И.А., 1998)**

ЛДГ	Количество	ЛДГ1	ЛДГ2	ЛДГ3	ЛДГ4	ЛДГ5
До лечения	32	27,75 ± 1,82	37,24 ± 1,79	22,48 ± 1,88	7,39 ± 1,89	5,14 ± 1,45
После лечения	32	25,21 ± 1,27	33,35 ± 1,23	20,17 ± 1,23	12,04 ± 1,27	9,23 ± 1,31
Здоровые	45	24,09 ± 1,31	32,12 ± 1,27	20,20 ± 1,32	13,63 ± 1,21	10,05 ± 1,69

Таблица 26

**Динамика клинических показателей у больных ФМ под воздействием только лазерной терапии (Бочкова И.А., 1998)**

Показатель	Количество	Боль	Скованность	Утомляемость	Головные боли	Нарушение сна	Количество точек
До лечения	32	7,36 ± 0,1	4,47 ± 0,12	7,63 ± 0,1	4,27 ± 0,11	4,97 ± 0,13	11,53 ± 1,29
После лечения	32	5,67 ± 0,22	2,13 ± 0,13	5,47 ± 0,21	4,10 ± 0,20	4,66 ± 0,18	6,67 ± 1,31

Таблица 27

**Динамика изоферментного состава ЛДГ у больных ФМ под воздействием только лазерной терапии (Бочкова И.А., 1998)**

ЛДГ	Количество	ЛДГ1	ЛДГ2	ЛДГ3	ЛДГ4	ЛДГ5
До лечения	32	27,75 ± 1,82	37,24 ± 1,79	22,48 ± 1,88	7,39 ± 1,89	5,14 ± 1,45
После лечения	32	25,31 ± 1,24	33,34 ± 1,35	20,26 ± 1,32	12,06 ± 1,22	9,03 ± 1,31
Здоровые	45	24,09 ± 1,31	32,12 ± 1,27	20,2 ± 2,32	13,63 ± 1,21	10,05 ± 1,69

В группе больных, получивших только медикаментозное лечение, при положительной динамике субъективных симптомов не получено достоверного уменьшения даже количества болезненных точек (табл. 28). Кроме того, не произошло и достоверных изменений в содержании изоферментов ЛДГ4 и ЛДГ5 в сыворотке крови (табл. 29).

Если при субъективной оценке положительный результат отметили 62% больных 1-й группы, то нормализация изоферментного спектра ЛДГ наблюдалась лишь в 15,5% случаев.

Как следует из полученных данных, ЛТ способствует достоверной динамике объективных параметров выраженности фибромиалгического синдрома, что свидетельствует о преимуществе этого метода в плане терапевтической эффективности. Кроме того, лазерная терапия в отличие от медикаментозного лечения не сопровождалась побочными реакциями. Сочетание ЛТ с медикаментозным лечением существенно повышает терапевтический эффект [Бочкова И.А., 1998].

Есть все основания предполагать, что воздействие НИЛИ на ТП наряду с прямым или опосредованным анальгетическим эффектом способствует нормализации микроциркуляторных нарушений в тканях, уменьшает степень тканевой гипоксии, стимулирует активность ферментов энергетического метаболизма, в частности, ЛДГ. Повышение уровня ЛДГ4 и ЛДГ5 способствует улучшению энергетического обеспечения мышечной ткани, особенно в условиях гипоксии. Таким образом, лазерная терапия с воздействием на ТП в сочетании с приёмом НПВС и антидепрессантов является эффективным методом лечения больных ФМ. Включение этого метода в комплексную терапию ФМ способствует улучшению качества лечения пациентов и уменьшению осложнений от медикаментозного лечения [Бочкова И.А., 1998].

Зарубежные коллеги также изучали возможность применения физиотерапевтических методов, в том числе лазерной терапии, для лечения больных ФМ [Carville S.F., Choy E.H.S., 2008]. Наиболее предпочтительным оказалось воздействие импульсным ИК НИЛИ (904 нм, 20 Вт, 200 нс, частота 2800 Гц, экспозиция – 3 мин на одну зону), эффективно уменьшающее боль, мышечный спазм и утреннюю скованность [Güg A. et al., 2002]. Для обезболивания рекомендуется также лазерная акупунктура (ГНЛ, 633 нм, на каждую из 12 ТА по 15 с) [Waylonis G.W. et al., 1988]. Непрерывное ИК НИЛИ (830 нм, 30–50 мВт) лишь в некоторой степени положительно влияет только на один из показателей качества жизни пациентов (утренняя скованность) [Armagan O. et al., 2006; Matsutani L.A. et al., 2007].

Тем не менее в протоколе проведения рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), который предлагают P. de T.C. Carvalho с соавт. (2012), нет ни слова об оптимизации лазерного воздействия и необходимости учитывать опыт предыдущих исследователей при планировании новых. Это приводит к появлению РКИ с заведомо неприемлемыми и неэффективными параметрами ЛТ, например, длина волны 670 нм, непрерывный режим, мощность 20 мВт, экспозиция 7 с на одну зону (ТП, всего 18), ежедневно в течение 4 недель, и пациенты никакого обезболивающего эффекта, разумеется, не получают [Ruago J.A. et al., 2014].

Таблица 28

**Динамика клинических показателей у больных ФМ, принимавших только лекарственные средства (Бочкова И.А., 1998)**

Показатель	Количество	Боль	Скованность	Утомляемость	Головные боли	Нарушение сна	Количество точек
До лечения	32	7,36 ± 0,1	4,47 ± 0,11	7,63 ± 0,11	4,27 ± 0,18	4,66 ± 0,13	11,53 ± 1,29
После лечения	32	4,23 ± 0,17	3,8 ± 0,14	4,1 ± 0,18	3,66 ± 0,22	2,5 ± 0,16	9,26 ± 1,43

Таблица 29

**Динамика изоферментного состава ЛДГ у больных ФМ, принимавших только лекарственные средства (Бочкова И.А., 1998)**

ЛДГ	Количество	ЛДГ1	ЛДГ2	ЛДГ3	ЛДГ4	ЛДГ5
До лечения	32	27,75 ± 1,82	37,24 ± 1,79	22,48 ± 1,88	7,39 ± 1,89	5,14 ± 1,45
После лечения	32	26,95 ± 1,15	36,99 ± 1,37	21,87 ± 1,23	8,11 ± 1,19	6,08 ± 1,31
Здоровые	45	24,09 ± 1,31	32,12 ± 1,27	20,2 ± 1,32	13,63 ± 1,21	10,05 ± 1,69



## Частные методики лазерной терапии больных фибромиалгией

Курс лазерной терапии состоит из 12–16 процедур, рекомендуется проводить на фоне приёма антидепрессантов. В первые же дни лечения отмечается положительная динамика клинических показателей, уменьшаются: интенсивность боли, скованность, утомляемость, нарушения сна, головная боль, болезненность и количество ТП, однако устойчивый клинический эффект достигается только по окончании курса.

### Методика 1. Воздействие на ТП

Параметры методики представлены в табл. 30. Используется импульсная инфракрасная лазерная излучающая головка ЛО-904-20 лазерного физиотерапевтического аппарата «Лазмик».

Таблица 30

**Параметры методики ЛТ больных фибромиалгией  
при воздействии на ТП (Бочкова И.А., 1998 с изменениями)**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	904 (ИК)	–
Режим работы лазера	Импульсный	–
Длительность светового импульса, нс	100–150	–
Мощность излучения, Вт	10–15	–
Плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup> (площадь поверхности 1 см <sup>2</sup> )	10–15	–
Частота, Гц	80–150	–
Экспозиция на 1 зону, с	20–30	–
Количество зон воздействия	До 10	–
Локализация	ТП	–
Методика	Контактно-зеркальная	Через зеркальную насадку ЗН-35
Количество процедур на курс	12–15	Ежедневно

### Методика 2. Воздействие на ТП

Базовые параметры методики представлены в табл. 31. Основное отличие от 1-й методики в увеличенной экспозиции, использовании НИЛИ двух спектров (ИК и красный), варьирование частотами (табл. 32). Курс лечения включает 15 ежедневных процедур, которые желательно начинать в понедельник и проводить по рабочим дням с перерывом на выходные (суббота и воскресенье), т. е. общая продолжительность курса составляет 3 недели.

А.А. Лиев с соавт. (1996) показали, что МФБС, обусловленный вертеброгенной патологией, характеризуется наличием активных ТП. Источником данной группы болевых синдромов являются мышцы верхних конечностей, поясничной и ягодичной области, обычно сопровождающиеся болью другой локализации

Таблица 31

**Базовые параметры методики ЛТ больных ФМ или при МФБС  
(Москвин С.В., 2016)**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	904 (ИК)	На активные ТП
	635 (красный)	На латентные ТП
Режим работы лазера	Импульсный	–
Длительность светового импульса, нс	100–150	–
Мощность излучения, Вт	10–15	–
	5	–
Плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup> (площадь поверхности 1 см <sup>2</sup> )	10–15	–
	5	–
Частота, Гц	См. табл. 32 ниже	–
Экспозиция на 1 зону, мин	1	–
Количество зон воздействия	До 10	Допускается одновременное воздействие двумя излучающими головками на два ТП
Локализация	Триггерные пункты	См. рис. 23–31
Методика	Контактно-зеркальная	Через зеркальную насадку ЗН-35
Количество процедур на курс	15	Ежедневно

Таблица 32

**Изменение частоты для импульсного ИК НИЛИ (904 нм) при воздействии на ТП**

Процедура	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Частота, Гц	80	150	300	600	1500	3000	10 000	10 000	3000	1500	600	300	150	80	80

(отражённые боли). Необходимо проводить поиск ТП и анализ болевого рисунка для точной диагностики миофасциального синдрома. Пальпаторно выявляются активные и латентные ТП, область поражения позвоночно-двигательных сегментов, учитываются данные рентгенологического исследования.

В зависимости от зоны воздействия Т.В. Апакидзе (1998) использовала непрерывный лазерный свет красного спектра (633 нм) и импульсное ИК НИЛИ (890 нм), экспозиции также существенно различались, от 60 до 256 с.

Одним из важнейших результатов исследования является доказательство высокого обезболивающего эффекта лазерной терапии. В зависимости от варианта МФБС к выписке болевой синдром отмечался у 26,3–32,6% пациентов, болезненность позвоночно-двигательных сегментов снижалась в среднем почти в 3 раза, при мышечно-тонической форме – более чем в 5 раз.

При анализе гемореологических показателей установлено, что все исследуемые показатели (концентрация фибриногена, эндогенного гепарина и антитромбина III) приближались к норме после курса ЛТ. Интересно, что это зафиксировано как у пациентов с вазоконстрикторным, так и с вазодилаторным вариантом МФБС.

Анализ состояния АОС у больных объективно свидетельствовал о положительном влиянии ЛТ на динамику антиоксидантного статуса, наблюдалось снижение уровня свободнорадикального окисления, к выписке происходила нормализация концентрации МДА в эритроцитах и плазме крови, у пациентов с изначально большими отклонениями в системе ПОЛ к выписке обозначена тенденция к повышению антиокислительных свойств крови.

Общие результаты лечения больных представлены в табл. 33.

Катамнестическое наблюдение за больными контрольной и основной групп свидетельствует о более стойком терапевтическом эффекте после курса ЛТ, что проявляется в меньшем количестве случаев обострений – в 1,8 раза, снижении средней продолжительности периода обострений –  $14,8 \pm 0,1$  и  $9,4 \pm 0,6$  дня, увеличении длительности ремиссии –  $5,6 \pm 0,08$  и  $8,3 \pm 0,1$  мес., в контрольной и основной группах соответственно [Апакидзе Т.В., 1998].

Таблица 33

**Эффективность лазерной терапии при МФБС (Апакидзе Т.В., 1998)**

Результат	Группы	
	Контрольная	Основная
Без изменений	33,3	15,4
Незначительное улучшение	27,6	13,4
Улучшение	23,2	22,1
Значительное улучшение	15,9	49,1

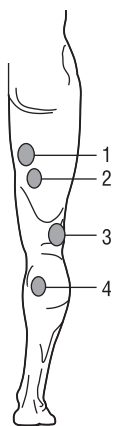


Рис. 23. ТП двуглавой мышцы бедра (1, 2), полуперепончатой мышцы (3) и подколенной мышцы (4)

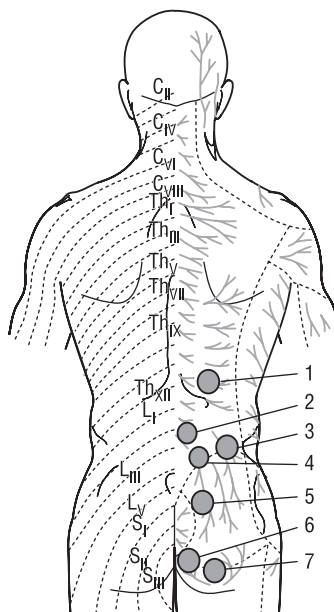


Рис. 24. ТП квадратной мышцы поясницы (1, 3), экстензоров спины (2, 4), частей большой ягодичной мышцы (5, 6, 7)

Области, где наиболее часто располагаются ТП нижней части тела при МФБС, обусловленном вертеброгенной патологией, представлены на рис. 23–31.

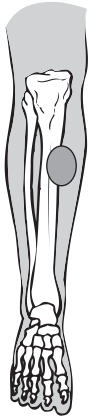


Рис. 25. ТП передней большеберцовой мышцы

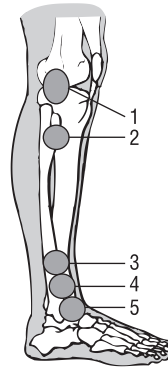


Рис. 26. ТП коллатеральной связки коленного сустава (1); ТП малоберцовых мышц: 2 – *m. peroneus longus*; 3 – *m. peroneus brevis*; 4, 5 – *m. peroneus tertius*

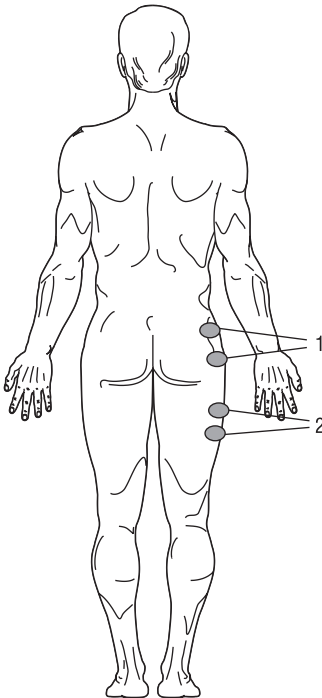


Рис. 27. ТП мышцы, напрягающей широкую фасцию бедра (1); комбинированные ТП мышцы, напрягающей широкую фасцию бедра, и латеральной широкой мышцы (2)

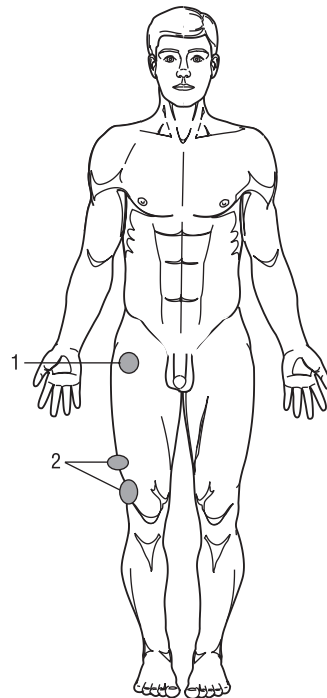


Рис. 28. ТП прямой мышцы бедра (1) и латеральной широкой мышцы (2)

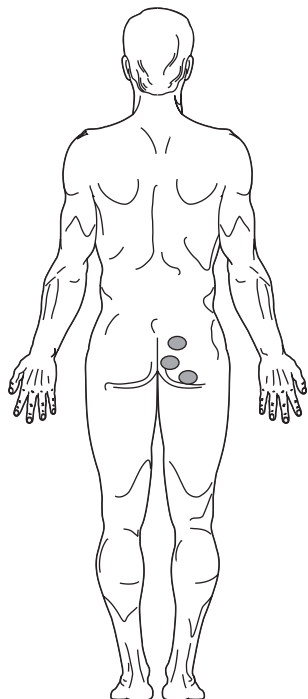


Рис. 29. ТП большой ягодичной мышцы

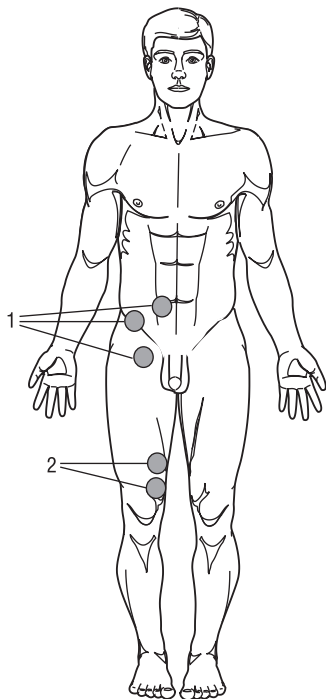


Рис. 30. ТП подвздошно-поясничной мышцы (1) и четырёхглавой мышцы бедра (2)

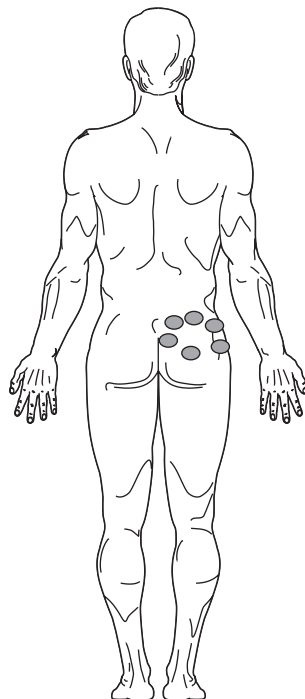


Рис. 31. ТП грушевидной, средней и малой ягодичных мышц

Лазерная терапия может быть задействована в качестве базисного метода лечения, а также как дополнительный метод в комплексной терапии больных хроническими вертеброгенными люмбоишиалгиями. В сочетании с артромоторными реакциями (крестцово-подвздошного сочленения, тазобедренного сустава, коленного сустава) вне зависимости от расположения ТП обязательно предварительно проводится воздействие НИЛИ паравертебрально на уровне  $L_{III}-S_I$  по известной методике.

На области с латентными ТП воздействуют импульсным НИЛИ красного спектра (лазерная излучающая головка ЛО-635-5 с насадкой А-3), длина волны 635 нм, мощность максимальная (5 Вт), частота постоянная на всех сеансах – 80 Гц.

Курс лечения включает 15 ежедневных процедур, которые желательно начинать в понедельник и проводить по рабочим дням, т. е. всего 3 недели.

Рекомендуется также комбинировать мануальную и лазерную терапию [Лиев А.А., Апакидзе Т.В., 1992].

### **Методика 3. Неинвазивное лазерное освечивание крови (НЛОК)**

Комбинируется с методиками 1 и 2, но не с методикой 5 (где уже присутствует). Параметры представлены в табл. 34.

Таблица 34

#### **Методика НЛОК больных ФМ и при МФБС**

<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>	<b>Примечание</b>
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	635 (красный)	НЛОК-635
Режим работы лазера	Импульсный	–
Длительность светового импульса, нс	100–150	–
Мощность излучения, Вт	30–40	Матричная излучающая головка МЛ-635-40 – 8 лазерных диодов
Плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup> (площадь поверхности 10 см <sup>2</sup> )	3–4	НЛОК-635
Частота, Гц	80–150	–
Экспозиция на 1 зону, мин	2–5	–
Количество зон воздействия	1–2	Чаще всего симметричные области
Локализация	На проекцию крупных кровеносных сосудов, близлежащих к области поражения	См. в тексте
Методика	Контактная	Через насадку ПМН
Количество процедур на курс	12–15	Ежедневно

### **Методика 4. Комплексная, комбинированная, контактная**

Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», матричная импульсная ИК-лазерная излучающая головка МЛ-904-80 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, мощность максимальная – 60–80 Вт, частота 80–150 Гц), стабильно, контактно через насадку ПМН, последовательно на зоны (рис. 32): 1 – 2 мин; 2 – 1,5 мин; 3 – 1,5 мин; 4 – 1 мин. Курс лечения состоит из 10–12 ежедневных процедур.

Комбинирование ЛТ с массажем, ЛФК и мануальной терапией значительно повышает эффективность лечения. При необходимости курс лазерной терапии проводится повторно через 3–4 недели.

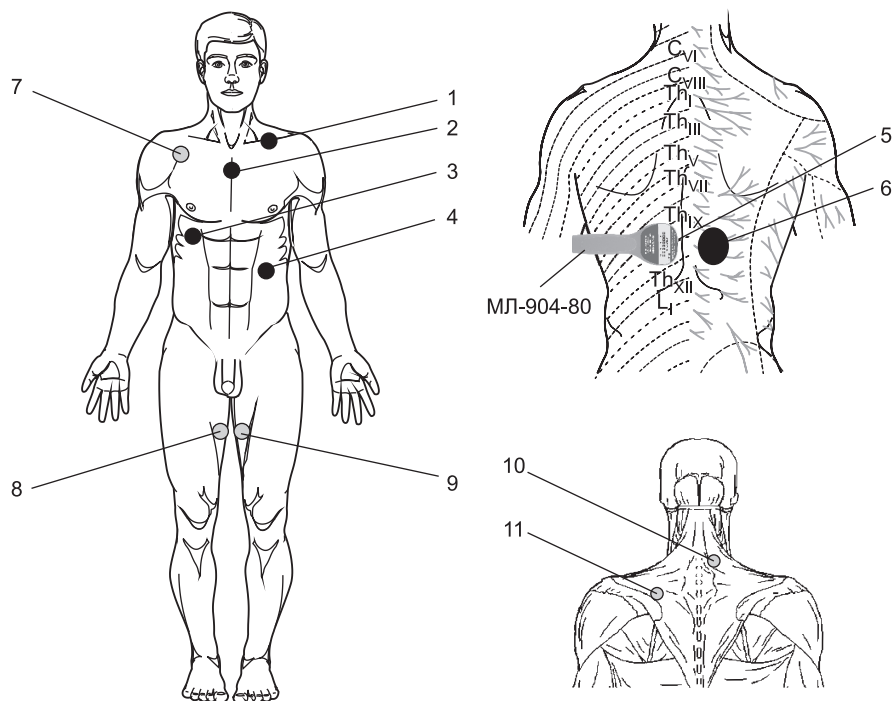


Рис. 32. Зоны воздействия НИЛИ при лечении больных ФМ (комбинированная методика)

### **Методика 5. Комбинированная**

#### **1-й этап**

Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик», матричная импульсная ИК-лазерная излучающая головка МЛ-904-80 (длина волны 904 нм, режим работы импульсный, мощность максимальная – 60–80 Вт, частота 80–150 Гц), стабильно, контактно через насадку ПМН, последовательно на зоны (рис. 32, табл. 35): 1 – 2 мин, 2 – 1,5 мин, 3 – 1,5 мин, 4 – 1 мин; 3 – 5 мин; 6 – 1 мин. **ВНИМАНИЕ!** При воздействии на зоны 5 и 6 матричная лазерная излучающая головка МЛ-904-80 должна располагаться перпендикулярно позвоночному столбу.

#### **2-й этап**

Через 2–3 мин после окончания первого этапа лазерное воздействие импульсным ИК НИЛИ лазерной излучающей головки ЛО-904-20 (один лазерный диод) с зеркальной насадкой ЗН-35 на зоны 7–9 по 1,5 мин (рис. 32, табл. 36).

#### **3-й этап**

Лазерное освечивание 1–2 самых болезненных зон (ТП), например, 10 и 11 (рис. 32, табл. 37).

Воздействие на зоны 8–11 (рис. 32), как один из вариантов методики, можно проводить излучением крайневисокочастотного (КВЧ) диапазона (длина волны 5,6 мм, мощность 1 мВт) [Брехов Е.И. и др., 2007; Москвин С.В., Хадарцев А.А., 2016].

Таблица 35

**Параметры методики ЛТ больных ФМ  
(комбинированная методика, зоны 1–6)**

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	Матричная излучающая головка МЛ-904 80 (8 импульсных ИК-лазерных диодов)
Плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup> (площадь поверхности 1 см <sup>2</sup> )	6–8	–
Частота, Гц	80–150	–
Экспозиция на 1 зону, мин	1,5–2	Зоны 1–3
	1	Зоны 4–6
Количество зон воздействия	6	–
Локализация	Зоны 1–6, рис. 32	–
Методика	Контактная	Через насадку ПМН
Количество процедур на курс	12–15	Ежедневно

Таблица 36

**Параметры методики ЛТ больных ФМ  
(комбинированная методика, зоны 7–9)**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	904 (ИК)	–
Режим работы лазера	Импульсный	–
Длительность светового импульса, нс	100–150	–
Мощность излучения, Вт	15–20	–
Плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup> (площадь поверхности 1 см <sup>2</sup> )	15–20	–
Частота, Гц	80–150	–
Экспозиция на 1 зону, мин	1,5–2	–
Количество зон воздействия	3	–
Локализация	Рис. 32, зоны 7–9	–
Методика	Контактно-зеркальная	Через зеркальную насадку ЗН-35
Количество процедур на курс	12–15	Ежедневно



**Параметры методики ЛТ больных ФМ  
(комбинированная методика, зоны 10–11)**

Параметр	Значение	Примечание
Длина волны лазерного света, нм (спектр)	904 (ИК)	–
Режим работы лазера	Импульсный	–
Длительность светового импульса, нс	100–150	–
Мощность излучения, Вт	15–20	–
Плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup> (площадь поверхности 1 см <sup>2</sup> )	15–20	–
Частота, Гц	80–150	–
	3000–10 000	Возможно первые 1–2 процедуры
Экспозиция на 1 зону, мин	1	–
Количество зон воздействия	1–2	–
Локализация	Зоны 10–11 (ТП)	Рис. 32 как пример
Методика	Контактно-зеркальная	Через зеркальную насадку ЗН-35
Количество процедур на курс	12–15	Ежедневно

При наличии таких выраженных клинических симптомов, как устойчивое нарушение сна, тревожные расстройства, головные боли напряжения, утомляемость, синдром раздражённого кишечника, лечение проводится на фоне приёма антидепрессантов в минимальных дозировках.

Бальнеотерапия, массаж и ЛФК проводятся во второй половине дня через день, не ранее чем через 3 часа после лазерной терапевтической процедуры.

Криотерапия в процессе проведения курса лазерной терапии исключена.

Дополнительно при необходимости назначаются витамины (В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, С и фолиевая кислота) и микроэлементы (кальций, калий, железо и магний).

Курс психотерапии, особенно на начальном этапе, также будет способствовать повышению эффективности лечения.

## ЗАКЛУЧЕНИЕ

В книге сделан, пожалуй, наиболее полный обзор литературы по тематике, в значительно меньшей степени представлен фактический материал (результаты исследований), объективно доказывающий эффективность лазерной терапии. Возможно, в этом направлении ещё предстоит провести дополнительную работу, однако многолетний опыт большого числа практических врачей более чем убедительно доказывает, что лазерной терапии зачастую нет равных при лечении больных самого разного профиля.

Представленные в книге материалы далеко не исчерпывают тему управления болью. Кроме рассмотренных болевых синдромов, связанных в большей степени с патологическими процессами мягких тканей и частично костно-мышечной системы, есть множество других, которые имеют свои особенности и будут, надеемся, подробно рассмотрены в соответствующих тематических изданиях. Многие из болевых синдромов, такие как головные, вертеброгенные и нейропатические боли различного генеза, рассматриваются в рамках изучения вопросов разработки новых методов лечения больных неврологического профиля. Болевой синдром, связанный с дисфункцией ВНС, изучается стоматологами. Тема онкологии особая, где боль может быть как следствием самого заболевания, так и результатом профильного лечения, поэтому в большей степени лазерная терапия рассматривается специалистами как один из методов реабилитации.

Активная работа продолжается практически во всех областях медицины, и особенно радует то, что не только в России, но и во всём мире, где ранее не признавали лазерную терапию, считали её шаманством и «альтернативным» лечением, теперь чуть ли не с большим энтузиазмом, чем наши соотечественники, развивают это направление. Одним из мотивирующих стимулов для них является экономическая целесообразность, в условиях отсутствия конкуренции (в смысле методов лечения) можно просто и недорого оказать пациентам эффективную помощь, зарабатывая не только деньги, но и авторитет.

Может показаться парадоксальным, но именно высокая эффективность и исключительно низкая стоимость лечения являются на современном этапе основными препятствиями для развития лазерной терапии в России. К великому сожалению, согласно нормативным документам, врачи теперь не лечат больных, а оказывают услуги. Из медицины, как одного из ярчайших примеров служения людям с полной самоотдачей и самопожертвованием, когда без сопереживания и внимания к человеку невозможно *лечить*, сделали «услугу». Для постановки простейшего диагноза сейчас уже почти автоматически отправляют на МРТ, а на то, чтобы внимательно выслушать и осмотреть пациента, нет времени. Конечно, проще купить дорогой аппарат, получить откат (извиняемся перед честными организаторами здравоохранения, а таких большинство) и отчитаться о выполненной работе, чем обучить и воспитать хорошего специалиста.

Соответственно, многие (к счастью, не все) теперь не лечат, а оказывают услугу, воспринимая это как бизнес в чистом виде: «Потрать меньше, заработай

больше». При таком подходе лечить (именно лечить, чтобы пациент забыл о своих проблемах надолго), тем более простым и недорогим способом, элементарно *не выгодно*, эффект нужен временный, а «лечение» пожизненным.

Лазерная терапия, кроме всего прочего, объединяет настоящих врачей, которые хотят помогать людям, избавлять их от страданий, лечить по-настоящему, и мы глубоко убеждены, что таких специалистов с каждым днём будет всё больше. В России есть замечательные аппараты, система обучения, специализированные журналы, постоянный обмен информацией и достижениями в области лазерной медицины, т. е. всё, что нужно заинтересованному для использования лазерной терапии в своей практике.

## 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., Лошилов В.И., Тихомиров В.В. и др. – Омск, 1983. – 22 с.

**Лазерная терапия хронического пшоацидного 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 / Кортуков 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, П 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 аутотрансфузии облученной ультрафиолетом крови в гнойной хирургии у детей: Методические рекомендации** // Ленинградский педиатрический медицинский институт / 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, П 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 / Пятакина 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 «Полус» / 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»
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»

Номер	Дата	Наименование	Организация
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 осложненных 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»
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 неоттяжённых 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»

Номер	Дата	Наименование	Организация
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»
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	Радонотерапия 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

Номер	Дата	Наименование	Организация
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»
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 им. 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-лазеромангнитной 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-лазерно-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-лазерно-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»
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

*Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерный свет – можно ли им навредить? // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23, № 3. – С. 265–283.*

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

С.В. МОСКВИН\*, А.А. ХАДАРТСЕВ\*\*

\* *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 terato-

genic, 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 неизвестное науке «психквантовое излучение», а в человеческой крови под его воздействием происходит «перерождение эритроцитов», в результате чего наступает «разрушение иммунной системы в целом», просто «СПИД в новой упаковке» (Еженедельник «Аргументы и факты» № 29 от 18.07.2001, № 42 от 17.10.2001; «АиФ. Здоровье» № 35 от 30.08.2001, термины и определения процитированы). Ссылок на научные работы не было, как и самих исследований, ни одной публикации в научных рецензируемых журналах также не существует, только краткое сообщение на одной конференции и небольшая статья в некоем «информационном листке». Мы посетили в своё время институт, в котором совершили это «открытие XXI века», встретились с его автором и попросили продемонстрировать нам, специалистам, результаты своих экспериментов. Поскольку показывать было нечего, «учёный» быстро признался, что за эту фальшивку ему хорошо заплатили: «Жизнь тяжёлая, заплатите вы, напишу, что скажете». Кто финансировал эти «исследования», не сказал, но тут всё ясно, достаточно ответить на вопрос, кому это выгодно и кто может себе позволить раскрутку подобной агрессивной кампании в центральной прессе.

### Особенности использования лазерного света

1. От обычного, некогерентного светового потока, например, исходящего из светоизлучающего диода (СИД), фонарика, лампочки или солнца, лазерный свет отличается шириной спектра или степенью временной когерентности. Лазер генерирует фотоны только с одной энергией или с одной длиной волны – это и есть его основная отличительная особенность – *монохроматичность*, этот свет когерентный. Широкополосные, некогерентные источники (СИД, лампочка и пр.) испускают фотоны с разной энергией, их свет *полихроматичен*, что известно

из школьных опытов с призмой или из такого природного явления, как радуга. Других принципиальных отличий нет. Свет, в том числе лазерный, – это *электромагнитное излучение* (ЭМИ) оптического диапазона, а не радиация, как полагают некоторые. В лазерной терапии чаще всего используют несколько спектральных диапазонов: ближний *ультрафиолетовый* (УФ) – 365 и 405 нм, *зелёный* – 525 нм, *красный* – 635 нм и *инфракрасный* (ИК) – 890 и 904 нм. Разумеется, мощный лазерный УФ-свет (205 нм) может повредить ДНК клетки [115], но «заслуга» в этом не когерентности, а именно длины волны (спектра). В связи с этим очень хотелось бы не допускать в научной литературе сравнений несравнимого, как это иногда бывает, например, «лазерных» и «ультрафиолетовых» источников света.

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

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

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

ЛС абсолютно безопасен, также как абсолютна безвредна (и очень полезна) ЛТ, но это утверждение верно только при обязательном условии разумного применения метода. Если же не соблюдать известные и очень простые правила, то НИЛИ может и навредить, что, впрочем, вовсе не означает, будто бы его надо ассоциировать с потенциальной угрозой. В противном случае к опасным 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 выраженными протекторными (защитными) свойствами в отношении самых различных патогенных факторов (радиация, токсины, УФ-свет).

**НИЛИ не тератогенно.** Тератогенность – способность физических, химических или биологических факторов вызывать нарушения процесса эмбриогенеза, приводящие к возникновению врождённых уродств (аномалий развития) у людей или животных. С этим понятием тесно связана и мутация, как *стойкое преобразование гено типа, 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 (хими-

ческую 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 исключительной пользе лазерного освечивания яиц в птицеводстве с рекомендацией применения этой технологии в промышленных масштабах. Отсутствие каких-либо негативных последствий в результате освечивания НИЛИ животных, в том числе яиц различных птиц, косвенно подтверждает и факт достаточно активного внедрения лазерных технологий в российское промышленное животноводство, даже издан учебник для студентов профильных институтов [18; 19].

Приведём в качестве примера одно из последних исследований, в котором показано, что освечивание инкубационных яиц перед закладкой для инкубации, зародышей на 6, 12 и 18-й дни развития лазерным терапевтическим аппаратом «Матрикс» (длина волны 635 нм, непрерывный режим, плотность мощности на поверхности яиц 20 мВт/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 щёлочного резерва, составившего 3,30 об %  $\text{CO}_2$ ;
- показатели содержания в сыворотке крови каротина в подопытных группах до 6-го дня инкубирования яиц практически были равными – 2,94–3,14 мкмоль/л, с возрастом эмбрионов и кратностью лазерного освечивания контрастность различий показателя контроля и опытных групп возросла и составила в 12-дневном возрасте 0,67–0,45 мкмоль/л, в 18-дневном – 1,19–0,63 мкмоль/л и в конце эмбрионального периода развития – 0,53–0,44 мкмоль/л с более активной фазой синтеза каротина с 12-го до 18-го дня развития зародышей.

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

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

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

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

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

Но было бы совершенно неправильно делать скоропалительный вывод, что это один из вариантов «генной инженерии», позволяющий создавать ГМО, хотя многие специалисты, занимающиеся селекцией растений, называют полученные ими результаты не иначе, как «лазерный мутагенез». Совершенно неверно и не-

допустимо 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, 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 последствий радиационного поражения: лазерная энергия с определёнными параметрами является эффективным антимутагенным 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 повышают 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 ин-

филтрации. 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 желез через 2 недели после курса ЛТ (длина волны 890 нм, импульсная мощность 8–10 Вт, частота 80 Гц, экспозиция на проекцию щитовидной железы 30 с, надвенное освечивание крови – 2 мин, ежедневно в течение 7 дней) выявили признаки снижения аутоагрессии, морфологическим эквивалентом которой является степень выраженности лимфо-плазмодитарной 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 // Вавилевский журнал генетики и селекции. – 2013, 17 (4/2). – С. 805–832.
14. Васильева О.А. Этапная фармаколазерная терапия и профилактика в комплексной системе оздоровления плода и новорожденного при фетоплацентарной недостаточности: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2005. – 48 с.
15. Володин В.Г., Мостовников В.А., Абраменко Б.И. и др. Лазеры и наследственность растений. – Минск: Наука и техника, 1984. – 175 с.
16. Ворсобица Н.В. Изучение действия инфракрасного низкоинтенсивного импульсного лазерного излучения на продолжительность жизни *Drosophila melanogaster*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калуга, 2005. – 23 с.
17. Вяйзенен Г.Н., Миргородский Г.Г., Вяйзенен А.Г., Токарь А.И. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров на отечественном комплексе // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 6 (18). – С. 29–33.
18. Вяйзенен Г.Н., Токарь А.И. Влияние лазерного излучения с различными матрицами на интенсивность роста цыплят-бройлеров при напольном выращивании // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 10 – С. 13–18.
19. Вяйзенен Г.Н., Токарь А.И., Вяйзенен Г.А. и др. Использование лазерных технологий в животноводстве: Учебник для студентов вузов. – Великий Новгород: «Печатный двор «Великий Новгород», 2009. – 416 с.
20. Газазян М.Г., Васильева О.А. Влияние низкоинтенсивного лазерного облучения крови беременных на состояние плода и новорожденного при плацентарной недостаточности // Лазерная медицина. – 2000. – Т. 4, вып. 1. – С. 7–11.
21. Гончаренко Н.А. Лазерное облучение яиц и его влияние на вывод молодняка // Птахівництво: Міжвід. темат. наук. зб. / 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 *Drosophilamelanogaster*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калуга, 1999. – 20 с.
32. Зырянов Б.Н., Евтушенко В.А., Кицманюк З.Д. Низкоинтенсивная лазерная терапия в онкологии. – Томск: STT, 1998. – 336 с.
33. Идрисова Р.С. Влияние монохроматического красного света на репарацию печени в эксперименте и клинике // Здоровоохр. 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 НИИ онкологический институт им. П.А. Герцена; сост.: С.Д. Плетнев. – М., 1982. – 27 с.
48. Лазерная терапия воспалительных и онкологических заболеваний мягких тканей: Методические рекомендации МЗ УССР / Разраб. Одесский медицинский институт им. Н.И. Пирогова; сост.: А.П. Доценко, В.В. Грубник, С.А. Гешелин и др. – Одесса, 1988. – 19 с.
49. Литвинова Т.М., Косенко И.А., Фурманчук Л.А. Эффективность лечения рака тела матки с неблагоприятным прогнозом комплексным методом, включающим лазерную гемотерапию // *ARS Medica*. – 2012. – № 3. – С. 132–133.
50. Литвинова Т.М., Косенко И.А., Фурманчук Л.А., Таргонская Г.К. Снижение лучевых реакций и осложнений с помощью внутривенного лазерного облучения крови // *УРЖ*. – 2009. – Том XVII. – № 3. – С. 306–308.
51. Литвинова Т.М., Косенко И.А., Хорошун М.В. К вопросу о применении внутривенного лазерного облучения крови в клинической онкологии // *Онкологический журнал*. – 2010. – Т. 4. – № 1. – С. 28–32.
52. Маликов Д.И. О генетическом действии гелиометеорологических факторов // *Использование солнечной энергии в технике, сельском хозяйстве и медицине*. – Алма-Ата, 1969. – С. 91–94.
53. Мамукаев М.Н., Тохтиева Т.А., Арсагов В.А. Жизнеспособность, продуктивность и морфологические показатели эмбриогенеза цыплят-бойлеров при лучистых воздействиях. – Владикавказ, ФГОВПОГТАУ, 2004. – 79 с.
54. Микляева М.А., Скрылева Л.Ф., Анисимов А.Г. и др. Эмбриональная гибель гусей и кур при воздействии низкоинтенсивного лазерного излучения // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. – 2014. – Т. 19. – № 5. – С. 1442–1445.
55. Москвин С.В. О некоторых заблуждениях, мешающих развитию лазерной терапии. – Тверь: Триада, 2012. – 12 с.
56. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 896 с.
57. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. – М.–Тверь: Триада, 2014. – 896 с.
58. Мурзин А.Г., Резников Л.Л. К вопросу о механизмах биологического действия низкоинтенсивного лазерного излучения // *Лазерная биофизика и новые методы применения лазеров в медицине*. – Тарту, 1990. – С. 106–109.
59. Мусаев М.А., Абдуллаева Т.Ю., Егизаров В.В. Мутагенный эффект лазерного излучения на томаты // *Цитология и генетика*. – 1971. – Т. 5. – № 3. – С. 207–208.

60. Онкология. Клинические рекомендации // Под ред. В.И. Чиссова, С.Л. Дарьяловой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 720 с.
61. Панков О.П. Офтальмология // Низкоинтенсивная лазерная терапия / Под ред. С.В. Москвина и В.А. Буйлина. – М., 2000. – С. 614–683.
62. Перельгина Л.А., Лисаченко О.Д., 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. Перельгина 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 // Здравоохранение РФ. – 2013. – № 1. – С. 49–51.
69. Родимцев А.С., Будаговский А.В., Микляева М.А. Влияние низкоинтенсивного когерентного излучения на эмбриональное развитие гусей и кур // Сучасне птахівництво. – 2011. – № 11–12. – С. 1–10.
70. Самойлова К.А., Князев Н.Н., Зимин А.А. и др. Влияние низкоинтенсивного видимого и ближнего инфракрасного излучения на имплантированные опухоли у лабораторных животных // Фотобиология и фотомедицина. – 2009. – № 4. – С. 6–18.
71. Стаханов М.Л. Постмастэктомический синдром: классификация, диагностика, лечение, профилактика: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2001. – 46 с.
72. Тохтиев Т.А. Жизнеспособность, продуктивность и морфологические показатели эмбриогенеза цыплят-бройлеров при лучистых воздействиях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владикавказ, 2004. – 21 с.
73. Тулупова М.С. Состояние плодов, новорожденных, родившихся от матерей с фетоплацентарной недостаточностью и в зависимости от способа разрешения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Красноярск, 2002. – 23 с.
74. Улащик В.С. Лазерное излучение: использование в онкологии // Здравоохранение (Минск). – 2013. – № 12. – С. 21–29.
75. Урусова А.И., Беляев П.А., Жданова А.С. и др. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения и коллоидного наносеребра на имплантированные опухоли у лабораторных животных // Bulletin of Medical Internet 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: Ермощенко М.В., Филоненко Е.В., Зикиряходжаев А.Д. – М., 2013. – 44 с.
78. Федеральные клинические рекомендации по профилактике ранних лучевых реакций у онкогинекологических больных / Разработали: Филоненко Е.В., Урлова А.Н., Демидова Л.В., Бойко А.В. – М., 2014. – 19 с.

79. Хоров А.О. Лазерные технологии в онкологической практике. Часть I // Журнал ГрГМУ. – 2010. – № 4. – С. 23–27.
80. Хохлов И.В., Данилов А.С. Лазеры – помощники селекционера. – Минск: Наука и техника, 1987. – 69 с.
81. Хохлов Р.Ю. Возрастная морфология яйцеводов кур в зависимости от монохроматического (оранжевого) освещения (экспериментально-морфологическое исследование): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саранск, 2001. – 18 с.
82. Чебан О.И., Мамедова О.А., Москвин С.В. и др. Применение аппарата «Мустанг» в лазеротерапии онкологических больных // Материалы VII межд. 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 гидроксилующей 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., Nokhbatolfighahaei H., Bagheri H. The combination of laser therapy and metal nanoparticles in cancer treatment originated from epithelial tissues: a literature review // *Journal of Lasers in Medical Sciences*. – 2016, 7 (2): 62–75.
104. Gautam A.P., Fernandes D.J., Vidyasagar M.S. et al. Low level laser therapy for concurrent chemoradiotherapy induced oral mucositis in head and neck cancer patients – A triple blinded randomized controlled trial // *Radiotherapy and Oncology*. – 2012, 104: 349–354.
105. Karu T., Kurchikov A., Letokhov V., Mokh V. He-Ne laser radiation influences single-channel ionic currents through cell membranes: A patch-clamp study // *Lasers in the Life Sciences*. – 1996<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

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

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

### **ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛАЗЕРОФЕРЕЗА (обзор литературы)**

С.В. МОСКВИН\*, А.А. ХАДАРЦЕВ\*\*

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

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

#### **Реферат**

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

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

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

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

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

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

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

### Abstract

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

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

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

Лазерофорез – способ чрескожного введения биологически активных веществ с помощью освечивания низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ) места нанесения препарата. Один из самых востребованных среди сочетанных методов лазерной терапии, перспективность которых мы предсказали достаточно давно [22; 46; 52]. Шифр в номенклатуре медицинских услуг – А17.30.027 (Приказ Минздравсоцразвития России № 1664н от 27 декабря 2011 г. «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг»). Также известны его разновидности, фито-лазерофорез [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 освещиванием некогерентными источниками света (лампами) А.А. Миненков (1989) [40]. В его варианте методики осуществлялось освещивание 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 освещивания не только исключительно просто реализуется и экономически выгодно, но что самое важное, наиболее эффективно. В процессе сравнения степени влияния различных физических факторов на форетическую подвижность различных веществ было доказано преимущество такого подхода: в частности, по сравнению с электрофорезом эффективность лазерофореза почти в 1,5 раза выше [40]. Позднее было подтверждено, что выбор НИЛИ в качестве наилучшего физического фактора, стимулирующего форетическую активность некоторых веществ, имеет глубокое научное обоснование [63]. Кроме того, для лазерофореза не требуются ионизированные и поляризованные вещества, а также электроды, закрепляемые на разных частях тела, обязательно необходимые для проведения электрофореза. И это также есть неоспоримые преимущества нового метода.

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

Области применения лазерофореза постоянно расширяются:

- акушерство и гинекология [80; 83];
- дерматология и косметология [10; 19; 32; 45; 53; 66; 74; 75];
- заболевания костно-мышечной системы [57; 91];
- неврология [26; 27; 79];

- оториноларингология [67; 77; 86];
- офтальмология [30; 89];
- педиатрия [61; 86];
- спортивная медицина [7; 81; 84];
- стоматология [2; 41; 50; 70];
- урология [20; 65];
- хирургия [14; 72];
- эндокринология [3] и др.

Технология постоянно развивается и совершенствуется по нескольким направлениям:

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

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

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

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

- аллантоин + гепарин натрия + лука репчатого лукович экстракт (Контрактубекс<sup>®</sup>);
- антибиотики (бензилпенициллин, левомецетин, оксациллин, тетрациклин);
- гепарин натрия (Гепарин<sup>®</sup>);
- гиалуронидаза (Лидаза<sup>®</sup>);
- гиалуроновая кислота (гиалуронат натрия);
- гидрокортизон;
- диоксометилтетрагидропиримидин (Метилурацил<sup>®</sup>);
- диоксотетрагидрокситетрагидронафталин (Оксолин<sup>®</sup>);
- долгит-крем;
- индометациновая мазь;

- метронидазол + хлоргексидин (Метрогил Дента<sup>®</sup>, гель и желе);
- никотиновая кислота;
- пантовегин;
- Солкосерил<sup>®</sup>.

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<sup>®</sup> [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<sup>®</sup> 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 трансэпидермальная диффузия растворов различных веществ ограничена многими условиями [42], и первый вопрос, который ставил всех в тупик до недавнего времени, – каким же образом вещества преодолевают этот барьер?

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

Рассмотрим этот вопрос подробнее для понимания того, какими свойствами должны обладать макромолекулы вводимого вещества, чтобы иметь потенциальную возможность для проникновения, и какие оптимальные параметры лазерного осветивания. 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 волосными 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 волосяных 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 волосяных фолликул и потовых желёз превышает площадь кожи в несколько раз. Это обеспечивает исключительно эффективную «закачку» молекул, попавших внутрь.

Однако возможность прохождения молекул вещества через устье шунта вовсе не означает их дальнейшего продвижения в кожу и далее, поскольку для этого необходимо пройти через клетки потовых желёз и эпителия волосяного фолликула. Наиболее вероятным механизмом, позволяющим это осуществить, является трансцитоз, точнее его разновидность, пиноцитоз – процесс, объединяющий признаки экзоцитоза и эндоцитоза. На одной поверхности клетки формируется эндоцитозный пузырёк (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 погло-

щении 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 транцитоза 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 транцитоз и способствует проникновению веществ.

Впервые способ усиления форетической подвижности ряда препаратов после лазерного освечивания был предложен в начале 80-х годов прошлого века [1], а преимущества использования именно НИЛИ в качестве стимулирующего процесс физического фактора доказаны А.А. Миненковым (1989) [40]. На основании 400 физико-химических исследований (с помощью токо- и светотокопроводных моделей) различных по своей структуре лекарственных препаратов (апрессин, ганглерон, карбохромен, инозин, никотиновая кислота и др.) путём выявления их структурной устойчивости и подвижности при действии НИЛИ, постоянного электрического тока и их сочетания было установлено, что НИЛИ с терапевтическими параметрами не разрушает исследованные фармакологические препараты. Кроме того, показано, что освечивание НИЛИ (633 нм) кожи подопытных животных на участке проведения флюоресцеиновой пробы увеличивает скорость проникновения краски в кровь (коэффициент экстинкции при воздействии НИЛИ  $0,153 \pm 0,1$  (контроль  $0,106 \pm 0,02$ ,  $p \leq 0,05$ ).

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

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

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

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

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

- кожные специфические факторы (место и площадь аппликации; возраст пациента; состояние, температура и степень гидратации кожи; особенности кровоснабжения и др.);
- условия аппликации и наличие внешнего воздействующего фактора (свойства окружающей среды; длина волны, экспозиция и ЭП воздействия).

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

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

Непрерывный красный лазерный свет для лазерофореза в настоящее время почти не применяется, хотя именно гелий-неоновый лазер с длиной волны 633 нм был первым когерентным источником света, с помощью которого показали саму возможность реализации методики. С другой стороны, не исключён вариант комбинирования. Например, В.В. Коржова с соавт. [25] отметили высокую эффективность комбинированного воздействия красного (635 нм, плотность мощности 60 мВт/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 освечивания кожи с целью увеличения кровотока, при условии что общее время процедуры не превышает 20 мин.

Эффективность лазерофореза с использованием импульсного ИК НИЛИ (длина волны 890–904 нм) показана в стоматологии при различных заболеваниях пародонта. Вводимые вещества: экзогенные адаптогены (гирудина, пирроксана, янтарной кислоты и др.) [41]; витамины группы В, стимуляторы метаболизма, ангиопротекторы, противовоспалительные препараты, обладающие противомикробным действием, общеукрепляющие препараты [28; 29; 70; 85].

Технология лазерофореза импульсным ИК НИЛИ (890–904 нм) с предварительной ионизацией геля «Гиасульф» и электромиостимуляцией в зоне аппликации позволяет снизить интенсивность болевого синдрома у пациентов с дорсопатиями на фоне перенесённых вертебральных переломов на 68% от исходных значений по ВАШ, обладает эффектом последствия до 6 недель и способствует активизации пациентов. На фоне лечения отмечается снижение САД на 5,8 ± 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 гипертония II ст.». В основной группе больных кроме рутинной терапии применялся фитолазерофорез. На фоне изменения медиаторов ВНС менялись показатели свёртывающей и противосвёртывающей, окислительной и антиокислительной, иммунной систем с тенденцией к активации синтоксических программ адаптации после лечения с использованием фитолазерофореза. Изучен коэффициент активности синтоксических программ адаптации. САД и ДАД через 10 дней лечения устанавливалось на нормальных цифрах. Катамнез – 6 мес. В это время гипотензивных препаратов исследуемые не принимали.

Показано, что методика фитолазерофореза позволяет снять перевозбуждение в центральной нервной системе, устраняя гипоксию и ишемию структурных образований головного мозга. Длительная компрессия корешков межпозвонковых дисков ведёт к стойкому спазму мозговых сосудов, а также вызывает сокращение с последующим укорочением и снижением эластичности мышечно-связочного аппарата шейного отдела позвоночника, что дополнительно вызывает сужение сосудистого русла. Методом лазерофореза в местах компрессии корешков и в области спазмированных мышц вводятся препараты «Ботокс», «Карипазим» или «Лекозим», которые оказывают миорелаксирующее и рассасывающее действие. Лечение проводится на фоне перорального приёма фитопрепаратов и акупунктуры [36].

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

поглощения кислорода тканями организма, активизируются окислительно-восстановительные процессы. Подобные эффекты оказывают бессмертник, чабрец, календула, родиола розовая, ятрышник.

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

Рядом исследований была продемонстрирована потенциальная возможность повышения эффективности лазерофореза с помощью комбинирования с воздействием электромагнитным излучением крайне высокой частоты [8; 64], а также в комплексе с внутривенным лазерным освечиванием 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], освечивание 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 лазероманитофорез сложной лекарственной смеси следующего состава: *Sol. Clotrimasoli* 1% – 4,0; *Canamycini* 2,0; *Diprospani* 40% – 2,0; *Lidasi* – 128 ED; *Dimexidi* 70%; *Sp. Aethylici* 70° – 12,0. После нанесения на очаги поражения лекарственной смеси проводили лазерное освечивание этой зоны матричной излучающей головкой от 2 до 5 мин. На курс лечения 10–15 процедур. Результаты наблюдений свидетельствуют об отчётливом терапевтическом эффекте метода: после 5–7 процедур наблюдалось уплощение пролиферативных элементов, уменьшение эритемы, улучшение настроения пациентов. Побочных явлений и осложнений не отмечено. Через 1,5–2 месяца 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;
- освечивать 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., Сорягин 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 Контракту-бекс 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 (Отчет 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 быстропрогрессирующим 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 форец: 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 // Український 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.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЛТ	– аппарат лазерный терапевтический
АОС	– антиоксидантная система
АФК	– активные формы кислорода
АХ	– ацетилхолин
АХЭ	– ацетилхолинэстераза
ББ	– базовый блок (лазерного терапевтического аппарата)
БД	– биологическое (биомодулирующее) действие
БЗ	– болезненные зоны
ВАШ	– визуально-аналоговая шкала
ВЛОК	– внутривенное лазерное освечивание крови
ВНС	– вегетативная нервная система
ВНЧС	– височно-нижнечелюстной сустав
ГАМК	– $\gamma$ -аминомасляная кислота
ГНЛ	– гелий-неоновый лазер
ИК	– инфракрасный (диапазон, спектр)
ИЛ	– интерлейкин
КВЧ	– крайне высокочастотный (диапазон)
КМС	– костно-мышечная система
КРБС	– комплексный регионарный болевой синдром
ЛД	– лазерные диоды
ЛДГ	– лактатдегидрогеназа
ЛТ	– лазерная терапия
ЛУФОК	– лазерное ультрафиолетовое освечивание крови
ЛФК	– лечебная физическая культура
МДА	– малоновый диальдегид
МЛТ	– магнитолазерная терапия
МФБС	– миофасциальный болевой синдром
НДГ	– нейродинамический генератор
НИЛИ	– низкоинтенсивное лазерное излучение
НЛОК	– неинвазивное (надсосудистое, надвенное, чрескожное, транскутанное) лазерное освечивание крови
НПВС	– нестероидные противовоспалительные средства
ОСА	– общая сонная артерия

---

ПА	–	позвоночная артерия
ПГН	–	постгерпетическая невралгия
ПМ	–	плотность мощности
ПОЛ	–	перекисное окисление липидов
РКИ	–	рандомизированные контролируемые исследования
ТА	–	точка акупунктуры
ТМВ	–	тонический моторно-вегетативный (системокомплекс)
ТП	–	триггерный пункт
УФ	–	ультрафиолетовый (диапазон, спектр)
УФОК	–	ультрафиолетовое освечивание крови
ФМ	–	фибромиалгия
ФМВ	–	фазический моторно-вегетативный (системокомплекс)
ЦНС	–	центральная нервная система
ЭП	–	энергетическая плотность

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *А.с. 1762944 SU*, МПК А61N 5/06. Способ общего обезболивания / М.Я. Авруцкий, Д.Г. Катковский, Т.Ю. Гусейнов, Л.В. Мусихин. – № 4823241; заявлено 03.05.1990; опубл. 23.09.1992. Бюл. № 35.
2. *Авруцкий М.Я., Калиш Ю.И., Мадартов К.М. и др.* Внутрисосудистое лазерное облучение крови при анестезии и послеоперационной интенсивной терапии. – Ташкент: Изд-во им. Ибн Сины, 1997. – 152 с.
3. *Агаджанян Н.А., Чеснокова С.А., Михайловская Т.А.* Фактор времени и физиологические реакции. – М.: Изд-во Университета дружбы народов, 1989. – 57 с.
4. *Адашева О.В., Москвин С.В.* Опыт сочетанного применения низкоинтенсивного лазерного излучения и препарата «Мелагенин Плюс» в терапии витилиго // *Лазерная медицина.* – 2003. – Т. 7. – Вып. 2. – С. 41–42.
5. *Амелин А.В., Тарасова С.В., Соколов А.Ю.* Антikonвульсанты при лечении хронической ежедневной головной боли // *Российский журнал боли.* – 2007. – 1 (14). – С. 13–18.
6. *Амирханян А.Н., Москвин С.В.* Лазерная терапия в стоматологии. – М.–Тверь: Триада, 2008. – 72 с.
7. *Анисимов В.И.* Проблемы оптической и лазерной безопасности в медицине // *Лазерная медицина.* – 2002. – Т. 6. – Вып. 2. – С. 47–51.
8. *Анищенко Г.Я., Полянская З.М., Даллакян И.Г. и др.* Лазеропунктура в невропатологии. – М., 1991. – 21 с.
9. *Анохин П.К.* Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // *Принципы системной организации функций.* – М.: Наука, 1973. – С. 5–61.
10. *Апакидзе Т.В.* Лазерная терапия миофасциальных болевых синдромов у больных хроническими люмбаишалгиями на курорте: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 1998. – 22 с.
11. *Аскарьян Г.А.* Увеличение прохождения лазерного и другого излучения через мягкие мутные физические и биологические среды // *Квантовая электроника.* – 1982 – Вып. 9. – № 7. – С. 1379–1383.
12. *Ахмерова К.Ш., Матюнина Ю.В., Фадеев А.В., Фролов В.А.* Комплексное лечение планталгии, развившейся на фоне энтезопатии, при пяточной шпоре у спортсменов // *Тезисы Всерос. научно-практ. междис. конф. с межд. участ. «Реабилитация и профилактика – 2015».* – М., 2015. – С. 36–38.
13. *Брилль Г.Е., Брилль А.Г.* Гуанилатциклаза и NO-синтетаза – возможные первичные акцепторы энергии низкоинтенсивного лазерного излучения // *Лазерная медицина.* – 1997. – Т. 1. – Вып. 2. – С. 39–42.
14. *Багиров М.А.* Использование излучения полупроводникового лазера в комплексной предоперационной подготовке и в послеоперационном лечении больных туберкулёзом лёгких: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1993. – 25 с.
15. *Берглезов М.А., Вялько В.В., Угнivenко В.И.* Низкоэнергетические лазеры в травматологии и ортопедии. – М.: РИЯД, 1998. – 83 с.
16. *Блохин В.Н., Виноградова Т.П.* Шпоры пяточных костей // *Ортопедия и травматология.* – 1997. – № 1. – С. 96.
17. *Бондарев Г.Б.* Внутривенное лазерное облучение крови в комплексном хирургическом лечении больных деструктивным и осложнённым туберкулёзом лёгких: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1996. – 25 с.
18. *Бочкова И.А.* Клинико-энзимологическая оценка эффективности лазеротерапии при синдроме первичной фибромиалгии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Волгоград, 1998. – 27 с.

19. *Брежнев А.Ю.* Транскраниальная лазеротерапия частичной атрофии зрительного нерва: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2003. – 21 с.
20. *Брехов Е.И., Буйлин В.А., Москвин С.В.* Теория и практика КВЧ-лазерной терапии. – Тверь: Триада, 2007. – 160 с.
21. *Буйлин В.А.* Лазерная рефлексотерапия. – М.: Техника, 2002. – 34 с.
22. *Буйлин В.А.* Низкоинтенсивная лазерная терапия с применением матричных импульсных лазеров. – М.: Техника, 2000. – 124 с.
23. *Буйлин В.А.* Применение лазерно-светодиодной излучающей матрицы МЛС-1 «ЭФФЕКТ» в терапии различных заболеваний. – М.: Техника, 2001. – 56 с.
24. *Буйлин В.А., Москвин С.В.* Низкоинтенсивные лазеры в терапии различных заболеваний. – Тверь: Триада, 2005. – 176 с.
25. *Вейн А.М., Вознесенская Т.Г., Данилов А.Б. и др.* Болевые синдромы в неврологической практике. – М.: МЕДпресс, 1999. – 372 с.
26. *Ветрилэ Л.А., Игонькина С.И., Евсеев В.А.* Патологическая боль и иммунная система / Л.А. Ветрилэ // Справочник врача общей практики. – М.: Просвещение, 2007. – С. 32–33.
27. *Гамалея Н.Ф.* Лазеры в эксперименте и клинике. – М.: Медицина, 1972. – 232 с.
28. *Гейниц А.В., Москвин С.В.* Новые технологии внутривенного лазерного облучения крови: ВЛОК + УФОК и ВЛОК-405. – Тверь: Триада, 2010. – 96 с.
29. *Гейниц А.В., Москвин С.В.* Обеспечение безопасности при работе с лазерными медицинскими и косметологическими аппаратами. – Тверь: Триада, 2012. – 32 с.
30. *Гейниц А.В., Москвин С.В., Ачилов А.А.* Внутривенное лазерное облучение крови. – М.–Тверь: Триада, 2012. – 336 с.
31. *Герасимова Л.И.* Лазеры в хирургии и терапии термических ожогов. – М.: Медицина, 2000. – 224 с.
32. *Гоголева Е.Ф.* Новые подходы к диагностике и терапии фибромиалгии при остеохондрозе позвоночника // Терапевт. арх. – 2001. – № 4. – С. 40–45.
33. *Голдберг Д.Д., Доувер Д.С., Рорер Т.И.* Лазеро- и светолечение. Т. 2: Омоложение кожи. Лазерная шлифовка. Лазерная терапия у пациентов с тёмной кожей. Лечение целлюлита. – М.: Рид Элсивер, 2010. – 152 с.
34. *Голубев В.Л., Вейн А.Н.* Неврологические синдромы. – М.: Мейдос Медиа, 2002. – 832 с.
35. *Горбунов Ф.Е., Кочетков А.В., Миненков А.А. и др.* Применение низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона в ранней реабилитации больных после острых нарушений мозгового кровообращения. – М.: Техника, 2003. – 17 с.
36. *ГОСТ 12.4.253-2013.* Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2014. – 34 с.
37. *ГОСТ 15150-69.* Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 56 с.
38. *ГОСТ 31581-2012.* Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий. – М.: Стандартинформ, 2013. – 19 с.
39. *ГОСТ 8.417-2002.* Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 27 с.
40. *ГОСТ IEC 60825-1-2013.* Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей. – М.: Стандартинформ, 2014. – 76 с.
41. *ГОСТ Р 12.4.254-2010.* Средства индивидуальной защиты глаз. Очки для защиты от лазерного излучения. Общие технические требования и методы испытания. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 24 с.



42. *ГОСТ Р 50267.22-2002*. Изделия медицинские электрические. Ч. 2. Частные требования безопасности к медицинским лазерным аппаратам и установкам. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 16 с.
43. *ГОСТ Р 50723-94*. Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 34 с. (*отменён с 01.01.2015*).
44. *ГОСТ Р 54944-2012*. Здания и сооружения. Методы измерения освещённости. – М.: Стандартиформ, 2013. – 18 с.
45. *ГОСТ Р МЭК 60601-1-2010*. Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности с учётом основных функциональных характеристик. – М.: Стандартиформ, 2011. – 292 с.
46. *ГОСТ Р МЭК 60601-1-2-2014*. Изделия медицинские электрические. Часть 1–2. Общие требования безопасности с учётом основных функциональных характеристик. Параллельный стандарт. Электромагнитная совместимость. Требования и испытания. – М.: Стандартиформ, 2014. – 162 с.
47. *ГОСТ Р МЭК 60601-2-22-2008*. Изделия медицинские электрические. Часть 2–22. Частные требования к безопасности при работе с хирургическим, косметическим, терапевтическим и диагностическим лазерным оборудованием. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 21 с.
48. *Греннер Д.* Гормоны, регулирующие метаболизм кальция // *Биохимия человека* / Под ред. Р. Марри и др. Т. 2. – М.: Мир, 1993<sup>(1)</sup>. – С. 193–204.
49. *Грехов Р.А., Харченко С.А., Зборовская И.А. и др.* Психосоматические основы тревожно-депрессивных нарушений у больных ревматическими заболеваниями // *Военно-медицинский журнал*. – 2009. – № 8. – С. 69–72.
50. *Грушина Т.И.* Реабилитация в онкологии: физиотерапия. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 240 с.
51. *Давыденко Т.Е.* Внутрисосудистое лазерное облучение крови в комплексной терапии распространённого атеросклероза у больных пожилого и старческого возраста: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2006. – 24 с.
52. *Данилов А.Б., Давыдов О.С.* Принципы и алгоритмы лечения нейропатической боли // *РМЖ*. – 2008. – Вып. 1. – С. 11–16.
53. *Данилов А.Б., Курганова Ю.М.* Центральная сенситизация: клиническая значимость // *Consilium Medicum. Неврология и ревматология*. – 2012. – № 1. – С. 59–64.
54. *Дегтярева А.А., Зубова Н.Д.* Лечение фантомной боли у онкологических больных различными методами рефлекс-лазерной терапии // *Паллиативная медицина и реабилитация*. – 1999. – № 2. – С. 19.
55. *Добин В.Л., Савкин А.П., Чураев В.Д.* Применение лазерной терапии в комплексном лечении больных туберкулёзом органов дыхания // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. – 2001. – № 1–2. – С. 20–22.
56. *Ениц В.* Вегетативная нервная система // *Физиология человека* / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. Т. 2. – М.: Мир, 1996. – С. 343–383.
57. *Жаров В.П., Кару Т.Й., Литвинов Ю.О., Тифлова О.А.* Фотобиологический эффект излучения полупроводникового лазера в ближней ИК-области // *Квантовая электроника*. – 1987. – Вып. 14. – № 11. – С. 2135–2136.
58. *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.
59. *Зубкова С.М.* Биофизические основы лазерной терапии // *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. – 2009. – № 1. – С. 3–9.

60. *Зубкова С.М.* Регуляторные возможности физиотерапевтических воздействий // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 4. – С. 3–8.
61. *Зубкова С.М., Михайлик Л.В.* Влияние импульсного лазерного облучения на синтез ДНК в тканях интактных крыс при активной физической нагрузке // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1995, 119 (6): 625–627.
62. *Зырянов Б.Н., Евтушенко В.А., Кицманюк З.Д.* Низкоинтенсивная лазерная терапия в онкологии. – Томск: СГГ, 1998. – 336 с.
63. *Иванченко Л.П., Муфегед М.Л., Москвин С.В.* Локальное введение Интерферона-альфа-2в в сочетании с магнитолазерным воздействием в консервативном лечении фибропластической индукции полового члена (болезни Пейрони) // Материалы юбилейн. XX Межд. научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Ялта, 2003. – С. 26–29.
64. *Иванченко Л.П., Коздоба А.С., Москвин С.В.* Лазерная терапия в урологии. – М.–Тверь: Триада, 2009. – 132 с.
65. *Инструкция по применению установки физиотерапевтической лазерной УЛФ-1.* – М., 1983. – 12 с.
66. *Инюшин В.М., Чекуров П.Р.* Биостимуляция лучом лазера и биоплазма. – Алма-Ата: Казахстан, 1975. – 120 с.
67. *Капустина Г.М., Москвин С.В., Титов М.Н.* Внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) // Медикал Маркет. – 1996. – № 24. – С. 20–21.
68. *Кару Т.Й.* Первичные и вторичные клеточные механизмы лазерной терапии // Низкоинтенсивная лазерная терапия / Под ред. С.В. Москвина и В.А. Буйлина. – М.: Техника, 2000. – С. 71–94.
69. *Касинец С.С.* Новое в лечении пяточной шпоры // Боль. Суставы. Позвоночник. – 2012. – № 1 (5). – С. 59–61.
70. *Качковский М.А., Чернова Н.Е.* Лазеротерапия в комплексном санаторно-курортном лечении при профессиональных и экологически обусловленных заболеваниях // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Том 12. – № 1 (7). – С. 1834–1837.
71. *Киларджиева Е.Б., Гайдарова А.А.* Применение гелий-неонового лазера в детской стоматологии // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6. – № 5. – С. 868–870.
72. *Кларк А.М.* Зрение и лазерное излучение // Элементы устройств квантовой электроники. – М.: Мир, 1976. – С. 86–91.
73. *Космынин А.Г.* Применение лазерных терапевтических матриц при атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2005. – 27 с.
74. *Кочетков А.В.* Лечебные физические факторы на этапе ранней реабилитации больных церебральным инсультом: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 1998. – 47 с.
75. *Кочетков А.В., Москвин С.В.* Лазерная терапия больных церебральным инсультом. – Тверь: Триада, 2004. – 51 с.
76. *Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н.* Лазерная терапия в неврологии. – М.–Тверь: Триада, 2012. – 360 с.
77. *Кочетков М.А.* Применение низкоинтенсивного лазерного излучения при лечении больных кольцевидной гранулёмой: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2000. – 18 с.
78. *Кошелев В.Н., Семина Е.А., Камалян А.Б.* Сравнительная оценка эффективности применения чрескожного и внутрисосудистого лазерного облучения крови // Материалы Межд. конф. «Клиническое и экспериментальное применение новых лазерных технологий». – М.–Казань, 1995. – С. 395–397.
79. *Крылов О.А.* Характеристика целостной реакции организма на действие физических факторов // Актуальные вопросы медицинской реабилитации и физической терапии. – М., 1989. – С. 21–27.

80. Крюк А.С., Мостовников В.А., Хохлов И.В. и др. Терапевтическая эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения. – Минск: Наука и техника, 1986. – 231 с.
81. Кудалева Л.М., Фридман В.А. Особенности восстановительной терапии при лечении миофасциального болевого синдрома у лиц пожилого возраста // Сборник тезисов Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участ. «Реабилитация и профилактика–2014». – М., 2014. – С. 122–123.
82. Кучер В.А., Михей Л.В. Сочетанное внутривенное лазерное облучение крови красным и ультрафиолетовым светом в терапии туберкулёза лёгких // Тез. межд. конф. «Новое в лазерной медицине и хирургии». Ч. 1. – Переславль-Залесский, 1990. – С. 280–281.
83. Кушнир М.А. Физиотерапевтические методы лечения артромиологических поражений в комплексной терапии гемофилии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ленинград, 1991. – 19 с.
84. Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации // М.Ю. Герасименко, А.В. Гейниц, С.В. Москвин и др. – М., 2015. – 80 с.
85. Лейдерман Н.Е. Лазерная терапия с использованием импульсных матриц 0,63 мкм в лечении больных дисциркуляторной энцефалопатией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2010. – 21 с.
86. Лейдерман Н.Е., Кочетков А.В., Москвин С.В. «ЛАЗМИК®» – новая технология в комплексном лечении больных с хроническим нарушением мозгового кровообращения // Сборник научных трудов «Современная лазерная медицина. Теория и практика». Вып. 3. – М., 2010. – С. 111–118.
87. Лейдерман Н.Е., Кочетков А.В., Москвин С.В. Технология «ЛАЗМИК®» в комплексном восстановительном лечении больных с хронической ишемией мозга // ВНМТ. – 2009. – № 4. – С. 104–106.
88. Леонов Б.И., Журавлев В.Ф., Странадко Е.Ф. и др. Стратегия и тактика повышения эффективности терапии коморбидных больных артериальной гипертензией новейшим портильным лазерным аппаратом // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные оздоровительные и реабилитационные технологии» / Под общей редакцией Д.В. Воробьева, Н.В. Тимушкиной. – Саратов, 2016. – С. 61–68.
89. Лиев А.А., Скоробогач М.И., Сташук Н.П. Клинико-нейрофизиологическое исследование детей с генерализованным миофасциальным болевым синдромом // Боль. – 2009. – № 1 (22). – С. 7–11.
90. Лиев А.А., Апакидзе Т.В. Мануальная и лазерная терапия больных с хроническими фасциально-связочными болями вертеброгенного генеза / Мануальная терапия при висцеральной патологии. – Кисловодск, 1992. – С. 8.
91. Лиев А.А., Апакидзе Т.В., Коваленко В.В. и др. Лазерная терапия миофасциальных ломбоишиалгических синдромов. – Кисловодск, 1996. – 19 с.
92. Лопушан И.В. Влияние излучения гелий-неонового лазера на генеративную функцию и эмбриогенез: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Киев, 1981. – 25 с.
93. Лутай А.В., Егорова Л.А., Шутемова Е.А. Лазеротерапия при пневмонии у пожилых больных // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2001. – № 3. – С. 15–18.
94. Малиев Б.М., Шестерина М.Б. Лазеры во фтизиопульмонологии / Под ред. С.В. Москвина. – М.: Техника, 2001. – 302 с.
95. Малыхин М.Ю., Василенко А.М. Миофасциальный болевой синдром и фибромиалгия – разные заболевания или стадии единого патологического процесса? <http://www.painstudy.ru/matls/review/mbs.htm> (Дата обращения 10.04.2017).
96. Мантейфель В.М., Кару Т.Й. Излучение He-Ne-лазера действует на Т- и не действует на В-лимфоциты. Цитофлуориметрический анализ хроматина // Доклады Академии наук. – 1999. – Т. 365. – № 2. – С. 267–269.

97. *Марри Р., Гренер Д., Мейес П. и др.* Биохимия человека: в 2 томах. – М.: Мир, 2009. – Т. 1–2.
98. *Меерсон Ф.З.* Патогенез и предупреждение стрессорных и ишемических повреждений сердца. – М.: Медицина, 1984. – 272 с.
99. *Мешалкин Е.Н., Сергиевский В.С.* Применение низкоэнергетического гелий-неонового лазера в кардиологии и кардиохирургии // *Лазеры в хирургии / Под ред. проф. О.К. Скобелкина.* – М.: Медицина, 1989. – С. 238–243.
100. *Мешалкин Е.Н., Сергиевский В.С.* Результаты и перспективы применения гелий-неоновых лазеров в кардиохирургии // *Применение прямого лазерного облучения в экспериментальной и клинической кардиохирургии.* – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 6–28.
101. *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.
102. *Москвин С., Рязанова Е.* Основные методы лазерной физиотерапии в косметологии // *Аппаратная косметология и физиотерапия.* – 2011. – № 2. – С. 12–18.
103. *Москвин С.В.* Википедия: «В России нет своей медицины и науки» // *Вестник новых медицинских технологий.* – 2016. – Т. 23, № 3. – С. 212–215.
104. *Москвин С.В.* К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) // *Вестник новых медицинских технологий.* – 2008. – Т. 15, № 1. – С. 167–172.
105. *Москвин С.В.* Лазерная терапия в дерматологии: витилиго. – М.: Техника, 2003. – 125 с.
106. *Москвин С.В.* Лазеротерапия как современный этап гелиотерапии (исторический аспект) // *Лазерная медицина.* – 1997. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 44–49.
107. *Москвин С.В.* Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 896 с.
108. *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.
109. *Москвин С.В.* Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Тула, 2008<sup>(1)</sup>. – 38 с.
110. *Москвин С.В.* Физические основы лазерной терапии // *Низкоинтенсивная лазерная терапия.* – М.: Техника, 2000. – С. 20–57.
111. *Москвин С.В.* Эффективность лазерной терапии. – М.: Техника, 2003<sup>(2)</sup>. – 256 с.
112. *Москвин С.В.* Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. – М.–Тверь: Триада, 2014. – 896 с.
113. *Москвин С.В., Азизов Г.А.* Внутривенное лазерное облучение крови. – М.: НИЦ «Матрикс», 2004. – 32 с.
114. *Москвин С.В., Амирханян А.Н.* Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии. – М.–Тверь: Триада, 2011. – 208 с.
115. *Москвин С.В., Буйлин В.А.* Возможные пути повышения эффективности лазерной терапии // *Лазерная медицина.* – 1999. – Т. 3. – Вып. 2. – С. 32–44.
116. *Москвин С.В., Буйлин В.А.* Оптимизация лазерного воздействия // *Низкоинтенсивная лазерная терапия.* – М.: Техника, 2000. – С. 141–209.
117. *Москвин С.В., Гейниц А.В., Кочетков А.В. и др.* Лазерно-вакуумный массаж ЛАЗМИК® в медицине и косметологии. – М.–Тверь: Триада, 2014. – 160 с.
118. *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.

119. Москвин С.В., Горбани Н.А. Лазерно-вакуумный массаж. – М.–Тверь: Триада, 2010. – 72 с.
120. Москвин С.В., Захаров П.И. Лазерная терапия и профилактика язвенной болезни двенадцатиперстной кишки // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 4. – С. 23–26.
121. Москвин С.В., Киани А. Лазерная терапия кожных ангиитов (васкулитов). Этиопатогенетическое обоснование и первые клинические результаты // Материалы юбилейн. XX Межд. научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Ялта, 2003. – С. 34–36.
122. Москвин С.В., Кончугова Т.В. Обоснование применения лазерофореза биологически активных веществ // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2012. – № 5. – С. 57–63.
123. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. Лазерная терапия в педиатрии. – М.: ЭКСМО, 2010<sup>(1)</sup>. – 479 с.
124. Москвин С.В., Никитин А.В., Телегин А.А. Оценка эффективности низкоэнергетического импульсного и непрерывного лазерного излучения красной и инфракрасной частей спектра в комплексной терапии хронического обструктивного бронхита // Лазерная медицина. – 2002. – Т. 6. – Вып. 2. – С. 17–19.
125. Москвин С.В., Новиков А.С., Соколовский С.И. и др. Электромагнитотерапия в стоматологии: биофизические модели, аппаратура и клинический эксперимент / Под ред. А.А. Хадарцева и А.А. Яшина. – М.–Тверь–Тула: Триада, 2008. – 212 с.
126. Москвин С.В., Пономаренко Г.Н. Лазерная терапия аппаратами серии «Матрикс» и «Лазмик». – М.–Тверь: Триада, 2015. – 208 с.
127. Москвин С.В., Хадарцев А.А. КВЧ-лазерная терапия. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 168 с.
128. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерный свет – можно ли им навредить? // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23, № 3. – С. 265–283.
129. Муфазед М.Л., Иванченко Л.П., Москвин С.В. и др. Лазерная терапия в урологии. – Тверь: Триада, 2007. – 132 с.
130. Наседкин А.А., Москвин С.В. Лазерная терапия больных героиновой наркоманией. – Тверь: Триада, 2004. – 48 с.
131. Наседкин А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в оториноларингологии. – М.–Тверь: Триада, 2011. – 208 с.
132. Наседкин А.Н., Петлев А.А. Москвин С.В. Лазерная терапия заболеваний ЛОР-органов с помощью импульсного лазерного излучения видимого красного диапазона спектра ( $\lambda = 0,63\text{--}0,65\ \mu\text{м}$ ) // Сборник тезисов 8th International Congress of the European Medical Laser Association. – М., 2001. – С. 63–64.
133. Насонов Д.Н. Местная реакция протоплазмы и распространяющееся возбуждение. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1962. – 426 с.
134. Новиков А.В., Яхно Н.Н. Комплексный регионарный болевой синдром как вариант хронической нейропатической боли // РМЖ. – 2001, 9 (25): 1152–1160.
135. Онкология. Клинические рекомендации / Под ред. В.И. Чиссова, С.Л. Дарьяловой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 720 с.
136. ОСТ 42-21-16-86 ССБТ. Отделения, кабинеты физиотерапии. Общие требования безопасности. – М., 2015.
137. Пат. 7752 ВУ. МПК А 61N 5/067, 2/08. Способ лечения пяточных шпор / А.Л. Новаковский, Е.А. Лосицкий, Г.Р. Мостовникова и др. – № a20020929; заявлено 21.11.2002; опубл. 30.06.2004.
138. Пат. 9882 ВУ. МПК А 61N 7/00, А 61N 5/06. Способ лечения пяточной шпоры / А.Л. Новаковский, О.А. Новаковская, Е.А. Лосицкий и др. – № a20050256; заявлено 18.03.2005; опубл. 30.12.2006.

139. *Пат. 13319 ВУ*. МПК А 61N 7/00, А 61N 1/30, А 61К 38/22. Способ лечения пяточной шпоры / О.Н. Савко, В.С. Улащик. – № а20080943; заявлено 17.07.2008; опубл. 28.02.2010.
140. *Пат. 2135233 RU*, МКИ А61N5/06. Лазерное терапевтическое устройство / С.В. Москвин, Г.Т. Микаелян, В.А. Буйлин и др. – № 99100456/14; заявлено 21.01.99; опубл. 27.08.99. Бюл. № 24. Приоритет 21.01.99.
141. *Пат. 2199357 RU*. МПК А61N5/067. Способ лечения миофасциальных болей / А.Р. Евстигнеев, С.В. Кариус. – № 2001122288/14; заявлено 09.08.2001; опубл. 27.02.2003.
142. *Пат. 2206285 RU*. МПК А61В 17/56, А61В 18/20. Способ лечения пяточной шпоры хирургическим лазером / А.В. Стоянов, В.Г. Емельянов, Е.А. Мазуркевич и др. – № 2001111603/14; заявлено 26.04.2001; опубл. 20.06.2003. Бюл. № 17.
143. *Пат. 2440161 RU*, МПК А61N 5/067. Способ низкоинтенсивной лазерной терапии невротических расстройств / Б.С. Положий, Н.С. Вернекина. – № 2009130681/14; заявлено 12.08.2009; опубл. 20.01.2012. Бюл. № 2.
144. *Пат. 2539535 RU*, МПК А61N5/067. Матричный лазерный излучатель для физиотерапевтического аппарата / С.В. Москвин. – № 2013137646/14; заявлено 12.08.2013; опубл. 20.01.2015. Бюл. № 2.
145. *Пат. 2562316 RU*, МПК А61N5/067. Способ лазерной терапии больных псориазом / С.В. Москвин, С.Р. Утц, Д.А. Шнайдер. – № 2014149852/14; заявлено 10.12.2014; опубл. 10.09.2015. Бюл. № 25.
146. *Пат. 2562317 RU*, МПК А61N5/067. Способ лазерной терапии больных атопическим дерматитом / С.В. Москвин, С.Р. Утц, Д.А. Шнайдер, О.П. Гуськова. – № 2014151174/14; заявлено 17.12.2014; опубл. 10.09.2015. Бюл. № 25.
147. *Поворинская О.А.* Макро- и микроэлементный статус пациентов старших возрастных групп и его динамика на фоне лазерной терапии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2009. – 23 с.
148. *Подшибякин Д.В.* Исследование *in vitro* и *in vivo* морфофизиологических характеристик *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* при действии низкоинтенсивного излучения видимого и радиодиапазонов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саратов, 2010. – 22 с.
149. *Пономаренко Г.Н., Воробьев М.Г.* Руководство по физиотерапии. – СПб.: Балтика, 2005. – 400 с.
150. *Постановление Правительства РФ № 1416 от 27.12.2012 г.* «Об утверждении Правил государственной регистрации медицинских изделий».
151. *Приказ МЗ РФ № 162 от 19.05.1992 г.* «О мерах по усилению контроля за разработкой и применением лазерной техники в медицине».
152. *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)».
153. *Приказ МЗ РФ № 932н от 15.11.2012 г.* «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи больным туберкулёзом», Приложение № 25.
154. *Приказ МЗ РФ № 1705н от 29.12.2012 г.* «О порядке организации медицинской реабилитации».
155. *Приказ МЗ РФ № 737н от 14.10.2013 г.* «Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения по предоставлению государственной услуги по государственной регистрации медицинских изделий».
156. *Приказ МЗ РФ № 951 от 29.12.2014 г.* «Об утверждении методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и лечения туберкулёза органов дыхания».
157. *Приказ Минздравсоцразвития РФ № 197 от 27.03.2006 г.* «Об организации деятельности родильного дома (отделения)».

158. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 944н от 03.12.2009 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению при онкологических заболеваниях».
159. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 1224н от 29.12.2010 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи больным туберкулёзом в Российской Федерации».
160. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 366н от 16.04.2012 г. «Об утверждении Порядка оказания педиатрической помощи».
161. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 381н от 18.04.2012 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «Косметология».
162. Притыко А.Г., Притыко Д.А. К вопросу об интенсификации коечного фонда многопрофильного детского стационара // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 1. – С. 49–51.
163. Притыко Д.А., Трухан А.Н., Гусев Л.Т. К вопросу о применении лазерной терапии в паллиативной медицинской помощи детям // Вестник Росздравнадзора. – 2013. – № 4. – С. 34–38.
164. Рамдоял С. Лазерная дородовая профилактика первичной слабости родовой деятельности при позднем гестозе: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Волгоград, 1990. – 19 с.
165. Рассохин В.Ф., Луцик У.Б. Изменение капиллярного кровотока под воздействием излучения инфракрасного лазера // Материалы юбилейн. XXIV Межд. научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Ялта, 2005. – С. 137–140.
166. РД 50-707-91. Изделия медицинской техники. Требования к надёжности. Правила и методы контроля показателей надёжности. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 21 с.
167. Родин Ю.А., Ушаков А.А. Экстракорпоральная ударно-волновая терапия в лечении «пяточной шпоры» с явлениями плантарного фасциита и энтезопатии в области надмышцелка плечевой кости // Материалы конференции «РеаСпоМед 2007». – М., 2007. – С. 247–248.
168. Родуэлл В. Метаболизм пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов // Биохимия человека / Под ред. Р. Марри и др. Т. 2. – М.: Мир, 1993. – С. 15–34.
169. Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Иммунология. – М.: Мир, 2000. – 592 с.
170. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 кн. Кн. 1. Теоретическая биофизика. – М.: Высш. шк., 1987. – 319 с.
171. Русакова Л.И., Добкин В.Г., Овсянкина Е.С. и др. Внутривенное лазерное облучение крови в комплексном лечении острых и прогрессирующих форм туберкулёза у подростков // Лазерная медицина. – 2001. – Т. 5. – Вып. 1. – С. 25–27.
172. СанПиН 2.1.3.2630-10. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность (Утв. Постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 мая 2010 г. № 58). – М., 2010. – 172 с.
173. СанПиН 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» (Утв. главным государственным санитарным врачом СССР 31 июля 1991 г.). – М., 1991. – 42 с.
174. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. – М.: Медгиз, 1960. – 255 с.
175. Серов В.Н., Кожин А.А., Жуков В.В., Хусаинова И.С. Лазерная терапия в эндокринологической гинекологии. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1988. – 120 с.
176. Серов В.Н., Силантьева Е.С., Ипатова М.В., Жаров Е.В. Безопасность физиотерапии у гинекологических больных // Акушерство и гинекология. – 2007. – № 3. – С. 74–76.
177. Симкина Т.В., Цапок П.И., Карпеева Е.В. Биохимический контроль лазеротерапии при хроническом гепатите // Вятский медицинский вестник. – 2007. – № 1. – С. 55–56.
178. Симоне Д.Г., Трэвелл Ж.Г., Симон Л.С. Миофасциальные боли и дисфункции: Руководство по триггерным точкам. – М.: Медицина, 2005: Том 1. – 1192 с.; Том 2. – 656 с.
179. Скупченко В.В. Фазотонный мозг. – Хабаровск: ДВО АН СССР, 1991. – 138 с.
180. Скупченко В.В., Маховская Т.Г. Лазерная терапия в неврологии. – Самара–Хабаровск, 1993. – 81 с.

181. *Скупченко В.В., Милудин Е.С.* Фазотонный гомеостаз и врачевание. – Самара: Сам. гос. мед. ун-т, 1994. – 256 с.
182. *Смолянинова Н.К., Кару Т.Й., Зеленин А.В.* Облучение He-Ne-лазером усиливает бласттрансформацию, вызванную фитогемагглютинином // Докл. Акад. наук СССР. – 1990. – Т. 315. – № 5. – С. 1256–1259.
183. *СНиП.11-4-79* Естественное и искусственное освещение. М.: Стройиздат, 1980. – 48 с.
184. *Стоянов А.Н.* Возможности вегетативного регулирования церебрального кровообращения с использованием энергии фотонов // Материалы XXVII Межд. научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Харьков, 2007. – С. 103–106.
185. *Сулейманова Г.П.* Психосоматические соотношения и внутренняя картина болезни у больных синдромом первичной фибромиалгии: Дис. ... канд. мед. наук. – Волгоград, 2005. – 189 с.
186. *Сулейманова Г.П., Грехов Р.А., Харченко С.А., Черкесова Е.Г.* Современные взгляды на фибромиалгию и её лечение // Доктор.Ру. – 2010. – № 3 (54). – С. 60–64.
187. *Сулейманова Г.П., Грехов Р.А., Черкесова Е.Г., Харченко С.А.* Фибромиалгия: психосоматические аспекты и возможности терапии. [Электронный ресурс] // Медицинская психология в России: электрон. науч. журн. – 2011. – № 2. URL: <http://medpsy.ru> (дата обращения: 15.04.2017).
188. *Сутягина Д.А.* Эффективность комплексного лечения инфильтративного туберкулёза лёгких с применением низкоинтенсивного лазерного излучения: оценка ближайших и отдалённых результатов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2015. – 26 с.
189. *Сутягина Д.А., Барболина С.Ф., Шкарин А.В.* Эффективность применения низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении больных инфильтративным туберкулёзом лёгких в ближайшие и отдалённые сроки наблюдения // Медицинский альманах. – 2010, № 2 (11). – С. 289–291.
190. *Табеева Г.Р., Короткова С.Б., Вейн А.М.* Фибромиалгия // Журн. невропатол. и психиатрии. – 2000. – № 4. – С. 68–77.
191. *Толмачев Ю.К., Полонский А.К., Волков В.М. и др.* Пути повышения прозрачности биологических тканей для лазерного излучения // Материалы Межд. конф. «Актуальные вопросы лазерной медицины и операционной эндоскопии». – М.–Видное, 1994. – С. 481–482.
192. *Толстых П.И., Клебанов Г.И., Шехтер А.Б. и др.* Антиоксиданты и лазерное излучение в терапии ран и трофических язв. – М.: ЭКО, 2002. – 240 с.
193. *Толстых П.И., Тепляшин А.С., Кривихин В.Т. и др.* Лазерное излучение и антиоксиданты в лечении длительно не заживающих ран и трофических язв у больных сахарным диабетом II типа // Лазерная медицина. – 2000. – Т. 4. – Вып. 1. – С. 12–16.
194. *Топольницкий В.Г.* Возможности внутривенного использования гелий-неонового лазера во фтизиатрии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1992. – 22 с.
195. *Улащик В.С.* Анализ механизмов первичного действия низкоинтенсивного лазерного излучения на организм // Здоровоохранение (Минск). – 2016. – № 6. – С. 41–51.
196. *Улащик В.С., Евстигнеев В.В., Рыбин И.А. и др.* Комбинированная многоцветная магнитолазерная терапия при цереброваскулярной патологии. – Минск, 2003. – 12 с.
197. *Улащик В.С., Рыбин И.А., Недзьведь Г.К. и др.* Многоцветная магнитолазерная терапия при неврологических проявлениях остеохондроза позвоночника. – Минск, 2003<sup>(1)</sup>. – 10 с.
198. *Федеральный закон о лицензировании отдельных видов деятельности № 99-ФЗ от 04.05.2011* (ред. от 04.03.2013).
199. *Фёдорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А.* Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии. – М.–Тверь: Триада, 2009. – 352 с.
200. *Финсен Н.Р.* Светолечение. – СПб., 1901. – 39 с.



201. *ФС № 2009/200* «Низкоинтенсивная лазерная терапия в реабилитации онкологических больных», ФГУ «Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена» Минздравсоцразвития России.
202. *Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Москвин С.В.* Фитолазерофорез. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 96 с.
203. *Харкнесс Л.Б., Фелдер-Джонсон К.* Секреты голеностопного сустава и стопы. – М.: БИНОМ, 2007. – 320 с.
204. *Цымбал А.Н.* Морфобиомеханическая характеристика стоп и оценка эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии при плантарном фасциите: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2013. – 18 с.
205. *Цымбал А.Н., Цымбал А.В.* Комплексное лечение синдрома пяточной боли // Врач-аспирант. – 2012. – Т. 5, № 2. – С. 256–261.
206. *Шиман А.Г., Ключева Е.Г., Шоферова С.Д. и др.* Физиотерапия больных дорсалгией шейного отдела позвоночника с миофасциальным синдромом (научный обзор) // Справочник врача общей практики. – 2014. – № 12. – С. 7–12.
207. *Шостак Н.А., Правдюк Н.Г.* Боль как междисциплинарная проблема // Клиницист. – 2012. – № 2. – С. 5–8.
208. *Шутов Ю.М., Шутова М.З., Кокишарова В.Н.* Оптимизация лечения плантарных фасциитов и ахиллитов // Медицина и образование в Сибири. – 2015. – № 2. – С. 25.
209. *Щербенко О.И., Пархоменко Р.А., Жернов В.А.* Лазерная рефлексотерапия в детской онкологии // Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2010. – № 4. – С. 63–68.
210. *Экспериментальное обоснование* предельно допустимых уровней прямого импульсного лазерного излучения для органа зрения: Методические рекомендации. – Ленинград, 1988. – 45 с.
211. *Энштейн М.И.* Измерения оптического излучения в электронике. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 254 с.
212. *Эрстекис А.Г., Калиш Ю.И., Москвин С.В.* Применение низкоинтенсивного лазерного излучения при проведении искусственного кровообращения у больных с тяжёлыми врождёнными пороками сердца // Гейниц А.В., Москвин С.В. Новые технологии внутривенного лазерного облучения крови: ВЛОК + УФОК и ВЛОК-405. – Тверь: Триада, 2010. – С. 47–57.
213. *Abdel-Naser M.B.* Differential effects on melanocyte growth and melanization of low vs. high calcium keratinocyte-conditioned medium // Br J Dermatol. – 1999, 140 (1): 50–55.
214. *Abeles A.M., Pillinger B.M., Solitar B.M., Abeles M.* Narrative review: the pathophysiology of fibromyalgia // Ann Intern Med. – 2007, 146: 726–734.
215. *Adachi Y, Kindzelskii A.L., Ohno N. et al.* Amplitude and frequency modulation of metabolic signals in leukocytes: synergistic role of IFN- $\gamma$  in IL6- and IL-2-mediated cell activation // J. Immunol. – 1999, 163 (8): 4367–4374.
216. *Aggarwal A., Keluskar V.* Physiotherapy as an adjuvant therapy for treatment of TMJ disorders // Gen Dent. – 2012, 60 (2): 119–122.
217. *Ailioaie C., Ailioaie L.M.* Low level laser therapy in chronic pain in juvenile-onset spondyloarthritis // Conference WALT. Abstracts. – Bergen, Norway, 2010: 78–79.
218. *Alexandratou E., Yova D., Handris P. et al.* Human fibroblast alterations induced by low power laser irradiation at the single cell level using confocal microscopy // Photochemical & Photobiological Sciences. – 2002, 1 (8): 547–552.
219. *Allen R.J.* Physical agents used in the management of chronic pain by physical therapists // Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am. – 2006, 17 (2): 315–345.
220. *Altan L., Bingöl U., Aykaç M., Yurtkuran M.* Investigation of the effect of GaAs laser therapy on cervical myofascial pain syndrome // Rheumatol Int. – 2005, 25 (1): 23–27. doi: 10.1007/s00296-003-0396-y.

221. *Al-Watban F.A.H., Zhang X.Y.* The evaluation of relationship between the effects of wound healing and laser skin transmission // XI Congress International Society for Laser Surgery and Medicine. – Buenos Aires, 1995: 88.
222. *Aras M.H., Ömezli M.M., Güngörmüş M.* Does low-level laser therapy have an antianesthetic effect? A review // Photomedicine and Laser Surgery. – 2010, 28 (6): 719–722.
223. *Armagan O., Tascioglu F., Ekim A., Oner C.* Long-term efficacy of low level laser therapy in women with fibromyalgia: a placebo-controlled study // J Back Musculoskelet Rehabil. – 2006, 19 (4): 135–140.
224. *Arruda J.L., Colburn R.W., Rickman A.J. et al.* Increase of interleukin-6 mRNA in the spinal cord following peripheral nerve injury in the rat: potential role of IL-6 in neuropathic pain // Brain Res Mol Brain Res. – 1998, 62 (2): 228–235.
225. *Assia E., Rosner M., Belkin M. et al.* Temporal parameters of low energy laser irradiation for optimal delay of post-traumatic degeneration of rat optic nerve // Brain Res. – 1989, 476 (2): 205–212.
226. *Awad S.S., El-Din W.H.* Low energy IPL therapy for the management of recalcitrant postherpetic neuralgia // Laser Therapy. – 2008, 17 (1): 23–28.
227. *Ay S., Doğan S.K., Evcik D.* Is low-level laser therapy effective in acute or chronic low back pain? // Clin. Rheumatol. – 2010, 29 (8): 905–910.
228. *Bajpai A., Jain N.K., Avashia S., Gupta P.K.* Randomized, double-blind study on role of low level nitrogen laser therapy in treatment failure tubercular lymphadenopathy, sinuses and cold abscess // Indian Journal of Tuberculosis. – 2010, 57 (2): 80–86.
229. *Barrett D.W., Gonzalez-Lima F.* Transcranial infrared laser stimulation produces beneficial cognitive and emotional effects in humans // Neuroscience. – 2013, 230: 13–23.
230. *Barretto S.R., de Melo G.C., dos Santos J.C. et al.* Evaluation of anti-nociceptive and anti-inflammatory activity of low-level laser therapy on temporomandibular joint inflammation in rodents // Journal of Photochemistry and Photobiology B Biology. – 2013, 129: 135–142.
231. *Basford J.R.* Low-energy laser treatment of pain and wounds: hype, hope or hokum? // Mayo Clin. Proc. – 1986, 61 (8): 671–675.
232. *Basford J.R., Daube J.R., Hallman H.O. et al.* Does low-intensity helium-neon laser irradiation alter sensory nerve active potentials or distal latencies? // Lasers in Surgery and Medicine. – 1990, 10 (1): 35–39.
233. *Basford J.R., Malanga G.A., Krause D.A., Harmsen W.S.* A randomized controlled evaluation of low-intensity laser therapy: plantar fasciitis // Arch Phys Med Rehabil. – 1998, 79 (3): 249–254.
234. *Basford J.R., Sandroni P., Low P.A. et al.* Effects of linearly polarized 0.6–1.6  $\mu\text{m}$  irradiation on stellate ganglion function in normal subjects and people with complex regional pain (CRPS I) // Lasers in Surgery and Medicine. – 2003, 32 (5): 417–423.
235. *Basford J.R., Sheffeld C.G., Harmsen W.S.* Laser therapy: A randomized, controlled trial of the effects of low-intensity Nd:YAG laser irradiation on musculoskeletal back pain // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. – 1999, 80 (6): 647–652.
236. *Basford J.R., Sheffeld C.G., Mair S.O., Ilstrup O.M.* Low-energy helium neon laser treatment of thumb osteoarthritis // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. – 1987, 68 (11): 794–797.
237. *Bashiri H.* Evaluation of low level laser therapy in reducing diabetic polyneuropathy related pain and sensorimotor disorders // Acta Med. Iran. – 2013, 51 (8): 543–547.
238. *Baxter G.D.* Laser acupuncture analgesia: an overview // Acupuncture in Medicine. – 1989, 6: 57–60.
239. *Baxter G.D.* Therapeutic lasers. Theory and practice. – Churchill Livingstone, 1994. – 259 p.
240. *Bengston K.* Physical modalities of complex regional pain syndrome // Hand Clin. – 1997, 13 (3): 443–454.

241. *Bengtsson A., Henriksson K.G., Larson J.* Muscle biopsy in primary fibromyalgia: light-microscopical and histochemical findings // *Scandinavian Journal of Rheumatology*. – 1986, 15 (1): 1–6.
242. *Bengtsson A., Henriksson K.G., Larson J.* Reduced high-energy phosphate levels in the painful muscles of patients with primary fibromyalgia // *Arthritis Rheum.* – 1986<sup>(1)</sup>, 29 (7): 817–821.
243. *Bennett R.* Fibromyalgia: Shining a light on fibromyalgia treatment // *Nat. Rev. Rheumatol.* – 2016, 12 (10): 568–569. doi: 10.1038/nrrheum.2016.149.
244. *Bennett R.M.* Fibromyalgia: the commonest cause of widespread pain // *Compr. Ther.* – 1995, 21 (6): 269–275.
245. *Bennett R.M.* Growth hormone in musculoskeletal pain states // *Current Rheumatol. Reports.* – 2004; 6 (4): 266–273.
246. *Bennett R.M., Goldenberg D.L.* Fibromyalgia, myofascial pain, tender points and trigger points: splitting or lumping? // *Arthritis Research & Therapy.* – 2011, 13: 117. doi: 10.1186/ar3357.
247. *Bennett R.M., Jacobsen S.* Muscle function and origin of pain in fibromyalgia // *Baillieres Clin Rheumatol.* – 1994, 8 (4): 721–746.
248. *Berridge M.J., Lipp P., Bootman M.D.* The versatility and universality of calcium signaling // *Nature Rev. Mol. Cell Biol.* – 2000, 1 (1): 11–21.
249. *Bertolucci L.E., Grey T.* Clinical analysis of midlaser versus placebo treatment of arthralgic TMJ degenerative joints // *Journal of Craniomandibular Practice.* – 1995, 13 (1): 26–29.
250. *Bettoni L., Bonomi F.G., Zani V. et al.* Effects of 15 consecutive cryotherapy sessions on the clinical output of fibromyalgic patients // *Clin Rheumatol.* – 2013, 32 (9): 1337–1345. doi: 10.1007/s10067-013-2280-2289.
251. *Bian X.P., Yu Z. Q., Liu D. M.* The experiment studies of semiconductor GaAs-laser points irradiation the analgesic effect // *Zhen. Ci. Yan. Jiu.* – 1989, 14 (3): 379–382.
252. *Bingöl U., Altan L., Yurtkuran M.* Low-power laser treatment for shoulder pain // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2005, 23 (5): 459–464.
253. *Bjordal J.M., Couppe C., Chow R.T. et al.* A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joint disorders // *Aust J Physiother.* – 2003, 49 (2): 107–116.
254. *Bjordal J.M., Couppe C., Ljunggren A.E.* Low level laser therapy for tendinopathy. Evidence of a dose–response pattern // *Physical Therapy Reviews.* – 2001, 6 (2): 91–99.
255. *Bjordal J.M., Johnson M.I., Iversen V. et al.* Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2006, 24: 158–168.
256. *Bjordal J.M., Lopes-Martins R.A., Joensen J. et al.* A systematic review with procedural assessments and meta-analysis of low level laser therapy in lateral elbow tendinopathy (tennis elbow) // *BMC Musculoskelet Disord.* – 2008, 9: 75.
257. *Bjordal J.M., Lopes-Martins R.A.B., Joensen J. et al.* A systematic review with procedural assessments and meta-analysis of low level laser therapy in lateral elbow tendinopathy (tennis elbow) // *BMC Musculoskeletal Disorders.* – 2008, 9: 75, <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/9/75>.
258. *Blotman F., Branco J.* Fibromyalgia. – New York: Editions Privat, 2007: 253.
259. *Blotman F., Thomas E., Myon E. et al.* Awareness and knowledge of fibromyalgia among trench rheumatologists and general practitioners // *Clin. Exp. Rheumatol.* – 2005, 23 (5): 697–700.
260. *Boswell M.V., Cole B.E.* (Eds.) *Weiner’s pain management: a practical guide for clinicians.* – CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006: 1648.
261. *Breitbart H., Levinshal T., Cohen N. et al.* Changes in calcium transport in mammalian sperm mitochondria and plasma membrane irradiated at 633 nm (HeNe laser) // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology.* – 1996, 34 (2–3): 117–121.

262. *Breitbart H., Wehbie R., Lardy H.* Regulation of calcium transport in bovine spermatozoa // *Biochim. Biophys. Acta.* – 1990, 1027 (1): 72–78.
263. *Breivik H., Collett B., Ventafridda V. et al.* Survey of chronic pain in Europe: Prevalence, impact on daily life, and treatment // *Eur. J. Pain.* – 2006, 10 (4): 287–333.
264. *Brosseau L., Welch V., Wells G.A. et al.* Low level laser therapy (Classes I, II and III) for treating rheumatoid arthritis // *Cochrane Database of Systematic Reviews.* – 2005, 4: CD002049.
265. *Brosseau L., Wells G., Marchand S. et al.* Randomized controlled trial on low level laser therapy (LLLT) in the treatment of osteoarthritis (OA) of the hand // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 2005, 36 (3): 210–219.
266. *Buchbinder R., Green S.E., Youd J.M. et al.* Systematic review of the efficacy and safety of shock wave therapy for lateral elbow pain // *J. Rheumatol.* – 2006, 33 (7): 1351–1363.
267. *Buckelew S.P., Conway R., Parker J. et al.* Biofeedback/relaxation training and exercise interventions for fibromyalgia: a prospective trial // *Arth. Care Res.* – 1998, 11 (3): 196–209.
268. *Bülöw P.M., Jensen H., Danneskiöld-Samsøe B.* Low power GaAlAs laser treatment of painful osteoarthritis of the knee. A double-blind controlled study // *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine.* – 1994, 26 (3): 155–159.
269. *Burgoyne R.D.* Neuronal calcium sensor proteins: generating diversity in neuronal Ca<sup>2+</sup> signaling // *Nat. Rev. Neurosci.* – 2007, 8 (3): 182–193.
270. *Burnstock G., Wood J.N.* Purinergic receptors: their role in nociception and primary afferent neurotransmission // *Curr. Opin Neurobiol.* – 1996, 6 (4): 526–532.
271. *Cambier D., Blom K., Witvrouw E. et al.* The influence of low intensity infrared laser irradiation on conduction characteristics of peripheral nerve: a randomised, controlled, double blind study on the sural nerve // *Lasers in Medical Science.* – 2000, 15 (3): 195–200.
272. *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.
273. *Carrasco T.G., Guerisoli L.D., Guerisoli D.M., Mazzetto M.O.* Evaluation of low intensity laser therapy in myofascial pain syndrome // *Cranio.* – 2009, 27 (4): 243–247.
274. *Carrasco T.G., Mazzetto M.O., Mazzetto R.G., Mestriner W. Jr.* Low intensity laser therapy in temporomandibular disorder: a phase II double-blind study // *Cranio.* – 2008, 26 (4): 274–281.
275. *Carrillo J.S., Calatayud J., Manso F.J. et al.* A randomized double-blind clinical trial on the effectiveness of helium-neon laser in the prevention of pain, swelling and trismus after removal of impacted third molars // *Int. Dent. J.* – 1990, 40 (1): 31–36.
276. *Carvalho P. de T.C., Leal-Junior E.C.P., Alves A.C.A. et al.* Effect of low-level laser therapy on pain, quality of life and sleep in patients with fibromyalgia: study protocol for a double-blinded randomized controlled trial // *Trials.* – 2012, 13: 221: <http://www.trialsjournal.com/content/13/1/221>.
277. *Carvalho R.L., Alcântara P.S., Kamamoto F. et al.* Effects of low-level laser therapy on pain and scar formation after inguinal herniation surgery: a randomized controlled single-blind study // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2010, 28 (3): 417–422.
278. *Carville S.F., Choy E.H.S.* Systematic review of discriminating power of outcome measures used in clinical trials of fibromyalgia // *The Journal of Rheumatology.* – 2008, 35 (11): 2094–2105.
279. *Ceccherelli F., Altafini L., Lo Castro G. et al.* Diode laser in cervical myofascial pain: a double-blind study versus placebo // *Clin. J. Pain.* – 1989, 5 (4): 301–304.
280. *Cesare P., McNaughton P.* Peripheral pain mechanisms // *Curr. Opin. Neurobiol.* – 1997, 7 (4): 493–499.
281. *Cetiner S., Kahraman S.A., Yüçetaş S.* Evaluation of low-level laser therapy in the treatment of temporomandibular disorders // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2006, 24 (5): 637–641.
282. *Ceylan Y., Hizmetli S., Silig Y.* The effects of infrared laser and medical treatments on pain and serotonin degradation products in patients with myofascial pain syndrome. A controlled trial // *Rheumatol Int.* – 2004, 24 (5): 260–263. doi: 10.1007/s00296-003-0348-6.

283. *Chen J., Huang Z., Ge M., Gao M.* Efficacy of low-level laser therapy in the treatment of TMDs: a meta-analysis of 14 randomised controlled trials // *Journal of Oral Rehabilitation*. – 2014, 42 (4): 291–299: doi: 10.1111/joor.12258.
284. *Chinn S., Caldwell W., Gritsenko K.* Fibromyalgia pathogenesis and treatment options update // *Curr Pain Headache Rep*. – 2016, 20 (4): 25. doi: 10.1007/s11916-016-0556-x.
285. *Chow R., Armati P., Laakso E.L. et al.* Inhibitory effects of laser irradiation on peripheral mammalian nerves and relevance to analgesic effects: a systematic review // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2011, 29 (6): 365–381. doi: 10.1089/pho.2010.2928.
286. *Chow R., Yan W., Armati P.* Electrophysiological effects of single point transcutaneous 650 and 808 nm laser irradiation of rat sciatic nerve: a study of relevance for low-level laser therapy and laser acupuncture // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2012, 30 (9): 530–535.
287. *Chow R.T., Armati P.J.* Photobiomodulation: implications for anesthesia and pain relief // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2016, 34 (12): 599–609. doi: 10.1089/pho.2015.4048.
288. *Chow R.T., Barnsley L.* Systematic review of the literature of low-level laser therapy (LLLT) in the management of neck pain // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2005, 37 (1): 46–52.
289. *Chow R.T., David M.A., Armati P.J.* 830 nm laser irradiation induces varicosity formation, reduces mitochondrial membrane potential and blocks fast axonal flow in small and medium diameter rat dorsal root ganglion neurons: implications for the analgesic effects of 830 nm laser // *Journal of the Peripheral Nervous System*. – 2007, 12 (1): 28–39.
290. *Chow R.T., Heller G.Z., Barnsley L.* The effect of 300 mW, 830 nm laser on chronic neck pain: a doubleblind, randomized, placebo-controlled study // *Pain*. – 2006, 124 (1–2): 201–210.
291. *Chow R.T., Johnson M.I., Lopes-Martins R.A., Bjordal J.M.* Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials // *Lancet*. – 2009, 374 (9705): 1897–1908.
292. *Clokie C., Bentley K.C., Head T.W.* The effects of the helium-neon laser on postsurgical discomfort: a pilot study // *J. Can. Dent. Assoc.* – 1991, 57 (7): 584–586.
293. *Colver G.B., Priestley G.C.* Failure of a helium-neon laser to affect components of wound healing *in vitro* // *Br. J. Dermatol.* – 1989, 121 (2): 179–186.
294. *Conti P.C.* Low level laser therapy in the treatment of temporomandibular disorders (TMD): a double blind pilot study // *Crania Clinics International*. – 1997, 15 (2): 144–149.
295. *Cook S.P., McCleskey E.W.* Desensitization, recovery and Ca<sup>2+</sup>-dependent modulation of ATP-gated P2X receptors in nociceptors // *Neuropharmacol.* – 1997, 36 (9): 1303–1308.
296. *Da Costa D., Abrahamowicz M., Lowensteyn I. et al.* A randomized clinical trial of an individualized home-based exercise programme for women with fibromyalgia // *Rheumatology*. – 2005, 44 (11): 1422–1427.
297. *da Cunha L.A., Firoozmand L.M., da Silva A.P. et al.* Efficacy of low-level laser therapy in the treatment of temporomandibular disorder // *Int. Dent. J.* – 2008, 58 (3): 213–217.
298. *da Silva M.M., Albertini R., Leal-Junior E.C.P. et al.* Effects of exercise training and photobiomodulation therapy (EXTRAPHOTO) on pain in women with fibromyalgia and temporomandibular disorder: study protocol for a randomized controlled trial // *Trials*. – 2015, 16: 252. doi: 10.1186/s13063-015-0765-3.
299. *Daniolos A., Lerner A.B., Lerner M.R.* Action of light on frog pigment cells in culture // *Pigment Cell Res.* – 1990, 3 (1): 38–43.
300. *de Andrade A.L.M., Bossini P.S., Parizotto N.A.* Use of low level laser therapy to control neuropathic pain: a systematic review // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. – 2016, 164: 36–42.
301. *de Moraes Maia M.L., Ribeiro M.A., Maia L.G. et al.* Evaluation of low-level laser therapy effectiveness on the pain and masticatory performance of patients with myofascial pain // *Lasers in Medical Science*. – 2014, 29 (1): 29–35.

302. *De Stefano R., Selvi E., Villanova M. et al.* Image analysis quantification of substance P immunoreactivity in the trapezius muscle of patients with fibromyalgia and myofascial pain syndrome // *J. Rheumatol.* – 2000, 27 (12): 2906–2910.
303. *de Taboada L., Ilic S., Leichter-Martha S. et al.* Transcranial application of low-energy laser irradiation improves neurological deficits in rats following acute stroke // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 2006, 38 (1): 70–73.
304. *Demirkol N., Sari F., Bulbul M. et al.* Effectiveness of occlusal splints and low-level laser therapy on myofascial pain // *Lasers in Medical Science.* – 2015, 30 (3): 1007–1012. doi: 10.1007/s10103-014-1522-7.
305. *Dimitrijevic I.M., Lazovic M.P., Kocic M.N. et al.* Effects of low-level laser therapy and interferential current therapy in the treatment of complex regional pain syndrome // *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation.* – 2014, 60 (2): 98–105.
306. *Dion S., Wong J.J., Cote P. et al.* Are passive physical modalities effective for the management of common soft tissue injuries of the elbow? A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTiMa) collaboration // *Clin J Pain.* – 2017, 33 (1): 71–86.
307. *Djavid G.E., Mehrdad R., Ghasemi M. et al.* In chronic low back pain, low level laser therapy combined with exercise is more beneficial than exercise alone in the long term: a randomised trial // *Aust. J. Physiother.* – 2007, 53 (3): 155–160.
308. *Dorsher P.T.* Myofascial referred-pain data provide physiologic evidence of acupuncture meridians // *The Journal of Pain.* – 2009, 10 (7): 723–731.
309. *Dorsher P.T.* Trigger points and acupuncture points: anatomic and clinical correlations // *Medical Acupuncture.* – 2006, 17 (3): 21–25.
310. *Dorsher P.T., Fleckenstein J.* Trigger points and classical acupuncture points. Part 1: Qualitative and quantitative anatomic correspondences // *Dt Ztschr f Akup.* – 2008, 51 (1): 15–24.
311. *Douris P., Southard V., Ferrigi R. et al.* Effect of phototherapy on delayed onset muscle soreness // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2006, 24 (3): 377–382.
312. *Dundar U., Evcik D., Samli F. et al.* The effect of gallium arsenide aluminum laser therapy in the management of cervical myofascial pain syndrome: a double blind, placebo-controlled study // *Clin. Rheumatol.* – 2007, 26 (6): 930–934.
313. *Ebert D.W., Roberts C.* In vitro frog sciatic nerve as a peripheral nerve model for studies of the mechanism of action of low energy lasers: part one // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 1997, 21 (1): 32–41.
314. *Ebid A.A., El-Sodany A.M.* A single blinded randomized controlled clinical trial on the efficacy of low level laser therapy on phantom pain after mastectomy // *International Journal of Advanced Research.* – 2014, 2 (11): 622–631.
315. *Eckerdal A., Bastian L.* Can low reactive-level laser therapy be used in the treatment of neurogenic facial pain? A double-blind, placebo controlled investigation of patients with trigeminal neuralgia // *Laser Therapy.* – 1996, 8 (4): 247–251.
316. *Eells J., DeSmet K.D., Kirk D.K. et al.* Photobiomodulation for the treatment of retinal injury and retinal degenerative diseases // *Proceedings of Light-Activated Tissue Regeneration and Therapy Conference.* – New York, NY: Springer Science, 2008: 39–51.
317. *Eells J.T., Henry M.M., Summerfelt P. et al.* Therapeutic photobiomodulation for methanol-induced retinal toxicity // *Proc. Natl. Acad. Sci USA.* – 2003, 100 (6): 3439–3444.
318. *Eisinger J., Plantamura A., Ayavou T.* Glycolysis abnormalities in fibromyalgia // *Journal of The American College of Nutrition.* – 1994, 13 (2): 144–148.
319. *Ekim A., Armagan O., Tascioglu F. et al.* Effect of low level laser therapy in rheumatoid arthritis patients with carpal tunnel syndrome // *Swiss. Med. Wkly.* – 2007, 137 (23–24): 347–352.

320. *Emshoff R., Bösch R., Pümpel E. et al.* Low-level laser therapy for treatment of temporomandibular joint pain: a double-blind and placebo-controlled trial // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol Endod.* – 2008, 105 (4): 452–456.
321. *Enwemeka C.S.* Intricacies of dose in laser phototherapy for tissue repair and pain relief // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2009, 27 (3): 387–393.
322. *Euler T., Detwiler P.B., Denk W.* Directionally selective calcium signals in dendrites of starburst amacrine cells // *Nature.* – 2002, 418 (6900): 845–852.
323. *Fauquier T., Guerineau N.C., McKinney R.A. et al.* Folliculostellate cell network: A route for long-distance communication in the anterior pituitary // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 2001, 98: 8891–8896.
324. *Fernández García R., Suárez Holgado J.D., Formieles Ortiz I. et al.* Using a laser based program in patients diagnosed with fibromyalgia // *Reumatol Clin.* – 2011, 7 (2): 94–97. doi: 10.1016/j.reuma.2010.01.007. [Article in Spanish].
325. *Fernando S., Hill C.M., Walker R.* A randomized double blind comparative study of low level laser therapy following surgical extraction of lower third molar teeth // *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 1993, 31 (3): 170–172.
326. *Ferraccioli G., Ghirelli L., Scita F. et al.* EMG-biofeedback training in fibromyalgia syndrome // *J. Rheumatol.* – 1987, 14 (4): 820–825.
327. *Ferreira M.P.P., Ferrari R.A.M., Gravalos E.D. et al.* Effect of low-energy gallium-aluminum-arsenide and aluminium gallium indium phosphide laser irradiation on the viability of C2C12 myoblasts in a muscle injury model // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2009, 27 (6): 901–906.
328. *Fikácková H., Dostálová T., Navrátil L., Klaschka J.* Effectiveness of low-level laser therapy in temporomandibular joint disorders: a placebo-controlled study // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 2007, 25 (4): 297–303.
329. *Filippin L., Magalhães P.J., Di Benedetto G. et al.* Stable interactions between mitochondria and endoplasmic reticulum allow rapid accumulation of calcium in a subpopulation of mitochondria // *J. Biol. Chem.* – 2003, 278 (40): 39224–39234.
330. *Fishman S.M., Ballantyne J.C., Rathmell J.P. et al.* (Eds.) *Bonica's management of pain.* – Lippincott Williams & Wilkins, 2009: 2064.
331. *Freundlich B., Lawrence J., Leventhal L.J.* Comment on the 1990 American college of rheumatology criteria for fibromyalgia // *Arthritis Rheum.* – 1990, 33 (12): 1863–1864.
332. *Friedmann H., Lubart R.* Photobiostimulation by light-induced cytosolic calcium oscillations // *Laser Therapy.* – 1996, 8 (2): 137–141.
333. *Friedmann H., Lubart R.* Towards an explanation of visible and infrared laser induced stimulation and damage of cell cultures // *Laser Therapy.* – 1992, 4 (1): 39–42.
334. *Friedmann H., Lubart R., Laulicht I., Rochkind S.* A possible explanation of laser-induced stimulation and damage of cell cultures // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology.* – 1991, 11 (1): 87–91.
335. *Fukuuchi A., Suzuki H., Inoue K.* A double-blind trial of low reactive-level laser therapy in the treatment of chronic pain // *Laser Therapy.* – 1998, 10 (2): 59–64.
336. *Fulop A.M., Dhimmer S., Deluca J.R. et al.* A meta-analysis of the efficacy of laser phototherapy on pain relief // *Clin J Pain.* – 2010, 26 (8): 729–736.
337. *Gao X., Zhi P.K., Wu X.J.* Low-energy semiconductor laser intranasal irradiation of the blood improves blood coagulation status in normal pregnancy at term // *Journal of Southern Medical University.* – 2008, 28 (8): 1400–1401. [Article in Chinese].
338. *Ge H.Y., Wang Y., Fernandez-de-Las-Penas C. et al.* Reproduction of overall spontaneous pain pattern by manual stimulation of active myofascial trigger points in fibromyalgia patients // *Arthritis Res. Ther.* – 2011, 13: R48.

339. *Ghamsari S.M., Yamada H., Acorda J.A. et al.* Histopathological effects of low level laser therapy on secondary healing of teat wounds in dairy cattle // *Laser Therapy*. – 1995, 7 (2): 81–87.
340. *Giavelli S., Hartman E., Pisani L. et al.* Efficacy of low level laser therapy for sympathetic reflex dystrophy syndrome in geriatric patients // *Laser Therapy*. – 1996, 8 (3): 191–196.
341. *Gibson K.F., Kernohant W.G.* Lasers in medicine – a review // *J. Med. Eng. Technol.* – 1993, 17 (2): 51–57.
342. *Gitlin M.C.* Chronic non-cancer pain: An overview of assessment and contemporary management // *J. La State Med. Soc.* – 1999; 151: 93–98.
343. *Glazov G., Schattner P., Lopez D., Shandley K.* Laser acupuncture for chronic non-specific low back pain: a controlled clinical trial // *Acupunct. Med.* – 2009, 27 (3): 94–100.
344. *Gökçen-Röhlig B., Kipirdi S., Baca E. et al.* Evaluation of orofacial function in temporomandibular disorder patients after low-level laser therapy // *Acta Odontol Scand.* – 2013, 71 (5): 1112–1117.
345. *Götts S., Keyi W., Wirzbach E.* Doppelblindstudie zur Überprüfung der Wirksamkeit und Verträglichkeit einer niederenergetischen Lasertherapie bei Patienten mit aktivierter Gonarthrose // *Jatros Orthopaedie, Rheumatologie, Sportmedizin*. – 1995, 12 (1): 30–34. [Article in German].
346. *Gray R.J.M., Quayle A.A., Hall C.A., Schofi eld M.A.* Physiotherapy in the treatment of temporomandibular joint disorders: a comparative study of four treatment methods // *British Dental Journal*. – 1994, 176 (7): 257–261.
347. *Greco M., Vacca R., Moro L. et al.* Helium-Neon laser irradiation of hepatocytes can trigger increase of the mitochondrial membrane potential and can stimulate c-fos expression in a Ca<sup>2+</sup>-dependent manner // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2001, 29 (5): 433–441.
348. *Gross A.R., Dziengo S., Boers O. et al.* Low level laser therapy (LLLT) for neck pain: a systematic review and meta-regression // *The Open Orthopaedics Journal*. – 2013, 7 (4): 396–419.
349. *Gross A.R., Goldsmith C., Hoving J.L. et al.* Conservative management of mechanical neck disorders: a systematic review // *J. Rheumatol.* – 2007, 34 (5): 1083–1102.
350. *Guimarães-Souza L., Dale C.S., Nadur-Andrade N. et al.* Low-level laser therapy reduces edema, leukocyte influx and hyperalgesia induced by *Bothrops jararacussu* snake venom // *Clin. Exp. Med. Lett.* – 2011, 52 (3–4): 97–102.
351. *Gül K., Onal S.A.* Comparison of non-invasive and invasive techniques in the treatment of patients with myofascial pain syndrome // *Agri*. – 2009, 21 (3): 104–112. [Article in Turkish].
352. *Gur A.* Physical therapy modalities in management of fibromyalgia // *Curr. Pharm. Des.* – 2006, 12 (1): 29–35.
353. *Gur A., Cosut A., Sarac A.J. et al.* Efficacy of different therapy regimes of low-power laser in painful osteoarthritis of the knee: a double-blind and randomized-controlled trial // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2003, 33 (5): 330–338.
354. *Gur A., Karakoc M., Cevik R. et al.* Efficacy of low power laser therapy and exercise on pain and functions in chronic low back pain // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2003<sup>(1)</sup>, 32 (3): 233–238.
355. *Gür A., Karakoc M., Nas K. et al.* Effects of low power laser and low dose amitriptyline therapy on clinical symptoms and quality of life in fibromyalgia: a single-blind, placebo-controlled trial // *Rheumatol. Int.* – 2002<sup>(1)</sup>, 22 (5): 188–193.
356. *Gür A., Karakoc M., Nas K. et al.* Efficacy of low power laser therapy in fibromyalgia: a single-blind, placebo-controlled trial // *Lasers in Medical Science*. – 2002, 17 (1): 57–61.
357. *Gur A., Sarac A.J., Cevik R. et al.* Efficacy of 904 nm gallium arsenide low level laser therapy in the management of chronic myofascial pain in the neck: a double-blind and randomized-controlled trial // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2004, 35 (3): 229–235.



358. *Gusi N., Tomas-Carus P., Hakkinen A. et al.* Exercise in waist-high warm water decreases pain and improves health-related quality of life and strength in the lower extremities in women with fibromyalgia // *Arthritis. Care. Res.* – 2006, 55 (1): 66–73.
359. *Hagiwara S., Iwasaka H., Hasegawa A., Noguchi T.* Pre-irradiation of blood by gallium aluminum arsenide (830 nm) low-level laser enhances peripheral endogenous opioid analgesia in rats // *Anesth. Analg.* – 2008, 107 (3): 1058–1063.
360. *Hakgüder A., Birtane M., Gürcan S. et al.* Efficacy of low level laser therapy in myofascial pain syndrome: an algometric and thermographic evaluation // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 2003, 33 (5): 339–343.
361. *Hansen H.J., Thorøe U.* Low power laser biostimulation of chronic oro-facial pain. A double-blind placebo controlled cross-over study in 40 patients // *Pain.* – 1990, 43 (2): 169–180.
362. *Hashimoto T., Kemmotsu O., Otsuka H. et al.* Efficacy of laser irradiation on the area near the stellate ganglion is dose-dependent: a double-blind crossover placebo-controlled study // *Laser Therapy.* – 1997, 9 (1): 7–11.
363. *Hawkins D., Abrahamse H.* Phototherapy – a treatment modality for wound healing and pain relief // *African Journal of Biomedical Research.* – 2007, 10 (2): 99–109.
364. *He W.L., Li C.J., Liu Z.P. et al.* Efficacy of low-level laser therapy in the management of orthodontic pain: a systematic review and meta-analysis // *Lasers in Medical Science.* – 2013, 28 (6): 1581–1589.
365. *Hegedüs B., Viharos L., Gervain M., Gálfi M.* The effect of low-level laser in knee osteoarthritis: a doubleblind, randomized, placebo-controlled trial // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2009, 27 (4): 577–584.
366. *Hemvani N., Chitnis D.S., Bhagwanani N.S.* Effect of helium-neon laser on cultured human macrophages // *Laser Therapy.* – 1998, 10 (4): 159–164.
367. *Henriksson K.G., Bengtsson A.* Muscular changes in fibromyalgia and their significance in diagnosis // *Adv. Pain. Res. Ther.* – 1990, 17 (3): 259–267.
368. *Herpich C.M., Amaral A.P., Leal-Junior E.C. et al.* Analysis of laser therapy and assessment methods in the rehabilitation of temporomandibular disorder: a systematic review of the literature // *J. Phys. Ther. Sci.* – 2015, 27 (1): 295–301: doi: 10.1589/jpts.27.295.
369. *Herpich C.M., Leal-Junior E.C., Amaral A.P. et al.* Effects of phototherapy on muscle activity and pain in individuals with temporomandibular disorder: a study protocol for a randomized controlled trial // *Trials.* – 2014, 15: 491: doi: 10.1186/1745-6215-15-491.
370. *Hirschl M., Katzenschlager R., Francesconi C. et al.* Low-level laser therapy in primary Raynaud's phenomenon—result of a placebo controlled, double blind intervention study // *J. Rheumatol.* – 2004, 31 (12): 2408–2412.
371. *Honmura A., Ishii A., Yanase M. et al.* Analgesic effect of GaAlAs diode laser irradiation on hyperalgesia in carrageen-induced inflammation // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 1993, 13 (4): 463–469.
372. *Hopkins J.T., McLoda T.A., Seegmiller J.G., Baxter G.D.* Low-level laser therapy facilitates superficial wound healing in humans: a triple-blind, sham-controlled study // *Journal of Athletic Training.* – 2004, 39 (3): 223–229.
373. *Hsieh Y.L., Hong C.Z., Chou L.W. et al.* Fluence-dependent effects of low-level laser therapy in myofascial trigger spots on modulation of biochemicals associated with pain in a rabbit model // *Lasers in Medical Science.* – 2015, 30 (1): 209–216. doi: 10.1007/s10103-014-1654-9.
374. *Hu G.Z.* Treatment of pain by laser irradiation a report of 76 cases // *J. Tradit. Chin. Med.* – 1989, 9 (4): 256–258.
375. *Huang H.H., Qureshi A.A., Biundo J.J. Jr.* Sports and other soft tissue injuries, tendinitis, bursitis, and occupation-related syndromes // *Curr. Opin Rheumatol.* – 2000, 12 (2): 150–154.

376. Huang Y.-Y., Chen A.C.-H., Carroll J.D., Hamblin M.M. Biphasic dose response in low level light therapy // Dose-Response. – 2009, 7 (4): 358–383.
377. Huang Y.-Y., Gupta A., Vecchio D. et al. Transcranial low level laser (light) therapy for traumatic brain injury // J. Biophoton. – 2012, 5 (11–12): 827–837.
378. Ide Y. Phototherapy for chronic pain treatment // Masui. – 2009, 58 (11): 1401–1406. [Article in Japanese].
379. Iijima K., Shimoyama N., Shimoyama M., Mizuguchi T. Evaluation of analgesic effect of low-power He-Ne laser on postherpetic neuralgia using VAS and modified McGill pain questionnaire // J. Clin. Laser Med. Surg. – 1991, 9 (2): 121–126.
380. Ibuldu E., Cakmak A., Disci R., Aydin R. Comparison of laser, dry needling, and placebo laser treatments in myofascial pain syndrome // Photomedicine and Laser Surgery. – 2004, 22 (4): 306–311.
381. Ipci S.D., Cakar G., Kuru B., Yilmaz S. Clinical evaluation of lasers and sodium fluoride gel in the treatment of dentine hypersensitivity // Photomedicine and Laser Surgery. – 2009, 27 (1): 85–91.
382. Jamtvedt G., Dahm K.T., Holm I., Flottorp S. Measuring physiotherapy performance in patients with osteoarthritis of the knee: a prospective study // BMC Health Serv. Res. – 2008, 8: 145.
383. Jang H., Lee H. Meta-analysis of pain relief effects by laser irradiation on joint areas // Photomedicine and Laser Surgery. – 2012, 30 (8): 405–417.
384. Jastifer J.R., Catena F., Doty J.F. et al. Low-level laser therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: a prospective study // Foot Ankle Int. – 2014, 35 (6): 566–571.
385. Jensen H., Harreby M., Kjer J. Infrarod laser – effekt ved smertende knæartrose? // Ugeskrift for Laeger. – 1987, 149 (46): 3104–3106. [Article in Danish].
386. Jimbo K., Noda K., Suzuki K., Yoda K. Suppressive effects of lowpower laser irradiation on bradykinin evoked action potentials in cultured murine dorsal root ganglion cells // Neurosci. Lett. – 1998, 240 (2): 93–96.
387. John L.M., Mosquera-Caro M., Camacho P., Lechleiter J.D. Control of IP<sub>3</sub>-mediated Ca<sup>2+</sup> puffs in *Xenopus laevis* oocytes by the Ca<sup>2+</sup>-binding protein parvalbumin // J. Physiol. (Lond.). – 2001, 535 (1): 3–16.
388. Jovicic M. Comparison of two different energy doses of low level laser therapy for acute lumbar radiculopathy due to disc herniation // Conference WALT. Abstracts. – Bergen, Norway, 2010: 77.
389. Jubrias S.A., Bennett R.M., Klug G.A. Increased incidence of a resonance in the phosphodiester region of <sup>31</sup>P nuclear magnetic resonance spectra in the skeletal muscle of fibromyalgia patients // Arthritis Rheum. – 1994, 37 (6): 801–807.
390. Kaneko S. Safety guidelines for diagnostic and therapeutic laser applications in the neurosurgical field // Laser Therapy. – 2012, 21 (2): 129–136.
391. Karu T., Tiphlova O., Esenaliev R. et al. Two different mechanisms of low-intensity laser photobiological effect on *Escherichia coli* // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. – 1994, 24 (2): 155–161.
392. Kasai S., Kono T., Yamamoto Y. et al. Effect of low-power laser irradiation on impulse conduction in anesthetized rabbits // J. Clin. Laser Med. Surg. – 1996, 14 (3): 107–109.
393. Kato M.T., Kogawa E.M., Santos C.N., Conti P.C.R. Tens and low-level laser therapy in the management of temporomandibular disorders // J. Appl. Oral. Sci. – 2006, 14 (2): 130–135.
394. Katsoulis J., Ausfeld-Hafter B., Windecker-Gétaz I. et al. Laser acupuncture for myofascial pain of the masticatory muscles. A controlled pilot study // Schweiz. Monatsschr. Zahnmed. – 2010, 120 (3): 213–225.
395. Kemmotsu O. Laser irradiation in the area near the stellate ganglion // Laser Therapy. – 1997, 9 (1): 5–6.

396. *Kemmtsu O.* Laser therapy for pain attenuation of postherpetic neuralgia – a decade of challenge // *Laser Therapy.* – 1998, 10 (4): 151–152.
397. *Kemmtsu O.* The rôle of laser therapy in the pain clinic // *Laser Therapy.* – 1996, 8 (2): 123–125.
398. *Kemmtsu O., Sato K., Furumido H. et al.* Efficacy of low reactive-level laser therapy for pain attenuation of postherpetic neuralgia // *Laser Therapy.* – 1991, 3 (2): 71–75.
399. *King C.E., Clelland J.A., Knowles C.J., Jackson J.R.* Effect of helium-neon laser auriculotherapy on experimental pain threshold // *Phys. Ther.* – 1990, 70 (1): 24–30.
400. *Kiritisi O., Tsitas K., Malliaropoulos N., Mikroulis G.* Ultrasonographic evaluation of plantar fasciitis after low-level laser therapy: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled trial // *Lasers in Medical Science.* – 2010, 25 (2): 275–281.
401. *Klein R.G., Eek B.C.* Low energy laser treatment and exercise for chronic low back pain: double blind controlled trial // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* – 1990, 71 (1): 34–37.
402. *Kneebone W.J.* Laser acupuncture as a pain relief modality. – *Practical Pain Management*, 2008: 64–68.
403. *Kobayashi M., Kubota J.* Treatment of temporomandibular joint (TMJ) pain with diode laser therapy // *Laser Therapy.* – 1999, 11 (1): 11–18.
404. *Kobayashi T., Musha Y., Mizutani K. et al.* Pain attenuation with low level laser therapy on periarthritits scapulohumeralis // *Laser Therapy.* – 2006, 15 (4): 171–176.
405. *Komatsu M., Kubo T., Kogure S. et al.* Effects of 808 nm low-power laser irradiation on the muscle contraction of frog gastrocnemius // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 2008, 40 (8): 576–583.
406. *Konstantinović L.M.* Low-level laser therapy for acute low back and neck pain with radiculopathy // *Conference WALT. Abstracts.* – Bergen, Norway, 2010: 77.
407. *Konstantinović L.M., Cutović M.R., Milovanović A.N. et al.* Low-level laser therapy for acute neck pain with radiculopathy: a double-blind placebo-controlled randomized study // *Pain Med.* – 2010, 11 (8): 1169–1678.
408. *Konstantinović L.M., Jelić M.B., Jeremić A. et al.* Transcranial application of near-infrared low-level laser can modulate cortical excitability // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 2013, 45 (10): 648–653.
409. *Kreisler M.B., Haj H.A., Noroozi N., Willershausen B.* Efficacy of low level laser therapy in reducing postoperative pain after endodontic surgery: a randomized double blind clinical study // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2004, 33 (3): 38–41.
410. *Kress M., Guenther S.* Role of  $[Ca^{2+}]$  in the atp-induced heat sensitization process of rat nociceptor neurons // *J. Neurophysiol.* – 1999, 81 (6): 2612–2619.
411. *Kroetlinger M.* On the use of the laser in acupuncture // *Acupunct. Electrother Res.* – 1980, 5: 297–311.
412. *Kudoh Ch., Inomata K., Okajima K. et al.* Effects of 830 nm gallium aluminium arsenide diode laser radiation on rat saphenous nerve sodium-potassiumadenosine triphosphatase activity: a possible pain attenuation mechanism examined // *Laser Therapy.* – 1989, 1 (2): 63–67.
413. *Kulekcioglu S., Sivrioglu K., Ozcan O., Parlak M.* Effectiveness of low-level laser therapy in temporomandibular disorder // *Scand. J. Rheumatol.* – 2003, 32 (2): 114–118.
414. *Laakso E.L., Gramond T., Richardson C., Galligan J.P.* Plasma ASTH and  $\beta$ -endorphin levels in response to low level laser therapy (LLLT) for myofascial trigger points // *Lasers Therapy.* – 1994, 6 (3): 133–141.
415. *Laakso E.L., Richardson C., Gramond T.* Pain scores and side effects in response to low level laser therapy (LLLT) for myofascial trigger points // *Laser Therapy.* – 1997, 9 (2): 67–72.

416. Lagan K.M., Clements B.A., McDonough S., Baxter G.D. Low Intensity laser therapy (830 nm) in the management of minor postsurgical wounds: A controlled clinical study // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2001, 28 (1): 27–32.
417. Lampl Y., Zivin J.A., Fisher M. et al. Infrared laser therapy for ischemic stroke: a new treatment strategy: results of the NeuroThera Effectiveness and Safety Trial-1 (NEST-1) // *Stroke*. – 2007, 38 (6): 1843–1849.
418. Lapchak P.A., De Taboada L. Transcranial near infrared laser treatment (NILT) increases cortical adenosine-5'-triphosphate (ATP) content following embolic strokes in rabbits // *Brain Res.* – 2010, 1306 (8): 100–105.
419. Lapchak P.A., Han M.K., Salgado K.F. et al. Safety profile of transcranial near-infrared laser therapy administered in combination with thrombolytic therapy to embolized rabbits // *Stroke*. – 2008, 39 (11): 3073–3078.
420. Lapchak P.A., Salgado K.F., Chao C.H., Zivin J.A. Transcranial near-infrared light therapy improves motor function following embolic strokes in rabbits: An extended therapeutic window study using continuous and pulse frequency delivery modes // *Neuroscience*. – 2007, 148 (4): 907–914.
421. Lapchak P.A., Wei J., Zivin J.A. Transcranial infrared laser therapy improves clinical rating scores after embolic strokes in rabbits. *Stroke*. – 2004, 35 (8): 1985–1988.
422. Lassemi E., Jafari S.M., Motamedi M.H.K. et al. Low-level laser therapy in the management of temporomandibular joint disorder // *J. Oral. Laser Applications*. – 2008, 8 (2): 83–86.
423. Lazovic M. Laser therapy (Laseroterapija). – Belgrade: European center for peace and development (ECPD), 1997: 97. [Article in Serbian].
424. Li Q., Guo K., Kang J., Jiang B. Clinic analysis of endonasal low energy He-Ne laser treatment of 39 cases of intractable headache // *Acta Academiae medicinae Qingdao Universitatis*. – 1998, 1: 53. [Article in Chinese].
425. Litscher G., Litscher D. A laser watch for simultaneous laser blood irradiation and laser acupuncture at the wrist // *Integr Med Int*. – 2016, 3: 75–81. doi: 10.1159/000448099.
426. Litscher G., Schikora D. Cerebral vascular effects of non-invasive laser needles measured by transorbital and transtemporal Doppler sonography // *Lasers in Medical Science*. – 2002, 17 (4): 289–295.
427. Liu T.C.Y., Wu D.F., Gu Z.Q., Wu M. Applications of intranasal low intensity laser therapy in sports medicine // *Journal of Innovation in Optical Health Science*. – 2010, 3 (1): 1–16. doi: 10.1142/s1793545810000836.
428. Lögdberg-Andersson M., Mützell S., Hazel Å. Low level laser therapy (LLLT) of tendinitis and myofascial pains – a randomized, double-blind, controlled study // *Laser Therapy*. – 1997, 9 (2): 79–85.
429. Lögdberg-Andersson M., Mützell S., Hazel Å. Low level laser therapy (LLLT) of tendinitis and myofascial pains – a randomized, double-blind, controlled study // *Laser Therapy*. – 1997, 9 (2): 79–85.
430. Longo L., Simunovic Z., Postiglione M., Postiglione M. Laser therapy for fibromyositic rheumatism // *J. Clin. Laser Med. Surg.* – 1997, 15 (5): 217–220.
431. Lorenzini L., Giuliani A., Capra R. et al. Laser acupuncture using an ULLL device: effectiveness in rat models of acute and persistent pain // *Conference WALT. Abstracts*. – Bergen, Norway, 2010: 42.
432. Løvschall H., Arenholt-Bindslev D. Effect of low level diode laser irradiation of human oral mucosa fibroblasts in vitro // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1994, 14 (4): 347–354.
433. Løvschall H., Scharff O., Foder B., Arenholt-Bindslev D. Effect of low level laser irradiation on cytosolic Ca<sup>2+</sup> in human neutrophils in vitro // *Laser Therapy*. – 1994, 6 (1): 31.

434. *Lowe A.S., McDowell B.C., Walsh D.M. et al.* Failure to demonstrate any hypoalgesic effect of low intensity laser irradiation (830 nm) of Erb's point upon experimental ischaemic pain in humans // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1997, 20 (1): 69–76.
435. *Lubart R., Friedman H., Sinyakov M. et al.* Change in calcium transport in mammalian sperm mitochondria and plasma membranes caused by 780-nm irradiation // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1997, 21 (5): 493–499.
436. *Lubart R., Friedmann H., Sinyakov M. et al.* The effect of HeNe laser (633 nm) radiation on intracellular Ca<sup>2+</sup> concentration in fibroblasts // *Laser Therapy*. – 2005, 14 (0\_Pilot\_Issue\_2): 35–40.
437. *Lubart R., Friedmann H., Sinyakov M. et al.* The effect of HeNe laser (633nm) radiation on intracellular Ca<sup>2+</sup> concentration in fibroblasts // *Laser Therapy*. – 1997<sup>(1)</sup>, 9 (3): 115–120.
438. *Macias D.M., Coughlin M.J., Zang K. et al.* Low-level laser therapy at 635 nm for treatment of chronic plantar fasciitis: a placebo-controlled, randomized study // *J. Foot. Ankle Surg.* – 2015, 54 (5): 768–772.
439. *Maegawa Y., Itoh T., Hosokawa T. et al.* Effects of near-infrared low-level laser irradiation on microcirculation // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2000, 27 (5): 427–437.
440. *Maia M.L., Bonjardim L.R., Quintans Jde S. et al.* Effect of low-level laser therapy on pain levels in patients with temporomandibular disorders: a systematic review // *J. Appl. Oral. Sci.* – 2012, 20 (6): 594–602.
441. *Manca A., Limonta E., Pilurzi G. et al.* Ultrasound and laser as stand-alone therapies for myofascial trigger points: a randomized, double-blind, placebo-controlled study // *Physiother. Res. Int.* – 2014, 19 (3): 166–175. doi: 10.1002/pri.1580.
442. *Marini I., Gatto M.R., Bonetti G.A.* Effects of superpulsed low-level laser therapy on temporomandibular joint pain // *Clin. J. Pain.* – 2010, 26 (7): 611–616.
443. *Marković A., Todorović L.* Postoperative analgesia after lower third molar surgery: contribution of the use of long-acting local anesthetics, low-power laser, and diclofenac // *Oral Radiol. Endod.* – 2006, 102: e4–e8.
444. *Matsumoto Y., Akita Y.* Safety guidelines for PDT of cutaneous lesions // *Laser Therapy*. – 2012, 21 (2): 124–128.
445. *Matsutani L.A., Marques A.P., Ferreira E.A.G. et al.* Effectiveness of muscle stretching exercises with and without laser therapy at tender points for patients with fibromyalgia // *Clin. Exp. Rheumatol.* – 2007, 25 (3): 410–415.
446. *Mazzetto M.O., Carrasco T.G., Bidinelo E.F. et al.* Low intensity laser application in temporomandibular disorders: a phase I double-blind study // *Cranio*. – 2007, 25 (3): 186–192.
447. *McKibbin L., Downie R.* Treatment of post herpetic neuralgia using a 904 nm (infrared) low incident energy laser: a clinical study // *Laser Therapy*. – 1991, 3 (1): 35–39.
448. *Meireles S.M., Jones A., Jennings F. et al.* Assessment of the effectiveness of low-level laser therapy on the hands of patients with rheumatoid arthritis: a randomized double-blind controlled trial // *Clin. Rheumatol.* – 2010, 29 (5): 501–509.
449. *Melis M., Di Giosia M., Zawawi K.H.* Low level laser therapy for the treatment of temporomandibular disorders: a systematic review of the literature // *The Journal of Craniomandibular Practice*. – 2012, 30 (4): 1–9.
450. *Mendez T.M., Pinheiro A.L., Pacheco M.T. et al.* Dose and wavelength of laser light have influence on the repair of cutaneous wounds // *J. Clin. Laser Med. Surg.* – 2004, 22 (1): 19–25.
451. *Michalikova S., Ennaceur A., van Rensburg R., Chazot P.L.* Emotional responses and memory performance of middle-aged CD1 mice in a 3D maze: effects of low infrared light // *Neurobiol. Learn. Mem.* – 2008, 89 (4): 480–488.
452. *Miernik M., Więckiewicz M., Paradowska A., Więckiewicz W.* Massage therapy in myofascial TMD pain management // *Adv. Clin. Exp. Med.* – 2012, 21 (5): 681–685.

453. Mizokami T., Aoki K., Iwabuchi S. et al. LLLT (low reactive level laser therapy) – a clinical study: relationship between pain attenuation and the serotonergic mechanism // *Laser Therapy*. – 1993, 5 (4): 165–168.
454. Mokhtar B., Baxter G.D., Walsh D.M. et al. Double-blind, placebo-controlled investigation of the effect of combined phototherapy / low intensity laser therapy upon experimental ischaemic pain in humans // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1995, 17 (1): 74–81.
455. Moldofsky H., Scarisbrick P., England H., Smythe H. Musculoskeletal symptoms and non-REM sleep disturbance in patients with “fibrositis syndrome” and healthy subjects // *Psychosom. Med.* – 1975, 37 (4): 341–351.
456. Molina A., Cecchetti M., Fontana S. Failure of EMG-biofeedback (EMG-BF) after sham BFB training in fibromyalgia (A 1357) // *Fed. Proc.* – 1987, 46: 549.
457. Momenzadeh S., Abbasi M., Ebadifar A. et al. The intravenous laser blood irradiation in chronic pain and fibromyalgia // *Journal of Lasers in Medical Sciences*. – 2015, 6 (1): 6–9.
458. Moore K.C. The present state of laser therapy in pain management // *Book of abstract 6<sup>th</sup> Intern. Congress of the WALT*. – 2006. – 16D.
459. Moore K.C., Hira N., Kumar P.S. et al. A double blind crossover trial of low level laser therapy in the treatment of postherpetic neuralgia // *Laser Therapy*. – 2005(1), 14 (0\_Pilot\_Issue\_2): 61–64.
460. Moskvina S.V. Low-level laser therapy in Russia: history, science and practice // *J. Lasers Med. Sci.* – 2017, 8 (2): 56–65. doi: 10.15171/jlms.2017.11.
461. Muller W. Generalisierte Tendomyopathie. – Darmstadt: Steinkopff, 1991: 354. (Article in German).
462. Murakami F., Kemmotsu O., Kawano Y. et al. Diode low reactive level laser therapy and stellate ganglion block compared in the treatment of facial palsy // *Laser Therapy*. – 1993, 5 (3): 131–135.
463. Murrey R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W. Harper’s biochemistry. – Appleton & Lange, 1996: 700.
464. Nadur-Andrade N., Zamuner S.R., Toniolo E.F. et al. Analgesic effect of light-emitting diode (LED) therapy at wavelengths of 635 and 945 nm on bothrops moojeni venom-induced hyperalgesia // *Photochemistry and Photobiology*. – 2014, 90 (1): 207–213.
465. Naeser M.A. Neurological rehabilitation: acupuncture and laser acupuncture to treat paralysis in stroke, other paralytic conditions, and pain in carpal tunnel syndrome // *J. Altern. Complement. Med.* – 1997, 3 (4): 425–428.
466. Naeser M.A., Hahn K.A., Lieberman B.E., Branco K.F. Carpal tunnel syndrome pain treated with low-level laser and microamperes transcutaneous electric nerve stimulation: A controlled study // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2002, 83 (7): 978–988.
467. Naeser M.A., Saltmarche A., Krengel M.H. et al. Improved cognitive function after transcranial, light-emitting diode treatments in chronic, traumatic brain injury: two case reports // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2010, 29 (5): 351–358.
468. Navratil L. Výpocet aplikované dávky, možnosti modulace paprsku laseru, kontraindikace jeho použití // *Neinvasivní laseroterapie*. – Praha, Manus, 1997: 27–30.
469. Navratil L., Dylevsky I. Mechanisms of the analgesic effect of therapeutic lasers *in vivo* // *Laser Therapy*. – 1997, 9 (1): 33–39.
470. Neeck G., Riedel W. Thyroid function in patients with fibromyalgia syndrome // *J. Rheumatol.* – 1992, 19 (7): 1120–1122.
471. Nettleton S., Watt I., O’Malley L. et al. Understanding the narratives of people who live with medical unexplained illness // *Patient Education Counseling*. – 2005, 56 (2): 205–210.
472. Nivbrant B., Friberg S. Laser tycks ha effekt pa knaledartros men vetenskapligt bevis saknas. (Laser seems to be effective for osteoarthritis of the knee, but scientific evidence is missing.) // *Uikartidningen*. – 1992, 89 (11): 859–861. [Article in Swedish].

473. Numazawa R., Kemmotsu O., Otsuka H. et al. The rôle of laser therapy in intensive pain management of postherpetic neuralgia // *Laser Therapy*. – 1996, 8 (2): 143–148.
474. Nussbaum E.L., Lilge L., Mazzulli T. Effects of 630-, 660-, 810-, and 905-nm laser irradiation delivering radiant exposure of 1–50 J/cm<sup>2</sup> on three species of bacteria *in vitro* // *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. – 2002, 20 (6): 325–333.
475. Ohkuni I., Ushigome N., Harada T. et al. Low level laser therapy (LLLT) for patients with sacroiliac joint pain // *Laser Therapy*. – 2011, 20 (2): 117–121.
476. Ohshiro T., Calderhead R.G. Development of low reactive-level laser therapy and its present status // *J. Clin. Laser Med. Surg.* – 1991, 9 (4): 267–275.
477. Ohshiro T., Toya S., Motegi M., Maeda T. Critical considerations in protocol design for a double blind trial on pain attenuation by laser therapy // *Laser Therapy*. – 1994, 6 (2): 101–106.
478. Okuni I., Ushigome N., Harada T. et al. Low level laser therapy (LLLT) for chronic joint pain of the elbow, wrist and fingers // *Laser Therapy*. – 2012, 21 (1): 33–37.
479. Oliveira M.E., Santos F.M., Bonifácio R.P. et al. Low level laser therapy alters satellite glial cell expression and reverses nociceptive behavior in rats with neuropathic pain // *Photochemical & Photobiological Sciences*. – 2017, 16 (4): 547–554. doi: 10.1039/c6pp00360e.
480. Oron A., Oron U., Chen J. et al. Low-level laser therapy applied transcranially to rats after induction of stroke significantly reduces long-term neurological deficits // *Stroke*. – 2006, 37 (10): 2620–2624.
481. Oron A., Oron U., Streeter J. et al. Low-level laser therapy applied transcranially to mice following traumatic brain injury significantly reduces long-term neurological deficits // *J. Neurotrauma*. – 2007, 24 (4): 651–656.
482. Otsuka H., Kemmotsu O., Dozaki S., Imai M. Low reactive-level laser therapy near the stellate ganglion for postherpetic facial neuralgia // *Japanese Journal of Anesthesiology*. – 1992, 41 (11): 1809–1813. [Article in Japanese].
483. Otsuka H., Numazawa R., Okubo K. et al. Effects of helium-neon laser therapy on Herpes Zoster pain // *Laser Therapy*. – 1995, 7 (1): 27–32.
484. Ozdemir F., Birtane M., Kokino S. The clinical efficacy of low-power laser therapy on pain and function in cervical osteoarthritis // *Clin. Rheumatol.* – 2001, 20 (3): 181–184.
485. Ozkan N., Atlan L., Bingöl U. et al. Investigation of the supplementary effects of GaAs laser therapy on the rehabilitation of human digital flexor tendons // *J. Clin. Laser Med. Surg.* – 2004, 22 (2): 105–110.
486. Palecek J., Lips M.B., Keller B.U. Calcium dynamics and buffering in motoneurons of the mouse spinal cord // *J. Physiol.* – 1999, 520 (2): 485–502.
487. Palmgren N., Jensen G.F., Kaae K. et al. Low-power laser therapy in rheumatoid arthritis // *Lasers in Medical Science*. – 1989, 4 (3): 193–196.
488. Panton L., Simonavice E., Williams K. et al. Effects of class IV laser therapy on fibromyalgia impact and function in women with fibromyalgia // *J. Altern. Complement. Med.* – 2013, 19 (5): 445–452. doi: 10.1089/acm.2011.0398.
489. Payer M., Jakse N., Pertl C. et al. The clinical effect of LLLT in endodontic surgery: a prospective study on 72 cases // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* – 2005, 100 (3): 375–379.
490. Phandech K., Kaewtong P., Yasud M., Rattanathongkom S. Effect of helium neon (HeNe) laser on pain tolerance and skin blood flow test in normal subjects // *J. Med. Tech. Phy. Ther.* – 2008, 20 (3): 221–226.
491. Pizzo R.C.A., Dach F., Bordini, C.A. et al. Antialgic effect of low intensity laser in the treatment of cervicogenic headaches // *Conference WALT. Abstracts*. – Bergen, Norway, 2010: 74.
492. Pozza D.H., Fregapani P.W., Weber J.B.B. et al. Analgesic action of laser therapy (LLLT) in an animal model // *Med. Oral Patol. Oral. Cir Bucal.* – 2008, 13 (10): E648–652.

493. Puri M.M., Myneedu V.P., Jain R.C. Nitrogen and helium-neon laser therapy in the treatment of drug-resistant pulmonary tuberculosis // *Laser Therapy*. – 1995, 7 (3): 123–127.
494. Qu C., Cao W., Fan Y., Lin L. Near-infrared light protect the photoreceptor from light-induced damage in rats // Anderson R.E., editor. *Retinal Degenerative Diseases*. New York, NY: Springer Science; 2010: 365–374.
495. Ralevic V., Burnstock G. Receptors for purines and pyrimidines // *Pharmacol. Rev.* – 1998, 50 (3): 413–492.
496. Ribas E.S.C., Paiva W.S., Pinto N.C. et al. Use of low intensity laser treatment in neuropathic pain refractory to clinical treatment in amputation stumps // *Int. J. Gen. Med.* – 2012; 5: 739–742: doi: 10.2147/IJGM.S18511.
497. Ribeiro I.W., Sbrana M.C., Esper L.A., Almeida A.L. Evaluation of the effect of the GaAlAs laser on subgingival scaling and root planning // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2008, 26 (4): 387–391.
498. Ribeiro M.S., da Costa D.R., Prates R.A. et al. Study of the light parameters on cell cultures following low intensity red laser therapy // *Conference WALT. Abstracts*. – Bergen, Norway, 2010: 38.
499. Rico F.A., Manzaranes M.T.L., Claros, M.L.  $\beta$ -endorphine response in blood and cerebrospinal fluid after single and multiple irradiation with HeNe and GaAs lowpower laser // *J. Clin. Laser Med. Surg.* – 1994, 12 (1): 1–6.
500. Rigau J., Sun C.-H., Trelles M.A., Berns M.W. Effects of the 633-nm laser on the behavior and morphology of primary fibroblast culture // *SPIE Proceedings*. – 1996, 2630: 38–42.
501. Robb-Gaspers L.D., Thomas A.P. Coordination of  $Ca^{2+}$  signaling by intercellular propagation of  $Ca^{2+}$  waves in the intact liver // *J. Biol. Chem.* – 1995, 270 (14): 8102–8107.
502. Rodriguez-Santana E., Reyes H., Santana-Rodriguez K.E., Santana-Blank L. Photo-infrared pulsed biomodulation in age-related macular degeneration associated to neurological disease: one interventional case report and mini-review // *J. Chinese Clin. Med.* – 2008, 3: 470–477.
503. Röhlig B.G., Kipirdi S., Meriç U. et al. Masticatory muscle pain and low-level laser therapy: a double-blind and placebo-controlled study // *Turk. J. Phys. Med. Rehab.* – 2011, 57 (1): 31–37.
504. Rojas J.C., Gonzalez-Lima F. Low-level light therapy of the eye and brain // *Eye and Brain*. – 2011, 3: 49–67.
505. Rojas J.C., Lee J., John J.M., Gonzalez-Lima F. Neuroprotective effects of near-infrared light in an *in vivo* model of mitochondrial optic neuropathy // *J. Neurosci.* – 2008, 28 (50): 13511–13521.
506. Romeo U., Del Vecchio A., Capocci M. et al. The low level laser therapy in the management of neurological burning mouth syndrome. A pilot study // *Ann. Stomatol. (Roma)*. – 2010, 1 (1): 14–18.
507. Rooks D.S. Fibromyalgia treatment update // *Curr. Opin. Rheumat.* – 2007, 19 (111): 294–295.
508. Rosenspire A.J., Kindzelskii A.L., Petty H.R. Interferon- $\gamma$  and sinusoidal electric fields signal by modulating NAD(P)H oscillations in polarized neutrophils // *Biophys. J.* – 2000, 79 (6): 3001–3008.
509. Røynesdal A.K., Björnland T., Barkvoll P., Haanaes H.R. The effect of soft-laser application on postoperative pain and swelling: a double-blind, crossover study // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 1993, 22 (4): 242–245.
510. Ruaro J.A., Fréz A.R., Ruaro M.B., Nicolau R.A. Low-level laser therapy to treat fibromyalgia // *Lasers in Medical Science*. – 2014, 29 (6): 1815–1819.
511. Russel I.J. Neurochemical pathogenesis of FMS // *J. Musculosce. Pain*. – 1996, 4 (1/2): 61–92.
512. Sakurai Y., Yamaguchi M., Abiko Y. Inhibitory effect of low-level laser irradiation on LPS-stimulated prostaglandin E2 production and cyclooxygenase-2 in human gingival fibroblasts // *Eur. J. Oral. Sci.* – 2000, 108 (1): 29–34.



513. *Samoilova K.A., Zhevago N.A., Petrishchev N.N. et al.* Role of nitric oxide in the visible light-induced rapid increase of human skin microcirculation at the local and systemic levels: II. Health volunteers // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2008, 26 (5): 443–449.
514. *Santos T. de S., Piva M.R., Ribeiro M.H. et al.* Lasertherapy efficacy in temporomandibular disorders: control study // *Braz. J. Otorhinolaryngol.* – 2010, 76 (3): 294–299.
515. *Sasaki K., Ohshiro T., Ohshiro T., Taniguchi Y.* Low reactive level laser therapy in the treatment of post herpetic neuralgia // *Laser Therapy*. – 2010, 19 (2): 101–105.
516. *Sattayut S., Bradley P.* A study of the influence of low intensity laser therapy on painful temporomandibular disorder patients // *Laser Therapy*. – 2012, 21 (3): 183–192.
517. *Sattayut S., Hughes F., Bradley P.* 820 nm gallium aluminum arsenide laser modulation of prostaglandin E2 production in interleukin I stimulated myoblasts // *Laser Therapy*. – 1999, 11 (2): 88–95.
518. *Saunders L.* Laser versus ultra sound in the treatment of supraspinatus tendinosis: randomized controlled trials // *Physiotherapy*. – 2003, 89 (6): 365–373.
519. *Schaffer M., Bonel H., Sroka R. et al.* Effects of 780 nm diode laser irradiation on blood microcirculation: preliminary findings on time-dependent T1-weighted contrastenhanced magnetic resonance imaging (MRI) // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. – 2000, 54 (1): 55–60.
520. *Schaffer M., Sroka R., Fuchs C. et al.* Biomodulative effects induced by 805 nm laser light irradiation of normal and tumor cells // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. – 1997, 40 (3): 253–257.
521. *Schiffer F., Johnston A.L., Ravichandran C. et al.* Psychological benefits 2 and 4 weeks after a single treatment with near infrared light to the forehead: a pilot study of 10 patients with major depression and anxiety // *Behav Brain Funct.* – 2009, 5: 46.
522. *Schindl A., Schindl M., Schon H. et al.* Low-intensity laser irradiation improves skin circulation in patients with diabetic microangiopathy // *Diabetes Care*. – 1998, 21 (4): 580–584.
523. *Schwartz M., Doron A., Erlich M. et al.* Effects of low-energy He-Ne laser irradiation on posttraumatic degeneration of adult rabbit optic nerve // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1987, 7 (1): 51–55.
524. *Shaver S.L., Robinson N.G., Wright B.D. et al.* A multimodal approach to management of suspected neuropathic pain in a prairie falcon (*Falco mexicanus*) // *J. Avian Med. Surg.* – 2009, 23 (3): 209–213.
525. *Shaw V.E., Spana S., Ashkan K. et al.* Neuroprotection of midbrain dopaminergic cells in MPTP-treated mice after near-infrared light treatment // *J. Comp. Neurol.* – 2010, 518 (1): 25–40.
526. *Shirani A.M., Gutknecht N., Taghizadeh M., Mir M.* Low-level laser therapy and myofacial pain dysfunction syndrome: a randomized controlled clinical trial // *Lasers in Medical Science*. – 2009, 24 (5): 715–720.
527. *Shiroto C., Nakaji S., Sasaki M., Yodono M.* Extended experience in GaAlAs diode laser therapy for pain attenuation, and the importance of staff education and clinical environment on LLLT efficacy // *Laser Therapy*. – 1994, 6 (3): 149–156.
528. *Shiroto C., Ono K., Ohshiro T.* Retrospective study of diode laser therapy for pain attenuation in 3635 patients: detailed analysis by questionnaire // *Laser Therapy*. – 1989, 1 (1): 41–47.
529. *Shiroto C., Yodono M., Nakaji S.* Pain attenuation with diode laser therapy: A retrospective study of the long-term LLLT experience in the private clinic environment // *Laser Therapy*. – 1998, 10 (1): 33–39.
530. *Shockwave therapy for pain* associated with upper extremity orthopedic disorders: a review of the clinical and cost-effectiveness. – Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health, 2016: 35.

531. *Simunovic Z.* Low level laser therapy with trigger points technique: a clinical study on 243 patients // *J. Clin. Laser Med. Surg.* – 1996, 14 (4): 163–167.
532. *Singh H.M.P., Bajpai A., Bisarya B.N., Bhargava K.D.* Low level laser therapy (LLLT) with nitrogen and helium neon lasers in multiple drug resistant pulmonary tuberculosis: a preliminary study // *Laser Therapy.* – 1997, 9 (4): 173–179.
533. *Singh J.P., Babcock D.F., Lardy H.A.* Motility activation, respiratory stimulation, and alteration of  $Ca^{2+}$  transport in bovine sperm treated with amine local anesthetics and calcium transport antagonists // *Arch. Biochem. Biophys.* – 1983, 221 (1): 291–303.
534. *Sliney D.H., Wolbarsht M.L.* Safety with lasers and other optical radiation sources. – New York: Plenum Press, 1980: 1035.
535. *Smalley P.J.* Laser safety: risks, hazards and control measures // *Laser Therapy.* – 2011, 20 (2): 95–106.
536. *Smart K.M., Wand B.M., O'Connell N.E.* Physiotherapy for pain and disability in adults with complex regional pain syndrome (CRPS) types I and II. *Cochrane Database Syst Rev.* – 2016; 2: CD010853.
537. *Smith K.C.* Light and life: photobiological basis of the therapeutic use of radiation from lasers, in: Selected papers from the October 1990 ILTA Congress «Progress in laser therapy». – Chichester, England: John Wiley & Sons, 1990: 11–18.
538. *Smith W.K., Noriega J.A., Smith W.K. Jr.* Resection of a plantar calcaneal spur using the holmium: yttrium-aluminum-garnet (Ho:YAG) laser // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 2001, 91 (3): 142–146.
539. *Smythe H.A.* Non-articular rheumatism and the fibrositis syndrome, arthritis and allied conditions // Eighth edition. Edited by J.L. Hollander, D.J. McCarty. – Philadelphia, Lea and Febiger, 1972: 874–884.
540. *Snyder-Mackler L., Barry A.J., Perkins A.I., Soucek M.D.* Effects of helium-neon laser irradiation on skin resistance and pain in patients with trigger points in the neck or back // *Phys. Ther.* – 1989, 69 (5): 336–341.
541. *Snyder-Mackler L., Bork C., Bourbon B., Trumbore D.* Effect of helium-neon laser on musculoskeletal trigger points // *Phys. Ther.* – 1986, 66 (7): 1087–1090.
542. *Snyder-Mackler L., Bork C.E.* Effect of helium-neon laser irradiation on peripheral sensory nerve latency // *Phys. Ther.* – 1988, 68 (2): 223–225.
543. *Song S.O., Varner J.* Modeling and analysis of the molecular basis of pain in sensory neurons // *PLoS ONE.* – 2009, 4 (9): e6758. doi: 10.1371.
544. *Soriano F.A.* The analgesic effect of 904 nm gallium arsenide semiconductor low level laser therapy (LLLT) on osteoarticular pain: a report on 938 irradiated patients // *Laser Therapy.* – 1995, 7 (2): 75–80.
545. *Soriano F.A., Rios R.* Gallium arsenide laser treatment of chronic low back pain: a prospective, randomized and double blind study // *Laser Therapy.* – 1998, 10 (4): 175–180.
546. *Soriano F.A., Rios R., Pedrola M. et al.* Acute cervical pain is relieved with gallium arsenide (GaAs) laser radiation. A double-blind preliminary study // *Laser Therapy.* – 1996, 8 (2): 149–154.
547. *Stelian J., Gil I., Hobot B. et al.* Improvement of pain and disability in elderly patients with degenerative osteoarthritis of the knee treated with narrow-band light therapy // *Journal of American Geriatric Society.* – 1992, 40 (1): 23–26.
548. *Stergioulas A.* Effects of low-level laser and plyometric exercise in the treatment of lateral epicondylitis // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2007, 25 (3): 205–213.
549. *Stergioulas A.* Low-power laser treatment in patients with frozen shoulder: preliminary results // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2008, 26 (2): 99–105.
550. *Stuber K., Kristmanson K.* Conservative therapy for plantar fasciitis: a narrative review of randomized controlled trials // *J. Can. Chiropr. Assoc.* – 2006, 50 (2): 118–133.

551. *Sushko B.S., Lymans'ky Iu.P., Huliar S.O.* Action of the red and infrared electromagnetic waves of light-emitting diodes on the behavioral manifestation of somatic pain // *Fiziol. Zh.* – 2007, 53 (3): 51–60.
552. *Takahashi H., Okuni I., Ushigome N. et al.* Low level laser therapy for patients with cervical disk hernia // *Laser Therapy.* – 2012, 21 (3): 193–197.
553. *Takas D., Tellefsen G., Johannsen G.* Pain relief after scaling and rootplaning by monochromatic phototherapy (Biolight) // *Swed. Dent. J.* – 2006, 30 (2): 69–75.
554. *Tamagawa S., Otsuka H., Kemmotsu O. et al.* Severe intractable facial pain attenuated by a combination of 830 nm diode low reactive-level laser therapy and stellate ganglion block: a case report // *Laser Therapy.* – 1996, 8 (2): 155–158.
555. *Tascoiglu F., Armagan O., Tabak Y. et al.* Low power laser treatment in patients with knee osteoarthritis // *Swiss. Med. Wkly.* – 2004, 134 (17–18): 254–258.
556. *Taube S., Piironen J., Ylipaavalniemi P.* Helium-neon laser therapy in the prevention of post-operative swelling and pain after wisdom tooth extraction // *Proc. Finn. Dent. Soc.* – 1990, 86 (1): 23–27.
557. *Taverna E., Parrini M., Cabitza P.* Laser therapy vs placebo in the treatment of some bone and joints pathology // *Minerva Ortop.* – 1990, 41 (12): 631–666.
558. *Thorsen H., Gam A.N., Jensen H. et al.* Low energy laser treatment effect in localized fibromyalgia in the neck and shoulder regions // *Ugeskr Laeger.* – 1991, 153 (25): 1801–1804.
559. *Thorsen H., Gam A.N., Svensson B.H. et al.* Low level laser therapy for myofascial pain in the neck and shoulder girdle. A double-blind, cross-over study // *Scand. J. Rheumatol.* – 1992, 21 (3): 139–141.
560. *Tombes R.M., Borisy G.G.* Intracellular free calcium and mitosis in mammalian cells: anaphase onset is calcium modulated, but is not triggered by a brief transient // *J. Cell. Biol.* – 1989, 109 (2): 627–636.
561. *Toya S., Motegi M., Inomata K. et al.* Report on a computerrandomized double blind clinical trial to determine the effectiveness of the GaAlAs (830 nm) diode laser for pain attenuation in selected pain groups // *Laser Therapy.* – 1994, 6 (3): 143–148.
562. *Travell J.G., Simons D.G.* Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. – Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1983: 59–63.
563. *Tsien R.Y., Poenie M.* Fluorescence ratio imaging: a new window into intracellular ionic signaling // *TIBS.* – 1986, 11 (11): 450–455.
564. *Tsuchiya K., Kawatani M., Takeshige C., Matsumoto I.* Laser irradiation abates neuronal responses to nociceptive stimulation of rat-paw skin // *Brain. Res. Bull.* – 1994, 34 (4): 369–374.
565. *Tumilty S., Munn J., McDonough S. et al.* Low level laser treatment of tendinopathy: a systematic review with meta-analysis // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2010, 28 (1): 3–16.
566. *Uhlén P., Laestadius A., Jahnukainen T. et al.* Alpha-haemolysin of uropathogenic *E. coli* induces Ca<sup>2+</sup> oscillations in renal epithelial cells // *Nature.* – 2000, 405 (6787): 694–697.
567. *Uozumi Y., Nawashiro H., Sato S. et al.* Targeted increase in cerebral blood flow by transcranial nearinfrared laser irradiation // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 2010, 42 (6): 566–576.
568. *Van Middelkoop M., Rubinstein S.M., Kuijpers T. et al.* A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain // *Eur. Spine J.* – 2011, 20 (1): 19–39.
569. *Vayvay E.S., Tok D., Turgut E., Tunay V.B.* The effect of laser and taping on pain, functional status and quality of life in patients with fibromyalgia syndrome: A placebo- randomized controlled clinical trial // *J. Back. Musculoskelet Rehabil.* – 2016, 29 (1): 77–83. doi: 10.3233/BMR-150600.
570. *Venancio R. de A., Camparis C.M., Lizarelli R. de F.* Low intensity laser therapy in the treatment of temporomandibular disorders: a double-blind study // *J. Oral Rehabil.* – 2005, 32 (11): 800–807.

571. *Venezian G.C., da Silva M.A., Mazzetto R.G., Mazzetto M.O.* Low level laser effects on pain to palpation and electromyographic activity in TMD patients: a double-blind, randomized, placebo-controlled study // *Cranio*. – 2010, 28 (2): 84–91.
572. *Vernon L.F., Hasbun R.L.* Low-level laser therapy for trigeminal neuralgia. – *Practical Pain Management*, 2008: 56–63.
573. *Wakabayashi H., Hamba M., Matsumoto K., Tachibana H.* Effect of irradiation by semiconductor laser on responses evoked in trigeminal caudal neurons by tooth pulp stimulation // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1993, 13 (6): 605–610.
574. *Walker J.B.* Relief from chronic pain by low-power laser irradiation // *Neurosci Lett*. – 1983, 43 (2–3): 339–344.
575. *Walker J.B., Akhanjee L.K., Cooney M.M. et al.* Laser therapy for pain of trigeminal neuralgia // *Clin. J. Pain*. – 1988, 3: 183–187.
576. *Walker J.B., Swartzwelder H.S., Bondy S.C.* Suppression of hippocampal epileptiform activity *in vitro* after laser exposure // *Laser Therapy*. – 2005, 14 (0\_Pilot\_Issue\_2): 19–21.
577. *Wallingford J.B., Ewald A.J., Harland R.M., Fraser S.E.* Calcium signaling during convergent extension in *Xenopus* // *Curr. Biol*. – 2001, 11 (9): 652–661.
578. *Watman N.P., Crespo L., Davis B. et al.* Differential effect on fresh and cultured T cells of PHA-induced changes in free cytoplasmic calcium: relation to IL-2 receptor expression, IL-2 production, and proliferation // *Cellular Immun.* – 1988, 111 (1): 158–166.
579. *Waylonis G.W., Wilke S., O'Toole D. et al.* Chronic myofascial pain: management by low-output helium-neon laser therapy // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 1988, 69 (12): 1017–1020.
580. *Wedlock P., Shephard R.A., Little C., McBurney F.* Analgesic effects of cranial laser treatment in two rat nociception models // *Physiol. Behav.* – 1996, 59: 445–448.
581. *Wedlock P.M., Shephard R.A.* Cranial irradiation with GaAlAs laser leads to naloxone reversible analgesia in rats // *Psychol. Rep.* – 1996, 78 (3): 727–731.
582. *Wong S.F., Wilder-Smith P.* Pilot study of laser effects on oral mucositis in patients receiving chemotherapy // *Cancer J*. – 2002, 8 (3): 247–254.
583. *Wong T.W., Fung K.P.* Acupuncture: from needle to laser // *Fam. Pract.* – 1991, 8 (2): 168–170.
584. *Woolf C.J.* Evidence for a central component of post-injury pain hypersensitivity // *Nature*. – 1983, 306 (5944): 686–688.
585. *Yamada H., Ogawa H.* Comparative study of 60 mW diode laser therapy and 150 mW diode laser therapy in the treatment of postherpetic neuralgia // *Laser Therapy*. – 1995, 7 (2): 71–74.
586. *Yamany A.A., Salim S.E.* Efficacy of low level laser therapy for treatment myofascial trigger points of shoulder pain // *World Applied Sciences Journal*. – 2011, 12 (6): 758–764.
587. *Yan W., Chow R., Armati P.J.* Inhibitory effects of visible 650-nm and infrared 808-nm laser irradiation on somatosensory and compound muscle action potentials in rat sciatic nerve: implications for laser-induced analgesia // *J. Peripher. Nerv. Syst.* – 2011, 16 (2): 130–135.
588. *Yang H.Q., Wang Y.H., Chen J.X. et al.* Efficiency of proliferation of HeLa cells under three different low-intensity red lasers irradiation // *International Journal of Photoenergy*. – 2012, Article ID 290796: 5. doi: 10.1155/2012/290796.
589. *Yashiro Y., Duling B.R.* Integrated  $Ca^{2+}$  signaling between smooth muscle and endothelium of resistance vessels // *Circ. Res.* – 2000, 87: 1048–1054.
590. *Yonekawa N.S., Pinto F.C.G., Yoshimura E.M., Cristina M.* Low level laser therapy in painful neuroma refractory to conventional treatment in amputation stumps: pilot study // *Conference WALT. Abstracts*. – Bergen, Norway, 2010: 74.
591. *Yoshizawa A., Gyoda Y.* Mono- and polychromatic phototherapy for pain control: experiences in our hospital // *Laser Therapy*. – 2005, 14 (3): 135–139.
592. *Yousefi-Nooraie R., Schonstein E., Heidari K. et al.* Low level laser therapy for nonspecific low-back pain // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2008, 16 (2). – CD005107.

593. *Yu H., Randhawa K., Côté P.* The effectiveness of physical agents for lower-limb soft tissue injuries: A systematic review // *J. Orthop. Sports. Phys. Ther.* – 2016, 46 (7): 523–554. doi: 10.2519/jospt.2016.6521.
594. *Yu H.S., Chang K.L., Yu C.L. et al.* Low-energy helium-neon laser irradiation stimulates interleukin-1 alpha and interleukin-8 release from cultured human keratinocytes // *The Journal of Investigative Dermatology.* – 1996, 107 (4): 593–596.
595. *Yunus M.B.* Editorial review: an update on central sensitivity syndromes and the issues of nosology and psychobiology // *Curr. Rheumatol. Rev.* – 2015, 11 (2): 70–85.
596. *Yunus M.B.* Towards a model of pathophysiology of fibromyalgia: aberrant central pain mechanisms with peripheral modulation // *Rheumatol.* – 1992, 19 (6): 846–847.
597. *Yüzer S., Sever A., Gürçay E. et al.* Comparison of the effectiveness of laser therapy and steroid injection in epin calcanei // *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation.* – 2006, 52 (2): 68–71.
598. *Zand N., Mansouri P., Fateh M. et al.* Non-ablative, CO<sub>2</sub> laser therapy (NACLTL): a new approach to relieve pain in oral mucosal lesions // *Conference WALT. Abstracts.* – Bergen, Norway, 2010: 61.
599. *Zanin T., Zanin F., Carvalhosa A.A. et al.* Use of 660-nm diode laser in the prevention and treatment of human oral mucositis induced by radiotherapy and chemotherapy // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2010, 28 (2): 233–237.
600. *Zarković N., Manev H., Perićić D. et al.* Effect of semiconductor GaAs laser irradiation on pain perception in mice // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 1989, 9 (1): 63–66.
601. *Zeredo J.L., Sasaki K.M., Takeuchi Y., Toda K.* Antinociceptive effect of Er:YAG laser irradiation in the orofacial formalin test // *Brain Research.* – 2005, 1032 (1–2): 149–153.
602. *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.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>ПЕРВИЧНЫЙ И ВТОРИЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БИОМОДУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СВЕТА .....</b>	<b>7</b>
<b>ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ И ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА .....</b>	<b>24</b>
<b>Организация лечебного процесса .....</b>	<b>24</b>
Организация рабочих мест .....	24
Необходимо ли получение лицензии на трансфузиологию для проведения ВЛОК? .....	27
Персонал .....	27
<b>Лазерная терапевтическая аппаратура .....</b>	<b>28</b>
Блочный принцип построения лазерных терапевтических аппаратов .....	29
Основные меры предосторожности при работе с терапевтическими лазерными установками .....	33
Соответствие лазерной терапевтической аппаратуры стандартам .....	34
Классификация лазерной медицинской аппаратуры, её особенности и терминология .....	35
Нормативные документы и новая классификация лазеров .....	36
Очки для защиты от лазерного излучения .....	37
<b>ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ .....</b>	<b>40</b>
<b>Наружные методы лазерной терапии .....</b>	<b>41</b>
Местное воздействие .....	42
Лазерная акупунктура .....	46
Воздействие на зоны Захарьина–Геда (дерматомы) .....	51
Воздействие на паравerteбральные зоны .....	51
Воздействие на проекции внутренних органов .....	52
Воздействие на проекции иммунокомпетентных органов .....	58

<b>Внутриполостные методы лазерной терапии.....</b>	<b>59</b>
<b>Надвенное (надсосудистое, неинвазивное, чрескожное, транскутанное) лазерное освечивание крови.....</b>	<b>60</b>
<b>Внутривенное лазерное освечивание крови (ВЛОК).....</b>	<b>67</b>
Инструкция по проведению процедуры ВЛОК.....	68
Базовая методика ВЛОК.....	70
Методика комбинированная, ВЛОК-635 + ЛУФОК® (базовая).....	71
Методика комбинированная, ВЛОК-525 + ЛУФОК® (базовая).....	72
 <b>ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ.....</b>	 <b>74</b>
Расчёт «дозы» и энергии вреден для здоровья .....	80
 <b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБЕЗБОЛИВАНИЯ ЛАЗЕРНЫМ СВЕТОМ.....</b>	 <b>83</b>
Классификация болевых синдромов [по А.М. Вейн с соавт. (1999)] .....	83
Экспериментальные и клинические исследования по изучению механизмов обезболивающего действия лазерного света .....	93
Методологические особенности «лазерного обезболивания».....	110
Особенности суставно-мышечной боли. Фибромиалгия и миофасциальный болевой синдром .....	115
 <b>ЧАСТНЫЕ МЕТОДИКИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ БОЛЕВЫХ СИНДРОМАХ .....</b>	 <b>128</b>
Бытовой ожог, травма.....	137
Постгерпетическая невралгия.....	138
Невралгия тройничного нерва .....	143
Синдром Титце (рёберный хондрит) .....	145
Подагра (подагрический артрит).....	145
Комплексный регионарный болевой синдром .....	146
Подошвенный (плантарный) фасциит.....	151

---

<b>ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ БОЛЬНЫХ ФИБРОМИАЛГИЕЙ.....</b>	<b>156</b>
<b>Частные методики лазерной терапии больных фибромиалгией .....</b>	<b>168</b>
Методика 1. Воздействие на триггерные пункты (ТП) .....	168
Методика 2. Воздействие на ТП.....	168
Методика 3. Неинвазивное лазерное освечивание крови (НЛОК) .....	173
Методика 4. Комплексная, комбинированная, контактная .....	173
Методика 5. Комбинированная .....	174
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>177</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....</b>	<b>179</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....</b>	<b>185</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....</b>	<b>190</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....</b>	<b>210</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....</b>	<b>228</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>230</b>



**С.В. Москвин, С.Б. Киселёв**

# **ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ СУСТАВНО-МЫШЕЧНЫХ БОЛЯХ**

ООО «Издательство «Триада»  
ИД № 06059 от 16.10.01 г.  
170034, г. Тверь, пр. Чайковского, д. 9, оф. 514,  
тел./факс: (4822) 42-90-22, 35-41-30  
E-mail: triadatver@yandex.ru  
<http://www.triada.tver.ru>

Подписано к печати 26.06.2017 г.  
Формат 62×94 1/16. Усл. печ. л. 16,5  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Тираж 2000 экз.

Заказ \_\_\_\_\_  
Отпечатано в ООО «Тверская фабрика печати».  
170006, г. Тверь, Беляковский пер., 46



Научно-исследовательский центр «Матрикс»

www.matrixmed.ru • www.lazmik.ru • 2505544@mail.ru

# КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

июль 2017 года

Новое поколение лазерных физиотерапевтических аппаратов «Лазмик» и «Лазмик-ВЛОК»

Модернизированные лазерные терапевтические аппараты «Матрикс», «Матрикс-ВЛОК», «Матрикс-Уролог», «Матрикс-МИНИ», «Матрикс-БИО», «Узор-МЭЛТ» и др.

Высокоэффективные физиотерапевтические комплексы «Матрикс-Уролог» и «Лазмик-Косметолог»

Липолитическая программа и комплекс «Lasmik-Slim»

Аппарат для вакуумного массажа «Матрикс-ВМ»

Насадки, стерильные одноразовые световоды КИВЛ для ВЛОК, дополнительные приспособления, стойка физиотерапевтическая, книги, обучение и др.

## для медицины...

акушерство и гинекология  
андрология и урология  
дерматология  
кардиология  
неврология  
офтальмология  
педиатрия  
стоматология  
заболевания опорно-мышечного аппарата  
физиотерапия  
и др.

## для косметологии...

общее омоложение  
фейс-лифтинг  
коррекция фигуры  
косметология волос  
лазерный пилинг  
лазерофорез  
гиалуроновой кислоты и других биологически активных веществ (программа anti age, лазерная биоревитализация, липолитическая программа, антицеллюлитная программа)  
дерматологические проблемы (витилиго, акне, герпес, фурункулёз и т. д.)  
и др.



Регистрационное удостоверение № РЗН 2015/2687 от 25.05.2015  
Регистрационное удостоверение № РЗН 2014/1410 от 06.02.2014

НОВИНКА!

## «Лазмик» и «Лазмик-ВЛОК»



**Новое поколение аппаратов – новые возможности  
лечения и профилактики широкого круга заболеваний**

- Расширен диапазон частот до 10 000 Гц.
- Впервые импульсные лазеры могут надёжно работать на частоте 10 000 Гц.
- Удобный сверхнадёжный разъём ЛАЗМИК® с цветовой дифференциацией длины волны лазеров.
- Гарантия от производителя – 5 лет, в том числе на все импульсные лазерные излучающие головки.

# Лучший дизайн и эргономичность



С аппаратами серии «Лазмик» приятно и удобно работать!

## Простая, интуитивно понятная панель управления.

Научиться работать с аппаратом можно за 5 минут, и уже не требуется обращаться к паспорту и инструкции по эксплуатации – всё предельно понятно и просто!

**В 95% методик экспозиция – 2 или 5 мин**, что учтено в аппаратах «Лазмик», – фиксированные значения таймера заданы именно такие, что позволяет экономить время и значительно упрощает работу медперсонала. Но по желанию можно установить любое время от 1 с до 90 мин.

**Наличие частоты 10 000 Гц** позволяет реализовать новые высокоэффективные методики лазерной терапии (дерматология, неврология, обезболивание и пр.). Наиболее часто используемые в методиках частоты (10, 80, 3000 и 10 000 Гц) – фиксированные значения, но можно выбрать и другие – от 0,5 до 10 000 Гц.



**Встроенный фотометр** позволяет контролировать импульсную и среднюю мощность во всём спектральном диапазоне (от 365 до 960 нм).

**Максимально надёжное и простое подключение излучающей головки.**

**Сетевой выключатель вынесен на заднюю панель**, что предохраняет аппарат от случайного выключения во время процедуры и гарантирует повышенную надёжность его работы.

**НА ВЕСЬ СРОК СЛУЖБЫ** медицинского оборудования по ГОСТ Р 50444-92 и РД 50-707-91, включая импульсные инфракрасные (ИК) лазерные излучающие головки.

1. Используются сверхпрочные плёночные клавиатуры, что гарантирует **1 000 000** нажатий на любую кнопку клавиатуры, т. е. **более 20 лет** непрерывной работы аппарата!

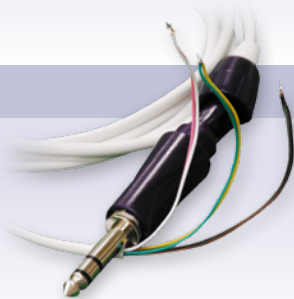
В обычных аппаратах быстро возникают потёртости, происходит растрескивание, ломаются кнопки. Мы применяем герметичные электропроводящие контактные площадки, находящиеся на некотором расстоянии; при нажатии пальцем плёнка прогибается до соприкосновения контактных поверхностей и происходит переключение.



2. Сверхнадёжные разъёмы TRS 6.35 mm stereo, изготовленные по уникальной 3-проводной технологии ЛАЗМИК®, невозможно сломать!

Гарантийный срок службы не менее 20 лет, процесс смены лазерных излучающих головок доставляет удовольствие!

3. Дублирование двойным проводом каждой из трёх линий управления позволяет гарантировать отсутствие случайного обрыва и многократно повышает надёжность аппарата в целом.



4. Импортные лазерные диоды ведущих мировых производителей имеют гарантийный срок непрерывной работы до 150 тыс. часов! На надёжности не экономят.

5. Выносной блок питания с сертификацией по европейским стандартам для медицинского оборудования (EN60601-1) исключает высокое напряжение в самом аппарате и значительно повышает его надёжность.





## Панели управления у аппаратов серии «Матрикс» и «Лазмик» имеют небольшие функциональные различия.

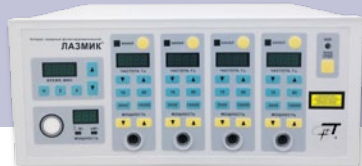
Параметры	«Матрикс» и «Матрикс-Уролог»	«Лазмик» и «Лазмик-ВЛОК»
Частота повторения импульсов лазерного излучения, Гц:		
• фиксированная	10, 80, 600, 3000	10, 80, 3000, 10 000
• произвольная	0,5–3000	0,5–10 000
Время экспозиции излучения аппарата, мин:		
• фиксированное	1; 10 и «Н»	2; 5 и «Н»
• произвольное	0,1–90	0,1–90
• внешний режим модуляции	Наличие	Наличие

## Основные преимущества аппаратов «Лазмик» и «Лазмик-ВЛОК»

- Расширен диапазон частот работы импульсных лазеров до 10 000 Гц.
- Наличие варианта с вакуумным каналом для реализации методики лазерно-вакуумной терапии («Лазмик»).
- Возможность регулирования мощности и установки частоты от 0,5 до 10 000 Гц по каждому из каналов.
- Впервые на частоте 10 000 Гц могут работать и импульсные лазеры.
- Индикация длины волны и предельной мощности на всех лазерных излучающих головках.
- Измерение и цифровая индикация импульсной и средней мощности излучения в диапазоне длин волн от 365 до 960 нм.
- Обеспечиваются непрерывный, импульсный, модулированный, многочастотный и биосинхронизированный режимы работы лазерных излучающих головок.
- Фиксированные значения таймера 2 и 5 мин позволяют быстро и безошибочно выбрать нужный режим, который используется в большинстве методик лазерной терапии.
- Максимальный выбор лазерных излучающих головок для всех методик лазерной терапии.
- Удобные и сверхнадёжные разъёмы ЛАЗМИК® для подключения головок, имеющие разный цвет в зависимости от длины волны используемого лазера.
- Цветные ремешки крепления лазерных излучающих головок для ВЛОК, что в совокупности с цветовой дифференциацией разъёмов позволяет избежать ошибки при выборе длины волны лазера, необходимой для процедуры.
- Аппараты для ВЛОК унифицированы с общетерапевтическими, на всех аппаратах можно применять все методики лазерной терапии.
- Аппараты максимально унифицированы для совмещения с другими физиотерапевтическими аппаратами, реализации сочетанных и комбинированных методик.
- Минимальный вес позволяет перемещать аппараты в любое отделение медицинского центра.
- Защита от несанкционированного изменения режима работы во время процедуры.
- Современный дизайн и повышенная надёжность.
- Гарантия 5 лет на аппарат и впервые на импульсные ИК-лазерные излучающие головки.

Число одновременно работающих каналов для излучающих головок	1, 2 или 4
Контроль с индикацией мощности излучения и длины волны лазерных источников	есть
Длина волны излучения для лазерных излучающих головок, нм	365–1300 (определяется типом сменного выносного излучателя)
Длина волны излучения для КВЧ-диапазона, мм	4,9; 5,6; 7,1 (определяется типом сменного выносного излучателя)
Способ установки значения таймера и частоты следования импульсов	фиксированный или произвольный
Таймер (режим автоматический)	
фиксированные значения, мин	2; 5 и «Н» (не ограничен)
произвольный выбор, мин	0,1–90
Частоты модуляции и следования импульсов, Гц	
фиксированные значения	10, 80, 3000, 10 000
произвольный выбор	0,5–10 000
Регулировка мощности излучения	от 0 до максимального значения
Масса, г:	
Лазмик-01 (2 лазерных канала)	800
Лазмик-02 (4 лазерных канала)	4200
Лазмик-03 (1 лазерный и вакуумный канал)	950
Габариты, мм:	
Лазмик-01 (2 лазерных канала)	280×195×100
Лазмик-02 (4 лазерных канала)	345×260×150
Лазмик-03 (1 лазерный и вакуумный канал)	280×195×100
Класс электробезопасности	II, тип В (заземления не требуется)
Класс лазерной опасности	1M
Электропитание:	
Напряжение, В	90–250
Частота, Гц	47–65
Максимальная потребляемая мощность, ВА:	
Лазмик-01 (2 лазерных канала)	10
Лазмик-02 (4 лазерных канала)	15
Лазмик-03 (1 лазерный и вакуумный канал)	12
Среднее время работы без технического обслуживания, ч	5000
Гарантия*	5 лет

\* На базовый блок и ИК-импульсные лазерные излучающие головки, на остальную продукцию – 12 мес.



# Сравнение параметров



## лазерных излучающих головок для аппаратов нового и предыдущего поколений

Аппараты нового поколения, работающие по технологии ЛАЗМИК® («Лазмик», «Агиур», «Лазмик-ВЛОК», «Лазмик-БИО» и др.)			Аппараты предыдущего поколения («Матрикс», «Матрикс-Уролог», «Мустанг-2000», «Узор-МЭЛТ» и др.)		
Параметры			Параметры		
Наименование головки	Длина волны, нм	Мощность	Наименование головки	Длина волны, нм	Мощность
МЛО1К (МЛ-904-80)	904	50 Вт (матричная)	МЛО1К	890–904	50 Вт (матричная)
МЛО1КМ (МЛ-904-200)	904	200 Вт (матричная)	–	–	–
МЛО1КР (МЛ-635-40)	635	35 Вт (матричная)	МЛО1КР	650–670	35 Вт (матричная)
МЛ-650-100	650	100 мВт (матричная)	–	–	–
ЛО-890-10 (ЛО-904-10)	904	10 Вт	ЛО1	890–904	5 Вт
ЛО-890-15 (ЛО-904-15)	904	15 Вт	ЛО2	890–904	10 Вт
ЛО-890-20 (ЛО-904-20)	904	20 Вт	ЛО3	890–904	15 Вт
ЛО-890-25 (ЛО-904-25)	904	25 Вт	ЛО4	890–904	20 Вт
ЛО-890-100 (ЛО-904-100)	904	100 Вт	ЛО7	890–904	90 Вт
ЛОК2 (ЛО-635-5)	635	5 Вт	ЛОК2	650–670	5 Вт
КЛО-405-50	405	50 мВт	КЛО-405-50	405	50 мВт
КЛО-450-50 (КЛО-445-50)	445–450	50 мВт	–	–	–
КЛО-530-50 (КЛО-525-50)	520–530	50 мВт	–	–	–
КЛО-635-5	635	5 мВт	КЛО1	635	5 мВт
КЛО-635-15	635	15 мВт	КЛО3	635	10 мВт
КЛО-635-40	635	40 мВт	КЛО4	635	40 мВт
КЛО-635-50 (НЛОК)	635	50 мВт	–	–	–
КЛО-650-50	650	50 мВт	КЛО2	650	40 мВт
КЛО-650-200	650	200 мВт	–	–	–
КЛО-780-90	780–785	90 мВт	КЛО-780-90	780–785	90 мВт
КЛО-808-200	808	200 мВт	КЛО6	808	200 мВт
КЛО7	1300	5 мВт	КЛО7	1300	5 мВт
КЛ-ВЛОК-365-2 (для УФОК)	365–400	1,5–2 мВт*	КЛ-ВЛОК-365	365–400	1,5–2 мВт*
КЛ-ВЛОК-405-2	405	1,5–2 мВт*	КЛ-ВЛОК-405	405	1,5–2 мВт*
КЛ-ВЛОК-450-2 (КЛ-ВЛОК-445-2)	445–450	2 мВт*	–	–	–
КЛ-ВЛОК-450-20 (КЛ-ВЛОК-445-20)	445–450	20 мВт*	–	–	–
КЛ-ВЛОК-530-2 (КЛ-ВЛОК-525-2)	520–530	2 мВт*	–	–	–
КЛ-ВЛОК-530-20 (КЛ-ВЛОК-525-20)	520–530	20 мВт*	–	–	–
КЛ-ВЛОК-635-2	635	2 мВт*	КЛ-ВЛОК	635	2 мВт*
КЛ-ВЛОК-635-20	635	20 мВт*	КЛ-ВЛОК-М	635	20 мВт*
КЛ-ВЛОК-808-40	808	40 мВт*	КЛ-ВЛОК-ИК	808	40 мВт*

\* На выходе световода КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» по ТУ 9444-005-72085060-2008.





## С одним лазером

*слева*

Предназначены для наружного воздействия местно контактно с зеркальной насадкой, дистантно или контактно без насадки, а также с оптическими и магнитными насадками. Изготовлены по самым современным технологиям из специального сверхпрочного пластика, не ломаются, не трескаются, не бьются – надёжнее металлических.

*Обозначение:* ТИП (ЛО – импульсные, КЛО – непрерывные) – длина волны – мощность.

Например, ЛО-904-20 – импульсная лазерная излучающая головка с длиной волны 904 нм (ИК) и максимальной мощностью не менее 20 Вт (можно регулировать в меньшую сторону).

## Матричные

*в центре*

*Обозначение:* ТИП (МЛ) – длина волны – мощность.

Чаще всего используются матричные излучающие головки с 8 импульсными лазерными диодами ИК (904 нм) или красного (635 нм) спектра. Подробная информация далее.

## Для внутривенного лазерного освещения крови (ВЛОК)

*справа*

*Обозначение:* КЛ-ВЛОК – длина волны – мощность.

Подробная информация далее.

**Все лазерные излучающие головки подключаются к аппарату через специально разработанные для лазерных терапевтических аппаратов, удобные, современные и сверхнадёжные разъёмы ЛАЗМИК®.**



# Матричные лазерные излучающие головки



Необходимы для оптимизации площади и энергетической плотности воздействия, лазерные диоды распределены по поверхности таким образом, чтобы световые поля, создаваемые ими по отдельности, объединившись, обеспечивали наилучшие пространственно-энергетические параметры методики в объёме [Москвин С.В., 2008, 2014].

Такие головки максимально универсальны и могут реализовать практически все методики лазерной терапии, кроме акупунктуры, поэтому входят в состав даже самого простого комплекта оборудования. Используются как для наружного применения, так и при воздействии на проекцию внутренних органов, находящихся на глубине до 15 см (ИК-лазеры).

Параметры	МЛ-904-80 (МЛ01К)	МЛ-904-200 (МЛ01КМ)	МЛ-635-40 (МЛ01КР)
Длина волны, нм	904	904	635
Спектр (цвет)	ИК	ИК	красный
Количество лазерных диодов, шт.	8	8	8
Импульсная мощность, Вт	80	200	40
Площадь воздействия, см <sup>2</sup>	8–50	8–50	8–50
Наличие аналогов	Условно	Нет	Нет

У современных матричных лазерных излучающих головок МЛ-904-80, МЛ-904-200 и МЛ-635-40, выполненных по технологии ЛАЗМИК®, лазерные диоды расположены непосредственно у поверхности, а не за специальным стеклом (на расстоянии), что позволяет значительно повысить эффективность воздействия при меньшем количестве лазеров. Площадь светового пятна, по которой рассчитывают плотность мощности, у таких головок на расстоянии до 0,5 см от ЛД составляет 8 см<sup>2</sup>, т. е. 8 источников света можно представлять суммой 8 лазерных головок с одним лазером и зеркальной насадкой. На расстоянии 7 см (пределном) формируется почти прямоугольная область размером 5×10 см и плотность мощности рассчитывается исходя уже из суммарной мощности всех лазерных диодов на площадь 50 см<sup>2</sup>.

Лазерная излучающая головка МЛ-635-40 (МЛ01КР) используется в основном для методики неинвазивного (наружного, чрезкожного) лазерного осветивания крови с уникальной эффективностью и при воздействии на патологические очаги, находящиеся на глубине до 5 см.

Лазерная излучающая головка ЛО-ЛЛОД содержит 4 отдельных блока, в каждом по 3 непрерывных красных и 2 импульсных ИК ЛД, т. е. матричный излучатель в данном случае не плоский, а объёмный. Платы располагаются напротив друг друга на колбе, в результате чего обеспечивается равномерная засветка полового члена со всех сторон.

Матричные излучающие головки, в которых используются непрерывные лазерные диоды, применяются редко.

## лазерного освещения крови (ВЛОК)



Наименование	Длина волны, нм	Мощность*, мВт
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-365-2 (для УФОК)	365–400	2
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-405-2	405	2
<b>Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-450-2 (КЛ-ВЛОК-445-2)</b>	<b>445–450</b>	<b>2</b>
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-450-20 (КЛ-ВЛОК-445-20)	445–450	20
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-530-2 (КЛ-ВЛОК-525-2)	520–530	2
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-530-20 (КЛ-ВЛОК-525-20)	520–530	20
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-635-2	635	2
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-635-20	635	20
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-808-40	808	40

\* На выходе световода КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» по ТУ 9444-005-72085060-2008.

- **Для лазерного освещения крови только лазеры!** (Долой дешёвые, но неэффективные светодиоды и морально устаревшие лампы!)
- **Энергия лазерного света лучше вводится в световод** (больше мощность, выше эффект!)
- **Удобный корпус** (позволяет легко вставлять и вынимать световод)
- **Специальный радиатор лазера** (не касается руки пациента и не вызывает у него негативных ощущений)
- **Оптимальные размеры** позволяют использовать более короткие световоды (до 20 см) с сохранением поляризации света
- **Специальный надёжный и долговечный ремень крепления** (можно подвергать дезинфекции и стерилизации)
- **Ремень и разъёмы соответствуют цвету (длине волны) лазерного источника** (чтобы избежать ошибки в выборе головки при проведении процедуры)



# Головки для наружного лазерного освечивания крови (НЛОК)



Нашими исследованиями (1997–2014 годы) доказано, что лучшим вариантом наружного лазерного освечивания крови (НЛОК) является применение матричной излучающей головки МЛО1НР (МЛ-635-40) на проекции крупных сосудов, близлежащих к очагу поражения, в которой используются импульсные лазеры красного спектра (635 нм) [Москвин С.В., 2014; Москвин С.В. и др., 2007].

Однако некоторые специалисты предпочитают освечивать проекцию именно кубитальной вены, т. е. той области, через которую чаще всего проводят ВЛОК. В этом случае необходимо иметь специальную излучающую головку со значительно большей мощностью, поскольку при таком способе энергия лазерного света ослабевает в десятки раз.



## КЛО-635-50 (НЛОК)

### Основные особенности

- Длина волны лазера – 635 нм (красный спектр).
- Средняя мощность – 50 мВт.
- Крепление специальным ремешком на руке или колене над проекцией сосудов.
- Специальное устройство оптимизации и стабилизации плотности мощности.

## Лазерно-светодиодная матричная излучающая головка МЛС-1 (Эффект)

Чаще всего используется для системного воздействия на организм, методики наружного лазерного освечивания крови или цветотерапии.

### Основные особенности

- Наличие нескольких источников света с разной длиной волны (цвета).
- Общая площадь светового пятна на расстоянии от 1 см – до 40 см<sup>2</sup>.
- Возможность модуляции излучения СИД любой частотой, установленной на базовом блоке.
- Возможность включения СИД или лазеров при отключении всех остальных источников света.
- Использование импульсных лазеров инфракрасного (ИК) и красного спектра.





### Параметры источников света излучающей головки МЛС-1 (Эффект)

Цвет	Длина волны, нм	Тип	Кол-во, шт.	Режим излучения	Суммарная мощность излучения
Синий	470	СИД	12	непр./мод.	20 мВт*
Зелёный	530	СИД	3	непр./мод.	10 мВт*
ИК	850–960	СИД	4	непр./мод.	60 мВт*
Красный	635	Лазер	3	импульсный	15 Вт**
ИК	904	Лазер	1	импульсный	10 Вт**

\* Для непрерывного режима излучения, в режиме модуляции средняя мощность излучения уменьшается в два раза.

\*\* Импульсная мощность.

Наименование	Длина волны, нм	Разъём (цвет)
Матричная лазерная излучающая головка МЛ01К (МЛ-904-80)	904	
Матричная лазерная излучающая головка МЛ01КМ (МЛ-904-200)	904	
Лазерная излучающая головка ЛО-890-10 (ЛО-904-10)	904	
Лазерная излучающая головка ЛО-890-15 (ЛО-904-15)	904	
Лазерная излучающая головка ЛО-890-20 (ЛО-904-20)	904	
Лазерная излучающая головка ЛО-890-25 (ЛО-904-25)	904	
Лазерная излучающая головка ЛО-890-100 (ЛО-904-100)	904	
Лазерная излучающая головка КЛО-780-90	780–785	
Лазерная излучающая головка КЛО-808-200	808	
Лазерная излучающая головка КЛО7	1300	
Лазерная излучающая головка КЛО-405-50	405	
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-405-2	405	
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-365-2 (для УФОК)	365–405	
Матричная лазерная излучающая головка МЛ01КР (МЛ-635-40)	635	
Лазерная излучающая головка ЛОК2 (ЛО-635-5)	635	
Лазерная излучающая головка КЛО-635-5	635	
Лазерная излучающая головка КЛО-635-15	635	
Лазерная излучающая головка КЛО-635-40	635	
Лазерная излучающая головка КЛО-635-50 (НЛОК)	650	
Лазерная излучающая головка КЛО-650-50	650	
Лазерная излучающая головка КЛО-650-200	650	
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-635-2	635	
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-635-20	635	
Лазерная излучающая головка КЛО-450-50 (КЛО-445-50)	445–450	
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-450-2 (КЛ-ВЛОК-445-2)	445–450	
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-450-20 (КЛ-ВЛОК-445-20)	445–450	
Лазерная излучающая головка КЛО-530-50 (КЛО-525-50)	520–525	
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-530-2 (КЛ-ВЛОК-525-2)	520–525	
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-530-20 (КЛ-ВЛОК-525-20)	520–525	

# Стойка аппаратная универсальная ЛАЗМИК-СФ



Развитие методологии лазерной физиотерапии настоятельно требует наличия на одном рабочем месте нескольких аппаратов для проведения сочетанных и комбинированных процедур. Методики лазерно-вакуумного массажа, КВЧ-лазерной терапии, вибромагнитолазерного массажа, локального лазерного отрицательного давления (ЛЛОД), лазерной биоревитализации и др. в последние годы активно развиваются, находят все более широкое применение. Для их успешной реализации требуется наличие «под рукой» различных аппаратов, насадок, гелей и пр. Это позволяет новая специализированная аппаратная стойка, которая предназначена для физиотерапевтических кабинетов медицинских учреждений и косметологических центров (салонов). Зарегистрирована в Росздравнадзоре и сертифицирована для медицинского применения (**РУ № ФСР 2011/11183**).

Специальные держатели предназначены для излучающих головок и насадок аппаратов лазерной и физиотерапии «Матрикс», «Лазмин», «Агиур», «Матрикс-ВЛОК», «Матрикс-Уролог», «Матрикс-ВМ» и др.

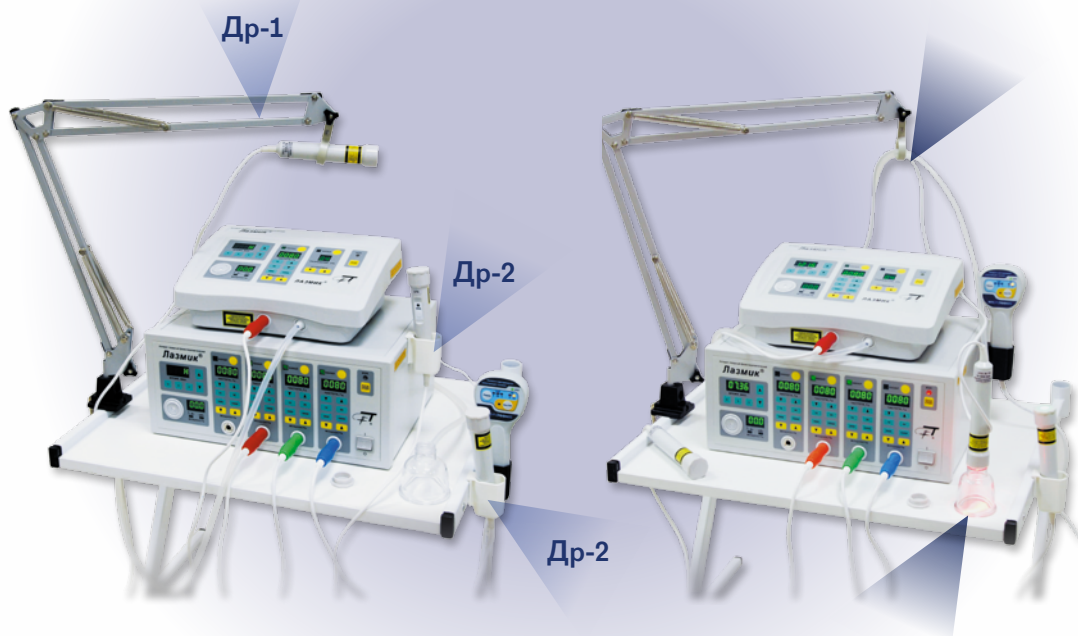
## Особенности аппаратной стойки ЛАЗМИК-СФ

- Позволяет располагать в одном месте несколько различных аппаратов (лазер, вакуум, БИО и др.) и комбинировать (сочетать) различные виды физиотерапевтического воздействия.
- Удобно и эргономично.
- Методическая литература и документация всегда под рукой.
- Несколько полок для насадок, аксессуаров и для хранения расходных материалов.
- Специальные держатели на 5 лазерных излучающих головок.
- Колесные опоры позволяют легко перемещать стойку по медицинскому центру.



НОВИНКА!

Держатель предназначен для крепления излучающих головок у места освещивания или для их хранения (фиксации) между процедурами, поставляется в двух вариантах исполнения: Др-1 и Др-2.



Держатель Др-1 предназначен для установки излучающей головки на место предполагаемого воздействия, для чего её фиксируют в специальном кольце (фото слева вверху), а также для вертикальной фиксации шнура питания излучающей головки и трубки подачи вакуума (фото справа стрелкой показано вверху) при проведении процедур лазерно-вакуумного массажа (фото справа стрелкой показано внизу). Поддержка на весу позволяет избежать неприятного ощущения у пациентов от скольжения шнура и трубки по телу, повышает надёжность работы лазерно-вакуумного аппарата.

Держатель Др-2 крепится магнитным фиксатором к металлической поверхности 4-канального варианта аппаратов «Матрикс» и «Лазмик», а также «Матрикс-Уролог», или к боковой поверхности стойки, предназначен для фиксации (хранения) излучающих головок между процедурами, для чего их размещают в полости держателя.

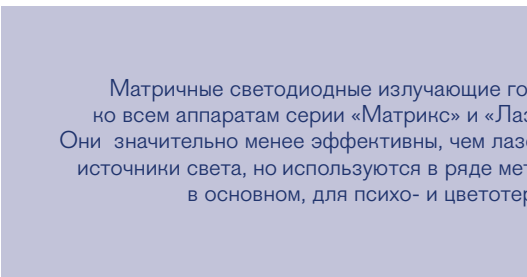
Не следует направлять с помощью держателя Др-1 лазерную излучающую головку в глаза и на бликующие поверхности окружающих предметов. При фиксации (хранении) в держателе Др-2 необходимо всегда закрывать излучающие головки соответствующей защитной крышкой.

# Специальные излучающие головки

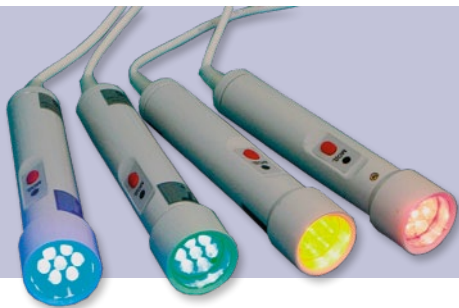


ИК (длина волны – 904 нм) импульсная лазерная излучающая головка повышенной мощности (до 300 Вт) МЛ01КМ используется для лечения больных такими заболеваниями, как подагра, псориаз, аденома предстательной железы и др. (специальные методики).

**НОВИНКА!**



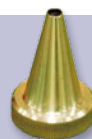
Матричные светодиодные излучающие головки ко всем аппаратам серии «Матринкс» и «Лазмик». Они значительно менее эффективны, чем лазерные источники света, но используются в ряде методик, в основном, для психо- и цветотерапии.



Излучающие головки КВЧ-диапазона могут подключаться ко всем аппаратам серии «Матринкс». Сочетание и комбинирование различных лечебных физических факторов позволяет повысить эффективность лечения.



Для проведения КВЧ-акупунктуры используют специальную акупунктурную насадку (концентратор).





## Преимущества индивидуальных колб для методики локального лазерного отрицательного давления (ЛЛОД) или лазерно-вакуумного массажа

1. При использовании индивидуальных колб обеспечивается полная безопасность пациента.
2. Пациенты намного охотнее идут на процедуру, если заранее проинформированы о такой возможности.
3. Использование индивидуальных колб – дополнительный доход для медицинского центра.



Количество, шт.	1–2	3–9	10–19	20–29	30–49	50
Цена за 1 шт., руб.	1900	1500	1200	900	750	600

## Новые насадки для лазерно-вакуумного массажа (КБ-5)

Дополнительно поставляются насадки для работы по лицу – ФВМ-25 и ФВМ-15, диаметр 25 и 15 мм соответственно.

Многие клиенты предпочитают, чтобы им проводили процедуры индивидуальными насадками (банками), в связи с этим возможны варианты приобретения насадок со скидкой.



Количество, шт.	1	2	3–19	20–49	50
Цена за 1 шт., руб.	4000	2600	2000	1500	1200

## Световоды КИВЛ-01 для внутривенного лазерного освечения крови (ВЛОК)

**Отличительные особенности** стерильных световодов КИВЛ-01 производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» по ТУ 9444-005-72085060-2008:

- сверхострые инъекционные иглы обеспечивают безболезненность и максимальный комфорт пациенту;
- световод диаметром 500 мкм обеспечивает стабильные параметры воздействия с сохранением исходной поляризации излучения и максимальный лечебный эффект;
- высокий коэффициент ввода лазерного света в волоно обеспечивает высокую и стабильную мощность на выходе световода;
- не повреждает лазерный диод в излучающей головке.



**ВНИМАНИЕ!** С аппаратами серии «Матрикс» и «Лазмик» допускается использование световодов КИВЛ-01 только по ТУ 9444-005-72085060-2008! Другие световоды не позволяют получить стабильную мощность излучения и положительные результаты лечения, являются причиной выхода из строя излучающих головок.

## Система фильтрации одноразовая Ф-1 к аппаратам для вакуумной терапии «Матрикс-ВМ» или лазерно-вакуумной терапии «Лазмик-03»

Фильтр предназначен для защиты аппарата от попадания внутрь насоса посторонних веществ (масло, крем, слюна и пр.). В зависимости от интенсивности и условий эксплуатации сохраняет свою работоспособность от 7 до 30 дней, в связи с чем рекомендуется проводить замену фильтра еженедельно. Несвоевременная замена фильтра может привести к выходу аппарата из строя и необходимости проведения дорогостоящего ремонта.



# Аппарат лазерный физиотерапевтический ЛАЗМИК®



Единственный медицинский аппарат, который имеет 8 длин волн для лазерной косметологии и медицины – 405, 445, 525, 635, 785, 808, 904, 1300 нм.

Лазерная излучающая головка КЛО-780-90 (780–785 нм, 90 мВт) и насадка косметологическая ЛАЗМИК® предназначены для проведения лазерофореза (биоревитализации по технологии ЛАЗМИК®).

В комплект насадок (банок) для вакуумного и лазерно-вакуумного массажа КБ-5 теперь входят специальные насадки для лица ФВМ-25 и ФВМ-15 диаметром 25 и 15 мм. При изготовлении насадок используется специальный ударопрочный материал на основе поликарбоната. Насадки не бьются и не царапаются, легко моются и стерилизуются. Оптимальные геометрические размеры позволяют получить максимальный эффект от методики.



Специальные аппаратные гели с гиалуроновой кислотой ЛАЗМИК®.

**Новая формула – новое качество!**

**Цена на расходные материалы теперь ниже,  
для постоянных клиентов – скидки.**

## Оптические и магнитные насадки

Позволяют доставлять лазерное излучение к патологическому очагу с минимальными потерями, с нужной формой и площадью поля, проводить магнитолазерную терапию.



## Прозрачная насадка для матричных лазерных излучающих головок ПМН



## Блок внешней модуляции «Матрикс-БИО»

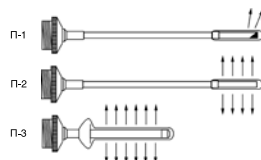
Работает со всеми аппаратами, позволяет повысить эффективность лазерной терапии, благодаря синхронизации воздействия с биоритмами пациента.

## Очки защитные ЗН-22 «Матрикс»

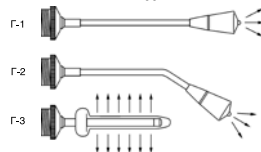
Используются для защиты медперсонала от отражённого излучения во время проведения процедуры, имеют современный дизайн, лёгкие и удобные.

Очки защитные открытые «Матрикс» предназначены для защиты глаз пациента.

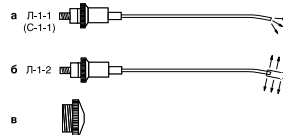
### Проктологические насадки



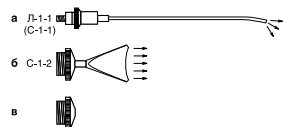
### Гинекологические насадки



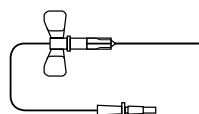
### Комплект насадок для оториноларингологии Л-1: а – Л-1-1; б – Л-1-2; в – переходное устройство



### Комплект насадок для стоматологии С-1: а – С-1-1; б – С-1-2; в – переходное устройство



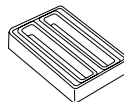
### Одноразовый световод с иглой для ВЛОК



### Магнитная насадка ЗМ-50 для головок типа ЛО или КЛО



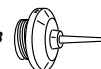
### Магнитная насадка ММ-50



### Насадка зеркальная (ЗН-35, ЗН-50)



### Акупунктурная насадка А-3

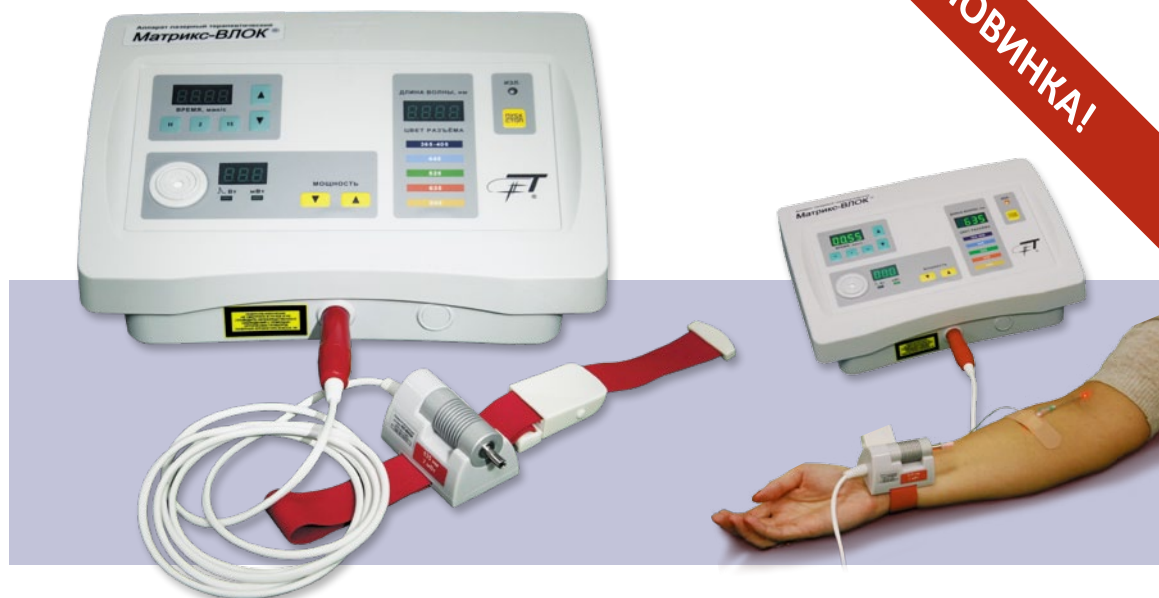


# Аппарат лазерный терапевтический «Матрикс-ВЛОК»



Регистрационное удостоверение № ФСР 2010/09813 от 31.12.2010

**НОВИНКА!**



Цифровая индикация длины волны лазерного излучения.

Разъём по стандарту TRS 6.35 mm stereo (ЛАЗМИК®), цвет разъёмов и ремешков крепления для головок типа КЛ-ВЛОК соответствует длине волны лазерного излучения. Это позволяет избежать ошибок при проведении процедур и использовать все типы лазерных излучающих головок для ВЛОК.

Допускается работа с импульсными лазерными излучающими головками. Теперь возможно не только проведение процедур внутривенного лазерного освечения крови (ВЛОК) при использовании специализированных одноразовых стерильных световодов с иглой КИВЛ-01 по ТУ 9444-005-72085060-2008, но и других методов лазерной терапии: наружное освечение, неинвазивное (чрескожное) лазерное освечение крови (НЛОК), акупунктура, на проекцию внутренних органов, паравертебрально, внутриполостное освечение и пр.

Наименование	Длина волны, нм	Спектральный диапазон	Мощность излучения на выходе световода КИВЛ-01 по ТУ 9444-005-72085060-2008, мВт
КЛ-ВЛОК-365-2 (для УФОК)	365	УФ	2 мВт
КЛ-ВЛОК-405-2	405	УФ	2 мВт
КЛ-ВЛОК-445-2	445-450	синий	2 мВт
КЛ-ВЛОК-450-20	445-450	синий	20 мВт
КЛ-ВЛОК-525-2	520-525	зелёный	2 мВт
КЛ-ВЛОК-525-20	520-525	зелёный	20 мВт
КЛ-ВЛОК-635-2	635	красный	2 мВт
КЛ-ВЛОК-635-20	635	красный	20 мВт
КЛ-ВЛОК-808-40	808	ИК	40 мВт



Аппарат «Матрикс-Уролог» выполнен по блочному принципу [Москвин С.В., 1993–2003], в соответствии с которым комплекс, чаще всего располагающийся в стойке Лазмик-СФ, состоит из трёх частей: базовый блок, излучающие головки и насадки (магнитные и оптические).

Наименование оборудования, рекомендуемого в комплект	Кол-во, шт.
АЛТ «Матрикс-Уролог» (3-канальный специализированный базовый блок)	1
Вибромагнитолазерная головка ВМЛГ10 используется при лечении больных простатитами	1
Лазерная излучающая головка ЛО-904-20 (импульсная ИК, 890-904 нм, 15-20 Вт)	2
Лазерная излучающая головка КЛО-635-15 (непрерывная красная, 635 нм, 15 мВт)	1
Лазерная излучающая головка МЛ-904-80 (импульсная ИК, 890-904 нм, матричная)	1
Насадки (комплект): П-1, П-2, П-3, ЗН-35 (2 шт.), ММ-50, ЗМ-50	1
Книга: Иванченко Л.П. и др. Лазерная терапия в урологии. – М., 2009. – 132 с.	1
Аппарат для вакуумного массажа «Матрикс-ВМ»	1
Лазерная излучающая головка ЛО-ЛЛОД для лечения больных эректильной дисфункцией и простатитом (матричная, 12 непр. лазеров 635 нм, мощность ≥60 мВт и 10 лазеров ИК, импульсных, ≥70 Вт). Выполнена по новой технологии, работает до частоты 10 000 Гц, разъёмы TRS 6.35 mm stereo.	1
Колба для методики локального лазерного отрицательного давления Б-ЛЛОД (3)	2

## Излучающие головки и насадки комплекса «Матрикс-Уролог»

Кроме основных, рекомендуемых к аппарату лазерной терапии «Матрикс-Уролог», возможно расширение комплекта другими излучающими головками и насадками, позволяющими проводить более эффективное лечение.

### Вибромагнитолазерная головка ВМЛГ10

Уникальная вибромагнитолазерная головка используется для лечения больных простатитами, представляет собой ректальную насадку, в рабочей части которой находится кольцевой магнит с индукцией 25 мТл и рассеиватель лазерного излучения (длина волны 635 нм, мощность 10 мВт).



### Комплекс «Матрикс-ЛЛОД»

В состав комплекса «Матрикс-Уролог» можно включить комплект для лечения больных эректильной дисфункцией методом локального лазерного отрицательного давления. Комплект «Матрикс-ЛЛОД» содержит:

- аппарат для вакуумного массажа «Матрикс-ВМ» или «Лазмик-03»;
- лазерную излучающую головку ЛО-ЛЛОД;
- специальные колбы Б-ЛЛОД (2 шт.).

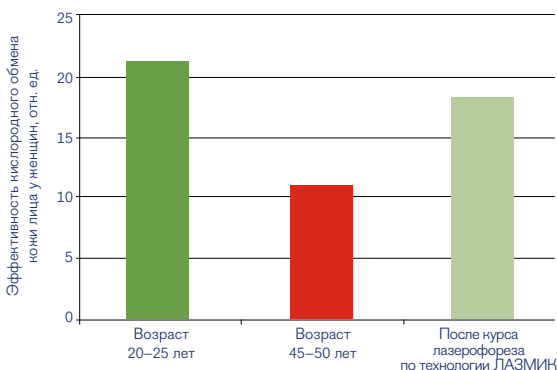
**ВНИМАНИЕ!** В лазерной головке ЛО-ЛЛОД применяются именно лазеры красного и ИК спектров, тогда как у всех «аналогов» малоэффективные дешёвые светодиоды. Кроме того, лазерное воздействие НИЛИ красного и инфракрасного спектров чередуется в соответствии с биологическими ритмами, обеспечивая наиболее адекватный отклик регулирующих систем, в первую очередь, сосудистой и иммунной.

# Комплекс «Лазмик-Косметолог»



Единственный медицинский аппарат, который имеет 8 длин волн для лазерной косметологии и медицины – 405, 445, 525, 635, 785, 808, 904, 1300 нм и наиболее полный набор специальных насадок.

Минимальная цена на базовый комплект позволяет значительно расширить круг потенциальных клиентов!



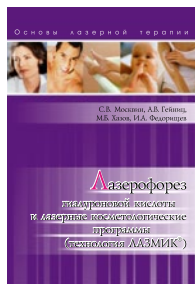
**Эффекты лазерной биоревитализации по технологии ЛАЗМИК® научно обоснованы!**

Результатами проведенных исследований доказано, что эффективность кислородного обмена клеток кожи, резко снижающаяся с возрастом, восстанавливается до уровня, характерного для возраста на 20–25 лет меньше. Также снижается содержание липофусцина и улучшается структура коллагена и эластина.

**Лазерные излучающие головки КЛО-780-90** (длина волны 780–785 нм) и КЛО-405-50 (длина волны 405 нм) с косметологической насадкой для методики лазерной биоревитализации и гиалуронопластики.

Гель с гиалуроновой кислотой ЛАЗМИК®.

Очки для защиты глаз от лазерного излучения при проведении процедуры на лице.



Уникальное учебно-методическое обеспечение, проведение мастер-классов, специализации по лазерной медицине, выездные циклы, индивидуальное обучение, литература, учебные фильмы и др.

# Лазерная программа похудения без диеты и фитнеса Lasmik-Slim

Уникальная программа коррекции фигуры и снижения веса Lasmik-Slim позволяет не только улучшить фигуру и свойства кожи, но и реально снизить вес, более того, стабилизировать его в течение длительного времени без диет и дополнительных физических нагрузок. В её основе лежат физиотерапевтические процедуры, воздействие проводится исключительно низкоинтенсивными (низкоэнергетическими, «холодными») лазерами, в результате чего не происходит нагрева тканей, жир не «растопляется» и не «сжигается», создаются лишь условия для его высвобождения из адипоцитов с дальнейшей утилизацией.

Воздействие низкоинтенсивным («холодным») лазером проводится с целью стимулирования высвобождения жиров из адипоцитов (уменьшения жировых отложений) с одновременной активацией системы циркуляции и метаболизма жирных кислот, коррекции энергетического регулирования в пределах физиологической нормы.

Программа Lasmik-Slim направлена не только на формирование стройной фигуры, но и решение проблемы лишнего веса в целом. Как следствие проводимых физиотерапевтических процедур и выполнения пациентом некоторых несложных рекомендаций происходит смещение всего комплекса регулирования энергетического баланса и процессов обмена веществ, перевод в такое состояние, при котором в течение значительного времени (до 6–12 мес.) не допускается самопроизвольного избыточного накопления жировых отложений.

## Лазерный физиотерапевтический комплекс для программы коррекции фигуры и похудения Lasmik-Slim:



1. Аппарат лазерный терапевтический «Матрикс-4н» – 1 шт.
2. Аппарат лазерный физиотерапевтический «Лазмик-03» – 1 шт.
3. Специальные лазерные излучающие головки – 6 шт.  
 Лазерная излучающая головка **КЛО-635-5** – 1 шт.  
 Лазерная матричная излучающая головка **МЛ-635-40** – 1 шт.  
 Лазерная излучающая головка **КЛО-650-50-1** – 2 шт.  
 Лазерная излучающая головка **КЛО-650-50-4** – 2 шт.
4. Косметологические насадки – 15 шт.
5. Фиксаторы излучающих головок на теле пациента – 1 комплект
6. Стойка с держателями лазерных излучающих головок **ЛАЗМИК-СФ** – 1 шт.
7. Методические рекомендации и индивидуальное обучение.

# Литература по лазерной медицине



**Лазерная терапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации (Официальный документ).** – М., 2015. – 80 с.

**Лазерная терапия больных остеоартрозом:** Учебно-методическое пособие. – М. 2015. – 32 с.

**Лазерно-вакуумный массаж в реабилитационной и спортивной медицине:** Учебно-методическое пособие. – М., 2012. – 28 с.

**Лазерофорез в реабилитационной и спортивной медицине:** Учебно-методическое пособие. – М., 2012. – 22 с.

*Утц С.Р., Шнайдер Д.А., Москвин С.В. и др.* **Сборник нормативно-правовых документов по лазерной медицине,** 2014. – 212 с.

*Байбеков И.М. и др.* **Эритроциты в норме, патологии и при лазерных воздействиях.** – М., 2008. – 256 с.

*Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А.* **Лазерная терапия в педиатрии.** – М., 2009. – 480 с.

*Федорова Т.А., Москвин С.В., Аполухина И.А.* **Лазерная терапия в ангушерстве и гинекологии.** – М., 2009. – 350 с.

*Гейниц А.В., Москвин С.В.* **Лазерная терапия в косметологии и дерматологии.** – М., 2010. – 400 с.

*Бабушкина Г.В., Москвин С.В.* **Лазерная терапия в комплексном лечении больных артериальной гипертензией.** – М., 2013. – 104 с.

*Рязанова Е.А., Москвин С.В.* **Лазерная терапия алопеции.** – М., 2010. – 72 с.

*Москвин С.В., Амирханян А.Н.* **Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии.** – М.–Тверь: Триада, 2011. – 208 с.

*Наседкин А.Н., Москвин С.В.* **Лазерная терапия в оториноларингологии.** – М., 2011. – 208 с.

*Гейниц А.В., Москвин С.В., Ачилов А.А.* **Внутривенное лазерное облучение крови.** – М., 2012. – 336 с.

*Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н.* **Лазерная терапия в неврологии.** – М., 2012. – 360 с.

*Москвин С.В. и др.* **Лазерофорез, лазерная биоревитализация, липолитическая и антицеллюлитная программы ЛАЗМИК®.** – 2012. – 120 с.

**Сборник статей по лазерной физиотерапии в косметологии.** – М., 2012. – 40 с.

*Москвин С.В., Пономаренко Г.Н.* **Лазерная терапия аппаратами серии «Матрикс» и «Лазмик».** – М.–Тверь: Триада, 2015. – 208 с.

*Москвин С.В. и др.* **Лазерно-вакуумный массаж ЛАЗМИК® в медицине и косметологии.** – М., 2014. – 150 с.

*Москвин С.В.* **Основы лазерной терапии.** Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. – М., 2016. – 896 с.

*Москвин С.В.* **Эффективность лазерной терапии.** Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. – М., 2014. – 896 с.

*Москвин С.В., Хадарцев А.А.* **КВЧ-лазерная терапия.** – М.–Тверь: Триада, 2016. – 168 с.

*Москвин С.В., Кочетков А.В.* **Эффективные методики лазерной терапии.** – М., 2014. – 80 с.

*Зиганшин О.Р. и др.* **Внутривенное лазерное освечение крови в комплексной терапии генитальной герпесвирусной инфекции.** – М., 2016. – 60 с.

*Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Москвин С.В.* **Фитолазерофорез.** – М., 2016. – 80 с.

*Moskvin S.V., Khadartsev A.A.* **Basic Techniques of Low Level Laser Therapy.** – М.–Tver: Triada, 2017. – 144 p.

*Moskvin S.V., Kochetkov A.V.* **Effective Techniques of Low Level Laser Therapy.** – М.–Tver: Triada, 2017. – 88 p.

*Москвин С.В., Киселёв С.Б.* **Лазерная терапия при суставно-мышечных болях.** – М., 2017. – 264 с.

*Москвин С.В., Мазуркевич Е.А., Кочетков А.В.* **Лазерная терапия в спортивной медицине.** – М., 2017. – 300 с.

**Организация обучения медицинских работников с высшим и средним образованием, краткосрочное повышение квалификации по программе «Лазерная медицина» (Приказ МЗ РФ № 162 от 19.05.1992 г.), 72 и 144 часа – 10 000 руб.\***





# ООО Научно-исследовательский центр «Матрикс»

Разрабатываем и производим лазерную физиотерапевтическую аппаратуру, проводим научные исследования, делаем всё для реализации максимально эффективных методик. Десятки патентов, научных статей, методических рекомендаций, книг, диссертаций и др. подтверждают лидерство нашего центра в данной области медицины и косметологии.

Аппараты лазерной терапии серии «Матрикс» и ЛАЗМИК® наиболее универсальны, лазерный физиотерапевтический комплекс «Матрикс-Уролог» не имеет аналогов и успешно применяется специалистами для лечения простатита, эректильной дисфункции и др. «Матрикс-Косметолог» и ЛАЗМИК® уже много лет успешно применяют в своей практике косметологи и дерматологи, это единственные аппараты для лазерной биоревитализации, которые зарегистрированы в России как медицинские. Аппарат «Лазмик-ВЛОК» позволяет проводить внутривенное лазерное осветчивание крови красным и ультрафиолетовым спектром (методика ВЛОК-635+ЛУФОК®). Только нашим центром производится лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-365 для ЛУФОК®. Многолетние клинические исследования, проведённые совместно с ведущими медицинскими центрами, доказали беспрецедентно высокую эффективность методики. Эти и другие разработки центра обеспечивают успешную работу профессионалов. Мы не останавливаемся на достигнутом, сотрудничающие с нами врачи могут участвовать в работе конференций и семинаров, постоянно получать консультации по наиболее эффективным новейшим методикам лечения и книги из новой серии «Эффективная лазерная терапия».

Научный руководитель – **Москвин Сергей Владимирович**, доктор биологических наук, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Государственного научного центра лазерной медицины ФМБА России, профессор кафедры реабилитационной и спортивной медицины Института повышения квалификации ФМБА России, профессор Самарского медицинского университета «РЕАВИЗ». Автор более 30 патентов на изобретение и 520 научных работ, в том числе 50 монографий, в основном посвящённых изучению механизмов биомодулирующего действия низкоинтенсивного лазерного излучения и лазерной терапии (в соавторстве с ведущими специалистами в различных областях медицины). Электронная почта для консультаций по вопросам применения лазерной терапии: 7652612@mail.ru.

**Адрес почтовый:** 125367, Москва, а/я 33

**Тел./факс:** +7 (499) 250-5150; 250-5269; 251-7838; 250-5544; 401-9127; 401-9128

**E-mail:** 2505150@mail.ru; 2505269@mail.ru; 2517838@mail.ru; 2505544@mail.ru; 4994019127@mail.ru; 4994019128@mail.ru; 2518947@mail.ru

**Сайты:** [www.matrixmed.ru](http://www.matrixmed.ru); [www.matrix-vlok.ru](http://www.matrix-vlok.ru); [www.matrix-mustang.ru](http://www.matrix-mustang.ru); [www.matrix-kosmetolog.ru](http://www.matrix-kosmetolog.ru); [www.matrix-uro.ru](http://www.matrix-uro.ru); [www.lasmik.ru](http://www.lasmik.ru); [www.lazmik.ru](http://www.lazmik.ru); [www.lltlaser.ru](http://www.lltlaser.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.lltllaser.ru

