

Л а з е р н а я Т е р а п и я в андрологии

Часть 1

Мужское бесплодие

С.В. Москвин, К.А. Силуянов

С.В. Москвин, К.А. Силуянов

Лазерная терапия в андрологии

**Часть 1
Мужское бесплодие**

Москва–Тверь

2018

УДК 615.849.19:612.663.53

ББК 53.54

М82

Москвин С.В., Силуянов К.А.

М82 Лазерная терапия в андрологии. Часть 1. Мужское бесплодие. – М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2018. – 248 с.

ISBN 978-5-94789-825-5

В монографии представлен обзор литературы по применению лазерной терапии в андрологии, при лечении мужчин с бесплодием, а также собственный клинический опыт.

Рассмотренный механизм терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения как термодинамический запуск Ca^{2+} -зависимых процессов физиологических вторичных реакций на тканевом и организменном уровне позволил систематизировать многочисленные экспериментальные и клинические исследования с точки зрения оптимизации методик лазерной терапии инфертильных мужчин.

Предложены различные лечебные схемы с применением наиболее совершенных и современных лазерных терапевтических аппаратов «Матрикс», «Лазмик», «Матрикс-Уролог», предусматривающие реализацию комбинированных и сочетанных методик, которые разделены на основные, дополнительные и сопутствующие, предназначенные для компенсации последствий заболеваний, ставших причиной бесплодия.

Только комплексный подход к лечению, основанный на детальном анализе этиопатогенеза, подбор индивидуальных схем на базе предлагаемых принципов их формирования позволит получить максимальный результат.

Книга рассчитана на андрологов, урологов, физиотерапевтов, специалистов в области лазерной медицины и реабилитации, слушателей специализированных курсов по лазерной медицине.

Об авторах

Москвин Сергей Владимирович – доктор биологических наук, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России», г. Москва, автор более 550 научных публикаций, в том числе более 50 монографий, и 35 авторских свидетельств и патентов; эл. почта: 7652612@mail.ru, сайт: www.lazmik.ru

Силуянов Кирилл Андреевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры урологии и андрологии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, г. Москва, автор более 20 научных публикаций; эл. почта: kasiluyanov@gmail.com.

ББК 53.54

ISBN 978-5-94789-825-5

© С.В. Москвин, К.А. Силуянов, 2018

© Оформление ООО «Издательство «Триада», 2018

ВВЕДЕНИЕ

Среди основных причин потерь потенциальных рождений в России из-за проблем, связанных со здоровьем, специалисты выделяют мужское бесплодие. По разным источникам, в настоящее время в мире насчитывается от 60 до 80 миллионов бесплодных пар, в 40% случаев имеющих проблемы по вине мужчины, в 40% – по вине женщины, и бесплодие обоих партнеров является причиной в оставшихся 20% случаев [Meniru G.I., 2004]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), бесплодие зачастую воспринимается как преимущественно женское заболевание, даже несмотря на то что мужская инфертильность распространена в той же мере, а половина бесплодных пар не могут родить ребёнка именно по состоянию здоровья мужчины [Щеплев П.А., Аполихин О.И., 2010].

Лечение мужчин и женщин с бесплодием должно рассматриваться как резерв рождения желанных детей, перспективного увеличения репродуктивного потенциала населения. Известно, что если частота бесплодных браков достигает или превышает 15% (критический уровень), то проблема бесплодия в этом случае приобретает государственное значение. По данным исследователей, частота бесплодных браков в России уже достигает 17% и имеет тенденцию к росту [Кулаков В.И., 2008].

Хотя такие показатели примерно соответствуют уровню развитых европейских стран [Землянова Е.В., 2016], нас не может удовлетворить данная ситуация, тем более что в арсенале российских врачей пока ещё есть физиотерапевтические методы лечения, включая лазерную терапию, а также не имеющая аналогов в мире сеть курортов. Мы глубоко убеждены в том, что большую часть проблем, связанных с мужским бесплодием, можно успешно разрешить, используя достижения российских учёных и многолетние практические наработки наших клиницистов.

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 с фильтром вместо солнечного света, контролируя мощность светового потока, площадь, время воздействия и выделяя нужный спектр. В начале 60-х годов прошлого века появились лазеры, источники монохроматического света (т. е. с одной длиной волны), позволившие исключить светофильтры и лучше контролировать энергетические параметры. Эти качества лазеров 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, приводящую к восстановлению нарушенного гомеостаза и выздоровлению пациента. После поглощения лазерного света в клетках первыми активизируются Ca^{2+} -зависимые процессы, запуская многочисленные вторичные реакции на тканевом и организменном уровне [Москвин С.В., 2008, 2014, 2016]. Эти механизмы подробно рассматриваются в соответствующих главах книги как обоснование потенциальных возможностей лазерной терапии,

которая 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⁽¹⁾], стоматология [Амирханян А.Н., Москвин С.В., 2008; Москвин С.В., Амирханян А.Н., 2011] и др. [Москвин С.В., Пономаренко Г.Н., 2015].

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].

Известно несколько наиболее распространённых способов лазерного освещения: наружно, в проекцию внутренних и иммунокомпетентных органов, на крупные кровеносные сосуды, внутривенно, паравертебрально, на точки акупунктуры и триггерные пункты [Москвин С.В., 2016]. Показано, что только их комплексное и грамотное использование позволяет эффективно лечить пациентов с самыми различными заболеваниями и патологическими состояниями.

Если экспериментальные работы по изучению влияния НИЛИ в различных моделях *in vitro* и *in vivo*, так или иначе связанных с бесплодием, в основном принадлежат зарубежным авторам, то клинические исследования выполнены почти исключительно российскими учёными. Более того, в России уже имеется весьма значительный практический опыт использования лазерной терапии для этих целей.

Методология комбинированной и сочетанной лазерной терапии не стоит на месте, активно развивается, поэтому известные методики, предлагаемые во многих клинических рекомендациях и разработанные много лет назад, зачастую не удовлетворяют современным требованиям. Появились новые лазерные физиотерапевтические аппараты, а вслед за ними новые возможности, значительно расширяющие перспективы создания более эффективных способов лечения.

Учитывая высокий процент аллергических состояний у больных хроническим простатитом (52–64%) [Гайворонский В.В., 2003; Лобжанидзе З.Б., 2004; Трунова О.В., 1995], многие клиницисты при наличии инфертильности рекомендуют в первую очередь использовать физиотерапевтическое лечение, благотворно воздействующее на все звенья патогенеза, но при этом не оказывающее никакого побочного негативного влияния [Бойченко А.Н., 2013; Гурцкой Р.А., 2006; Карпухин И.В., 1991; Карпухин И.В. и др., 2000, 2011; Ноздрачев Н.А., 2009; Сосновский И.Б., 2012].

Немедикаментозная, с включением различных физиотерапевтических методов и природных лечебных факторов коррекция инфертильности у больных хроническим простатитом до недавнего времени была представлена всё-таки единичными работами с достаточно противоречивыми выводами [Бондарев Е.Н., 2003; Есенева С.М., 2003; Лобжанидзе З.Б., 2004; Киларджиев Б.А., 2002; Крайниченко С.В., 2009; Рузаев М.Л., 2005]. Сочетанные и комбинированные методы лазерной терапия, такие как вибромагнитолазерный массаж (ВМЛМ) предстательной железы и сочетанная методика, объединяющая создание локального отрицательного давления и лазерное

освечивание (ЛОД-лазеротерапия или ЛОДЛТ), оказывающая выраженное анальгезирующее, иммуностимулирующее, антигипоксическое, противовоспалительное, нормализующее влияние на гемодинамику предстательной железы, гипофизарно-надпочечниково-тестикулярную систему и сперматогенез [Ихаев А.Б., 2013; Неймарк А.И., Неймарк Б.А. 2003; Путилин В.А., 2009; Слонимский Б.Ю., 2013; Терёшин А.Т., Сосновский И.Б., 2014; Терёшин А.Т. и др., 2007, 2009], позволили значительно повысить эффективность терапии, во многом за счёт формирования системно-структурного подхода к выбору схемы комплексного лечения [Ихаев А.Б., 2013].

Мы согласны с мнением наших коллег [Кореньков Д.Г. и др., 2000; Неймарк А.И., Неймарк Б.А., 2003], достаточно давно показавших, что различные эфферентные методы, в частности энтеросорбция и плазмаферез (ПА), в сочетании или комбинировании с лазерной терапией могут весьма успешно использоваться для лечения больных самого широкого круга заболеваний урологического профиля, в том числе и при аутоиммунном бесплодии у мужчин.

Базовая схема лечения мужчин с аутоиммунным бесплодием основана на применении кортикостероидов, цитостатиков, иммуноглобулинов и не лишена большого количества побочных реакций. Такая терапия в большинстве случаев носит симптоматический характер, длительная и малоэффективная, лишь снижающая реакцию тканей на антигены, оставляя их циркуляцию и в органах-мишенях. Сочетанная эфферентная терапия, включающая ПА и лазерное освечивание крови (ЛОК), является по-настоящему патогенетической, поскольку обеспечивает выведение из организма антиспермальных антител, иммунных комплексов и их патологических метаболитов. Внутрисосудистая фотомодификация крови приводит к выходу иммунных комплексов в кровь, а ПА применяется для удаления антиспермальных антител и иммунных комплексов из крови пациентов [Кореньков Д.Г. и др., 2000].

Последние данные говорят о том, что это направление (комбинирование ПА и ЛОК) также рассматривается специалистами как весьма перспективное и в других областях современной клинической медицины [Москвин С.В. и др., 2018].

С целью оптимизации методов лазерной терапии и изучения возможности их применения в андрологии, в частности для лечения мужчин с бесплодием, нами ранее была проанализирована специализированная литература по данной тематике, как экспериментальные исследования, так и клинические работы, предложены базовые методики сочетанной и комбинированной физиотерапии, обоснованы наиболее оптимальные режимы [Аполихин О.И., Москвин С.В., 2017, 2017⁽¹⁾; Боровец С.Ю., Москвин С.В., 2017, 2017⁽¹⁾; Москвин С.В. и др., 2017].

Эта работа и легла в основу монографии, в которой значительно подробнее изложен фактический материал, более наглядно, с использованием таблиц и графиков, доказывающий сделанные нами ранее выводы. Кроме того, обзор литературы дополнен большим количеством новых публикаций, ранее не цитируемых.

Книга предназначена для урологов-андрологов, стремящихся к достижению максимальной эффективности лечения и готовых, в том числе, оказывать помощь нуждающимся, взаимодействуя с физиотерапевтами.

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⁽¹⁾, 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; Moskvin 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⁽¹⁾]!

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/см²) оказывается в десятки раз меньше, чем для непрерывного НИЛИ (1–20 Дж/см²) 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 Ca²⁺, 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. 1). 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 1

**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 ²⁺	633	Lubart R. et al., 1997 ⁽¹⁾ ; 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 ²⁺ 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 Ca^{2+} , соответствующие графики только из одного исследования (рис. 1) [Alexandratou E. et al., 2002].

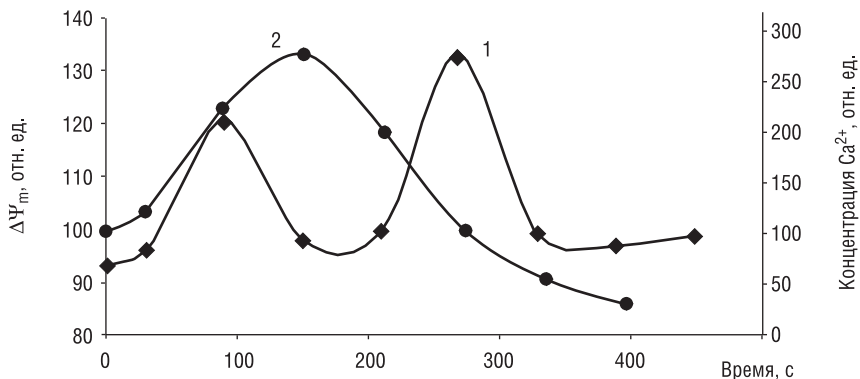


Рис. 1. Изменение концентрации Ca^{2+} (1) в цитозоле и редокс-потенциала митохондрий $\Delta\Psi_m$ (2) под действием лазерного излучения (длина волны 647 нм, 0,1 мВт/см², экспозиция 15 с) на фибробласты крайней плоти человека (Alexandratou E. et al., 2002)

Важнейшим является факт повышения концентрации 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 [Breibart 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 Ca^{2+} в клетку, активация работы митохондрий осуществляется только за счёт повышения концентрации 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 Ca^{2+} в анафазу клеточного цикла [Tombs R.M., Borisy G.G., 1989], т. е. активация клеточной пролиферации под действием НИЛИ вообще никак не связана с внеклеточным кальцием, мембранами, специфически зависимыми насосами и пр. 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 освечивания НИЛИ внутри клетки возникает термодинамическое нарушение («температурный градиент»), вследствие чего происходит активация внутриклеточного депо, высвобождение ими ионов кальция (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 биоткань 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 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 уважаемого 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⁽²⁾].

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 освещивании 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 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 [Смольянинова 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 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 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⁽¹⁾].
3. Внутриклеточная концентрация 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 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, Ca^{2+} -индуцированное изменение митохондриального мембранного потенциала и повышение внутриклеточной pH приводят к увеличению продукции АТФ и в конечном итоге стимулируют пролиферацию [Кару Т.Й., 2000; Schaffer M. et al., 1997]. Стимуляция видимым светом приводит к повышению уровня внутриклеточного цАМФ практически синхронно с изменением концентрации внутриклеточного 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 обще клеточный колебательный контур: Ca^{2+} цитозоля – кальмодулин (CaM) – система циклических нуклеотидов [Меерсон Ф.З., 1984]. Также задействуется и другой механизм через Ca^{2+} -связывающие белки: кальбиндин, кальретинин, парвальбумин и эффекторы, такие как тропонин С, CaM, синаптоагмин, белки S100 и аннексины, которые отвечают за активацию 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; Tsien R.Y., Poenie M., 1986]. Ионы кальция, высвобождаемые одним кластером специализированных каналцев, 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 расчёта 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 – 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 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 Ca^{2+} [Abdel-Naser M.B., 1999].

Противовоспалительное действие НИЛИ и его влияние на микроциркуляцию обусловлены, в частности, Ca^{2+} -зависимым высвобождением медиаторов воспаления, таких как цитокины [Uhlén P. et al., 2000], а также Ca^{2+} -зависимым выделением клетками эндотелия вазодилатора – 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 Ca^{2+} , следовательно, подвержен и влиянию НИЛИ. Кроме того, известно, что 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 пусковых 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 γ -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⁽²⁾; 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⁽²⁾].

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) системным комплексом, тесно связаны с другой, зеркально *взаимосодетствующей* (термин П.К. Анохина) структурой – тоническим моторно-вегетативным (ТМВ) системным комплексом. 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 извест-

ные 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⁽²⁾]. 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 односторонними лечебными факторами» [Москвин С.В., 2003⁽²⁾].

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. Ещё 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.,

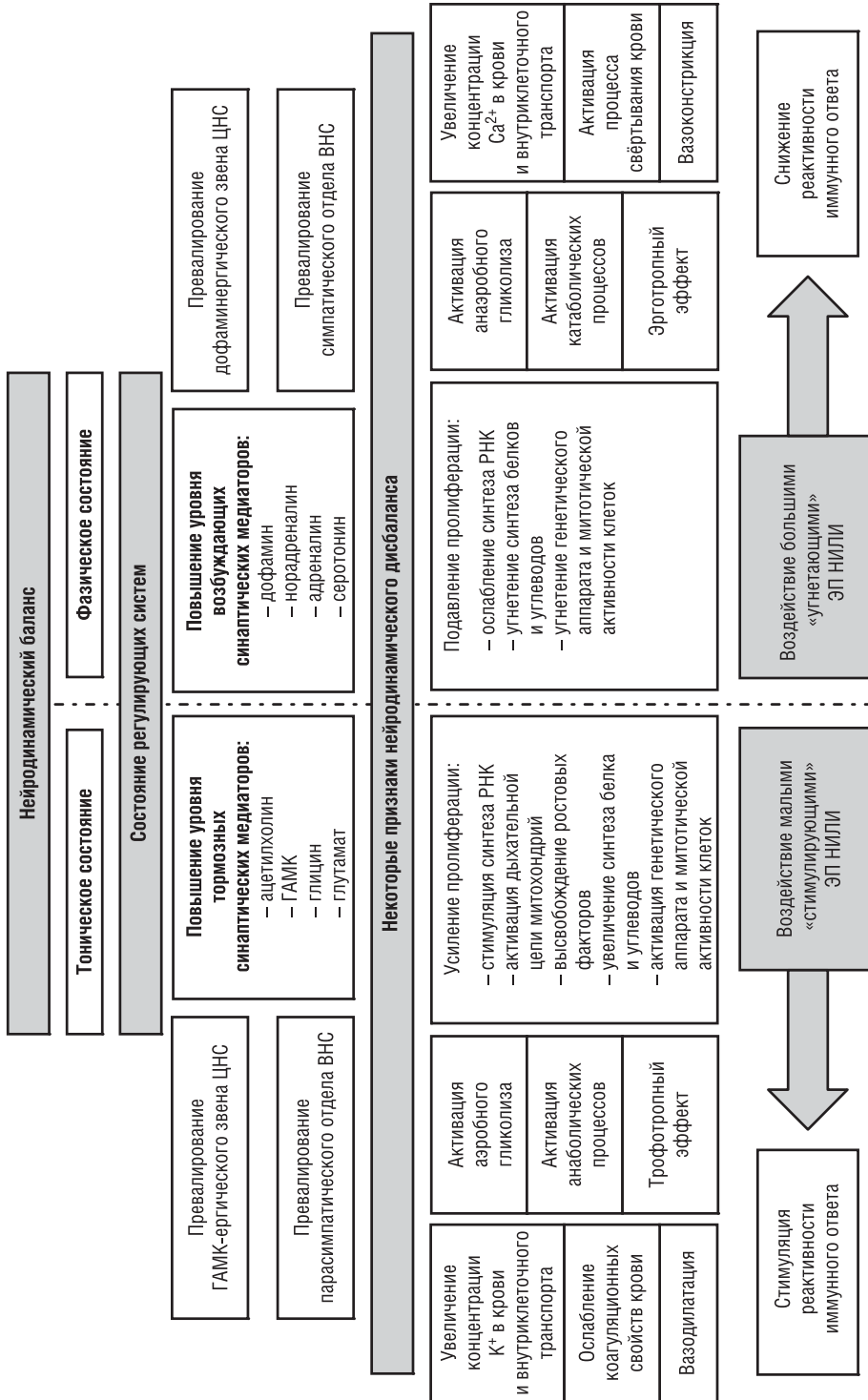


Рис. 3. Схематичное изображение концепции нейродинамического регулирования гомеостаза низкоинтенсивным лазерным светом

2003⁽²⁾]. 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, нескомпенсированном 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.

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 *систем-*

ным сдвигам, устраняя истинную причину заболевания – дисбаланс НДГ, и при локальном освещении 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 Дж/см² для непрерывного режима работы лазера с длиной волны 635 нм), но иногда в клинической практике требуется именно условно **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 Ca²⁺ 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 милливольт.

Эффективно ли применение лазерных источников с двумя различными длинами волн? Безусловно, да! Различные длины волн вызывают высвобождение Ca²⁺ из различных внутриклеточных депо, обеспечивая потенциально выше концентрацию ионов, следовательно, более высокий эффект. Только важно понимать, что **НЕ ДОПУСКАЕТСЯ одновременное** освещивание 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 м² на кушетку, при наличии 1 кушетки – не менее 12 м². Отдельно кабинет для проведения внутрисполостных процедур, площадь принимается на 1 гинекологическое кресло – 18 м². 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-

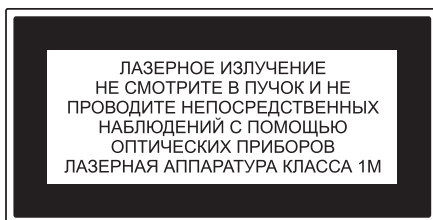


Рис. 4. Предупреждающая надпись по ГОСТ IEC 60825-1-2013

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) [Гейниц А.В., Москвин С.В., 2010]. 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 МЗ РФ № 804н от 13.10.2017): 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⁽¹⁾, 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⁽¹⁾].

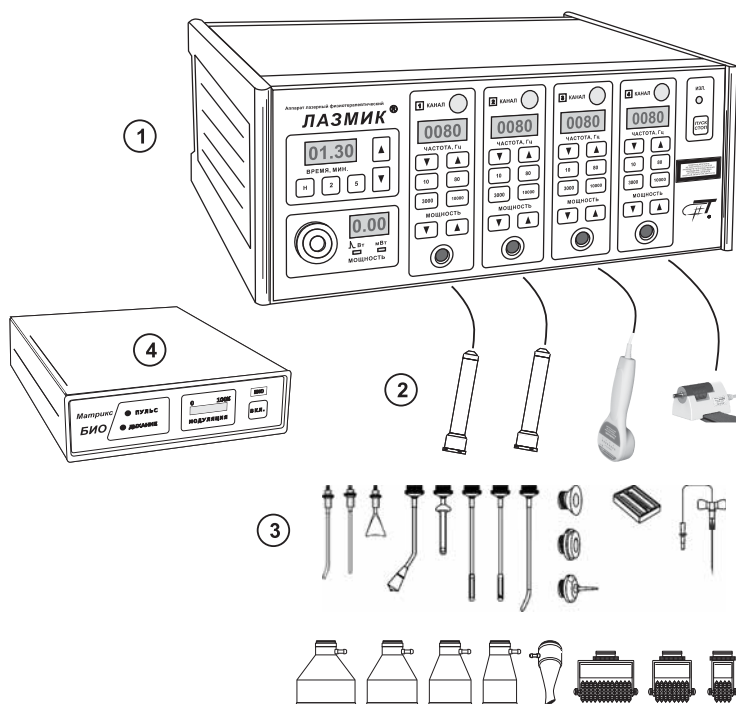


Рис. 5. Блочный принцип построения лазерной терапевтической аппаратуры на примере серий аппаратов «Матрикс» и «Лазмик»: 1 – базовый блок (чаще всего 2- и 4-канальный); 2 – лазерные излучающие головки для различных методик ЛТ; 3 – оптические и магнитные насадки; 4 – блок биоуправления «Матрикс-БИО»

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 процедуры (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 освечивания крови могут подойти не только МЛ-635-40 (наиболее эффек-

тивные), 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 освечивание 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 разъёмы TRS 6.35 mm stereo, изготовленные по уникальной 3-проводной технологии ЛАЗМИК[®], которые не только исключительно удобны, но и максимально надёжны. Таким образом, основное отличие аппаратов серии ЛАЗМИК[®] 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 процедуры. Изменение мощности излучения, частоты следования импульсов и времени проведения процедур осуществляется на ББ электронным способом, нажатием соответствующих кнопок. При достижении максимального или минимального значения раздаётся характерный звуковой сигнал.

Такая организация управления и дизайн панели (клавиатуры), 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 ИЕС 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, внося значительную путаницу в работу заинтересованных организаций, поскольку действует одновременно с новыми международными стандартами ГОСТ Р МЭК 60601-2-22-2008 и ГОСТ IEC 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 IEC 60825-1-2013 установлено следующее ранжирование лазерной аппаратуры по семи классам (в порядке повышения уровня опасности): 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B и 4.

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. 2).

Таблица 2

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 освещении 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, предъявляемых 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 освещения 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 определённой 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 внутривлагалищные, 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 CO₂-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⁽²⁾]. 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 вычленить 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 освещиваемой поверхностью, а также *дистантную* (неконтактную) методику, при которой имеется пространство между излучающей головкой и освещиваемой 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.

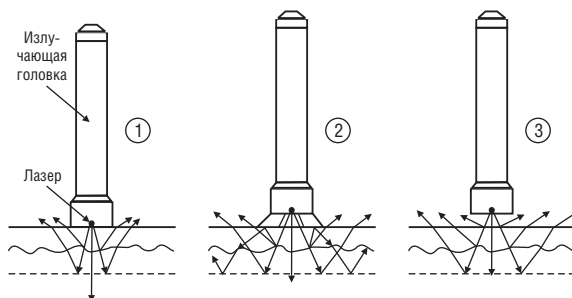


Рис. 6. Контактная (1), контактно-зеркальная (2) и дистантная (3) методики лазерной терапии

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 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 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. Аскаръян (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 см^2 , то говорить о площади воздействия как таковой при контактной методике проблематично. В результате рассеяния и переотражения излучение распределяется по достаточно большему объёму биоткани, при этом какая-либо корреляция между площадью и количеством подвергшихся освечиванию 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 иницирование волн повышенной концентрации 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. 3). *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. 4).

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 3

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 ²	Непрерывный режим
	5–15 Вт/см ²	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 4

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 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 Ca^{2+} (важнейшим физиологическим ритмом живой клетки), то инициируется высвобождение из депо предельного количества ионов кальция, соответственно, можно получить и максимальный результат от 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 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 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. 3, 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 см², 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, дието- 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 стволово-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, возникающая 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 АКТГ, глюкокортикоидов и других гормонов, увеличивается синтез простагландинов Е и F, энкефалинов и эндорфинов. Гуморальные изменения зависят от направленности исходного фона; в большинстве случаев происходит нормализация состава крови и активация микро-

циркуляции. 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.

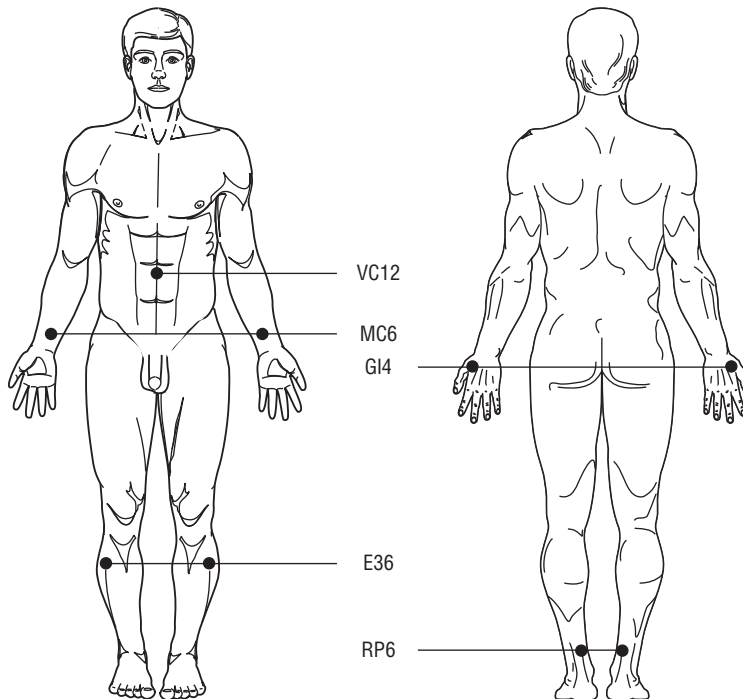


Рис. 7. Базовый рецепт лазерной акупунктуры (расположение зон воздействия)

Дополнительно к правилам, известным врачам-рефлексотерапевтам, целесообразно учитывать и некоторые общие нейрофизиологические связи [Скупченко В.В., Милюдин 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. 5. При воздействии на корпоральные точки непрерывным или модулированным красным НИЛИ (635 нм) мощность на торце акупунктурной насадки 2–3 мВт (без модуляции) и

Таблица 5

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 ГА 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. 3). 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 одну процедуру 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. 3), 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⁽¹⁾], 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. 6). 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-

Таблица 6

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	Матричная излучающая головка, площадь на поверхности 10 см ²
Длительность светового импульса, нс	100–150	Для импульсного режима
Мощность излучения, Вт	35–40	635 нм
	60–80	904 нм
Плотность мощности, Вт/см ²	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 образомотреагирует, не всегда представляется возможным.

Базовые характеристики методики представлены в табл. 6, 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/см², оптимальная ЭП 4,5 Дж/см²) в течение 2–5 мин в несколько раз увеличивает содержание АТФ в коре головного мозга у эмболированных кроликов [Lapchak P.A., De Taboada L., 2010]. 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/см²), 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 [Nagiwara 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 см², 250 мВт/см², 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. 7 и 8).

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 7

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 ² , 0,9 Дж/см ² , 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 ² , 4,5 Дж/см ² , 2–5 мин, непрерывный режим	Улучшение двигательных функций после искусственного эмболического инсульта (кролик)	Lapchak P.A. et al., 2004
ЛД	808	25 мВт/см ² , 4,5 Дж/см ² , 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 ² на 1 зону	Улучшение клинического состояния после ишемического инсульта у человека	Lamp Y. et al., 2007
ЛД	808	10–20 мВт/см ² , 1,2–2,4 Дж/см ² , 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 ² , 13,3 Дж/см ² , 10 мин на одну процедуру	Улучшение когнитивной функции у пациентов с хронической лёгкой черепно-мозговой травмой после 2–4 мес. лечения	Naesser M.A. et al., 2010
ЛД	670	40 мВт/см ² , 2 Дж/см ²	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 процедуру, 10 дней	Улучшение работы памяти для пространственной навигации (мышь), имитация нарушений при болезни Альцгеймера	Michailikova S. et al., 2008
ЛД	810	250 мВт/см ² , 60 Дж/см ²	Снижение тяжести депрессии, повышение префронтального кровотока человека	Schiffer F. et al., 2009

Таблица 8

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 ² , 12 Дж/см ² , 3 процедуры	Восстановление структуры и функции (зрения) после систематической интоксикации этанолом (крысы)	Eells J. T. et al., 2003
СИД	633	2 мВт/см ² , 21 Дж/см ² , 6 процедур	Восстановление структуры и функции (зрения) после инъекции в стекловидное тело ротенона (крысы), обоснование способа лечения наследственной оптической нейропатии Лебера	Rojas J.C. et al., 2008
СИД	670	16 Дж/см ² , 5 процедур	Восстановление структуры и функции после лазерной коагуляции сетчатки (обезьяны)	Eells J. et al., 2008
СИД	670	50 мВт/см ² , 20 Дж/см ² , 5 процедур	Восстановление зрения у P23H-3 крыс как обоснование лечения пигментного ретинита	Eells J. et al., 2008
СИД	670	50 мВт/см ² , 360 Дж/см ² , 5 процедур	Восстановление структуры и функции после повреждения светом	Qu C. et al., 2010
ЛД	904	40 мВт/см ² , 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 освещения 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. 9.

Таблица 9

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 ²	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 ² 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. 3), 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 вибромагнито-лазерной 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-

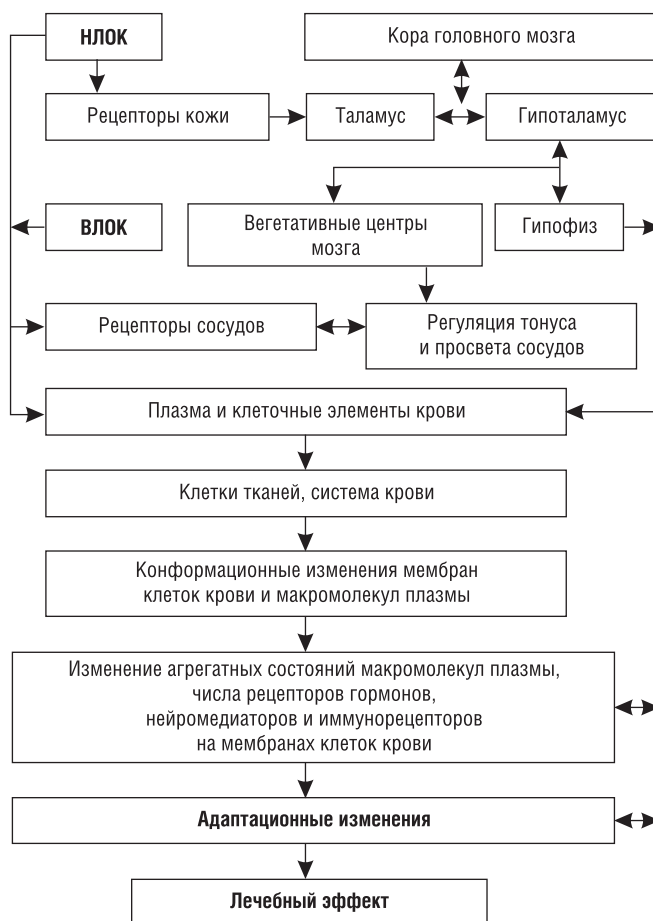


Рис. 8. Физиологические реакции организма на НЛОК и ВЛОК (Зубкова С.М., 2012)

ставлены без противопоставления. Единственная, пожалуй, настойчивая рекомендация – нежелательность применения инвазивных методов 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. Кошелёв 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 МЛЮ1К (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 см².

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 освещения 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. [Рамдоял 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) [Наседкин 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).

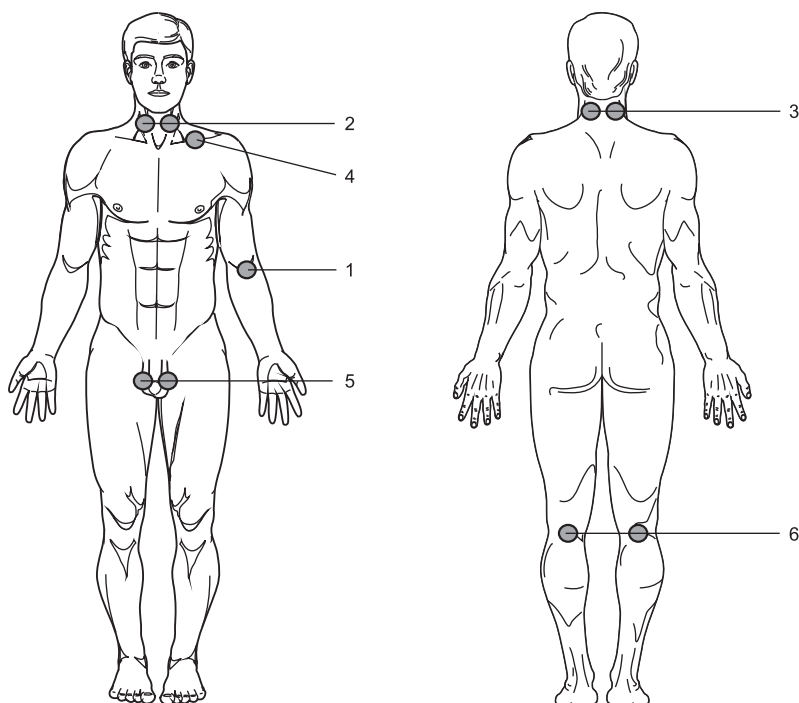


Рис. 9. Основные зоны лазерного освечивания крови

Оптимальные параметры методики указаны в табл. 10:

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

Таблица 10

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 ² (площадь поверхности 10 см ²)	3–4	НЛОК-635
	6–8	НЛОК-904
Частота, Гц	80–150	–
Экспозиция на 1 зону, мин	2–5	–
Количество зон воздействия	2–4	Симметрично
Локализация	На проекцию крупных кровеносных сосудов, близлежащих к очагу поражения	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. 10) 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 эффективности. 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. 11).
2. Вставить **контрольный** световод (используется **только** для измерений) **без иглы и без колпачка** в оптический разъём излучающей головки. Допускается использовать только тестовый световод или канюлю с отрезанным световодом (световолокном). **ВНИМАНИЕ!** Не допускается проводить измерение мощности на выходе стерильного световода и при наличии иглы!
3. Приблизить световод (канюлю) к окну индикатора мощности.
4. Нажать кнопку ПУСК на базовом блоке.

Таблица 11

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).

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

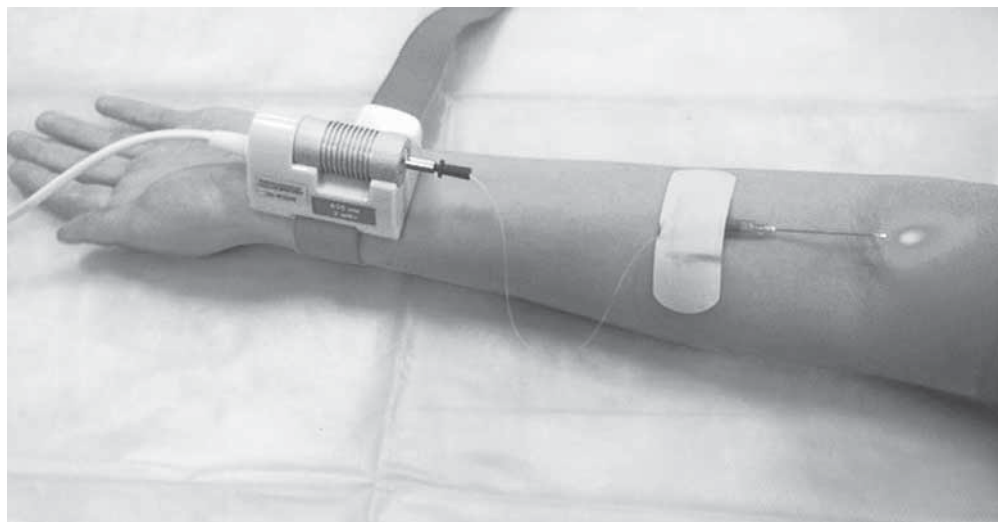


Рис. 11. Процедура проведения ВЛОК

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®, ВЛОК-445, ВЛОК-525. В табл. 12 представлены базовые методики, в которых используются минимальные мощности и экспозиции.

Таблица 12

**Параметры методики ВЛОК-635 («классическая»),
ВЛОК-365 (ВЛОК-405, ЛУФОК®), 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®)
	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®)
	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 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 мВт), экспозиция 2–5 мин (табл. 13) [Москвин С.В. и др., 2012].

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⁽¹⁾; 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!**

Таблица 13

Параметры методики ВЛОК-635 + ЛУФОК®

Параметр	Значение	Примечание
Длина волн 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 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 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. 14.

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 14

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; Сулягина Д.А., 2015, Сулягина 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 [Vajpai 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 часть комплексного лечения и реабилитации [Приказ МЗ РФ № 1705н от 29.12.2012 г.; Приказ МЗ РФ № 915н от 15.11.2012 г.], специалистами разработаны и утверждены многочисленные клинические рекомендации [Онкология. Клинические рекомендации, 2008; Федеральные клинические рекомендации..., 2013, 2014; Peterson D.E. et al., 2010] (см. также Приложение 1 и 2).

Почти всегда такая фобия ассоциативная, многие, услышав вне контекста фразу «лазерная терапия стимулирует...», переносят 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 МЗ РФ № 915н от 15.11.2012 г. 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 медучреждения.

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 *неспециалиста* 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 неустранимой 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/см²», 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 вредна 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/см². 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/см²) в трёх разных ситуациях (подразумевается контактно-зеркальная методика и эффективная площадь 1 см²):

- 1) мощность 1 мВт умножить на время экспозиции 1000 с (около 15 мин) = 1 Дж/см²;
- 2) мощность 1000 мВт умножить на время экспозиции 1 с = 1 Дж/см²;
- 3) мощность 10 мВт умножить на время экспозиции 100 с (около 1,5 мин) = 1 Дж/см².

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 Ca²⁺ 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.

БЕСПЛОДИЕ МУЖСКОЕ: ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ, РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ

Мужское бесплодие (инфертильность) включает широкий спектр нарушений, симптом множества различных патологических состояний, затрагивающих как половую, так и другие системы организма: эндокринную, нервную, кровеносную, иммунную (табл. 15) [Божедомов В.А. и др., 2013; Оль Д. и др., 2013; Dohle G.R. и др., 2010].

Согласно рекомендациям ВОЗ, выделяют 16 основных нозологий, каждая из которых, в свою очередь, включает до нескольких десятков конкретных патогенетических факторов, 4 из 16 диагнозов являются описательными, без указания на истинную причину: идиопатическая олиго-, астено-, терато- и азооспермия [WHO Manual..., 2000].

Таблица 15

Причины снижения мужской репродуктивной функции
 [Аляев Ю.Г. и др., 2006; Аполихин О.И., Москвин С.В., 2017;
 Божедомов В.А., 2016; Божедомов В.А. и др., 2013; Оль Д. и др., 2013;
 Чалый М.Е. и др., 2017; Dohle G.R. и др., 2010; Nieschlag E. et al., 2010]

Нарушения эякуляции	<ul style="list-style-type: none"> • Анэякуляция • Ретроградная эякуляция • Сексуальная (эректильная в т. ч.) дисфункция
Воздействия окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> • Перегревание • Психологические стрессы • Вибрация • Неионизирующее электромагнитное излучение (СВЧ, мобильные телефоны и пр.) • Вредные привычки <ul style="list-style-type: none"> – курение – злоупотребление алкоголем – ожирение – сидячий образ жизни – опиаты (героин, морфин, метадон) • Химическое загрязнение <ul style="list-style-type: none"> – тяжёлые металлы (свинец, кадмий, ртуть) – синтетические эстрогены (диэтилстильбестрол, пероральные контрацептивы) – эфиры гликолевой кислоты, входящие в состав лаков и красок (2-метоксиэтанол, 2-этоксиэтанол) – пестициды (дибромхлорпропан, этилендихлорид) – растворители (дисульфид углерода) – хлорорганические соединения (диоксины, полихлорированные бифенилы, бифураны) • Ятрогенные (вызванные различными методами лечения) <ul style="list-style-type: none"> – химиотерапия (цитостатики) – ионизирующее облучение – лекарственные средства (циметидин, сульфасалазин, спиронолактон, нитрофурантоин, нирадозол, колхицин) – экзогенные гормоны (кортикостероиды, антиандрогены, агонисты гонадотропного релизинг-гормона, анаболические стероиды, гестагены) • Хирургические вмешательства (простатэктомия, вазорезекция, кисто- и гидроцелэктомия)

Приобретённые	<ul style="list-style-type: none"> • Тестикулярные травмы • Инфекции • Простатит • Эпидидимит • Орхит • Рак яичка • Системные заболевания (диабет, хроническая почечная недостаточность) • Гипотиреоз • Аутоиммунные реакции против сперматозоидов • Злокачественные новообразования • Возраст (>40 лет)
Анатомические	<ul style="list-style-type: none"> • Варикоцеле • Обструктивная азооспермия • Недоразвитие семявыносящего протока • Недостаточность придатка яичка
Аномалии развития и строения	<ul style="list-style-type: none"> • Специфические генетические синдромы <ul style="list-style-type: none"> – синдром Клайнфельтера – муковисцидоз – микроделеции Y-хромосомы – транслокации хромосом • Крипторхизм • Недостаточность половых желёз (гипергонадотропный гипогонадизм) • Синдром клеток Сертоли • Нарушение транспорта спермы (парез семявыносящих путей)
Нарушения качества спермы	<ul style="list-style-type: none"> • Гипосперматогенез (арест сперматогенеза) • Аномалии строения сперматозоидов
Гормональные причины и нечувствительность к андрогенам	<ul style="list-style-type: none"> • Гипогонадотропный гипогонадизм • Гиперпролактинемия • Синдром нечувствительности к андрогенам
Идиопатические причины	<ul style="list-style-type: none"> • Полиморфизм генов и точечные мутации (?)

Сексуально активная пара, не предохраняющаяся в течение года и не имеющая детей, по данным ВОЗ, расценивается как бесплодная [WHO Manual..., 2000]. В первый год около 25% супружеских пар не достигают беременности, из них 15% обращаются за медицинской помощью, а менее 5% в итоге так и не добиваются успеха. В половине случаев бесплодие пары обусловлено именно нарушением фертильности мужчины. Причинами мужского бесплодия могут быть врождённые и приобретённые аномалии половых органов, инфекции мочеполовой системы, повышение температуры мошонки (варикоцеле), эндокринные нарушения, генетические аномалии и иммунологические факторы [Щеплев П.А., Аполихин О.И., 2010].

Высказывается предположение, что большая часть идиопатических форм генетически обусловлена мутациями и полиморфизмом многих генов [Божедомов В.А. и др., 2013]. Однако на самом деле эта гипотеза не имеет строгих доказательств и требует детального изучения [Nutti F., Krausz C., 2008]. Безусловно, какие-то патологии связаны именно с мутацией, т. е. повреждением ДНК, но нет сомнений в том, что в подавляющем большинстве случаев это лишь результат

эпигенетических изменений генома, носящих обратимый характер [Миктадова А.В. и др., 2014]. В то же время известно, что низкоинтенсивный лазерный свет не только эффективно защищает клетки от повреждения ДНК различными физическими и химическими патогенными факторами, но и способен активировать «нужные» гены, что достаточно часто используется в селекции [Москвин С.В., Хадарцев А.А., 2016].

Данные об основных причинах мужского бесплодия крайне противоречивы. В табл. 16 представлены объединённые выводы 23 публикаций авторов из разных стран за последние 10 лет с выборкой более 1000 человек (см. табл. 17).

Таблица 16

**Основные причины мужского бесплодия
по обобщённым данным из различных источников**

Причины бесплодия	Случаев, %
Сексуальные дисфункции	1,7–2,4
Урогенитальные инфекции	6,6–32,0
Врождённые аномалии развития (гермафродитизм, крипторхизм и др.)	2,1–11,2
Действие неблагоприятных внешних факторов	2,6–7,0
Варикоцеле, простатит	12,3–27,4
Эндокринные нарушения	0,6–10,1
Иммунологический фактор	3,1–17,5
Другие нарушения	3,0–8,5
Идиопатические нарушения качества спермы	30,0–75,1

Вероятнее всего, такой значительный разброс данных обусловлен различиями в способах оценки состояния пациентов, используемых методах диагностики, наличием или отсутствием той или иной аппаратуры. Безусловно, немаловажен и выбор страны, в которой проводились исследования (табл. 17). Однако с большой долей уверенности можно говорить о том, что ведущими факторами, влияющими на мужскую фертильность, являются последствия урогенитальных инфекций, в том числе вирусных [Науменко В.А., Куш А.А., 2013; Науменко В.А. и др., 2011; Schuppe H.C. et al., 2017], и связанные с этим нарушения иммунной системы, патологии яичек и предстательной железы (варикоцеле, эпидидимоорхит, простатит) [Аль-Шукри С.Х. и др., 2015; Балтер Р.Б. и др., 2015; Жиборев Б.Н., 2007; Condorelli R.A. et al., 2017; Giamarellou H. et al., 1984], а также эндокринные нарушения [Павлова З.Ш. и др., 2013; Тюзиков И.А., 2013].

Хронический простатит (ХП) вызывает инфертильность у 52–76% больных [Арнольди Э.К., 1999; Имшинецкая Л.П., 1983; Михайличенко В.В., 1996; Сатыбалдыев Ш.Р., 2000], и по данным разных авторов, в 43–85% случаев также является причиной эректильной дисфункции (ЭД) [Васильченко Г.С. и др., 1990; Машнин В.В., 2008; Терёшин А.Т., Сосновский И.Б., 2010, 2012, 2014; Шангиев А.В., 2011].

Таблица 17

Основные причины мужского бесплодия по данным из разных стран, мультицентровых исследований и систематизированных обзоров (%)

Причина	25 стран, исследование ВОЗ ^{3, 5, 7}	Разные страны, идиопатическое бесплодие ^{4, 14}	Бразилия ⁴	Германия ^{8, 9}	Эстония ¹³	Монголия ¹	Россия ¹¹	Обзоры, генетические нарушения ^{10, 12}	Гонконг ⁶	Тайланд ²
Нет очевидной аномалии	48,8	10,7				55,6	52,9			
Бесплодие известной (возможной) причины				42,6						
Варикоцеле	12,6	26,6	26,4	14,8	35,4	3,3	10,9	37,0	20,9	
Инфекционное заболевание		0,2	3,0	9,3					5,2	
Аутоиммунные тела против спермы				3,9						
Другое (относящееся к известным причинам)				5,0						
Идиопатическое бесплодие		32,6	12,1	30,0				25,0	40,0	24,2
Нарушения в сперме								10,0		55,4
Идиопатическая олигозооспермия	11,2					4,3	10,4			
Инфекция придаточной железы	6,9					6,7	4,1			
Идиопатическая тератозооспермия	5,9						2,1			
Идиопатическая астенозооспермия	3,9					3,5	7,3			
Лейкоцитооспермия					13,4					
Изолированные патологии семенной плазмы	3,5					2,8	0,5			
Предполагаемый иммунологический фактор	3,0		2,3				1,5			
Азооспермия				11,2						4,5
Обструктивная	0,9					8,4	8,3			
Идиопатическая						2,6	0,5			
Идиопатическая некрооспермия	0,8									
Глиоспермия		0,5								
Врождённые аномалии	1,7									
Врождённые аномалии в уrogenитальном тракте					10,7					

Продолжение табл. 17

Причина	25 стран, исследование ВОЗ ^{3, 5, 7}	Разные страны, идиопатическое бесплодие ^{4, 14}	Бра-зи-лия ⁴	Герма-ния ^{8, 9}	Эсто-ния ¹³	Мон-голия ¹	Рос-сия ¹¹	Обзоры, генетиче-ские нару-шения ^{10, 12}	Гон-конг ⁶	Тай-ланд ²
Врождённая гиперплазия надпочечников					0,1					
Системные заболевания	1,4	0,3	0,4	2,2	1,0					
Односторонняя агенезия почечной и семенной железы					0,2					
Спинальные грыжи, менингоцеле + микрономалии					0,2					
Экстрофия мочевого пузыря					0,1					
Почечная гипоплазия					0,1					
Почечная гипоплазия + двусторонний крипторхизм					0,1					
Аноректальные пороки развития					0,1					
Синдром CHARGE					0,1					
Болезнь Фабри					0,1					
Синдром Клиппеля–Треноне–Вебера					0,1					
Множественные микрономалии, неспецифические					0,1					
Тестикулярные причины					9,7			9,0		
Крипторхизм		2,7	14,3	8,4	8,2			6,0	3,4	
Односторонний					5,6					
Двусторонний					2,7					
Врождённая анорхия					0,4					
Двусторонняя					0,1					
Односторонняя					0,3					
Триорхизм					0,1					
Тестикулярная недостаточность										
Одностороннее расстройство развития яичка		1,1	14,5							
					1,0					

Продолжение табл. 17

Причина	25 стран, исследование ВОЗ ^{3, 5, 7}	Разные страны, идиопатическое бесплодие ^{4, 14}	Бразилия ⁴	Германия ^{8, 9}	Эстония ¹³	Монголия ¹	Россия ¹¹	Обзоры, генетические нарушения ^{10, 12}	Гонконг ⁶	Тайланд ²
Другие тестикулярные факторы										
<i>Приобретённые повреждения яичка (ППЯ)</i>										
Травма яичка с уменьшением объёма					0,6	5,4	0,5			
Орхит после паротита					1,0				8,0	
Орхит, эпидидимит					2,0					
Перекрыт					0,3					
Операция грыжи с ипсилатеральным ППЯ					0,5					
Операция эпидидимальной кисты с ипсилатеральным ППЯ					0,3					
Гидроцеле с ипсилатеральным ППЯ			0,1		0,2					
Другие операции на яичке с ипсилатеральным ППЯ					0,1					
Вторичные повреждения яичек					1,6					
Анаболические стероиды					1,2					
Лекарственные препараты (саласопирин, трексан)					0,3					
После трансплантации почки					0,1					
Сексуальная дисгармония	1,3	0,7								
Тяжёлая сексуальная дисфункция					4,4					
Аноргазмия (при вагинальном сексе, причины)					0,5					
Спинальная травма					0,2					
Сахарный диабет					0,1					
Мастурбация успешная, идиопатическая					0,2					

Продолжение табл. 17

Причина	25 стран, исследование ВОЗ ^{3, 5, 7}	Разные страны, идиопатическое бесплодие ^{4, 14}	Бразилия ⁴	Германия ^{8, 9}	Эстония ¹³	Монголия ¹	Россия ¹¹	Обзоры, генетические нарушения ^{10, 12}	Гонконг ⁶	Тайланд ²
Мастурбация успешная, травма позвоночника					0,1					
Анеякуляция (причины)					1,2					
Спинальная травма					0,7					
Сахарный диабет					0,1					
Рассеянный склероз					0,1					
Эпилепсия					0,1					
Идиопатическая					0,2					
Ретроградная эякуляция полная (причины)	0,1				0,5					
Сахарный диабет					0,3					
ТУР					0,1					
Идиопатическая					0,1					
Ретроградная эякуляция частичная (причины)					2,2					
Сахарный диабет					0,3					
Спинальная травма					0,2					
Операция гипоспадии					0,1					
ТУР					0,1					
Серьёзная травма таза					0,1					
Идиопатическая					1,6					
Обструкция		15,3	15,1	2,2	5,9			6,0		
Эпидидимальная					5,7					
Предстательная железа					0,1					
Тазовая травма					0,1					
Вазэктомия				0,9	0,1					6,0

Продолжение табл. 17

Причина	25 стран, исследование ВОЗ ^{3, 5, 7}	Разные страны, идиопатическое бесплодие ^{4, 14}	Бра-зи-лия ⁴	Герма-ния ^{6, 9}	Эсто-ния ¹³	Мон-голия ¹	Рос-сия ¹¹	Обзоры, генетиче-ские нару-шения ^{10, 12}	Гон-конг ⁶	Тай-ланд ²
Состояние после вазо-эпидидимостомии					0,1					
Кистозный фиброз, врождённое двустороннее отсутствие семявыносящего протока				0,5						
Врождённое отсутствие семявыносящего протока									8,0	
Другое (относящееся к обструкции)				0,8						
Эякуляторная неполноценность	0,7	2,0	1,2	2,4					7,0	
Частичная обструкция	0,1									
Эндокринные причины		1,5	2,3			4,6	0,5		2,6	
Гинекомастия				1,5						
Гиперпролактинемия	0,6									
Конституциональная задержка полового созревания				1,4						
Гипогонадизм										
Первичный гипогонадизм неизвестной причины				2,3						
Вторичный (гипогонадотропный) гипогонадизм				1,6	1,3					
Идиопатический гипогонадотропный гипогонадизм				0,4						
После операции гипофиза				<0,1						
Другое (относящееся к вторичному гипогонадизму)				0,8						
<i>Гипоталамические причины</i>					0,8					
Синдром Каллмана				0,3	0,2					

Продолжение табл. 17

Причина	25 стран, исследование ВОЗ ^{3, 5, 7}	Разные страны, идиопатическое бесплодие ^{4, 14}	Бра-зи-лия ⁴	Герма-ния ^{8, 9}	Эсто-ния ¹³	Мон-голия ¹	Рос-сия ¹¹	Обзоры, генетиче-ские нару-шения ^{10, 12}	Гон-конг ⁶	Тай-ланд ²
Изолированный гипогонадотропный гипогонадизм					0,3					
Вторичная недостаточность GnRH					0,3					
Гипопитуитаризм					0,4					
Операция краниофарингиомы					0,1					
Операция пролактиномы					0,2					
Травматический					0,1					
Неизвестный					0,1					
Гипогонадизм позднего начала				2,2						
Онкология		0,4	0,5	7,8	3,4					
Рак яичка				5,0					3	
Лимфома				1,5						
Лейкемия				0,7						
Саркома				0,6						
<i>Перед операцией и/или гонадотоксическим лечением</i>					0,3					
Рак яичка, односторонний (до операции/лечения)					0,3					
Карцинома предстательной железы					0,1					
<i>После операции и/или гонадотоксического лечения</i>					3,1					
Рак яичка, односторонний					1,1					
Рак яичка, двусторонний					0,1					
Гематологический рак с вторичным раком яичка					0,1					

Продолжение табл. 17

Причина	25 стран, исследование ВОЗ ^{3, 5, 7}	Разные страны, идиопатическое бесплодие ^{4, 14}	Бразилия ⁴	Германия ^{8, 9}	Эстония ¹³	Монголия ¹	Россия ¹¹	Обзоры, генетические нарушения ^{10, 12}	Гонконг ⁶	Тайланд ²
Гематологические раковые заболевания					1,3					
Рак костей					0,2					
Рак щитовидной железы					0,2					
Карцинома прямой кишки					0,1					
Рак толстой кишки					0,1					
Ларингеальная карцинома					0,1					
Карцинома мозга					0,1					
Ультроструктурные		0,1								
Генетические причины		1,2	7,9		7,8					
<i>Автосомальные</i>					0,7					
Транслокации				0,1	0,3					
Инверсии					0,2					
Маркерная хромосома					0,2					
<i>Нарушения половой хромосомы</i>					4,1					
XX-синдром у мужчин (46, XX-мужчина)				0,1	0,1					
Синдром Клайнфельтера (47, XXУ)				2,6	3,5					
47, ХУУ					0,2					
Мозаицизм 47, ХУУ/46, ХУ					0,1					
Мозаицизм 47, ХХУ/46, ХУ					0,3					
<i>У-хромосомная делеция</i>				0,3	2,3					
Удаление AZFb и AZFc					0,3					
Удаление только AZFb					0,1					
Удаление только AZFc					1,8					
Другие хромосомные аберрации				0,2						

Окончание табл. 17

Причина	25 стран, исследование ВОЗ ^{3, 5, 7}	Разные страны, идиопатическое бесплодие ^{4, 14}	Бразилия ⁴	Германия ^{8, 9}	Эстония ¹³	Монголия ¹	Россия ¹¹	Обзоры, генетические нарушения ^{10, 12}	Гонконг ⁶	Тайланд ²
Другое (относящееся к хромосомным aberrациям)				<0,1						
<i>Мутации гена STFR</i>					0,6					
Обструкция по генетическим причинам					0,6					
Субобструкция					0,1					
Нарушение карютипа	0,5									
Лекарства/радиация		1,4								1,8
Ятрогенные причины	0,6									

¹ Bayasgalan G., Naranbat D., Tsedmaa B. et al. Clinical patterns and major causes of infertility in Mongolia // J. Obstet. Gynaecol. Res. 2004; 30 (5): 386–393.

² Chiamchanya C., Su-angkawat W. Study of the causes and the results of treatment in infertile couples at Thammasat Hospital between 1999–2004 // J. Med. Assoc. Thai. 2008; 91 (6): 805–812.

³ Comhaire F.H., De Kretser D., Farley T.M.M. et al. Towards more objectivity in diagnosis and management of male infertility. Results of a World Health Organization Multicentre Study // Int. J. Androl. 1987; 10 (Suppl. 7): 1–53.

⁴ Hamada A., Esteves S.C., Agarwal A. Unexplained male infertility: potential causes and management // Human Andrology. 2011; 1: 2–16.

⁵ Hargreave T.B. (Ed.) Male Infertility. 2nd ed. London: Springer-Verlag, 1994: 466.

⁶ Ho K.L., Tsu J.H., Tam P.C., Yiu M.K. Disease spectrum and treatment patterns in a local male infertility clinic // Hong Kong Med. J. 2015; 21 (1): 5–9. doi: 10.12809/hkmj144376.

⁷ Irvine D.S. Epidemiology and aetiology of male infertility // Human Reproduction. 1998; 13 (Suppl. 1): 33–44.

⁸ Jungwirth A., Giwercman A., Tournaye H. et al. European Association of Urology guidelines on male infertility: the 2012 update // Eur. Urol. 2012; 62 (2): 324–332. doi: 10.1016/j.euro.2012.04.048.

⁹ Nieschlag E., Behre H.M. (eds.) Andrology: male reproductive health and dysfunction. Ed. 3. Berlin: Springer-Verlag, 2010: 90.

¹⁰ Peterson C.M. Human reproduction: clinical, pathologic and pharmacologic correlations // Human Reproduction – Seminars [online]. 2006. URL: https://library.med.utah.edu/kw/human_reprod/seminars/seminar2B.html.

¹¹ Philippov O.S., Radionchenko A.A., Bolotova V.P. et al. Estimation of the prevalence and causes of infertility in Western Siberia // Bulletin of the World Health Organization. 1998; 76 (2): 183–187.

¹² Poonthai J., Gopenath T.S., Manonayaki S. Genetics of human male infertility // Singapore Med. J. 2009; 50 (4): 336–347.

¹³ Punab M., Poolamets O., Paju P. et al. Causes of male infertility: a 9-year prospective monocentre study on 1737 patients with reduced total sperm counts // Human Reproduction. 2017; 32 (1): 18–31. doi:10.1093/humrep/dew284.

¹⁴ Sigman M., Lipshultz L., Howard S. Office evaluation of the subfertile male / Lipshultz L.I., Howards S.S., Niederberge C.S. (eds.) Infertility in the male. 4th ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009: 153–176.

В развитии аутоиммунного бесплодия у мужчин существенную роль играет гематотестикулярный барьер, образованный собственной оболочкой семенных канальцев и цитоплазмой клеток Сертоли, который выполняет как трофическую, так и защитную функции. Поскольку сперматиды и особенно сперматозоиды обладают антигенными свойствами, то при нарушении гематотестикулярного барьера в крови образуются антитела к сперматогенному эпителию семенных канальцев, ухудшая трофику клеток, что приводит к развитию аутоиммунного бесплодия. Данный патологический процесс возможен при травме яичек, ишемии, инфекции, перегревании, переохлаждении и т. д., а нарушение функции сперматогенного эпителия и сперматогенеза проявляется в снижении количества сперматозоидов в 1 мл эякулята и их подвижности [Кореньков Д.Г. и др., 2000].

При этом, несмотря на активные споры и обсуждения темы наличия/отсутствия «полноценной» диагностики, факт идиопатических нарушений качества спермы более чем в половине случаев мужского бесплодия не вызывает сомнений. Следовательно, именно неспецифические методы лечения, направленные на «общее оздоровление», запускающие механизмы саногенеза, восстановление нарушенного гомеостаза и нормального физиологического регулирования, в первую очередь должны рассматриваться клиницистами как базовые.

Диагностика мужского бесплодия основана на комплексной оценке состояния мужской репродуктивной системы, проводится в известной последовательности с применением анамнестического, клинического, лабораторных и специальных методов исследования. Несмотря на разнообразие методик обследования [Щеплев П.А., Аполихин О.И., 2010], в целом вопросы диагностики нуждаются в более глубокой и всесторонней проработке.

Наиважнейшей составляющей лечения является устранение потенциально вредных факторов окружающей среды, работы и образа жизни. При некоторых аномалиях, например крипторхизме, травмах, инфекциях, действии токсических веществ и лекарственных препаратов, бесплодие можно предотвратить.

Для восстановления фертильности мужчин необходимо:

- наладить нормальный ритм труда и отдыха, обеспечить полноценное питание, лечение сопутствующих заболеваний, ритм половой жизни;
- исключить перегревание, снизить физические нагрузки при занятиях экстремальными видами спорта;
- устранить факторы, вызывающие депрессию, состояние страха, неврозы.

Выполнение этих условий во многих случаях способствует улучшению показателей спермограммы [Божедомов В.А. и др., 2013; Щеплев П.А., Аполихин О.И., 2010; Оль Д. и др., 2013], следовательно, в большинстве случаев причиной заболевания являются *неспецифические* нарушения физиологических процессов, влияющих на сперматогенез.

К сожалению, этиотропное и патогенетическое лечение, дающее хорошие результаты, в большинстве случаев неприменимо по причине невозможности однозначного установления специфической причины возникновения заболевания и недостаточности знаний механизмов развития болезни. В.А. Божедомов и соавт. (2013), критикуя «эмпирическую», т. е. неспецифическую, терапию за неэффективность (правда, не упоминая физиотерапию, в том числе лазерную, а также курорто-

логию), указывают на необходимость проведения «третичной профилактики» с целью уменьшения частоты осложнений после применения других методов лечения.

Главным звеном в патогенезе инфертильности, формирующейся при веногипертензии, по мнению С.Б. Артифексова (1992), является нарушение характера внутриорганной гемодинамики, и прежде всего посткапиллярный блок микроциркуляции и формирующаяся вследствие местной веноартериальной реакции неполная очаговая ишемия с затруднённым оттоком. Степень выраженности этих сдвигов определяется не только величиной давления в венах семенного канатика, но и достаточностью коллатеральных путей оттока крови, тогда как поражение контрлатерального яичка также ишемической природы обусловлено преимущественно ангиоспастическим нейрогенным механизмом. Формирование неполной очаговой ишемии с затруднённым оттоком определяет степень выраженности и скорость развития инфертильности, при этом основные факторы повреждения органов мошонки – местная циркуляторная гипоксия, цитотоксическое действие продуктов ПОЛ и метаболитов (лактат), а также нарушение эндокринного взаимодействия в системе «яичко–придаток» вследствие застоя, магистрализации кровотока и его перераспределение.

Недавно учёные из аргентинского Института биологии и экспериментальной медицины в Буэнос-Айресе пришли к выводу, что антигистаминные препараты могут вызывать снижение мужской фертильности. В ходе исследования биологи обратили внимание на то, что блокирование активности гистамина в долгосрочной перспективе оказывает отрицательное влияние на выработку тестостерона. Это, отмечают авторы работы, может привести к изменению формы сперматозоидов, снижению их активности и количества [Mondillo C. et al., 2018]. Масштабных исследований на людях с целью изучения связи антигистаминных препаратов и фертильности пока проведено не было, но в случае подтверждения этой информации возможности ЛТ могут быть задействованы в полной мере, поскольку антиаллергенные свойства НИЛИ хорошо известны.

В рамках темы книги, исходя из понимания механизмов БД НИЛИ, можно с высокой степенью уверенности утверждать, что патогенное влияние почти всех вышеперечисленных факторов может быть успешно нейтрализовано методами сочетанной и комбинированной лазерной терапии.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что практически ни в одном обзоре литературы и монографии, посвящённых мужскому бесплодию, нет упоминания о физиотерапевтических методах лечения. Тем не менее лазерная терапия, активно развивающаяся в последние годы, не только не имеет противопоказаний и побочных эффектов, но и обладает ярко выраженными протекторными свойствами [Москвин С.В., Хадарцев А.А., 2016], и самое главное – демонстрирует высочайшую эффективность лечения во многих областях медицины, в том числе в акушерстве и гинекологии [Фёдорова Т.А. и др., 2009], андрологии и урологии [Иванченко Л.П. и др., 2009; Москвин С.В., Горбани Н.А., 2010; Москвин С.В. и др., 2014], рекомендуется как составная часть комплексного решения проблемы бесплодия [Балтер Р.Б. и др., 2015], т. е. успешно применяется именно «профильными» специалистами.

Во многих случаях бездетный брак – проблема именно семейной пары [Балтер Р.Б. и др., 2015], но вполне очевидно, что для изучения вопросов взаимо-

действия сторон необходимо максимально подробно разобраться в соответствующих нарушениях, присущих каждому полу, а также обосновать возможность использования лазерной терапии. Мы рассматриваем только мужское бесплодие, но с перспективой изучения и вопроса возможного влияния НИЛИ на женскую фертильность, в том числе в рамках решения некоторых проблем, возникающих при экстракорпоральном оплодотворении (ЭКО).

Тип половой конституции является достоверным фенотипическим фактором, который имеет важное клиническое значение, так как позволяет прогнозировать результаты лечения мужского бесплодия и своевременно перейти к экстракорпоральным методам оплодотворения. В отличие от фертильных мужчин при бесплодии достоверно чаще встречается слабый и реже – средний тип половой конституции. На фоне патогенетической терапии улучшение показателей спермограммы и наступление беременности происходит достоверно чаще в супружеских парах, в которых мужчины с ослабленным средним и средним типом половой конституции. Мужчины со слабым типом половой конституции являются основными кандидатами для экстракорпорального оплодотворения [Ярман В.В., Новиков А.И., 2011].

В настоящее время в России реализуется программа развития медицинской науки на период до 2025 года, направленная на создание высокотехнологичных инновационных продуктов, обеспечивающих на основе трансфера инновационных технологий в практическое здравоохранение сохранение и укрепление здоровья населения [Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 2580-р]. Репродуктивное здоровье, инновационные фундаментальные технологии в медицине включены в 14 приоритетных научных платформ, однако документ ориентирован преимущественно на продвижение зарубежных достижений, а не развитие российских, среди которых выделяется такое направление науки и практики, как лазерная терапия.

Знание биомодулирующих процессов, происходящих в результате поглощения низкоинтенсивного лазерного излучения и лежащих в основе его лечебного действия, позволило нам обосновать и оптимизировать уже известные методики лазерной терапии практически во всех областях современной медицины. Напоминаем, что первичный механизм биомодулирующего действия НИЛИ заключается в ответной реакции организма на неспецифическое, т. е. не связанное с конкретными акцепторами, поглощение световой энергии, инициирующее кратковременное повышение концентрации ионов кальция в цитозоле различных клеток и распространение волн Ca^{2+} в них, а затем и в биотканях освещаемых органов. В результате развивается ответная реакция организма, уже вторичные процессы (механизмы), характеризующие, собственно, восстановление нормальной физиологии регулирования и выздоровления: пролиферации, гемодинамики, метаболизма и др. [Москвин С.В., 2008, 2014].

Ранее нами была проведена достаточно большая работа по анализу литературных данных, относящихся к вопросу возможного использования НИЛИ при лечении бесплодных мужчин, предложены и обоснованы методики лазерной терапии [Аполихин О.И., Москвин С.В., 2017, 2017⁽¹⁾; Боровец С.Ю., Москвин С.В., 2017; Москвин С.В. и др., 2017], этот материал в расширенном виде и лёг в основу книги.

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СВЕТА НА СПЕРМАТОГЕНЕЗ И КАЧЕСТВО СПЕРМЫ

Экспериментальные исследования

Использовать лазерный луч как инструмент для изучения различных физиологических процессов, в том числе регулирующих подвижность сперматозоидов, начали чуть ли не с момента появления самих лазеров [Goldstein S.F., 1969], давно убедившись в абсолютной безопасности когерентного света, при разумном подходе к выбору параметров лазерного воздействия и аккуратной работе с соответствующей аппаратурой.

Давно доказано, что не происходит не только деструкции ДНК спермы, но и вообще никаких изменений, даже при сверхбольших «дозах» (длина волны 808 нм, мощность 500 мВт, ЭП 147,5 Дж/см²) [Gabel P., Harrison K., 2009], использовании ИК (905 нм) импульсных лазеров с предельным для них значением ЭП (1,5 Дж/см²) [Firestone R.S. et al., 2012]. Отсутствие повреждения ДНК сперматозоидов человека установлено также для красного света (длина волны 633 нм), даже несмотря на то что при достаточно высокой плотности мощности (31 мВт/см²) освечивание проводили в течение 30 мин (!) [Preese D. et al., 2017].

Проверка на возможное мутагенное влияние УФ-лазера (длина волны 351 и 364 нм, мощность 175 мВт), который используется в лабораторной измерительной аппаратуре, на сперматозоиды показала отрицательный результат [Parrilla I. et al., 2004].

Более того, воздействие НИЛИ позволяет эффективно защитить репродуктивную систему от внешних стрессовых факторов [Гениатулина М.С. и др., 2016; Королев Ю.Н. и др., 2015], а также от патогенного действия радиации [Королев Ю.Н. и др., 2007, 2010; Макарова Н.П., 2006; Макарова Н.П. и др., 2005] и СВЧ-излучения [Шкуратов Д.Ю., Дроздов А.Л., 1998; Шкуратов Д.Ю. и др., 1997].

Негативное влияние на репродуктивную систему самцов мышей при сохранении оплодотворяющей способности проявляется только после освечивания 5 раз в неделю непрерывно 4 часа в день (!) при совершенно запредельных параметрах: длина волны 1064 нм, импульсный режим, мощность 5 МВт, длительность светового импульса 12 нс, частота 12,5 Гц, энергия импульса 0,03 Дж, а средняя мощность 360 мВт (!) только ... через 35 дней [Березницкая А.Н. и др., 1982]. В работе С.В. Горюнова (1996) также продемонстрировано, что экспозиция 30 мин абсолютно недопустима, поскольку при освечивании спермы *in vitro* как непрерывным, с длиной волны 633 нм, так и импульсным лазерным светом с длиной волны 890 нм ингибируются метаболические процессы и снижается число подвижных сперматозоидов в эякуляте. При том что средняя мощность лазерного света была всего 2 мВт (плотность мощности не указана).

Другими словами, для того чтобы навредить лазерным светом, нужно очень и очень постараться, при этом достаточно хорошо известны протекторные свойства НИЛИ.

Многочисленные исследования подтверждают положительное влияние НИЛИ на сперматозоиды животных, выражающееся в улучшении различных показателей [Адамковская М.В., 2004; Дроздов А.Л. и др., 2014; Патарая Л.М. и др., 1983; Abdel-Salam Z. et al., 2011; Abdel-Salam Z., Harith M.A., 2015; Corral-Baqués M.I., 2011; Corral-Baqués M.I. et al., 2005, 2006, 2009, 2009⁽¹⁾; Dreyer T.R. et al., 2011; Drozdov A.L. et al., 2014; Fujiwara A. et al., 1991; Iaffaldano N. et al., 2005, 2010, 2013; Lubart R. et al., 1992, 1996, 1997, 2013; Marin M.L., Velez J.R., 1980; Salman Yazdi R. et al., 2010, 2014; Sato H., 1986; Sato H. et al., 1984; Siqueira A.F.P. et al., 2016; Wenbin Y. et al., 1996; Zan-Bar T. et al., 2005], повышении продолжительности жизни клеток [Шкуратов Д.Ю., Дроздов А.Л., 1998; Шкуратов Д.Ю. и др., 1997] и вероятности оплодотворения [Васильев В.С., Раковский Я.П., 1997; Лисиченко Н.Л. и др., 2000; Amaroli A. et al., 2017].

Однако необходимо заметить, что условия проведения этих исследований существенно различались, кроме того, далеко не везде достаточно полно указаны все параметры методики лазерного освечивания (табл. 18), что не позволяет оценить достоверность и воспроизводимость всех результатов.

В принципе на скорость сперматозоидов и подвижность *in vitro* влияет достаточно много химических и физических факторов, таких как кофеин, калликреин, брадикинин, температура окружающей среды и др. [Sato H., Schill W.-B., 1987; Traub A.I. et al., 1982], но лазерное освечивание обладает тем преимуществом, что эффект не просто выражен, а сохраняется в течение длительного времени, и это дополнительно подтверждает естественный характер такого регулятора физиологических процессов.

С экспериментальными работами разобраться порой бывает нелегко, и также необходимо учесть, что в клинике закономерности экспериментальных исследований воспроизводятся весьма ограниченно, только качественно и при выполнении многих условий [Москвин С.В., 2014]. Поэтому оптимизация параметров лазерных терапевтических методик порой оказывается весьма непростой задачей. Одно дело освечивать сперму животных перед искусственным оплодотворением, и совершенно другое – лечить человека, когда необходимо учитывать множество дополнительных факторов влияния на процесс выздоровления. Кроме того, процессы физиологического регулирования у человека значительно отличаются от физиологии млекопитающих.

Например, в экспериментальной части работы А.А. Симодейко (1994) использовался гелий-неоновый лазер (длина волны 633 нм, непрерывный режим) мощностью 12 мВт при значительном варьировании экспозицией, количеством и локализацией зон освечивания у крыс, тогда как для клиники выбрали мощность 20 мВт, а освечивали только яички в 4 местах и только по 2 мин. И сделано это было исключительно с целью выбора наиболее оптимальных режимов лазерной терапии. Такой подход, вне всяких сомнений, нужно принимать как единственно правильный.

Таблица 18

Экспериментальные исследования по изучению влияния НИЛИ на сперматогенез и качество спермы

№ п/п	Экспериментальная модель	Результат	Параметры освечивания*	Ссылка
1	Жеребцы-производители	Активация половых рефлексов жеребцов (уменьшилось время подготовки к садке в 2–3 раза и количество садок, затраченных на 1 эякулят), повышение активности спермиев и зажеребляемости (оплодотворяемости) кобыл	<ol style="list-style-type: none"> 890 Импульсный 5–7 Вт – 500 0,5–1 (–) Энергетическая плотность, Дж/см² 10 Ежедневно Лазерная акупунктура и наружно на семенники 	Адамковская М.В., 2004
2	Сперма хряков	Структурные изменения в элементах спермы хряка, в основном в липидном компоненте	<ol style="list-style-type: none"> 633 – 0,7–0,8 мВт – – 15/30/60/120 с – – – – 	Лисиченко Н.Л. и др., 2000
3	Сперма азиатских буйволов	Улучшение показателей качества спермы. Максимальное улучшение качества спермы достигнуто через 4 минуты воздействия	<ol style="list-style-type: none"> 532 Непрерывный 1 мВт 1,32 мВт/см² – 1–5 0,076/0,15/0,23/0,31/0,38 Дж/см² – – – 	Abdel-Salam Z. et al., 2011

Продолжение табл. 18

№ п/п	Экспериментальная модель	Результат	Параметры освечивания*	Ссылка
4	Сперматозоиды, яйца, зиготы, эмбрионы и личинки морского ежа <i>Paracentrotus lividus</i>	НИЛИ не вызвало повреждений гамет, зиготы генерируют нормальные эмбрионы и личинки. Кроме того, чрезмерная стимуляция некоторых сперматозоидов, приводящая к ускоренному делению зигот морских ежей, не является вредной для правильного эмбриогенеза	<ol style="list-style-type: none"> 808 Непрерывный 1/3 Вт — — — 64/192 Дж/см² — — — 10. Контактно к поверхности пробирки Эппендорфа или камеры многолучевого планшета 	Amaroli A. et al., 2017
5	Сперма собаки	Повышение подвижности сперматозоидов, снижение скорости образования L-лактата	<ol style="list-style-type: none"> 655 — 21,7 мВт — — 103/154/258 с 4/6/10 Дж/см² — — — 10. Сверху, чтобы весь образец освещивался гомогенно 	Corral-Baqués M.I. et al., 2005
6	Сперма собаки	Наибольшие изменения произошли при мощности 49,7 мВт сразу после освечивания: значительное увеличение прогрессивной скорости (VSL), средней скорости пути (VAP), линейного коэффициента (LIN), прямолинейности (STR), колебания (WOB), частоты перекрестного удара (BCF) и уменьшение средней амплитуды смещения боковой поверхности (ALH). Сохранение параметров подвижности сперматозоидов через 45 мин после освечивания наблюдалось только при мощности 6,84 мВт	<ol style="list-style-type: none"> 655 Непрерывный 6,8/15,4/33,1/49,7 мВт — — — 3,34 Дж (5,97 Дж/см²) — — — 	Corral-Baqués M.I. et al., 2009

Продолжение табл. 18

№ п/п	Экспериментальная модель	Результат	Параметры освечивания*	Ссылка
7	Сперма быка	В показателях подвижности не было отличий. Отмечалось увеличение генерации АФК при 5 мВт по сравнению с 7,5 и 10 мВт и при 10-минутном освечивании по сравнению с 1 и 5 мин. При мощности 5 мВт по сравнению с 7,5 и 10 мВт наблюдали больше повреждений акросомальной/плазматической мембраны и более высоким межмитоохондриальным потенциалом	<ol style="list-style-type: none"> 1. 633 2. — 3. 5/7,5/10 мВт 4. — 5. — 6. 1/5/10 7. 30, 150, 300 / 45, 230, 450 / 60, 300, 600 мДж/см² 8. — 9. — 10. Через фильтр для гомогенного освечивания образца 	Dreyer T.R. et al., 2011
8	Сперма морских ежей	Увеличение локомоторной активности сперматозоидов, увеличение процента активных клеток в 2–5 раз в зависимости от времени после воздействия	<ol style="list-style-type: none"> 1. СИД 650 / лазер 635 2. — 3. — 4. 90/250/750/290 мВт/см² 5. — 6. — 7. 0,07/0,7/77/70/3 мДж/см² 8. — 9. — 10. Матрица 19 СИД на расстоянии 10 см / на расстоянии 12,5 см 	Drozdov A.L. et al., 2014
9	Сперма морских червей типа эхиуры <i>Urechis uncinatus</i>	Частота дыхания сперматозоидов в присутствии СО увеличилась при освечивании пропорционально флюенсу. Чёткий большой пик был получен при длине волны 430 нм. Широкие наибольшие максимумы были также обнаружены при 530 и 570 нм	<ol style="list-style-type: none"> 1. 350 (флюенс $7,7 \times 10^{15}$ фотон/см²/с) 2. 400 ($6,5 \times 10^{15}$) 3. 430 ($9,9 \times 10^{15}$) 4. 450 ($1,1 \times 10^{16}$) 5. 500 ($1,0 \times 10^{16}$) 6. 530 ($1,1 \times 10^{16}$) 7. 570 ($1,0 \times 10^{16}$) 8. 600 ($9,7 \times 10^{15}$) 9. 650 ($7,9 \times 10^{15}$) 	Fujiwara A. et al., 1991

Продолжение табл. 18

№ п/п	Экспериментальная модель	Результат	Параметры освечивания*	Ссылка
10	Сперма кролика	При хранении спермы в жидкой среде в освещенных образцах сохранились качественные функции сперматозоидов (подвижность, целостность акросомы, жизнеспособность). Происходит стимуляция митохондриальной дыхательной цепи спермы, что повышает жизнеспособность клеток спермы	1. 633 2. Непрерывный 3. 6 мВт 4. — 5. — 6. — 7. 3,96/6,12/9 Дж/см ² 8. — 9. — 10. —	laffaldano N. et al., 2010
11	Сперма криоконсервированная/размороженная: курицы, фазаны, индейки	Восстановление подвижности замороженной/размороженной спермы. Увеличение подвижности сперматозоидов в сперме индейки; активности цитохром-с-оксидазы (СОХ) в сперме фазана и индейки	1. 633 2. Непрерывный 3. 6 мВт 4. — 5. — 6. — 7. 3,96 Дж/см ² 8. — 9. — 10. —	laffaldano N. et al., 2013
12	Сперма быка	Происходит ускорение транспорта Ca ²⁺ , что означает, что лазерный свет может стимулировать обмен Ca ²⁺ через клеточную мембрану. Это может вызвать переходные изменения в цитоплазме Ca ²⁺ , которая в сперматозоидах играет регуляторную роль в контроле подвижности и акросомной реакции, а в других клетках может вызвать митоз	1. 630/780 2. — 3. 35 и 10 / 13 и 40 мВт 4. — 5. — 6. — 7. 2–30 Дж/см ² 8. — 9. — 10. —	Lubart R. et al., 1992

Продолжение табл. 18

№ п/п	Экспериментальная модель	Результат	Параметры освечивания*	Ссылка
13	Сперма быка	Наблюдалось ускоренное поглощение Ca^{2+} митохондриями после освечивания He-Ne-лазером и ингибирование после освечивания лазером высокой интенсивности. АТФ-зависимое поглощение Ca^{2+} везикулами клеточных мембран спермы не изменялось при освечивании 633 нм и было усилено при 780 нм	<ol style="list-style-type: none"> 1. 633/780 2. — 3. 13/24 мВт 4. 0,03–1,2 Вт/см² 5. — 6. 1–15 мин 7. — 8. — 9. — 10. — 	Lubart R. et al., 1996
14	Сперма быка	Ингибирование поглощения Ca^{2+} митохондриями спермы и усиление связывания Ca^{2+} с мембранами сперматозоидов	<ol style="list-style-type: none"> 1. 780 2. — 3. 3–25 мВт 4. — 5. — 6. 1–20 мин 7. — 8. — 9. — 10. — 	Lubart R. et al., 1997
15	Сперма человека, пациенты с астенозооспермией	Повышение поступательной подвижности сперматозоидов. Особенно значительное повышение отмечалось при 4 и 6 Дж/см ² в течение 60 и 45 мин соответственно	<ol style="list-style-type: none"> 1. 830 2. Непрерывный 3. 100 мВт 4. — 5. — 6. 26,8/40,2/67 с 7. 4/6/10 Дж/см² 8. — 9. — 10. Сверху, чтобы весь образец освещивался гомогенно 	Salman Yazdi R. et al., 2014

Окончание табл. 18

№ п/п	Экспериментальная модель	Результат	Параметры освечивания*	Ссылка
16	Сперма человека, здоровые пациенты и с бесплодием	Стимуляция подвижности сперматозоидов (наибольшая при 32 Дж/см ²), но не их скорости. Вероятно, происходит стимуляция немобильных живых сперматозоидов	1. 647 2. — 3. — 4. — 5. — 6. 80/160 с 7. 0,5/1,0/2,0/4,0/8,0/32 Дж/см ² 8. — 9. — 10. —	Sato H. et al., 1984
17	Сперма быка	Модуляция функции спермы при освечивании 10 мин, повышение митохондриального потенциала и подвижности сперматозоидов	1. 633 2. Непрерывный 3. 5/7,5/10 мВт 4. 0,51/0,765/1,02 мВт/см ² 5. — 6. 5 и 10 7. 0,156 и 0,312 / 0,234 и 0,468 / 0,312 и 0,624 Дж/см ² 8. — 9. — 10. Гомогенно на всю поверхность чашки	Siqueira A.F.P. et al., 2016
18	Сперма барана и тилапия	УФ и синий свет генерирует высокий уровень ROS, что приводит к снижению подвижности и фертильности. Красный и белый свет, которые вызывают низкие уровни ROS, улучшили подвижность и фертильность спермы тилапии, и только красный свет слегка улучшил подвижность в сперме баранов	1. 400–800/660/360/294 2. — 3. 40/10/1,5/0,1 мВт/см ² 4. — 5. — 6. — 7. — 8. — 9. — 10. —	Zan-Bar T. et al., 2005

Примечание. * — последовательность представления параметров лазерного освечивания: 1 — длина волны, нм; 2 — режим работы лазера; 3 — мощность; 4 — плотность мощности; 5 — частота, Гц; 6 — экспозиция на 1 зону (общее время процедуры), мин; 7 — энергетическая плотность, Дж/см²; 8 — количество процедур на курс; 9 — периодичность; 10 — методика.

Именно повышение концентрации Ca^{2+} , в том числе вызванное лазерным освечиванием, стимулирует работу митохондрий и синтез АТФ [Москвин С.В., 2014; Alexandratou E. et al., 2002], что, как известно, играет ключевую роль в обеспечении подвижности сперматозоидов [Алоян К.А. и др., 2013; Rossato M. et al., 2001; Ruiz-Pesini E. et al., 1998]. Указывается также на связь между Ca^{2+} -зависимым высвобождением NO (оксида азота) в освещаемых сперматозоидах с повышением их активности [Ankri R. et al., 2010].

С позиций термодинамической модели механизмов БД НИЛИ, в основе которой лежит первичный процесс – инициирование светом Ca^{2+} -зависимых процессов внутри клеток и в тканях [Москвин С.В., 2008], мы и будем анализировать возможные пути оптимизации различных вариантов методик лазерного освечивания с терапевтическими целями. Систематизировать крайне противоречивые данные исследований другим способом, кроме методов системного анализа, опираясь на прекрасно зарекомендовавшую себя концепцию, не представляется возможным.

Оптимизация энергетических параметров лазерного освечивания (мощность, плотность мощности, экспозиция) *in vitro*

По мнению Н.А. Лисиченко с соавт. (2000⁽¹⁾), в основе механизма благотворного влияния НИЛИ на сперматозоиды лежат вызываемые лазерным светом структурные изменения, в основном затрагивающие липидную компоненту клеток. Косвенным подтверждением правильности сделанных выводов стала оптимизация режимов лазерного освечивания, используемых в технологии активации спермы хряков перед искусственным осеменением свиноматок, применение которой позволило получить больший процент жизнеспособного молодняка и значительно сократить количество прохолостов. В работе лазерным лучом (диаметр 1 мм, длина волны 633 нм, мощность 0,7–0,8 мВт) проводили сканирование суспензии клеток в течение 10 мин. Оптимальная экспозиция (рис. 12–15), установленная по интенсивности свечения (F) флуоресцентных зондов: АНС (1-анилинонафтален-8-сульфонат, $\lambda_{\text{возб}} = 365$ нм) и ДСМ (4-N-диметиламиностерил-1-метилпиридиний-N-толуолсульфонат, $\lambda_{\text{возб}} = 460$ нм), находится в диапазоне 30–60 с.

Экспериментально определены параметры стимулирующего и угнетающего действия НИЛИ с длинами волн 633 и 890 нм применительно к сперматозоидам животных и человека. Установлено, что максимальным криозащитным действием обладает импульсное ИК НИЛИ (длина волны 890 нм, мощность 8 Вт, частота 1000 Гц), причём при экспозиции 30 с, что позволяет повысить криоустойчивость клеток к повреждающим факторам в 2 раза, а освечивание непрерывным НИЛИ красного спектра (длина волны 633 нм, мощность 2 мВт, плотность мощности $0,6 \text{ мВт/см}^2$) – только в 1,5 раза (по отношению к контролю). При увеличении экспозиции до 60 с наблюдается обратный эффект, угнетение защитной функции [Гаткин Е.Я., Пырикова С.И., 2001; Пырикова С.И., 2002, 2004], что подтверждает результаты более ранних исследований [Гаткин Е.Я. и др., 1993].

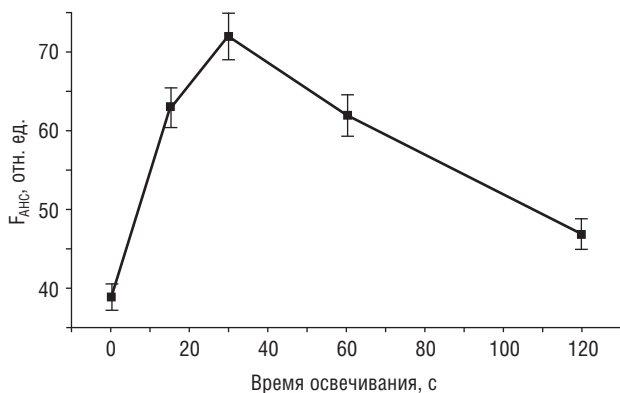


Рис. 12. Зависимость интенсивности флуоресценции АНС⁻ в суспензии сперматозоидов от экспозиции НИЛИ (Лисиченко Н.Л. и др., 2000⁽¹⁾)

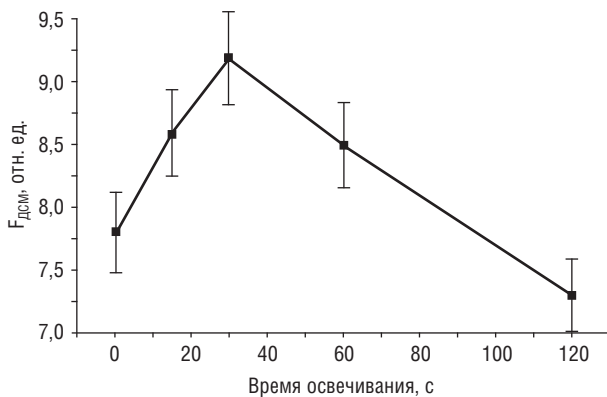


Рис. 13. Зависимость интенсивности флуоресценции ДСМ⁺ в суспензии сперматозоидов хряка от времени воздействия НИЛИ (Лисиченко Н.Л. и др., 2000⁽¹⁾)

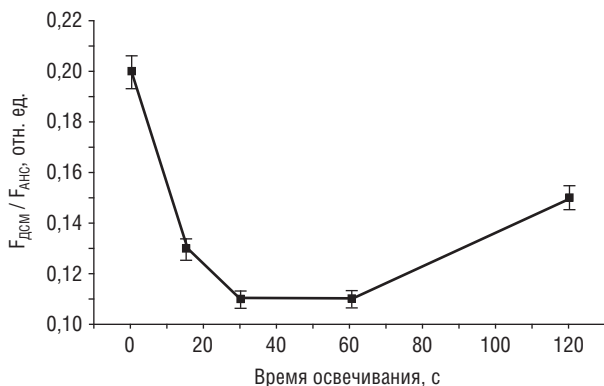


Рис. 14. Зависимость отношения $F_{ДСМ+}/F_{АНС}$ при различном времени воздействия НИЛИ на суспензию сперматозоидов хряка (Лисиченко Н.Л. и др., 2000⁽¹⁾)

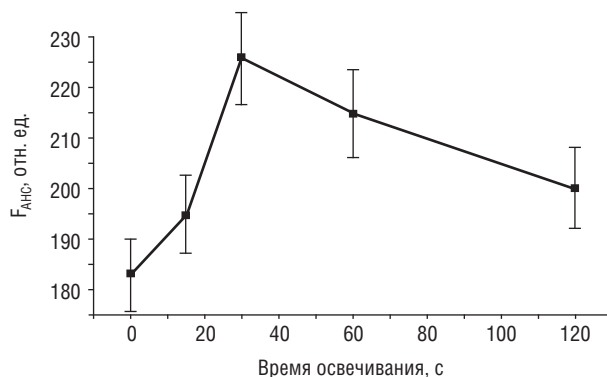


Рис. 15. Зависимость интенсивности флуоресценции АНС⁻ во внеклеточной среде спермы хряка от времени воздействия НИЛИ (Лисиченко Н.Л. и др., 2000⁽¹⁾)

Однако эти выводы противоречат заключению Z. Abdel-Salam с соавт. (2011), которые при освещивании непрерывным НИЛИ (длина волны 532 нм, плотность мощности 1,32 мВт/см²), исходя из числа подвижных сперматозоидов азиатского буйвола, получили оптимальную экспозицию 4 мин (рис. 16). Также изучались показатели подвижности (скорость, траектория движения, амплитуда). Различия с представленными выше данными (рис. 12–15) наблюдались и в самой динамике отклика на воздействие (экстремум и модуляция), что вряд ли может быть связано с выбором животных и длиной волны лазерного излучения, вероятнее всего, это объясняется выбором экспериментальной модели.

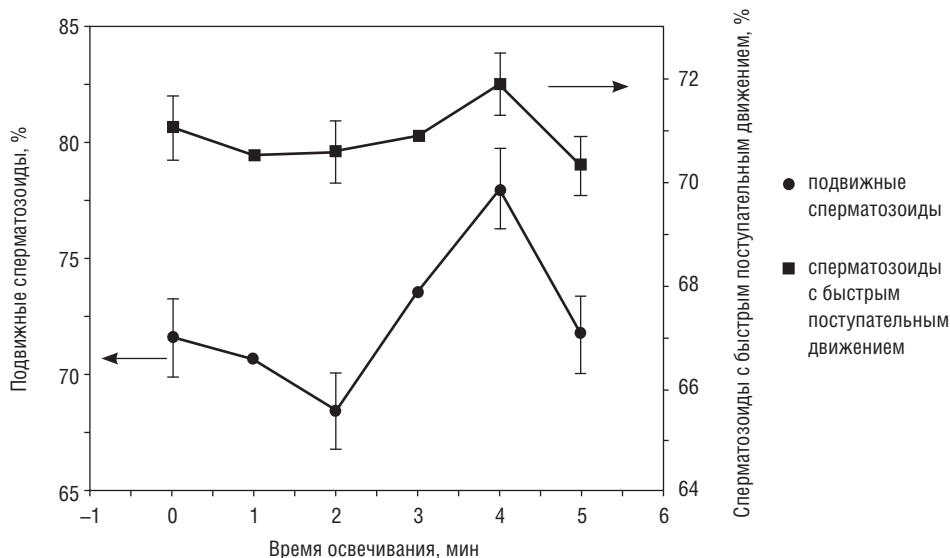


Рис. 16. Изменение числа сперматозоидов в зависимости от времени освечивания НИЛИ (Abdel-Salam Z. et al., 2011)

Показано, что Ca^{2+} -зависимое высвобождение NO в сперматозоидах выше, чем в эндотелиальных клетках, причём синий свет более эффективен, чем красный, а оптимальная экспозиция составляет 5 мин [Ankri R. et al., 2010].

Совершенно иные результаты продемонстрированы А.Ф.Р. Siqueira с соавт. (2016), которые освечивали размороженную бычью сперму непрерывным НИЛИ (длина волны 633 нм, мощность 5; 7,5 и 10 мВт), получив выраженный эффект (повышение подвижности сперматозоидов и митохондриального потенциала) только при экспозиции 10 мин (мощность 7,5 мВт) и отсутствие результата для экспозиции 5 мин. Интересно, что авторы, показав неравнозначность результатов при одинаковой ЭП («дозе») – 0,312 Дж/см² (светили 5 мин при мощности 10 мВт и 10 мин при мощности 5 мВт – результат был только во втором случае), продолжали упорно следовать традициям «доз» без указания фактических параметров. В частности, в статье не указана ПМ, хотя по косвенным признакам можно предположить, что площадь светового пятна была равна 1 см², т. е. ПМ была в диапазоне 5–10 мВт/см². Но если сравнивать эти результаты с другими работами, где также использовался ГНЛ (длина волны 633 нм), указана плотность мощности (2–6 мВт/см²) и освечивали не только размороженную сперму быка, но и человека, то корреляция отсутствует полностью, поскольку аналогичное (на 20–30%) повышение подвижности достигнуто при экспозиции 17–20 мин (варьирование временем не проводили), если опять же перевести на нормальный язык указанную «дозу» 2–8 Дж/см² [Васильев В.С., 2000]. При описании своей методики Т.А. Стрелкова с соавт. (2003) указали длину волны (633 и 850 нм) и мощность (0,2–0,3 и 5 мВт соответственно), какая плотность мощности и в каких условиях освечивались сперматозоиды человека, не уточняется. Однако авторы пришли к выводу, что оптимальная экспозиция – 2 и 4 мин (были ещё 1, 3 и 5 мин).

Напрашивается сам собой вывод, что во всех этих публикациях некорректно указаны параметры лазерного освечивания, что не позволяет сделать какие-либо заключения для практического использования полученных результатов. Хотя интересное наблюдение описали Т.А. Стрелкова с соавт. (2003): «НИЛИ действует неоднозначно, «выбраковывая» неполноценные и аномальные клетки, но оказывая стимулирующее влияние на спермии, способные к оплодотворению, увеличивая их подвижность. При патологии (астеноспермии, олигозооспермии) НИЛИ оказывает угнетающее действие на сперму. Наибольший эффект замечен у красного спектра (633 нм)». Сложно комментировать эти выводы, к авторам есть много вопросов, тем не менее задуматься над тем, насколько важно определиться с наиболее оптимальными параметрами терапевтической методики, стоит.

В другом исследовании для лазерного освечивания спермы собак по оценке полноценности мембраны хвостовой части сперматозоида (гипоосмотический тест) оказался оптимальным временной диапазон 1,5–2,5 мин. Продукция L-лактата (молочной кислоты) максимально снижалась при экспозиции 2,5 мин (длина волны 655 нм, непрерывный режим, мощность 21,7 мВт, площадь пятна 0,56 см²). Было высказано предположение, что после лазерного освечивания возрастает биодоступность энергии АТФ, активируется метаболизм и окислительное фосфорилирование (аэробный гликолиз) вместо образования лактата в резуль-

тате анаэробного гликолиза, что повышает функциональность сперматозоидов (происходит увеличение их скорости и линейного коэффициента подвижности) [Corgal-Vaqués M.I. et al., 2005]. Оптимальная плотность мощности определялась по изменению состояния субпопуляции сперматозоидов в течение 45 мин после окончания освечивания [Corgal-Vaqués M.I. et al., 2006, 2009].

Но самое интересное, что в работе M.I. Corgal-Vaqués (2011) не было обнаружено повышения содержания активных форм кислорода (АФК) в митохондриях, хотя огромное число как экспериментальных, так и клинических работ свидетельствует об активизации антиоксидантной системы и увеличения генерации АФК [Dreyer T.R. et al., 2011]. Отсутствие изменений в фосфорилировании тирозина, как объяснение увеличения подвижности сперматозоидов [Corgal-Vaqués M.I., 2011], не вызывает удивления, поскольку их функциональность определяется и другими факторами.

Снижение содержания лактата является одним из признаков повышения оксигенации тканей, происходящей в результате лазерного освечивания [Жуков Б.Н. и др., 1999, 2003], и это обстоятельство возможно учитывать при клиническом применении НИЛИ.

T.R. Dreyer с соавт. (2011) вообще не обнаружили зависимости изменения подвижности клеток спермы быка от экспозиции (1, 5 и 10 мин) и мощности (5, 7,5 и 10 мВт) НИЛИ (длина волны 633 нм, непрерывный режим). Генерация АФК была выше при мощности 5 мВт по сравнению с 7,5 и 10 мВт и при экспозиции освечивания 10 мин по сравнению с 1 и 5 мин. Методом ИК-Фурье-спектроскопии показано, что количество липидов обратно пропорционально содержанию АФК, имеется прямая связь между этим параметром и морфологическими изменениями в плазматической/акросомальной мембране, в основном в экваториальной области – т. е. при таких параметрах освечивания уже имел место оксидативный стресс, что, по мнению авторов, требует проведения дополнительных исследований для установления оптимальных режимов [Dreyer T.R. et al., 2011]. Из данного исследования можно уверенно сделать только один вывод – светить 10 мин на клетки спермы быков (по крайней мере) нельзя. Кроме того, эти данные отчасти противоречат цитируемому выше более позднему исследованию этой же группы авторов [Siqueira A.F.P. et al., 2016].

Необходимо заметить, что выводы о *ведущей* роли активных форм кислорода в стимулировании НИЛИ различных процессов имеют место в достаточно большом числе работ [Cohen N. et al., 1998; Lavi R. et al., 2005, 2010; Lubart R. et al., 1999, 2003, 2005; Shahar S. et al., 2011]. Однако они ошибочны, поскольку АФК являются лишь вторичными продуктами активированного НИЛИ клеточного метаболизма [Москвин С.В., 2014; Alexandratou E. et al., 2002], т. е. следствием, а не причиной. Повышение концентрации Ca^{2+} вызывает образование АФК и активацию АОС в целом, а не наоборот [Meier V. et al., 1991]! Это косвенно подтверждается тем, что кинетика высвобождения АФК зависит от энергии, а не от мощности НИЛИ, а важнейшей составляющей является экспозиция [Pal G. et al., 2007], и не может быть результатом прямой фотохимической реакции, при которой важнее именно мощность светового источника. Более того, прямыми экспериментами показано,

что АФК высвобождаются под действием НИЛИ через активацию Ca^{2+} -зависимых механизмов [Suzuki K.-J. et al., 2005; Takahashi I. et al., 2005].

Внутриклеточная концентрация Ca^{2+} в сперматозоидах мышей повышается до максимальных значений через 100 с освечивания непрерывным НИЛИ (длина волны 633 нм, мощность 7–8 мВт, плотность мощности не указана). На рис. 17 представлена зависимость скорости поглощения Ca^{2+} мембранами клеток от времени их освечивания, коррелирующей с увеличением оплодотворяющей способности спермы (рис. 18). Стимулирующий эффект сохраняется в течение 30 мин. При использовании ИК НИЛИ с длиной волны 780 нм (мощность 25 мВт) никаких изменений ни по одному показателю (смотрели также АФК) не наблюдали, даже при экспозиции 10 мин [Cohen N. et al., 1998], хотя в более ранней работе ими же было показано, что ИК (также 780 нм) лазерный свет блокирует поглощение Ca^{2+} митохондриями спермы, стимулируя процесс связывания Ca^{2+} плазматическими мембранами спермы [Lubart R. et al., 1992, 1997], даже при

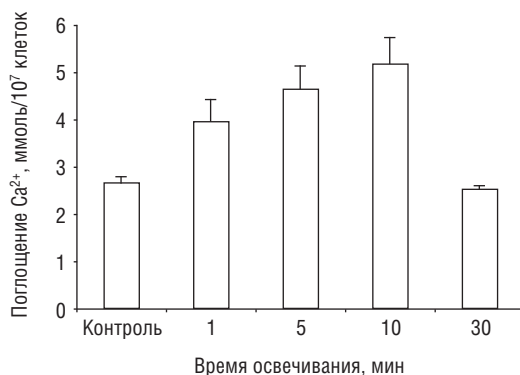


Рис. 17. Динамика поглощения Ca^{2+} в сперматозоидах мышей после освечивания непрерывным НИЛИ с длиной волны 633 нм (Cohen N. et al., 1998)

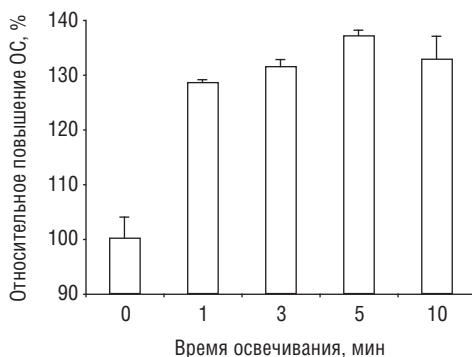


Рис. 18. Динамика изменения оплодотворяющей способности (ОС) сперматозоидов мыши после непрерывного НИЛИ с длиной волны 633 нм (Cohen N. et al., 1998)

мощности 10 мВт [Lubart R. et al., 1996]. Противоречия в данных, полученных одной группой авторов, сложно объяснить.

На прямую связь между повышением внутриклеточной концентрации Ca^{2+} , стимулированием клеточного метаболизма и оплодотворяющей способности сперматозоидов как животных, так и человека, указывается во многих работах этих же исследователей [Breitbart H. et al., 1990, 1990⁽¹⁾, 1996; Lubart R. et al., 1992–2005].

В красной области спектра для экспериментов чаще всего выбирают длину волны 633 нм из-за доступности гелий-неоновых лазеров (это их основная, но не единственная длина волны), хотя и не всегда. Н. Sato с соавт. (1984) воздействовали на сперматозоиды человека НИЛИ с длиной волны 647 нм (криптоновый лазер) и показали, что если их подвижность зависит от экспозиции, то на скорость перемещения освечивание почти никак не влияет (рис. 19). В работе указаны только экспозиция и ЭП, по которым можно рассчитать ПМ (табл. 19).

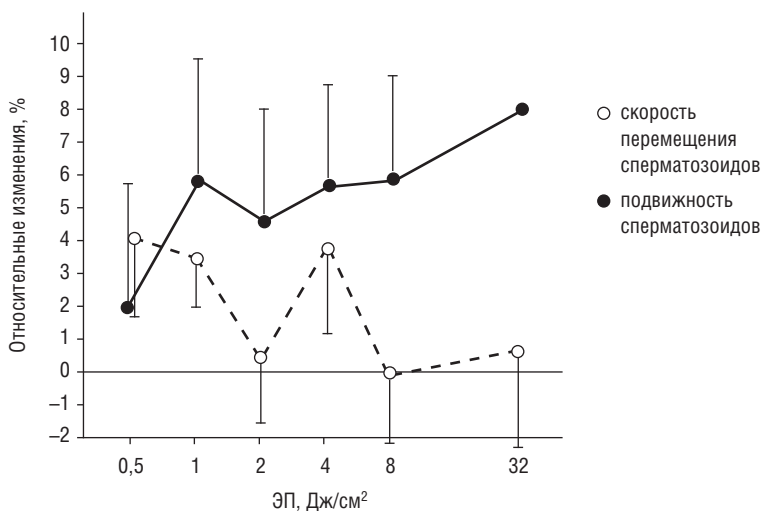


Рис. 19. Зависимость скорости перемещения и подвижности сперматозоидов человека при различных энергетических плотностях освещения НИЛИ (длина волны 647 нм) (Sato H. et al., 1984)

Таблица 19

Параметры освечивания для различных значений ЭП (Sato H. et al., 1984)

ЭП, Дж/см²	Экспозиция, с	ПМ, мВт/см²
0,5	80	6,25
1,0	80	12,5
2,0	80	25,0
4,0	80	50,0
8,0	80	100,0
32,0	160	200,0

Из серии других исследований также мало что понятно с точки зрения оптимальных параметров лазерного воздействия, известно только, что оптимальная ЭП («доза») для улучшения качества спермы индейки составляет от 3,24 до 5,4 Дж/см², более низкие значения ЭП (0,144–1,8 Дж/см²) неэффективны, а большие (7,5–10,8 Дж/см²) приводят к повреждению клетки [Iaffaldano N. et al., 2005]. Такие же значения ЭП (около 4 Дж/см²) оптимальны для повышения сохранности спермы кроликов [Iaffaldano N. et al., 2010] и восстановления подвижности криоконсервированных сперматозоидов птиц (фазан, курица, идейка) [Iaffaldano N. et al., 2013]. Однако воспроизвести результаты этих исследований невозможно по причине отсутствия всех параметров методики освечивания. Указаны только длина волны (633 нм), мощность (6 мВт) и ссылка к раннему исследованию, где даётся только временной диапазон от 1 до 10 мин [Passarella S. et al., 1981]. Можно лишь предположить, что если «повреждающая» ЭП (10,8 Дж/см²) достигалась при экспозиции 10 мин, то ПМ составляла при этом 18 мВт/см² с оптимальной экспозицией освечивания от 180 с (3 мин) до 300 с (5 мин), что совпадает с некоторыми другими данными, которые приводятся выше.

Достаточно часто в специализированной литературе возникают дискуссии о роли монохроматичности (ширины спектра) света, который используется в соответствующих исследованиях.

В одной из работ на сперматозоиды серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*), находящихся в чашках Петри, воздействовали монохроматическим (лазерные диоды, длина волны 635 нм, ширина спектра 2 нм) и широкополосным квазимонохроматическим светом – светоизлучающие диоды (СИД, длина волны в максимуме 650 нм, ширина спектра 20 нм). Матрицу диаметром 12 см, содержащую 19 СИД, располагали на штативе на высоте 10 см от стола, плотность мощности (ПМ) на уровне стола составляла 90, 250 и 750 мкВт/см², а энергетическая плотность (ЭП) – $7 \cdot 10^{-5}$, $7 \cdot 10^{-4}$, $7 \cdot 10^{-3}$ и $7 \cdot 10^{-2}$ Дж/см². Лазерный диод располагали на штативе на высоте 12,5 см от поверхности стола, ПМ лазерного света составляла 290 мкВт/см², а ЭП – $3 \cdot 10^{-3}$ Дж/см². В качестве контроля использовали суспензию сперматозоидов, находившихся в чашке Петри, которую держали в темноте. В качестве критерия был выбран фактор активности – процент активных сперматозоидов, которые за время между последовательными кадрами съёмки (40 мс) сдвигаются со своего места на расстояние, превышающее 2,5 мкм (примерно половина длины сперматозоида). При этом скорость таких активных сперматозоидов должна превысить порог 62 мкм/с. На рис. 20 и 21 представлены результаты таких измерений, которые достоверно отличались от контроля ($p < 0,05$, $n = 3$) [Дроздов А.Л. и др., 2014; Drozdov A.L. et al., 2014].

Активность сперматозоидов через 15 мин после освечивания приблизительно в равной степени стимулировалась как немонахроматическим светом с разной ЭП (7 и 70 мДж/см²), так и НИЛИ (3 мДж/см²), но через 105 мин наблюдений значительно снизилась (но оставаясь выше контроля) у сперматозоидов, которые освечивали НИЛИ, и выросла у клеток, на которые воздействовали немонахроматическим светом [Дроздов А.Л. и др., 2014; Drozdov A.L. et al., 2014].

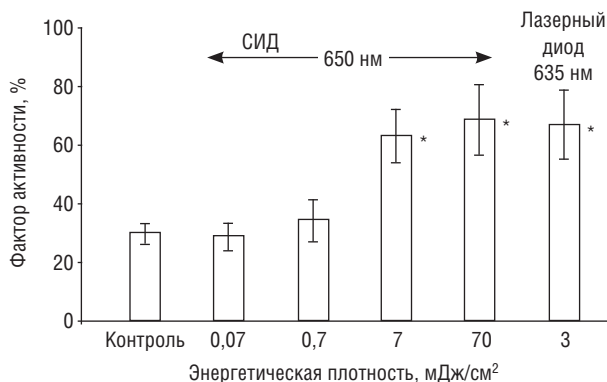


Рис. 20. Фактор активности сперматозоидов спустя 15 мин после освечивания разными источниками света, длинами волн и ЭП (Дроздов А.Л. и др., 2014)

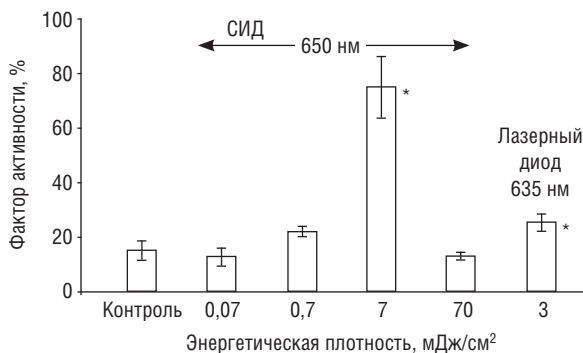


Рис. 21. Фактор активности сперматозоидов спустя 105 мин после освечивания разными источниками света, длинами волн и ЭП (Дроздов А.Л. и др., 2014)

Однако торопиться с выводами относительно большей эффективности СИД не стоит. Исследование лишь качественно подтверждает возможность повышения активности (подвижности) сперматозоидов без ответа на вопрос об оптимальных параметрах освечивания. Во-первых, достоверность сравнения нивелируется различием в длине волны используемых источников света. Возможно, в этом был какой-то смысл, но авторы его не раскрывают, а в другом исследовании на аналогичной модели показано, что именно 635 нм более эффективная длина волны, чем 650 нм [Fujiiwara A. et al., 1991]. Во-вторых, если экспозиция, судя по всему, выбрана оптимальная (100 с), как блестяще доказал один из соавторов этой работы [Karu T. et al., 1994], то оптимальная ПМ и ЭП для лазерного света выбрана в 300 раз меньше рекомендуемой им же. Энергетическая плотность 1 Дж/см² является наиболее оптимальной именно при экспозиции 100 с, что подтверждено множеством работ. Почему другие значения выбраны в данном исследовании [Drozdoz A.L. et al., 2014], совершенно непонятно. В-третьих, большое сомнение вызывает ПМ, заявленная для СИД. Зачем нужны 19 светодиодов,

чтобы получить такие микроскопические значения мощности? Достаточно было одного светодиода, да и то с минимальной мощностью, не более 10 мВт (кстати, это самые простые и дешёвые СИД). При таких геометрических параметрах конструкции каждый СИД обеспечивал освечивание пятна порядка 1 см^2 , следовательно, мощность их снижали до 50 мкВт, что практически реализовать весьма проблематично. Смысл таких усложнений совершенно непонятен.

В работе А. Fujiwara с соавт. (1991) показано, что в результате освечивания увеличивается частота дыхания спермы в присутствии CO_2 , этот показатель насыщается (максимально возрастает приблизительно в 4 раза), причём имеется резкая зависимость от длины волны. К сожалению, не представлены данные по красному спектру (635 и 650 нм), но экстраполируя график для длины волны 460 нм (близкой по эффективности), можно легко установить, что при экспозиции 100 с и плотности мощности 10 мВт/см^2 частота дыхания для данного спектра увеличивается чуть более чем в 2 раза, т. е. далеко не предельно. Тогда как для длины волны 532 нм и ПМ $1,32 \text{ мВт/см}^2$ насыщение наступит уже через 20–30 с освечивания. Возможно, этим обстоятельством объясняется волнообразный характер многих зависимостей, полученных для данной длины волны, когда наблюдается снижение почти всех показателей первые 1–2 мин, затем их восстановление и даже рост [Abdel-Salam Z. et al., 2011].

В работе М.Ф. Celani с соавт. (1987) с непрерывным НИЛИ красного спектра (633 нм) использовали также и импульсное ИК-лазерное излучение (длина волны 904 нм, длительность светового импульса 200 нс, частоты 800, 1000 и 1200 Гц, 5 ЛД мощностью по 5 Вт каждый) при освечивании *in vitro* суспензии с клетками Лейдинга мышей. Освечивание только красным НИЛИ не оказывало почти никакого влияния на интенсивность продукции клетками тестостерона и лютеинизирующего гормона, намного эффективнее импульсное ИК НИЛИ и вариант последовательного освечивания: красный спектр 15 мин + ИК-спектр 15 мин. Как это часто бывает, энергетически параметры не указаны, только флюенс ($\text{Дж/см}^2/\text{мин}$), совершенно неприемлемая величина в данном случае, на наш взгляд, и абсолютно неоптимальной экспозиции.

Лазерная биомодуляция – более эффективная и менее затратная технология, которая может быть использована для совершенствования искусственного осеменения и эффективности эмбриональных систем [Abdel-Salam Z., Harith M.A., 2015]. В результате лазерного освечивания *in vitro* повышается качество спермы быков, кроликов и птицы, используемой после длительного хранения в замороженном состоянии: вырастает проникающая способность сперматозоидов (капацитация), индуцируется их акросомная реакция при снижении процента погибших клеток, увеличиваются подвижность и скорость [Dobrin N. et al., 2015; Fernandes G.H.C. et al., 2015; Iaffaldano N. et al., 2005, 2010; 2013; Oсаña-Quero J.M. et al., 1997; Yeste M. et al., 2016]. Во всех цитируемых работах использовалось непрерывное НИЛИ красного спектра (633 нм) с неутонченными параметрами методиками лазерного освечивания.

Несколько отвлекаясь от основной темы на важнейший вопрос, обратим внимание на исследования, в которых показано, что лазерное освечивание непрерывным НИЛИ красного спектра (633 нм, 10 мВт, площадь светового пятна $0,125 \text{ см}^2$,

экспозиция 1–5 с) незрелых ооцитов коров *in vitro* негативно сказывается на процессе их созревания [Osaña-Quero J.M., 2009; Osaña-Quero J.M. et al., 1995], хотя в других аналогичных работах о подобном не сообщается [Bielanski A., Hare W.C.D., 1992; Hirao Y., Yanagimachi R., 1978; Levi A.C. et al., 1987; Moreno-Millan M., Osaña-Quero J.M. et al., 1994; Soares C.A. et al., 2014]. Возможно, всё дело в параметрах методик освечивания и различиях в экспериментальных моделях; это требует дополнительного изучения, поскольку не следует забывать, что воздействие лазерным светом с высокой энергетической плотностью может навредить, в том числе погубить зародыш, это известно давно [Mims M.F., McKinnell R.G., 1971]. В связи с этим для обеспечения безопасной работы с лазерами необходимо руководствоваться соответствующими нормативными документами, данными многочисленных исследований и здравым смыслом в конце концов.

Вероятно, имеет значение и тот известный факт, что обязательным условием оплодотворения является возникновение и прохождение по всему объёму яйцеклетки десятков (до 50) волн повышенной концентрации ионов кальция, высвобождающегося исключительно из депо эндоплазматического ретикулума [Whitaker M., Smith J., 2008]. Механизмы и физиологическая необходимость этого процесса не известны до сих пор, хотя явление активно изучается много лет [Jaffe L.F., 1983, 2008], но ясно одно: НИЛИ реализует свои биомодулирующие свойства именно через активацию Ca^{2+} -зависимых внутриклеточных реакций, возможно, активируя те же депо кальция. Следовательно, лазерное освечивание потенциально может препятствовать оплодотворению, нарушая кальциевые переходы из связанного в свободное состояние и обратно.

Возможно, специфические, характерные только для ооцитов процессы, каким-то образом участвуют в их созревании или каких-то отдельных его этапах. Пока это не известно, поэтому будем придерживаться той точки зрения, что использовать любые технологии лазерного воздействия на ооциты и яйцеклетку преждевременно. Такого же мнения придерживаются T. Zan-Bar с соавт. (2005), которые в результате своих исследований пришли к однозначному выводу, что экстракорпоральное оплодотворение у млекопитающих необходимо проводить только в темноте или, по крайней мере, при красном свете.

Данные исследований, проводимых в основном для целей животноводства, могут быть использованы и в медицине. Более того, есть убедительные доказательства того, что низкоинтенсивный свет, как лазерный, так и некогерентный, позволяет существенно повышать выживаемость, подвижность и скорость перемещения сперматозоидов человека [Горюнов С.В., 1995, 1996; Гизингер О.А., Францева О.В., 2016; Гизингер О.А. и др., 2014, 2014⁽¹⁾, 2015; Ban Frangez H. et al., 2015; Breitbart H. et al., 1996; Firestone R.S. et al., 2012; Karu T.I., 2012; Lenzi A. et al., 1989; Lubart R. et al., 1999; Saeed Gh.Th. et al., 2014; Salama N., El-Sawy M., 2015; Singer R. et al., 1991; Preece D. et al., 2017; Vesich T.L., 1994; Vesich T.L., Kramar M.I., 1994].

К сожалению, получить дополнительную информацию по оптимизации параметров лазерного воздействия из большинства публикаций не представляется возможным по стандартной причине – отсутствие качественного и полного изложения материалов и методов.

В исследовании N. Salama и M. El-Sawy (2015) при освещении *in vitro* спермы мужчин некогерентным красным светом (СИД, длина волны 637 нм, непрерывный режим, ПМ 40 мВт/см²) показано увеличение подвижности сперматозоидов, а экспозиция 5 мин была определена как оптимальная (рис. 22).

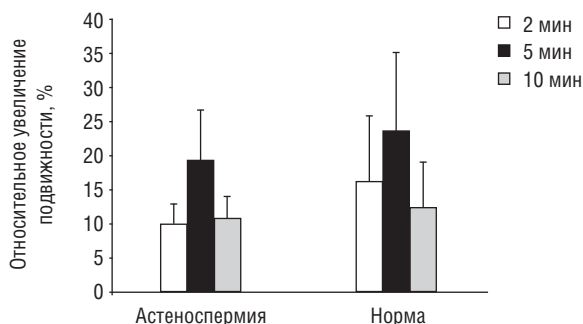


Рис. 22. Увеличение подвижности сперматозоидов в зависимости от экспозиции освечивания (637 нм, 40 мВт/см²) (Salama N., El-Sawy M., 2015)

Относительное увеличение подвижности как нормальных сперматозоидов, так и полученных от мужчин с астеноспермией (рис. 22) вызывает определённый интерес в связи с общепринятой точкой зрения, что освечивание НИЛИ вызывает нормализацию физиологических процессов только при наличии нарушений, патологии. Нормальные клетки и ткани слабо реагируют на такое воздействие [Москвин С.В., 2014]. Чем обусловлен эффект в данном случае, непонятно.

Интересные данные были получены в работе С.В. Горюнова (1995, 1996), которые подробно изложены далее. В этом разделе лишь упомянем о том, что максимально эффективная экспозиция лазерного освечивания, при которой максимально стимулировался клеточный метаболизм и повышалась подвижность сперматозоидов, составила 5 мин (параметры НИЛИ указаны, к сожалению, не полностью).

Сперматогенез у животных после лазерного освечивания *in vivo*

Большинство экспериментов, так или иначе связанных с репродукцией, проводились *in vitro*, когда осуществляется освечивание сперматозоидов (эякулята) с оценкой результатов как функции изменения параметров экспериментальной модели. Но с практической точки зрения более интересны результаты воздействия НИЛИ непосредственно на животных, как с точки зрения ветеринарии (лечение домашних, лечение и увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных), так и оптимизации методик лазерной терапии, используемых в клинической практике.

Есть единичные работы, в которых животные (чаще всего мыши и крысы) исходно выбирались именно для процесса непосредственного изучения физиологии репродукции и возможного влияния на него лазерного света. В других

исследованиях конечной целью было решение совершенно конкретной задачи, стоящей перед специалистами, чаще всего это улучшение показателей спермы, получаемой от самцов-доноров, подвергаемой промежуточному криоконсервированию для последующего искусственного осеменения [Епишина Т.М., 2009, 2009⁽¹⁾, 2011; Епишина Т.М., Пухтинов О.Н., 2008].

Имеются данные о положительных результатах воздействия НИЛИ на область семенников у хряков [Елисейкин Д.В., 2003; Куценко Н.Н. и др., 2011; Харлашкин А.В., 2009], жеребцов [Адамковская М.В., 2004; Балковой И.И. и др., 2004; Сергиенко Г.Ф., 2003], баранов [Небогатиков Г.В., 1987]. В любом случае оптимальные параметры методик, полученные в этих исследованиях, и сделанные авторами выводы позволяют использовать полученный материал для обоснования методов ЛТ как в сельском хозяйстве, так и в медицине с ветеринарией.

Одними из первых увеличение числа сперматогониев и активацию сперматогенеза после освечивания непрерывным ИК НИЛИ (длина волны 830 нм) яичек мышей показали M.D. Porgas с соавт. (1986). Также сообщалось о значительном увеличении производства тестостерона интерстициальными клетками яичек мышей (клетки Лейдига) после их освечивания красным непрерывным НИЛИ с длиной волны 633 нм [Celani M.F. et al., 1884, 1985]. С точки зрения оптимизации методик лазерного освечивания эти работы, к сожалению, ничего не дают, поскольку давно известно, что использование непрерывного ИК НИЛИ неперспективно, а лазерный свет красного спектра проникает недостаточно глубоко. То же самое можно сказать и про миллиметровый диапазон электромагнитного излучения, хотя также показано положительное влияние этих волн (7,1 мм, плотность мощности 0,1 мВт/см²) на репродуктивную систему самцов крыс [Кузнецова М.Г., 2007].

В одной из более поздних работ лазерное освечивание непрерывным НИЛИ с длиной волны 830 нм в модулированном режиме (мощность 30 мВт, частота 300 Гц) осуществляли непосредственно на семенники крыс линии Вистар, были продемонстрированы как стимулирующий, так и ингибирующий сперматогенез эффекты (в зависимости от плотности мощности и экспозиции лазерного света) [Taha M.F., Valojerdi M.R., 2004]. Ошибки предшественников через много лет повторили другие авторы, уже освечивая с совершенно неприемлемыми параметрами яички баранов и получив вполне ожидаемый отрицательный результат [Alves M.B.R. et al., 2016]. Из этих работ можно сделать два важных вывода: не нужно концентрировать лазерный луч в точку, а также недопустимо светить более 1,5 мин на одну зону. И совсем уж нетрудно понять, что воздействие УФ-светом высокой интенсивности губительно для клеток [Au D.W. et al., 2002]. Вообще, к выбору параметров лазерного освечивания с целью активизации или нормализации жизненных процессов требуется подходить с осторожностью и всегда их тщательно обосновывать.

Непрерывное ИК НИЛИ (длина волны 850 нм, мощность 20 мВт, по 3 мин на яичко) активизирует практически все элементы полового поведения стрессированных крыс, не оказывая никакого влияния на нормальных животных. Уменьшается латентный период садок и интромаиссий (на 57 и 83% соответственно) при увеличении их количества (на 39 и 33%). После 8-го освечивания динамика показателей сохраняет ту же направленность, но быстрее появляется интромаис-

сия, т. е. активизируется собственно спаривательное поведение. В первые 3 дня после отмены НИЛИ сохраняется высокий уровень интромиссий (увеличение на 38% по сравнению с исходным состоянием) и эякуляций (превышение на 30%) [Гладкова А.И., Тарасенко Н.Е., 2002].

В экспериментальной части работы А.А. Симодейко (1994) использовался ГНЛ (длина волны 633 нм, непрерывный режим, мощность 12 мВт) при значительном варьировании экспозицией (2, 3 и 5 мин), количеством и локализацией зон освечивания у крыс с целью поиска оптимальных режимов. Результаты исследования были успешно реализованы при разработке уже методик лазерной терапии инфертильных мужчин в клинике.

Редко используется НИЛИ с другими длинами волн. Воздействие с длиной волны 405 и 475 нм (непрерывный режим, мощность 10 мВт, плотность мощности 10 мВт/см², экспозиция 1 мин, на курс 10 ежедневных процедур) приводит к увеличению количества сперматозоидов и их подвижности, вызывая активацию АОЗ организма и снижение концентрации продуктов ПОЛ в эякуляте экспериментальных животных (проводили освечивание семенников белых беспородных крыс). Подопытных животных из контрольной группы освечивали некогерентным видимым светом с максимумом на 630 нм (красный свет), результаты у них по всем показателям не отличались от интактных животных, при том что наибольшее стимулирующее действие продемонстрировало НИЛИ с длиной волны 405 нм (рис. 23) [Новикова Я.С., 2013; Новикова Я.С., Щербатюк Т.Г., 2012; Пат. 2481132 RU].

Выявлено выраженное положительное влияние на клетки извитых семенных канальцев и сперматозоиды, импульсного ИК НИЛИ (длина волны 890 нм, мощность 8–10 Вт, частота 1000 Гц, экспозиция 3 мин на одну зону, на курс 7 ежедневных процедур освечивания) при воздействии на тестикулы крыс породы Вистар. Как показывают результаты сканирующей электронной микроскопии семенников, курс ЛТ способствует утолщению извитых семенных канальцев. Они становятся равномерными по всей длине. На сколах и срезах выявляются каналцы различной степени функциональной активности, можно видеть хвосты

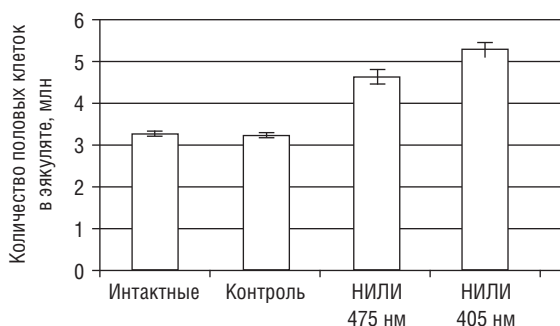


Рис. 23. Изменение количества половых клеток в эякуляте экспериментальных животных при воздействии НИЛИ с разной длиной волны; статистически значимые различия по сравнению с показателями группы интактных самцов крыс; $p < 0,05$ (Новикова Я.С., 2013)

сперматозоидов. Просветы других канальцев заполнены клетками спермиогенного ряда, преимущественно круглыми сперматидами. В просвете большинства канальцев сперматиды формируют непрерывный слой. Сами клетки одинакового размера, преимущественно правильной шаровидной формы с ровной гладкой поверхностью. НИЛИ оказывает выраженное положительное воздействие и на сперматозоиды. Головки сперматозоидов становятся мономорфными, укрупняются, их поверхность гладкая, ровная, хвосты без деформаций, равномерной толщины по всей длине, слегка извиты, число клеток в поле зрения увеличивается. Об этом свидетельствует и тесное расположение их хвостов, имеющих равномерную толщину, примерно одинаковую длину и форму. После лазерного воздействия поверхность сперматид, так же, как и головок сперматозоидов, становится гладкой и ровной [Байбеков Х.Д. и др., 2007]. Более ранние исследования по изучению влияния НИЛИ на клетки Сертоли старых крыс также показали морфологические признаки улучшения микроциркуляции, укрепления структур гематотестикулярного барьера. Изменения ультраструктуры клеток Сертоли свидетельствует о повышении их специфической функции, что по совокупности результатов представленных исследований указывает на «омолаживающее» действие НИЛИ на тестикулы старых животных [Асадов Х.Д. и др., 2005].

М.В. Адамковской (2004) получен положительный результат освечивания семенников жеребцов импульсным ИК НИЛИ (длина волны 890 нм, один лазерный диод мощностью 8–10 Вт, частота 500 Гц, до 10 ежедневных сеансов), повысилась активность спермиев на 0,7–1,2 балла, увеличилась переживаемость на 12–48 часов. Улучшение наступило через 1,5 мес. после воздействия. Активизация половых рефлексов наступала сразу после воздействия в течение 1 мин или спустя 1,5 мес. при экспозиции 0,5 мин на каждый семенник. Улучшение показателей качества семени и полового поведения жеребцов сохранялось от 1 до 3 мес. Лазерное воздействие на биологически активные точки (лазерная акупунктура) привело к активизации половых рефлексов (уменьшилось время подготовки к садке в 2–3 раза и снизилось количество садок, затраченных на 1 эякулят). Период активизации половых рефлексов начинался сразу после окончания процедуры лазерной акупунктуры и длился в течение всего периода наблюдений, но эта методика никак не влияла на улучшение качества семени жеребцов.

Воздействие на паренхиму семенников быков-доноров импульсным ИК НИЛИ (длина волны 890 нм, один лазерный диод мощностью 8–10 Вт, частота 150–300 Гц, экспозиция 1 мин, 7 ежедневных сеансов) вызывает увеличение концентрации спермиев в одном миллилитре эякулята с 6-й недели после воздействия и продолжается в течение 5 недель после его окончания. При этом разница между количеством спермиев в 1 мл эякулята составляла до 5,8%. Объем эякулята при воздействии на тестикулы быков в указанном режиме увеличился у быков опытной группы в сравнении с контролем в период с 10-й по 11-ю недели после воздействия на 8,7 и 8,5% соответственно. Показатели концентрации и объема спермы, получаемой от быков-доноров, определяют количество стандартных спермодоз для искусственного осеменения, подвергаемых криоконсервированию. От быков контрольной группы за весь период последствия было получено

23 839 доз спермы, а от быков опытной группы – 25589, что на 1750 доз (194 дозы на одного быка) больше, т. е. ЛТ позволила получить прибыль от реализации спермопродукции быков опытной группы на 174,6 тыс. руб. больше, чем в контрольной, и определяет биологическую и экономическую целесообразность внедрения данного метода в практику искусственного осеменения животных [Корнеева Е.И., 2016]. Кроме того, происходит увеличение активности (подвижности) спермиев в свежеполученной сперме, причём при экспозиции 1 мин на каждый семенник эта активация происходит на неделю раньше, чем при воздействии лазерным излучением 0,5 мин, но спермии в этом случае приобретают большую активность – на 0,6–0,7 балла (7,4–8,7%, $p < 0,05$), чем в первом опыте – на 0,5 балла (6,2–6,3%, $p < 0,05$). Наблюдается увеличение выживаемости сперматозоидов в криоконсервированной сперме после её оттаивания и инкубирования в течение пяти часов при $t +38\text{ }^{\circ}\text{C}$ в период с 8-й по 10-ю недели последствия в первом опыте и в период с 7-й по 10-ю недели во втором опыте [Корнеева Е.И., 2016⁽¹⁾].

Выбор оптимальной длины волны и режима работы лазера

Первыми параметрами любой методики лазерной терапии является длина волны и режим работы лазерного источника света, правильный выбор которых исключительно важен для достижения желаемых результатов лечения. Анализ некоторых исследований с этой точки зрения показывает, что порой бывает очень непросто разобраться в выводах и заключениях, а непосредственно использовать многие рекомендации вообще не представляется возможным.

На наш взгляд, P. Gabel с соавт. (2008) совершенно справедливо полагают, что на конечный результат влияют все параметры воздействия: длина волны, мощность, экспозиция и когерентность, каждый из которых необходимо определять как оптимальный, и в соотношении с другими.

В том числе поэтому не стоит рассматривать спектральные характеристики отдельно от других факторов, определяющих конечный результат лечения. Это могут быть энергетические характеристики НИЛИ, различие биофизических свойств биотканей (коэффициентов поглощения и рассеяния), особенности этиопатогенеза, наличие у пациента коморбидности и многое другое.

Даже итоги эксперимента зависят, например, не только от спектрального диапазона, но и от принадлежности спермы. Более высокая подвижность сперматозоидов и фертильность у тилапии достигается после освечивания белым светом, а у баранов – красным. Отрицательное влияние на подвижность и плодовитость сперматозоидов обоих видов вызывает воздействие ультрафиолетовым и голубым светом, что связано с оксидативным стрессом. Количество индуцируемых светом этих спектральных диапазонов АФК в сперме тилапии значительно выше, чем у барана, т. е. млекопитающие лучше защищены от негативного влияния УФ-излучения, чем рыбы [Zan-Bar T. et al., 2005]. Отсутствие развития оксидативного стресса для красного спектра доказано и другими исследованиями [Preece D. et al., 2017].

В большинстве проанализированных нами исследований освечивание проводилось непрерывным НИЛИ в красном (633–660 нм), значительно реже в других спектральных диапазонах: зелёном – 532 нм и инфракрасном – 780, 890–904 нм (табл. 20).

Таблица 20

Длины волн источников света в экспериментальных исследованиях по изучению свойств сперматозоидов

Длина волны, нм	Ссылки
532	Abdel-Salam Z. et al., 2011
633–637	Гизингер О.А., Францева О.В., 2016; Грищенко В.И. и др., 1995; Симодейко А.А., 1994; Cohen N. et al., 1998; Dobrin N. et al., 2015; Dreyer T.R. et al., 2011; Iaffaldano N. et al., 2013; Lubart R. et al., 1999; Ocaña-Quero J.M. et al., 1995, 1997; Siqueira A.F.P. et al., 2016
647	Sato H. et al., 1984
655–660	Corral-Baqués M.I. et al., 2005, 2009; Fernandes G.H.C. et al., 2015
780	Cohen N. et al., 1998; Lubart R. et al., 1997
890–904	Горюнов С.В., 1995, 1996; Firestone R.S. et al., 2012

При использовании НИЛИ с длиной волны 830 нм в непрерывном режиме влияние на подвижность сперматозоидов пациентов с астеноспермией оказывается минимальное, в пределах погрешности измерений [Salman Yazdi R. et al., 2010, 2014], поэтому эта длина волны не включена в таблицу.

Лишь в одной экспериментальной работе воздействовали импульсным ИК НИЛИ (длина волны 905 нм) мощностью 50 Вт (длительность импульса 200 нс), плотность мощности 50 Вт/см², причём даже при далеко неоптимальной (мягко говоря) частоте 10 000 Гц наблюдали повышение подвижности сперматозоидов. Вероятно, положительный результат был получен вследствие небольшой экспозиции (30 с), отсутствовал при нормо- и астеноспермии, а наблюдался, причём весьма значительный (рост в 8,4 раза), только при олигоастенотератозооспермии через 30 мин после окончания освечивания [Firestone R.S. et al., 2012]. Это подтверждает известный факт, что результативность лазерной терапии коррелирует с выраженностью имеющихся нарушений: чем больше отклонение какого-то показателя от нормы, тем значительнее его абсолютное изменение (до нормальных значений) [Москвин С.В., 2014].

R. Lubart с соавт. (2000) полагают, исходя из собственных представлений о механизмах БД НИЛИ, что можно оценивать эффективность освечивания спермы по высвобождению АФК, используя, например, 5,5 диметил-1-пирролин-N-оксид (DMPO) для улавливания гидроксильных радикалов. Проверка гипотезы была проведена с использованием как лазерных, так и некогерентных источников света с разной длиной волны (табл. 21), объект исследования – сперма быков.

На рис. 24 представлены полученные R. Lubart с соавт. (2000) зависимости, из которых можно уверенно сделать вывод, что нельзя использовать:

- УФА-свет из-за возможного развития оксидативного стресса;
- ИК СИД как практически бесполезные.

Таблица 21

Параметры методик освечивания (Lubart R. et al., 2000)

Источник света	Длина волны, нм	Ширина спектра, нм	ПМ, мВт/см ²	Экспозиция, мин
УФ-лампа	320–400	360	1,5	1
Лампа	400–800	600	40,0	4
СИД	20	660	10,0	7
СИД	1	830	26,0	9
ГНЛ	0,1	633	2,0	5

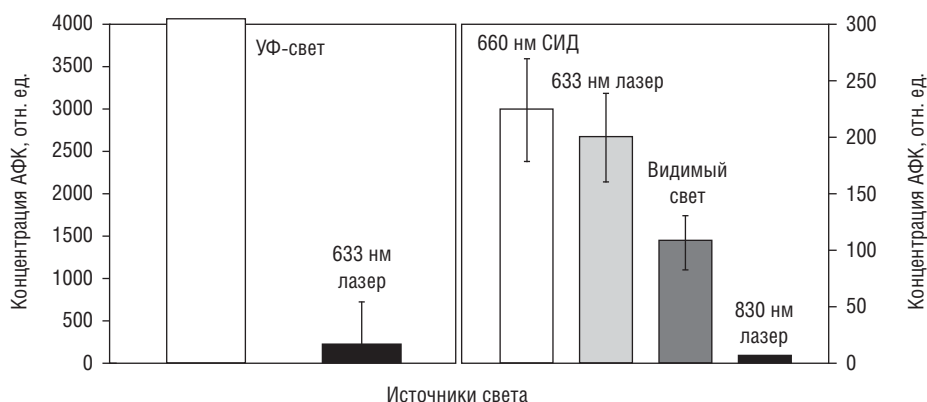


Рис. 24. Объединённые значения спинового аддукта DMPO. Сигнал нормализован на число клеток и ЭП для различных источников света (Lubart R. et al., 2000)

Комментировать другие результаты (рис. 24) излишне, поскольку они рассмотрены нами ранее и сделан простой вывод – нельзя сравнивать несравнимое [Moskvin S.V., 2017], т. е. определить оптимальный диапазон таким способом невозможно.

В отношении выбора оптимальной длины волны мнения расходятся у многих авторов.

Например, показано, что при освещении *in vitro* подвижность сперматозоидов у мужчин с астенозооспермией повышается в среднем в 4–5 раз почти независимо от длины волны источника света (470, 625, 660 и 850 нм) [Ban Frangez H. et al., 2015], а при изучении интенсивности дыхания сперматозоидов морских червей выявлена характерная спектральная зависимость в диапазоне длин волн 350–650 нм (максимум эффективности в диапазоне 400–430 и 520–580 нм) [Fujiwara A. et al., 1991] (рис. 25).

В работе А.В. Столярова с соавт. (2002) показано, что искусственное осеменение поросят после предварительного освещивания семенного материала НИЛИ с разной длиной волны позволило получить наибольший прирост количества поросят в гнезде (45%) при использовании лазерного света с длиной волны 595 нм (экспозиция 30 с), наихудший результат при 660 нм (экспозиция 60 с, прирост 25%). Качественно эти результаты согласуются с данными А. Fujiwara (1991).

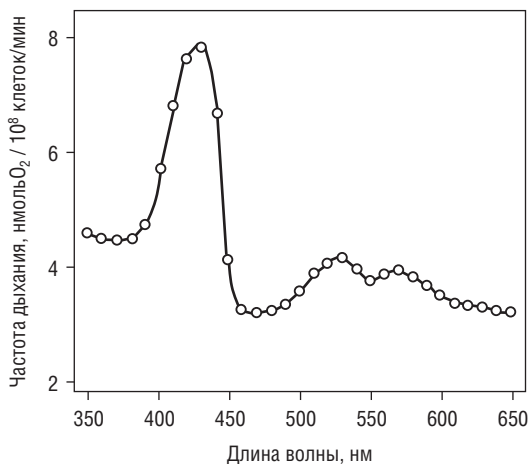


Рис. 25. Зависимость частоты дыхания сперматозоидов в присутствии CO от длины волны источника света, которым проводили освечивание (Fujiwara A. et al., 1991)

Как уже говорилось выше, при освечивании сперматозоидов (мышей) непрерывным НИЛИ с длиной волны 635 нм (мощность 7–8 мВт) наблюдается увеличение концентрации Ca²⁺ в клетках, коррелирующее с ростом их оплодотворяющей способности, тогда как при освечивании НИЛИ с длиной волны 780 нм (25 мВт) никаких изменений ни по одному показателю не происходило, даже при экспозиции 10 мин [Cohen N. et al., 1998]. Можно предположить, что для наших целей (лечение мужчин с бесплодием) использовать непрерывное НИЛИ с длиной волны 780–785 нм вряд ли представляется возможным.

Достаточно обоснованным выглядит мнение С.В. Горюнова (1996), что выбор длины волны должен определяться эффективностью поглощения света сперматозоидами, наиболее значимой для красной и инфракрасной областей спектра: 600–650 нм и 850–900 нм (рис. 26).

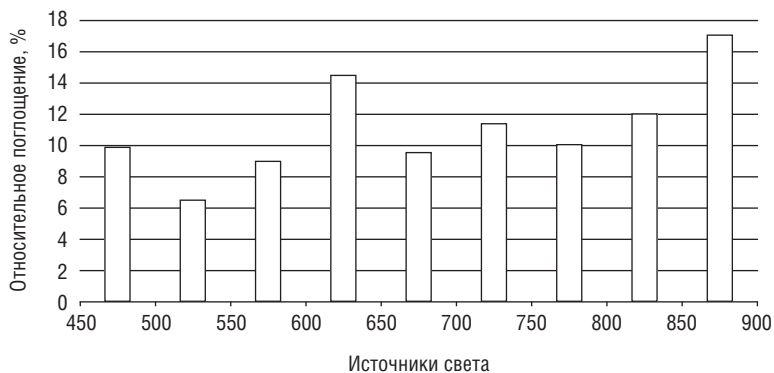


Рис. 26. Относительный спектр поглощения спермы человека (Горюнов С.В., 1996)

Исходя из этого проводилось освечивание спермы, взятой у здоровых мужчин, а также больных варикоцеле и хроническим простатитом в стадии ремиссии, непрерывным (длина волны 633 нм, мощность 2 мВт, ПМ не указана) и импульсным НИЛИ (длина волны 890 нм, средняя мощность 2 мВт, не указаны длительность светового импульса, частота, импульсная мощность и ПМ) с различной экспозицией. В табл. 22 и 23 – результаты изменения концентрации фруктозы и подвижности сперматозоидов в эякуляте. Средние отклонения не указаны, но достоверность в исходных материалах продемонстрирована вполне убедительно [Горюнов С.В., 1995, 1996].

Таблица 22

Различия средних показателей концентрации фруктозы в эякуляте через 24 часа после освечивания НИЛИ в зависимости от экспозиции (ммоль/л). Начальная средняя концентрация фруктозы – 20,14375 ± 1,056013 (Горюнов С.В., 1996)

Экспозиция	Длина волны, нм (режим)	
	633 (непрерывный)	890 (импульсный)
Контроль	16,1	16,1
10 с	16,10625	16,075
30 с	16,05	16,05625
1 мин	15,80625	15,6375
5 мин	15,08125	14,80625
10 мин	15,44375	15,275
30 мин	16,725	17,175

Таблица 23

Изменение средних показателей подвижности сперматозоидов в эякуляте через 24 часа после освечивания НИЛИ в зависимости от экспозиции (%). Контроль (M ± m) – 19,5 ± 1,892969% (Горюнов С.В., 1996)

Экспозиция	Длина волны, нм (режим)	
	633 (непрерывный)	890 (импульсный)
10 с	17,5625	18,6875
30 с	19,4375	19,375
1 мин	20,9375	21,6875
5 мин	24,8125	27,375
10 мин	22,1875	22,6875
30 мин	13,9375	11,875

На рис. 27 и 28 для наглядности данные табл. 22 и 23 представлены в виде графиков относительного изменения показателей от экспозиции лазерного освечивания.

Аналогичная (синхронизированная) динамика наблюдается также в изменении скорости фруктолиза в эякуляте (рис. 29) [Горюнов С.В., 1995, 1996], отражающей коррекцию энергетических процессов, напрямую связанных с активностью спер-

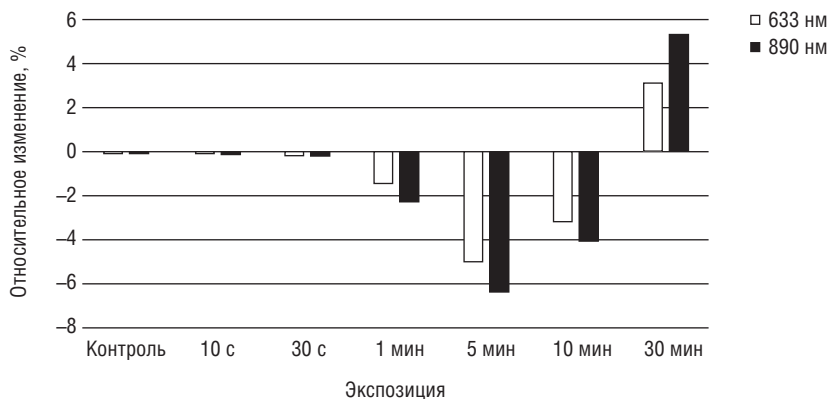


Рис. 27. Относительное изменение средних показателей концентрации фруктозы в эякуляте через 24 часа после освечивания в зависимости от длины волны НИЛИ и экспозиции (ммоль/л)

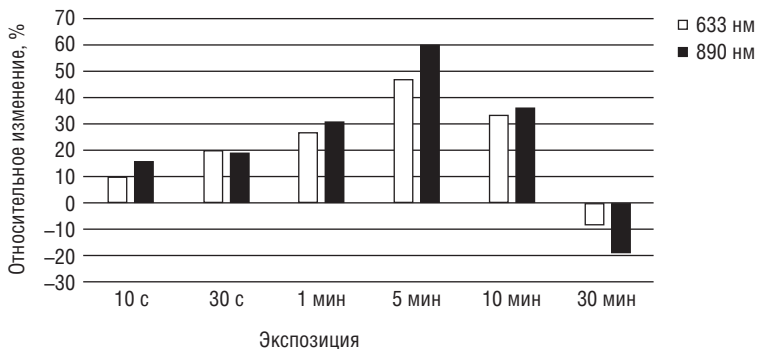


Рис. 28. Относительное изменение средних показателей подвижности сперматозоидов в эякуляте через 24 часа после освечивания в зависимости от длины волны НИЛИ и экспозиции (%)

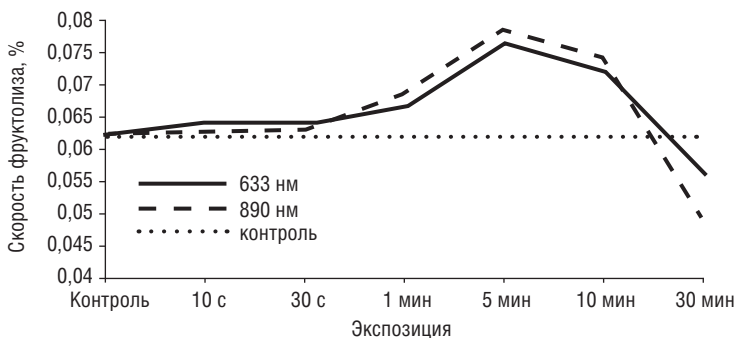


Рис. 29. Изменение скорости фруктолиза в 1 млн сперматозоидов в 1 мл эякулята в сутки после освечивания в зависимости от длины волны НИЛИ и экспозиции (Горюнов С.В., 1996)

матозоидов. Отмечено, что при нормозооспермии отсутствует чёткая взаимосвязь между начальным количеством сперматозоидов в эякуляте, процентом активно-подвижных форм и скоростью фруктолиза, имеет место определённое стабильное состояние окислительной и фруктолитической активности, которая, вероятно, регулирует выживаемость клеток, что и продемонстрировано результатами исследований. Значим не сам уровень концентрации фруктозы, но доступность и скорость её утилизации, напрямую связанной с потенциальными возможностями энергопотребления клеток. В процессе лазерного освечивания стимулировался именно процесс аэробного гликолиза, что очень важно, поскольку в первую очередь предопределяет повышение общих энергетических возможностей клеток.

Если говорить об оптимальных режимах лазерного воздействия, то из представленных выше графиков (рис. 27–29) видно, что при экспозиции 5 мин в наибольшей степени стимулируется подвижность сперматозоидов, которая коррелирует с ростом их окислительной активности и клеточного метаболизма.

Объяснение С.В. Горюновым (1996) причины большей эффективности ИК НИЛИ по сравнению с красным спектром как следствия различий в степени поглощения, несомненно, верно, но не полностью характеризует данную ситуацию. Как было показано ранее, эти различия также и результат того, что на длине волны 633 нм лазер работал в непрерывном, а на длине волны 890 нм – в импульсном режиме, который, как известно, намного эффективнее [Москвин С.В., 2008, 2014].

Хотелось бы обратить внимание также и на то обстоятельство, что многие спектральные зависимости, представленные в этом разделе, наблюдали при непосредственном освечивании клеток *in vitro*, а при воздействии на организм в целом необходимо учитывать также и анатомические особенности тела человека. Исходя из биофизики процессов поглощения и рассеяния лазерного света, в клинической практике при воздействии на ткани и органы, расположенные на глубине до 3–5 см, чаще всего выбирают длину волны 635 нм (красный спектр), а при более глубоком их залегании области предполагаемого воздействия – 890–904 нм (ИК-спектр) (до 15–20 см) [Москвин С.В., 2008, 2014, 2016].

Из-за небольшой глубины влияния (чаще говорят – проникновения) НИЛИ с длиной волны 635 нм в непрерывном режиме в клинике используют специальный инструмент – световодные насадки для доставки световой энергии через полости тела человека, например, для освечивания предстательной железы ректально. Однако полноценная реализация всех возможностей лазерной терапии обеспечивается только применением импульсного НИЛИ красного и инфракрасного спектра [Москвин С.В., 2014, 2016].

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Необходимо заметить, что если экспериментальные работы по изучению влияния НИЛИ в различных моделях *in vitro* и *in vivo*, так или иначе связанных с бесплодием, в основном принадлежат зарубежным авторам, то клинические исследования выполнены почти исключительно российскими учёными. Более того, в России и Украине уже имеется весьма значительный практический опыт использования лазерной терапии для этих целей, доказана безопасность низкоинтенсивного лазерного излучения для отцов и их потомков [Гладкова А.И., Сиротенко Л.А., 2011].

В одной из немногих зарубежных клинических работ проводили освечивание яичек мужчин с олигозооспермией в возрасте от 29 до 43 лет красным непрерывным (длина волны 633 нм, мощность 12,5 мВт) и импульсным ИК НИЛИ (904 нм, матрица из 5 лазерных диодов, импульсная мощность 12 Вт, частота 800 Гц) по 4 мин, дважды в неделю, всего 10 сеансов. Либи́до повысилось у 15 из 20 пациентов на фоне существенного улучшения качества спермы (повышение подвижности и общего числа, снижение числа аномальных сперматозоидов) [Hasan P. et al., 1989].

Значительный вклад в развитие методологии лазерной терапии в целом и применительно к андрологии, в частности, внесли наши украинские коллеги. Относительно недавно А.И. Гладкова (2011), А.И. Гладкова и А.М. Коробов (2017) представили результаты многолетних экспериментальных и клинических исследований, которые легли в основу методик лазерной терапии, показавшие перспективы и возможности её применения в андрологии. Показано влияние различных способов лазерного воздействия на половое поведение, гормональный гомеостаз, сперматогенез и способность к оплодотворению [Бондаренко В.А., Гладкова А.И., 2004; Бондаренко В.А. и др., 1998; Васильев В.С. и др., 2003; Весич Т.Д., Крамар М.И., 1994; Гладкова А.И., 2003, 2006; Гладкова А.И., Бондаренко В.А., 2006; Гладкова А.И., Тарасенко Н.Е., 2004].

В предстательной железе (ПЖ) образуется эякуляторная жидкость, происходит интенсивное образование активного метаболита тестостерона – дигидротестостерона. Нарушение функционального состояния простаты сопровождается в разной форме выраженными расстройствами репродукции, поэтому оценка состояния этого органа всегда входит в диагностический перечень при нарушениях фертильности у мужчин [Гладкова А.И., Коробов А.М., 2017].

Многие клиницисты полагают, что воздействие именно импульсным ИК НИЛИ и трансректальным способом доставки энергии лазерного света предпочтительнее при лечении больных хроническим неспецифическим простатитом (ХНП). Варьирование частотой для импульсного режима НИЛИ в зависимости от активности воспалительного процесса в ПЖ позволяет индивидуализировать лечение больных ХНП и добиваться лучших результатов. ЛТ в комплексе с традиционным лечением характеризуется более эффективным и быстрым купированием основных симптомов ХНП, уменьшением частоты осложнений, усиливается

и потенцируется действие традиционных методов лечения за счёт генерализации эффекта и комплексного ответа всех систем гомеостаза. Иммунокорригирующее действие НИЛИ обусловлено стимуляцией лейкопоза, в том числе Т-лимфоцитов, что способствует быстрой элиминации возбудителей урогенитальной инфекции. При этом количество больных с олигозооспермией после лечебного курса снижается более чем в 2 раза, а с астенозооспермией – почти в 4 раза [Александров В.Л. и др. 2006; Аль-Шукри С.Х. и др., 2001; Слесаревская М.Н., 2004; Янтарева Л.И. и др., 1997, 1998]. Кроме того, лазерное освечивание оказывает дезагрегационное действие на сперму, аналогичное гипокоагуляционному влиянию НИЛИ на кровь, что в результате улучшает оплодотворяющие свойства семенной жидкости [Аль-Шукри С.Х. и др., 2015].

Для лечения хронических простатитов с нарушением сперматогенеза у 20 мужчин наряду с общепринятыми методами лечения применяли ЛТ, импульсное ИК НИЛИ (длина волны 890 нм, мощность 5–7 Вт, частота 500 Гц), освечивание проводили ректально и наружно (области над симфизом, анус и корень полового члена), на курс лечения 10–12 ежедневных процедур. Все больные до лечения предъявляли жалобы на боли в паху и в области прямой кишки, чрезмерную потливость, нервозность и сексуальные нарушения. При исследовании спермограммы у всех больных выявлена олигоастеноспермия I–II степени – снижение количественных и качественных показателей спермы. С началом курса лазерной терапии на 3–4-й процедуре исчезал болевой синдром, на 8-е сутки – вегетативные нарушения и улучшалась сексуальная активность. После первого курса лечения существенных качественных изменений спермограммы не происходило, лишь повысилось общее количество сперматозоидов на 15–20 млн/мл. Но после двух курсов, спустя 2 мес., наблюдался «феномен последствия» – значительное улучшение качественных и количественных показателей спермограммы [Алтынбаев Р.Ш., Керимова Н.Р., 1993].

Методики лазерной терапии, которые задействуются при лечении больных хроническим простатитом с различными осложнениями, достаточно разнообразны, при этом используются как непрерывное НИЛИ красного спектра (633–635 нм), так и импульсное ИК НИЛИ, в частности, с использованием режима «БИО» (синхронизация воздействия с ритмами центрального кровотока) [Бондаренко В.А., Коробов А.М., 1997, 1998; Бондаренко В.А. и др., 1997; Бородин А.В. и др., 2003; Сопка О.Ю., 1997]. Например, И.А. Бабюк и Г.И. Мавров (1994) при лечении больных ХП в качестве источника излучения использовали ГНЛ (длина волны 633 нм, мощность 10 мВт), ПЖ освечивали в 2 проекциях: через прямую кишку и трансуретрально. Процедуры проводили со сменой проекций через день, всего на курс лечения 14 сеансов. Авторы отметили выраженный анальгезирующий эффект, быстрый регресс воспаления в строме ПЖ, улучшение сексуальной и репродуктивной функций. Г.И. Мавров с соавт. (1997) показали, что комбинирование этой методики с ВЛОК-635 позволяет практически в 100% получить клиническое и этиологическое выздоровление больных хронической урогенитальной патологией, вызванной хламидийной или хламидийно-уреаплазменной инфекцией, в то время как частота рецидивов при традиционном

лечении без использования лазерной терапии достигает 15%. Это подтверждается и другими клиницистами [Мирович Д.Ю. и др., 1998].

В другом исследовании применяли лазерный терапевтический аппарат «Матрикс-Уролог» с двумя лазерными излучающими головками (длина волны 890 нм, импульсная мощность 10 Вт, частота повторения импульсов от 80 до 3000 Гц). Всем больным проводилось ежедневное биполярное лазерное освечивание яичек в боковой и продольной проекциях в течение 10 дней. Показано, что ЛТ в виде монометода при варикоцеле повышает концентрацию активно-подвижных форм сперматозоидов с 25 до 37%, количество морфологически нормальных форм – с 27 до 39%. При идиопатическом бесплодии лазерное освечивание позволяет повысить подвижность сперматозоидов с 19 до 34% и увеличить количество морфологически нормальных форм сперматозоидов с 13 до 23% [Мазо Е.Б., Силуянов К.А., 2008; 2009; Мазо Е.Б. и др., 2002; Муфагед М.Л. и др., 2004; Силуянов К.А., 2007, 2009].

В табл. 24 представлены результаты лечения больных секреторным бесплодием по данным объективного контроля [Силуянов К.А., 2007]. В контрольной группе, состоящей из фертильных мужчин, также было выявлено достоверное увеличение жизнеспособности сперматозоидов ($p < 0,01$), их подвижности ($a + b$) ($p < 0,05$) и количества морфологически нормальных форм ($p < 0,05$), но в значительно меньшей степени.

Таблица 24

Показатели параметров спермограмм и гормонального профиля до и после лазерной терапии у больных секреторным бесплодием (Силуянов К.А., 2007)

Контролируемый параметр	Норма	До лазерной терапии	После курса лазерной терапии
Сперматозоиды			
Концентрация, млн/мл	≥ 20	$21,4 \pm 3,0$	$24,0 \pm 3,0$
Жизнеспособность, %	≥ 75	$65,3 \pm 3,8$	$72,0 \pm 3,1$
Подвижность ($a + b$), %	≥ 50	$23,0 \pm 5,0$	$32,0 \pm 3,0$
Морфологически нормальные, %	≥ 50	$24,0 \pm 3,0$	$31,0 \pm 3,0$
Гормоны			
ЛГ, МЕ/мл	1,1–12,0	$5,2 \pm 0,5$	$7,6 \pm 0,6$
ФСГ, МЕ/мл	3,4–5,8	$8,55 \pm 1,0$	$7,0 \pm 0,4$
Тестостерон, нмоль/л	7,0–35,0	$10,0 \pm 1,2$	$10,3 \pm 0,7$

Было обращено внимание на динамику улучшения показателей спермограмм в зависимости от объёма яичек. Для всех инфертильных мужчин с большим объёмом яичек рост показателей спермограмм, таких как жизнеспособность сперматозоидов ($p < 0,05$), подвижность ($a + b$) ($p < 0,01$), количество морфологически нормальных форм ($p < 0,01$), после воздействия НИЛИ в несколько раз превосходит динамику у больных с меньшим объёмом яичек, тогда как у последних отмечалось снижение уровня фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) (табл. 25 и 26).

Таблица 25

**Результаты воздействия НИЛИ на семенники объёмом более 10 мл
(Силуянов К.А., 2007)**

Контролируемый параметр	До лазерной терапии	После курса лазерной терапии
Сперматозоиды		
Концентрация, млн/мл	29,0 ± 4,0	40,5 ± 15,0
Жизнеспособность, %	74,0 ± 3,0	79,0 ± 2,0
Подвижность (а + b), %	24,0 ± 3,0	41,0 ± 4,0
Морфологически нормальные, %	29,0 ± 4,0	40,0 ± 4,0
Гормоны		
ЛГ, МЕ/мл	4,3 ± 0,7	5,4 ± 1,0
ФСГ, МЕ/мл	5,7 ± 3,0	6,0 ± 1,0
Тестостерон, нмоль/л	10,6 ± 2,0	9,9 ± 1,5

Таблица 26

**Результаты воздействия НИЛИ на семенники объёмом менее 10 мл
(Силуянов К.А., 2007)**

Контролируемый параметр	До лазерной терапии	После курса лазерной терапии
Сперматозоиды		
Концентрация, млн/мл	8,5 ± 3,0	13,7 ± 6,0
Жизнеспособность, %	52,0 ± 8,0	62,0 ± 6,0
Подвижность (а + b), %	14,0 ± 4,0	21,0 ± 4,0
Морфологически нормальные, %	11,0 ± 3,0	18,0 ± 4,0
Гормоны		
ЛГ, МЕ/мл	6,9 ± 1,0	10,1 ± 1,4
ФСГ, МЕ/мл	13,2 ± 2,3	9,0 ± 1,1
Тестостерон, нмоль/л	10,0 ± 2,0	10,0 ± 1,2

В группе больных с левосторонним варикоцеле после локального воздействия НИЛИ на семенники по сравнению с исходными данными концентрация сперматозоидов незначительно увеличивалась, достоверно возростала подвижность (а + b) ($p < 0,01$), также отмечался рост числа морфологически нормальных форм ($p < 0,01$), особенно после комбинированного лечения (табл. 27).

Результаты локального воздействия НИЛИ на яички больных с варикоцеле показывают, что у 53% мужчин из этой группы наступило улучшение спермограммы, исследуемые показатели возросли по сравнению с исходными. У 37% мужчин с левосторонним варикоцеле отмечалось незначительное улучшение или улучшение не по всем параметрам спермограмм, что было расценено как результат без изменений. А у 10% пациентов показатели спермограмм ухудшились. По данным отечественной и зарубежной литературы, после оперативного лечения варикоцеле улучшение показателей спермограмм наступает у 51–79% пациентов, т. е. НИЛИ достаточно эффективно и положительно влияет на репродуктивные органы мужчин с варикоцеле. Уровень лютеинизирующего гормона (ЛГ) в периферической крови у мужчин с варикоцеле достоверно увеличивался.

Таблица 27

Результаты лазерной терапии мужчин с левосторонним варикоцеле в сравнении с комбинированным лечением – операции по Иванисевичу + ЛТ (Силуянов К.А., 2007)

Контролируемый параметр	До лазерной терапии	После курса лазерной терапии	После курса лазерной терапии и операции по Иванисевичу
Сперматозоиды			
Концентрация, млн/мл	24,1 ± 4,8	28,4 ± 5,2	30,0 ± 4,2
Жизнеспособность, %	76,0 ± 3,0	79,0 ± 2,0	78,0 ± 2,0
Подвижность (a + b), %	25,0 ± 3,0	37,0 ± 3,0	32,0 ± 6,0
Морфологически нормальные, %	27,0 ± 3,5	39,0 ± 3,0	53,0 ± 7,0
Гормоны			
ЛГ, МЕ/мл	4,6 ± 0,6	6,5 ± 1,2	5,3 ± 0,9
ФСГ, МЕ/мл	7,3 ± 1,3	5,9 ± 0,7	7,0 ± 1,3
Тестостерон, нмоль/л	12,0 ± 1,9	9,5 ± 0,7	11,2 ± 1,1

Анализируя данные лечения группы мужчин с гипергонадотропным гипогонадизмом, можно сделать вывод об увеличении количества морфологически нормальных сперматозоидов ($p < 0,05$) и достоверном снижении уровня ФСГ ($p < 0,01$) (табл. 28). Стоит отметить, что в некоторых клинических случаях удавалось добиться динамики роста показателей спермограммы. В группе больных с вторичным гипогонадизмом значимо возросла подвижность сперматозоидов ($p < 0,05$) и отмечалась тенденция к росту числа морфологически нормальных форм сперматозоидов ($p < 0,05$) (табл. 29).

Следует отметить, что ЛТ пациентов с гипогонадотропным гипогонадизмом проводилась в комплексе с гормональной стимуляцией препаратом (хорионический гонадотропин) внутримышечно, один раз в 5 дней в течение месяца.

В группе больных с идиопатическим бесплодием ЛТ применялась только как монотерапия, при этом наблюдали достоверное повышение подвижности

Таблица 28

Результаты лазерной терапии мужчин с гипергонадотропным или первичным гипогонадизмом (Силуянов К.А., 2007)

Контролируемый параметр	До лазерной терапии	После курса лазерной терапии
Сперматозоиды		
Концентрация, млн/мл	6,3 ± 3,5	5,9 ± 3,5
Жизнеспособность, %	42,0 ± 10,0	54,0 ± 10,0
Подвижность (a + b), %	15,0 ± 6,0	16,0 ± 5,0
Морфологически нормальные, %	7,0 ± 4,0	10,0 ± 4,0
Гормоны		
ЛГ, МЕ/мл	9,0 ± 1,2	9,6 ± 1,6
ФСГ, МЕ/мл	17,7 ± 3,1	10,1 ± 1,1
Тестостерон, нмоль/л	8,5 ± 1,9	9,8 ± 1,4

Таблица 29

Результаты лазерной терапии и гормональной стимуляции мужчин с гипогонадотропным или вторичным гипогонадизмом (Силуянов К.А., 2007)

Контролируемый параметр	До лазерной терапии	После курса лазерной терапии
Сперматозоиды		
Концентрация, млн/мл	22,1 ± 10,0	28,7 ± 12,0
Жизнеспособность, %	66,0 ± 8,0	70,0 ± 6,0
Подвижность (a + b), %	19,0 ± 5,0	23,0 ± 6,0
Морфологически нормальные, %	23,0 ± 5,0	30,0 ± 5,0
Гормоны		
ЛГ, МЕ/мл	2,38 ± 0,5	7,94 ± 6,4
ФСГ, МЕ/мл	3,1 ± 0,8	5,0 ± 1,8
Тестостерон, нмоль/л	8,8 ± 1,9	10,4 ± 2,3

($p < 0,01$), увеличение количества морфологически нормальных форм ($p < 0,01$) сперматозоидов, показатели гормонального профиля оставались без значимых изменений (табл. 30) [Силуянов К.А., 2009].

Эти данные подтверждаются другими авторами, в исследованиях которых воздействие проводилось с использованием аналогичной методики (аппарат «Матрикс») [Асадов Х.Д., 2009; Ваисов И.А. и др., 2012; Гладкова А.И., Коробов А.М., 2017], а также при освечивании проекции предстательной железы с целью повышения функционально-метаболического статуса сперматозоидов у пациентов с воспалительными заболеваниями урогенитального тракта [Гизингер О.А. и др., 2015]. Выводы этих работ, в том числе, легли в основу рекомендации обязательного освечивания сперматозоидов НИЛИ перед ЭКО. Анализ гормонального профиля выявил тенденцию к снижению уровня ФСГ у больных с выраженной олигоастенотератозооспермией с 11,5 до 8,0 МЕ/мл, что косвенно свидетельствовало о благотворном влиянии НИЛИ на клетки Сертоли [Мазо Е.Б. и др., 2002; Муфагед М.Л. и др., 2004].

Таблица 30

Результаты лазерной терапии мужчин с идиопатическим бесплодием (Силуянов К.А., 2007)

Контролируемый параметр	До лазерной терапии	После курса лазерной терапии
Сперматозоиды		
Концентрация, млн/мл	17,6 ± 6,5	59,0 ± 5,0
Жизнеспособность, %	75,0 ± 7,0	84,0 ± 4,0
Подвижность (a + b), %	19,0 ± 4,0	34,0 ± 4,0
Морфологически нормальные, %	13,0 ± 4,0	23,0 ± 6,0
Гормоны		
ЛГ, МЕ/мл	3,27 ± 0,6	4,0 ± 0,6
ФСГ, МЕ/мл	5,1 ± 1,6	4,9 ± 1,6
Тестостерон, нмоль/л	8,0 ± 2,1	8,3 ± 1,9

Многочисленные клиничко-экспериментальные исследования подтверждают значительное влияние НИЛИ на усиление кинетических возможностей сперматозоидов и функционально-метаболического статуса нейтрофилов эякулята у пациентов с хламидийной инфекцией, что может быть использовано в соответствующей клинической ситуации [Гизингер О.А. и др., 2014, 2014⁽¹⁾, 2015; Гизингер О.А., Францева О.В., 2016].

В работе Г.И. Маврова (1995) показана ведущая роль лазерной терапии в сохранении репродуктивной функции у больных мочеполовым хламидиозом и микоплазмозом, причём показано, что метод может использоваться не только в комплексном лечении пациентов, но и для профилактики возможных негативных последствий основного заболевания. Поскольку мочеполовой хламидиоз и микоплазмоз приводят к нарушению детородной и половой функции у мужчин и женщин, установлена причинно-следственная связь между мочеполовым хламидиозом, снижением сперматозоидов и трубным бесплодием, эффективные методы этиотропной и патогенетической терапии обязательно необходимо задействовать при наличии хламидиоза и микоплазмоза у бесплодных супружеских пар. Методы комбинированной физиотерапии включают: непрерывное НИЛИ красного спектра (длина волны 633 нм) местно, УФОК, сантиметровые волны, ультрафонофорез.

При оценке хирургического лечения больных крипторхизмом следует обращать внимание не только на «анатомические» результаты орхипексии, но и проводить тщательное изучение иммунологического статуса больных и функционального состояния яичек. Местное освечивание ГНЛ (длина волны 633 нм, непрерывный режим, мощность 12 мВт, на яички по 2 мин на 4 поля) в сочетании с хорионическим гонадотропином (по 1000 ЕД внутримышечно 2 раза в неделю в течение 6 недель) непосредственно после орхипексии в детском и препубертатном периоде при наличии гипоплазии ретенционного яичка стимулирует в нём регенеративно-восстановительные процессы, стабилизирует аутоиммунные реакции и способствует более быстрой и успешной реабилитации больных крипторхизмом. У лиц половозрелого возраста с нарушенным сперматогенезом после ранее перенесенной орхипексии сочетанное применение излучения гелий-неонового лазера и хорионического гонадотропина приводит к увеличению плотности сперматозоидов в эякуляте, увеличению их подвижности, снижению процента дегенеративных и патологических форм [Симодейко А.А., 1994].

Инфертильным мужчинам репродуктивного возраста, состоящим в браке в течение 1 года и более, с симптомами простатитов, везикулитов, эпидидимоорхитов, а также их половым партнёрам следует обязательно проводить до начала лечения клиничко-микробиологическое обследование для исключения скрытых урогенитальных инфекций, передающихся половым путём (хламидия, трихомонада, микоплазма гениталиум, уреаплазма, вирус простого герпеса и др.). Лазерная терапия больных простатитами и везикулитами позволяет устранять инфильтративно-экссудативные изменения в предстательной железе, а назначение процедуры зависит от стадии воспалительного процесса. Трансректальное воздействие НИЛИ на проекцию предстательной железы способствует улучшению оттока секрета из воспалённых желёз, повышению местного иммунитета,

ликвидации болевого и дизурического симптомов, улучшению репродуктивной и копулятивной функций [Калинина С.Н., 2003; Медведев С.В., 2001].

При наличии репродуктивных нарушений, как осложнение хронического урогенитального трихомониаза, наиболее целесообразной является «усиленная» схема лечения: этиотропная терапия + иммуномодуляция + антибиотики широкого спектра + ингибиторы ПОЛ + трансректальное и транскутанное лазерное воздействие. Для лазерной терапии используется комбинированно лазерный свет красного спектра (длина волны 635 нм, непрерывный режим, мощность 20 мВт) и импульсное ИК НИЛИ (длина волны 890 нм) [Медведев С.В., 2001]. При этом Р.П. Огурцов и Л.Л. Резников (1990) уверены, что повышение иммунологической резистентности у больных острым неспецифическим эпидидимитом на фоне лазерной терапии является одной из причин её высокой эффективности при воспалении придатка яичка.

В комплексное лечение больных эпидидимитом и эпидидимоорхитом исключительно важно включать лазерную терапию, поскольку это позволяет не только существенно повысить шансы на выздоровление, но и эффективно восстановить нарушенную фертильность у мужчин [Соловьев А.А., 2002; Шорманов И.С. и др., 2012]. Используются различные варианты лазерного освечивания у больных серозным эпидидимитом и гнойным эпидидимитом после проведения хирургического пособия: придатка и яичка импульсным ИК НИЛИ (длина волны 890 нм, частота 80–3000 Гц) [Абунимех Б.Х., 2006], дополнительно на проекцию элементов семенного канатика и паховые лимфатические узлы [Сафаров Ш.А., 2007], ректально непрерывным НИЛИ красного спектра (635 нм) [Резников Л.Л., 1990].

После лазерной терапии наблюдается ускоренное купирование воспалительного процесса, сроки пребывания больных острым эпидидимитом в стационаре уменьшаются в среднем на 2,8 койко-дня, сокращается в 2 раза число рецидивов, улучшаются основные показатели спермограммы [Сафаров Ш.А., 2007].

Лечение инфертильных мужчин с хроническим бактериальным простатитом и перенесших острый орхоэпидидимит рекомендуется проводить в два этапа, возможно, в качестве подготовки к ЭКО. Первый этап направлен на уменьшение отёка тубуло-альвеолярных желез простаты, на восстановление дренажа простаты, потенцирование действия антибиотиков и стимуляции сперматогенеза, включает назначение общего режима и парентеральное введение антибиотиков широкого спектра действия в течение 5–7 дней. Для улучшения микроциркуляции, оказания антикогестивного действия и создания благоприятных фармакокинетических условий для кумуляции лекарственных препаратов антибиотикотерапию необходимо обязательно проводить на фоне лазерной терапии, проводя освечивание предстательной железы ректально и проекции тестикул наружно. Второй этап лечения направлен на нормализацию процессов реваскуляризации предстательной железы и индуцирование сперматогенеза. Вспомогательные репродуктивные технологии: искусственная инсеминация спермой мужа и ЭКО, женщинам при подготовке к ЭКО проводится гормональная суперовуляция. Наступление беременности за период наблюдения произошло у 36,5% жён пациентов, прошедших полный курс лечения, а в контрольной группе только у 10% [Алжикеев С.Ж. и др., 2008].

Лазерная терапия имеет достоверно большую терапевтическую эффективность и стойкость позитивных результатов комплексного лечения инфертильных мужчин с хроническими воспалительными заболеваниями органов репродукции по сравнению с традиционной медикаментозной терапией. Местное освечивание ИК НИЛИ проекции половых желёз позволяет увеличить число активно-подвижных форм сперматозоидов в эякуляте на 45–50%, снимая воспалительный процесс и восстанавливая микроциркуляцию в половых железах. Лазерная акупунктура (на точки поясничной области) способствует дополнительному увеличению концентрации нормальных и снижению процента патологических форм сперматозоидов в эякуляте на 10–15%, улучшая эндокринную регуляцию сперматогенеза [Пат. 2185211 RU]. При этом достаточный терапевтический эффект достигается уже после 5 процедур. Дополнительный курс ЛТ проводится через 6–9 мес. после основного [Юршин В.В., 1998, 2003, 2006; Юршин В.В. и др., 2003].

В урологическом отделении амбулаторно было проведено лечение 188 инфертильных пациентов, страдающих хроническим простатитом. Из них 95 мужчинам (1-я группа) проводилась традиционная медикаментозная терапия, 93 больным (2-я группа) кроме традиционного лечения проводилось освечивание ИК НИЛИ (экспозиция на 1 зону 2 мин, на курс 10 ежедневных сеансов) местно, последовательно на область крестца и промежности), в III группе (94 пациента) применяли лазерную акупунктуру по точкам поясничной области. До лечения всем пациентам проведено комплексное обследование с осмотром половых органов, клиническим, биохимическим и бактериологическим исследованиями секрета предстательной железы, семенных пузырьков и эякулята. Для контроля эффективности терапии у всех пациентов обеих групп исследовалась спермограмма сразу после лечения, а также через 1, 3 и 6 мес. после него. В развернутую спермограмму входило определение объёма, цвета, запаха, вязкости, pH спермы, концентрации сперматозоидов, содержания подвижных, слабо-подвижных и неподвижных форм спермиев, числа дегенеративных их форм, клеток сперматогенеза, лейкоцитов, эритроцитов, лецитиновых зёрен, содержания фруктозы и лимонной кислоты. Микроскопия секрета предстательной железы проводилась многократно до, в процессе и после лечения у всех обследуемых. Всем больным в группах проводились динамические исследования половых и гипофизарных гормонов: тестостерона (ТС), эстрадиола (Е2), ФСГ, ЛГ, пролактина (ПРЛ). Уровень их определялся после 2, 5 и 10 процедур, а также через 1 мес. [Юршин В.В., 2003, 2006; Юршин В.В. и др., 2003].

Методика лазерной терапии разрабатывалась, исходя из предполагаемого этиопатогенеза нарушений фертильности на фоне хронических воспалительных заболеваний органов репродукции у мужчин (рис. 30) [Юршин В.В., 2006].

Наружное лазерное освечивание (II группа) по сравнению с традиционной медикаментозной терапией (I группа) позволяет в более короткие сроки увеличить концентрацию сперматозоидов до нормальных цифр у больных олигозооспермией (рис. 31), повысить содержание подвижных сперматозоидов при астенозооспермии (рис. 32) и снизить количество патологических сперматозоидов при тератозооспермии (рис. 33). Также имело место значительное увеличение содержания фруктозы в эякуляте (рис. 34), стабильно сохраняющееся в течение

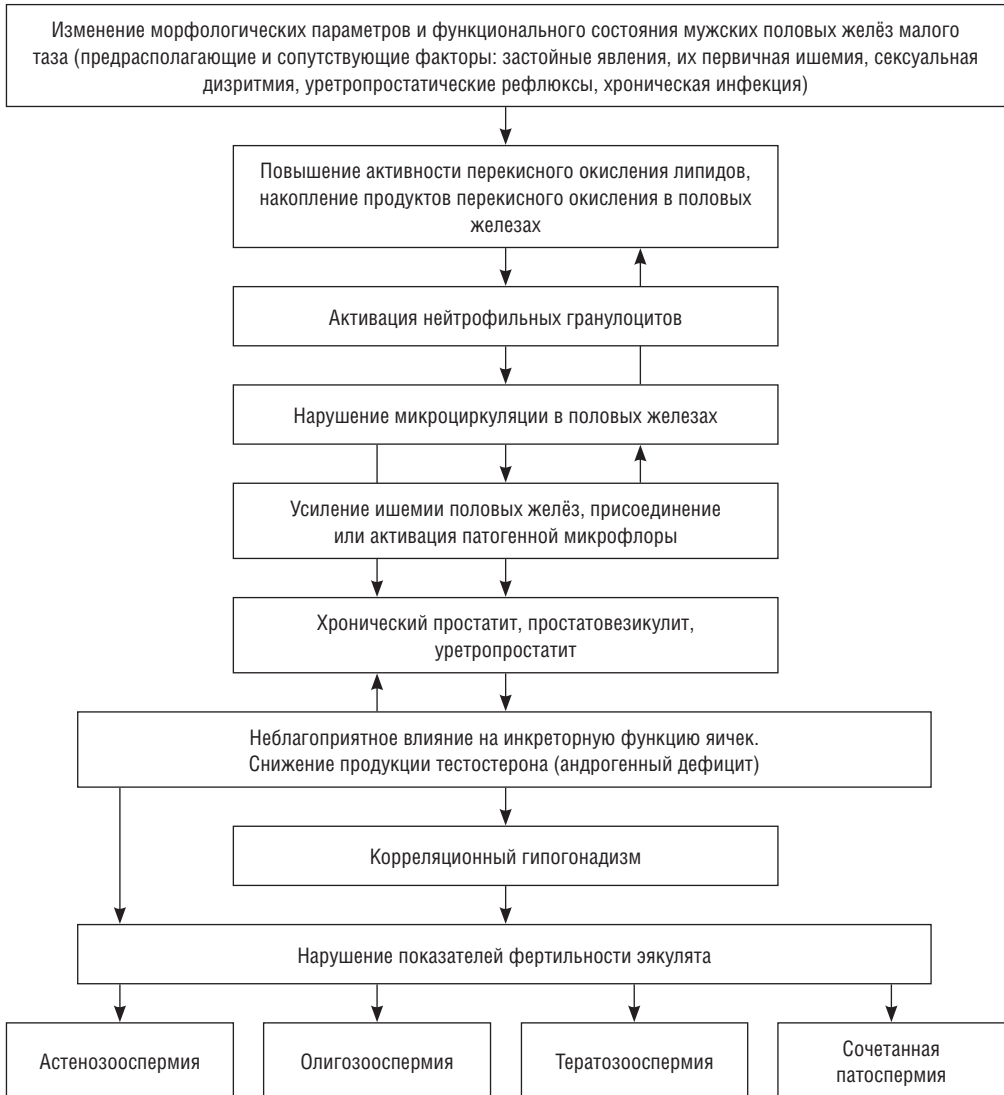


Рис. 30. Этиопатогенез нарушений фертильности на фоне хронических воспалительных заболеваний органов репродукции у мужчин (Юршин В.В., 2006)

длительного времени. Нормализовались биохимические показатели: содержание в эякуляте лимонной кислоты, цинка, простатической кислотной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, церулоплазмينا. Длительность курса антибиотикотерапии при инфекционных формах экскреторно-токсического бесплодия у мужчин сократилась с 12–14 до 7–9 дней (в 1,5–2 раза) на фоне благоприятной динамики нормализации местного иммунитета. Качественно близкие результаты были получены и в группе III (лазерная акупунктура) [Юршин В.В., 2006].

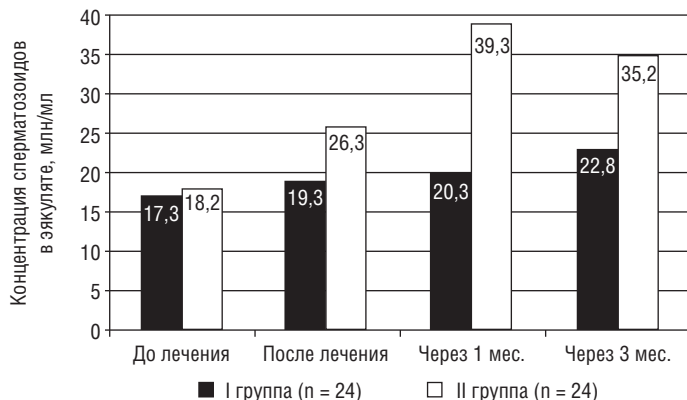


Рис. 31. Изменение концентрации сперматозоидов на фоне стандартного лечения и лазерной терапии больных олигозооспермией (Юршин В.В., 2006)

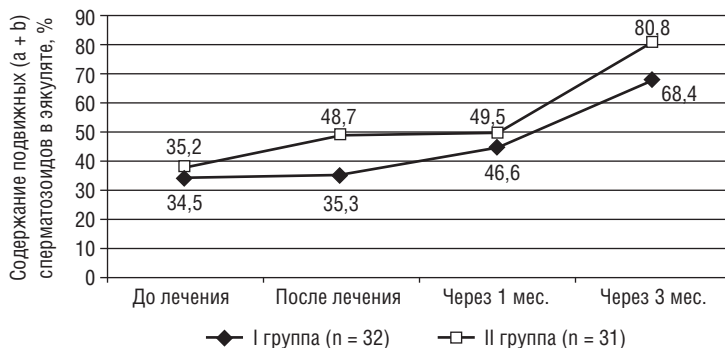


Рис. 32. Изменение содержания подвижных сперматозоидов на фоне стандартного лечения и лазерной терапии больных астенозооспермией (Юршин В.В., 2006)

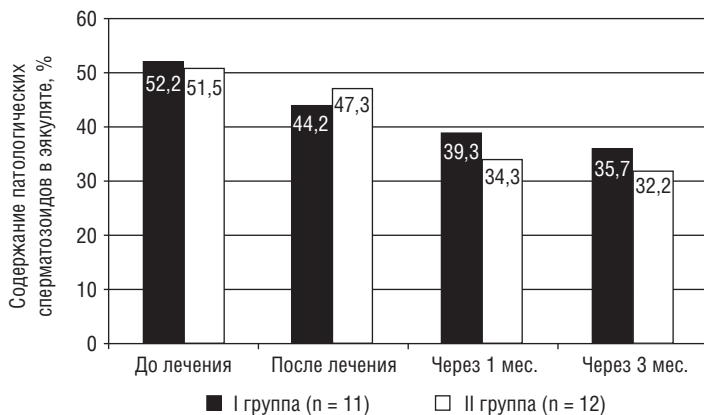


Рис. 33. Снижение содержания патологических сперматозоидов на фоне стандартного лечения и лазерной терапии больных тератозооспермией (Юршин В.В., 2006)

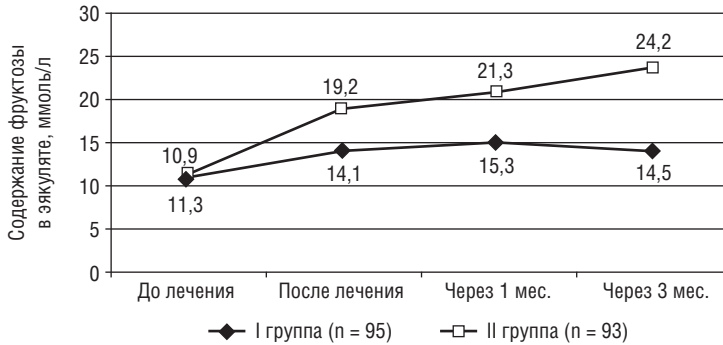


Рис. 34. Повышение уровня фруктозы в эякуляте на фоне стандартного лечения и лазерной терапии больных бесплодием (Юршин В.В., 2006)

В процессе лечения (II группа) наблюдалось изменение содержания половых и гонадотропных гормонов в сыворотке крови больных экскреторно-воспалительной формой бесплодия с максимумом в середине 10-дневного курса лечения (рис. 35, 36). Уровень лактотропного гормона в те же сроки, наоборот, снижлся,

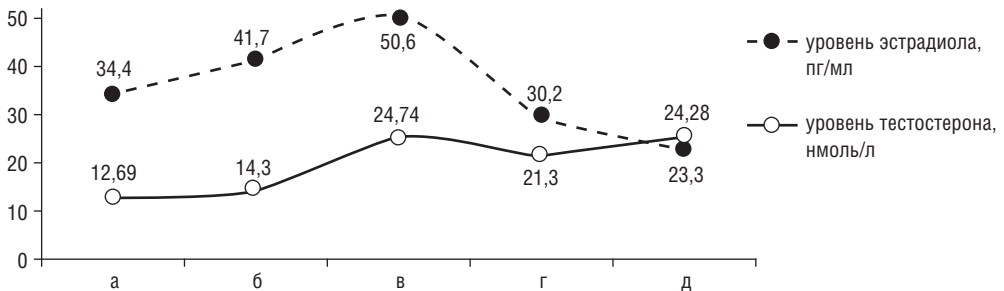


Рис. 35. Динамика изменения уровня тестостерона и эстрадиола в сыворотке крови после лазерного воздействия (местно). Обозначения здесь и на рис. 36, 37: а — до лечения; б — после 2 процедур; в — после 5 процедур; г — после 10 процедур; д — через 1 мес. после лечения (Юршин В.В., 2003)

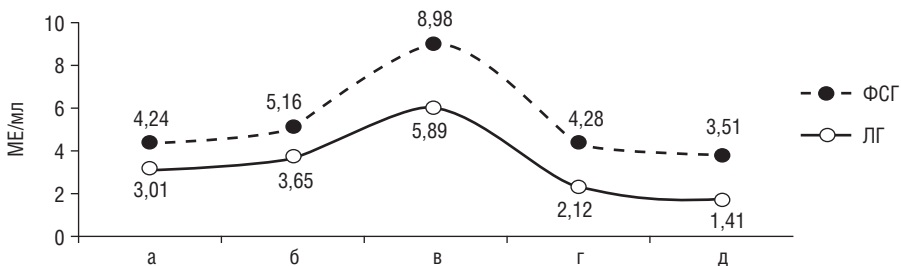


Рис. 36. Динамика изменения концентрации гипофизарных гормонов в сыворотке крови после лазерного воздействия (местно) (Юршин В.В., 2003)

а через 1 мес. после лечения наблюдается тенденция к нормализации всех показателей (рис. 37) [Юршин В.В., 2006].

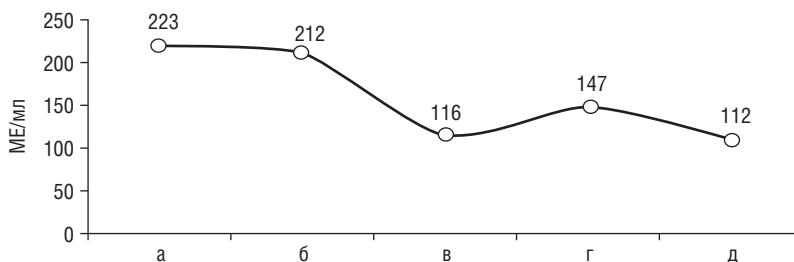


Рис. 37. Динамика изменения концентрации пролактина в сыворотке крови после лазерного воздействия (местно) (Юршин В.В., 2003)

Различия в направленности ответа гонадотропных и лактотропных гормонов гипофиза обусловлены, по мнению В.В. Юршина (2003), воздействием НИЛИ на гипофиз опосредованно, через гипоталамус, в котором «сцеплена» продукция гонадолиберина и пролактостатина, вызывающих, в свою очередь, усиление выработки ФСГ и ЛГ при подавлении образования пролактина. Возрастание уровней половых гормонов связано как с гипофизарной стимулирующей эндокринной функции яичек, так и с рефлекторным воздействием на гонады через ВНС, при этом лазерное воздействие активирует линию «лютеинизирующий гормон – тестостерон», и её следует применять при астенозооспермии и олигозооспермии с выраженным нарушением подвижности сперматозоидов.

Частота возникновения беременностей у жён этих больных составила для первой группы (медикаментозное лечение) 41,7% и для второй группы (лазерная терапия) – 55,4%, причём беременности завершились родами соответственно в 35,8 и 49,7% случаев. В ходе лечения больных экскреторно-воспалительной формой бесплодия с применением ЛТ положительный терапевтический эффект получен в 95% случаев, ремиссия более 1 года отмечена у 85% обследованных [Юршин В.В., 2003, 2006; Юршин В.В. и др., 2003]. Необходимо отметить, что все эти результаты были получены при использовании непрерывного ИК НИЛИ (длина волны 830 нм, мощность 40 мВт) – самого неэффективного варианта лазерного воздействия.

А.Б. Ихаяев (2013) применил сочетанно-комбинированный метод лазерной терапии больных хроническим неспецифическим простатитом с инфертильностью при сильной и сильно-средней половой конституции. Сравнивали результаты двух вариантов лазерной терапии. В 1-й группе пациентам (n = 40) проводился вибромагнитолазерный массаж (ВМЛМ) предстательной железы [Иванченко Л.П. и др., 2009] ректальной лазерной излучающей головкой ВМЛГ10 к лазерному терапевтическому аппарату «Матрикс-Уролог» (длина волны 635 нм, частота модуляции лазерного излучения 10 Гц), экспозиция 5 мин, а также локальное лазерное отрицательное давление (ЛОДЛТ) [Москвин С.В., Иванченко Л.П., 2014, 2014⁽¹⁾], экспозиция 12 мин, 15 циклов на курс, 15 процедур через день. Во 2-й группе (40 больных) – только ЛОДЛТ.

В 1-й и 2-й группах после лечения нормативные значения спермограммы выявлены у 67,5 и 42,5% больных соответственно. В 1-й группе в течение 6 мес. в 93,5% случаев наблюдалась сохранность объёма эякулята, который начинал снижаться у 13% через 9 мес. после лечения; у больных 2-й группы объём эякулята начинал снижаться у 22,7% больных через 6 мес. после лечения, доходя до 54,5% больных с нормативными значениями эякулята через 12 мес. после лечения. В 1-й группе вязкость эякулята через 6, 9 и 12 мес. после лечения была нормативной у 93,5, 83,9 и 74,2% больных соответственно, что было на 15,2–18,7% больше по сравнению со 2-й группой. Следовательно, ВМЛМ и ЛОДЛТ является специфически адекватным терапевтическим методом лечения при олигозооспермии (ОЗС) I–II ст. у больных ХП. Нормальное количество спермиев в 1 мл эякулята в 1-й группе через 6 мес. после лечения наблюдается у 91,3% больных, через 9 мес. – у 82,6%, через 12 мес. – у 69,6%, что на 12,4, 19,4 и 27,5% соответственно больше по сравнению со 2-й группой. Полученные данные показывают выраженный пролонгированный терапевтический эффект нормального количества спермиев в 1 мл эякулята комбинированного использования ВМЛМ и ЛОДЛТ ОЗС I–II ст. у больных ХП [Ихаев А.Б., 2013].

В течение 6 и 9 мес. после лечения у 1-й группы нормокинезоспермия была у 89,5 и 84,2% соответственно, через 12 мес. после лечения – у 73,7%, т. е. на 9,5, 14,2 и 18,7% соответственно больше по сравнению со 2-й группой. Следовательно, сочетанно-комбинированная ЛТ является специфическим методом терапии при астенозооспермии (АЗС) I–II ст. у больных ХП.

В 1-й группе процент морфологически нормальных спермиев сохранялся до 6 мес. после лечения у 92,9% больных и только к 9 и 12 мес. после лечения процент больных с морфологически нормальными спермиями снижался до 82,1 и 64,3 соответственно, что на 11,9; 29,7 и 31% меньше по сравнению со 2-й группой. Это показывает вазотропное, повышающее рецептивную активность тканевых структур к андрогенам и стимулирующее гормонопоз действие сочетанной лазеротерапии. Таким образом, ВМЛМ и ЛОДЛТ является эффективным терапевтическим методом лечения при тератозооспермии (ТЗС) I–II ст. и пролонгирует процент сохранности морфологически нормальных спермиев в 1 мл после лечения в течение 6 мес. Через 6 мес. после лечения процент отсутствия агглютинации сперматозоидов в 1-й группе составил 95,2% больных, через 9 и 12 мес. – 81 и 66,7% больных соответственно. Через 6, 9 и 12 мес. после лечения во 2-й группе отсутствие агглютинации сперматозоидов наблюдалось у 86,4, 72,7 и 54,5% больных соответственно. ВМЛМ и ЛОДЛТ, обладая вазотропным действием, по-видимому, формирует новые коллатеральные артериоло-венозные связи, обладая антигипоксическим эффектом, пролонгирует отсутствие феномена агглютинации спермиев [Ихаев А.Б., 2013].

В 1-й группе через 6, 9 и 12 мес. после лечения нормативные концентрации фруктозы в эякуляте были у 92,3; 80,8 и 69,2% больных, что на 15,8; 16,1 и 28% больше по сравнению со 2-й группой. Следовательно, комбинированное использование ВМЛМ и ЛОДЛТ в 1,7 раза чаще восстанавливает нормативную

концентрацию фруктозы в эякуляте в течение 12 мес. после лечения по сравнению с больными, применяющими только ЛОДЛТ.

В 1-й группе через 6, 9 и 12 мес. после лечения нормативные значения концентрации лимонной кислоты в эякуляте были у 92,3; 84,6 и 65,4% больных соответственно, что на 14,5; 23,5 и 21% соответственно больше по сравнению со 2-й группой.

В 1-й группе в течение 6 мес. после лечения сохранялась нормальной резистентность сперматозоидов в течение 6 мес. у 88,5%, во 2-й – у 78,3% больных. Через 9 мес. после лечения эти количественные показатели снижались, принимая значения в 1-й группе – 76,9%, во 2-й – 65,2% больных. Нормативная резистентность в течение 12 мес. после лечения в 1-й группе составила 69,2%, во 2-й – 39,1%. Таким образом, комбинированное использование ВМЛМ и ЛОДЛТ в большем проценте случаев после лечения «удерживает» нормативные значения резистентности спермий (РС) у больных ХП с инфертильностью.

В 1-й группе нормальная дыхательная способность сперматозоидов (ДСС) после лечения в течение 6, 9 и 12 мес. наблюдалась у 92, 84 и 68% больных соответственно, что было на 18,1; 23,1 и 24,5% соответственно больше по сравнению со 2-й группой. Таким образом, полученные данные показывают пролонгирующую терапевтическую способность сочетанной лазеротерапии в коррекции нарушений ДСС.

После лечения у всех больных количество лейкоцитов в секрете простаты превышало норму, что свидетельствовало об улучшении гемодинамической, трофической и дренажной функций ПЖ.

В 1-й группе нормальная степень кристаллизации секрета ПЖ сохранялась через 6 мес. после лечения у 86,7%, во 2-й – у 76,2% больных, через 9 и 12 мес. в 1-й группе сохранялась у 73,3 и 61,9% больных соответственно, во 2-й – у 63,3 и 52,4% больных соответственно. Таким образом, подтверждается тестостерон-стимулирующее действие ЛОДЛТ, отмеченное рядом других исследователей [Сосновский И.Б., 2012, 2013; Терёшин А.Т. и др., 2011, 2012; Терёшин А.Т., Сосновский И.Б., 2014].

Исследования показали, что только ЛОДЛТ нормализует концентрацию ФСГ, ЛГ и ТС в крови, а ВМЛМ + ЛОДЛТ – ФСГ, ЛГ, ПРЛ, дегидроэпандростерона-сульфата (ДГЭА-С), ТС, глобулина, связывающего половые стероиды (ГСПС), кроме эстрадиола (Е2) (табл. 31) [Сосновский И.Б., 2012].

В 1-й группе после лечения значительное улучшение наступило у 21 (72,4%) больного с сильной и средней половой конституцией, во 2-й – у 17 (58,6%) больных с сильной половой конституцией и сильно-средним вариантом средней половой конституции, что показывает идентификационные критерии использования сочетанно-комбинированной лазерной терапии.

В течение 12 мес. после курса терапии у 27 (67,5%) супругов наступила беременность от пациентов 1-й, у 18 (45%) – 2-й группы. Следовательно, комбинированное использование ВМЛМ и ЛОДЛТ выступает в роли пролонгатора сохранности нормальных параметров эякулята и стимулирует оплодотворяющую способность больных ХП.

Таблица 31

Сравнительная характеристика влияния ВМЛМ и ЛОДЛТ (1-я группа) и ЛОДЛТ (2-я группа) на концентрацию пептидных и стероидных гормонов в крови у больных хроническим простатитом с инфертильностью

Гормоны	1-я группа (n = 40)	2-я группа (n = 40)	Здоровые (n = 20)
ФСГ, МЕ/мл	5,41 ± 0,32*	5,83 ± 0,69*	4,89 ± 0,36
ЛГ, МЕ/мл	5,31 ± 0,24*	5,36 ± 0,27*	5,28 ± 0,34
Е2, пмоль/л	72,78 ± 2,42	78,34 ± 5,39	65,42 ± 4,29
ТС, нмоль/л	12,91 ± 1,21*	12,86 ± 1,38*	13,54 ± 1,32
ПРЛ, мМЕ/л	168,62 ± 10,83*	198,93 ± 12,24	155,83 ± 15,63
ДГЭА-С, нмоль/л	17,51 ± 0,34*	18,39 ± 0,26	16,92 ± 0,83
ГСПС, нмоль/л	39,23 ± 3,52*	45,27 ± 3,66	34,72 ± 4,86

Примечание. * – $p > 0,05$ по сравнению со здоровыми.

Нормализация функциональной активности гипофизарно-надпочечниково-тестикулярной системы у больных ХП с инфертильностью наступила у 26 (65%) 1-й и у 17 (42,5%) больных 2-й группы, что показывает более выраженный терапевтический эффект комбинированного использования ВМЛМ и ЛОДЛТ, чем после проведения только ЛОДЛТ.

У больных, прошедших лечение по поводу ХП с инфертильностью, можно выделить 2 типа кривых наступления беременности у их супругов: 1-й тип – пульсирующий, когда количество беременностей неуклонно повышается после лечения и имеет каскадный спад к концу первого года по курсовой терапии, 2-й тип – монотонно-низкий, когда количество беременностей в течение 12 мес. после лечения находится на одинаково низких показателях (от 2 до 4 в одну триаду). Во 2-й группе через 9 мес. уже не было ни одного случая наступления беременности.

После лечения (независимо от выбора метода терапевтических мероприятий) беременность у супругов пациентов, имеющих сильную половую конституцию, наступила в 19 (76%) из 25 случаев, при сильном варианте средней половой конституции – в 9 (75%) из 12, при среднем варианте средней половой конституции – у 10 (47,6%) из 21, при слабом варианте средней половой конституции – у 6 (42,9%) из 14, со слабой половой конституцией – у 1 (12,5%) из 8 пациентов. Таким образом, беременность наступает в 4 раза чаще (28 и 7 соответственно) у пациентов с ХП с сильными вариантами половой конституции после адекватного лечения по сравнению со слабыми вариантами половой конституции [Сосновский И.Б. и др., 2011, 2012].

Наступление беременности от пациентов, прошедших курс лазерной терапии по поводу ХП с инфертильностью, наступает в 66,7–73,7% случаев в возрасте от 22 до 40 лет и начинает резко снижаться (почти в 1,4 раза) после 40-летнего возраста. Положительная динамика практически всех показателей фертильности на фоне лечения выявила следующую закономерность: чем меньше глубина повреждения параметра фертильности и сильнее половая конституция мужчины, тем выше эффективность его коррекции ($r = 0,94$, $p < 0,05$).

Из полученных данных следует, что при отсутствии беременности в супружеской паре по прошествии 9 мес. после лечения следует проводить более углублённое диагностическое обследование и изыскивать новые адекватные терапевтические мероприятия. Больным при олигоастенотератозооспермии I–II ст. с длительностью ХНП до 5 лет и возрастом до 40 лет обязательно необходимо проводить только сочетанно-комбинированный вариант лазерной терапии (ВМЛМ + ЛОДЛТ) [Ихаев А.Б., 2013; Терёшин А.Т. и др., 2011, 2011⁽¹⁾; 2012, 2012^(2,3)].

В исследовании этой же группы авторов проводилась также оценка эффективности комбинированного использования ВМЛМ и ЛОДЛТ у больных ХП с ЭД по нескольким показателям [Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾].

Под влиянием комбинированной физиотерапии купирование алгического синдрома наступило у 25 (86,2%) из 29, дизурического – у 20 (80%) из 25, психоэмоционального напряжения – у 31 (77,5%) из 40, вегетативной дистонии – у 31 (77,5%) из 40, ЭД – у 30 (75%) из 40 больных. По международной системе суммарной оценки ХП (I-PSS) под влиянием терапии боль снижается с $5,4 \pm 0,4$ до $2,8 \pm 0,3$, дизурия – с $5,7 \pm 0,4$ до $2,9 \pm 0,4$, индекс симптоматики ХП – с $13,5 \pm 0,4$ до $7,4 \pm 0,4$, клинический индекс ХП – с $18,2 \pm 0,4$ до $7,3 \pm 0,4$, качество жизни повышается с $5,7 \pm 0,5$ до $2,4 \pm 0,3$ балла. Результаты оценки международного индекса эректильной функции (IIEF) показали, что в результате лечения эректильная функция возрастает в 1,5, удовлетворённость половым актом – в 1,6, оргазмическая функция – в 1,1, либидо – в 1,4, удовлетворённость половой жизнью – в 3,4 раза по сравнению с изначальными данными, что соответствует нормативным данным (табл. 32).

Таблица 32

Влияние ВМЛМ и ЛОДЛТ на интегральные показатели IIEF у больных хроническим простатитом с эректильной дисфункцией (Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾)

Интегральные показатели	До лечения	После лечения	Здоровые
Эректильная дисфункция	17,0 ± 0,1	24,7 ± 1,3*	26,4 ± 0,2
Удовлетворённость половым актом	8,0 ± 0,1	12,5 ± 1,4*	13,7 ± 0,1
Оргазмическая функция	9,0 ± 0,1	9,7 ± 0,1*	9,8 ± 0,1
Либидо	6,0 ± 0,1	8,4 ± 0,5*	8,8 ± 0,1
Удовлетворённость половой жизнью	2,5 ± 0,1	8,6 ± 0,3*	9,0 ± 0,2

Примечание. Здесь и в табл. 33–39: * – $p < 0,05$ по сравнению со здоровыми.

Если до лечения общесуммарный показатель сексуальной формулы мужчины (СФМ) у больных был $18,2 \pm 1,7$, то после терапии – $29,3 \pm 1,4$, достигая нормы ($31,2 \pm 1,3$, $p > 0,05$).

Под влиянием терапии объём ПЖ снизился с $31,2 \pm 2,4$ до $21,3 \pm 1,9$ см³ ($p < 0,05$) за счёт уменьшения отёка и инфильтрации паренхимы органа, достигая нормативных данных ($19,6 \pm 0,3$ см³, $p > 0,05$), в результате чего нормальный объём ПЖ наступил у 27 (67,5%) больных. По мнению авторов исследования,

это обусловлено противоотёчным, антисклеротическим действием ВМЛМ [Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾].

Допплерометрические исследования показали, что в результате лечения в фазу релаксации в ПЖ наступило повышение V_{\max} на 26,6%, V_{\min} – на 54,3%, снижение IR – на 16,9%, IP – на 8,6%, увеличение диаметра сосудов – на 12,8%, ПСС – на 66,7%, в фазу эрекции в ПЖ наступило увеличение V_{\max} на 15,7%, V_{\min} – на 41,4%, IP – на 6,2%, ПСС – на 59,6%, диаметра сосудов – на 34%, снижение IR – на 32,8% по сравнению с изначальными данными (табл. 33), в результате чего гемодинамика ПЖ в фазах релаксации и эрекции достигла значений нормы у 28 (70%) больных.

Таблица 33

Влияние ВМЛМ и ЛОДЛТ на гемодинамику предстательной железы в фазах релаксации и ригидной эрекции у больных хроническим простатитом с эректильной дисфункцией (Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾)

Показатели гемодинамики	V_{\max} , см/с	V_{\min} , см/с	IP	IR	ПСС, сосуд/см ²	Диаметр сосудов, мм
Фаза релаксации						
До лечения	10,22 ± 0,23	2,72 ± 0,11	1,26 ± 0,03	0,76 ± 0,02	0,58 ± 0,03	0,48 ± 0,03
После лечения	13,92 ± 0,16*	4,88 ± 0,12*	1,16 ± 0,02*	0,65 ± 0,02*	1,74 ± 0,12*	0,55 ± 0,01*
Здоровые	14,13 ± 0,12	5,02 ± 0,11	1,12 ± 0,03	0,64 ± 0,02	1,86 ± 0,11	0,59 ± 0,03
Фаза ригидной эрекции						
До лечения	6,68 ± 0,29	2,59 ± 0,08	1,65 ± 0,12	0,61 ± 0,02	1,71 ± 0,11	0,50 ± 0,02
После лечения	7,38 ± 0,19*	4,42 ± 0,15*	1,76 ± 0,12*	0,41 ± 0,02*	2,73 ± 0,12*	0,67 ± 0,03*
Здоровые	7,73 ± 0,36	4,61 ± 0,13	1,83 ± 0,11	0,42 ± 0,03	2,84 ± 0,13	0,69 ± 0,04

Диаметр парапростатических вен снизился с $4,2 \pm 0,2$ до $2,5 \pm 0,2$ мм ($p < 0,05$), достигая нормы ($2,3 \pm 0,2$ мм, $p > 0,05$), параректальных – с $4,2 \pm 0,2$ до $2,5 \pm 0,2$ мм ($p < 0,05$), достигая нормы ($2,3 \pm 0,2$ мм, $p > 0,05$). Количество больных с расширенными парапростатическими венами снизилось с 35 (87,5%) до 8 (20%), расширенными параректальными – с 22 (55%) до 6 (15%), т. е. в процессе лечения диаметр парапростатических вен достиг нормы у 77,1%, параректальных – у 72,7% больных. Скорость венозного кровотока в ПЖ возросла с $4,8 \pm 0,2$ до $5,5 \pm 0,3$ см/с ($p < 0,05$), достигая нормы ($5,8 \pm 0,2$ см/с, $p > 0,05$), в результате чего нормальный венозный кровоток в ПЖ наступил у 31 (77,5%) больного. После лечения сократилось число больных с бифазным типом кровотока с 26 (65%) до 11 (27,5%), кавальным типом кровотока – с 9 (22,5%) до 7 (17,5%) и увеличилось число больных с монофазным типом кровотока с 5 (12,5%) до 22 (55%).

Допплерометрические исследования центрипетальных и возвратных артерий тестикул показали, что после лечения увеличивается V_{\max} на 29%, V_{\min} – на 52%, ИВЯ – на 15,2%, IR снижается на 5,3% по сравнению с изначальными данными ($p < 0,05$ для всех показателей), достигая нормы (табл. 34), в результате чего интратестикулярная гемодинамика нормализовалась у 32 (80%) больных.

Таблица 34

Влияние ВМЛМ и ЛОДЛТ на гемодинамику центрипетальных и возвратных артерий тестикул у больных хроническим простатитом с эректильной дисфункцией (Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾)

Показатели	До лечения	После лечения	Здоровые
V _{max} , см/сек	12,3 ± 1,2	17,3 ± 2,3*	17,6 ± 2,8
V _{min} , см/сек	3,6 ± 0,8	7,5 ± 1,1*	7,8 ± 1,2
IR	0,60 ± 0,01	0,57 ± 0,01*	0,56 ± 0,01
ИВЯ, %	12,3 ± 1,1	14,5 ± 1,3*	14,8 ± 1,7

Допплерометрические исследования показали, что под влиянием ВМЛМ и ЛОДЛТ в кавернозных артериях полового члена в фазе релаксации V_{max} увеличивается на 46,3%, V_{min} – на 22,2%, IR – на 5,6%, IP снижается на 13,6%, в стадии тумесценции V_{max} повышается на 17,8%, IR – на 22,6%, V_{min} снижается на 4,3%, IP – на 15,7% по сравнению с изначальными данными (табл. 35), в результате чего гемодинамика в кавернозных артериях в стадии релаксации и тумесценции достигает нормы у 29 (72,5%) больных. Оказывая спазмолитическое действие, ВМЛМ, по-видимому, способствует расслаблению кавернозных синусов и в сочетании с ЛОДЛТ вызывает восстановление гемодинамики механизма эрекции [Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾].

Таблица 35

Влияние ВМЛМ и ЛОДЛТ на гемодинамику в кавернозных артериях полового члена в стадии релаксации и тумесценции у больных хроническим простатитом с эректильной дисфункцией (Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾)

Показатели гемодинамики	V _{max} , см/с	V _{min} , см/с	IP	IR
Фаза релаксации				
До лечения	13,84 ± 0,59	1,23 ± 0,04	2,75 ± 0,12	0,89 ± 0,02
После лечения	25,76 ± 1,24*	1,58 ± 0,07*	2,42 ± 0,13*	0,94 ± 0,02*
Здоровые	26,23 ± 1,17	1,65 ± 0,06	2,37 ± 0,15	0,96 ± 0,02
Фаза тумесценции				
До лечения	61,31 ± 11,19	36,24 ± 2,31	1,84 ± 0,13	0,41 ± 0,02
После лечения	74,63 ± 11,54*	34,76 ± 1,47*	1,59 ± 0,03*	0,53 ± 0,02*
Здоровые	76,54 ± 12,42	33,42 ± 2,36	1,54 ± 0,03	0,56 ± 0,02

Под влиянием ВМЛМ и ЛОДЛТ в дорсальных артериях полового члена у больных V_{max} в фазу релаксации повышается на 9,3%, IR – на 4,5%, V_{min} снижается на 5,4%, IP – на 14,8%, в фазу эрекции V_{max} снижается на 3,2%, V_{min} – на 33,2%, IP – на 30%, IR повышается на 15,6% по сравнению с изначальными данными (табл. 36), в результате чего гемодинамика в дорсальных артериях полового члена в фазах релаксации и ригидной эрекции достигла нормы у 29 (72,5%) больных.

Под влиянием ВМЛМ и ЛОДЛТ гемодинамика в глубокой дорсальной вене полового члена в фазу тумесценции снижается с 2,2 ± 0,2 до 1,9 ± 0,1 см/с (p < 0,05), достигая нормы (1,7 ± 0,2 см/с, p > 0,05), в фазу ригидной эрекции – с 2,1 ± 0,2

Таблица 36

Влияние ВМЛМ и ЛОДЛТ на гемодинамику в дорсальных артериях полового члена в фазах релаксации и ригидной эрекции у больных хроническим простатитом с эректильной дисфункцией (Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾)

Показатели гемодинамики	Vmax, см/с	Vendd, см/с	IP	IR
Фаза релаксации				
До лечения	23,4 ± 1,2	3,9 ± 0,3	3,12 ± 0,2	0,83 ± 0,02
После лечения	25,8 ± 0,6*	3,7 ± 0,3*	2,71 ± 0,2*	0,86 ± 0,02*
Здоровые	26,5 ± 0,7	3,6 ± 0,2*	2,5 ± 0,2	0,87 ± 0,02
Фаза ригидной эрекции				
До лечения	45,23 ± 1,42	6,42 ± 1,21	2,82 ± 0,23	0,77 ± 0,03
После лечения	43,84 ± 1,32*	4,82 ± 0,73*	2,17 ± 0,2*	0,89 ± 0,02*
Здоровые	42,39 ± 1,21	4,13 ± 0,61	2,12 ± 0,02	0,91 ± 0,03

до $1,8 \pm 0,1$ см/с ($p < 0,05$), достигая нормы ($1,6 \pm 0,1$ см/с, $p > 0,05$), в результате чего гемодинамика в глубокой дорсальной вене полового члена достигла нормы у 29 (72,5%) больных. После лечения отмечено снижение количества больных с положительной пробой Вальсальвы с 24 (60%) до 10 (терапевтическая эффективность 58,3%), в результате чего отрицательная проба Вальсальвы наблюдалась у 30 (75%) больных, что свидетельствовало об улучшении эластичности венозной стенки и белочной оболочки полового члена.

Под влиянием ВМЛМ и ЛОДЛТ диаметр кавернозной артерии в стадиях релаксации и тумесценции повышается на 6,3 и 2,6% соответственно, индекс эластичности артериальной стенки снижается на 3,5%, эректильная площадь в стадии релаксации и тумесценции увеличивается на 37,5 и 18,2% соответственно, индекс эластичности кавернозных тел снижается на 8,3%, толщина белочной оболочки в стадии релаксации и тумесценции снижается на 16,7 и 40% соответственно, индекс эластичности белочной оболочки повышается на 14,5% по сравнению с изначальными данными (табл. 37).

Доплерометрические исследования выявили, что после лечения количество больных с артериальной недостаточностью кавернозных тел снижается с 9 (22,5%) до 3 (7,5%), венозной – с 14 (35%) до 3 (7,5%), артериовенозной – с 11 (27,5%) до 5 (12,5%), что показывает эффективность ВМЛМ и ЛОДЛТ при легких и средних степенях артериальной (66,7%), венозной (78,6%) и артериовенозной (54,5%) недостаточности пенильной гемодинамики, в результате чего пенильная гемодинамика достигла нормы у 29 (72,5%) больных.

После лечения Qaveг повысился с $8,4 \pm 0,3$ до $13,6 \pm 0,7$ мл/с ($p < 0,05$), достигая нормы ($14,3 \pm 0,7$ мл/с, $p > 0,05$), Qmax – с $14,4 \pm 0,5$ до $21,7 \pm 0,8$ мл/с ($p < 0,05$), достигая нормы ($22,1 \pm 0,4$ мл/с, $p > 0,05$), в результате чего микционная функция мочевого пузыря нормализовалась у 33 (82,5%) больных. Корреляционный анализ обнаружил, что по мере снижения объема ПЖ улучшается микционная функция мочевого пузыря ($r = 0,88$, $p > 0,05$), уменьшаются алгический синдром ($r = 0,86$, $p > 0,05$), дискомфорт в промежности ($r = 0,84$, $p > 0,05$), улучшается качество жизни ($r = 0,92$, $p > 0,05$).

Таблица 37

Влияние ВМЛМ и ЛОДЛТ на диаметр кавернозной артерии, эректильной площади, толщину белочной оболочки в стадиях релаксации и тумесценции у больных хроническим простатитом с эректильной дисфункцией (Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾)

Показатели	До лечения	После лечения	Здоровые
Диаметр кавернозной артерии в стадии релаксации, мм	0,80 ± 0,02	0,85 ± 0,02*	0,86 ± 0,03
Диаметр кавернозной артерии в стадии тумесценции, мм	1,17 ± 0,02	1,20 ± 0,03*	1,21 ± 0,02
Индекс эластичности артериальной стенки	1,46 ± 0,02	1,41 ± 0,02*	1,41 ± 0,02
Площадь поперечного сечения кавернозных тел в стадии релаксации, см ²	0,8 ± 0,3	1,1 ± 0,2*	1,22 ± 0,21
Площадь поперечного сечения кавернозных тел в стадии тумесценции, см ²	2,2 ± 0,2	2,6 ± 0,3*	2,71 ± 0,28
Индекс эластичности кавернозных тел	2,6 ± 0,2	2,4 ± 0,2*	2,27 ± 0,16
Толщина белочной оболочки в стадии релаксации, мм	1,2 ± 0,1	1,0 ± 0,2*	1,09 ± 0,13
Толщина белочной оболочки в стадии полной ригидности, мм	0,7 ± 0,1	0,5 ± 0,1*	0,54 ± 0,09
Индекс эластичности белочной оболочки	1,71 ± 0,03	2,0 ± 0,02*	2,02 ± 0,02

Под влиянием ВМЛМ и ЛОДЛТ продолжительность фрикционной стадии увеличивается с 1 мин 12 с до 2 мин 36 с, достигая нормы (2 мин 58 с), количество фрикций – с 52 до 70, достигая нормы (76 ± 3), в результате чего восстановление параметров фрикционной стадии наступило у 30 (75%) больных. После лечения ЛПБКР снизился с 38,3 ± 1,1 до 35,7 ± 0,6 мс (p < 0,05), достигая нормы (35,3 ± 0,9 мс, p > 0,05), время наступления эякуляции увеличилось с 4,6 ± 0,2 до 5,3 ± 0,2 мин (p < 0,05), достигая нормы (5,6 ± 0,3 мин, p > 0,05).

После лечения показатели шкалы Юнема повысились с 6,1 ± 0,4 до 8,6 ± 0,2 (p < 0,05), не достигая значений нормы (9,6 ± 0,2, p < 0,05). После лечения показатели шкалы Юнема имели высокую корреляцию с Vmax (r = 0,87, p > 0,05), с V_{endd} (r = 0,93, p > 0,05) в кавернозных и дорсальных артериях полового члена в стадии тумесценции, глубокой дорсальной веной полового члена в фазу тумесценции (r = 0,88, p > 0,05) и ригидной эрекции (r = 0,91, p > 0,05), толщиной белочной оболочки в стадии релаксации (r = 0,89, p > 0,05) и ригидной эрекции (r = 0,91, p > 0,05), эректильной площадью в стадии релаксации (r = 0,91, p > 0,05) и тумесценции (r = 0,93, p > 0,05).

Параметрирование фаз ЭРС показало, что под влиянием ВМЛМ и ЛОДЛТ время наступления тумесценции (ВНТ), длительность тумесценции (ДТ), время наступления ригидности эрекции (ВНРЭ) снижаются в 1,9; 1,2; 1,7 раза соответственно по сравнению с изначальными данными, достигая нормы, длительность эрекции (ДЭ) и длительность детумесценции (ДД) увеличиваются в 2,9 и 2 раза соответственно по сравнению с изначальными значениями, достигая нормы (табл. 38), в результате чего параметрированные фазы ЭРС достигли нормы у 29 (72,5%) больных ХП.

Таблица 38

Влияние ВМЛМ и ЛОДЛТ на параметрирование фаз эрекционной составляющей у больных хроническим простатитом с эректильной дисфункцией (Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾)

Обследованные	ВНТ, мин	ДТ, мин	ВНРЭ, мин	ДЭ, мин	ДД, мин
До лечения	15,5 ± 0,8	5,1 ± 0,7	15,1 ± 1,2	8,3 ± 1,3	43,5 ± 2,6
После лечения	8,1 ± 0,7	4,1 ± 0,5*	8,7 ± 0,6*	86,4 ± 9,8*	89,4 ± 6,7*
Здоровые	7,2 ± 0,6	3,8 ± 0,4	8,3 ± 0,7	92,6 ± 10,3	98,5 ± 7,4

После лечения балльная оценка поражения функционального состояния НГС снизилась в 2,6, ПС – в 4, ЭРС – в 3,8, ЭЯС – в 2,7 раза по сравнению с исходными данными (табл. 39), достигая значений нормы у 29 (72,5%) больных.

Таблица 39

Влияние ВМЛМ и ЛОДЛТ на клинико-функциональную оценку (в баллах) составляющих копулятивного цикла у больных хроническим простатитом с эректильной дисфункцией (Терёшин А.Т. и др., 2012⁽¹⁾)

Составляющие	До лечения	После лечения	Здоровые
Нейрогуморальная (НГС)	13,5 ± 1,3	5,1 ± 0,4*	4,3 ± 0,4
Психическая (ПС)	14,1 ± 1,3	3,5 ± 0,5*	2,9 ± 0,5
Эрекционная (ЭРС)	16,3 ± 1,2	4,3 ± 0,3*	3,6 ± 0,4
Эякуляторная (ЭЯС)	17,0 ± 1,1	6,2 ± 0,5*	5,6 ± 0,3

После использования ВМЛМ и ЛОДЛТ сексуальные функции восстановились у 5 (100%) из 5 больных с легкими степенями поражения НГС, ПС, ЭРС и ЭЯС, у 27 (84,4%) из 32 больных со средними степенями поражения НГС, ПС, ЭРС и ЭЯС и ни у одного из 3 больных с тяжелыми степенями поражения НГС, ПС, ЭРС и ЭЯС, что показывает эффективность лечения сексуальных расстройств ВМЛМ и ЛОДЛТ у больных ХП с лёгкими и средними степенями поражения НГС, ПС, ЭРС и ЭЯС.

После лечения концентрация ПСА в крови снизилась с $2,78 \pm 0,26$ нг/мл до $2,27 \pm 0,19$ нг/мл ($p < 0,05$), не достигая значений нормы ($1,87 \pm 0,24$ нг/мл, $p < 0,05$). После лечения у больных выявлена высокая корреляция между концентрацией ПСА в крови и объёмом ПЖ ($r = 0,88$, $p > 0,05$), между концентрацией ПСА в крови и ПСС ($r = 0,91$, $p > 0,05$), между концентрацией ПСА в крови и диаметром сосудов в ПЖ ($r = 0,85$, $p > 0,05$), между концентрацией ПСА и венозным кровотоком в ПЖ ($r = 0,86$, $p > 0,05$).

До лечения количество лейкоцитов в секрете ПЖ от 0 до 10 было у 26 (67,5%), от 11 до 20 – у 6 (15%), от 21 до 40 – у 5 (12,5%), свыше 40 – у 2 (5%) больных. После лечения количество лейкоцитов в секрете ПЖ было в пределах нормы (от 1 до 10), что можно связать с сексуальной оптимизацией пациентов, реализующейся в более частых и регулярных коитусах, конечной фазой которых является семяизвержение. Эякуляция – это естественное сокращение ПЖ, механически опорожняющее и saniрующее систему её протоков. Такое предположение, безусловно, подтверждается многочисленными публикациями, касающимися эффек-

тивности лечения ХП с помощью частого семяизвержения [Машнин В.В., 2008; Сайдуллоев Л., 2006].

Комбинированное применение пелоидотерапии и ВМЛМ (вибромагнитолазерная головка ВМЛГ10, аппарат «Матрикс-Уролог») предстательной железы при калькулёзном простатите в условиях санатория позволяет добиться стойкого снижения клинических проявлений заболевания, улучшения гемодинамики, улучшения микроциркуляции, нормализации основных параметров эякулята и в некоторых случаях растворения или отхождения из протоков предстательной железы камней. Полученные данные свидетельствуют о стимулирующем действии физиотерапии на сперматогенез больных, страдающих хроническим калькулёзным простатитом [Ибрагимов М.Ф. и др., 2015].

Даётся высокая оценка эффективности использования лазерной терапии (чрескожно и ректально) в сочетании с пелоидами в комплексном лечении больных хроническим бактериальным простатитом, осложнённым патозооспермией [Гурцкой Р.А. и др., 2016; Дегтяренко С.А. и др., 2016].

Внутрисосудистую фотомодификацию крови (один из вариантов названия ВЛОК) целесообразно проводить всем больным с аутоиммунным бесплодием [Кореньков Д.Г., 2004; Михайличенко В.В. и др., 2002], такая процедура рекомендуется многими авторами для лечения и профилактики аутоиммунного бесплодия у мужчин с воспалительными заболеваниями половых органов [Лукиянов А.В., 2006]. Методика может быть дополнена проведением плазмафереза [Кореньков Д.Г. и др., 2000].

В работе А.В. Лукиянова (2006) подтверждена ведущая роль нарушений функций гематотестикулярного барьера в развитии аутоиммунного бесплодия у пациентов, перенесших воспалительные заболевания половых органов. Доказано значение активации процессов свободнорадикального окисления и снижения АОЗ в плазме крови и эякуляте как факторов, способствующих повреждению биологических мембран, сперматозоидов и образованию антиспермальных антител. Выявлена зависимость между повышением активности гуморального иммунитета с избыточным образованием антиспермальных антител класса IgM, G и A, увеличением содержания в эякуляте и плазме крови интерлейкинов и возрастанием гемостатического потенциала, являющимися факторами повреждения биомембран и патологическими изменениями спермограммы. Выявлена закономерность распределения антиспермальных антител в плазме крови и эякуляте, связанная с продолжительностью анамнеза иммунозависимого бесплодия после перенесенного воспалительного заболевания половых органов. Доказано улучшение качества спермограммы у больных аутоиммунным бесплодием при дифференцированном использовании режимов ВЛОК, зависящих от распределения антиспермальных антител в упомянутых биологических средах. Установлено улучшение непосредственных результатов лечения воспалительных заболеваний половых органов при включении в комплексную терапию курса ВЛОК, а также показана эффективность этой методики в профилактике развития аутоиммунного бесплодия – у 92,3% мужчин имело место предупреждение развития патологического процесса. Установлена финансово-экономическая целесообразность использования ВЛОК

в комплексном лечении мужчин с воспалительными заболеваниями половых органов, затраты снижаются, что связано с сокращением в 1,7 раза количества лечебных курсов, при значительно лучших клинических результатах.

К сожалению, методика ВЛОК, используемая в этом исследовании, не описана с достаточной степенью точности и не оптимизирована, поскольку, как часто это бывает, просто ориентировались на то, что было под рукой. В работе других авторов использовался такой же аппарат с весьма сомнительными параметрами, но больше упор делался на проведение УФОК при сниженном клеточном иммунитете, что вполне логично, а также сочетание фотомодификации крови с ПА. Даются и другие рекомендации, в частности, в ряде случаев целесообразно дополнительно проводить ГБО и назначать антиоксиданты [Кореньков Д.Г., 2004; Кореньков Д.Г. и др., 2003]. Понимается, чем более широкий спектр методов лечения задействуется при разумной дифференциации их выбора для составления индивидуальной лечебной схемы, тем лучше результат, однако важнее обоснование назначения того или иного метода лечения.

С целью более эффективной коррекции infertility у больных простатитами в комплексное лечение многие специалисты дополнительно рекомендуют включать ВЛОК и лазерную акупунктуру [Ихаев А.Б., Терёшин А.Т., 2012; Киларджиев Б.А., 2002; Путилин В.А., 2009; Терёшин А.Т. и др., 2008, 2009], например, освечивая ТА поясничной области (V23 – шэнь шу, VG3 – яо ян гуань, VG4 – мин мэнь) и совмещать с бальнеотерапией (йодобромные ванны) [Агаев А.А., 1998; Ихаев А.Б., Терёшин А.Т., 2012; Путилин В.А., 2009; Терёшин А.Т. и др., 2008, 2009]. На основе этих исследований в Росздравнадзоре была зарегистрирована комплексная методика коррекции infertility у больных хроническим простатитом [Новая медицинская технология ФС № 2008/234 от 07.11.2008].

Высокая эффективность ВЛОК в комбинированном варианте (с акупунктурой и бальнеотерапией) показана при лечении больных ХНП с нарушениями фертильности. Применяли аппарат лазерной терапии «Матрикс-ВЛОК» (длина волны 635 нм, мощность 1,5–2 мВт на выходе КИВЛ-01, на курс 10 сеансов по 10 мин). Часть больных – 15, или 37,5%, – относились к сильной половой конституции, 14 (35%) – к средней и 11 (27,5%) – к слабой. Дополнительно к ВЛОК-635 всем пациентам проводился массаж предстательной железы ежедневно (на курс 15 процедур) [Путилин В.А., 2009; Терёшин А.Т. и др., 2007, 2008⁽¹⁾].

После терапевтического курса, включающего ВЛОК-635, концентрация сперматозоидов в 1 мл в среднем составила $25,4 \pm 2,1$ млн, подвижность сперматозоидов – $57,3 \pm 3,1\%$, патологических форм сперматозоидов – $23,2 \pm 1,4\%$, концентрация фруктозы – $10,3 \pm 0,8$ нмоль/л, лимонной кислоты – $20,3 \pm 1,4$ нмоль/л, РС – $9,5 \pm 1,5$ мин, ДСС – $77,6 \pm 11,3$ мин. В результате проведенного лечения нормоспермия выявлена у 29 (72,5%) больных с сильной и средней половой конституцией. В результате лечения концентрация ФСГ в крови снизилась на 28%, ЛГ – на 17%, Е2 – на 17%, ПРЛ – на 38%, ДГЭА-С – на 18%, ТС повысилась на 33,5%, принимая нормативные данные ($p > 0,05$). В результате лечения функциональная активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниково-тестикулярной системы наступила у 27 (67,5%) больных с длительностью ХНП не более 5 лет.

В течение 1 года после курсового лечения беременность наступила в 25 (62,5%) супружеских парах, в которых мужчины были в возрасте от 22 до 40 лет с сильной и средней половой конституцией, длительностью ХНП ≤ 5 лет [Путилин В.А., 2009; Терёшин А.Т. и др., 2007, 2008, 2008⁽¹⁾].

Дополнительно было проведено сравнение эффективности различных вариантов комбинирования методов физиотерапии (табл. 40) инфертильных больных ХП [Терёшин А.Т. и др., 2009, 2015].

Таблица 40

Методы комплексного лечения (Терёшин А.Т. и др., 2009)

Группы	Варианты комбинирования методов физиотерапии
1	Йодобромные ванны, ВЛОК, аку- и лазеропунктура, массаж предстательной железы и ЛФК
2	Йодобромные ванны, аку- и лазеропунктура, ЛФК
3	ВЛОК, аку- и лазеропунктура, ЛФК

Непосредственная терапевтическая эффективность клинических синдромов у 3 групп больных ХП отражена в табл. 41.

Таблица 41

Терапевтическая эффективность клинических синдромов у трёх групп больных ХП (Терёшин А.Т. и др., 2009)

Клинический синдром	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Алгический	21	87,5	16	84,2	23	82,1
Дизурический	8	61,5	7	58,3	10	58,8
Копулятивный	13	61,9	13	56,5	9	47,4
Астено-невротический	15	65,2	15	65,2	12	46,2

По данным трансректальной эхосонографии простаты, у пациентов 1-й группы, получавших комплексную терапию, наступало достоверное ($p < 0,001$), более частое улучшение (90%) либо нормализация параметров ПЖ и семенных пузырьков (СП) по сравнению со 2-й (76,7%) и 3-й (83,3%) группами больных (табл. 42).

Исследования показали преимущество использования ВЛОК в общем комплексе терапии при коррекции морфологического состояния ПЖ и СП у больных ХП с инфертильностью. Динамика макроскопического, микроскопического и биохимического исследований эякулята у 3 групп больных ХП через 3 мес. после терапии представлена в табл. 43.

В результате терапии уровни ФСГ, ЛГ, Е2, ПРЛ и ДГЭА-С приняли нормативные данные в 1-й и 3-й группах, во 2-й группе нормативные данные в результате лечения приняли только концентрации ТС, ПРЛ и ДГЭА-С (табл. 44).

В течение 12 мес. после лечения 20 (66,7%) женщин забеременели от пациентов 1-й, 14 (46,7%) – от пациентов 2-й, 19 (63,3%) – от пациентов 3-й группы.

Таблица 42

Результаты трансректальной эхосонографии предстательной железы у 3 групп больных ХП с инфертильностью после курса терапии (Терёшин А.Т. и др., 2009)

Основной признак	Состояние органа по данному признаку	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%
Размеры ПЖ	Увеличена	2	6,7	6	20,0	3	10,8
	Норма	27	90,0	23	76,7	25	83,3
	Уменьшена	1	3,3	1	3,3	2	6,7
Консистенция предстательной железы	Равномерно размягчена	1	3,3	4	13,3	3	10,0
	Очаги размягчения	1	3,3	2	6,6	1	3,3
	Равномерно эластична	25	83,3	22	75,9	26	86,7
	Равномерно уплотнена	1	3,3				
	Очаги уплотнения	2	6,7	2	6,6		
Междолевая бороздка предстательной железы	Контурится чётко	27	90,0	23	76,7	27	90,0
	Контурится нечётко	3	10,0	7	23,3	3	10,0
	Не определяется	–	–	–	–	–	–
Болезненность ПЖ	Безболезненна	28	93,3	23	76,7	27	90,0
	Умеренно болезненна	2	6,7	7	23,3	3	10,0
Пальпируемость СП	Пальпируются	3	10,0	6	20,0	2	6,7
	Не пальпируются	27	90,0	24	80,0	28	93,3
Болезненность СП	Безболезненны	28	93,3	24	80,0	27	90,0
	Болезненны	2	6,7	6	20,0	3	10,0

Следовательно, внутривенная лазерная терапия в комплексном лечении больных ХНП выступает в роли пролонгатора сохранности нормальных параметров эякулята.

После терапевтических мероприятий (независимо от метода проведения терапевтических мероприятий) беременность у супругов пациентов, имеющих сильную половую конституцию, наступила в 21 (80,8%) случае, при сильном варианте средней половой конституции – в 8 (61,5%), при среднем варианте средней половой конституции – у 15 (57,7%), при слабом варианте средней половой конституции – у 7 (26,8%), при слабой половой конституции – у 2 (33,3%). Таким образом, беременность у супругов наступает в 3 раза чаще у пациентов с ХНП с инфертильностью после адекватного лечения, которые обладают сильными вариантами половой конституции (табл. 45).

Наступление беременности в 100% случаев наступает у супругов пациентов 1-й и 3-й группы, леченных по поводу ХП с инфертильностью, имеющих сильную и сильные варианты средней половой конституции при длительности заболевания не более 5 лет. Во 2-й группе беременность в супружеской паре наступила у пациентов с сильной и сильным вариантом средней половой конституции в 80 и 75% случаев соответственно при длительности ХП не более 3 лет. У пациентов 1-й и 3-й групп со средним вариантом средней половой конституции у супругов наступление беременности было в 5 (55,6%) и 4 (50%) случаях соответственно. Проводимая эндоваскулярная лазеротерапия в большем проценте случаев вызы-

Таблица 43

Динамика макроскопического, микроскопического и биохимического исследований эякулята у 3 групп больных ХП после терапии (Терёшин А.Т. и др., 2009)

Основной	Проявления	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%
Объём	(>5 мл)	2	6,7	3	10,0	3	10,0
	Норма	24	80,0	17	56,7	24	80,0
	(<0,1 мл)	4	13,3	10	33,3	3	10,0
Количество	ОЗС 1-й ст.	18	94,7	12	66,7	16	80,0
	ОЗС 2-й ст.	8	88,9	4	40,0	2	40,0
	ОЗС 3-й ст.	–	–	–	–	–	–
Подвижность	АЗС 1-й ст.	19	95,0	12	63,2	17	89,5
	АЗС 2-й ст.	5	71,4	4	50,0	4	66,7
	АЗС 3-й ст.	–	–	–	–	–	–
Количество	ТЗС 1-й ст.	9	69,2	8	53,3	9	64,3
	ТЗС 2-й ст.	4	66,7	3	37,5	4	66,7
	ТЗС 3-й ст.	–	–	–	–	–	–
Степень	Слабая +	4	100,0	3	100,0	3	75,0
	Средняя ++	11	84,6	12	63,2	13	81,3
	Сильная +++	5	62,5	2	33,3	5	55,6
	Массовая ++++	1	25,0	–	–	–	–
Концентрация	Снижена	18	94,7	11	55,0	15	88,2
	Резко снижена	5	71,4	3	50,0	5	62,5
Концентрация	Снижена	21	91,9	12	52,2	21	91,3
	Резко снижена	2	100,0	2	66,7	2	66,7
РС	Снижена	18	85,7	14	58,3	16	84,2
	Резко снижена	3	60,0	1	50,0	3	50,0
ДСС, мин	Снижена	19	86,4	13	59,1	17	81,0
	Резко снижена	2	50,0	1	33,3	2	50,0
Степень кристаллизации секрета предстательной железы	Снижена	17	94,4	17	77,3	11	84,6
	Резко снижена	2	50,0	1	33,3	4	66,7
Вязкость эякулята	(>0,5 см)	3	10,0	11	36,7	4	13,3
	Норма 0,1–0,5 см	27	90,0	17	56,7	25	83,3
	(<0,1 см)			2	6,7	1	3,3

вает терапевтический эффект у больных ХП с инфертильностью, обладающих сильными вариантами половой конституции.

Какой-либо зависимости наступления беременности у жён пациентов от возрастного ценза установить не удалось. Однако в группе больных 22–25 лет беременность наступала в первые 6 мес. после лечения; в группах больных 26–40 лет – в первые 9 мес. после лечения; в группах больных 41–45 лет – в первые 3 мес. после лечения; в возрастной группе 26–30 лет наибольший процент наступления беременности падает на 6 мес. (87,5%) после лечения; в группе больных

Таблица 44

Влияние 3 терапевтических комплексов на концентрацию пептидных и стероидных гормонов в крови у больных ХП (Терёшин А.Т. и др., 2009)

Гормоны	Здоровые	Больные хроническим простатитом		
		1-я группа ¹	2-я группа ¹	3-я группа ¹
ФСГ, МЕ/мл	4,76 ± 0,28	8,32 ± 1,47* 5,41 ± 0,58*	8,31 ± 1,27 6,56 ± 1,32	8,29 ± 1,34 5,93 ± 1,42*
ЛГ, МЕ/мл	5,14 ± 0,43	6,31 ± 0,37 5,31 ± 0,23*	6,29 ± 0,36 5,73 ± 0,21	6,33 ± 0,39 5,27 ± 0,36*
Е2, пмоль/л	63,56 ± 4,43	85,68 ± 9,47 71,43 ± 3,49	85,62 ± 9,27 71,34 ± 3,28	85,57 ± 9,34 71,23 ± 4,59*
ТС, нмоль/л	13,56 ± 1,37	8,34 ± 1,23 11,19 ± 1,27*	8,39 ± 1,22 11,32 ± 1,17*	8,41 ± 1,26 11,23 ± 1,24*
ПРЛ, мМЕ/л	154,31 ± 15,72	257,39 ± 36,24 171,59 ± 27,36*	263,56 ± 34,83 169,87 ± 23,46*	262,47 ± 31,56 163,02 ± 24,83*
ДГЭА-С, нмоль/л	16,93 ± 0,85	21,23 ± 2,34 17,52 ± 0,69*	21,17 ± 2,41 17,67 ± 0,54*	21,19 ± 2,37 17,36 ± 0,42*

Примечание. ¹ – вверху указана концентрация гормонов до лечения, внизу – после лечения; * – достоверность (p < 0,05) по сравнению с нормативными данными.

Таблица 45

Зависимость наступления беременности от типа половой конституции у больных ХП с инфертильностью в течение 12 мес. после лечения (Терёшин А.Т. и др., 2009)

Тип половой конституции	Период наблюдения, мес.				Всего человек	%
	3	6	9	12		
Сильная	9	6	4	2	21	80,8
Сильный вариант средней	4	3	1	–	8	61,5
Средний вариант средней	5	7	3	–	15	57,7
Слабый вариант средней	3	2	2	–	7	36,8
Слабая	–	2	–	–	2	33,3

от 31 до 40 лет в результате лечения возникает монотонно-низкое наступление беременности [Терёшин А.Т. и др., 2009].

Больным с репродуктивной дисфункцией на фоне ХП в комплексное лечение рекомендуется включать ультрафиолетовое освечивание крови (УФОК) экстракорпорально. Применение УФО аутокрови показано в лечении хронического простатита вне обострений с репродуктивной и копулятивной дисфункциями при всех формах: катаральной, фолликулярной, паренхиматозной, а также хронических уретропростатитах инфекционной и неинфекционной этиологии [Сатыбалдыев Ш.Р., 2000; Сатыбалдыев Ш.Р. и др., 2013, 2014]. В этом заключается новизна подхода к выбору метода лечения, поскольку УФОК ранее применяли почти исключительно для стимуляции иммунной системы и при инфекционных заболеваниях.

В настоящее время вместо УФ-ламп используют более эффективный когерентный свет лазерных диодов, НИЛИ с длиной волны в диапазоне 365–405 нм.

Методика даже получила собственное имя – ЛУФОК®, лазерное ультрафиолетовое осветивание крови внутривенным способом, и почти всегда её комбинируют через день с «классическим» ВЛОК-635 (длина волны 635 нм, мощность 1–2 мВт) [Москвин С.В. и др., 2017].

Особый раздел публикаций представляют собой патенты, где одновременно защищается новизна метода и/или устройства и приводятся результаты исследования их эффективности. Патентный поиск позволил выявить 9 изобретений, в той или иной степени связанных с фертильностью, в которых используется осветивание НИЛИ. Поскольку полный текст всех публикаций есть в открытом доступе, то приводим в табличной форме только основные положения (табл. 46).

Таблица 46

Патенты, в которых осветивание НИЛИ ассоциировано с различными аспектами бесплодия

Цель, объект	Параметры методики ЛТ	Локализация зон осветивания, методика	Номер патента
Повышение качества спермопродукции у хряков-производителей	Не указаны	3 ТА с описанием локализации	Пат. 8413 BY
Лечение мужчин с патологией сперматогенеза	633 нм, непрерывный режим, 3–4 мВт	ТА корпоральные: Т3, Т4, V23 + одна из аурикулярных: AP22, AP23, AP32	Пат. 62075 UA
Лечение мужчин с аутоиммунным бесплодием	365–400 нм, 20 мВт (некогерентный свет), 30 мин, 6 ежедневных процедур	УФОК внутривенно	Пат. 2185211 RU
Улучшение качества спермы при патоспермии в программе ЭКО	Импульсное ИК НИЛИ, 890 нм, 3,5 Вт, 300–600 Гц, 7–10 мин, 5–7 ежедневных процедур	На промежность и надлобковую область	Пат. 2205047 RU
Лечение мужчин с аутоиммунным бесплодием	660 нм, светоизлучающие диоды, модулированный режим, частота 1–5 Гц, 1 мВт/см ² , 15–20 мин с паузами, 10 ежедневных процедур	Половой член, ЛОД (локальное отрицательное давление + осветивание некогерентным светом)	Пат. 2294779 RU
Стимуляция сперматогенеза	635 нм, непрерывный режим, 30 мВт, 10–15 ежедневных процедур	Контактно на область мошонки	Пат. 2406549 RU
Лечение мужчин с нарушениями сперматогенеза	Не указаны	УФОК	Пат. 2418581 RU
Стимуляция сперматогенеза в эксперименте, беспородные крысы-самцы	475 нм, непрерывный режим, 10 мВт/см ² , 1 мин, 10 ежедневных сеансов	На область семенников	Пат. 2481132 RU
Повышение функционально-метаболического статуса сперматозоидов человека	635 нм, модулированный режим, частота 100 Гц, 10 мВт/см ² , 1 мин	Сперматозоиды, полученные из семенной жидкости здорового человека в условиях <i>in vitro</i>	Пат. 2583949 RU

Ранее принято было считать, что лазерная терапия носит лишь вспомогательный характер и назначается только в комплексе с медикаментозной терапией или на заключительном этапе традиционного лечения [Авдошин В.П. и др., 1994], однако дальнейшие исследования полностью опровергли эту точку зрения. Анализ литературы позволяет сделать вывод, что лазерную терапию необходимо максимально активно задействовать в комплексном лечении мужчин с бесплодием, поскольку эффективность метода не просто высокая, а чаще всего не имеет альтернативы.

Необходимо использовать для местного освечивания исключительно импульсное НИЛИ, красного (635 нм) и инфракрасного (904 нм) спектров, для внутривенного лазерного освечивания крови чередовать НИЛИ (в непрерывном или модулированном режиме) с длиной волн 635 нм (красный спектр) и 365 нм (ультрафиолетовый спектр). При этом максимально широко задействовать все известные методики лазерной терапии: местно, ректально, лазерная акупунктура, ВЛОК, на проекцию различных органов, паравертебрально и др., задавая при этом все параметры лазерного воздействия (длина волны; режим работы; частота для импульсных лазеров; мощность; плотность мощности, определяемая способом воздействия; экспозиция, локализация), которые установлены соответствующими нормативными документами и клиническими рекомендациями [Лазерная терапия..., 2015; Москвин С.В., Киселёв С.Б., 2017].

ЧАСТНЫЕ МЕТОДИКИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ МУЖЧИН С БЕСПЛОДИЕМ

Основные методики лазерной терапии

Исходя из анализа литературы и общих принципов повышения эффективности лазерной терапии предлагается несколько методик для лечения пациентов с бесплодием, которые могут использоваться как отдельно, так и в различных вариантах комбинирования, с учётом этиопатогенетических особенностей заболевания и конституциональных особенностей мужчин. Количество ежедневных процедур на курс может варьироваться от 8 до 12.

Реализовать их в полном объёме и с наибольшей эффективностью можно только с помощью самых современных лазерных терапевтических аппаратов – «Матрикс», «Матрикс-Уролог» или «Лазмик» (РУ № ФСР 2007/00589 от 24.10.2007, № ФСР 2010/09814 от 31.12.2010 и № РЗН 2015/2687 от 25.05.2015).

Однако нами приводятся все параметры методики (длина волны; режим работы; частота для импульсных лазеров; мощность; плотность мощности, определяемая способом воздействия; экспозиция, локализация), которые установлены соответствующими нормативными документами и клиническими рекомендациями [Лазерная терапия..., 2015], поэтому реализация предлагаемых методик возможна с использованием других аппаратов с соответствующими характеристиками, разрешённых к применению в медицинской практике Росздравнадзором РФ, хотя не столь эффективно и с существенными методическими ограничениями.

Методика 1. Базовая. Параметры методики: длина волны лазерного излучения 635 нм (красный спектр), импульсный режим, длительность светового импульса 100–150 нс, плотность мощности (ПМ) – 4–5 Вт/см² (предпочтительнее использовать матричную лазерную излучающую головку МЛ-635-40 (аппарат «Лазмик»), имеющую 8 лазерных диодов, мощностью по 5 Вт каждый, расположенных в 2 ряда, суммарная мощность 40 Вт), частота 80 Гц, контактно, экспозиция – по 1 мин на каждую зону. Локализация: яички симметрично.

Методика 2. На проекцию иммунокомпетентных органов. Параметры методики: длина волны лазерного излучения 904 нм (ИК-спектр), импульсный режим, длительность светового импульса 100–150 нс, ПМ – 8–10 Вт/см² (необходимо использовать только матричную лазерную излучающую головку МЛ-904-80, имеющую 8 лазерных диодов, мощностью по 8–10 Вт каждый, расположенных в 2 ряда, суммарная мощность 60–80 Вт), частота 80 Гц, контактно, экспозиция – 1,5 мин на зону. Локализация: проекция тимуса и/или на паховые лимфатические узлы.

Методика 3. Лазерная акупунктура. Параметры методики: длина волны 635 нм (красный спектр), непрерывный режим, мощность 2–3 мВт, ПМ не нормируется, поскольку воздействие проводится на минимальную площадь, практически в точку (используется лазерная излучающая головка КЛО-635-10

с акупунктурной насадкой А-3), контактно, экспозиция – 20–30 с на одну зону. Локализация: ТА поясничной области (V23 – шэнь шу, VG3 – яо ян гуань, VG4 – мин мэнь).

Методика 4. Паравертебрально. Параметры методики: длина волны лазерного излучения 904 нм (ИК-спектр), импульсный режим, длительность светового импульса 100–150 нс, ПМ – 8–10 Вт/см² (одновременно две лазерные излучающие головки ЛО-904-20 с зеркальной насадкой ЗН-35), частота 80 Гц, контактно-зеркально, экспозиция – по 1 мин на одну зону (всего 4–6 зон симметрично). Локализация: паравертебрально на кожные сегментарные проекции корешков спинного мозга на уровне T_{12} - L_2 , S_{2-4} .

Методика 5. Лазерное освечивание крови в двух вариантах на выбор (одновременно использовать методики нельзя): ВЛОК и неинвазивное лазерное освечивание крови (НЛОК).

ВЛОК. Методика комбинированная – ВЛОК-635 + ЛУФОК®. Параметры методики указаны в табл. 47. 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. Категорически недопустимо проведение обеих процедур в один день, тем более одновременно [Лазерная терапия..., 2015]!

Таблица 47

Параметры методики ВЛОК-635 + ЛУФОК® при лечении мужчин с бесплодием

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
	3–5	ЛУФОК®
Экспозиция, мин	10–20	ВЛОК-635
Локализация	Вена локтевая срединная (<i>v. mediana cubiti</i>)	–
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®

НЛОК-635. Параметры методики: длина волны лазерного излучения 635 нм (красный спектр), импульсный режим, длительность светового импульса 100–150 нс, плотность мощности (ПМ) – 4–5 Вт/см² (предпочтительнее использовать матричную лазерную излучающую головку МЛ-635-40 (аппарат «Лазмик»), имеющую 8 лазерных диодов, мощностью по 5 Вт каждый, расположенных в 2 ряда, суммарная мощность 40 Вт), частота 80 Гц, контактно, экспозиция – 2 или 5 мин. Локализация: надключичная область слева.

Дополнительно к НЛОК проводится воздействие на проекцию тимуса.

Параметры методики: длина волны лазерного излучения 904 нм (ИК-спектр), импульсный режим, длительность светового импульса 100–150 нс, ПМ – 8–10 Вт/см² (необходимо использовать только матричную лазерную излучающую головку МЛ-904-80, имеющую 8 лазерных диодов, мощностью по 8–10 Вт каждый, расположенных в 2 ряда, суммарная мощность 60–80 Вт), частота 80 Гц, контактно, экспозиция – 1,5 мин. Локализация: проекция тимуса.

У больных с ХНП рекомендуется проводить дополнительное лечение на базе сочетанных методик ВМЛМ и ЛОДЛТ.

Дополнительные методики лазерной терапии

Необходимость комплексного подхода, использования различных методов лечения, а также более сложных методов лазерной терапии возникает чаще всего при наличии у пациента простатита в любом варианте патогенеза (хронический, острый, абактериальный, проходящий на фоне инфекций и др.), при котором бесплодие является одним из результатов осложнений течения заболевания.

Простата относится к числу важных звеньев системы регуляции выработки тестостерона. Очень важной функцией простаты является совершающееся в ней превращение тестостерона в функционально более активный андроген – 5-альфа-дигидротестостерон.

Участие предстательной железы в осуществлении баланса половых гормонов не оставляет сомнений в его нарушении при хроническом простатите. В частности, при длительном течении заболевания снижается андрогентрансформирующая роль простаты, вследствие чего значительно уменьшается содержание дигидротестостерона, и как следствие этого, тестостерона. Предстательная железа связана с организмом через питuitарную железу, которая получает импульс от простаты, воздействуя на яички, щитовидку, надпочечники. При этом явлении происходит продуцирование тестостерона, повышающего либидо с жизненным тонусом [Гладкова А.И., 2011].

Более 15 лет во многих медицинских центрах мира реализуются такие известные и высокоэффективные методики сочетанной лазерной терапии, как вибромагнитолазерный массаж (ВМЛМ) и ЛОД-лазеротерапия (ЛОДЛТ). С каждым годом методики набирают всё большую популярность как у пациентов, так и врачей-андрологов.

Методика вибромагнитолазерного массажа предстательной железы

Массаж предстательной железы – одна из наиболее известных лечебных процедур, издавна используемых в лечении хронического простатита. Техника массажа, предложенного Lowenfeld в 1858 году, в разное время описывалась многими авторами, что подтверждает непреходящую терапевтическую ценность

данной процедуры, которая позволяет улучшить кровоснабжение и уменьшить венозную застой в ПЖ, улучшить её трофику, усиливая тканевый обмен, повышая местную иммунологическую резистентность, способствуя восстановлению и поддержанию дренажной функции конечных отделов простатических ацинусов. Продолжительность массажа пальцем, как правило, не превышает одной минуты [Арнольди Э.К., 1999].

Классический массаж предстательной железы, проводимый пальпаторно, имеет свои преимущества, такие как индивидуальный подход и возможность контролировать процесс в достаточной степени, но есть и недостатки, в частности, необходимость владения специальными навыками, техникой проведения процедуры [Арнольди Э.К., 1999].

Массаж простаты, проводимый с помощью различных вибраторов, существенно отличается от классического варианта, поскольку выполняются лишь механические однообразные движения, которые при варьировании могут отличаться только их амплитудой. Аппаратный массаж имеет некоторые преимущества перед классическим вариантом, отличаясь не только атравматичностью, но и меньшей трудоёмкостью для врача. Особенности проведения вибромагнитолазерного массажа предстательной железы зависят от характера заболевания, его длительности, от состояния мышц брюшного пресса, тазового дна, функции сердечно-сосудистой системы, возраста, условий труда и быта.

Вибромагнитолазерный массаж (ВМЛМ) простаты можно выполнять не только с целью лечения мужчин с хроническим простатитом и профилактики его возникновения, но также для увеличения потенции и/или при нарушении фертильности.

Противопоказания к выполнению ВМЛМ:

- простатит в стадии обострения;
- повышение температуры тела при обострении хронического простатита и хронического уретрита;
- обострение инфекционных и гнойных заболеваний;
- туберкулёз половых органов;
- рак и камни предстательной железы;
- трещины заднего прохода, проктит, парапроктит, обострение геморроя;
- индивидуальная непереносимость (болевые ощущения и пр.).

Использование вибромагнитолазерной головки ВМЛГ10 к АЛТ «Матрикс-Уролог» и «Агиур», реализующей как отдельно, так и одновременно, лазерное освечивание и вибромассаж, позволяет достичь значительного повышения эффективности комплексной, этиопатогенетической терапии неспецифических воспалительных заболеваний предстательной железы.

Специальная лазерная излучающая головка ВМЛГ10 представляет собой гибкую ректальную насадку с кольцевидным магнитом (до 25 мТл) в рабочей части, встроенным источником лазерного излучения (длина волны 635 нм, непрерывный или модулированный режимы, мощность излучения до 10 мВт), регулируемой частотой вибрации в диапазоне 1–10 Гц и максимальной амплитудой до 5 мм (рис. 38) [Москвин С.В. и др., 2004].

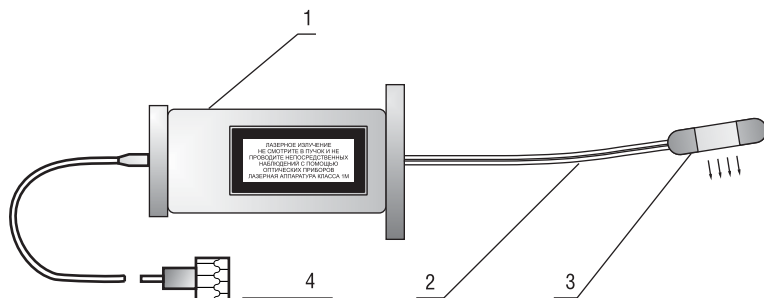


Рис. 38. Вибромагнитолазерная головка ВМЛГ10: 1 – корпус; 2 – гибкий световод; 3 – рабочая часть; 4 – разъём для подключения к базовому блоку

Мы рекомендуем включить воздействие головкой ВМЛГ10 в общую схему лазерной терапии, описанную выше. Процедуры проводятся ежедневно при частично наполненном мочевом пузыре с обязательным опорожнением мочевого пузыря сразу после каждого сеанса физиотерапии. Пациент находится в урогинекологическом кресле, лёжа на спине. На насадку надевают презерватив, воздействуют через слизистую ампулы прямой кишки.

1–5-я процедуры проводятся с использованием только лазерной составляющей (без вибрации). Экспозиция – 2–5 мин, частота модуляции излучения – 10 Гц.

6–9-я процедуры проводятся с одновременным использованием вибромассажа и лазерного освечивания. Экспозиция – 2 мин, частота модуляции излучения – 10 Гц, частота вибрации и амплитуда подбираются индивидуально. Вибромассаж проводится только при отсутствии болевых ощущений у пациента. В противном случае амплитуду вибрации и частоту уменьшают.

10–15-я процедуры проводятся с использованием только вибромассажа без лазерного излучения. Экспозиция – 5–10 мин, частота вибрации и амплитуда подбираются индивидуально. Максимально высокая амплитуда вибрации (60–100%) используется только на окончательном этапе ВМЛМ и проводится только под контролем субъективной оценки пациента.

Методика лазерно-вакуумной терапии

Одним из наиболее известных методов лечения больных эректильной дисфункцией (ЭД) является циклически создаваемое локальное отрицательное давление. Ещё в 1874 г. John King предложил небольшой «присасывающий насос» для усиления кровообращения полового члена. В 1909 г. в России В. Заблудовским был разработан метод «пневмомассажа», позволяющий вызвать полноценную физиологическую эрекцию, однако впервые он был запатентован в США в 1917 г. (Otto Ledder) как устройство для получения эрекции с помощью вакуума [Кротовский Г.С., 1998]. Считается, что современный вакуумный эректор для индивидуального пользования изобрёл G.W. Osbon [Patent US 4856498 A], принцип работы аппарата до сих пор остался неизменным, лишь предлагаются различные варианты конструкции.

Позднее рядом специалистов было предложено одновременно с разрежением освещать половой член через прозрачную колбу [Буйлин В.А., 1998; Буйлин В.А. и др., 2004; Зеленчук А.В. и др., 2003; Лазеротерапия половых расстройств, 1997; Лоран О.Б. и др., 1998; Шаплыгин Л.В. и др., 2004]. Однако во всех серийно выпускаемых терапевтических аппаратах и комплексах ранее применяли воздействие светоизлучающими диодами, т. е. использовался метод *фото*-вакуумной терапии, которая в силу своей низкой эффективности не может сравниться с лазерной и лазерно-вакуумной терапией и позиционироваться как аналог.

Научно-исследовательским центром «Матрикс» в 2003 году впервые предложен метод и разработан лазерный физиотерапевтический комплекс для его реализации – «Матрикс-Уролог» (см. цветную вклейку), позволяющий создавать локальное отрицательное давление (ЛОД) в специальной колбе (Б-ЛЛОД) и снаружи посредством соответствующей лазерной излучающей головки (ЛО-ЛЛОД), проводить освещивание полового члена поочередно непрерывным НИЛИ красного спектра (635 нм) и импульсным ИК (904 нм) НИЛИ (рис. 39).



Рис. 39. Лазерная излучающая головка ЛО-ЛЛОД на колбе Б-ЛЛОД

Публикаций по успешному сочетанному (одновременному) воздействию вакуума (разрежения) и НИЛИ достаточно много, и результаты применения такого подхода, в том числе в урологии (андрологии), весьма впечатляющие. Наши коллеги применительно к своей специальности назвали методику ЛОД-лазеротерапией, или ЛОДЛТ [Терёшин А.Т. и др., 2011], что наиболее полно характеризует саму её суть.

Также метод лазерно-вакуумной терапии успешно реализуется в косметологии, неврологии, стоматологии и других направлениях современной клинической медицины. Для каждого из применений разработаны и серийно выпускаются соответствующие головки и насадки (см. цветную вклейку) [Москвин С.В. и др., 2014].

Методика является образцом комплексного хронобиологического подхода к лечению, что обеспечивается [Иванченко Л.П. и др., 2008; 2009; Москвин С.В., 2014; Москвин С.В. и др., 2014]:

- активным использованием режима модуляции БИО;
- наиболее эффективным распределением времени и периодичности воздействия (с учётом биоритма 100 с распространения волн Ca^{2+});
- выбором оптимальных длин волн лазерного излучения и режимов работы лазеров;
- оптимизацией матричной конструкции распределения лазерных диодов.

Перед проведением первой процедуры необходимо выполнить следующее.

1. Заполнить анкету «Международный индекс эректильной функции» (МИЭФ, The international index of erectile function, IIEF) [Rosen R.C. et al., 1997]) до и после завершения курса лечебных процедур (с целью оценки эффективности лечения).
2. Разъяснить пациенту в доступной форме смысл предстоящего лечения и процесс реализации методики.
3. Особое внимание больного следует обратить на наличие регулирующих давление кнопок на аппарате «Матрикс-ВМ» или «Лазмик-03» и кнопок выключения, объяснив, что он в любой момент (в случае возникновения дискомфорта) может самостоятельно уменьшить величину разрежения в колбе или вообще выключить аппарат, соответственно, самостоятельно контролировать (очень важно) выраженность неприятных ощущений.

Больного усаживают на стул. Половой член помещается в колбу, мошонка остаётся снаружи. Кожа мошонки оттягивается рукой больного и удерживается таким образом первые несколько минут после начала процедуры. Важно добиться наилучшего прилегания колбы путём нанесения стерильного геля, применяемого в УЗИ-исследованиях, на её прилегающий торец. Также рекомендуется нанести гель на вентральную поверхность внутренней части колбы, на которой располагается уретральная поверхность полового члена, для предотвращения травматизации кавернозных тел (за счёт перекрута) и уздечки (трение о внутреннюю поверхность колбы) в момент начала разрежения и в процессе самой процедуры. В некоторых случаях больному рекомендуют предварительно удалить волосы в зоне использования (прилегания колбы к телу) аппарата.

Рекомендуется использовать индивидуальную колбу, которая закрепляется за пациентом на весь курс и утилизируется по окончании лечения.

Колбу с помощью соединительной трубки подключают к аппарату «Матрикс-ВМ» или к вакуумному каналу аппарата лазерного физиотерапевтического «Лазмик-03». Задаются необходимые параметры лечебной процедуры в соответствии с инструкцией по эксплуатации аппарата. Величину отрицательного давления (вакуума) устанавливают индивидуально для каждого пациента. Как правило, начальная слабая эрекция возникает при повышении отрицательного давления до 15–20 кПа.

Лечебные сеансы проводят под визуальным контролем и при словесном контакте с пациентом.

Первую процедуру следует начинать с 20 кПа (не более!), постепенно увеличивая или уменьшая в зависимости от ощущений больного. Во время проведения процедуры врач и больной наблюдают за состоянием полового члена через прозрачные стенки колбы, оценивая качество кровенаполнения. Понижение давления в колбе, куда помещен половой член, вызывает интенсивный прилив крови к кавернозным телам и головке полового члена, обуславливая пассивную эрекцию полового члена. Даже при отсутствии неприятных ощущений в области головки полового члена недопустимо повышение отрицательного давления более чем 30 кПа.

Установить на аппаратах (вакуумном и лазерном) значение времени таймера 1,5 мин (в этом смысле удобен аппарат «Лазмик-03», у которого имеются лазерный и вакуумный каналы с общим таймером). После нажатия кнопки «ПУСК/СТОП» отрицательное давление плавно начинает повышаться до рабочего уровня в течение 30–60 с, на этом уровне поддерживается до 60–30 с соответственно и через 1,5 мин (если на это время установлен таймер) аппарат выключается. В течение 5–10 с производится автоматическое снижение отрицательного давления до исходного уровня (0). При нормальном самочувствии пациента цикл разрежения повторяется приблизительно после 0,5 мин перерыва, во время которого меняется излучающая головка (см. ниже).

В случае необходимости быстрого (аварийного) сброса отрицательного давления, когда пациент чувствует боль в головке полового члена, немедленно нажимается кнопка «ПУСК/СТОП» вакуумного аппарата.

За один лечебный сеанс производят до 5–6 циклов «подъёмов» и «спусков». При этом лазеры включаются только в течение первых двух циклов. Курс лечения составляет в среднем 12–15 (до 20) процедур, первые 8–10 из которых проводятся ежедневно, а остальные – с перерывами в 1–2 дня (в среднем 3 раза в неделю).

Лазерная излучающая головка ЛО-ЛЛОД подключается к двум каналам базового блока «Матрикс-Уролог», «Матрикс» или к лазерному каналу аппарата «Лазмик-03» (в последнем случае требуется механическое переключение головок). Соединительный шнур с красной трубкой и красным разъёмом подключает непрерывные красные лазерные диоды (длина волны 635 нм) – канал 1, а с чёрной трубкой и оранжевым разъёмом – импульсные инфракрасные (длина волны 904 нм) лазерные диоды – канал 2.

При использовании лазерной головки ЛО-ЛЛОД рекомендуется включать на базовом блоке поочерёдно сначала канал 1 (непрерывное лазерное излучение красного спектра, как правило, в биомодулированном режиме), затем канал 2 (импульсное ИК НИЛИ).

Лазерное освечивание должно проводиться во время циклов изменения давления. Рекомендуемое суммарное время одной процедуры ЛОДЛТ – 12 мин (по 1,5 мин на каждый вид излучения). Число циклов и их продолжительность не следует доводить до появления отёка крайней плоти полового члена.

Последовательность проведения процедуры.

1. На блоке излучения нажать кнопку МОД для работы в биомодулированном режиме, подключить блок БИО в соответствии с инструкцией по эксплуа-

тации. ЛОДЛТ допускается проводить и без использования режима БИО (без подключения блока). В этом случае на базовом блоке для канала 1 устанавливается частота 40 Гц. В любом из вариантов мощность излучения лазеров устанавливается максимальная и не регулируется.

2. Для канала 2 (импульсные ИК-лазеры) устанавливается частота 300–3000 Гц (в биомодулированном режиме) или 40 Гц (без подключения блока БИО), мощность также максимальная.
3. Циклы повторяются с периодичностью (полупериодом) 1,5 мин, включая переход с высокого уровня разрежения на низкий и обратно. Соответственно подключаются и каналы (лазеры) в следующей последовательности:
 - 1,5 мин – разрежение, включен канал 1 (красные лазеры);
 - 1,5 мин – перерыв, все лазеры выключены;
 - 1,5 мин – разрежение, включен канал 2 (импульсные ИК лазеры);
 - 1,5 мин – перерыв, все лазеры выключены;
 - 1,5 мин – разрежение, включен канал 1 (лазеры выключены) и т. д.Возможно уменьшение длительности временных периодов до 1 мин.
4. Лазеры включаются не более чем на 2 цикла.

Критерии положительной динамики методики ЛОДЛТ:

- возникновение стойкой выраженной эрекции полового члена уже на первых циклах изменения давления в колбе;
- учащение спонтанных утренних эрекций;
- улучшение либидо;
- восстановление возможности проведения полового акта;
- восстановление качества эрекций при половом акте;
- увеличение длительности полового акта;
- дополнительный лечебный эффект в комплексной терапии больных простатитами.

Недопустимые ошибки при проведении методики ЛОДЛТ.

Собственный клинический опыт и общение с врачами, работающими по данной методике, позволили выявить наиболее частые и типичные ошибки в технике проведения процедуры.

Недостаточные размеры (чаще всего диаметр) колбы, выполненной зачастую в форме цилиндра или даже сужающегося наружу конуса, а также отсутствие скоса торцевой части, которая прижимается к лобку, приводят к тому, что эрегированный пенис при лазерно-вакуумной терапии прижимается к верхней стенке колбы (цилиндра). При этом происходит пережатие дорзальных артерий полового члена, пенис становится синим, холодным, остается прежнего размера; при правильно проводимой процедуре размеры полового члена увеличиваются более чем в 2,5 раза от исходных, повышается локальная температура, цвет кожи и слизистой – ярко-алый. Специальные колбы производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» не имеют данного недостатка и могут применяться практически без ограничений.

Несоблюдение режима разрежения: если разрежение в колбе производят слишком быстро (по авторской методике разрежение в 40 кПа достигается за 20–25 с),

когда ещё не все каверны пениса растянуты и заполнены кровью, то в колбу всасываются кожа лобка и подлежащей клетчатки, что приводит к нарушению кровотока и препятствует возникновению эрекции.

Превышение уровня разрежения в колбе до 40 кПа и более, «пока выдержит»; при этом происходит перерастяжение кавернозной ткани и сосудов, вследствие чего может произойти разрыв кавернозного тела с последующим возможным развитием кавернозного фиброза.

Экспозиция при высоких значениях разрежения 40 кПа не 40–60 с, а 5–6 мин и более. Это особо грубая ошибка, резко нарушающая кровообращение в пенисе, приводящая к множественным кровоизлияниям с последующей дегенерацией и атрофией кавернозных тел.

Неоправданное увеличение количества сеансов; назначение более чем 15–20 сеансов за один курс лечения нецелесообразно и приводит к нежелательным результатам. При правильно проводимых процедурах отчетливый эффект появляется уже после 4–5-го сеанса.

Отсутствие достаточного контакта с пациентом во время процедуры, недооценка ощущений пациента, его жалоб может привести к самым различным неприятным последствиям, начиная от отёка крайней плоти с развитием временного фимоза и кончая развитием обморочного состояния.

Немаловажен и психологический фактор, уверенность пациента в безопасности проводимой процедуры. Поэтому практически все медицинские центры переходят на систему работы с индивидуальными колбами, пациент пользуется в течение всего курса только своей колбой, которая хранится в индивидуальной упаковке, а по окончании курса утилизируется.

Противопоказания к проведению методики ЛОДЛТ:

- острые воспалительные заболевания предстательной железы и уретры;
- заболевания кожи уrogenитальной зоны;
- серповидно-клеточная анемия;
- новообразования полового члена;
- психические заболевания;
- необходимость в регулярном использовании антиагрегантов;
- болезнь Пейрони;
- травма и оперативные вмешательства полового члена в анамнезе.

Обоснование методики ЛОДЛТ

Почему в данной методике выбраны определённые значения мощности и длины волны НИЛИ, времени экспозиции или величины разрежения (отрицательного давления)? Для начала в очередной раз обратим внимание на то, что необходимо использовать только лазерные диоды. В этом заключается существенное и принципиальное отличие ЛОДЛТ от фототерапии, совмещённого с созданием отрицательного давления в области полового члена. Основная причина применения именно лазерных источников заключается в том, что именно когерентный и монохроматичный свет наиболее эффективен в иницировании Ca^{2+} -зависимых процессов на всех уровнях регулирования физиологических механизмов, в том числе и эрекции [Москвин С.В., Иванченко Л.П., 2012].

ЛОДЛТ является сочетанным физиотерапевтическим методом, направленным в первую очередь на восстановление местных физиологических механизмов регулирования, нарушения которых могут лежать в основе развития ЭД. Недостаточность веноокклюзивного механизма, одного из основных механизмов возникновения ЭД, в свою очередь, также может быть вызвана рядом причин. Цель и задача оптимизации метода состоят именно в том, чтобы максимально эффективно воздействовать на большую часть звеньев патогенеза заболевания.

На рис. 40 схематично представлены хронобиологические подходы, лежащие в основе методики. Из диаграммы видно, что первое (100 с) разрежение совмещено по времени с воздействием непрерывными (модуляция постоянной частотой или в режиме БИО) лазерами. Затем следует перерыв также в 100 с и следующее разрежение (опять 100 с), которое совмещается уже с работой импульсных ИК-лазеров. Такая периодичность связана с полупериодом внутриклеточного распространения Ca^{2+} [Москвин С.В., Иванченко Л.П., 2012, 2014, 2014⁽¹⁾].

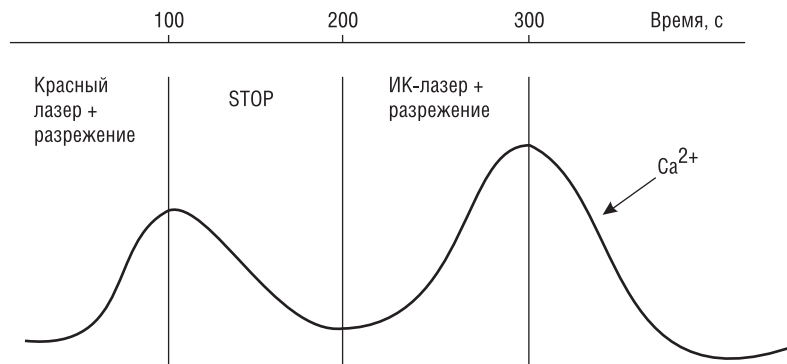


Рис. 40. Иллюстрация принципов сочетания создаваемого разрежения и лазерного освещивания, а также комбинирования НИЛИ двух длин волн (635 и 904 нм) в методике ЛОДЛТ

Выбор различных длин волн НИЛИ связан с активацией различных внутриклеточных депо кальция с целью высвобождения как можно большего количества ионов. Дело в том, что лазерный свет с разной длиной волны поглощается разными внутриклеточными компонентами, следовательно, возможна активация различных внутриклеточных пространственно разнесенных депо кальция, что вызывает в 2 раза большее увеличение концентрации свободного Ca^{2+} в цитозоле. В итоге эффективность лазерного воздействия также значительно возрастает.

С другой стороны, изменения, происходящие в гладкомышечных клетках сосудов после освещивания НИЛИ, приводят к заметному увеличению кровотока артериол. При этом в начальной фазе происходит высвобождение NO, затем уменьшение концентрации Ca^{2+} [Maegawa Y. et al., 2000], т. е. лазерный

свет координирует фазность механизмов регулирования состояния сосудистого русла.

Тумесценция полового члена обеспечивается в основном симпатическим отделом вегетативной нервной системы [Nunes K.P., 2012], непосредственную активацию которой через различные механизмы успешно осуществляет НИЛИ [Москвин С.В., Иванченко Л.П., 2012].

Артериодилатирующий эффект НИЛИ, например, за счёт активации Ca^{2+} -зависимого высвобождения NO, играет важную роль в обеспечении естественной физиологии эрекции. Более того, в результате периодического проведения процедур формируется нормальный механизм физиологического регулирования этого процесса, обеспечивающий его стабильное функционирование в течение длительного времени уже без участия физических факторов.

Известна также существенная роль в обеспечении полноценной эрекции простагландинов и системы циклических нуклеотидов [Phatarpekar P.V. et al., 2010], активность которых регулируется НИЛИ.

Понять одновременно значение предельной величины значений отрицательного давления и обоснованность частоты модуляции или повторения импульсов 40 Гц позволяют работы, посвящённые изучению механических колебаний и резонанса [Тимофеев А.Б., 2005; Тимофеев А.Б. и др., 2008].

В настоящее время считается, что одними из ключевых патогенетических звеньев развития васкулогенной ЭД являются дисфункция эндотелия и гипоксия кавернозной ткани [Мазо Е.Б. и др., 2005]. Кавернозная ткань нуждается в адекватной оксигенации, что обеспечивается развитой системой микроциркуляции. Даже небольшие нарушения микроциркуляторного русла, приводящие к снижению оксигенации, уменьшают активность биохимических процессов синтеза релаксирующих факторов, что может быть причиной заболевания.

Комбинированное использование методики ЛОДЛТ в сочетании с ингибиторами ФДЭ-5 не только является эффективным средством сексуальной адаптации мужчин с васкулогенной ЭД, но и, возможно, открывает новые перспективы в лечении других соматических заболеваний, обусловленных эндотелиальной сосудистой дисфункцией [Москвин С.В. и др., 2014].

Показано, что во время проведения ЛОДЛТ происходит также лазерное осветивание крови, идентичное по своей эффективности варианту с внутривенным доступом, в частности, оказывается антибактериальное, противовоспалительное и иммуномодулирующее действие, нормализуются обменные процессы, улучшается микроциркуляция крови, снижается патогенность микроорганизмов при одновременном повышении их чувствительности к антибиотикам. К концу курса наблюдаются отсутствие клинической симптоматики у 93% больных простатитами, нормализация секрета предстательной железы – у 95,4%, положительная динамика ультразвуковой картины – у 83%, отсутствие возбудителей в исследуемом материале – у 90,7%, при этом в 1,5 раза сокращаются сроки лечения, в 2 раза снижается доза принимаемых антибиотиков [Araklyan H.S., Palmer S.B., 2009].

Однако значительно раньше В.И. Якушев с соавт. (1989) для пациентов, страдающих нарушением копулятивной функции, в комплекс терапии включали ВЛОК

и НЛОК, состоящие в наружном освещивании венозной крови, циркулирующей в пещеристых телах в большом объёме во время сеанса ЛОД. С этой целью рабочий сосуд установки для ЛОД-терапии оборудовали лазером и резервуаром для иммерсионной среды, а эффективность методов оценили как сравнимую. Хорошие результаты сочетанного воздействия НИЛИ и ЛОД показал также О.К. Яценко (1996) в своём исследовании.

Методики лазерной терапии при коморбидности

Достаточно давно и хорошо известен факт негативного влияния на фертильность и половую функцию мужчин наличия в анамнезе сахарного диабета [Козлов Г.И., Слонимский Б.Ю., 1995]. Такими осложнениями являются ретроградная эякуляция и вторичный гипогонадизм, которые достаточно часто встречаются у больных СД. Установлено, что ретроградная эякуляция характерна в большей степени для больных сахарным диабетом 1-го типа (СД1), достигая 10%, и распространённость этого осложнения связана с длительной декомпенсацией углеводного обмена. Более чем у 40% пациентов с сахарным диабетом 2-го типа (СД2) отмечается снижение уровня как общего, так и свободного тестостерона, что может не зависеть от компенсации углеводного обмена [Роживанов Р.В. и др., 2009]. По другим данным, метаболический синдром у мужчин молодого и среднего возраста в 90,1% случаев характеризуется нарушением половой функции в целом или её отдельных составляющих (либидо, эрекция, эякуляция, оргазм). В структуре копулятивных нарушений основное место при метаболическом синдроме занимает эректильная дисфункция (75,6%), которая в 21,4% случаев имеет тяжёлую форму. Нарушение половой функции у таких больных сопровождается в большинстве случаев изменением сперматогенеза [Романова Е.В., 2009].

Важнейшей целью проводимого лечения в данном случае является ориентир на основное заболевание. Исходя из этой предпосылки составляется индивидуальная схема лазерной терапии, первоочередной задачей которой является компенсация имеющихся метаболических нарушений, затем уже подключение методик, изложенных выше. Имеются многочисленные публикации, подтверждающие высокую эффективность лазерной терапии при лечении больных сахарным диабетом, как СД1, так и СД2. Мы не будем их цитировать в этой книге, рекомендуем обратиться к соответствующей литературе. В 2018 году в издательстве «Триада», с которым мы сотрудничаем уже много лет, планируется выход книги «Лазерная терапия в эндокринологии».

При нарушении гормональной функции и сперматогенеза у мужчин с ожирением не выше 2-й ст. целесообразно назначать комбинированное лечение, включающее воздействие импульсным ИК НИЛИ (890–904 нм) на воротниковую область (проекция позвоночных артерий на уровне С₃-С₇ и подлопаточной области по лабильной методике, сканирование со скоростью 1 см/с) и другие физиотерапевтические методы на фоне стандартного лечебного комплекса (низ-

кокалорийная диета, умеренная физическая нагрузка и длительная фармакотерапия). При нарушении копулятивной функции целесообразно назначать больным также локальное воздействие на тестикулы (в боковой и продольной проекциях, по 5 мин на каждое яичко) и ректальные заливки пантокрина [Слонимский Б.Ю., 2013, 2013⁽¹⁾; Слонимский Б.Ю. и др., 2013].

Комплексная лечебная программа у больных с ожирением и нарушением фертильности позволяет устранить липидный дисбаланс, нормализовать некоторые метаболические показатели, включая содержание лептина и ФНО- α , что имеет важное значение для восстановления фертильности. Происходит коррекция эректильных и копулятивных нарушений в виде восстановления до нормальных значений показателей нейрогуморальной, психоэмоциональной, эрекционной и эякуляторной составляющих, а также эректильной функции, о чём свидетельствует увеличение до физиологической нормы суммарного значения шкалы МИЭФ (с $14,3 \pm 0,3$ до $23,8 \pm 1,2$), улучшение функционального состояния центральных и периферических гормональных структур, что также подтверждается восстановлением до значений физиологической нормы половых стероидных гормонов. После курса комплексного лечения, включающего ЛТ, происходит восстановление нарушенного в исходном состоянии сперматогенеза, проявляющееся в увеличении объёма эякулята, концентрации сперматозоидов, улучшении их формы и подвижности. Разработанная комплексная программа восстановления репродуктивной функции у мужчин с ожирением является высокоэффективным методом, а достигнутые терапевтические результаты у 78,8% пациентов сохраняются до 1 года [Корчажкина Н.Б. и др., 2013; Котенко К.В., Слонимский Б.Ю., 2013; Слонимский Б.Ю., 2013⁽¹⁾].

Одними из самых высокоэффективных и патогенетически обоснованных в ряде случаев могут быть эфферентные методы терапии. Д.Г. Кореньков с соавт. (2000) обследовали 152 больных в возрасте от 19 до 35 лет с аутоиммунным бесплодием: 26 больных оперированы по поводу варикоцеле, у 18 больных была травма яичка и у 12 – крипторхизм. Длительность бесплодия в браке – до 6 лет. У всех пациентов при обследовании эякулята имелась различная степень олигозооспермии и астенозооспермии. У всех выявлено высокое содержание общих антиспермальных антител в сыворотке крови, определяемых методом иммуноферментного анализа (ASA – EI2SA). Большинство больных длительное время получали кортикостероиды и иммуносупрессанты. Недостаточная эффективность медикаментозной терапии и опасность возникновения побочных эффектов от проводимого лечения при наличии высоких цифр антиспермальных антител в крови, ухудшение показателей спермограммы явились показанием к применению эфферентной терапии у этих больных.

Всем пациентам проводили ВЛОК (длина волны 633 нм, мощность 5 мВт, экспозиция 30 мин) и через день 4 сеанса непрерывного мембранного плазмафереза в объёме плазмы 20 мл на кг массы тела больного. После курса эфферентной терапии у всех больных достигнуто снижение антиспермальных антител в крови на 93% при динамическом наблюдении до 6 мес. Главным критерием эффективности лечения было улучшение основных показателей спермограммы.

Увеличение количества сперматозоидов было существенным в конце лечения, спустя 1–3 мес. концентрация сперматозоидов оставалась достаточно высокой по сравнению с исходными значениями. После лечения количество подвижных сперматозоидов увеличилось, достигая максимальных значений и оставаясь на более высоком уровне по сравнению с исходными показателями и через 3 мес. Отмечалась тенденция к снижению дегенеративных форм сперматозоидов во всех сроках наблюдения [Кореньков Д.Г. и др., 2000].

С методикой, объединяющей ПА и ЛОК, можно ознакомиться в нашей книге, полностью посвящённой этой теме [Москвин С.В. и др., 2018]. В любом случае именно различные варианты ВЛОК и НЛОК, рассмотренные выше, являются наиболее универсальными и эффективными при коморбидности у инфертильных мужчин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одна из проблем современной медицины – лавинообразное увеличение потребления лекарственных средств. Только за последние десять лет объём мирового рынка фармацевтических товаров увеличился почти вдвое и продолжает расти. Систематическое и интенсивное использование лекарств становится привычкой, химические препараты продолжают принимать даже тогда, когда в них уже нет явной необходимости. Ни для кого не секрет, что при длительном приёме многих лекарственных средств возникают аллергические реакции, возрастает толерантность и развивается рефрактерность к медикаментам. Нельзя отрицать значимость специфической терапии, но оказываемое ею отрицательное действие, приводящее к снижению собственных защитных сил организма, не всегда компенсируется лечебным эффектом. Во всём цивилизованном мире уже давно принимаются строжайшие ограничительные меры по распространению и применению лекарственных препаратов, даже таких, как витамины. Всё это обуславливает возрастающий интерес врачей к неспецифическим методам лечения, которые обеспечивают необходимый результат опосредованно, через повышение резистентности организма.

К одним из наиболее эффективных методов неспецифического лечебного воздействия можно отнести и динамично развивающуюся лазерную терапию. Интерес к методу обусловлен чрезвычайно высокой терапевтической эффективностью, в которой убедились врачи многих клиник не только в России, но и в других странах мира, что служит веским аргументом в пользу перспективности его развития. К этому стоит добавить широкий спектр показаний к лазеротерапии и возможность её сочетанного или комбинированного применения с другими способами лечения. Именно такие методики востребованы в андрологии. Необходимость комплексного подхода, использования различных медицинских технологий, а также более сложных методов лазерной терапии возникает чаще всего при наличии у пациента нескольких заболеваний, при которых бесплодие является одним из осложнений.

Внедрение лазерной терапии в практическое здравоохранение приносит большой социально-экономический эффект. В Российской Федерации уже сегодня эффективно используется более 100 тыс. лазерных терапевтических установок практически во всех медицинских учреждениях. Отрадно отметить увеличение экспортных поставок лазерной аппаратуры из России. Количество издаваемой литературы, защищаемых диссертаций, проводимых конференций, выставок и т. д. убедительно демонстрирует высочайший уровень российских врачей, владеющих методом, работа за рубежом российских специалистов уже не является редким явлением. Интерес к российским методикам ЛТ за рубежом также огромен, но пока делаются только первые шаги по изданию литературы отечественных авторов на иностранных языках.

Надеемся, что дальнейшему развитию ЛТ будет способствовать и наша книга, а желающим повысить эффективность проводимого лечения она может стать

отправной точкой для серии новых исследований, поскольку обзор литературы сделан уникальный и наиболее полный на сегодняшний день.

Хотелось бы обратить внимание коллег на тот факт, что методики неинвазивного лазерного освечивания крови чаще всего эффективнее внутривенного способа. Исключение составляет внутривенное лазерное освечивание крови в ультрафиолетовом диапазоне (лазерное УФОК, или ЛУФОК®). Лучшим вариантом внутривенной методики на современном этапе представляется комбинированная методика ВЛОК+ЛУФОК®, когда через день воздействуют либо красным лазерным светом (635 нм, излучающая головка КЛ-ВЛОК-635-2), либо ультрафиолетовым лазером (365 нм, излучающая головка КЛ-ВЛОК-365-2).

Перспективным представляется переход в методике ВЛОК с длины волны 635 нм (красный спектр) в «классическом» её варианте на длину волны 525 нм (зелёный спектр). Опять же хочется обратить особое внимание на необходимость использования именно лазерного источника света, например, излучающей головки КЛ-ВЛОК-525-2.

Напоминаем, что для эффективной лазерной терапии необходимо задавать все параметры методики отдельно: длина волны и режим работы лазера, мощность, площадь (методика), время экспозиции и локализация.

Эффективно сочетать и комбинировать воздействие НИЛИ с другими физиотерапевтическими процедурами, а также с другими лечебными методами, однако необходимо строго следовать известным правилам.

Ссылки на работы некоторых авторов или комментарии к ним приводятся порой дословно, что связано с особой важностью темы и/или разноплановостью рассматриваемых вопросов.

Основные вопросы книги – перспективы развития лазерной терапии и основные пути повышения её эффективности. Несмотря на впечатляющую эффективность и весьма достойное место, занимаемое лазерной терапией в современном здравоохранении России, не вызывает сомнения, что её возможности используются пока крайне мало. Пути развития лазерной терапии намечены, но особо хочется ещё раз обратить внимание на перспективность модуляции интенсивности лазерного света биологически значимыми частотами. В этом направлении ожидается наибольший прорыв, как в исследовательском, так и в практическом плане.

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., Стучиков 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.И. 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 аутоотрансфузии 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, II МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова / Корочкин И.М., Капустина Г.М., Картелишев А.В. и др. – М., 1989. – 16 с.

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

Применение лазерного излучения в лечении болезни Меньера: Методические рекомендации / Московский НИИ уха, горла и носа / 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 «Полюс» / Скобелкин О.К., Буйлин В.А., Швейкин В.И., Саранцев В.П. – М., 1990. – 17 с.

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

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

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

Профилактика и лечение кариеса зубов, зубочелюстных аномалий и воспалительных гнойно-деструктивных процессов челюстно-лицевой области с применением лазерного света: Методические рекомендации № 99/93 // МЗ РФ, ЦНИИС / Прохончуков А.А., Жижина Н.А., Колесник А.Г. и др. – М., 2003. – 16 с.

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

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

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

Ультрафиолетовое лазерное излучение в хирургической клинике: Методические рекомендации / МЗ СССР, Казанский государственный медицинский институт им. С.В. Курашова, Центр лазерной хирургии Республиканской клинической б-цы, НИИ лазерной хирургии / Красильников Д.М., Скобелкин О.К., Карпунин 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 неотяжённых 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 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-программно-комплекс электро-лазеро-магнитной терапии и цветоимпульсного воздействия КАП-ЭЛМ-01 «Андро-Гин» при лечении проктологических заболеваний	ЗАО «Янинвест»

Номер	Дата	Наименование	Организация
ФС-2006/027	16.03.2006 – 16.06.2008	Применение аппаратно-программного комплекса электро-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 ₂ -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. ХАДАРТЦЕВ**

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

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

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

- повышается содержание в крови общего кальция: на 0,21 ммоль/л в 6-дневном возрасте эмбрионов, на 0,55 ммоль/л – в 12-дневном возрасте, на 0,84 ммоль/л – в 18-дневном возрасте и на 1,15 ммоль/л – к концу эмбрионального периода онтогенеза, то есть с возрастом и кратностью обработки эмбрионов различия содержания общего кальция между контрольной и опытной группой становятся более контрастными;

- разница содержания в сыворотке крови подопытных групп неорганического фосфора после лазерного освечивания у суточных эмбрионов по сравнению с контролем больше на 0,27 ммоль/л, в 12-дневном возрасте – на 0,36 ммоль/л;
- освечивание яиц НИЛИ существенно повлияло с 6-го по 12-й день развития на содержание щёлочного резерва, составившего 3,30 об % CO_2 ;
- показатели содержания в сыворотке крови каротина в подопытных группах до 6-го дня инкубирования яиц практически были равными – 2,94–3,14 мкмоль/л, с возрастом эмбрионов и кратностью лазерного освечивания контрастность различий показателя контроля и опытных групп возросла и составила в 12-дневном возрасте 0,67–0,45 мкмоль/л, в 18-дневном – 1,19–0,63 мкмоль/л и в конце эмбрионального периода развития – 0,53–0,44 мкмоль/л с более активной фазой синтеза каротина с 12-го до 18-го дня развития зародышей.

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

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

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

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

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

Но было бы совершенно неправильно делать скоропалительный вывод, что это один из вариантов «генной инженерии», позволяющий создавать ГМО, хотя многие специалисты, занимающиеся селекцией растений, называют полученные ими результаты не иначе, как «лазерный мутагенез». Совершенно неверно

и недопустимо использовать эту терминологию и делать подобные заключения, поскольку никто пока не показал наличия изменений в геноме растений. Для большинства специалистов достаточно очевидно, что ЛС в видимой области спектра не является мутагенным фактором и его применение не связано с генетической модификацией растений как таковой, а единственно вероятным является эпигенетический механизм длительного запоминания «стимуляционного» эффекта. Явление, принимаемое за «лазерный мутагенез», обусловлено другими процессами, хотя и приводящими к тем же результатам [10]. Рассмотрим их подробнее.

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

Специфичность и функциональное значение энзиматического метилирования ДНК многие годы оставались неизвестными. Более того, очень распространённым ещё совсем недавно было представление о том, что эти «минорные» основания вообще не играют никакой роли ни в структуре самой ДНК, ни в её функционировании. В качестве «неотразимого» аргумента для таких представлений часто использовался излюбленный объект классической генетики – *Drosophila melanogaster*. Это давало многим, в том числе и нобелевскому лауреату У. Гилберту, повод утверждать, что поскольку дрозофила живет без метилирования ДНК, то эта модификация генома вообще не имеет существенного значения в жизнедеятельности эукариотических организмов. Но сейчас уже строго доказано, что у дрозофилы ДНК метилирована, и эта модификация генома важна для развития

насекомого, а ДНК-метилтрансферазная активность чётко выявляется на ранних стадиях развития животного [97; 123]. Упоминание дрозофил в контексте эпигенетики связано с тем, что данные одной исследовательской группы, полученные в результате освечивания плодовой мухи импульсным ИК НИЛИ [16; 31; 84; 88], многими воспринимались чуть ли не как прямая и явная угроза наследственному аппарату человека в результате ЛТ. Теперь понятно, что это не так.

Нет никакого сомнения в том, что метилирование ДНК и модификации гистонов, а также избирательный сайленсинг генов малыми РНК играют очень важную роль в жизни клетки и организма. По данным биотехнологического бюллетеня Массачусетского технологического института (США), эпигенетика принадлежит к десятку новых технологий, которые в ближайшее десятилетие могут перевернуть весь мир. Без эпигенетических знаний невозможны развитие и совершенствование клеточных технологий (стволовые клетки), надёжная диагностика, предупреждение и лечение разных форм рака, предупреждение преждевременного старения. Эпигенетика лежит в основе эффективных способов борьбы со многими инфекционными (в том числе вирусными) болезнями человека, животных и растений, и несомненно, послужит и делу улучшения качества урожаяев 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 γ -радиации [100].

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

Успешные эксперименты на животных, а также клинические испытания свидетельствуют об эффективности ЛТ 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/см² за одну процедуру) активизируются процессы регенерации структуры ткани печени и нормализуются цитохимические показатели, уменьшается степень выраженности дистрофических изменений и происходит более быстрое восстановление функции печени, ускоряется процесс заживления механически повреждённого органа [33].

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

Так, лазерное освечивание интенсифицирует, а ионизирующее тормозит:

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

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

Известно, что в течение 10 лет после чернобыльской аварии в пострадавших от радиации регионах число больных хроническим аутоиммунным тиреоидитом возросло в 10 раз [35]. В основе этого заболевания лежит дефицит в организме Т-супрессоров, приводящий к мутации запрещённых клонов Т-лимфоцитов, что вызывает локальные клеточные реакции с образованием лимфоцитарной 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-плазмоцитарной инфильтрации. Имела место тенденция к нормализации функциональной активности тиреоидного эпителия щитовидной железы на фоне активации процессов репаративной регенерации. В вилочковой железе на фоне высокого напряжения лимфоцитопоза выявлена активация эпителио-ретикулопоза с одновременным замедлением инволютивных процессов. Это и другие исследования легли в основу эффективной методики ЛТ больных с аутоиммунным тиреоидитом [5; 28; 44].

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

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

Литература

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

11. Бурилков В.К. Рекомбиногенное действие лазерного излучения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 1985. – 20 с.
12. Валькович Э.И. Тератогенез и тератогенность // Педиатр. – 2010. – Т. 1, № 1. – С. 13–15.
13. Ванюшин Б.Ф. Эпигенетика сегодня и завтра // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013, 17 (4/2). – С. 805–832.
14. Васильева О.А. Этапная фармаколазерная терапия и профилактика в комплексной системе оздоровления плода и новорожденного при фетоплацентарной недостаточности: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2005. – 48 с.
15. Володин В.Г., Мостовников В.А., Абраменко Б.И. и др. Лазеры и наследственность растений. – Минск: Наука и техника, 1984. – 175 с.
16. Ворсобина Н.В. Изучение действия инфракрасного низкоинтенсивного импульсного лазерного излучения на продолжительность жизни *Drosophila melanogaster*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калуга, 2005. – 23 с.
17. Вязилен Г.Н., Миргородский Г.Г., Вязилен А.Г., Токарь А.И. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров на отечественном комплексе // Агропромышленная политика России. – 2014. – № 6 (18). – С. 29–33.
18. Вязилен 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. Вязилен Г.Н., Токарь А.И., Вязилен Г.А. и др. Использование лазерных технологий в животноводстве: Учебник для студентов вузов. – Великий Новгород: «Печатный двор «Великий Новгород», 2009. – 416 с.
20. Газзян 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 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 // Здравоохр. Казахстана. – 1977. – № 2. – С. 57–59.
34. Кабисов В.Э. Жизнеспособность, продуктивность и морфологические показатели цыплят-бройлеров при облучении лазером «Матрикс»: Автореф. дис. ...канд. с-хоз. наук. – Владикавказ, 2011. – 24 с.
35. Караченцев Ю.И., Евдокименко В.И., Акимов А.Б. Ультразвуковая диагностика послеоперационного рецидивного зоба // Вопросы эндокринологии. – М., 1990. – С. 101–104.
36. Картелишев А.В., Коколина В.Ф., Васильева О.А. и др. Лазерная профилактика перинатальных осложнений фетоплацентарной недостаточности // Лазерная медицина. – 2006. – Т. 10, вып. 3. – С. 14–22.
37. Картелишев А.В., Коколина В.Ф., Нафталиева Д.И., Румянцев А.Г. Лазерная и противовирусная терапия в комплексном лечении ангенитальных кондилом у девочек // Материалы Первого регион. науч. форума «Мать и дитя». – Казань, 2007. – С. 257–258.
38. Картелишев А.В., Колупаев Г.П., Москвин С.В. и др. Концепция и технологии этапной лазерной терапии и профилактики при психосоматической патологии / Материалы научно-практ. конф. «Низкоинтенсивная лазерная терапия» // Лазерная медицина. – 2002. – Т. 6, вып. 4. – С. 44–46.

39. Кару Т.И. Первичные и вторичные клеточные механизмы лазерной терапии // Низкоинтенсивная лазерная терапия. – М.: ТОО «Фирма «Техника», 2000. – С. 71–94.
40. Кару Т.И., Лобко В.В., Лукпанова Г.Г. и др. Влияние облучения монохроматическим видимым светом на содержание цАМФ в клетках млекопитающих // ДАН СССР. – 1985. – Т. 281. – № 5. – С. 1242–1244.
41. Князева В.А., Суйя Е.В., Сулейманов Ф.И. Исследования влияния магнитного поля и лазерного излучения на органы-мишени и развитие эмбрионов кур // Известия Великолукской ГСХА. – 2015. – № 1. – С. 22–26.
42. Комарова Т.Е. Эмбриональное и постэмбриональное развитие бройлеров при прединкубационной 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. Кривошеина О.С. Неинвазивная гемолазеротерапия в системе реабилитации больных аутоиммунным тиреозом: 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., Тохтияева Т.А., Арсагов В.А. Жизнеспособность, продуктивность и морфологические показатели эмбриогенеза цыплят-бойлеров при лучистых воздействиях. – Владикавказ, ФГОВПОГАУ, 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., Щербак М.В., Богоутдинова Л.В., Николаенко 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 фото-медицина. – 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 лучших 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: Ермошечкова 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. – Саратов, 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., Шихларова 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 гидроксиллирующей 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): 1176–1181.
100. Efremova Y., Sinkorova Z., Navratil L. Protective effect of 940 nm laser on gamma-irradiated mice // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2015, 33 (2): 82–91.
101. Fedoseyeva G.E., Karu T.I., Lyapunova T.S. et al. The activation of yeast metabolism with He-Ne laser radiation – II. Activity of enzymes of oxidative and phosphorous metabolism // *Lasers in the Life Sciences*. – 1988. – Vol. 2 (2). – P. 147–154.
102. Fedoseyeva G.E., Karu T.I., Lyapunova T.S. et al. The activation of yeast metabolism with He-Ne laser radiation – I. Protein synthesis in various cultures // *Lasers in the Life Sciences*. – 1988⁽¹⁾. – Vol. 2 (2). – P. 137–146.
103. Fekrazad R., Naghdi N., Nokhbatolfighahaei H., Bagheri H. The combination of laser therapy and metal nanoparticles in cancer treatment originated from epithelial tissues: a literature review // *Journal of Lasers in Medical Sciences*. – 2016, 7 (2): 62–75.
104. Gautam A.P., Fernandes D.J., Vidyasagar M.S. et al. Low level laser therapy for concurrent chemoradiotherapy induced oral mucositis in head and neck cancer patients – A triple blinded randomized controlled trial // *Radiotherapy and Oncology*. – 2012, 104: 349–354.
105. Karu T., Kurchikov A., Letokhov V., Mokh V. He-Ne laser radiation influences single-channel ionic currents through cell membranes: A patch-clamp study // *Lasers in the Life Sciences*. – 1996⁽¹⁾. – Vol. 7 (1). – P. 35–48.
106. Karu T.I. *Photobiology of low-power laser therapy*. – London, Paris, New-York: Harwood Acad. Publishers, 1989. – 187 p.
107. Karu T.I., Kalendo G.S., Letokhov V.S., Lobko V.V. Biostimulation of HeLa cells by low intensity visible light. I. Stimulation of DNA and RNA synthesis in a wide spectral range // *Il Nuovo Cimento D*. – 1984. – Vol. 3. – P. 309–318.
108. Karu T.I., Kutomkina E.V., Lyapunova T.S., Pomoshnikova N.A. The activation of yeast metabolism with He-Ne laser radiation. III. Protein synthesis in *Saccharomyces ludwigii* grown in aerobic and anaerobic conditions // *Lasers in the Life Sciences*. – 1993. – Vol. 5 (4). – P. 259–266.
109. Karu T.I., Lyapunova T.S., Pomoshnikova N.A. The activation of yeast metabolism with He-Ne laser radiation. IV. Relationship between the activity of catalase and stimulation of protein synthesis // *Lasers in the Life Sciences*. – 1993⁽¹⁾. – Vol. 5 (4). – P. 251–257.
110. Karu T.I., Pyatibrat L.V., Kalendo G.S. et al. Effects of monochromatic low-intensity light and laser irradiation on adhesion of HeLa cells *in vitro* // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1996. – Vol. 18 (3). – P. 171–177.
111. Karu T.I., Tiphlova O.A., Lukpanova G.G., Parkhomenko I.M. Effect of irradiation with monochromatic visible light on cAMP content in Chinese hamster fibroblasts // *Il Nuovo Cimento*. – 1987, 9 (10): 1245–1251.
112. Lanzaforme 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. Lanzaforme 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, фитолазерофорез [35; 37] и лазерная биоревитализация ЛАЗМИК® [63].

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

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

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

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

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

Области применения лазерофореза постоянно расширяются:

- акушерство и гинекология [80; 83];
- дерматология и косметология [10; 19; 32; 45; 53; 66; 74; 75];
- заболевания костно-мышечной системы [57; 91];
- неврология [26; 27; 79];
- оториноларингология [67; 77; 86];

- офтальмология [30; 89];
- педиатрия [61; 86];
- спортивная медицина [7; 81; 84];
- стоматология [2; 41; 50; 70];
- урология [20; 65];
- хирургия [14; 72];
- эндокринология [3] и др.

Технология постоянно развивается и совершенствуется по нескольким направлениям:

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

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

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

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

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

- пантовегин;
- Солкосерил®.

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

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

Возможности лазерной биоревитализации ЛАЗМИК® могут быть использованы при проведении лазерно-вакуумного массажа за счёт нанесения на поверхность кожи перед проведением процедуры специальных гелей или в виде комбинированной методики – лёгкий, «разогревающий» вакуумный массаж до начала основной процедуры – лазерофореза.

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

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

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

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

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

Совершенно иная ситуация с придатками кожи. Плотность распределения сальных желёз неодинакова в различных областях тела человека. Больше всего их содержится в коже головы, лба, щёк и подбородка (400–900 на 1 см²), на остальной поверхности тела плотность сальных желёз варьирует от 0 до 120 на 1 см² [21; 93]. Различают свободные от волос сальные железы и связанные с волосяными фолликулами, которые классифицируют по размеру – средние и мелкие [21]. Величина секреторных отделов как у разных (в смысле эмбрионального происхождения) желёз, так и у одинаковых, но расположенных в разных областях тела, варьирует в больших пределах. Так, на лице свободные сальные железы имеют секреторные отделы в объёме от 0,5 до 1 мм³, выводной проток их до разветвления имеет длину от 210 до 912 мкм, а устье – от 171 до 285 мкм в диаметре. Секреторные доли проникают в кожу лица на глубину от 960 до 1710 мкм [21]. Подсчитать общую площадь внутренней поверхности железистых клеток затруднительно, поскольку весьма значительны различия от возраста, пола, типа клеток, локализации и пр., но понятно, что она в десятки раз превышает общую площадь эпидермиса. Однако вопрос о возможном участии сальных желёз в процессе лазерофореза жирорастворимых веществ в настоящее время дискутируется.

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

Волосяной фолликул состоит из 3 частей: глубокой – от сосочка до соединения с мышцей, поднимающей волос; средней, очень короткой части – от соединения с мышцей, поднимающей волос, до входа протока сальной железы, и верхней

части – от входа протока сальной железы до устья фолликула. Луковица волоса представлена недифференцированными эпителиальными клетками, в которых происходят пролиферация клеток, рост волоса и обновление клеток внутреннего корневого влагалища [42; 87]. В различных участках плотность устьев волосяных фолликулов на 1 см^2 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^2 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 фолликулов 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^{2+} -зависимых процессов. При поглощении НИЛИ световая энергия преобразуется в тепло, вызывая локальное нарушение термодинамического равновесия, вследствие чего из внутриклеточного депо высвобождаются ионы кальция, которые затем распространяются в клетках

и тканях в виде волн повышенной концентрации [44; 45; 47; 49]. Поскольку Ca^{2+} -зависимыми являются как эндоцитоз, так и экзоцитоз [15; 92; 94], то высвобождение Ca^{2+} под влиянием НИЛИ приводит к активации трансцитоза в целом. Кроме того, известен феномен значительного усиления эндоцитоза после экзоцитоза, который был описан для железистых клеток и нейронов, в последнем случае для синаптических структур [9]. Таким образом, НИЛИ очень эффективно стимулирует трансцитоз и способствует проникновению веществ.

Впервые способ усиления форетической подвижности ряда препаратов после лазерного освечивания был предложен в начале 80-х годов прошлого века [1], а преимущества использования именно НИЛИ в качестве стимулирующего процесс физического фактора доказаны А.А. Миненковым (1989) [40]. На основании 400 физико-химических исследований (с помощью токо- и светотокопроводных моделей) различных по своей структуре лекарственных препаратов (апрессин, ганглерон, карбохромен, инозин, никотиновая кислота и др.) путём выявления их структурной устойчивости и подвижности при действии НИЛИ, постоянного электрического тока и их сочетания было установлено, что НИЛИ с терапевтическими параметрами не разрушает исследованные фармакологические препараты. Кроме того, показано, что освечивание НИЛИ (633 нм) кожи подопытных животных на участке проведения флюоресцеиновой пробы увеличивает скорость проникновения краски в кровь (коэффициент экстинкции при воздействии НИЛИ $0,153 \pm 0,1$ (контроль $0,106 \pm 0,02$, $p \leq 0,05$).

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

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

Итак, мы достаточно хорошо понимаем механизмы лазерофореза, что позволяет ответить на немаловажный вопрос, с какой предельной молекулярной массой (1 мкм или 500 кДа) макромолекулы могут пройти через мембранные барьеры

клеток придатков кожи и какими дополнительными свойствами эти молекулы должны обладать (гидрофильность).

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

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

- кожные специфические факторы (место и площадь аппликации; возраст пациента; состояние, температура и степень гидратации кожи; особенности кровоснабжения и др.);
- условия аппликации и наличие внешнего воздействующего фактора (свойства окружающей среды; длина волны, экспозиция и ЭП воздействия).

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

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

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

Математическая модель, предложенная А.А. Рыжевич с соавт. [73], в основе которой лежит анализ термодинамических сдвигов, наблюдаемых при воздействии НИЛИ на биологические объекты, позволяет выбрать возможные оптималь-

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

Эффективность лазерофореза с использованием импульсного ИК НИЛИ (длина волны 890–904 нм) показана в стоматологии при различных заболеваниях пародонта. Вводимые вещества: экзогенные адаптогены (гирудина, пирроксана, янтарной кислоты и др.) [41]; витамины группы В, стимуляторы метаболизма, ангиопротекторы, противовоспалительные препараты, обладающие противомикробным действием, общеукрепляющие препараты [28; 29; 70; 85].

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

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

По данным А.А. Горячевой [16], фитолазерофорез импульсным ИК НИЛИ (890–904 нм) способствует стабилизации артериального давления, обеспечивая синтоксический эффект со стороны основных функциональных систем организма человека. Обследовано 87 человек с диагнозом «эссенциальная артериальная гипертензия II ст.». В основной группе больных кроме рутинной терапии применялся фитолазерофорез. На фоне изменения медиаторов ВНС менялись показатели

свёртывающей и противосвёртывающей, окислительной и антиокислительной, иммунной систем с тенденцией к активации синтоксических программ адаптации после лечения с использованием фитолазерофореза. Изучен коэффициент активности синтоксических программ адаптации. САД и ДАД через 10 дней лечения устанавливалось на нормальных цифрах. Катамнез – 6 мес. В это время гипотензивных препаратов исследуемые не принимали.

Показано, что методика фитолазерофореза позволяет снять перевозбуждение в центральной нервной системе, устраняя гипоксию и ишемию структурных образований головного мозга. Длительная компрессия корешков межпозвоночных 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 (крас-

ный, ИК или зелёный спектр) – и от их сочетания между собой. При оптимальном сочетании воздействующих физических факторов обеспечивается в 10–12 раз большая проникаемость красителя вглубь, чем при свободной диффузии. При этом непрерывное НИЛИ зелёного спектра (525 нм) оказалось эффективнее также непрерывного красного (635 нм) и импульсного ИК НИЛИ (890 нм) [76].

Рядом исследований была продемонстрирована потенциальная возможность повышения эффективности лазерофореза с помощью комбинирования с воздействием электромагнитным излучением крайне высокой частоты [8; 64], а также в комплексе с внутривенным лазерным 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 мес. большая часть папулёзных элементов и участков инфильтрации полностью разрешилась. В дальнейшем пациенты продолжили терапевтическое лечение в условиях косметологического отделения.

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

- оптимизировать длину волны НИЛИ, обратив особое внимание на непрерывное излучение с длиной волны 525 нм мощностью до 50 мВт, и импульсное с длиной волны 635 нм (длительность светового импульса 100 нс, импульсная мощность до 5 Вт);
- проводить предварительную электростимуляцию;
- 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 междунаучно-практ. конф. «Лазерные технологии в медицинской науке и практике» / Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 158.
14. Герасименко М.Ю., Филатова Е.В., Стучилов В.А. и др. Лазерофорез гелем Контрактубекс в комплексном лечении рубцовых деформаций // Хирургия. Приложение к журналу Consilium Medicum. – 2008. – № 1. – С. 82–85.
15. Глебов Р.Н. Биохимия мембран: эндоцитоз и экзоцитоз. – М.: Высшая школа, 1987. – 95 с.
16. Горячева А.А. Системный анализ лечебно-восстановительных мероприятий при артериальной гипертензии: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Тула, 2007. – 44 с.
17. Ефанов О.И., Дзанагова Т.Ф. Физиотерапия стоматологических заболеваний. – М.: Медицина, 1980. – 295 с.
18. Железнякова Т.А., Солоневич С.В. Исследование закономерностей процесса введения лекарственных средств в организм под действием лазерных полей различных типов (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. Кончужова Т.В. Лазерофорез – перспективы развития метода (краткий обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 3. – С. 289–295.
25. Коржова В.В., Доронин Г.Л., Дорошина В.Ю. и др. Сочетанное действие красного и инфракрасного излучений при лечении пародонтита у женщин // Материалы междунаучно-практ. конф. «Клиническое и экспериментальное применение новых лазерных технологий». – М.–Казань, 1995. – С. 198.

26. Кочетков А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия больных церебральным инсультом. – Тверь: Триада, 2004. – 51 с.
27. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. – М.–Тверь: Триада, 2012. – 360 с.
28. Кравченко В.В. Обоснование системы дифференцированного применения методов фототерапии в комплексе с пелоидо- и фармакотерапией при заболеваниях пародонта: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2009. – 48 с.
29. Кравченко В.В., Есина Е.А. Применение фотофореза холисалы в лечении больных быстро прогрессирующим пародонтитом // *Материалы Всерос. научного форума по восст. мед., лечебной физ-ре, курорт., спорт. мед. и физиотерапии «РеаСпоМед 2008».* – М., 2008. – С. 143.
30. Красногорская В.Н. Система комплексного лечения дистрофических заболеваний сетчатки с лазерной активацией диффузии лекарственных препаратов (клинико-экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Красноярск, 2008. – 39 с.
31. Кречина Е.К., Маслова В.В., Шидова А.В., Москвин С.В. Сравнительная оценка воздействия на микроциркуляцию низкоинтенсивного импульсного и непрерывного лазерного излучения красного и инфракрасного диапазонов спектра в комплексной терапии хронического пародонтита // *Лазерная медицина.* – 2009. – Т. 13, вып. 2. – С. 22–26.
32. Круглова Л.С. Лекарственный фотоз: 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.: НППЦ «Техника», 2003. – 125 с.
46. Москвин С.В. Лазеротерапия как современный этап гелиотерапии (исторический аспект) // *Лазерная медицина.* – 1997. – Т. 1, вып. 1. – С. 44–49.
47. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 896 с.
48. Москвин С.В. Принципы построения и аппаратная реализация оптико-электронных устройств на основе импульсных полупроводниковых лазеров для медико-биологических применений: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2003⁽¹⁾. – 19 с.
49. Москвин С.В. Системный анализ эффективности правления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Тула, 2008⁽¹⁾. – 38 с.
50. Москвин С.В., Амирханян А.Н. Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии. – М.–Тверь: Триада, 2011. – 208 с.
51. Москвин С.В., Антипов Е.В., Зарубина Е.Г., Рязанова Е.А. Эффективность кислородного обмена после применения 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⁽¹⁾, № 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⁽²⁾. – 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, А61K31/728, А61P43/00. Способ лазерофореза биологически активных веществ / С.В. Москвин. – № 2010145006/14(064880); заявлено 03.11.2010; опубл. 20.07.2012.
69. Пономаренко Г.Н., Москвин С.В. Многофункциональная электротерапия (МЭЛТ). – М.–Тверь: Триада, 2008. – 54 с.
70. 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 электрофонофореза // *Вестник новых медицинских технологий*. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 178–181.
77. Сипкин А.М., Герасименко М.Ю., Никитин А.А. и др. Лазерофорез «Колетекс-АГТДМ» 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., Fedorishev I.A., Sazonov A.S. Application of laser phoresis in complicated postmenopausal osteoporosis // Integr Med Int. – 2016. – Vol. 3, № 1–2. – P. 17–23.
92. Carafoli E., Santella L., Brance D., Brisi M. Generation, control, and processing of cellular calcium signals // Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol. – 2001, 36 (2): 107–260.
93. Montagna W. The structure and function of skin. – New York: Academic Press, 1962. – 237 p.
94. Plattner H., Braun C., Hentschel J. Facilitation of membrane fusion during exocytosis and exocytosis-coupled endocytosis and acceleration of «Ghost» detachment in Paramecium by extracellular calcium. A quenched-flow/freeze-fracture analysis // J. Membrane Biol. – 1997, 158: 197–208.
95. Tammi R., Saamanen A.-M., Maibach H.I., Tammi M. Degradation of newly synthesized high molecular mass hyaluronan in the epidermal and dermal compartments of human skin in organ culture // J. Invest Dermatol. – 1991, 97 (1): 126–130.

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. *Абунимех Б.Х.* Дифференцированное лечение эпидидимитов и эпидидимоорхитов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Махачкала, 2006. – 18 с.
3. *Авдошин В.П., Перишин С.В., Крутов И.В.* Магнитолазерная терапия при хроническом простатите // Материалы Пленума Всероссийского общества урологов. – Пермь, 1994. – С. 12–13.
4. *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.
5. *Агаджанян Н.А., Чеснокова С.А., Михайловская Т.А.* Фактор времени и физиологические реакции. – М.: Изд-во Университета дружбы народов, 1989. – 57 с.
6. *Агаев А.А.* Применение аку- и лазеропунктуры в комплексе с бальнео- и пелоидотерапией у мужчин с нарушениями фертильности, обусловленными хроническими неспецифическими воспалительными заболеваниями половых органов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 1998. – 19 с.
7. *Агаев А.А.* Применение аку- и лазеропунктуры в комплексе с бальнео- и пелоидотерапией у мужчин с нарушениями фертильности, обусловленными хроническими неспецифическими воспалительными заболеваниями половых органов: Дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 1998. – 129 с.
8. *Адамковская М.В.* Влияние темперамента, особенностей поведения и других факторов на воспроизводительные качества жеребцов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Дивово, 2004. – 20 с.
9. *Адашева О.В., Москвин С.В.* Опыт сочетанного применения низкоинтенсивного лазерного излучения и препарата «Меллагенин Плюс» в терапии витилиго // Лазерная медицина. – 2003. – Т. 7. – Вып. 2. – С. 41–42.
10. *Александров В.Л., Кореньков Д.Г., Николаева Е.В.* Эффективность аппарата «Андрогин» в лечении хронического простатита и секреторного бесплодия // Урология. – 2006. – № 3. – С. 71–74.
11. *Алжикеев С.Ж., Садырбеков Н.Ж., Макенжан уулу Алмаз и др.* Совершенствование лечебных репродуктивных технологий при бесплодном браке // Врач-аспирант. – 2008. – № 4 (25). – С. 256–263.
12. *Алоян К.А., Матвеев А.В., Морев В.В., Корнеев И.А.* Физиологические механизмы обеспечения подвижности сперматозоидов // Урологические ведомости. – 2013. – Т. 3. – № 4. – С. 14–19.
13. *Алтынбаев Р.Ш., Керимова Н.Р.* Лазеротерапия в комплексном лечении хронических простатитов с нарушением сперматогенеза // Материалы Международной конф. «Новые достижения лазерной медицины». – М.–СПб., 1993. – С. 386–387.
14. *Аль-Шукри С.Х., Кузьмин И.В., Слесаревская М.Н., Соколов А.В.* Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на показатели эякулята у больных хроническим простатитом // Урологические ведомости. – 2015. – Т. 5. – № 4. – С. 8–12.
15. *Аль-Шукри С.Х., Ткачук В.Н., Соколов А.В., Слесаревская М.Н.* Применение низкоэнергетического лазерного излучения при урологических болезнях // Сборник научных трудов «Актуальные проблемы лазерной медицины». – СПб., 2001. – С. 174–179.
16. *Аляев Ю.Г., Григорян В.А., Чалый М.Е.* Нарушения половой и репродуктивной функции у мужчин. – М.: Литтерра, 2006. – 194 с.
17. *Анисимов В.И.* Проблемы оптической и лазерной безопасности в медицине // Лазерная медицина. – 2002. – Т. 6. – Вып. 2. – С. 47–51.
18. *Анищенко Г.Я., Полянская З.М., Даллакян И.Г. и др.* Лазеропунктура в невропатологии. – М., 1991. – 21 с.
19. *Анохин П.К.* Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Принципы системной организации функций. – М.: Наука, 1973. – С. 5–61.
20. *Аполихин О.И., Москвин С.В.* Лазерная терапия при мужском бесплодии. Ч. 1. Этиология и патогенез. Экспериментальные исследования // Урология. – 2017. – № 5. – С. 115–123. doi.org/10.18565/urology.2017.5.115-123
21. *Аполихин О.И., Москвин С.В.* Лазерная терапия при мужском бесплодии. Ч. 2. Систематический обзор клинических исследований // Урология. – 2017⁽¹⁾. – № 6. – С. 164–171. doi: https://dx.doi.org/10.18565/urology.2017.6.164-171
22. *Арнольди Э.К.* Хронический простатит: проблемы, опыт, перспективы – Ростов-на-Дону, 1999. – 320 с.
23. *Артифьев С.Б.* Патогенез сосудистых форм мужской инфертильности: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Челябинск, 1992. – 38 с.
24. *Асадов Х.Д.* Мужское бесплодие и возможности его преодоления с помощью экстракорпорального оплодотворения в условиях жаркого климата: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Ташкент, 2009. – 48 с.
25. *Асадов Х.Д., Стрижков Н.А., Байбеков И.М.* Ультраструктура клеток Сертоли старых крыс до и после лазеротерапии // Лазерная медицина. – 2005. – Том 9, вып. 1. – С. 38–39.

26. *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.
27. *Бабюк И.А., Мавров Г.И.* Местное применение гелий-неонового лазера в комплексном лечении больных хроническим простатитом // *Андрология, репродуктология и сексуальные расстройства*. – 1994. – Т. 3. – № 2. – С. 23–26.
28. *Багиров М.А.* Использование излучения полупроводникового лазера в комплексной предоперационной подготовке и в послеоперационном лечении больных туберкулезом легких: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1993. – 25 с.
29. *Байбеков Х.Д., Асадов Х.Д., Стрижков Н.А.* Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на семенные каналцы и сперматозоиды // *Лазерная медицина*. – 2007. – Т. 11. – Вып. 1. – С. 18–21.
30. *Балковой И.И., Грабовичнер А.Я., Сергиенко Г.Ф., Христофоров В.Н.* Применение аппарата квантовой терапии РИКТА-МВ в коневодстве. – М., 2004. – 96 с.
31. *Балтер Р.Б., Михайлов Д.В., Иванова Т.В.* Бесплодный брак. – Самара, 2015. – 28 с.
32. *Березницкая А.Н., Мендельсон Г.И., Макарова И.В.* Влияние длительного хронического лазерного излучения малой мощности на генеративную функцию самцов мышей // *Гигиенические аспекты использования лазерного излучения в народном хозяйстве*. – М., 1982. – С. 143–144.
33. *Божедомов В.А.* Мужской фактор бездетного брака – пути решения проблемы // *Урология*. – 2016. – № S1. – С. 29–35.
34. *Божедомов В.А., Рохликов И.М., Третьяков А.А. и др.* Андрологические аспекты бездетного брака // *Медицинский совет*. – 2013. – № 8. – С. 13–17.
35. *Бойченко А.Н.* Физические факторы в комплексной восстановительной терапии больных хроническим простатитом: Дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 2013. – 140 с.
36. *Бондарев Е.Н.* Терапия больных хроническим простатитом с применением природных лечебных факторов курорта Белокуриха: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Барнаул, 2003. – 34 с.
37. *Бондарев Г.Б.* Внутривенное лазерное облучение крови в комплексном хирургическом лечении больных деструктивным и осложненным туберкулезом легких: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1996. – 25 с.
38. *Бондаренко В.А., Бурма Т.Е., Коробов А.М.* Динамика инкреторной функции яичек под влиянием НИЛИ при терапии экскреторно-токсического бесплодия у мужчин // *Материалы IX Международной науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии»*. – Ялта–Харьков, 1998. – С. 126–127.
39. *Бондаренко В.А., Гладкова А.И.* Эффективность низкоинтенсивной лазеротерапии при мужском бесплодии различного генеза // *Здоровье мужчины*. – 2004. – Т. 3. – № 10. – С. 226–229.
40. *Бондаренко В.А., Демченко А.Н., Коробов А.М.* Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на показатели спермограммы при лечении экскреторно-токсического бесплодия у мужчин // *Материалы VIII Международной научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии»*. – Харьков, 1997. – С. 44–46.
41. *Бондаренко В.А., Коробов А.М.* Комплексное применение НИЛИ и биорегуляторного пептида простагилена при лечении сексуальных расстройств, обусловленных хроническим простатитом // *Матер. 1-го межк. конгресса «Лазер и здоровье»*. – Лимассол–М.: Техника, 1997. – С. 46.
42. *Бондаренко В.А., Коробов А.М.* Применение низкоинтенсивного лазерного излучения при лечении хронического простатита и его осложнений // *Фотобиология и фотомедицина*. – 1998. – № 1. – С. 65–68.
43. *Боровец С.Ю., Москвин С.В.* Методики лазерной терапии при мужском бесплодии // *Вестник урологии*. – 2017. – Т. 5. – № 3. – С. 49–61. doi: 10.21886/2308-6424-2017-5-3-49-61.
44. *Бородин А.В., Вербовой П.П., Харлап И.В., Бородин А.А.* Лазеро- и энзимотерапия в комплексном лечении хронического простатита у мужчин с бесплодием // *Материалы юбилейной XX Международной научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии»*. – Ялта, 2003. – С. 12–13.
45. *Бородин А.Д., Вербовой П.П., Матийцев А.Б., Хряцев К.Ю.* Применение магнитно-лазерной терапии в комплексном лечении экскреторно-токсического бесплодия у мужчин // *Здоровье мужчины*. – 2007. – Т. 2. – № 21. – С. 177–178.
46. *Бородин А.Д., Вербовой П.П., Харлап И.В. и др.* Иглорефлексотерапия и лазеропунктура в комплексном лечении мужского бесплодия, обусловленного хроническим простатитом // *Сексология и андрология*. – 2002. – Вып. 6. – С. 252–256.
47. *Бородин А.Д., Минович Д.Ю., Матийцев А.Б.* Комбинированная лазерная терапия в лечении олигоспермии у больных, страдающих хроническим простатитом // *Сексология и андрология*. – 1998. – Вып. 4. – С. 41.
48. *Брежнев А.Ю.* Транскраниальная лазеротерапия частичной атрофии зрительного нерва: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2003. – 21 с.
49. *Брехов Е.И., Буйлин В.А., Москвин С.В.* Теория и практика КВЧ-лазерной терапии. – Тверь: Триада, 2007. – 160 с.
50. *Буйлин В.А.* Лазерная рефлексотерапия. – М.: Техника, 2002. – 34 с.
51. *Буйлин В.А.* Низкоинтенсивная лазерная терапия импотенции и фригидности. – М.: Техника, 1998. – 65 с.

52. Буйлин В.А. Низкоинтенсивная лазерная терапия с применением матричных импульсных лазеров. – М.: Техника, 2000. – 124 с.
53. Буйлин В.А. Применение лазерно-светодиодной излучающей матрицы МЛС-1 «ЭФФЕКТ» в терапии различных заболеваний. – М.: Техника, 2001. – 56 с.
54. Буйлин В.А., Ларюшин А.И., Никитина М.В. Свето-лазерная терапия: Руководство для врачей. – Тверь: Триада, 2004. – 256 с.
55. Васов И.А., Шодиев Х.К., Байбеков И.М. Эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) в комплексном лечении бесплодных мужчин // Новости дерматологии и репродуктивного здоровья. – 2012. – № 1. – С. 7–9.
56. Васильев В.С., Васильева Л.И., Лисиченко Н.Л. и др. Интерференционная микроскопия нативной и облученной спермы человека и животных // Материалы XIX Международной науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Одесса, 2003. – С. 55–56.
57. Васильев В.С. Реабилитирующее действие лазерного излучения на сперму человека и животных // Материалы XIV Международной научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Харьков, 2000. – С. 159.
58. Васильев В.С., Раковский Я.П. Активация подвижности спермиев в лазерном излучении // Тезисы докладов I международной научно-производственной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе». – Белгород: БГСХА, 1997. – С. 67.
59. Васильченко Г.С., Агаркова Т.Е., Агарков С.Т. и др. Сексопатология. Справочник. – М.: Медицина, 1990. – 576 с.
60. Весич Т.Д., Крамар М.И. Изучение действия лазерного излучения на нативные и перенесшие криоконсервирование спермии человека // Проблемы криобиологии. – 1994. – № 2. – С. 54–55.
61. Гайворонский В.В. Комплексное санаторно-курортное лечение больных хроническим простатитом с использованием солодки голой: Дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 2003. – 100 с.
62. Гамалея Н.Ф. Лазеры в эксперименте и клинике. – М.: Медицина, 1972. – 232 с.
63. Гаткин Е.Я., Гельман И.В., Брыдун А.В. Изменение морфофункциональных свойств сперматозоидов под влиянием излучения низкоинтенсивного лазера // Материалы Международной конф. «Новые достижения лазерной медицины». – М.–СПб., 1993. – С. 432.
64. Гаткин Е.Я., Пыркова С.И. Применение лазерной биостимуляции семенной жидкости при искусственном гомоосеменении // Сборник статей VII Международной научно-практ. конф. по квантовой медицине. – М., 2001. – С. 102–103.
65. Гейниц А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии. – М.–Тверь: Триада, 2010. – 400 с.
66. Гейниц А.В., Москвин С.В. Новые технологии внутривенного лазерного облучения крови: ВЛОК+УФОК и ВЛОК-405. – Тверь: Триада, 2010⁽¹⁾. – 96 с.
67. Гейниц А.В., Москвин С.В. Обеспечение безопасности при работе с лазерными медицинскими и косметологическими аппаратами. – Тверь: Триада, 2012. – 32 с.
68. Гейниц А.В., Москвин С.В., Ачилов А.А. Внутривенное лазерное облучение крови. – М.–Тверь: Триада, 2012. – 336 с.
69. Гениатулина М.С., Королев Ю.Н., Никулина Л.А. Ультраструктура клеток Лейдига при действии минеральной воды и низкоинтенсивного электромагнитного излучения в условиях стресса у крыс // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2016. – № 5. – С. 34–37.
70. Герасимова Л.И. Лазеры в хирургии и терапии термических ожогов. – М.: Медицина, 2000. – 224 с.
71. Гизингер О.А., Летяева О.И., Францева О.В. Низкоинтенсивная лазеротерапия в коррекции двигательных дисфункций сперматозоидов у пациентов с урогенитальными инфекциями // Южно-Уральский медицинский журнал. – 2014. – № 3. – С. 35–41.
72. Гизингер О.А., Летяева О.И., Францева О.В., Забирова М.Р. Применение лазера низкой интенсивности в репродуктологии // Вестник Челябинской областной клинической больницы. – 2014⁽¹⁾. – № 4 (27). – С. 29–33.
73. Гизингер О.А., Францева О.В. Нормализующие эффекты низкоинтенсивного лазерного излучения в отношении функционально-метаболического статуса нейтрофилов эякулята и кинетических возможностей сперматозоидов у пациентов с хламидийной инфекцией // Российский иммунологический журнал. – 2016. – Т. 10 (19). – № 2 (1). – С. 9–11.
74. Гизингер О.А., Францева О.В., Забирова М.Р. Способ повышения функционально-метаболического статуса сперматозоидов, полученных из семенной жидкости здорового человека, в условиях *in vitro* и *in vivo* // Вестник Челябинской областной клинической больницы. – 2015. – № 1. – С. 35–37.
75. Гладкова А.И. Аддитивный эффект медикаментозной и лазерной терапии бесплодия // Материалы XXVI Международной науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Ялта, 2006. – С. 114–115.
76. Гладкова А.И. Лазерная терапия в андрологии // Современные аспекты лазерной терапии / Под ред. В.Д. Попова. – Черкассы: Вертикаль, издатель Кандыч С.Г., 2011. – С. 448–471.

77. *Гладкова А.И.* Экспериментальное обоснование эффективности лазеротерапии в андрологической практике // Материалы XX Международной науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Ялта, 2003. – С. 90–92.
78. *Гладкова А.И., Бондаренко В.А.* Экспериментально-клиническое обоснование регуляции плодovitости с помощью низкоинтенсивного лазерного излучения // Материалы XXV Международной науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Луцк, 2006. – С. 79.
79. *Гладкова А.И., Коробов А.М.* Терапия лазерным излучением мужских репродуктивных расстройств. Физиологические и патогенетические аспекты. – Харьков: Факт, 2017. – 208 с.
80. *Гладкова А.И., Сиротенко Л.А.* О безопасности низкоинтенсивного лазерного излучения для отцов и их потомков // Фотобиология и фотомедицина. – 2011. – Т. 8. – № 2. – С. 48–52.
81. *Гладкова А.И., Тарасенко Н.Е.* Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на инкреторную функцию семенников // Материалы XXI Международной науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Одесса, 2004. – С. 76–77.
82. *Гладкова А.И., Тарасенко Н.Е.* Динамика полового поведения крыс, подвергнутых воздействию низкоинтенсивного лазерного излучения // Материалы XVIII Международной научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Ялта, 2002. – С. 55–56.
83. *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.
84. *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.
85. *Горюнов С.В.* Влияние низкоэнергетического лазерного излучения на сперматозоиды человека (экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1996. – 23 с.
86. *Горюнов С.В.* Принципы выбора лазерного излучения для воздействия на сперму и изучение эффектов этого воздействия на сперматозоиды человека (экспериментальное исследование) // Материалы конф. «Применение лазеров в биологии и медицине». – Киев, 1995. – С. 120–121.
87. *ГОСТ 12.4.253-2013.* Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2014. – 34 с.
88. *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.
89. *ГОСТ 31581-2012.* Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий. – М.: Стандартинформ, 2013. – 19 с.
90. *ГОСТ 8.417-2002.* Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 27 с.
91. *ГОСТ IEC 60825-1-2013.* Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей. – М.: Стандартинформ, 2014. – 76 с.
92. *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.
93. *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.
94. *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).
95. *ГОСТ Р 54944-2012.* Здания и сооружения. Методы измерения освещенности. – М.: Стандартинформ, 2013. – 18 с.
96. *ГОСТ Р МЭК 60601-1-2010.* Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности с учётом основных функциональных характеристик. – М.: Стандартинформ, 2011. – 292 с.
97. *ГОСТ Р МЭК 60601-1-2-2014.* Изделия медицинские электрические. Часть 1–2. Общие требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик. Параллельный стандарт. Электромагнитная совместимость. Требования и испытания. – М.: Стандартинформ, 2014. – 162 с.
98. *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.
99. *Греннер Д.* Гормоны, регулирующие метаболизм кальция // Биохимия человека / Под. ред. Р. Марри и др. Т. 2. – М.: Мир, 1993⁽¹⁾. – С. 193–204.
100. *Грищенко В.И., Юрченко Г.Г., Весич Т.Л. и др.* Повышение функциональной активности нативных и криоконсервированных спермиев красным излучением гелий-неонового лазера // Бесплодие. Вспомогательные репродуктивные технологии. – Киев, 1995. – С. 78–81.
101. *Грушина Т.И.* Реабилитация в онкологии: физиотерапия. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 240 с.

102. *Гурин М.И., Иванов В.А., Костюченко С.Н.* Опыт лечения мужского бесплодия // Сексология и андрология. – 2002. – Вып. 6. – С. 214–215.
103. *Гурицкой Р.А.* Физические факторы и лекарственные суппозитории в восстановительной терапии больных хроническим бактериальным простатитом: Дис. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 109 с.
104. *Гурицкой Р.А., Дегтяренко С.А., Ячменев Д.И. и др.* Влияние комплексной восстанавливающей терапии с применением физических факторов на показатели эякулята при хроническом бактериальном простатите, осложненном патозооспермией // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 4. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26532823>
105. *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.
106. *Дегтяренко С.А., Ячменев Д.И., Недоруба Е.А., Таютина Т.В.* Оценка эффективности использования электролазерной терапии в сочетании с пелоидами при комплексном лечении хронического бактериального простатита, осложненного патозооспермией // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 2. – С. 129. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24363>
107. *Добин В.Л., Савкин А.П., Чураев В.Д.* Применение лазерной терапии в комплексном лечении больных туберкулезом органов дыхания // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2001. – № 1–2. – С. 20–22.
108. *Дроздов А.Л., Кару Т.И., Чудновский В.М. и др.* Влияние низкоинтенсивного красного светодиодного и лазерного излучений на двигательную активность сперматозоидов морских ежей // Доклады Академии наук. Биохимия, биофизика, молекулярная биология. – 2014. – Том 457. – № 4. – С. 487–490. doi: 10.7868/S0869565214220265.
109. *Елисейкин Д.В.* Особенности резистентности и воспроизводительной функции хряков при воздействии лазерным облучением: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Витебск, 2003. – 19 с.
110. *Ениг В.* Вегетативная нервная система // Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. Т. 2. – М.: Мир, 1996. – С. 343–383.
111. *Епишина Т.М.* Влияние лазерного излучения на фертильность спермы баранов, сохраняемой при 16 °С // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2009. – № 2. – С. 66.
112. *Епишина Т.М.* Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на криорезистентность семени баранов // Ветеринарная патология. – 2009⁽¹⁾. – № 2. – С. 32–33.
113. *Епишина Т.М.* Совершенствование способов повышения воспроизводительных качеств свиней и овец: Дис. ... докт. биол. наук. – М., 2011. – 295 с.
114. *Епишина Т.М., Пухтинов О.Н.* Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на биологическую полноценность сперматозоидов хряков // Ветеринария и кормление. – 2008. – № 4. – С. 24–26.
115. *Есенева С.М.* Эффективность фитоаэроионизации и спелеотерапии в восстановительном лечении больных хроническим простатитом: Дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 2003. – 142 с.
116. *Жаров В.П., Кару Т.И., Литвинов Ю.О., Гифлова О.А.* Фотобиологический эффект излучения полупроводникового лазера в ближней ИК-области // Квантовая электроника. – 1987. – Вып. 14. – № 11. – С. 2135–2136.
117. *Жиборев Б.Н.* Варикоцеле и мужское бесплодие в аспекте полигенной природы гипогонадизма и проявлений синдрома дисплазии соединительной ткани // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. – 2007. – № 4. – С. 72–79.
118. *Жуков Б.Н., Лысов Н.А., Богуславский Д.Г., Москвин С.В.* Перспективы использования импульсных полупроводниковых лазеров с длиной волны 0,63 мкм при аутодермопластике // Материалы XII Межд. научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Харьков, 1999. – С. 22–23.
119. *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.
120. *Зеленчук А.В., Родин Ю.А., Филлипов В.В.* Основы свето-вакуум-импульсной терапии // Национальный медицинский каталог. – АМТН. – № 2. – 2003.
121. *Землянова Е.В.* Потери потенциальных рождений в России из-за проблем, связанных со здоровьем // Социальные аспекты здоровья населения. – 2016. – Т. 48. – № 2. – С. 4. doi: 10.21045/2071-5021-2016-48-2-4.
122. *Зубкова С.М.* Биофизические основы лазерной терапии // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2009. – № 1. – С. 3–9.
123. *Зубкова С.М.* Регуляторные возможности физиотерапевтических воздействий // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 4. – С. 3–8.
124. *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). – С. 625–627.
125. *Зырянов Б.Н., Евтушенко В.А., Кицманюк З.Д.* Низкоинтенсивная лазерная терапия в онкологии. – Томск: СТТ, 1998. – 336 с.

126. *Ибрагимов М.Ф., Шамсутдинов З.В., Вафин Р.Г., Сабирова Ф.М.* Сочетанное применение пелоидотерапии и магнитолазерного массажа предстательной железы при калькулезном простатите в условиях санатория «Бакирово» // *Материалы научно-практической конференции «Актуальные вопросы медицинской реабилитации»*. – Самара, 2015. – С. 73–75.
127. *Иванченко Л.П., Коздоба А.С., Москвин С.В.* Лазерная терапия в урологии. – М.–Тверь: Триада, 2009. – 132 с.
128. *Иванченко Л.П., Коздоба А.С., Москвин С.В.* Опыт лечения больных эректильной дисфункцией методом локального лазерного отрицательного давления (АЛТ «Матрикс-Уролог») // *Материалы межд. конф. «Туберкулез мочеполовой системы и другие урологические заболевания, резистентные к стандартной терапии»*. – Новосибирск: Наука, 2008. – С. 31–32.
129. *Иванченко Л.П., Муфазед М.Л., Москвин С.В.* Локальное введение Интерферона-альфа-2b в сочетании с магнитолазерным воздействием в консервативном лечении фибропластической индурации полового члена (болезни Пейрони) // *Материалы юбилейн. XX Межд. научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии»*. – Ялта, 2003. – С. 26–29.
130. *Имшинецкая Л.П.* Роль гормональных изменений в патогенезе половых расстройств и бесплодия при хроническом неспецифическом простатите: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Киев, 1983. – 43 с.
131. *Инструкция по применению установки физиотерапевтической лазерной УЛФ-1*. – М., 1983. – 12 с.
132. *Иноушин В.М., Чекуров П.П.* Биостимуляция лучом лазера и биоплазма. – Алма-Ата: Казахстан, 1975. – 120 с.
133. *Ихаев А.Б.* Комбинированное использование магнитолазерной и ЛОД-лазеротерапии инфертильности у больных хроническим простатитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 2013. – 28 с.
134. *Ихаев А.Б., Терёшин А.Т.* Лазеротерапия, аку- и лазеропунктура в коррекции инфертильности у больных хроническим простатитом // *Сборник тезисов VII Международного конгресса ПААР*. – Сочи, 2012. – С. 25.
135. *Калинина С.Н.* Воспалительные заболевания добавочных половых желез у мужчин, обусловленные урогенитальной скрытой инфекцией и осложненные бесплодием: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – СПб., 2003. – 42 с.
136. *Капустина Г.М., Москвин С.В., Титов М.Н.* Внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) // *Медикал Маркет*. – 1996. – № 24. – С. 20–21.
137. *Карпухин И.В.* Физические факторы в профилактике и лечении больных экскреторным бесплодием // *Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК*. – 1991. – № 8. – С. 38–42.
138. *Карпухин И.В., Ли А.А., Корчажкина Н.Б., Кияткин В.А.* Физические факторы в лечении больных хроническим бактериальным простатитом // *Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК*. – 2011. – Т. 88. – № 1. – С. 39–43. doi: <http://dx.doi.org/10.17116/kuort2011>
139. *Карпухин И.В., Миненков А.А., Ли А.А. и др.* Физиотерапия в андрологии. – М., 2000. – 344 с.
140. *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.
141. *Качковский М.А., Чернова Н.Е.* Лазеротерапия в комплексном санаторно-курортном лечении при профессиональных и экологически обусловленных заболеваниях // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2010. – Т. 12. – № 1 (7). – С. 1834–1837.
142. *Киларджиев Б.А.* Роль акупунктуры в комплексном использовании фармако- и пелоидотерапии инфертильности у больных хроническим простатитом: Дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 2002. – 176 с.
143. *Киларджиева Е.Б., Гайдарова А.А.* Применение гелий-неонового лазера в детской стоматологии // *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. – 2016. – Т. 6. – № 5. – С. 868–870.
144. *Кларк А.М.* Зрение и лазерное излучение // *Элементы устройств квантовой электроники*. – М.: Мир, 1976. – С. 86–91.
145. *Ковалев Е.В.* Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на сперматогенез у мужчин // *Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК*. – 1990. – № 5. – С. 33–36.
146. *Козлов Г.И., Слонимский Б.Ю.* Половые расстройства у мужчин при сахарном диабете // *Проблемы эндокринологии*. – 1995. – Т. 41. – № 5. – С. 25–27.
147. *Кореньков Д.Г.* Экстракорпоральная и интракорпоральная гемокоррекция, гипербарическая оксигенация в лечении аутоиммунного бесплодия у мужчин: Дис. ... докт. мед. наук. – СПб., 2004. – 225 с.
148. *Кореньков Д.Г., Александров В.П., Марусанов В.Е. и др.* Роль эфферентной терапии в лечении аутоиммунного бесплодия у мужчин // *Андрология и генитальная хирургия*. – 2000. – № 1. – С. 51–52.
149. *Кореньков Д.Г., Марусанов В.Е., Александров В.П. и др.* Эффективность внутрисосудистого ультрафиолетового облучения крови при аутоиммунном бесплодии у мужчин // *Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова*. – 2003. – № 1–2 (4). – С. 115–119.
150. *Коркушко А.О., Мачерет Е.Л.* Механизм действия лазерного излучения на соматическую мембрану нейронов // *Врачебное дело*. – 1982. – № 7. – С. 94–97.

151. *Корнеева Е.И.* Применение низкоинтенсивного лазерного излучения для стимуляции спермиогенеза у быков-производителей // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 8 (142). – С. 122–125.
152. *Корнеева Е.И.* Сравнительная оценка влияния низкоинтенсивного лазерного излучения синего спектра различной частоты и экспозиции на биологические показатели спермопродукции быков-производителей // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016⁽¹⁾. – № 5 (139). – С. 109–113.
153. *Королев Ю.Н., Бобровницкий И.П., Гениатулина М.С. и др.* Сочетанное действие питьевой минеральной воды и низкоинтенсивного электромагнитного излучения в условиях иммобилизационного стресса (экспериментальное исследование) // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2015. – № 6. – С. 37–41.
154. *Королев Ю.Н., Михайлик Л.В., Гениатулина М.С., Никулина Л.А.* Применение питьевой сульфатной минеральной воды в сочетании с лазерным и магнитолазерным излучениями при первичной профилактике пострадиационных нарушений (экспериментальное исследование) // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2010. – № 4. – С. 3–6.
155. *Королев Ю.Н., Никулина Л.А., Гениатулина М.С. и др.* Радиозащитное действие лазерного излучения на сперматогенез крыс и их потомства // Проблемы репродукции. – 2007. – № 1. – С. 34–37.
156. *Корчажкина Н.Б., Котенко К.В., Слонимский Б.Ю.* Современные гормонокорректирующие технологии в лечении репродуктивной функции у больных ожирением // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2013. – № 1. – С. 154.
157. *Космынин А.Г.* Применение лазерных терапевтических матриц при атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2005. – 27 с.
158. *Котенко К.В., Слонимский Б.Ю.* Комплексная коррекция эректильных и копулятивных нарушений у больных с ожирением и нарушением репродуктивной функции // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 969–975.
159. *Кочетков А.В.* Лечебные физические факторы на этапе ранней реабилитации больных церебральным инсультом // Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 1998. – 47 с.
160. *Кочетков А.В., Москвин С.В.* Лазерная терапия больных церебральным инсультом. – Тверь: Триада, 2004. – 51 с.
161. *Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н.* Лазерная терапия в неврологии. – М.–Тверь: Триада, 2012. – 360 с.
162. *Кочетков М.А.* Применение низкоинтенсивного лазерного излучения при лечении больных кольцевидной гранулёмой: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2000. – 18 с.
163. *Кочетков М.А., Волнухин В.А. и др.* Эффективность применения низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении больных кольцевидной гранулёмой // Лазерная медицина. – 2000. – Т. 4. – Вып. 3. – С. 10–13.
164. *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.
165. *Крайниченко С.В.* Комплексное лечение больных хроническим абактериальным простатитом (III-B), осложненным сексуальными расстройствами с использованием пелоидотерапии: Дис. ... канд. мед. наук. – Саратов, 2009. – 134 с.
166. *Кротовский Г.С.* Медикаментозное лечение эректильных дисфункций. – М.: БИНОМ, 1998. – 128 с.
167. *Крылов О.А.* Характеристика целостной реакции организма на действие физических факторов // Актуальные вопросы медицинской реабилитации и физической терапии. – М., 1989. – С. 21–27.
168. *Крюк А.С., Мостовников В.А., Хохлов И.В. и др.* Терапевтическая эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения. – Минск: Наука и техника, 1986. – 231 с.
169. *Кузнецова М.Г.* Функционирование репродуктивной системы самцов крыс под влиянием электромагнитного излучения миллиметрового диапазона: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2007. – 23 с.
170. *Кукурекин Ю.В., Лановенко Ю.П.* Лазеротерапия при сексуальных расстройствах // Андрология, репродуктология и сексуальные расстройства. – 1994. – № 3–4. – С. 36–37.
171. *Кулаков В.И.* Репродуктивное здоровье женщин: проблемы и перспективы // Федеральный справочник здравоохранения России. – 2008. – Т. 8. – С. 141–144.
172. *Куценко Н.Н., Олексиевич Е.А., Лебедева Г.П.* Влияние электромагнитного излучения на качество спермы хряков // Животноводство России. – 2011. – № 10. – С. 25.
173. *Кучер В.А., Михайл 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.
174. *Кушинир М.А.* Физиотерапевтические методы лечения артромиологических поражений в комплексной терапии гемофилии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ленинград, 1991. – 19 с.

175. *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.
176. *Лазеротерапия половых расстройств*: Пособие для врачей / Составители: Беледа Р.В., Тактаров В.Г., Иванов В.В. и др. – М.: ГНЦ лазерной медицины МЗ РФ, 1997. – 38 с.
177. *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.
178. *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.
179. *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.
180. *Леонов Б.И., Журавлев В.Ф., Странадко Е.Ф. и др.* Стратегия и тактика повышения эффективности терапии коморбидных больных артериальной гипертензией новейшим портативным 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.
181. *Лисиченко Н.Л., Ромоданова Э.А., Нардид О.А. и др.* Структурные изменения в компонентах спермы хряка при воздействии малых доз лазерного излучения // Фотобиология и фотомедицина. – 2000⁽¹⁾. – Т. 3. – № 3–4. – С. 86.
182. *Лисиченко Н.Л., Столяров О.В., Беликов А.А.* Применение лазерного излучения для активации спермиев хряков-производителей // Проблемы физиологии и патологии воспроизводства животных. – 2000. – № 22. – С. 144–147.
183. *Лобжанидзе З.Б.* Бальнеофармакотерапия и нейрососудистый тренинг в комплексном лечении infertility у больных хроническим неспецифическим простатитом (ХНП): Дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 2004. – 153 с.
184. *Лопушан И.В.* Влияние излучения гелий-неонового лазера на генеративную функцию и эмбриогенез: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Киев, 1981. – 25 с.
185. *Лоран О.Б., Шеплев П.А., Нестеров С.Н. и др.* Диагностика и лечение эректильных дисфункций // Анналы хирургии. – 1998. – № 4. – С. 9–12.
186. *Лукьянов А.В.* Внутрисосудистая фотомодификация крови в лечении и профилактике аутоиммунного бесплодия у мужчин с воспалительными заболеваниями половых органов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2006. – 19 с.
187. *Лутай А.В., Егорова Л.А., Шутемова Е.А.* Лазеротерапия при пневмонии у пожилых больных // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. – 2001. – № 3. – С. 15–18.
188. *Мауров Г.И.* Репродуктивная функция у больных мочеполювом хламидиозом и микоплазмозом: оценка состояния, лечение и профилактика нарушений: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Харьков, 1995. – 46 с.
189. *Мауров Г.И., Бондаренко В.А., Губенко Т.В.* Ближайшие результаты применения низкоинтенсивного лазера в комплексном лечении больных с хронической осложнённой урогенитальной патологией // Матер. 1-го межд. конгресса «Лазер и здоровье». – Лимассол–М.: Техника, 1997. – С. 46.
190. *Мазо Е.Б., Гамидов С.И., Овчинников Р.И. и др.* Этиология, патогенез, диагностика и лечение эректильной дисфункции у пожилых // Фарматека. – 2005. – № 4/5 (100). – С. 40–45.
191. *Мазо Е. Б., Силюянов К.А.* Использование локальной низкоинтенсивной лазерной терапии в комплексном лечении мужчин с секреторным бесплодием // Андрология и генитальная хирургия. – 2009. – № 2. – С. 101–102.
192. *Мазо Е.Б., Силюянов К.А.* Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении мужчин с секреторным бесплодием // Фарматека. – 2008. – № 9. – С. 44–47.
193. *Мазо Е.Б., Тирси К.А., Муфазед М.Л., Силюянов К.А.* Опыт применения низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении больных секреторным бесплодием при варикоцеле // Лазерная медицина. – 2002. – Т. 6. – Вып. 4. – С. 50–51.
194. *Макарова Н.П.* Морфологический анализ сперматогенеза при действии новых противоопухолевых препаратов и низкоинтенсивного лазерного излучения как радиопротектора: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2006. – 26 с.
195. *Макарова Н.П., Королев Ю.Н., Курило Л.Ф. и др.* Действие низкоинтенсивного лазерного излучения на ткань семенника при общем радиационном облучении // Андрология и генитальная хирургия. – 2005. – № 1. – С. 23–25.
196. *Малиев Б.М., Шестерина М.Б.* Лазеры во фтизиопульмонологии / Под ред. С.В. Москвина. – М.: Техника, 2001. – 302 с.
197. *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.

198. *Марри Р., Гренер Д., Мейес П. и др.* Биохимия человека: в 2 томах. – М.: Мир, 2009. – Т. 1–2.
199. *Маинин В.В.* Бальнеолоидо- и электролазеротерапия в комплексном немедикаментозном лечении эректильной дисфункции у больных хроническим простатитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 2009. – 24 с.
200. *Медведев С.В.* Хронический урогенитальный трихомоноз, осложненный нарушениями репродуктивных функций у мужчин: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Новосибирск, 2001. – 16 с.
201. *Меерсон Ф.З.* Патогенез и предупреждение стрессорных и ишемических повреждений сердца. – М.: Медицина, 1984. – 272 с.
202. *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.
203. *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.
204. *Миктадова А.В., Машкина Е.В., Волосовцова Г.И. и др.* Полиморфизм генов фолатного цикла и мужское бесплодие // Валеология. – 2014. – № 1. – С. 38–44.
205. *Мирович Д.Ю., Матийцев А.В., Харлап И.В.* Применение внутривенного лазерного облучения крови в комплексном лечении идиопатической олигоспермии // Материалы X Международной научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Харьков, 1998. – С. 103–104.
206. *Михайличенко В.В.* Патогенез, клиника, диагностика и лечение копулятивных и репродуктивных расстройств у мужчин при конгестиях в мочеполовом венозном сплетении: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – СПб., 1996. – 35 с.
207. *Михайличенко В.В., Кореньков Д.Г., Александров В.П. и др.* Фотомодификация крови в лечении аутоиммунного мужского бесплодия // Российский семейный врач. – 2002. – № 4. – С. 53–61.
208. *Москвин С., Рязанова Е.* Основные методы лазерной физиотерапии в косметологии // Аппаратная косметология и физиотерапия. – 2011. – № 2. – С. 12–18.
209. *Москвин С.В.* Википедия: «В России нет своей медицины и науки» // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 3. – С. 212–215.
210. *Москвин С.В.* К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – № 1. – С. 167–172.
211. *Москвин С.В.* Лазерная терапия в дерматологии: витилиго. – М.: Техника, 2003. – 125 с.
212. *Москвин С.В.* Лазеротерапия как современный этап гелиотерапии (исторический аспект) // Лазерная медицина. – 1997. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 44–49.
213. *Москвин С.В.* Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 896 с.
214. *Москвин С.В.* Принципы построения и аппаратная реализация оптико-электронных устройств на основе импульсных полупроводниковых лазеров для медико-биологических применений: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2003⁽¹⁾. – 19 с.
215. *Москвин С.В.* Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Тула, 2008⁽¹⁾. – 38 с.
216. *Москвин С.В.* Физические основы лазерной терапии // Низкоинтенсивная лазерная терапия. – М.: Техника, 2000. – С. 20–57.
217. *Москвин С.В.* Эффективность лазерной терапии. – М.: Техника, 2003⁽²⁾. – 256 с.
218. *Москвин С.В.* Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. – М.–Тверь: Триада, 2014. – 896 с.
219. *Москвин С.В., Азизов Г.А.* Внутривенное лазерное облучение крови. – М.: НИЦ «Матрикс», 2004. – 32 с.
220. *Москвин С.В., Амирханян А.Н.* Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии. – М.–Тверь: Триада, 2011. – 208 с.
221. *Москвин С.В., Боровец С.Ю., Торопов В.А.* Экспериментальное обоснование эффективности лазерной терапии мужского бесплодия // Урологические ведомости. – 2017. – Т. 7. – № 4. – С. 44–52. doi: 10.17816/uroved7444-53
222. *Москвин С.В., Ботин Н.В., Успенская Т.З.* Сравнительная эффективность гемолазеротерапии с использованием красного (635 нм) и фиолетового (405 нм) спектров у больных облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 4. – С. 23–26.
223. *Москвин С.В., Буйлин В.А.* Возможные пути повышения эффективности лазерной терапии // Лазерная медицина. – 1999. – Т. 3. – Вып. 2. – С. 32–44.
224. *Москвин С.В., Буйлин В.А.* Оптимизация лазерного воздействия // Низкоинтенсивная лазерная терапия. – М.: Техника, 2000. – С. 141–209.
225. *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.

226. 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.
227. Москвин С.В., Горбани Н.А. Лазерно-вакуумный массаж. – М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2010. – 72 с.
228. Москвин С.В., Захаров П.И. Лазерная терапия и профилактика язвенной болезни двенадцатиперстной кишки // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 4. – С. 23–26.
229. Москвин С.В., Иванченко Л.П. Обоснование методики локального лазерного отрицательного давления // Лазерная медицина. – 2014. – Т. 18. – Вып. 3. – С. 21–26.
230. Москвин С.В., Иванченко Л.П. Хронобиологические подходы к комбинированной лазерной терапии в урологии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Медицина». – 2012. – № 7. – С. 165–166.
231. Москвин С.В., Иванченко Л.П. Хронобиологический подход к лечению больных эректильной дисфункцией сочетанием локального отрицательного давления и лазерного освечения // Урология. – 2014⁽¹⁾. – № 3. – С. 48–53.
232. Москвин С.В., Киани А. Лазерная терапия кожных ангитов (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.
233. Москвин С.В., Киселёв С.Б. Лазерная терапия при суставно-мышечных болях. – М.–Тверь: Триада, 2017. – 264 с.
234. Москвин С.В., Кончугова Т.В. Обоснование применения лазерофореза биологически активных веществ // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2012. – № 5. – С. 57–63.
235. Москвин С.В., Кончугова Т.В., Хадарцев А.А. Основные терапевтические методики лазерного освечения крови // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – Т. 94 (5). – С. 10–17. doi:10.17116/kurort201794510-17.
236. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Кочетков А.В. и др. Терапия матричными импульсными лазерами красного спектра излучения. – Тверь: Триада, 2007. – 112 с.
237. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. Лазерная терапия в педиатрии. – М.: ЭКСМО, 2010. – 479 с.
238. 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.
239. 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.
240. Москвин С.В., Пономаренко Г.Н. Лазерная терапия аппаратами серии «Матрикс» и «Лазмик». – М.–Тверь: Триада, 2015. – 208 с.
241. Москвин С.В., Утц С.Р., Шнайдер Д.А. Комбинированная лазерная терапия больных псориазом // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – Т. 22. – № 4. – С. 99–103.
242. Москвин С.В., Утц С.Р., Шнайдер Д.А., Гуськова О.П. Комбинированное внутривенное лазерное освечение крови в комплексном лечении больных atopическим дерматитом // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2015⁽¹⁾. – № 4. Публикация 2–7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-4/5263.pdf> (дата публикации: 30.11.2015). DOI: 10.12737/16167.
243. Москвин С.В., Утц С.Р., Шнайдер Д.А., Гуськова О.П. Эффективность методики комбинированного внутривенного лазерного облучения крови (ЛУФОК® + ВЛОК-525) в комплексном лечении больных atopическим дерматитом // Лазерная медицина. – 2016. – Т. 20. – Вып. 1. – С. 17–20.
244. Москвин С.В., Утц С.Р., Шнайдер Д.А., Гуськова О.П., Чернова Н.И. Комбинированное внутривенное и местное (на очаги) освечение низкоинтенсивным лазерным светом с длиной волны 525 нм в дерматологии // Лазерная медицина. – 2016⁽¹⁾. – Т. 20. – Вып. 3. – С. 88–89.
245. Москвин С.В., Фёдорова Т.А., Фотеева Т.С. Плазмаферез и лазерное освечение крови. – М.–Тверь: Триада, 2018. – 416 с.
246. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерный свет – можно ли им навредить? // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – № 3. – С. 265–283.
247. Муфагед М.Л., Иванченко Л.П., Москвин С.В. и др. Лазерная терапия в урологии. – Тверь: Триада, 2007. – 132 с.
248. Муфагед М.Л., Тирси К.А., Силюнов К.А., Новицкий В.Е. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении больных с бесплодием при варикоцеле // Вестник Российского госуд. унив. (спец. вып.). – 2004. – № 2 (33). – С. 17.
249. Наседкин А.А., Москвин С.В. Лазерная терапия больных героиновой наркоманией. – Тверь: Триада, 2004. – 48 с.

250. *Наседкин А.Н., Москвин С.В.* Лазерная терапия в оториноларингологии. – М.–Тверь: Триада, 2011. – 208 с.
251. *Наседкин А.Н., Петлев А.А., Москвин С.В.* Лазерная терапия заболеваний ЛОР-органов с помощью импульсного лазерного излучения видимого красного диапазона спектра ($\lambda = 0,63\text{--}0,65$ мкм) // Сборник тезисов 8-th International Congress of the European Medical Laser Association. – М., 2001. – С. 63–64.
252. *Насонов Д.Н.* Местная реакция протоплазмы и распространяющееся возбуждение. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1962. – 426 с.
253. *Науменко В.А., Куц А.А.* Герпесвирусы и мужское бесплодие: есть ли связь? // Вопросы вирусологии. – 2013. – Т. 58. – № 3. – С. 4–9.
254. *Науменко В.А., Толнев Ю.А., Пушкарь Д.Ю. и др.* Влияние вируса простого герпеса на сперматогенез // Урология. – 2011. – № 6. – С. 32–36.
255. *Небогатиков Г.В.* Влияние лазерных лучей на оплодотворяющую способность сперматозоидов и развитие эмбрионов у овец // Кормление и разведение животных в условиях интенсификации производства продуктов животноводства. – Волгоград, 1987. – С. 126–128.
256. *Неймарк А.И., Неймарк Б.А.* Эфферентная и квантовая терапия в урологии. – М.: МИА, 2003. – 228 с.
257. *Николов И., Узунов Г., Атанасов В.* Влияние облучения лазером на некоторые процессы обмена веществ в замороженно-оттаянных сперматозоидах баранов // Животноводческие науки. – 1989. – Т. 26. – № 1. – С. 83–87.
258. *Новая медицинская технология ФС № 2008/234 от 07.11.2008* // Комбинированное использование эндovasкулярной лазеротерапии, аку- и лазеропунктуры в коррекции инфертильности у больных хроническим простатитом / ФГУ «Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии». – М., 2008. – 20 с.
259. *Новикова Я.С.* Влияние физико-химических способов стимуляции сперматогенеза на свободно-радикальные процессы организма экспериментальных животных: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Нижний Новгород, 2013. – 22 с.
260. *Новикова Я.С., Щербатов Т.Г.* Метод стимуляции сперматогенеза низкоинтенсивным лазерным излучением // 10-я Межд. науч. конф. «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». Книга 1. – Владимир, 2012. – С. 102–107.
261. *Ноздрачев Н.А.* Пелоидотерапия в комплексной коррекции нарушений показателей эякулята у больных хроническим абактериальным простатитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Томск, 2009. – 23 с.
262. *Огурцов Р.П., Резников Л.Л.* Изменение иммунологической резистентности у больных острым неспецифическим эпидидимитом как одна из причин высокой эффективности лазеротерапии воспаления придатка яичка // Тезисы международной конф. «Новое в лазерной медицине». Ч. 2. – М., 1990. – С. 214–215.
263. *Оль Д., Шустер Т., Кволич С.* Мужское бесплодие // Репродуктивная медицина и хирургия / Под ред. Т. Фальконе, В. Херд. – 2013. – С. 616–631.
264. *Онкология.* Клинические рекомендации / Под ред. В.И. Чисова, С.Л. Дарьяловой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 720 с.
265. *ОСТ 42-21-16-86 ССБТ.* Отделения, кабинеты физиотерапии. Общие требования безопасности. – М., 2015.
266. *Павлова З.Ш., Калинин С.Ю., Тишова Ю.А. и др.* Актуальные проблемы XXI века: мужское бесплодие, ожирение, дефицит витамина D – есть ли взаимосвязь? // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2013. – № 3 (45). – С. 26–32.
267. *Пат. 2135233 RU, МПК 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.
268. *Пат. 2185211 RU, МПК А61N5/067.* Способ лечения аутоиммунного бесплодия у мужчин / Д.Г. Кореньков, В.П. Александров, В.В. Михайличенко, В.Е. Марусанов. – № 2000101244/14; заявлено 17.01.2000; опубл. 20.07.2002.
269. *Пат. 2205047 RU, МПК А61N5/067.* Способ улучшения качества спермы при патоспермии в программе экстракорпорального оплодотворения / Ю.А. Гаврилов, Л.Н. Кузьмичев, Б.В. Леонов, Т.Н. Левчук. – № 2001119656/14; заявлено 18.07.2001; опубл. 27.05.2003. Бюл. № 15, Приоритет 18.07.2001.
270. *Пат. 2294779 RU, МПК А61N 5/06, А61N 19/00.* Способ лечения аутоиммунного мужского бесплодия / С.Н. Калинина, О.Л. Тиктинский, В.П. Александров и др. – № 2005122529/14; заявлено 15.07.2005; опубл. 10.03.2007.
271. *Пат. 2406549 RU, МПК А61N 5/067, А61К 31/355, А61К 31/07, А61Р 15/08.* Способ комплексной стимуляции сперматогенеза / В.М. Чекмарев, И.В. Харченко, А.Е. Машков. – № 2009139823/14; заявлено 28.10.2009; опубл. 20.12.2010.
272. *Пат. 2418581 RU, МПК А61К 31/138, А61К 33/18, А61К 35/24, А61Р 15/08, А61N 5/06.* Применение настоек мускуса кабарги и ультрафиолетового облучения крови для лечения нарушений сперматогенеза у мужчин репродуктивного возраста. – № 2010103786/15; заявлено 04.02.2010; опубл. 20.05.2011.

273. 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.
274. Пат. 2481132 RU, МПК А61N 5/06. Способ стимуляции сперматогенеза в эксперименте / Т.Г. Щербатюк, Я.С. Новикова, В.В. Чернов. – № 2011147987/14; заявлено 24.11.2011; опубл. 10.05.2013.
275. 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.
276. Пат. 2562317 RU, МПК А61N5/067. Способ лазерной терапии больных atopическим 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.
277. Пат. 2583949 RU, МПК А61N5/067. Способ повышения функционально-метаболического статуса сперматозоидов, полученных из семенной жидкости здорового человека в условиях *in vitro* под действием лазера низкой интенсивности / О.А. Гизингер, И.И. Долгушин, О.В. Францева, Е.Л. Куренков. – № 2015103290/14; заявлено 02.02.2015; опубл. 10.05.2016.
278. Пат. 62075 UA, МПК А61N5/067. Способ лечения больных с патологией сперматогенеза / В.К. Чайка, В.П. Квашенко, О.И. Остапенко. – № 2002087031; заявлено 28.08.2002; опубл. 15.12.2003.
279. Пат. 8413 BY, МПК А61N5/01, 5/067. Способ повышения качества спермопродукции у хряков-производителей / И.П. Шейко; Ю.А. Горбунов; А.И. Будевич; Д.В. Елисейкин. – № а 20020964; заявлено 29.11.2002; опубл. 30.09.2003.
280. Патарая Л.М., Челидзе П.В., Чичинадзе Н.К. и др. Влияние лазерного излучения на ультраструктуру семенника крысы // Эндокринология мужского бесплодия. – Тбилиси, 1983. – С. 83–86.
281. Ловоринская 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.
282. Подишьякин 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.
283. Пономаренко Г.Н., Воробьев М.Г. Руководство по физиотерапии. – СПб.: Балтика, 2005. – 400 с.
284. Постановление Правительства РФ № 1416 от 27.12.2012 г. «Об утверждении Правил государственной регистрации медицинских изделий».
285. Приказ МЗ РФ № 162 от 19.05.1992 г. «О мерах по усилению контроля за разработкой и применением лазерной техники в медицине».
286. Приказ МЗ РФ № 1705н от 29.12.2012 г. «О порядке организации медицинской реабилитации».
287. 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)».
288. 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».
289. Приказ МЗ РФ № 932н от 15.11.2012 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи больным туберкулезом», Приложение № 25.
290. Приказ МЗ РФ № 951 от 29.12.2014 г. «Об утверждении методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и лечения туберкулеза органов дыхания».
291. Приказ МЗ РФ № 915н от 15.11.2012 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «онкология».
292. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 1224н от 29.12.2010 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи больным туберкулезом в Российской Федерации».
293. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 197 от 27.03.2006 г. «Об организации деятельности родильного дома (отделения)».
294. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 366н от 16.04.2012 г. «Об утверждении Порядка оказания педиатрической помощи».
295. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 381н от 18.04.2012 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «косметология».
296. Приказ Министерства здравоохранения РФ № 804н от 13.10.2017 г. «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг».
297. Притыко А.Г., Притыко Д.А. К вопросу об интенсификации коечного фонда многопрофильного детского стационара // Здравоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 1. – С. 49–51.
298. 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.
299. Путинин В.А. Эндovasкулярная лазеро- и бальнеотерапия в сочетании с аку- и лазеропунктурой в комплексном лечении infertility у больных хроническим простатитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пятигорск, 2009. – 23 с.

300. *Пырикова С.И.* Исследование протективного действия лазерного излучения на функциональные свойства репродуктивных клеток, сохраняемых в охлажденном и глубокомороженном состоянии // Тезисы докл. XIV Международной конф. «Лазеры в науке и технике – 2003». – Сочи, 2003. – С. 123–125.
301. *Пырикова С.И.* Разработка методов и средств автоматизированной оптической диагностики и лазерной стимуляции спермы: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2004. – 16 с.
302. *Пырикова С.И.* Разработка способа лазерной экспресс-диагностики и криоконсервации семенной жидкости: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2002. – 16 с.
303. *Пырикова С.И., Гаткин Е.Я., Брыдун А.В.* Биостимуляция семенной жидкости человека энергией лазерного луча // Тез. докл. I конф. «Квантовая медицина». – М., 2000. – С. 114.
304. *Пырикова С.И., Иванов Ю.В., Беркингейм М.Л. и др.* Воздействие лазерного излучения на семенную жидкость человека // Клиническая лабораторная диагностика. – 1998. – № 5. – С. 15–17.
305. *Рамдоля С.* Лазерная дородовая профилактика первичной слабости родовой деятельности при позднем гестозе: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Волгоград, 1990. – 19 с.
306. *Распоряжение* Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 2580-р «Об утверждении стратегии развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года».
307. *Рассохин В.Ф., Луцки 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.
308. *РД 50-707-91.* Изделия медицинской техники. Требования к надёжности. Правила и методы контроля показателей надёжности. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 21 с.
309. *Резников Л.Л.* Лечение больных острым неспецифическим эпидидимитом низкоинтенсивным лазерным излучением: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ленинград, 1990. – 23 с.
310. *Родуэлл В.* Метаболизм пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов // Биохимия человека / Под. ред. Р. Марри и др. Т. 2. – М.: Мир, 1993. – С. 15–34.
311. *Роживанов Р.В., Парфенова Н.С., Курбатов Д.Г.* Состояние мужской репродуктивной функции при сахарном диабете // Сахарный диабет. – 2009. – № 4. – С. 21–22.
312. *Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д.* Иммунология. – М.: Мир, 2000. – 592 с.
313. *Романова Е.В.* Фертильность и половая функция мужчин при метаболическом синдроме: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2009. – 24 с.
314. *Рубин А.Б.* Биофизика: В 2 кн. Кн. 1. Теоретическая биофизика. – М.: Высш. шк., 1987. – 319 с.
315. *Рузаев М.Л.* Комплексное немедикаментозное лечение хронического простатита в сочетании с рефлекторными синдромами поясничного остеохондроза: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Томск, 2005. – 24 с.
316. *Русакова Л.И., Добкин В.Г., Овсянкина Е.С. и др.* Внутривенное лазерное облучение крови в комплексном лечении острых и прогрессирующих форм туберкулеза у подростков // Лазерная медицина. – 2001. – Т. 5. – Вып. 1. – С. 25–27.
317. *Сайдуллоев Л.* Диагностика и лечение копулятивной дисфункции у больных с хроническим простатитом фотовакuumно-лазерным методом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2006. – 19 с.
318. *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.
319. *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.
320. *Сатыбалдыев Ш.Р.* Медицинская реабилитация больных хроническим простатитом с репродуктивной дисфункцией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Бишкек, 2000. – 22 с.
321. *Сатыбалдыев Ш.Р., Сатыбалдыев Е.Ш., Евдокимов В.В.* Лечение больных хроническим абактериальным простатитом с нарушением фертильности // Экспериментальная и клиническая урология. – 2014. – № 4. – С. 43–46.
322. *Сатыбалдыев Ш.Р., Сатыбалдыев Е.Ш., Евдокимов В.В.* Реабилитация репродуктивной функции у пациентов, состоящих в бесплодном браке // Андрология и генитальная хирургия. – 2013. – Т. 14. – № 4. – С. 69–72. doi:10.17650/2070-9781-2013-4-69-72.
323. *Сафаров Ш.А.* Современные подходы к лечению острого эпидидимита: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2007. – 20 с.
324. *Селье Г.* Очерки об адапционном синдроме. – М.: Медгиз, 1960. – 255 с.
325. *Сергиенко Г.Ф.* Влияние НИЛИ на репродуктивную функцию жеребцов-производителей // Квантовая терапия в ветеринарии. – М., 2003. – С. 211–212.
326. *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.
327. *Серов В.Н., Силантьева Е.С., Ипатов М.В., Жаров Е.В.* Безопасность физиотерапии у гинекологических больных // Акушерство и гинекология. – 2007. – № 3. – С. 74–76.
328. *Сидянов К.А.* Низкоинтенсивное лазерное излучение в комплексном лечении больных с секреторным бесплодием: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2007. – 24 с.

329. *Сидуянов К.А.* Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении мужчин с секреторным бесплодием. – 2009: <http://uroweb.ru/article/db-article-3670.html>
330. *Симодейко А.А.* Рациональные подходы хирургического лечения и реабилитации больных крипторхизмом (экспериментально-клиническое исследование): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 1994. – 42 с.
331. *Скупченко В.В.* Фазотонный мозг. – Хабаровск: ДВО АН СССР, 1991. – 138 с.
332. *Скупченко В.В., Маховская Т.Г.* Лазерная терапия в неврологии. – Самара–Хабаровск, 1993. – 81 с.
333. *Скупченко В.В., Миллодин Е.С.* Фазотонный гомеостаз и врачевание. – Самара: Сам. гос. мед. ун-т, 1994. – 256 с.
334. *Слесаревская М.Н.* Эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения у больных хроническим простатитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2004. – 15 с.
335. *Слонимский Б.Ю.* Особенности кровоснабжения полового члена у больных с ожирением и нарушением репродуктивной функции при применении разработанной комплексной программы и отдельных её составляющих // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2013. – № 1. – С. 155.
336. *Слонимский Б.Ю.* Современные программы восстановления репродуктивной функции у мужчин с ожирением: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2013⁽¹⁾. – 48 с.
337. *Слонимский Б.Ю., Котенко К.В., Щукин А.И.* Инновационные технологии вегетативной коррекции в лечении больных с ожирением и нарушением репродуктивной функции // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2013. – № 1. – С. 156.
338. *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.
339. *СНиП.11-4-79.* Естественное и искусственное освещение. – М.: Стройиздат, 1980. – 48 с.
340. *Соловьев А.А.* Острые паротитные орхиты у взрослых: диагностика, клиника, лечение: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Рязань, 2002. – 22 с.
341. *Сопка О.Ю.* Опыт применения лазеротерапии в комплексном лечении больных хроническим уретропростатитом // Матер. 1-го межд. конгресса «Лазер и здоровье». – Лимассол–М.: Техника, 1997. – С. 46.
342. *Сосновский И.Б.* Патогенетическое обоснование и прогнозирование сочетанной лазеротерапии эректильной дисфункции у больных хроническим простатитом: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Пятигорск, 2013. – 46 с.
343. *Сосновский И.Б.* Патогенетическое обоснование и прогнозирование сочетанной лазеротерапии эректильной дисфункции у больных хроническим простатитом: Дис. ... докт. мед. наук. – Пятигорск, 2012. – 282 с.
344. *Сосновский И.Б., Терёшин А.Т., Былим В.И., Ихаяев А.Б.* Нейрогормональные изменения у больных хроническим простатитом // Материалы VII Российского конгресса «Мужское здоровье» с международным участием. – Ростов-на-Дону, 2011. – С. 149–150.
345. *Сосновский И.Б., Терёшин А.Т., Ихаяев А.Б.* Качественная и биохимическая характеристика эякулята у больных хроническим простатитом // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. XIX. – № 2. – С. 41–45.
346. *Столярков А.В., Лисиченко Н.Л., Грабина В.А. и др.* Влияние экспозиции и длины волны излучения на эффективность репродукции в процессах лазерной обработки спермы // Материалы XVIII Международной науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Ялта, 2002. – С. 64–65.
347. *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.
348. *Стрелкова Т.А., Ромоданова Э.А., Крамар М.И., Петренко Е.В.* Влияние оптического излучения на подвижность спермиев // Материалы XX Международной научно-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». – Ялта, 2003. – С. 104–105.
349. *Стрелкова Т.А., Ромоданова Э.А., Тиманюк В.А.* Изменение свойств сперматозоидов при различных видах патологии под действием лазерного излучения // Фотобиология и фотомедицина. – 2007. – № 3, 4. – С. 76–81.
350. *Сутягина Д.А.* Эффективность комплексного лечения инфильтративного туберкулеза легких с применением низкоинтенсивного лазерного излучения: оценка ближайших и отдаленных результатов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2015. – 26 с.
351. *Сутягина Д.А., Барболина С.Ф., Шкарин А.В.* Эффективность применения низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении больных инфильтративным туберкулезом легких в ближайшие и отдаленные сроки наблюдения // Медицинский альманах. – 2010. – № 2 (11). – С. 289–291.
352. *Терёшин А.Т., Бакуров Е.Е., Ефименко А.П., Путилин В.А.* Сочетанная лазеротерапия сексуальных расстройств у больных хроническим простатитом // Курортная медицина. – 2015. – № 3. – С. 79–86.
353. *Терёшин А.Т., Истошин Н.Г., Путилин В.А., Машин В.В.* Бальнео-, лазеротерапия, аку- и лазеропунктура в коррекции infertility у больных хроническим простатитом // Вестник новых медицинских технологий. – 2009. – Т. 16. – № 1. – С. 74–77.
354. *Терёшин А.Т., Истошин Н.Г., Путилин В.А., Мерзлякин Н.В.* Комбинированное использование лазеротерапии, аку- и лазеропунктуры в коррекции infertility у больных хроническим простатитом // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 15. – № 4. – С. 158–160.

355. Терёшин А.Т., Ихаев А.Б., Есенов С.М., Мкртчян А.М. Клиническая характеристика сперматологических показателей у больных хроническим простатитом // Врач-аспирант – 2012. – № 6.2 (55). – С. 330–337.
356. Терёшин А.Т., Путилин В.А., Машинин В.В., Морозов Ф.А. Лазеротерапия нарушений фертильности у больных хроническим простатитом // Вестник новых медицинских технологий. – 2008⁽¹⁾. – Т. 15. – № 4. – С. 121.
357. Терёшин А.Т., Путилин В.А., Машинин В.В., Морозов Ф.А. Лазеротерапия нарушений фертильности у больных хроническим простатитом // Вестник новых медицинских технологий. – 2007. – Т. 14. – № 4. – С. 208.
358. Терёшин А.Т., Сосновский И.Б. Сочетанная лазеротерапия инфертильности больных хроническим простатитом. – Краснодар: Юг, 2014. – 376 с.
359. Терёшин А.Т., Сосновский И.Б. Сочетанная лазеротерапия эректильной дисфункции у больных хроническим простатитом. – Краснодар: Юг, 2012. – 312 с.
360. Терёшин А.Т., Сосновский И.Б. Физиотерапия больных хроническим простатитом. – Краснодар: Юг, 2010. – 332 с.
361. Терёшин А.Т., Сосновский И.Б., Баисова Е.Б. Функциональное состояние эрекции составляющей у больных хроническим простатитом // Клиническая практика. – 2011. – № 2. – С. 49–54.
362. Терёшин А.Т., Сосновский И.Б., Дмитренко Г.Д., Журавлёв И.Е. Вибромагнитолазерная и ЛОД-лазеротерапия эректильной дисфункции у больных хроническим простатитом // Врач-аспирант. – 2012⁽¹⁾. – Т. 52. – № 3.4. – С. 587–597.
363. Терёшин А.Т., Сосновский И.Б., Дмитренко Г.Д., Ихаев А.Б. Вибромагнитолазерная терапия в комплексной немедикаментозной коррекции эректильной дисфункции у больных хроническим простатитом // Вестник новых медицинских технологий – 2012⁽²⁾. – Т. XIX. – № 4. – С. 66–70.
364. Терёшин А.Т., Сосновский И.Б., Ихаев А.Б. Качественные и биохимические показатели эякулята у больных хроническим простатитом // Клиническая практика. – 2011⁽¹⁾. – № 1. – С. 34–39.
365. Терёшин А.Т., Сосновский И.Б., Ихаев А.Б. Лазеротерапия инфертильности у больных хроническим простатитом // Материалы VII Российского конгресса «Мужское здоровье» с международным участием. – Ростов-на-Дону, 2011⁽²⁾. – С. 150–153.
366. Терёшин А.Т., Сосновский И.Б., Ихаев А.Б., Дмитренко Г.Д. Морфологическая и биохимическая характеристика эякулята у больных хроническим простатитом // Врач-аспирант – 2012⁽³⁾. – № 2.1 (51). – С. 191–192.
367. Тимофеев А.Б. Исследование явлений механического резонанса в органах и тканях человека и их использование для лечения и контроля его эффективности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2005. – 24 с.
368. Тимофеев А.Б., Тимофеев Г.А., Фаустова Е.Е., Фёдорова В.Н. Механические колебания и резонансы в организме человека. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 312 с.
369. 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.
370. 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.
371. 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.
372. Топольницкий В.Г. Возможности внутривенного использования гелий-неонового лазера во фтизиатрии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1992. – 22 с.
373. Трунова О.В. Физические факторы (фонофорез, переменное магнитное поле) в терапии больных хроническим простатитом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1995. – 20 с.
374. Тюзиков И.А. Метаболический синдром и мужское бесплодие (обзор литературы) // Андрология и генитальная хирургия. – 2013. – № 2. – С. 5–10.
375. Улащик В.С. Анализ механизмов первичного действия низкоинтенсивного лазерного излучения на организм // Здравоохранение (Минск). – 2016. – № 6. – С. 41–51.
376. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению постмастэктомического синдрома // ФГБУ «Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена» МЗ РФ / М.В. Ермошченкова, Е.В. Филоненко, А.Д. Зикиряходжаев. – М., 2013. – 44 с.
377. Федеральные клинические рекомендации по профилактике ранних лучевых реакций у онкогинекологических больных // ФГБУ «Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена» МЗ РФ / Е.В. Филоненко, А.Н. Урлова, Л.В. Демидова, А.В. Бойко. – М., 2014. – 19 с.
378. Федеральный закон о лицензировании отдельных видов деятельности № 99-ФЗ от 04.05.2011 (ред. от 04.03.2013).

379. *Фёдорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А.* Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии. – М.–Тверь: Триада, 2009. – 352 с.
380. *ФС № 2009/200 «Низкоинтенсивная лазерная терапия в реабилитации онкологических больных»*, ФГУ «Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена» Минздравсоцразвития России.
381. *Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Москвин С.В.* Фитолазерофорез. – М.–Тверь: Триада, 2016. – 96 с.
382. *Харлашкин А.В.* Влияние цереброспинальной жидкости и квантового излучения на качество спермы хряков и потомство: Автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Саранск, 2009. – 19 с.
383. *Чалый М.Е., Ахведиани Н.Д., Харчилава Р.Р.* Мужское бесплодие // Урология. – 2017. – № S2. – С. 4–19.
384. *Шангичев А.В.* Диагностика и лечение воспалительной формы хронического абактериального простатита: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – СПб., 2011. – 47 с.
385. *Шаплыгин Л.В., Коваль А.М., Павленко А.В., Казаченко А.Ю.* Применение аппаратов АЭЛТИС-СИН-ХРО-02-«ЯРИЛО» и массажера вакуумного лазерного терапевтического урологического АМВЛ-01-«ЯРОВИТ» в лечении хронического простатита и сопутствующей копулятивной дисфункции // Урология. – 2004. – № 5. – С. 34–37.
386. *Шкуратов Д.Ю., Дроздов А.Л.* Влияние электромагнитных волн сверхвысокой частоты, низкоинтенсивного лазерного излучения и некогерентного инфракрасного излучения на гаметы, эмбрионы и личинки морских беспозвоночных // Материалы II Дальневост. регион. конф. «Новые медицинские технологии на Дальнем Востоке». – Владивосток: Дальнаука, 1998. – С. 35–45.
387. *Шкуратов Д.Ю., Чудновский В.М., Дроздов А.Л.* Влияние электромагнитных волн сверхвысокой частоты и лазерного излучения низкой интенсивности на гаметы морских беспозвоночных // Цитология. – 1997. – Т. 39. – № 1. – С. 25–28.
388. *Шорманов И.С., Ворчалов М.М., Рыжков А.И.* Острый эпидидимит: медицинские и социальные аспекты. современные возможности патогенетической терапии // Экспериментальная и клиническая урология. – 2012. – № 3. – С. 71–78.
389. *Щеплев П.А., Аполихин О.И.* Мужское бесплодие. Обсуждение консенсуса // Вестник репродуктивного здоровья. – 2010. – № 3–4. – С. 37–44.
390. *Экспериментальное обоснование предельно допустимых уровней прямого импульсного лазерного излучения для органа зрения: Методические рекомендации.* – Ленинград, 1988. – 45 с.
391. *Эштейн М.И.* Измерения оптического излучения в электронике. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 254 с.
392. *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.
393. *Юршин В.В.* Комплексное лечение хронического простатита с использованием низкоэнергетического лазера: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1998. – 20 с.
394. *Юршин В.В.* Магнитолазерная терапия в лечении мужского бесплодия // Национальный медицинский каталог. – М.: БДЦ–Пресс, 2003. – № 2 (3). – С. 171–173.
395. *Юршин В.В.* Экскреторно-воспалительная форма мужского бесплодия (патогенез, диагностика, лечение): Дис. ... докт. мед. наук. – М., 2006. – 201 с.
396. *Юршин В.В., Сергиенко Н.Ф., Илларионов В.Е.* Этиопатогенетическое обоснование применения магнитолазерной терапии в комплексном лечении мужского бесплодия // Урология. – 2003. – № 2. – С. 23–25.
397. *Якушев В.И., Мурзин А.Г., Николайчук Н.П. и др.* Применение облучения крови в терапии андрологических больных // Тезисы всесоюз. конф. «Действие низкоэнергетического лазерного излучения на кровь». – Киев, 1989. – С. 176–177.
398. *Янтарева Л.И., Слесаревская М.Н., Соколов А.В., Колчева О.В.* Влияние низкоинтенсивного излучения зеленого и инфракрасного спектрального диапазона на подвижность сперматозоидов при хронических простатитах // Тезисы докладов междунар. конф. «Проблемы лазерной медицины». – М., 1997. – С. 320–321.
399. *Янтарева Л.И., Слесаревская М.Н., Соколов А.В., Колчева О.В.* Влияние низкоинтенсивного излучения зеленого и инфракрасного спектрального диапазона на подвижность сперматозоидов при хронических простатитах // Тезисы докладов II Международного симпозиума «Полупроводниковые и твердотельные лазеры в медицине». – СПб., 1998. – С. 34.
400. *Ярман В.В., Новиков А.И.* Тактика лечения бесплодия мужчин в супружеской паре с учетом их половой конституции // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. – 2011. – Т. 3. – № 2. – С. 101–106.
401. *Яценко О.К.* Диагностика и лечение хронического абактериального простатита: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 1996. – 21 с.
402. *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.

403. Abdel-Salam Z., Dessouki S.H., Abdel-Salam S.A. et al. Green laser irradiation effects on buffalo semen // *Theriogenology*. – 2011, 75 (6): 988–994. doi: 10.1016/j.theriogenology.2010.11.005.
404. Abdel-Salam Z., Harith M.A. Laser researches on livestock semen and oocytes: a brief review // *J Adv Res.* – 2015, 6 (3): 311–317. doi: 10.1016/j.jare.2014.11.006.
405. Adachi Y., Kindzelskii A.L., Ohno N. et al. Amplitude and frequency modulation of metabolic signals in leukocytes: synergistic role of IFN- γ in IL6- and IL-2-mediated cell activation // *J. Immunol.* – 1999, 163 (8): 4367–4374.
406. 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.
407. Alves M.B.R., de Arruda R.P., Batissaco L. et al. Low-level laser therapy to recovery testicular degeneration in rams: effects on seminal characteristics, scrotal temperature, plasma testosterone concentration, and testes histopathology // *Lasers in Medical Science.* – 2016, 31 (3): 695–704.
408. 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.
409. Amaroli A., Gambardella C., Ferrando S. et al. The effect of photobiomodulation on the sea urchin paracentrotus lividus (echinodermata) using higher-fluence on fertilization, embryogenesis, and larval development: an *in vitro* study // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2017, 35 (3): 127–135. doi: 10.1089/pho.2016.4136.
410. Ankri R., Friedman H., Savion N. et al. Visible light induces no formation in sperm and endothelial cells // *Lasers in Surgery and Medicine.* – 2010, 42 (4): 348–352.
411. Arakchyan H.S., Palmer S.B. The treatment of impotence related with prostate inflammations by means of intravenous and local noninvasive laser therapy // *Laser therapy (Abstracts of Congress «Laser Tokyo 2009»).* – 2009, 18 (4): 309.
412. 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.
413. Au D.W., Chiang M.W., Tang J.Y. et al. Impairment of sea urchin sperm quality by UV-B radiation: predicting fertilization success from sperm motility // *Mar. Pollut. Bull.* – 2002, 44 (7): 583–589.
414. 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.
415. Ban Frangez H., Frangez I., Verdenik I. et al. Photobiomodulation with light-emitting diodes improves sperm motility in men with asthenozoospermia // *Lasers in Medical Science.* – 2015, 30(1): 235–240. doi: 10.1007/s10103-014-1653-x.
416. Barrett D.W., Gonzalez-Lima F. Transcranial infrared laser stimulation produces beneficial cognitive and emotional effects in humans // *Neuroscience.* – 2013, 230: 13–23.
417. Bayasgalan G., Naranbat D., Tsedmaa B. et al. Clinical patterns and major causes of infertility in Mongolia // *J. Obstet. Gynaecol. Res.* – 2004, 30 (5): 386–393.
418. 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.
419. Bielanski A., Hare W.C.D. Development *in vitro* of bovine embryos after exposure to continuous helium/neon laser light // *Theriogenology.* – 1992, 37 (1): 192. doi: [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(92\)90261-O](https://doi.org/10.1016/0093-691X(92)90261-O).
420. Breitbart H., Levinthal 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.
421. Breitbart H., Wehbie R., Lardy H. Regulation of calcium transport in bovine spermatozoa // *Biochim. Biophys. Acta.* – 1990, 1027 (1): 72–78.
422. Breitbart H., Wehbie R.S., Lardy H.A. Calcium transport in bovine sperm mitochondria: Effect of substrates and phosphate // *Biochim Biophys Acta.* – 1990⁽¹⁾, 1026 (1): 57–63.
423. 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.
424. Celani M.F., Gilioli G., Fano A.R. et al. The effect of laser radiation on Leydig cells: Functional and morphological studies // *IRCS Med Sci.* – 1984, 12 (9): 883–884.
425. Celani M.F., Gilioli G., Montanini V., Morrara P. Further evidence that mid laser radiations may stimulate Leydig cell steroidogenesis // *IRCS Med Sci.* – 1985, 13 (4): 336–337.
426. Celani M.F., Grandi M., Gilioli G. Changes in mouse Leydig cell steroidogenesis following infrared and helium–neon laser irradiation // *Exp. Clin. Endocrinol.* – 1987, 80 (1): 16–22.
427. Chiamchanya C., Su-angkawat W. Study of the causes and the results of treatment in infertile couples at Thammasat Hospital between 1999–2004 // *J. Med. Assoc. Thai.* – 2008, 91 (6): 805–812.
428. Cohen N., Lubart R., Rubinstein S., Breitbart H. Light irradiation of mouse spermatozoa: stimulation of *in vitro* fertilization and calcium signals // *Photochemistry and Photobiology.* – 1998, 68 (3): 407–413.

429. 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.
430. Comhaire F.H., De Kretser D., Farley T.M.M. et al. Towards more objectivity in diagnosis and management of male infertility. Results of a World Health Organization Multicentre Study // Int. J. Androl. – 1987, 10 (Suppl 7): 1–53.
431. Condorelli R.A., Russo G.I., Calogero A.E. et al. Chronic prostatitis and its detrimental impact on sperm parameters: a systematic review and meta-analysis // J. Endocrinol. Invest. – 2017, 40 (11): 1209–1218. doi: 10.1007/s40618-017-0684-0.
432. Corral-Baqués M.I. Sperm motility response to 655 nm diode laser irradiation at different energies and output power irradiations: Doctoral Thesis. – Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, Spain. – 2011: 178. [Article in Catalan]
433. Corral-Baqués M.I., Rigau T., Rivera M. et al. Effect of 655 nm laser different powers on dog sperm motility parameters // Biophotonics and New Therapy Frontiers. – Proc. of SPIE. – 2006, 6191: 619104. doi: 10.1117/12.662585.
434. Corral-Baqués M.I., Rigau T., Rivera M. et al. Effect of 655-nm diode laser on dog sperm motility // Lasers in Medical Science. – 2005, 20 (1): 28–34. doi: 10.1007/s10103-005-0332-3.
435. Corral-Baqués M.I., Rivera M.M., Rigau T. et al. The effect of low-level laser irradiation on dog spermatozoa motility is dependent on laser output power // Lasers in Medical Science. – 2009, 24 (5): 703–713.
436. Corral-Baqués M.I., Rivera M.M., Rigau T. et al. The effect of low level laser irradiation on dog sperm motility is dependent on power laser application // Abstracts from 7th International Congress of the World Association for Laser Therapy, 2008 / Photomedicine and Laser Surgery. – 2009⁽¹⁾, 27 (1): 186.
437. 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.
438. 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.
439. Dobrin N., Zamfirescu S., Anghel A.H. et al. Study on the effects of exposure to different doses of energy generated by a He-Ne laser on the quality of frozen-thawed semen of ram // Romanian Biotechnological Letters. – 2015, 20 (3): 10381–10387.
440. Dohle G.R., Diemer T., Giwercman A. *u òp*. Мужское бесплодие. – Европейская ассоциация урологов, 2010: 68.
441. Dreyer T.R., Siquera T.D., Magrini P.A. et al. Biochemical and topological analysis of bovine sperm cells induced by low power laser irradiation // Medical Laser Applications and Laser-Tissue Interactions. – Proc. of SPIE-OA Biomedical Optics, SPIE. – 2011, 8092: 80920V. doi: 10.1117/12.890017.
442. Drozdov A.L., Karu T.I., Chudnovskii V.M. et al. Influence of low-intensity red diode and laser radiation on the locomotor activity of sea urchin sperm // Dokl. Biochem. Biophys. – 2014, 457 (1): 146–148. doi: 10.1134/S1607672914040085.
443. 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.
444. 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.
445. Euler T., Detwiler P.B., Denk W. Directionally selective calcium signals in dendrites of starburst amacrine cells // Nature. – 2002, 418 (6900): 845–852.
446. Fauquier T., Guerinneau 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.
447. Fernandes G.H.C., de Carvalho Pde T., Serra A.J. et al. The effect of low-level laser irradiation on sperm motility, and integrity of the plasma membrane and acrosome in cryopreserved bovine sperm // PLoS One. – 2015, 10 (3): e0121487. doi: 10.1371/journal.pone.0121487.
448. 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.
449. 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.
450. Firestone R.S., Esfandiari N., Moskovtsev S.I. et al. The effects of low-level laser light exposure on sperm motion characteristics and DNA damage // Journal of Andrology. – 2012, 33 (3): 469–473. doi: 10.2164/jandrol.111.013458.
451. Friedmann H., Lubart R. Photobio stimulation by light-induced cytosolic calcium oscillations // Laser Therapy. – 1996, 8 (2): 137–141.
452. 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.

453. *Friedmann H., Lubart R., Laulich 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.
454. *Fujiwara A., Tazawa E., Yasumasa I.* Activating effect of light irradiation at various wavelength on the respiration in sperm of the echinoid, *Urechis unicinctus*, in the presence of carbon monoxide // *J. Biochem.* – 1991, 109 (3): 486–491.
455. *Gabel P., Harrison K.* Sperm DNA integrity is not damaged by specific low level laser therapy megadose exposure // Abstracts American Society for Laser Medicine and Surgery Twenty-Eighth Annual Conference. – Kissimmee, Florida, 2009: 192–193.
456. *Gabel P., Harrison K., Carroll J.* Sperm motility enhancement with low level laser therapy // Abstracts American Society for Laser Medicine and Surgery Twenty-Eighth Annual Conference. – Kissimmee, Florida, 2008: 56.
457. *Gabel P., Harrison K., Sherrin D., Carroll J.* Sperm motility enhancement with low level laser and led photobiomodulation. A dose response study // Abstracts from 7th International Congress of the World Association for Laser Therapy. – Sun City, South Africa, 2008: 79.
458. *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]
459. *Giamarellou H., Fympanidis R., Bitos N. et al.* Infertility and chronic prostatitis // *Andrologia.* – 1984, 16 (5): 417–422.
460. *Goldstein S.F.* Irradiation of sperm tails by laser microbeam // *Journal of Experimental Biology.* – 1969, 51 (2): 431–441.
461. *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.
462. *Hamada A., Esteves S.C., Agarwal A.* Unexplained male infertility: potential causes and management // *Human Andrology.* – 2011, 1: 2–16.
463. *Hargreave T.B.* (Ed.) *Male Infertility.* 2nd ed. – London: Springer-Verlag, 1994: 466.
464. *Hasan P., Rijadi S.A., Purnomo S., Kainama H.* The possible application of low reactive-level laser therapy (LLLT) in the treatment of male infertility: a preliminary report // *Laser Therapy.* – 1989, 1 (1): 49–50.
465. *Hemvani N., Chitnis D.S., Bhagwanani N.S.* Effect of helium-neon laser on cultured human macrophages // *Laser Therapy.* – 1998, 10 (4): 159–164.
466. *Hirao Y., Yanagimachi R.* Detrimental effect of visible light on meiosis of mammalian eggs *in vitro* // *J. Exp. Zool.* – 1978, 206 (3): 365–370.
467. *Ho K.L., Tsu J.H., Tam P.C., Yiu M.K.* Disease spectrum and treatment patterns in a local male infertility clinic // *Hong Kong Med. J.* – 2015, 21(1): 5–9. doi: 10.12809/hkmj144376.
468. *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.
469. *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.
470. *Iaffaldano N., Meluzzi A., Manchisi A., Passarella S.* Improvement of stored turkey semen quality as a result of He–Ne laser irradiation // *Anim. Reprod. Sci.* – 2005, 85 (3–4): 317–325.
471. *Iaffaldano N., Paventi G., Pizzuto R. et al.* The post-thaw irradiation of avian spermatozoa with He–Ne laser differently affects chicken, pheasant and turkey sperm quality // *Anim. Reprod. Sci.* – 2013, 142 (3–4): 168–172. doi: 10.1016/j.anireprosci.2013.09.010.
472. *Iaffaldano N., Rosato M.P., Paventi G. et al.* The irradiation of rabbit sperm cells with He–Ne laser prevents their *in vitro* liquid storage dependent damage // *Animal Reproduction Science.* – 2010, 119: 123–129. doi: 10.1016/j.anireprosci.2009.10.005.
473. *Irvine D.S.* Epidemiology and aetiology of male infertility // *Human Reproduction.* – 1998, 13 (Suppl. 1): 33–44.
474. *Jaffe L.F.* Calcium waves // *Phil. Trans. R. Soc. B.* – 2008, 363: 1311–1316. doi:10.1098/rstb.2007.2249.
475. *Jaffe L.F.* Sources of calcium in egg activation: a review and hypothesis // *Dev. Biol.* – 1983, 99 (2): 265–276.
476. *John L.M., Mosquera-Caro M., Camacho P., Lechleiter J.D.* Control of IP₃-mediated Ca²⁺ puffs in *Xenopus laevis* oocytes by the Ca²⁺-binding protein parvalbumin // *J. Physiol. (Lond.).* – 2001, 535: 3–16.
477. *Jungwirth A., Giwercman A., Tournaye H. et al.* European Association of Urology guidelines on male infertility: the 2012 update // *Eur. Urol.* – 2012, 62 (2): 324–332. doi: 10.1016/j.eururo.2012.04.048.
478. *Kaneko S.* Safety guidelines for diagnostic and therapeutic laser applications in the neurosurgical field // *Laser Therapy.* – 2012, 21 (2): 129–136.
479. *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.
480. *Karu T.I.* Lasers in infertility treatment: irradiation of oocytes and spermatozoa // *Photomedicine and Laser Surgery.* – 2012, 30 (5): 239–241.

481. Karu T.I., Pyatibrat L.V., Moskvina S.V. et al. Elementary processes in cells after light absorption do not depend on the polarization degree: implication for the mechanisms of laser phototherapy // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2008, 26 (2): 77–82.
482. 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.
483. 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.
484. 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.
485. 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.
486. 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.
487. 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.
488. Lavi R., Shainberg A., Shneyvays V. et al. Detailed analysis of reactive oxygen species induced by visible light in various cell types // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2010, 42 (6): 473–480.
489. Lavi R., Sinyakov M., Eichler M. et al. Generation of reactive oxygen species and free electrons in visible light illuminated plasma membranes // 20th International Congress Laser Medicine with Pre-Conference Courses «Laser Florence 2005». – Florence, 2005: S18.
490. Lenzi A., Claroni F., Gandini L. et al. Laser radiation and motility patterns of human sperm // *Arch. Androl*. – 1989, 23 (3): 229–234.
491. Levi A.C., Petrino R., Siccardi E. Laser irradiation on chicken embryos // *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper*. – 1987, 3 (4): 233–236.
492. 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]
493. 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.
494. 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.
495. Lovschall 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.
496. Lovschall H., Scharff O., Foder B., Arenholt-Bindslev D. Effect of low level laser irradiation on cytosolic Ca²⁺ in human neutrophils *in vitro* // *Laser Therapy*. – 1994, 6 (1): 31.
497. Lubart R., Breitbart H., Sofer Y., Lavi R. He-Ne irradiation of human spermatozoa: enhancement in hamster egg penetration // *Laser Therapy*. – 1999, 11 (4): 171–176.
498. Lubart R., Breitbart H., Sofer Y. et al. Light irradiation of sperm cells stimulates *in-vitro* fertilization // 20th International Congress Laser Medicine with Pre-Conference Courses «Laser Florence 2005». – Florence, 2005: S18–S19.
499. Lubart R., Eichler M., Lavi R., Shainberg A. Flavins are source of low energy visible light-induced oxy radicals formation in cells // 20th International Congress Laser Medicine with Pre-Conference Courses «Laser Florence 2005». – Florence, 2005⁽¹⁾: S21.
500. 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.
501. Lubart R., Friedmann H., Lavi R. Photobiostimulation as a function of different wavelengths // *Laser Therapy*. – 2000, 12 (1): 38–41.
502. Lubart R., Friedmann H., Levinshal T. et al. Effect of light on calcium transport in bull sperm cells // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. – 1992, 15 (4): 337–341.
503. Lubart R., Friedmann H., Sinyakov M. et al. Changes 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.
504. Lubart R., Friedmann H., Sinyakov M. et al. The effect of HeNe laser (633 nm) radiation on intracellular Ca²⁺ concentration in fibroblasts // *Laser Therapy*. – 2005, 14 (0_Pilot_Issue_2): 35–40.
505. Lubart R., Friedmann H., Sinyakov M. et al. The effect of HeNe laser (633nm) radiation on intracellular Ca²⁺ concentration in fibroblasts // *Laser Therapy*. – 1997⁽¹⁾, 9 (3): 115–120.
506. Lubart R., Levinshal T., Cohen N. et al. Changes in calcium transport in mammalian sperm mitochondria and plasma membrane due to 633 nm and 780 nm irradiation // *Laser in der Medizin (Laser in Medicine) / A. Hofs-*

- tetter, W. Waidelich, G. Staehler, R. Waidelich (eds.). – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1996: 449–453. doi: 10.1007/978-3-642-80264-5_107.
507. *Lubart R., Shainberg A., Eichler M.* Increased ATP levels in cardiac and sperm cells immediately after broadband visible light illumination // 27th International Congress Laser Medicine & IALMS Courses jointed with W.H.A. – World Health Academy «Laser Florence 2013» / Lasers in Medical Science. – 2013, 28 (6): 1415–1416.
508. *Lubart R., Shainberg A., Lavie R.* EPR spectroscopy of $^1\text{O}_2$ reveals enhanced redox activity in low power laser illuminated cell cultures // 15th World Congress of the International Society for Laser Surgery and Medicine. – Munich, 2003: 155.
509. *Maegawa Y., Itoh T., Hosokawa T. et al.* Effects of near-infrared low-level laser irradiation on microcirculation // Lasers Surg. Med. – 2000, 27 (5): 427–437.
510. *Marin M.L., Velez J.R.* Efectos de la irradiation laser heli+neon en semen bovino // Tesis Doctoral. – Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de Medellin, 1980: 19–90.
511. *Matsumoto Y., Akita Y.* Safety guidelines for PDT of cutaneous lesions // Laser Therapy. – 2012, 21 (2): 124–128.
512. *Meier B., Cross A.R., Hancock J.T. et al.* Identification of a superoxide-generating NADPH oxidase system in human fibroblasts // Biochemistiy Journal. – 1991, 275 (1): 241–245.
513. *Meniru G.I.* Cambridge guide to infertility management and assisted reproduction. – Cambridge University Press, 2004: 276.
514. *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.
515. *Mims M.F., McKinnell R.G.* Laser irradiation of the chick embryo germinal crescent // J. Embryol. Exp. Morph. – 1971, 26 (1): 31–36.
516. *Mondillo C., Varela M.L., Abiuso A.M.B., Vázquez R.* Potential negative effects of anti-histamines on male reproductive function // Reproduction. – 2018, pii: REP-17-0685. doi: 10.1530/REP-17-0685. [Epub ahead of print]
517. *Moreno-Millan M., Ocaña-Quero J.M.* Preliminary results of the evaluation of the use of clinical laser He–Ne radiation in the process of bovine «*in vitro* fertilization» // Bulletin UASVM Vet. Med. – 2009, 66: 495.
518. *Moskvin S.V., Kisselev S.B.* Laser therapy for joint and muscle pain. – M.–Tver: Triada, 2017: 216.
519. *Murrey R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W.* Harper's biochemistry. – Appleton & Lange, 1996: 700.
520. *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.
521. *Navratil L., Dylevsky I.* Mechanisms of the analgesic effect of therapeutic lasers *in vivo* // Laser Therapy. – 1997, 9 (1): 33–39.
522. *Nieschlag E., Behre H.M. (eds.)* Andrology: male reproductive health and dysfunction. Ed. 3. – Berlin: Springer-Verlag, 2010: 90.
523. *Nieschlag E., Behre H.M., Nieschlag S.* Andrology: Male Reproductive Health and Dysfunction. – Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2010: 629.
524. *Nunes K.P. (Ed.)* Erectile dysfunction – disease-associated mechanisms and novel insights into therapy. – In Tech, 2012: 214.
525. *Nussbaum E.L., Lilje L., Mazzulli T.* Effects of 630-, 660-, 810-, and 905-nm laser irradiation delivering radiant exposure of 1–50 J/cm² on three species of bacteria *in vitro* // Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery. – 2002, 20 (6): 325–333.
526. *Nuti F., Krausz C.* Gene polymorphisms/mutations relevant to abnormal spermatogenesis // Reprod. Biomed. Online. – 2008. – № 16 (4): 504–513.
527. *Ocaña Quero J.M., Gomez Villamandos R.J., Moreno-Millan M. et al.* The effect of helium-neon laser irradiation on *in vitro* maturation and fertilization of immature bovine oocytes // Lasers in Medical Science. – 1995, 10 (2): 113–119.
528. *Ocaña-Quero J.M., Gomez Villamandos R., Moreno Millan M., Santisteban-Valenzuela J.M.* The effect of the Helium-Neon laser radiation on the *in vitro* fertilization of bovine oocytes // Proceedings of the 11th European Coil // Cytogenet. Domest. Anim. – 1994: 174–178.
529. *Ocaña-Quero J.M., Gomez-Villamandos R., Moreno-Millan M., Santisteban-Valenzuela J.M.* Biological effects of helium-neon (He-Ne) laser irradiation on acrosome reaction in bull sperm cells // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. – 1997, 40 (3): 294–298.
530. *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.
531. *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.

532. Pal G., Dutta A., Mitra K. et al. Effect of low intensity laser interaction with human skin fibroblast cells using fiber-optic nano-probes // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. – 2007, 86 (3): 252–261.
533. 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.
534. Parrilla L., Vázquez J.M., Cuello C. et al. Hoechst 33342 stain and u.v. laser exposure do not induce genotoxic effects in flow-sorted boar spermatozoa // Reproduction. – 2004, 128(5): 615–21. doi: 10.1530/rep.1.00288.
535. Passarella S., De Checchi M.C., Quagliarello E. Optical and biochemical properties of NADH irradiated by high peak power Q-switched ruby laser or by low power C.W. He–Ne laser // Bioelectrochem. Bioenerg. – 1981, 128 (8): 315–326.
536. Patent US 4856498 A. Vacuum generating and constriction apparatus for augmenting male potency: G.W. Osbon. – Pub. Date: 15.08.1989.
537. Peterson C.M. Human reproduction: clinical, pathologic and pharmacologic correlations // Human Reproduction – Seminars [online]. – 2006. URL: https://library.med.utah.edu/kw/human_reprod/seminars/seminar2B.html
538. 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: 397–403.
539. Phatarpekar P.V., Wen J., Xia Y. Role of adenosine signaling in penile erection and erectile disorders // J. Sex Med. – 2010, 7 (11): 3553–3564.
540. Philippov O.S., Radionchenko A.A., Bolotova V.P. et al. Estimation of the prevalence and causes of infertility in Western Siberia // Bulletin of the World Health Organization. – 1998, 76 (2): 183–187.
541. Poongothai J., Gopenath T.S., Manonayaki S. Genetics of human male infertility // Singapore Med J. – 2009, 50 (4): 336–347.
542. Porras M.D., Bermudez D., Parrado C. Effects biológicos de la radiación laser IR sobre el epitelio seminífero // Invest. Clin. Laser. – 1986, 3 (1): 57–60.
543. Preece D., Chow K.W., Gomez-Godinez V. et al. Red light improves spermatozoa motility and does not induce oxidative DNA damage // Scientific Reports. – 2017, 7: 46480. doi: 10.1038/srep46480.
544. Punab M., Poolamets O., Paju P. et al. Causes of male infertility: a 9-year prospective monocentre study on 1737 patients with reduced total sperm counts // Human Reproduction. – 2017, 32 (1): 18–31. doi:10.1093/humrep/dew284.
545. 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.
546. 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.
547. 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.
548. 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.
549. Robb-Gaspers L.D., Thomas A.P. Coordination of Ca²⁺ signaling by intercellular propagation of Ca²⁺ waves in the intact liver // J. Biol. Chem. – 1995, 270 (14): 8102–8107.
550. 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.
551. Rojas J.C., Gonzalez-Lima F. Low-level light therapy of the eye and brain // Eye and Brain. – 2011, 3: 49–67.
552. 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.
553. Rosen R.C., Riley A., Wagner G. et al. The international index of erectile function (IIEF) a multidimensional scale for assessment of erectile dysfunction // Urology. – 1997, 49 (6): 822–830.
554. Rosenspire A.J., Kindzelskii A.L., Petty H.R. Interferon- γ and sinusoidal electric fields signal by modulating NAD(P)H oscillations in polarized neutrophils // Biophys. J. – 2000, 79 (6): 3001–3008.
555. Rossato M., Di Virgilio F., Rizzuto R. et al. Intracellular calcium store depletion and acrosome reaction in human spermatozoa: role of calcium and plasma membrane potential // Mol. Hum. Reprod. – 2001, 7 (2): 119–128.
556. Ruiz-Pesini E., Diez C., Lapeña A.C. et al. Correlation of sperm motility with mitochondrial enzymatic activities // Clin. Chem. – 1998, 44 (8 Pt 1): 1616–1620.
557. Saeed Gh.Th., Al-Kaisy A.Z., Ali M.Kh. The effect of the low level laser irradiation on the human sperm motility // Al-Anbar J. Vet. Sci. – 2014, 7 (2): 6–10.
558. Salama N., El-Sawy M. Light-emitting diode exposure enhances sperm motility in men with and without asthenospermia: preliminary results // Arch. Ital. Urol. Androl. – 2015, 87 (1): 14–19. doi: 10.4081/aiua.2015.1.14.
559. Salman Yazdi R., Bakhshi S., Jannat Alipoor F. et al. Effect of 830-nm diode laser irradiation on human sperm motility // Lasers in Medical Science. – 2014, 29 (1): 97–104. doi: 10.1007/s10103-013-1276-7.

560. *Salman Yazdi R., Bakhshi S., Jannat Alipoor F. et al.* Effect of 830-nm diode laser irradiation on human sperm motility // *Int. J. Fertility Sterility*. – 2010, 4 (Suppl 1): 31–32.
561. *Sato H.* Efectos de la luz laser sobre la movilidad y la velocidad de esperma *in vitro* // *Invest. Clin. Laser*. – 1986, 3: 80.
562. *Sato H., Landthaler M., Haina D., Schill W.B.* The effects of laser light on sperm motility and velocity *in vitro* // *Andrologia*. – 1984, 16 (1): 23–25.
563. *Sato H., Schill W.-B.* Temperature-dependent effects of the components of kallikrein-kinin system on sperm motility *in vitro* // *Fertility and Sterility*. – 1987, 47 (4): 684–688. doi: [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)59122-5](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)59122-5).
564. *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.
565. *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.
566. *Schuppe H.C., Pilatz A., Hossain H. et al.* Urogenital infection as a risk factor for male infertility // *Dtsch Arztebl Int*. – 2017, 114 (19): 339–346. doi: [10.3238/arztebl.2017.0339](https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0339).
567. *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.
568. *Shahar S., Wisner A., Ickowicz D. et al.* Light-mediated activation reveals a key role for protein kinase A and sarcoma protein kinase in the development of sperm hyper-activated motility // *Hum Reprod*. – 2011, 26 (9): 2274–2282. doi: [10.1093/humrep/der232](https://doi.org/10.1093/humrep/der232).
569. *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.
570. *Sigman M., Lipshultz L., Howard S.* Office evaluation of the subfertile male / Lipshultz L.I., Howards S.S., Niederberge C.S. (eds.) *Infertility in the male*. 4th ed. – Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009: 153–176.
571. *Singer R., Sagiv M., Barnett M. et al.* Low energy narrow band non-coherent infrared illumination of human semen and isolated sperm // *Andrologia*. – 1991, 23 (2): 181–184.
572. *Singh H.M.P., Bajpai A., Bisarya B.N., Bhargava K.D.* Low level laser therapy (LLL) with nitrogen and helium neon lasers in multiple drug resistant pulmonary tuberculosis: a preliminary study // *Laser Therapy*. – 1997, 9 (4): 173–179.
573. *Singh J.P., Babcock D.F., Lardy H.A.* Motility activation, respiratory stimulation, and alteration of Ca²⁺ transport in bovine sperm treated with amine local anesthetics and calcium transport antagonists // *Arch. Biochem. Biophys*. – 1983, 221 (1): 291–303.
574. *Siqueira A.F.P., Maria F.S., Mendes C.M. et al.* Effects of photobiomodulation therapy (PBMT) on bovine sperm function // *Lasers in Medical Science*. – 2016, 31 (6): 1245–1250.
575. *Sliney D.H., Wolbarsht M.L.* Safety with lasers and other optical radiation sources. – New York: Plenum Press, 1980: 1035.
576. *Smalley P.J.* Laser safety: risks, hazards and control measures // *Laser Therapy*. – 2011, 20 (2): 95–106.
577. *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.
578. *Soares C.A., Annes K., Dreyer T.R. et al.* Photobiological effect of low-level laser irradiation in bovine embryo production system // *J. Biomed. Opt*. – 2014, 19 (3): 035006–9. doi: [10.1117/1.JBO.19.3.035006](https://doi.org/10.1117/1.JBO.19.3.035006).
579. *Suzuki K.-J., Nakaji S., Kogawa T. et al.* Mechanistic approach to the effects of low level laser irradiation (LLL) with the GaAlAs diode laser on the production of reactive oxygen species from human neutrophils as a model for therapeutic modality at a cellular level // *Laser Therapy*. – 2005, 14 (2): 75–81.
580. *Taha M.F., Valojerdi M.R.* Quantitative and qualitative changes of the seminiferous epithelium induced by Ga. Al. As. (830 nm) laser radiation // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 2004, 34 (4): 352–359.
581. *Takahashi I., Umeda T., Oyama T. et al.* Effects of low incident levels of laser irradiation and other environmental factors on the production capability of reactive oxygen species from human neutrophils // *Laser Therapy*. – 2005, 14 (2): 55–65.
582. *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.
583. *Traub A.I., Farnshaw J.C., Brannigan P.D., Thompson W.* A critical assessment of the response to caffeine of human sperm motility // *Fertility and Sterility*. – 1982, 37 (3): 436–437. doi: [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)46110-8](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)46110-8).
584. *Tsien R.Y., Poenie M.* Fluorescence ratio imaging: a new window into intracellular ionic signaling // *TIBS*. – 1986, 11 (11): 450–455.
585. *Uhlén P., Laestadius A., Jahmukainen T. et al.* α -haemolysin of uropathogenic *E. coli* induces Ca²⁺ oscillations in renal epithelial cells // *Nature*. – 2000, 277: 694–697.

586. 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.
587. Vesich T.L. Some features of rehabilitating action of laser emission on native and cryopreserved human spermatozoa // *Probl. Cryobiol.* – 1994, 4 (1): 33–35.
588. Vesich T.L., Kramar M.I. Study of the action of laser irradiation on the native and cryopreserved human spermatozoa // *Probl. Cryobiol.* – 1994 (1), 2: 53–54.
589. 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.
590. 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.
591. 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.
592. 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.
593. 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.
594. Wenbin Y., Wenzhong L., Mengzhao L. et al. Effects of laser radiation on Saanen buck's sperm energy metabolism // *Proceedings of the Sixth International Conference on Goats*. – Beijing, China, 1996: 57.
595. Whitaker M., Smith J. Introduction. Calcium signals and developmental patterning // *Philos. Trans. R Soc. Lond. B Biol. Sci.* – 2008, 363 (1495): 1307–1310. doi: 10.1098/rstb.2007.2248.
596. *WHO Manual for the Standardized Investigation, Diagnosis and Management of the Infertile Male*. – Cambridge: Cambridge University Press. – 2000, 91: 102.
597. Yang H.Q., Wang Y.H., Chen J.X. et al. Efficacy 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.
598. Yashiro Y., Duling B.R. Integrated Ca²⁺ signaling between smooth muscle and endothelium of resistance vessels // *Circ. Res.* – 2000, 87: 1048–1054.
599. Yeste M., Codony F., Estrada E. et al. Specific LED-based red light photo-stimulation procedures improve overall sperm function and reproductive performance of boar ejaculates // *Scientific Reports*. – 2016, 6: 22569. doi: 10.1038/srep22569.
600. 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.
601. Zan-Bar T., Bartoov B., Segal R. et al. Influence of visible light and ultraviolet irradiation on motility and fertility of mammalian and fish sperm // *Photomedicine and Laser Surgery*. – 2005, 23 (6): 549–555.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АЗС – астенозооспермия
- АЛТ – аппарат лазерный терапевтический
- АОС – антиоксидантная система
- АФК – активные формы кислорода
- ББ – базовый блок (лазерного терапевтического аппарата)
- БД – биологическое (биомодулирующее) действие
- ВЛОК – внутривенное лазерное освечение крови
- ВМЛМ – вибромагнитолазерный массаж (предстательной железы)
- ВНС – вегетативная нервная система
- ГНЛ – гелий-неоновый лазер
- ГСПС – глобулин, связывающий половые стероиды
- ДГЭА-С – дегидроэпиандростерона сульфат
- ДСС – дыхательная способность сперматозоидов
- Е2 – эстрадиол
- ИК – инфракрасный (диапазон, спектр)
- КВЧ – крайне высокочастотный (диапазон)
- ЛГ – лютеинизирующий гормон
- ЛД – лазерные диоды
- ЛОДЛТ – локальное отрицательное давление + лазерная терапия
- ЛОК – лазерное освечение крови
- ЛТ – лазерная терапия
- ЛУФОК – лазерное ультрафиолетовое освечение крови
- ЛФК – лечебная физическая культура
- НДГ – нейродинамический генератор
- НИЛИ – низкоинтенсивное лазерное излучение
- НЛОК – неинвазивное (надсосудистое, надвенное, чрескожное, транскутанное) лазерное освечение крови
- ОЗС – олигозооспермия

ПА	– плазмаферез
ПЖ	– предстательная железа
ПМ	– плотность мощности
ПОЛ	– перекисное окисление липидов
ПРЛ	– пролактин
ПСА	– простатический специфический антиген
РС	– резистентность спермий
СП	– семенные пузырьки
ТА	– точка акупунктуры
ТЗС	– тератозооспермия
ТМВ	– тонический моторно-вегетативный (системокомплекс)
ТС	– тестостерон
УФ	– ультрафиолетовый (диапазон, спектр)
УФО	– ультрафиолетовое освечивание
УФОК	– ультрафиолетовое освечивание крови
ФМВ	– фазический моторно-вегетативный (системокомплекс)
ФСГ	– фолликулостимулирующий гормон
ХНП	– хронический неспецифический простатит
ХП	– хронический простатит
ЦНС	– центральная нервная система
ЭКО	– экстракорпоральное оплодотворение
ЭП	– энергетическая плотность

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ПЕРВИЧНЫЙ И ВТОРИЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БИОМОДУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СВЕТА	6
ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ И ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА	23
Организация лечебного процесса	23
Организация рабочих мест	23
Необходимо ли получение лицензии на трансфузиологию для проведения ВЛОК?	26
Персонал	26
Лазерная терапевтическая аппаратура	27
Блочный принцип построения лазерных терапевтических аппаратов	28
Основные меры предосторожности при работе с терапевтическими лазерными установками	32
Соответствие лазерной терапевтической аппаратуры стандартам	33
Классификация лазерной медицинской аппаратуры, её особенности и терминология	34
Нормативные документы и новая классификация лазеров	35
Очки для защиты от лазерного излучения	36
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ	39
Наружные методы лазерной терапии	40
Местное воздействие	41
Лазерная акупунктура	45
Воздействие на зоны Захарьина–Геда (дерматомы)	50

Воздействие на паравертебральные зоны.....	50
Воздействие на проекции внутренних органов.....	51
Воздействие на проекции иммунокомпетентных органов.....	57
Внутриполостные методы лазерной терапии.....	58
Надвенное (надсосудистое, неинвазивное, чрескожное, транскутанное) лазерное освечивание крови.....	59
Внутривенное лазерное освечивание крови (ВЛОК).....	66
Инструкция по проведению процедуры ВЛОК.....	67
Базовая методика ВЛОК.....	69
Методика комбинированная, ВЛОК-635 + ЛУФОК® (базовая).....	70
Методика комбинированная, ВЛОК-525 + ЛУФОК® (базовая).....	71
ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛ	
Я НАЗНАЧЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ.....	73
Расчёт «дозы» и энергии вреден для здоровья.....	79
БЕСПЛОДИЕ МУЖСКОЕ: ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ, РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ.....	82
ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СВЕТА НА СПЕРМАТОГЕНЕЗ И КАЧЕСТВО СПЕРМЫ.	
Экспериментальные исследования.....	96
Оптимизация энергетических параметров лазерного освечивания (мощность, плотность мощности, экспозиция) <i>in vitro</i>.....	104
Сперматогенез у животных после лазерного освечивания <i>in vivo</i>.....	115
Выбор оптимальной длины волны и режима работы лазера.....	119
КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	126

ЧАСТНЫЕ МЕТОДИКИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ МУЖЧИН С БЕСПЛОДИЕМ	156
Основные методики лазерной терапии	156
Дополнительные методики лазерной терапии	158
Методика вибромагнитолазерного массажа предстательной железы.....	158
Методика лазерно-вакуумной терапии	160
Методики лазерной терапии при коморбидности	168
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	171
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	173
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	179
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	184
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	202
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	218
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	242

С.В. Москвин, К.А. Силуянов

Лазерная терапия в андрологии

**Часть 1
Мужское бесплодие**

ООО «Издательство «Триада»
ИД № 06059 от 16.10.01 г.
170034, г. Тверь, пр. Чайковского, д. 9, оф. 504,
тел./факс (4822) 429022, 354130
E-mail: triadatver@yandex.ru
<http://www.triada.tver.ru>

Подписано к печати 20.04.2018 г.
Формат 62×94 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 15,5
Бумага офсетная. Печать офсетная
Гарнитура Times New Roman. Тираж 2000 экз.

Заказ
Отпечатано в соответствии
с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт», г. Тверь
www.pareto-print.ru



Научно-исследовательский центр «Матрикс»

www.matrixmed.ru • www.lazmik.ru • 2505544@mail.ru

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

апрель 2018 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!

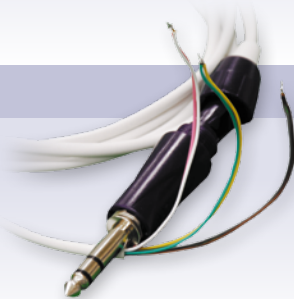
В обычных аппаратах быстро возникают потёртости, происходит растрескивание, ломаются кнопки. Мы применяем герметичные электропроводящие контактные площадки, находящиеся на некотором расстоянии; при нажатии пальцем плёнка прогибается до соприкосновения контактных поверхностей и происходит переключение.



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 ²	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 см², 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 см².

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 освечивания 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
Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-450-2 (КЛ-ВЛОК-445-2)	445–450	2
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 освечивания 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 см².
- 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 КЛ-ВЛОК-808-40	808	
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.

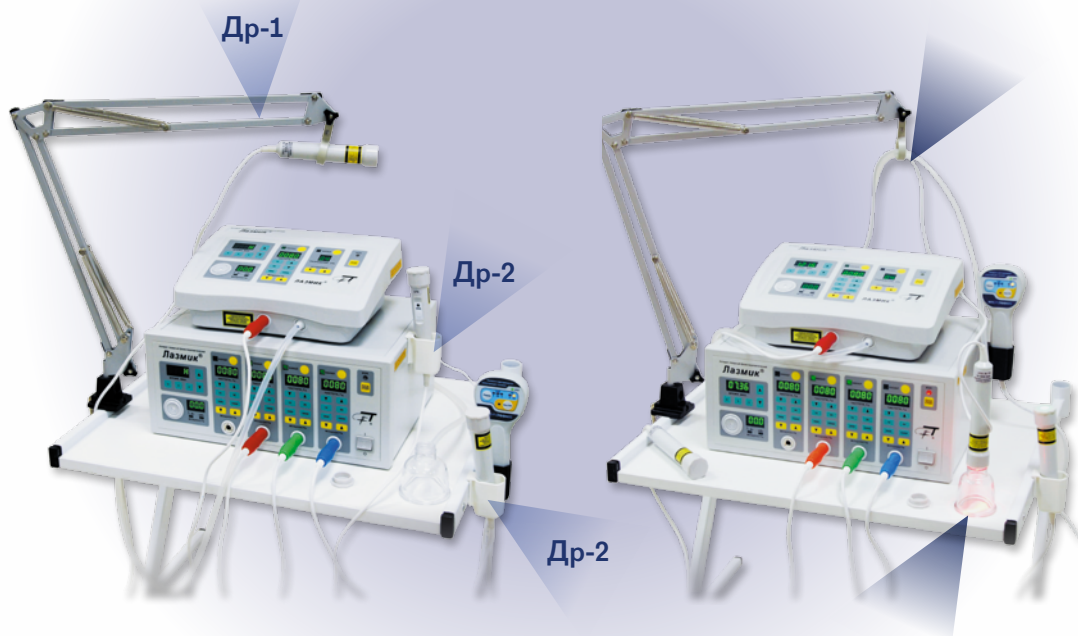


Держатель излучающих головок

Регистрационное удостоверение № ФСР 2011/11183 от 28.06.2011

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.

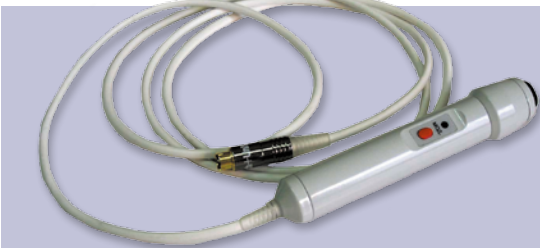
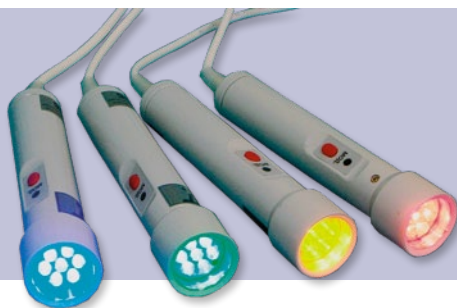
Специальные излучающие головки



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).

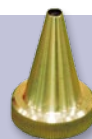
НОВИНКА!

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»

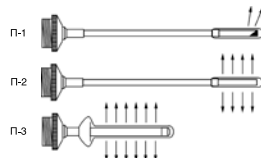
Работает со всеми аппаратами, позволяет повысить эффективность лазерной терапии, благодаря синхронизации воздействия с биоритмами пациента.

Очки защитные ЗН-22 «Матрикс»

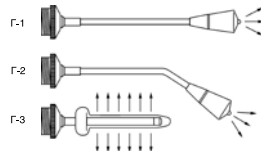
Используются для защиты медперсонала от отражённого излучения во время проведения процедуры, имеют современный дизайн, лёгкие и удобные.

Очки защитные открытые «Матрикс» предназначены для защиты глаз пациента.

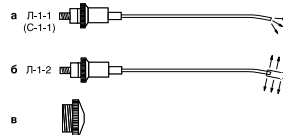
Проктологические насадки



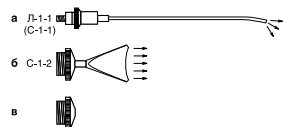
Гинекологические насадки



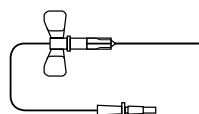
Комплект насадок для оториноларингологии Л-1: а – Л-1-1; б – Л-1-2; в – переходное устройство



Комплект насадок для стоматологии С-1: а – С-1-1; б – С-1-2; в – переходное устройство



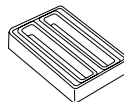
Одноразовый световод с иглой для ВЛОК



Магнитная насадка ЗМ-50 для головок типа ЛО или КЛО



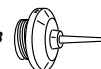
Магнитная насадка ММ-50



Насадка зеркальная (ЗН-35, ЗН-50)



Акупунктурная насадка А-3

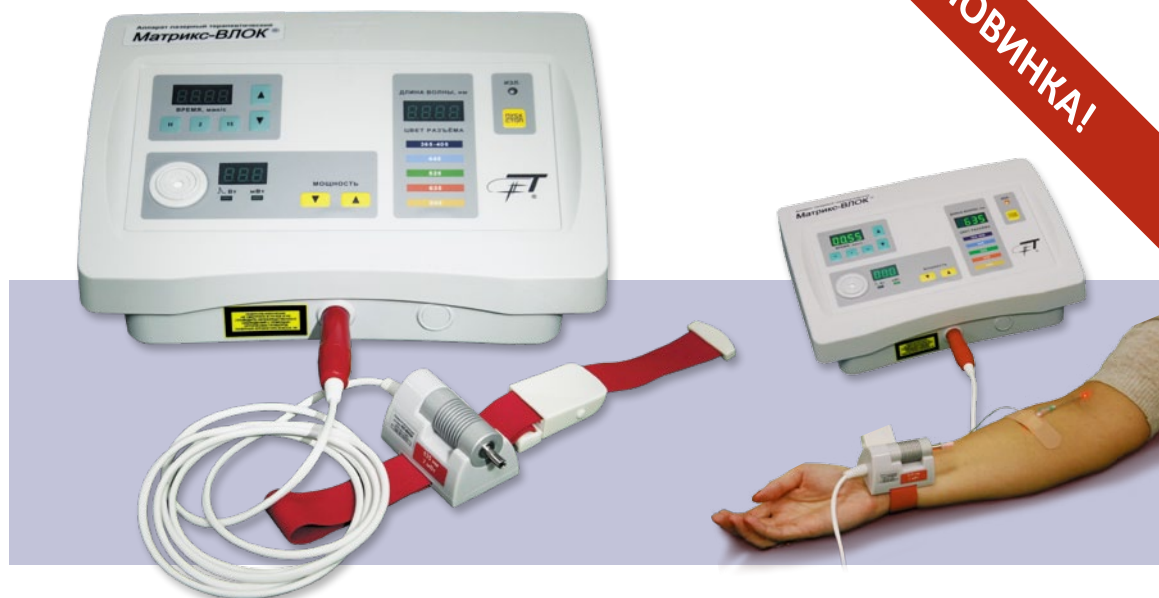


Аппарат лазерный терапевтический «Матрикс-ВЛОК»



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 осветивания 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 осветивание, неинвазивное (чрескожное) лазерное осветивание крови (НЛОК), акупунктура, на проекцию внутренних органов, паравертебрально, внутриполостное осветивание 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.).

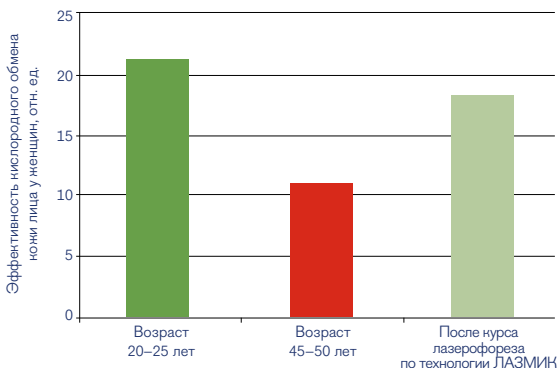
ВНИМАНИЕ! В лазерной головке ЛО-ЛЛОД применяются именно лазеры красного и ИК спектров, тогда как у всех «аналогов» малоэффективные дешёвые светодиоды. Кроме того, лазерное воздействие НИЛИ красного и инфракрасного спектров чередуется в соответствии с биологическими ритмами, обеспечивая наиболее адекватный 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 освечивание 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; www.matrix-vlok.ru; www.matrix-mustang.ru; www.matrix-kosmetolog.ru; www.matrix-uro.ru; www.lasmik.ru; www.lazmik.ru; www.lltllaser.ru



Лазерные
терапевтические
аппараты
нового поколения



Научно-исследовательский
центр «Матрикс»

Лазмик®

Лазмик-ВЛОК

Лазмик-БИО

АГИУР®



- Максимальная частота для импульсных лазеров 10 000 Гц
- Один комплекс = лазер + вакуум + вибрация + магнит + КВЧ + лазерофорез + БИО
- Сверхнадёжные специальные разъёмы с цветовой дифференциацией по длине волны
- Гарантия 5 лет на все базовые блоки и импульсные ИК-лазерные излучающие головки
- Уникальные матричные импульсные лазерные излучающие головки красного спектра (635 нм)

+7 (499) 2505150
+7 (499) 2517838
+7 (495) 7652612

2505150@mail.ru
2517838@mail.ru
7652612@mail.ru

www.matrixmed.ru
www.lasmik.ru
www.lltlaser.ru

