

ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава»

ЗАО «НПО Космического приборостроения»

ООО «Символ»

Научно-исследовательский центр «Матрикс»

**СОВРЕМЕННАЯ ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА.
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

Сборник научных трудов

ВЫПУСК 1

**МОСКВА
2007**

МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Механизмы терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ)

Москвин С. В.

ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава»,
г. Москва; moskvin@online.ru

В классической фотобиологии, рассматривающей специфическое действие света: фотохимические реакции, фотосинтез и др., изучаются процессы взаимодействия пары «акцептор-фотон», обеспечивающей фотобиологический эффект. Для каждого фотоиндуцированного процесса необходимо найти свой акцептор (поглотитель) фотонов света с заданной энергией или, иначе, излучение с определенной длиной волны [Смит К., Хэнеуолт Ф., 1972]. Подобный подход (т. е. поиск первичного акцептора) использовался фотобиологами также и при изучении эффектов низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ). Однако оказалось, что автоматический перенос «акцепторной» модели на исследование биологического действия НИЛИ не может удовлетворительно объяснить уже имеющиеся экспериментальные и клинические данные.

Статическая модель «фотон-акцептор» не способна объяснить множество имеющихся научно-практических фактов, начиная с исследований на клеточном уровне, до результатов клинического применения НИЛИ. Дальнейшее развитие лазерной терапии как науки и практики настоятельно требует рассматривать НИЛИ как внешний фактор, обеспечивающий всего лишь *запуск физиологических реакций*, т. е. необходимо исследовать биологические эффекты с позиций *динамического* взаимодействия «НИЛИ—биологический объект».

Известно, что живой организм представляет собой сложную управляемую систему, в которой постоянно происходит взаимодействие множества переменных внешней и внутренней среды. Ф. Гродинз (1966) задает такую систему как «совокупность элементов, определенным образом связанных и взаимодействующих между собой». Общим для всех живых систем является наличие определенных входных переменных, которые преобразуются в ней в соответствии с ее функциями в выходные переменные [Милсум Дж., 1968]. Зависимость выходных переменных от входных определяется законом поведения системы. Другими словами, возмущающее действие внешнего фактора приводит к определенной ответной реакции биологического объекта, зависящей от свойств самого объекта [Гродинз Ф., 1966].

Для исследования механизмов биологического действия НИЛИ нами был выбран системный подход к анализу данных. Для чего из целого ор-

ганизма условно выделяется какая-то часть, объединенная типом анатомического строения или типом функционирования, но рассматриваемая исключительно в плане взаимодействия как единой системы, где все компоненты объединены по принципу взаимосодействия (термин П. К. Анохина). При таком системном подходе речь идет об акценте не на каком-либо отдельном анатомическом или биохимическом признаке участвующего компонента, а на принципах организации многих компонентов, из многих анатомических систем, с непременным получением результата деятельности этой разветвленной гетерогенной системы. Ключевым моментом такого подхода является определение системообразующего фактора [Анохин П. К., 1973].

Основная сложность, стоящая перед исследователями механизмов терапевтического действия НИЛИ, заключается в многообразии процессов, происходящих в живых тканях и организмах. Так, в любой живой клетке практически одновременно осуществляется более 3000 биохимических реакций! Еще больше проблем вызывает изучение межклеточных взаимодействий и физиологических процессов на органном уровне. В настоящее время исследованы только некоторые локальные участки регуляции биологических процессов и совсем мало обнаружено общих закономерностей. Однако известно, что в организации живой природы определяющую роль играют электромагнитные силы. Например, все процессы, происходящие в живой клетке: химические реакции, ионный обмен, протонный перенос в митохондриях и др., — и есть на самом деле проявления электромагнитных сил. Не являются исключением и физиология на уровне организма. Сокращение сердечной мышцы, кровоток, пищеварение, передача нервных импульсов и др. — все это электромагнитные взаимодействия.

С другой стороны, процессы, развивающиеся при поглощении энергии НИЛИ, имеют также электромагнитную природу — происходит трансформация энергии электромагнитного поля в биологические реакции на всех уровнях организации живого организма, регулирование которых, в свою очередь, осуществляется уже 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, самовосстановления нарушенного гомеостаза. Поэтому нет ничего удивительного в универсальности лечебного действия НИЛИ, — *это лишь результат устранения патологической фиксации организма за пределами границ нормальной физиологической регуляции.*

Накоплен колоссальный объем научных данных о характере именно таких ответных реакций различных биологических структур на возмущение, вызванное лазерным излучением. Необходимо было лишь проанализировать результаты научных исследований с указанных выше позиций, и не только под иным углом зрения взглянуть на проблему механизмов биологического действия НИЛИ, но, самое главное, обосновать максимально эффективные параметры терапевтического воздействия лазерным излучением.

Первым обращает на себя внимание дозозависимый характер биологического действия НИЛИ, заключающийся в том, что результат вызывает только *оптимальная доза* воздействия. При уменьшении или увеличении дозы в достаточно узком диапазоне эффект уменьшается или отсутствует вовсе. В этом принципиальное отличие действия НИЛИ от фотобиологических явлений, где зависимость от дозы носит нарастающий в широких пределах характер. Например, чем больше солнечного света, тем интенсивнее фотосинтез и больше растительной массы. Противоречит дозозависимый 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 ведет к угнетению реакций клеток и организма, в тканях развивается торможение реакций или состояние парабриоза [Насонов Д. Н., 1962].

Другой факт — отсутствие так называемого спектра действия, т. е. специфической зависимости биологического действия НИЛИ от длины волны падающего света. Эффекты проявляются во всем исследованном спектральном диапазоне от ультрафиолета (0,337 мкм) до дальней ИК области (10,6 мкм) [Karu T. et al., 1994]. С позиций фотобиологии вроде бы опять возникает противоречие. А кажущаяся неразрешенность этого вопроса обусловлена простым отсутствием как такового *специфического* спектра действия биологических эффектов, вызываемых НИЛИ.

Выяснить первичные механизмы биологического действия НИЛИ принципиально важно, т. к. заблуждение на начальном этапе приведет (и приводит сейчас!) к неправильным выводам уже в клинической практике. А мы опять остаемся без теоретической базы с голым эмпиризмом. Но ведь нужно еще и развивать лазерную терапию, научиться прогнозировать результат воздействия, разрабатывать наиболее эффективные методики лечения. Все это можно сделать, лишь имея твердую теоретическую основу.

Так как же на самом деле развиваются индуцированные НИЛИ биологические процессы? Можно проследить всю цепочку от первичного акта поглощения до выздоровления пациента? Можно ли 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.

Механизмы биологического (терапевтического) действия низкоинтенсивного лазерного излучения на организм необходимо рассматривать только с позиции общности природы как воздействующего излучения, так и организации живой материи. Тогда все становится на свои места, и мнимые противоречия, которые *якобы* существуют для фотобиологов, разрешаются достаточно легко. На рис. 1. представлена схематично практически вся по-

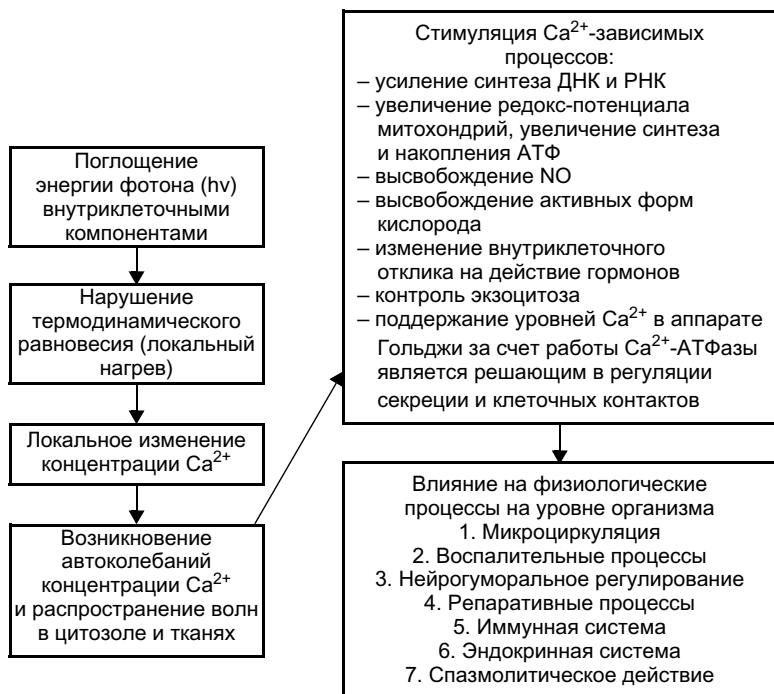


Рис. 1. Последовательность развития биологических эффектов от лазерного воздействия

следовательность 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 все начинается? Исходя из того факта, что лазерное излучение вызывает различные эффекты *in vitro* у одиночной клетки можно предположить, что начальным пусковым моментом является взаимодействие электромагнитного излучения лазера с какими-то внутриклеточными компонентами. Постараемся разобраться, с какими именно.

Представленные выше факты и полученные Т. I. Кагу с соавт. (1994) данные убедительно доказывают, что подобные эффекты могут быть вызваны только *термодинамическими нарушениями* при поглощении лазерного (когерентного, монохроматического и поляризованного) излучения внутриклеточными компонентами. Теоретические оценки показывают, что при воздействии лазерным излучением возможен локальный нагрев акцепторов на десятки градусов. Хотя процесс длится очень короткий промежуток времени — около 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. Подчеркнем еще раз, что в качестве акцептора может выступать *любой* внутриклеточный компонент, имеющий полосу поглощения для данной длины волны. Т. е. начальным пусковым моментом биологического действия НИЛИ является не фотобиологическая реакция как таковая, а *локальный нагрев*. Это принципиально важный момент.

При незначительных локальных возмущениях, недостаточных для перевода молекулы в новое конформационное состояние, может сравнительно сильно измениться геометрия, конфигурация молекул. Структуру молекулы как бы «ведет», чему способствует возможность поворотов вокруг одинарных связей главной цепи, не очень строгие требования, предъявляемые к линейности водородных связей, и т. д. Это свойство макромолекул может решительным образом влиять на их функционирование. Для эффективного преобразования энергии достаточно возбуждать такие степени свободы системы, которые медленно обмениваются энергией с тепловыми степенями свободы. Предположительно способность к направленным конформационным изменениям, т. е. к механическому движению под действием локальных возмущений, есть отличительная особенность белковых макромолекул, и требуемые релаксационные изменения вполне могут быть индуцированы лазерным излучением низкой, «терапевтической» интенсивности [Гудвин Б., 1966; Москвин С. В., 2003⁽¹⁾].

Функционирование большинства внутриклеточных компонент 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 объемной фазы свободного растворителя (цитозоля), но также в виде связанной воды, состояние которой зависит от природы и мест локализации белковых групп, с которыми она взаимодействует (цитогеля). В целом около поверхности белка может удерживаться устойчиво до двух-трех слоев воды. Небольшие изменения в количестве и состоянии относительно небольшой фракции молекул воды, образующих гидратный слой макромолекулы, приводит к резким изменениям термодинамических и релаксационных параметров всего раствора в целом [Гейльбрун Л., 1957; Рубин А. Б., 1987].

Становится понятным, почему эффект достигается при воздействии именно *лазерным* излучением, и наиболее важным является такое его свойство как монохроматичность или малая ширина спектральной линии. Если она будет сравнима с полосой поглощения макромолекулы (30 нм и более), то такое излучение вызовет колебание *всех* энергетических уровней и произойдет лишь слабый, на доли градусов, нагрев *всей* молекулы. Тогда как узкий спектр, характерный для лазерного излучения (менее 3 нм), вызовет так необходимый нам для эффекта *локальный* нагрев уже на десятки градусов, когда вся энергия лазера будет выделяться на *небольшом локальном участке* макромолекулы, вызывая термодинамические изменения, доста-

точные для запуска дальнейшего физиологического отклика. Проводя условную, но вполне наглядную аналогию, процесс можно представить так — при концентрации увеличительным стеклом солнечного света на точку можно поджечь бумагу, тогда как при освещении рассеянным светом всей ее поверхности ничего не происходит.

Следствием фотоиндуцированного «поведения» макромолекул является с одной стороны изменение структуры воды — переход в жидкую фазу, с другой стороны — высвобождение ионов кальция из кальциевого депо. При этом увеличивается концентрация Ca^{2+} в цитозоле (свободной части воды).

Первым предположение о возможном участии ионов кальция в лазериндуцированных эффектах сделал еще Н. Ф. Гамалея (1972). Позднее было подтверждено, что концентрация внутриклеточного кальция в цитозоле при воздействии НИЛИ увеличивается многократно [Смолянинова Н. К. и др., 1990; Толстых П. И. и др., 2003; Alexandratou E. et al., 2002]. Однако во всех исследованиях эти изменения отмечались лишь в совокупности с другими процессами, не выделяя это явление каким-то образом, и только нами впервые было высказано предположение, что *увеличение* концентрации Ca^{2+} в цитозоле является именно *основным механизмом*, запускающим лазериндуцированные процессы, а также замечено, что *все* физиологические изменения, происходящие вследствие этого на самых различных уровнях, — кальцийзависимые [Москвин С. В., 2003].

Почему мы обращаем внимание именно на ионы кальция? Причин этому несколько, отметим здесь лишь необычайную универсальность действия Ca^{2+} на всех уровнях регулирования многочисленных физиологических процессов и тот факт, что только ионы кальция имеют внутриклеточные депо, позволяющие менять концентрацию ионов в цитозоле в десятки раз.

Что происходит после того, как волны повышенной концентрации Ca^{2+} стали распространяться под влиянием НИЛИ в цитозоле клетки и между группы клеток? Развиваются вторичные эффекты, которые представляют собой комплекс адаптационных и компенсационных реакций, возникающих в результате реализации первичных эффектов в тканях, органах и целостном живом организме, среди которых выделяют следующие [Москвин С. В., Буйлин В. А., 2006]:

- 1) активизацию метаболизма клеток и повышение их функциональной активности;
- 2) стимуляцию репаративных процессов;
- 3) противовоспалительное действие;
- 4) активизацию микроциркуляции крови и повышение уровня трофического обеспечения тканей;
- 5) анальгезирующее действие;
- 6) иммуностимулирующее действие;
- 7) рефлексогенное действие на функциональную активность различных органов и систем.

Здесь следует обратить внимание на два важнейших момента. Во-первых, везде априорно задана однонаправленность влияния НИЛИ (стимуляция, активация и др.). Как было нами показано, это не совсем так, лазерное излучение может вызывать прямо противоположные эффекты, что хорошо известно из клинической практики. Во-вторых, все эти процессы — кальцийзависимые! Вот, действительно, на что никто раньше не обращал внимания!

Рассмотрим, как именно происходят представленные физиологические изменения, но в качестве примера из-за ограниченности объема публикации приведем лишь небольшую часть известных путей их регулирования.

Активизация метаболизма клеток и повышение их функциональной активности происходит в первую очередь вследствие кальцийзависимого 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 свободного внутриклеточного кальция активируются протеинкиназы, принимающие участие в образовании мРНК [Watman N. P. et al., 1988]. Также ионы кальция являются аллостерическими ингибиторами мембрансвязанной тиоредоксинредуктазы, фермента, контролирующего сложный процесс синтеза пуриновых дизоксирибонуклеотидов 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 обусловлено в частности кальцийзависимым высвобождением медиаторов воспаления, таких как цитокины [Uhlen P. et al., 2000], или также кальцийзависимым выделением клетками эндотелия оксида азота (NO) — предшественника фактора расслабления стенок кровеносных сосудов (EDRF) [Murrey R. K. et al., 1996].

Поскольку кальцийзависимым является экзоцитоз [Carafoli E., et al., 2001], в частности высвобождение нейромедиаторов из синаптических везикул [Palecek J., et al., 1999], то процесс нейрогуморальной регуляции полностью контролируется концентрацией Ca^{2+} , а, 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 эффектов, вызванных лазерным излучением в нейрогуморальной регуляции.

Взаимодействие нейроэндокринной и иммунной систем не изучено в достаточной степени, но установлено, что цитокины, в частности ИЛ-1 и ИЛ-6, действуют в обоих направлениях, играя роль модуляторов взаимо-

действия 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 концентрации свободного внутриклеточного 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].

Данные некоторых исследований позволяют с уверенностью говорить о том, что лазерное излучение не является основным терапевтическим агентом на уровне организма в целом; оно как бы устраняет препятствия, дисбаланс в центральной нервной системе, мешающий саногенетической функции мозга. Это осуществляется возможным изменением под действием НИЛИ физиологии тканей как в сторону усиления, так и в сторону угнетения их метаболизма и функций (в зависимости от исходного состояния), что и приводит к затуханию процессов патологического характера, к нормализации функций организма, к восстановлению регулирующих функций нервной системы. Лазерная терапия в таком случае позволяет организму восстановить нарушенное системное равновесие [Москвин С. В., 2003; Скупченко В. В., 1991].

Рассмотрение ЦНС и ВНС как независимых систем регулирования в последние годы уже перестало устраивать многих исследователей. Находится все больше фактов, подтверждающих их самое тесное взаимодействие. На основе анализа многочисленных данных научных исследований была предложена модель единой регулирующей и поддерживающей гомеостаз системы, названной «нейродинамический генератор—НДГ» [Москвин С. В., 2003⁽¹⁾]. Таким образом обеспечивается связь локальных эффектов с реакцией организма в целом.

Теперь, когда перед нами представлена полная картина механизмов действия НИЛИ, попробуем получить ответ на некоторые вопросы. Например, чем объяснить дозозависимый характер эффектов? Достаточно просто. При увеличении дозы растет и локальная температура, что вызывает высвобождение Ca^{2+} , но как только количество ионов кальция в цитозоле начинает превышать определенный уровень, включаются механизмы закачивания Ca^{2+} в кальциевые депо, и эффект исчезает.

Почему в импульсном режиме эффект выше при дозах, в 100–1000 раз меньших? Потому что время термодинамической релаксации макромолекул (10^{-12} с) значительно меньше длительности импульса (10^{-7} с), и очень короткий в нашем понимании импульс мощностью в ватты оказывает большее влияние на локальное термодинамическое равновесие, чем непрерывное излучение в единицы милливатт.

Эффективно ли применение лазерных источников с 2-мя различными длинами волн? Да, поскольку различные длины волн вызывают высвобождение Ca^{2+} из разных внутриклеточных компонент, обеспечивая потенциально больший градиент концентрации и, следовательно, более высокий эффект. Но воздействие излучением с разной длиной волны должно быть разделено по времени.

Можно достаточно много говорить о путях повышения эффективности лазерной терапии, делая выводы из представленной теории. Приведем лишь один пример такого подхода. Ранее было сделано предположение, что необходимо разработать импульсный источник лазерного излучения в красной области спектра излучения (0,63–0,65 мкм), а также то, что наиболее эффективным будет его сочетанное применение с импульсным инфракрасным (0,89 мкм) лазером [Москвин С. В., 1997]. Такой лазер был нами разработан и изготовлен — излучающая головка ЛОК2 для аппаратов серии «Матрикс» (длина волны 0,63–0,65 мкм, импульсная мощность 5 Вт).

Проведенные исследования подтвердили эффективность использования импульсных лазеров в красной и ИК области в эксперименте с оптимизацией параметров НИЛИ при аутодермопластике [Жуков Б. Н. и др., 2003]. Максимально эффективными оказались такие методики лазерной терапии при лечении заболеваний ЛОР-органов [Наседкин А. Н. и др., 2001], хронического обструктивного бронхита [Москвин С. В. и др., 2002], кожных ангиитов (васкулитов) [Москвин С. В., Киани А., 2003], церебральных инсультов [Кочетков А. В., Москвин С. В., 2004].

Выводы

1. Применение системного анализа позволило разработать единую, универсальную теорию механизмов биологического действия низкоинтенсивного лазерного излучения. Данная теория соответствует всем критериям П. К. Анохина (1973) и главному из них — изоморфности системообразующего фактора, в качестве которого выступает зависимость различных физиологических реакций от концентрации ионов кальция.

2. В биологических эффектах НИЛИ в качестве первичного действующего фактора выступают локальные термодинамические нарушения, вызывающие цепь изменений кальцийзависимых физиологических реакций организма. Причем направленность этих реакций может быть различна, что определяется дозой и локализацией воздействия, а также исходным состоянием самого организма.

3. Разработанная нами теория позволяет не только объяснить уже имеющиеся факты, но на ее основе можно делать выводы как о прогнозировании результатов влияния НИЛИ на физиологические процессы, так и о возможности повышении эффективности лазерной терапии.

ствия. В предыдущем исследовании такие же параметры ИКЛИ наиболее сильно вызвали улучшение капиллярного кровотока на гомолатеральной стороне воздействия. По результатам 4-го эксперимента можно утверждать, что если на одной стороне воздействия ИКЛИ капиллярный кровоток усиливается, то на противоположной (гетеролатеральной) — уменьшается. Это можно объяснить перераспределением крови за счет компенсаторного спазма на противоположной стороне.

Ухудшение микроциркуляции на стороне, противоположной воздействию, а затем ее улучшение, даже больше чем в фоновом состоянии, исключает там гуморальный механизм действия, так как трудно представить, что при воздействии лазерного излучения одновременно выделяются два разных химических вещества: вазоконстриктор и вазодилататор. Исключает гуморальный механизм действия и то, что на стороне воздействия расширяются капилляры, а на противоположной в это же время суживаются. Опять должны одновременно выделиться два разных химических вещества, причем на стороне воздействия вазодилататор, а на противоположной — вазоконстриктор. Учитывая вышеизложенное, по нашему мнению, в данном исследовании явно наблюдается нервно-рефлекторный механизм действия ИК излучения. Следует подчеркнуть, что изменение капиллярного кровотока нами наблюдалось только в коже, а кровоток в других органах может быть иным.

На основании вышеприведенных исследований можно сделать выводы, что ИКЛИ действует на капилляры как гуморальным, так и рефлекторным путем. При рефлекторном действии изменения в капиллярах происходят на большом расстоянии (до 2-х метров). При больших дозах ИК лазерное излучение вызывает ухудшение кровотока и периваскулярный отек.

Анализ возможностей сочетанного применения КВЧ и лазерного излучений в медицине

Буйлин В. А.*, Москвин С. В.***, Гулиев С. Г.*

*ФГУ «Учебно-научный медицинский центр» Управления делами
Президента Российской Федерации,

**ГНЦ лазерной медицины Росздрава, г. Москва

Введение

Современные лекарства стали не только более эффективными, но и более агрессивными. Даже в странах с развитой фарминдустрией проблема безопасности лекарственных средств выходит на одно из первых мест. Статистика приводит в шок: смертность от побочных реакций на лекарства стоит в мире на 5-м месте после сердечно-сосудистых, онкологических, бронхолегочных заболеваний и травматизма. Побочные эффекты от лекарств стали четвертой причиной заболеваемости.

Прием лекарств может иметь отдаленные последствия. Лекарственная терапия усложняется еще и тем, что проводится на фоне приема пищи и всяческих добавок к ней. Взаимодействие фармпрепарата с множеством этих химических ингредиентов чрезвычайно трудно просчитать и учесть, поэтому нередко эффективность лечения снижается или возникают серьезные непредвиденные осложнения. Часто возникает привыкание организма к лекарственным препаратам, а также проявляются аллергические реакции. Население России относится к лекарствам легкомысленно, по каждому мало-мальски значительному поводу покупает антибиотики, принимает одновременно десятки препаратов, не задумываясь о последствиях. Этому способствует массивная реклама и продажа 75–80% лекарств без рецептов.

В свете нынешней государственной политики в области здравоохранения, направленной на повышение доступности медицинской помощи для населения страны и техническое переоснащение лечебно-профилактических учреждений, решение вышеуказанной проблемы мы видим в смещении акцента в терапии на физические методы.

В настоящее время врачи всех стран все больше используют в своей практике *немедикаментозные методы функциональной регулирующей терапии* не только в сочетании с лекарственной терапией, но и как монотерапию. Наиболее известны и широко применяются в медицинской практике немедикаментозные методы, использующие низкоинтенсивное лазерное излучение, свет, магнитное поле, электромагнитное излучение КВЧ диапазона. Оптико-электронная медицинская аппаратура на основе лазеров, светоизлучающих диодов, тепловых и газоразрядных излучателей оптического и КВЧ диапазонов обладает неисчерпаемыми возможностями, которые открываются при лечении больных с различными заболеваниями.

Лазерное излучение. 40-летний период клинико-экспериментальных исследований возможности применения и терапевтической эффективности низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) дал огромный научно-практический материал и миллионы вылеченных людей, показал полную безопасность терапевтических доз НИЛИ. Лазерная терапия не дает осложнений и побочных явлений, характерных для медикаментозной терапии, методики воздействия неинвазивны и комфортны для пациента, стоимость лазерной терапии на порядки ниже стоимости других методов. Применение НИЛИ в комплексной терапии позволяет существенно снизить количество и дозировки лекарственных препаратов, резко уменьшить их побочное действие.

Класс низкоинтенсивных полупроводниковых лазеров и светоизлучающих диодов в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра (630–850–890–1300 нм) все больше применяется в медицинской практике вследствие существенного расширения методических возможностей и терапевтической эффективности. Свето-лазерное облучение активизирует многие процессы в организме, повышая энергетический обмен, неспецифическую резистентность организма и иммунитет, оказывает противовоспа-

лительное, анальгезирующее, антиаллергическое, радио- и миопротекторное действие. Энергия фотона НИЛИ и света, применяемых чаще всего в свето-лазерной терапии (1–2 эВ), достаточна для активации многих химических реакций с участием не только тех молекул, которые способны поглощать видимый свет, но и других, вследствие возможной миграции к ним энергии. Основной характеристикой неинвазивного свето-лазерного воздействия является его способность восстанавливать эластичность клеточных мембран, нормализовать лимфо- и гемомикроциркуляцию в зоне воздействия, восстанавливать регулирующие и саногенетические функции тканей, органов и всего организма за счет активации ферментных систем, метаболизма.

Постоянное магнитное поле (ПМП), как известно, обладает выраженными терапевтическими свойствами при многих видах патологии, обладая противовоспалительным, седативным действием, улучшая регенерацию, микроциркуляцию, функции эндокринной и иммунной систем. Первичные механизмы биологического действия ПМП изучены недостаточно, однако среди результатов его воздействия выделяют изменение мембранного потенциала и перекисного окисления липидов.

В основе воздействия ПМП на клеточную дифференцировку лежит эффект ориентации хромосом в магнитном поле. При этом жесткий сегмент молекулы ДНК ориентируется длинной осью перпендикулярно к линиям магнитного поля, то есть становится коллинеарным электрическому вектору излучения. Это создает условия для максимального поглощения резонансной энергии при попадании молекулы ДНК в электромагнитное поле. Оси спиралей ДНК параллельны осям хромосом, а комплексы белков с микроэлементами в составе хромосом должны усиливать ориентационный эффект ДНК в ПМП. Исходя из сказанного, можно заключить, что ПМП является фактором, усиливающим чувствительность генов к потокам резонансных им излучений (как внешних — солнечных, лазерных и т. д., так и внутренних, формируемых белковыми структурами клетки).

Сочетание магнитного поля с НИЛИ и светом (**магнито-лазерная терапия**) потенцирует эффекты этих физических факторов. Так, методики рационального использования лазерной и магнито-лазерной терапии в комплексном лечении огнестрельных ран конечностей в ранние сроки после воздействия современным боевым оружием позволили повысить надежность первичной хирургической обработки ран. Это обусловило значительное сокращение сроков заживления (с 30–45 до 14–16 суток), снизило процент послеоперационных осложнений с 65,0 — 4,2–2,7 и расширило возможности для последующего протезирования конечностей.

КВЧ-излучение. Конец XX века ознаменовался повышением интереса врачей к лечебному действию КВЧ-излучения. Именно в этом диапазоне обнаружено наличие частотных резонансов в реакциях биообъектов на электромагнитные излучения, причем высокая терапевтическая эффективность обеспечивается при дозах КВЧ-излучения на порядок ниже, чем при использовании других физических факторов.

Анализ обширного литературного материала по механизмам воздействия низкоинтенсивного КВЧ-излучения на живые организмы позволяет сделать следующие выводы: 1) проблема КВЧ-воздействия на живые организмы является частью общей проблемы воздействия на них слабых внешних факторов разной физической природы; 2) КВЧ-воздействие стимулирует в организме неспецифическую адаптационную резистентность, при этом в организме мобилизуются защитные (иммунный статус) и регуляторные (нейрогуморальный фактор) функции; 3) при КВЧ-воздействии меняются физико-химические свойства крови и липидный состав биологических мембран; 4) специфика КВЧ-воздействия проявляется на уровне кожного покрова. Примерно 80% испытуемых испытывают определенные ощущения (сенсорная индикация): давление, покалывание, прикосновение, жжение, редко — тепло, холод. Человек лучше распознает КВЧ-излучение «неведущей» рукой (левой у правой, правой у левой); 5) КВЧ-воздействие вызывает частотно-зависимые эффекты: истинные резонансы (возникновение добротных колебаний в бислойных липидных мембранах клетки) и «геометрические» резонансы (эффект квазиоптического резонатора Фабри-Перо, интерференция на поверхности кожи первичной и вторичных волн и различные биофизические эффекты); 6) стандартный вариант КВЧ-терапии использует стандартные частоты: 42,25 ГГц (7,1 мм); 53,57 ГГц (5,6 мм); 61,22 ГГц (4,9 мм), резонансно влияющие на общие для различных биологических объектов структуры (белки-ферменты, клеточные мембраны и т. д.). В результате активизируются имеющиеся резервы организма и ускоряются адаптационные и восстановительные процессы; 7) оптимальная длительность курса КВЧ-терапии — 10 дней.

НИЛИ + КВЧ. Наиболее оптимальны в терапии сочетание и комбинация разных физических факторов. При сравнении эффективности отдельного и комбинированного применения лазерной и миллиметровой терапии у больных стенокардией напряжения I—III функционального класса на догоспитальном этапе показано, что оба метода приблизительно одинаково эффективны при отдельном применении. При сочетанном использовании методов происходит потенцирование эффектов: в 1,5—2 раза увеличивается длительность терапевтического эффекта, повышается толерантность к физической нагрузке и др.

При лечении больных алергодерматозами (нейродермит, экзема, алергические васкулиты кожи), трофическими и пиококковыми язвами сочетанием внутривенного облучения крови, наружного лазерного облучения и КВЧ-терапии достигается положительный результат в 60—70% случаев. Наиболее эффективным оказалось применение сочетанных методик при лечении тяжело протекающих алергодерматозов, особенно у больных с медикаментозной непереносимостью. При лечении крестцово-подвздошного нейродистрофического синдрома считается эффективным сочетать магнито-лазерную терапию с воздействием интерферирующими токами и КВЧ-пунктурой.

При лечении больных с заболеваниями суставов самой эффективной оказалась комбинированная КВЧ-терапия с длиной волны 5,6 мм на очаг поражения и лазерная терапия местно на очаг поражения несколькими полями в ИК спектре излучения. Частота импульсов 80—1500 Гц, мощность импульса ИК-лазера 4—8 Вт (параметры лазерного излучения зависели от распространенности поражения, степени хронизации патологического процесса и выраженности болевого и воспалительного синдромов).

Обсуждение

Бурный научно-технический прогресс XX века привел к накоплению большого фактического материала в каждой отрасли медико-биологических знаний. Однако накопление новых фактов шло быстрее, чем их осмысление и синтез, что привело к образованию локальных биологических и медицинских дисциплин со своими подходами к изучаемому объекту, своей терминологией, своими авторитетами и своим комплексом парадоксов — загадочных феноменов, сущность которых невозможно объяснить в рамках представлений каждой конкретной научной школы.

Представления о волновой природе сигналов, управляющих генной активностью, а также роли генного аппарата клетки в организации самонастраивающейся квантовой системы клеточного метаболизма помогают понять и объяснить механизм действия разных методов резонансной терапии. Молекулярное строение и волновые характеристики белков являются двумя сторонами одной медали: если изменится молекулярный состав глобулина, изменится и частота его излучений в живой клетке, если изменится резонансная частота — необходимо искать изменения и в структуре белка.

Биологическое действие электромагнитных излучений оптического и микроволнового диапазонов не имеет принципиальных отличий. В основе эффекта лежат структурно-функциональные изменения мембранных образований клеток и внутриклеточных органелл, которые являются мишенями электромагнитного поля. В результате такого взаимодействия создается физико-химическая основа для изменения уровня процессов свободнорадикального и ферментативного окисления, связанного с фосфорилированием, а уже на этой основе возникают последовательные неспецифические реакции клетки и организма в целом.

Различия существуют лишь в биофизических тонкостях взаимодействия электромагнитных полей и биотканей.

При проведении экспериментов с прямым КВЧ-облучением (длина волны 4,1 мм, 10 мВт/см², 15 мин) открытого органа (печени крысы) были получены эффекты, выражающиеся в следующих морфологических изменениях: прогрессирующее усиление микроциркуляции с компенсированным оттоком крови; активация процессов на уровне генома клеток и стимуляции процессов регенерации; увеличение резистентности клеток печени к действию повреждающих факторов; угнетение формирования внутрипеченочной желчной гипертензии в условиях перевязки холедоха. Полученные

результаты на аналогичной модели (воздействие на печень), но уже при воздействии непрерывным лазерным излучением с длиной волны 0,63 мкм и импульсным НИЛИ с длиной волны 0,89 мкм, практически ничем не отличаются от данных, полученных для КВЧ диапазона, разве что большей обстоятельностью.

Анализ экспериментально-клинических данных по лазерной и КВЧ-терапии, накопленных за 30 лет, высокая эффективность одних и тех же параметров воздействия при заболеваниях различного генеза (своего рода «панацея» методов) делают очевидным факт однонаправленности их действия (синергизм). Кроме известных деталей механизма действия НИЛИ, обусловленных длиной волны, энергией воздействия, шумовая компонента работы лазерных и светодиодных источников (в диапазоне гигагерц), по нашему мнению, также вносит определенный вклад в биологические эффекты свето-лазерной терапии.

Сдвиги частот генерации собственных электромагнитных полей клеток при разных видах патологии ликвидируются при воздействии слабого электромагнитного шума с определенными параметрами благодаря самонастройке клеточного генератора на «правильную» частоту. Взаимодействие внутренних и внешних полей (суть механизма действия электромагнитных физиотерапевтических факторов) сопровождается последующим включением биофизических процессов в клетке. Применяемые в медицинской практике оптимальные экспозиции НИЛИ и КВЧ-излучения на одну зону порядка 2 и 5 минут соответствуют волнам кальцийзависимых процессов в клетках (100 и 300 с). Таким образом, в основе механизмов биологического действия как лазерного, так и КВЧ-излучений низкой интенсивности, лежит предложенная ранее модель *термодинамического взаимодействия НИЛИ с внутриклеточными компонентами с последующим высвобождением ионов кальция внутри клетки и развитием кальцийзависимых процессов.*

Длина волны КВЧ-излучения составляет миллиметры, а НИЛИ — микрометры. Следовательно, в первом случае, резонансное воздействие (если оно имеет место), происходит на клеточном или органном, а во втором случае, на субклеточном уровне. Глубина проникновения в биоткани, степень поглощения этих излучений также различны (2—6 см для НИЛИ, 300—500 мкм — для КВЧ-излучения), что обеспечивает при НИЛИ + КВЧ-терапии гомогенизацию субклеточно-клеточных процессов в большом объеме тканей. Магнитное поле — еще один синергетичный лечебный компонент. Поэтому сочетание МИЛ + КВЧ рассматривается нами с позиции стратегии *повышения эффективности лечения.*

При **МИЛ + КВЧ-воздействии** мы вправе ожидать более выраженную реакцию сосудистой системы. КВЧ-излучение поглощается практически полностью верхним слоем кожи (эпидермис и верхние слои дермы), т. е. как раз в той области, где расположена большая часть чувствительных рецепторов и наиболее активно взаимодействие с ЦНС. Сильное поглощение вызывает и более высокую концентрацию высвобожденных ионов кальция в цитозоле. Следовательно, мы можем рассчитывать на превалирование ге-

нерализованной составляющей терапевтического эффекта. Для НИЛИ, по крайней мере, красного и ИК спектров, которые в основном используются на практике, поглощение на порядки меньше, что имеет свои особенности реализации терапевтического эффекта.

При разработке новых методик МИЛ-КВЧ-терапии необходимо учитывать особенности действия и применения этих физических факторов.

Такой высокоэффективный метод лазерной терапии как внутривенное лазерное облучение крови принципиально невозможно реализовать в КВЧ диапазоне. В плане комфортности лечебного процесса для пациента также есть различия, которые следует учитывать. Например, при КВЧ-терапии длительно не заживающих ран и язв, вяло текущих гнойных процессов чаще всего имеет место обострение процесса («провокационная терапия»). Этого практически не бывает при МИЛ-терапии в терапевтических дозах. Важно помнить физические особенности этих факторов: НИЛИ может применяться через многослойные повязки, одежду, влажные повязки с лекарственными препаратами или некоторыми мазями. Для КВЧ-волн проницаемы сухие текстильные материалы, пластмасса, дерево, гипсовая пластина, а в случае увлажнения, даже при незначительной их толщине (два слоя влажной марли) они являются непреодолимым препятствием для этих волн.

Можно сделать вывод, что воздействие КВЧ излучением будет более эффективным преимущественно на проекции органов, сосудов и лимфоузлов, эндокринных желез, точек акупунктуры, а местное воздействие, внутривенное облучение крови (ВЛОК), рефлексотерапия и полостные методы должны осуществляться НИЛИ.

Наилучшим образом реализовать оригинальные высокоэффективные методики лечения широкого круга заболеваний, разработанные на основе вышеизложенных принципов, можно с использованием АЛТ «Матрикс» и АЛТ «МИЛТА», которые имеют головки как КВЧ, так и оптического (лазерные и светодиодные) диапазонов. Новые дополнительные терминалы АЛТ «МИЛТА-Ф8-01» позволяют получать световой поток нескольких длин волн, что повышает эффект воздействия на клетки и ткани.

Заключение

МИЛ-терапия и КВЧ-терапия — состоявшиеся направления в медицине, каждое из которых имеет свою клинико-экспериментальную базу данных. Анализ этих баз позволяет сделать вывод о возможности органичного сочетания КВЧ- и магнито-лазерной терапии с целью повышения качества лечебного процесса. Однако для создания четких и эффективных методик необходимы дополнительные исследования.

Новая модификация аппарата «МИЛТА-Ф8-01» позволяет врачам реализовать эту задачу благодаря возможности применения МИЛ- и КВЧ-терминалов как отдельно, так и одновременно. КВЧ-терминал позволяет проводить стандартный вариант КВЧ-терапии, при котором на основании но-

зологического диагноза осуществляется выбор стандартной длины волны (частоты): 7,1; 5,6 или 4,9 мм. Расширенная функция биофотометрии, а также возможность коммуникации с компьютером, специальное программное обеспечение делают этот аппарат полноценным лечебно-диагностическим комплексом, который поможет врачам создавать уникальные по эффективности методики сочетанной и комбинированной МИЛ-КВЧ-терапии.

Лазерная терапия и биологические ритмы

Москвин С. В.

ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава»,
г. Москва; moskvin@online.ru

В любом живом организме, на всех уровнях его организации, существует большое число биологических ритмов (биоритмов), связанных друг с другом. Каждый физиологический процесс, происходящий в данном конкретном организме, находится в непрерывном изменении своего состояния с большей или меньшей частотой. Эти периодические изменения состояния и называют биологическими ритмами, особенностями которых является принципиальное отсутствие постоянных периодов (частот). Внешние же постоянные ритмы если и не игнорируются биологической системой, то уж точно не могут быть навязаны извне.

Известно, что любая биологическая система является открытой с точки зрения термодинамики, и внешние физические факторы в той или иной степени влияют на ее состояние. Однако в наибольшей степени воспринимается лишь то влияние, которое максимально близко к частотной организации физиологической организации, происходит своего рода биорезонанс. Следовательно, наилучшим, наиболее физиологичным вариантом синхронизации внешнего воздействия было бы использование реальных ритмов биологической системы, а не внешнее навязывание постоянного ритма. Однако реализация такой модели связана с многочисленными техническими трудностями, поэтому подобную аппаратуру удалось сделать лишь в очень узком временном интервале частот. Синхронизация же с большинством биоритмов должна быть основана на знании физиологии и временных параметров физиологической регуляции. Некоторые из них мы и хотели бы рассмотреть в данной работе.

Биосинхронизация временных параметров воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) с эндогенными биоритмами конкретного пациента — одно из самых интересных и перспективных направлений развития техники и методологии лечения. Любая патология в той или иной степени характеризуется десинхронизацией, то есть рассогласованием фаз и скоростей разных функциональных и структурных процессов. По степени, характеру и виду десинхронизации можно диагностировать и прогнозировать

состояние любой биосистемы. Устранение десинхронозов возможно как под влиянием естественных ритмов окружающей среды (без экологических искажений), так и путем биосинхронизированных многочастотных искусственных воздействий.

Внешние воздействия с определенной временной организацией, адекватной иерархии периодов ритмов биосистемы в каждый текущий момент, не фиксированы по абсолютным значениям, но привязаны к *соотношениям частот* в устойчивых стационарных режимах функционирования биосистемы (клетки, органа, организма). Соотношение частот в спектре этих сигналов соответствует иерархии периодов биоритмов целостной иерархической биосистемы. Такие сигналы способны устойчиво изменять уровни биологических, функциональных и структурных процессов и устранять десинхронозы.

Многочастотные биоритмологические (организованные по обратной связи) воздействия оказывают впоследствии более значительный активационный эффект на биосинтез с устойчивым сохранением повышенного содержания белка в клетке даже при меньшей силе и длительности, чем постоянные или одночастотные. Их суть заключается в восстановлении временной гармонии и устойчивости регуляторных систем организма. Методы биоуправляемой хронофизиотерапии позволяют оперативно учитывать индивидуальные биоритмологические особенности пациента и дозировать физиотерапевтическое воздействие (лазерное, магнитное и др.) путем модуляции его интенсивности и синхронизации в такт с ритмами кровотока.

К особенностям биоуправляемой лазерной хронотерапии следует отнести устойчивое восстановление не только общего уровня, но и нормализации спектра ритмов микроциркуляции крови в месте патологии, благодаря чему исключается трофическая дискриминация одних клеточных элементов относительно других, восстанавливаются осмотическое равновесие, регионарный кровоток и лимфоток, ускоряется регенерация и увеличивается ее качество.

Стабильность лечебного эффекта в режиме биоуправления объясняется сохранением нормализованного спектра ритмов кровотока. Разработанный нами метод [Патент РФ № 2117506 RU] и его преимущества связаны в первую очередь с устранением причин системного характера и усилением саморегуляции в организме больного. Наиболее важным в данном случае моментом является новый методологический подход не как статическое взаимодействие системы «организм—НИЛИ», но как синхронизация воздействия с физиологическим откликом на это воздействие. В результате чего и возникает биологическая обратная связь. Но для правильной организации лазерного влияния необходимо знать особенности физиологии человека, в первую очередь сосудистой системы.

Частота 10 Гц, столь значимо влияющая на процессы расширения сосудов, определяется, скорее всего, частотозависимыми эффектами электромеханического сопряжения как одного из этапов развития мышечного сокращения [Рюэгг Й., 1996]. При частотах возбуждения ниже 5 Гц ионы Ca^{2+} ,

высвобождающиеся из терминальных цистерн, в промежутках между импульсами успевают закачаться обратно в саркоплазматический ретикулум, и наблюдается только одиночное сокращение мышцы. При частотах более 20 Гц концентрация ионов Ca^{2+} остается высокой, т. к. кальциевый насос не успевает вернуть ионы в продольную систему саркоплазматического ретикулума, и развивается тетанус (состояние устойчивого сокращения). При частотах же около 10 Гц наблюдается интересное явление, которое еще не получило убедительного объяснения. Дело в том, что при такой частоте возбуждения ионы кальция успевают закачаться обратно кальциевым насосом, однако суммация одиночных сокращений приводит как к росту максимального напряжения в сократительном цикле, так и остаточной величины одиночных сокращений [Blinks J. R. et al., 1978]. Это может решающим образом влиять на состояние микроциркуляции, в том числе и при воздействии физическими факторами в данном частотном диапазоне модуляции интенсивности.

С другой стороны, эндогенная вазомоторика, когда в артериолах, метартериолах и прекапиллярных сфинктерах наблюдаются ритмичные колебания тонуса, определяется автоматическим сокращением мышц сосудов и сопутствующих изменений гидродинамического сопротивления сосудов. В результате возникают ритмичные колебания скорости кровотока. Частота и амплитуда этих колебаний могут быть различными, однако они не участвуют в приспособлении кровотока к потребностям тканей [Haddy F. J. et al., 1976], следовательно, такие ритмы не могут задаваться внешним контуром регулирования биологических процессов.

Исследования показали, что уже на минимальные дозы лазерного излучения сосудистая система реагирует изменением состояния кровотока. Наиболее выраженной реакцией является физиологическое расширение как крупных, так и мелких артериальных и венозных сосудов. [Лутошкин М. Б., 2003].

Принцип биоуправления, реализованный в приставке «Матрикс-БИО» к АЛТ «Матрикс» и «Матрикс-Уролог», продемонстрирован на рис. 1. Мощность лазерного излучения модулируется тремя сигналами. Несущую частоту 3000 Гц модулирует плавающая частота 7–14 Гц (задается внутренним генератором) с целью предупреждения адаптации организма на воздействие. При этом мощность излучения (рис. 1, а) снижается до $1/3$ (рис. 1, б). При подключении датчика пульса амплитуда НИЛИ модулируется пульсом пациента (рис. 1, в), при подключении датчика дыхания — соответственно дыханием пациента (рис. 1, г). В результате в фазах выдоха и диастолы мощность излучения минимальна, а в фазах вдоха и систолы (наиболее благоприятный момент воздействия) достигает максимального значения, установленного перед процедурой (рис. 1, д) [Патент РФ № 2117506 RU].

Применение режима биоуправления предусмотрено частными методиками и определяется как конкретной нозологией, так и состоянием пациента. Наше сравнительное исследование режимов БИО и модуляции фикс-

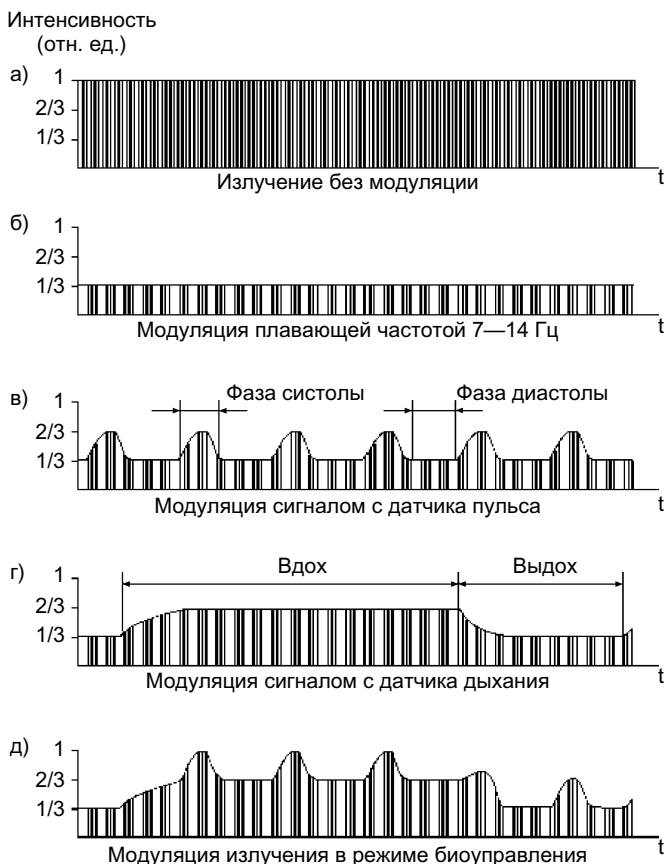


Рис. 1. Принцип биоуправления по Пат. 2117506 RU

сированной частотой методом «двойного слепого контроля» показывает, что использование режима БИО в наибольшей степени влияет на сроки ремиссии, увеличивая до 2 раз длительность безрецидивного периода [Захаров П. И., Москвин С. В., 2003]. Соответственно, такой режим может быть рекомендован при хронических заболеваниях, связанных в первую очередь с нарушением регионарного кровотока.

Метод хорошо зарекомендовал себя и в урологии. А. П. Ракчеев с соавт. (1995) провели сравнительную оценку терапевтической эффективности двух комбинированных методов лазеротерапии хронического простатита — в режиме БИО и фиксированными частотами 300—1700 Гц. Всем больным дополнительно проводили чрескожное лазерное облучение крови на область кубитальной вены с помощью матрицы инфракрасных (0,89 мкм) лазерных диодов (МЛ01К). Значительно более эффективным оказался режим, включающий в себя трансректальное воздействие в комбинации с чре-

скожным облучением крови в режиме биоуправления. Аналогичные данные получены и О. Ю. Сопка (1997).

Тенденция расширения исследований в области хронобиологии и хрономедицины примечательна для современного этапа развития лазерной терапии. Техническая реализация того или иного способа биологической обратной связи зависит от самого принципа, числа обрабатываемых параметров, методов получения информации от биологического объекта, сложности обработки параметров, а также способов реализации (модуляция мощности, изменение фазы, частоты и другое), поэтому в каждом конкретном случае это уникальные устройства.

Приведенный пример лишь один из очень немногих успешно реализованных. И совершенно понятно, что аппаратная реализация подобных устройств может быть сделана лишь для быстропротекающих биологических процессов, с частотой от долей герц и выше. Для более медленных изменений необходимо участие человека (врача), определяющего временные интервалы воздействия и (или) варьирования дозы.

Хронобиологический подход — это и учет возраста пациента (варьирование дозой лазерного воздействия), и периодические профилактические курсы лазерной терапии (весна-осень), и периодическое (ежедневное или через день) проведение процедур и многое другое. Над обоснованием этих принципов мы не будем останавливаться, поскольку в той или иной степени данные вопросы рассмотрены в литературе. Мы остановимся более подробно лишь над новым взглядом на временные периоды проведения самих процедур. Многое стало понятно после представления нами первичного процесса взаимодействия НИЛИ с биологическими тканями, как термодинамический запуск кальцийзависимых процессов [Москвин С. В., 2003–2005].

Оптимальные периоды воздействия 1,5–2 мин и 5 мин характерны для большинства методик, что было определено эмпирически и проверено многолетней клинической практикой. Чем это обусловлено? Ответ мы видим на рис. 2, на котором представлен график изменения во времени концентрации

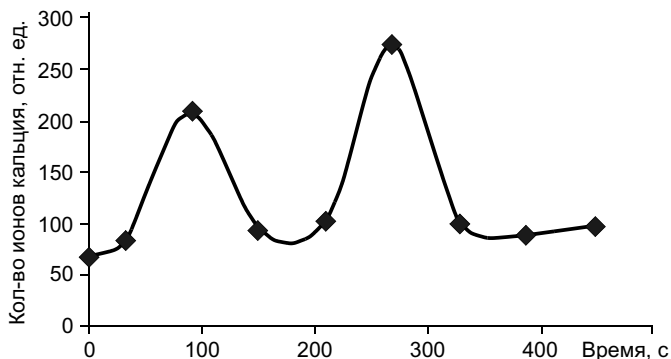


Рис. 2. Изменение концентрации ионов кальция в цитозоле под действием лазерного излучения [Alexandratou E. et al., 2003]

ионов кальция в одной локальной зоне клетки (фибробласт человека) после облучения ее излучением гелий-неонового лазера [Alexandratou E. et al., 2003]. Обращает на себя внимание тот факт, что максимумы концентрации наблюдаются точно в эти промежутки времени — 100 и 300 с! Теперь становится понятна хронобиологическая суть используемых на практике времен. Если мы прекращаем воздействие в данное, оптимальное время, то действуем синхронно с волной распространения Ca^{2+} и обеспечиваем максимальное усиление эффекта, как бы раскачивая физиологические «качели».

Более того, складывается впечатление, что такие периоды распространения волн Ca^{2+} универсальны для всех типов живых клеток. Это косвенно подтверждают данные Т. Кагу с соавт. (1994), которые показали на модели *Escherichia coli*, что эффект от воздействия НИЛИ растет с увеличением дозы при неизменном времени — 100 с, тогда как при других временах воздействия стимуляция митотической активности значительно уменьшается или не наблюдается вовсе!

Приведет ли увеличение дозы за счет мощности при сохранении оптимального времени воздействия к усилению клинического эффекта, мы пока не знаем наверняка. Это еще предстоит выяснить в ходе соответствующих исследований, т. к. экстраполировать данные исследований *in vitro* на другие модели мы, по понятным причинам, не можем. Также еще необходимо выяснить и другие закономерности: принципы сочетания воздействия НИЛИ различных длин волн, особенности использования импульсного режима и частот модуляции и т. д., однако совершенно бесспорным можно считать тот факт, что наши теоретические представления в части данных временных интервалов воздействия [Москвин С. В., 2003—2005] блестяще подтверждены как практическим опытом, так и непосредственно клинико-экспериментальными исследованиями!

Об отсутствии спектра биологического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ)

Москвин С. В.

ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава»,
г. Москва; moskvin@online.ru

Сама постановка вопроса, вынесенная в название, у некоторой части стереотипно и узко мыслящих исследователей вызывает возмущение и раздражение: «Как же так, если имеет место фотобиологический эффект, то обязательно должен быть и спектр действия?!» Действительно, если бы мы имели дело с «фотобиологическим» эффектом, то так и должно было бы быть. Однако при вызываемых низкоинтенсивным лазерным излучением эффектах в случае биологического действия (БД) НИЛИ, которое широко используется в терапии различных заболеваний, мы имеем дело с несколь-

ко иными процессами (о них изложено подробнее в другой статье о механизмах в этом сборнике). С какими именно, нам и предстоит разобраться.

По мере продвижения в понимании истинных первичных процессов, происходящих при взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями, все более очевидным становится тот факт, что общего у БД НИЛИ с фотобиологией только этимология. В обоих случаях происходит воздействие электромагнитным излучением оптического диапазона на биологические объекты, однако *первичные* механизмы, основа происходящих в дальнейшем процессов, принципиально различны! И понимание этих механизмов чрезвычайно важно, в первую очередь для обоснования максимально эффективных методик лазерной терапии (ЛТ).

Классический фотобиологический эффект — наше зрение, которое обеспечивается благодаря специфическим конформационным преобразованиям специализированных белков. Спектр действия для зрения известен (400—700 нм) и обусловлен спектром поглощения этих белков. На других длинах волн эффекта не наблюдается.

Какую же спектральную зависимость взаимодействия НИЛИ с биологическими объектами мы имеем? Непрерывную и чрезвычайно широкую, практически совпадающую со спектром поглощения биологических тканей или слоя культуры клеток (в зависимости от модели). Но такая спектральная зависимость не может быть отнесена к спектру поглощения какого-либо одного конкретного субстрата (макромолекулы и клеточной структуры), нет зависимости от специфичности биологической структуры, т. е. спектр биологического действия НИЛИ отсутствует. В этом и заключается смысл наших представлений по данному вопросу.

Критики такой точки зрения в первую очередь ссылаются на известную и часто цитируемую работу Т. I. Кагу (1989), в которой представлен спектр действия для некоторых промежуточных этапов клеточного цикла культуры *E. Coli*: адгезия, синтез РНК и синтез ДНК (рис. 1). Но те ли это спектры, о которых мы говорим, подразумевая, что БД НИЛИ — это не промежуточные стадии чего-то, а именно некий *законченный* процесс?

Анализ (хотя некий «рецензент» посчитал, что это не метод научного исследования, и на данном основании отклонил нашу статью в один известный журнал) представленных на рис. 1 графиков показывает, что НИЛИ в разной степени является стимулирующим для различных промежуточных этапов деления клетки. Если же гипотетически рассмотреть процесс деления клеток (действительно конечный биологический эффект) как некую сумму основных этапов клеточного цикла, то мы обнаружим, что итоговый результат до погрешностей экспериментов удивительным образом совпадает со спектром поглощения культуры клеток. Отсутствие стимуляции на определенной длине волны одного из процессов компенсируется активацией других, в конечном итоге приводя к общей стимуляции скорости деления клеток.

Из этого следует, что БД НИЛИ тем более выражено, чем выше степень поглощения излучения для данного биологического объекта. Другими слова-

ми, мы имеем дело не с фотобиологическим действием, а термодинамическим! Биологическое же действие НИЛИ вызывается по своей сути нагревом тканей, правда с некоторыми специфическими свойствами, которые определяются особенностями лазерного излучения, в первую очередь с монохроматичностью (подробнее с этим вопросом можно ознакомиться в нашей книге — Москвин С.В, Буйлин В. А. Основы лазерной терапии, 2006). Различия же локальных проявлений, скорее всего, связаны с пространственной неравномерностью спектров поглощения, следовательно, активацией различных депо, из которых высвобождаются ионы кальция, и, соответственно, превалированием стимулирующего действия тех или иных внутриклеточных процессов (как известно, все вышеперечисленные этапы клеточного цикла являются кальцийзависимыми).

Если анализ неоспоримо является одним из методов научного исследования (мнение вышеупомянутого «рецензента», который не знает данного факта, мы в расчет не берем), то предложенный нами метод нормированного суммирования спектральных зависимостей вызовет много нареканий, и в данном случае мы будем полностью согласны с критикой. Подобная математическая «обработка» биологических закономерностей требует куда более глубокого теоретического и практического обоснования. Пока же представленный аргумент будем считать простой случайностью и красивым совпадением. Критики будут правы, утверждая, что для достоверности выводов необходимо провести прямой эксперимент, тем более, что исследования влияния НИЛИ на стимуляцию деления клеток (к сожалению, всего на нескольких длин волн), сделанные О. А. Тифловой и Т. Й. Кару (1987, 1988), не дают однозначного ответа на поставленный вопрос.

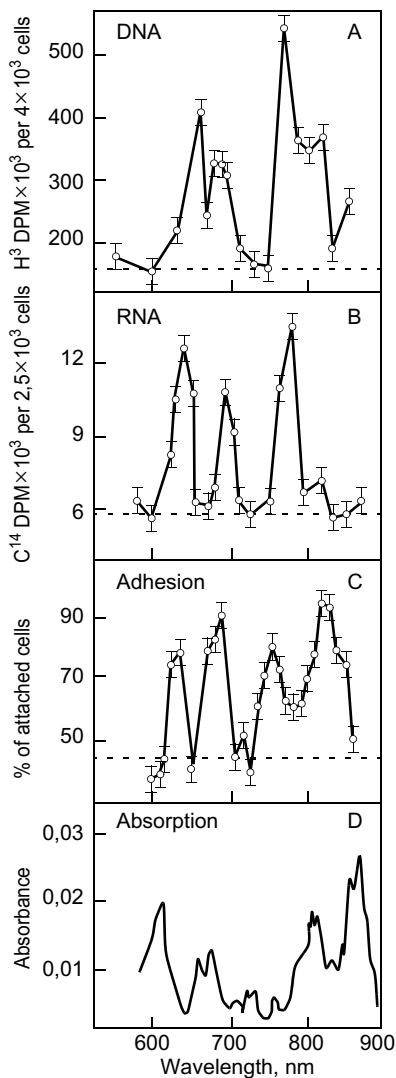


Рис. 1. Спектры действия (зависимость от длины волны лазерного излучения): А — синтез ДНК, В — синтез РНК, С — адгезия, D — спектр поглощения слоя культуры клеток *E. Coli* [Karu T. I., 1986]

Но аналогичных исследований для разных моделей и десятков длин волн НИЛИ было проведено так много, что можно смело утверждать, — **не обнаружено ни одной длины волны**, на которой в той или иной степени не было бы стимулирующего эффекта (разумеется, если происходит сам факт поглощения). Однако никто до нас не соотнес степень выраженности эффекта со степенью поглощения биоткани и последующим развитием *физиологических* процессов (волн повышенной концентрации Ca^{2+}), поскольку все занимались и занимаются совершенно бессмысленным, на наш взгляд, поиском «первичного акцептора», подразумевая фотобиологический эффект. Критике такого подхода мы уделили достаточно много места в упомянутой выше книге, и нет смысла повторяться. Приведем только бессмертные слова Гете, характеризующие как нельзя лучше таких «исследователей» живой природы:

«Живой предмет желая изучить,
Чтоб ясное о нем познатье получить, —
Ученый прежде душу изгоняет,
Затем предмет на части расчленяет
И видит их, да жаль: духовная их связь
Тем временем исчезла, унеслась!»

Немного отвлечемся от темы. Недавно в журнале «Лазерная медицина» была опубликована статья, в которой авторы обнаружили, что эритроциты *in vitro* содержат кислород (кто бы сомневался!) и наблюдается поглощение лазерного излучения на длинах волн, соответствующих спектру поглощения кислорода. Удивили. Если есть кислород, то он просто обязан поглощать, разве может быть по-другому? Но авторы не остановились на данном факте, а провели ничем не обоснованную, абсолютно нелогичную цепочку предполагаемого развития дальнейших реакций. Нам сообщают, что после поглощения кислородом НИЛИ развиваются вторичные процессы и это вызвано: «...колоссальными возмущениями магнитного поля в ближайшем водном окружении, почти в миллионы раз большими, чем может быть достигнуто современной техникой». Никакие измерения при этом, разумеется, не приводятся, и на чем основаны такие заявления совсем не понятно. Более того, эти «магнитные возмущения» по мнению авторов статьи, «запоминаются» мембранами, и передаются от клетки к клетке!

Все бы ничего, мало ли кто и что предполагает. Но выводы для лазерной терапии делаются удивительные, если не сказать больше. Получается, что на других длинах волн, которых нет в данной статье, эффектов не должно наблюдаться. К примеру, лазерные излучатели с длиной волны 0,89 мкм наиболее распространены, но на этой длине волны нет поглощения кислородом, следовательно, и не должно быть клинического эффекта. Практический же опыт тысяч и тысяч врачей не интересует этих «исследователей». Получается, если практика не подтверждает теорию, то тем хуже для...практики. Странная, мягко говоря, позиция. Хотя, заключительная фраза в данной работе объясняет многое, если не все: «Лечение лазером — обоюдоострое оружие думающего и наблюдательного терапевта, и, безусловно, отнесение

его к арсеналу физиотерапии не может быть признано целесообразным». Вот так! Физиотерапевтов авторы данной статьи уже не считают «думающими и наблюдательными», а лазерную терапию вообще не относят к физиотерапии! Комментарии тут излишни.

Приведенный пример показывает, к чему могут привести игнорирование объективной реальности и практического опыта. Любая теория прежде всего должна подтверждаться практикой. Также нам представляется важным поиск ответа на вопрос, а какая, собственно, экспериментальная модель может быть выбрана в качестве конечного БД НИЛИ, для которой справедливы сделанные нами выводы о неспецифичности (отсутствии) спектра действия? Совершенно очевидно, что для исследований *in vitro* это скорость деления клеток, и заживления раны для исследований *in vivo*. «Очевидность» обусловлена фактом законченности этих биологических процессов.

В работе, возможно, сделаны спорные утверждения и предположения, но вопрос столь важен для развития лазерной терапии, что сам факт его вынесения на обсуждение уже достоин внимания. Будем признательны за любую критику нашей позиции по данному вопросу — в споре, а также в достоверных исследованиях и рождается истина!

Оптимизация параметров лазерного излучения (мощности и длины волны) для повышения эффективности внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК)

Москвин С. В.

ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава»,
г. Москва

moskvin@online.ru

В вышедшей в октябре 2006 года книге: Гейниц А. В. и др. «Внутривенное лазерное облучение крови» данная тема не только рассмотрена весьма полно, но впервые нами была представлена и концепция повышения эффективности ВЛОК варьированием мощностью и длиной волны лазерного излучения. Несмотря на то, что данный вопрос по большому счету лишь затрагивался вскользь, реакция как исследователей, так и практических врачей была чрезвычайно активной и благожелательной. Поскольку лазерный терапевтический аппарат «Матрикс-ВЛОК» благодаря уникальной вариативности параметров (длина волны от 0,36 до 0,9 мкм и мощность от 1 до 35 мВт), обеспечивает все необходимые режимы для максимально эффективной работы, то многочисленные его обладатели (количество которых к тому же с каждым днем стремительно растет) справедливо хотят задействовать все потенциальные возможности столь уникального оборудования, но им не хватает теоретической и практической базы. Для восполнения это-

го пробела и предназначена данная статья, которую можно (даже лучше сказать, нужно) воспринимать как приложение к упомянутой выше книге.

Мы показали [Гейниц А. В. и др., 2006], что для обеспечения максимального высокого эффекта ВЛОК необходимо учитывать три основных параметра: длина волны излучения, мощность на конце световода и время воздействия. Поскольку два последних параметра связаны (их произведение является той самой дозой, оптимум которой необходимо обеспечить), то нас интересует в первую очередь мощность излучения для данной длины волны. До недавнего времени вариации параметров в подавляющем большинстве методических рекомендаций были в пределах 1–2 мВт по мощности и 10–20 мин по времени. И все только для одной длины волны лазерного излучения – 0,63 мкм. Действительно, такие параметры наиболее эффективны для большинства заболеваний, что и показали многочисленные исследования.

Однако при некоторых патологических состояниях такие дозы (назовем их стимулирующие) оказались не совсем те, которые необходимы для обеспечения наилучших результатов лечения. Поиск оптимальных доз привел к осознанию необходимости значительного увеличения как мощности, так и времени воздействия. Как нами ранее было показано, это касается заболеваний так называемого тонического типа [Москвин С. В., 2003, 2003⁽¹⁾; Москвин С. В., Буйлин В. А., 2006]. С упомянутым термином, а главное с его сутью, можно ознакомиться в работах В. В. Скупченко (1991), В. В. Скупченко, Е. С. Милюдин (1994), С. В. Москвин, В. А. Буйлин (2006). В книге [Гейниц А. В. и др., 2006] в разделе «Частные методики» по параметрам воздействия можно легко понять, о каких заболеваниях идет речь. Для реализации данных методик необходимо задействовать лазерное излучение мощностью до 15–20 мВт (длина волны 0,63 мкм) совместно с одноразовыми световодами КИВЛ-01 производства научно-исследовательского центра «Матрикс», поскольку они имеют лучшие характеристики по пропусканию лазерного излучения [Патент РФ 2252048 RU]. Такие параметры обеспечивает лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-М к аппарату «Матрикс-ВЛОК».

Из имеющихся данных многочисленных независимых исследований вполне очевидно обнаруживается связь между изменением дозы воздействия (и эффекта!) с разной степенью поглощения компонентами крови и другими тканями НИЛИ лазерного излучения с различной длиной волны. Например, для длины волны лазерного излучения 0,63 мкм оптимальное время стимуляции синтеза ДНК в лимфоцитах составляет 15 мин, а для ультрафиолетовой (УФ) области (254 нм) наиболее оптимальным является время 5 мин, тогда как при воздействии в течение 15–20 мин начинают развиваться деструктивные процессы [Кузьмичева Л. В., 1995].

Для УФ (0,34 мкм) и синей (0,44 мкм) областей спектра оптимальное время (определяемое по максимуму каталазного индекса эритроцитов) составляет 3–5 мин при значительно меньшей мощности, чем для длины волны 0,63 мкм [Байбеков И. М. и др., 1991; Зубкова С. М., 1990; Слинчен-

ко О. И., 1994]. При воздействии в течение этого времени предотвращается трансформация эритроцитов из дискоидной формы в стоматоцитную [Байбеков И. М. и др., 1991]. Близкие параметры для лазерного излучения и в зеленой (0,53 мкм) области спектра [Байбеков И. М. и др., 1996].

Другими словами, эффективная доза напрямую связана с длиной волны излучения, следовательно, и со степенью поглощения. Можно сделать вывод, что для коротковолнового диапазона спектра излучения (УФ, синий и зеленый диапазоны) и мощности излучения на конце световода 0,5–1,0 мВт время воздействия снижается в 2–3 раза по сравнению с длиной волны 0,63 мкм, и может составлять от 3 до 10 минут. Приведем примеры (кроме тех, что уже есть в нашей книге [Гейниц А. В. и др., 2006]) некоторых исследований и практических рекомендаций по использованию в методике ВЛОК разных длин волн и мощностей лазерного излучения.

Л. Я. Лившиц с соавт. (2001) показали возможность достаточно эффективного купирования вертеброгенной поясничной боли за счет включения в лечебный комплекс метода лазерного облучения крови в ультрафиолетовой области спектра (к сожалению, параметры не указаны). Пациенты указывали на существенное уменьшение боли уже к концу сеанса ВЛОК при сохранении эффекта в ближайшие часы и закреплении его при последующих процедурах (всего 7–10). Проведенная терапия привела в среднем к снижению интенсивности боли на 52%, что сопровождалось статистически достоверным снижением максимальной скорости агрегации тромбоцитов, степени их агрегации, времени достижения максимальной степени агрегации кровяных пластинок, степени дезагрегации тромбоцитарных агрегатов, т. е. восстановлению агрегационной способности тромбоцитов.

Е. Н. Николаевский с соавт. (2006) применили при лечении инфекционного эндокардита (ИЭ) внутривенное лазерное (0,63 мкм) и УФ облучение крови, выявив свои особенности при каждом типе воздействия. Применение ВЛОК показано при наличии у больных ИЭ синдрома иммунодефицита, диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови 1–2 стадии, сердечная недостаточность II–III ФК по NYHA. Противопоказаниями к назначению ВЛОК авторы в данном случае считают сердечную недостаточность IV ФК, ДВС-синдром 3–4 стадий, наличие полиорганной недостаточности, других терминальных состояний. Для оценки эффекта ВЛОК целесообразно использовать мониторинг содержания фибриногена, показателей деформируемости и вязкости эритроцитов. У больных затяжным, подострым ИЭ с признаками иммунодефицита, синдромом иммунокомплексных поражений целесообразно применять УФОК.

Противопоказаниями к назначению УФОК является острое течение ИЭ с выраженным инфекционно-токсическим синдромом, наличие полиорганной недостаточности, других терминальных состояний больных. Для оценки эффективности ВЛОК целесообразно использовать мониторинг содержания ЦИК, ФНО- α , ИЛ-1 в крови. Авторы особо отмечают, что консервативная терапия ИЭ должна быть этиотропной, патогенетической, симптоматической. В каждом случае лечение индивидуально, учитывается тя-

жесть состояния больного, возбудитель, фазы развития, вариант течения болезни, объем лечебных мероприятий на предыдущих этапах.

В комплексную терапию больных ревматоидным артритом с анемией аутоиммунного генеза целесообразно включать УФО крови в связи с вероятностью усугубления клинико-лабораторных проявлений анемии при применении иммуносупрессивной терапии [Плазмаферез..., 2000].

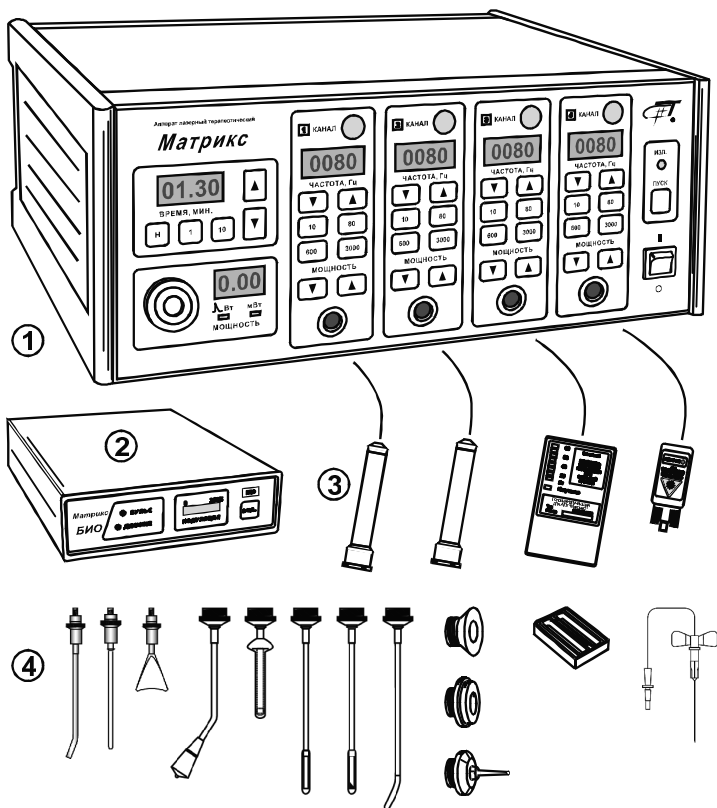
На большом экспериментальном материале доказан иммуномоделирующий и иммунокорректирующий эффект внутривенной лазерной терапии у животных с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ) комбинацией двух длин волн 0,63 и 0,83 мкм [Ступак В. В., 1999]. В зависимости от стадии течения раневого процесса и классификации пролежней использовалась различная длина волны. В стадии инфильтрации мягких тканей с выраженным гнойным отделяемым применялось инфракрасное облучение с длиной волны 830 нм (от 12 до 14 сеансов). После купирования воспалительного процесса в мягких тканях и при поверхностных, эпителизирующихся пролежнях без гнойного отделяемого с вялыми грануляциями использовалось лазерное излучение с длиной волны 630 нм. С целью усиления эпителизации проводились также 1–2 курса местного облучения пролежня матричным излучателем по 12–15 сеансов каждый. Использование данной методики способствовало заживлению поверхностных и глубоких пролежней соответственно в 57 и 30% случаев.

В комплексном лечении больных с вертеброгенной поясничной болью целесообразно использовать как внутривенное лазерное (0,63 мкм) облучение, так и УФО крови (экстракорпорально). Оба вида воздействия приблизительно в равной степени способствуют достижению более выраженного, и в сокращенные сроки анталгического эффекта. При наличии выраженного, труднокупируемого болевого синдрома наиболее эффективным оказалось поочередное, через день воздействие ВЛОК и УФОК [Романенко В. Ю., 2000].

А. В. Бадалян (1998) доказана высокая эффективность УФО крови в комплексном лечении острых экзогенных отравлений. Процедуры проводятся ежедневно, а в наиболее тяжелых случаях 2 раза в день.

Применение внутривенного лазерного (0,63 мкм) облучения крови и УФОК больных среднетяжелой и тяжелой формами вирусного гепатита В оказывает купирующее действие на интоксикационный и холестатический синдромы, а также способствует уменьшению выраженного цитолитического синдрома. Применение указанных методов показано в первую очередь больным с сопутствующей патологией, главным образом с бактериальными осложнениями. Отмечается более высокая эффективность ВЛОК по сравнению с УФОК, что обусловлено, по мнению исследователей, более совершенной методикой проведения (внутривенно) и преимуществами лазерного излучения по сравнению с некогерентными источниками [Кропачев В. Н., 1992].

По мнению Л. С. Свекло (1997), сочетанное и/или комбинированное применение методов ВЛОК с различной длиной волны является альтерна-



- ввод излучения в световоды (ВЛОК, полостные процедуры),
- оптимальное пространственное распределение лазерного излучения,
- достоверный и постоянный контроль параметров воздействия.

Все эти задачи успешно позволяет решать предложенная нами концепция блочного принципа построения АЛТ, в соответствии с которой лазерная терапевтическая аппаратура условно разделяется на четыре совмещаемые части (см. рис.): базовый блок (1), блок внешней модуляции (2), излучающие головки (3), оптические и магнитные насадки (4) [Москвин С. В., 2003].

Базовый блок — основа каждого комплекта, представляет собой блок питания и управления. Основные его функции — задание режимов излучения с обязательным контролем параметров: частоты, времени сеанса, мощности излучения и др. Современные АЛТ, благодаря именно блочному принципу построения, позволяют подобрать наиболее оптимальный лазерный терапевтический комплект под девизом: «Минимальная стоимость — максимальная эффективность!».

Контроль параметров не только страхует от ошибок при выборе исходных значений, но и обеспечивает возможность варьирования режимами воз-

действия в широком диапазоне, что в свою очередь, позволяет специалистам совершенствовать методологию и искать оптимальные варианты лечения.

К базовым блокам подключаются различные излучающие головки с соответствующими насадками. В современных аппаратах обязательно обеспечивается возможность внешней модуляции мощности излучения головок, например, биоритмами пациента.

Наилучшим образом принципы блочного построения возможности такого подхода реализованы в современных моделях АЛТ «Матрикс». Аппараты лазерные терапевтические серии «Матрикс» не только наиболее эффективны, но и удачно сочетаются с другими физиотерапевтическими аппаратами, имеют современный дизайн, позволяющий успешно их применять в самых лучших медицинских центрах.

Кроме того, на основе АЛТ «Матрикс» создаются специализированные высокоэффективные лазерные терапевтические комплексы, которые уже зарекомендовали себя с самой лучшей стороны. Но многообразие головок и насадок может поставить начинающего врача в затруднительное положение, чему отдать предпочтение при подборе комплекта? Постараемся изложить основные принципы и подходы, позволяющие подобрать оптимальный комплект в каждом конкретном случае.

С чего начинается подбор комплекта?

Во-первых, выбрать, нужен 2 или 4-канальный вариант (для АЛТ «Матрикс»). Базовый блок 2-канальный дешевле, портативен, имеет небольшой вес и предпочтителен при существующей необходимости его перемещения. Базовый блок 4-канальный более удобен для стационарного применения. Это касается универсальных аппаратов. Специализированные же имеют свои особенности. Например, у АЛТ «Матрикс-ВЛОК» только один канал, а «Матрикс-Уролог» имеет три канала. Это обусловлено особенностями их применения.

Как выбрать излучающие головки?

В оптимальном комплекте 4 излучающие головки: ЛОЗ (импульсная ИК) — 2 шт., КЛОЗ (непрерывная красная) — 1 шт., МЛ01К (матричная ИК) — 1 шт. Такой комплект позволяет реализовать большинство методик ЛТ, следовательно, максимально повысить эффективность лечения.

Какой из излучающих головок отдать предпочтение?

Импульсные инфракрасные, непрерывные красные — в такой последовательности по убыванию предпочтения. Все головки типа ЛО1-ЛО7, КЛО1-КЛО7, ЛО-532-1 за счет возможности использования с ними различных насадок, наиболее универсальны. Матричные головки МЛ01К могут работать только с магнитной насадкой.

Зачем в базовом блоке 2 канала (как минимум)?

Много эффективных методик при работе с двумя головками одновременно: паравертебрально (с двух сторон позвоночника), на суставы, на очаги поражения большой площади, на сосудистые пучки и др. Поэтому минимально необходимо с базовым блоком иметь лазерные ИК импульсные излучающие

головки ЛОЗ — 2 шт. Импульсная мощность этой головки (не менее 15 Вт) позволяет иметь максимальную вариабельность дозой воздействия.

Зачем нужны магнитные насадки?

Магнитные насадки — специальные постоянные магниты, обеспечивающие более высокую эффективность лечения при сочетанном их применении с лазерным излучением, так называемой магнитолазерной терапии (МЛТ) [Полонский А. К. и др., 1981].

Зачем нужны оптические насадки?

Оптические насадки необходимы для доставки лазерного излучения к очагу поражения с необходимым распределением энергии лазерного луча по площади. В самих названиях насадок определена область их применения: акупунктурные — для акупунктуры (рефлексотерапии), гинекологические — для гинекологии и т. д. Зеркальные насадки ЗН-35 и ЗН-50 необходимы для гигиеничности, защиты, обеспечения стабильности и воспроизводимости процедур.

С головками КЛ-ВЛОК и МС-ВЛОК к аппарату «Матрикс-ВЛОК» используют насадки одноразовые стерильные с иглой типа КИВЛ-01 для проведения процедуры внутривенного облучения крови.

Выводы

Какой минимальный комплект АЛТ?

АЛТ «Матрикс» — 2 канала (базовый блок, без которого не обойтись), импульсные ИК излучающие головки ЛОЗ — 2 шт., зеркальный магнит ЗМ-50 (50 мТл) — 2 шт., зеркальная насадка ЗН-35 — 2 шт. (по количеству головок) и оптические насадки по областям применения.

Какой оптимальный комплект АЛТ?

АЛТ «Матрикс» — 2 или 4 канала, импульсные ИК излучающие головки ЛОЗ — 2 шт., непрерывная головка красного спектра КЛОЗ — 1 шт., матричная ИК лазерная головка МЛ01К, магнитная насадка ММ-50 для МЛ01К, зеркальный магнит ЗМ-50 (50 мТл) — 2 шт., зеркальная насадка ЗН-35 — 3 шт. (по количеству головок), акупунктурная насадка А-3 — 1 шт. и оптические насадки по областям применения.

Для АЛТ «Матрикс-ВЛОК» обычно в состав входит 2 головки, для ВЛОК — КЛ-ВЛОК (или КЛ-ВЛОК-М с повышенной мощностью) и для УФО крови — головка МС-ВЛОК-635. Для АЛТ «Матрикс-Уролог» обязательно в комплект входит вибромагнитолазерная головка ВМЛГ-10, а часто и головка для реализации методики локального лазерного отрицательно-го давления — ЛО-ЛЛОД. В последнем случае необходимо использовать и аппарат для вакуумного массажа «Матрикс-ВМ» со специальными колбами.

Обоснование медико-технических параметров современной аппаратуры для внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК)

Москвин С. В.

ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава»,
г. Москва

moskvin@online.ru

В отличие от других способов воздействия (наружное и внутрисосудистое) для ВЛОК нет необходимости задавать значение площади воздействия и частоты повторения импульсов. Необходимо учитывать только три основных параметра (которые, впрочем, связаны друг с другом): длину волны излучения, мощность на конце световода и время воздействия. Необходимо также соблюдать периодичность проведения процедур (ежедневно или через день) и учитывать состояние организма, тканей и клеток [Зубкова С. М., 1990].

Достаточно давно было высказано предположение, что схожесть, многообразие и очевидная неспецифичность механизмов биологического действия ВЛОК при воздействии различными длинами волн лазерного излучения позволяют выбирать наиболее оптимальный способ воздействия и изучать фундаментальные механизмы этого явления [Гамалея Н. Ф., 1989]. Но только совсем недавно появилась аппаратура, позволяющая варьировать длиной волны излучения и мощностью в широких пределах — это аппарат лазерной терапии «Матрикс-ВЛОК».

В достаточно обстоятельной работе В. И. Карандашова с соавт. (2001), несмотря на попытку авторов рассматривать только специфическое действие света, выходят на поверхность и другие проявления, не связанные с явлениями фоторегуляции, особенно это очевидно в экспериментах с кровью. Анализ представленных авторами данных позволяет сделать два основных вывода: конечный *неспецифический* эффект воздействия света зависит от длины волны падающего света только в смысле различия поглощенной дозы, при этом эффект от действия поляризованного и монохроматического света (т. е. лазерного) в данном случае выше.

Представляется справедливым мнение С. П. Свиридова с соавт. (1989) и И. М. Байбекова с соавт. (1991), что оптимальное время воздействия лучше всего оценивать по максимуму активности каталазы. Для длины волны 0,63 мкм и мощности излучения 1,5–2 мВт это время находится в диапазоне 10–15 мин, а при 30–40 мин воздействия наступают неблагоприятные ультраструктурные изменения мембран эритроцитов, что связано с нарушением процессов ПОЛ [Свиридова и др., 1989]. Позже аналогичные данные были получены для ИК лазерного излучения [Байбеков И. М. и др., 1996]. Для УФ (0,34 мкм) и синей (0,44 мкм) областях спектра оптимальное время (определяемое по максимуму каталазного индекса эритроцитов) составляет 3–5 мин при значительно меньшей плотности мощности

[Байбеков И. М. и др., 1991; Зубкова С. М., 1990]. При воздействии в течение этого времени предотвращается трансформация эритроцитов из дискоидной формы в стоматоцитную [Байбеков И. М. и др., 1991]. Близкие параметры для лазерного излучения в зеленой (0,53 мкм) области спектра [Байбеков И. М. и др., 1996].

Из имеющихся данных многочисленных независимых исследований вполне очевидно обнаруживается связь между изменением дозы воздействия (и эффекта!) с разной степенью поглощения компонентами крови и другими тканями НИЛИ лазерного излучения с различной длиной волны. Это и понятно, чем выше степень поглощения, тем меньше падающей энергии необходимо для активации высвобождения Ca^{2+} , т. е. инициализации кальцийзависимых процессов. Например, для длины волны лазерного излучения 0,63 мкм оптимальное время стимуляции синтеза ДНК в лимфоцитах составляет 15 мин, а для ультрафиолетовой области (254 нм) наиболее оптимальным является время 5 мин, тогда как при воздействии в течение 15–20 мин начинают развиваться деструктивные процессы [Кузьмичева Л. В., 1995]. *Т. е. эффективная доза напрямую связана с длиной волны излучения, следовательно, и степенью поглощения.*

На рис. 1 представлены зависимости поглощения венозной и артериальной крови от длины волны НИЛИ [Jacques S. L., 1998; Wray S. et al., 1988]. Из графика мы видим, что по эффективности (а также величине коэффициента поглощения) имеющийся арсенал излучающих головок для АЛТ «Матрикс» можно условно разделить на 2 группы: длина волны НИЛИ выше 0,63 мкм и менее 0,53 мкм. Этим и определяются различия в мощности излучения и времени экспозиции [Гейниц А. В. и др., 2006]. Можно предположить, что было бы максимально эффективно использовать лазерное излучение с длиной волны около 0,41 мкм, где имеется максимум поглощения. Но такие лазерные диоды пока слишком дороги и недоступны широкому кругу потребителей.

Кроме того, ВЛОК также существенно влияет на механизмы регулирования и поддержания гомеостаза на уровне центральной и вегетативной нервной систем, восстанавливая патологически смещенное состояние нейродинамического генератора в рамках предложенной ранее модели нейродинамической модели патогенеза заболеваний [Москвин С. В., 2003]. По данным Е. П. Коновалова с соавт. (1989), ВЛОК у больных гнойно-септическими осложнениями в течение первых двух сеансов повышает активность парасимпатического отдела ВНС, а при последующих сеансах происходит активизация уже симпатического отдела ВНС. Это также необходимо учитывать как один из факторов лечения.

Эти и многие другие факторы должны учитываться при назначении процедуры, должна присутствовать возможность варьирования параметрами. Общие рекомендации по использованию ВЛОК были сформулированы нами совсем недавно. Они и определяют те параметры, которые должен обеспечивать современный аппарат для ВЛОК.

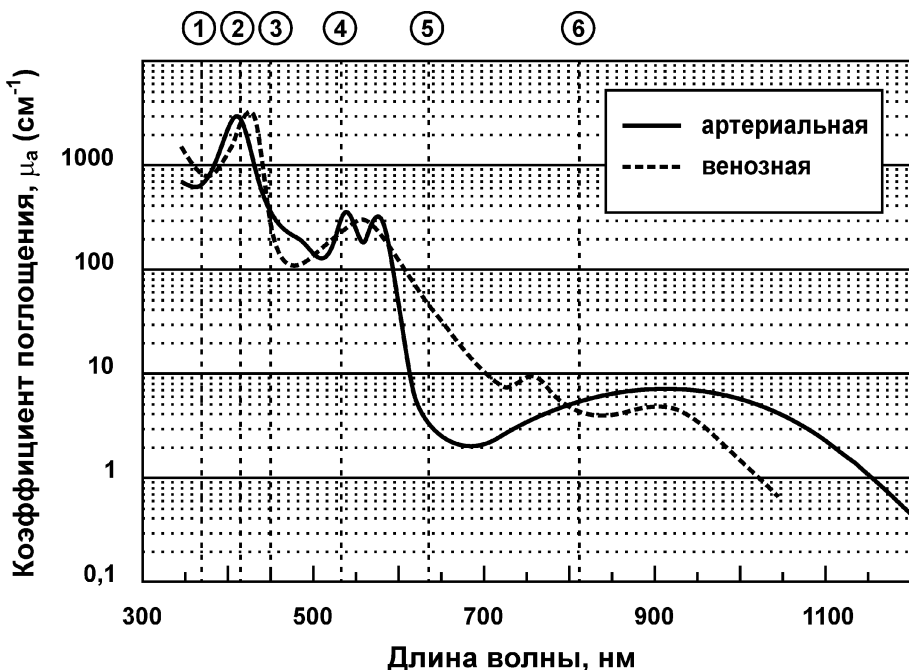


Рис. 1. Спектр поглощения крови [Jacques S. L., 1998; Wray S. et al., 1988]. Вверху номерами обозначены излучающие головки для АЛТ «Матрикс-ВЛОК» с соответствующими длинами волн:

Светодиодные
 1 – МС-ВЛОК-365 ($\lambda = 365$ нм), 3 – МС-ВЛОК-450 ($\lambda = 450$ нм),
 4 – МС-ВЛОК-530 ($\lambda = 530$ нм)

Лазерные
 2 – КЛ-ВЛОК-405 ($\lambda = 405$ нм), 4 – КЛ-ВЛОК-532 ($\lambda = 532$ нм),
 5 – КЛ-ВЛОК ($\lambda = 635$ нм), 6 – КЛ-ВЛОК-808 ($\lambda = 808$ нм)

Общие рекомендации по параметрам ВЛОК [Гейниц А. В. и др., 2006]:

1. Для длины волны излучения 0,63 мкм, мощности излучения на конце световода 1,5–2 мВт время воздействия в большинстве случаев составляет 10–20 мин за сеанс для взрослых и 5–7 мин для детей. Это самая распространенная схема ВЛОК, и если в частных методиках нет дополнительных указаний, то следует руководствоваться этими параметрами. Для ИК излучения при том же времени воздействия мощность увеличивается до 3–5 мВт.

2. Для коротковолнового диапазона спектра излучения (УФ, синий и зеленый диапазоны) и мощности излучения на конце световода 0,5–1,0 мВт время воздействия снижается в 2–3 раза и может составлять от 3 до 10 минут.

3. Параметры ВЛОК могут существенно варьироваться в соответствии с медицинскими показаниями и конкретной методикой. Необходимо пом-

нить основное правило варьирования — сохранения оптимальной дозы воздействия как условно постоянной величины. При увеличении мощности излучения сокращается время воздействия и наоборот (напоминаем, что $\text{доза} = \text{мощность} \times \text{время}$).

4. ВЛОК проводят ежедневно или через день; на курс от 3 до 10 сеансов.

5. При лечении заболеваний тонического типа необходимо использовать лазерные аппараты (или головки к АЛТ «Матрикс-ВЛОК») с повышенной мощностью излучения — до 10–12 мВт для длины волны 0,63 мкм. Время воздействия также может быть увеличено.

6. Рекомендуются применять антиоксиданты как профилактическое средство от последствий возможной передозировки.

Варьирование параметрами НИЛИ (длина волны, мощность и время воздействия) в необходимых пределах обеспечивает пока только АЛТ «Матрикс-ВЛОК». Необходимо также заметить, что если в ультрафиолетовой области раньше проводили практически только экстракорпоральное облучение крови, то теперь появилась возможность использовать внутривенную методику.

Для внутривенного лазерного облучения крови используется узкоспециализированная аппаратура, что обусловлено, во-первых, максимальной универсальностью самого метода, применяемого в самых различных областях медицины с минимальной вариабельностью параметров. Во-вторых, при проведении ВЛОК необходимо выполнять специальные санитарно-гигиенические требования, аналогичные тем, которые предъявляются к процедурным кабинетам.

Долгое время в качестве технического обеспечения ВЛОК успешно применялись гелий-неоновые лазеры (ГНЛ). Однако они дорогие, ненадежные (что связано с естественными механизмами деградации), питаются высоким напряжением (несколько киловольт), имеют большие габариты и массу. В ходе исследований была показана высокая терапевтическая эффективность таких лазеров в кардиологии и других областях медицины [Капустина Г. М. и др., 1996; Марсагишвили Л. и др., 1997].

Однако современные аппараты на основе диодных лазеров — АЛТ «Матрикс-ВЛОК» имеют, по сравнению с аппаратами предыдущего поколения, не только лучшие технические параметры, но и более эффективны благодаря оптимизации длины волны излучения. Известный блочный принцип построения лазерной терапевтической аппаратуры [Москвин С. В., 2003] был впервые в мире реализован научно-исследовательским центром «Матрикс» также и при разработке аппаратуры для ВЛОК. Исключительной особенностью АЛТ «Матрикс-ВЛОК» является возможность выбора длины волны излучения для оптимизации терапевтического воздействия (табл. 1). Аналогов АЛТ «Матрикс-ВЛОК» на сегодняшний день не существует.

Малые габариты и масса АЛТ «Матрикс-ВЛОК», отсутствие необходимости заземления позволяют применять его в определенных случаях непосредственно в палатах для больных с ограниченной подвижностью, или не-

посредственно у пациента дома. Возможность использования аппарата в машине «скорой помощи» принципиально также меняет подход к оказанию экстренной помощи больному.

Технические характеристики АЛТ «Матрикс-ВЛОК»:

Число одновременно работающих каналов	1
Длина волны излучения	определяется типом излучающей головки (см. табл. 1)
Средняя мощность излучения	определяется типом излучающей головки (см. табл. 1)
Таймер	в автоматическом режиме от 1 до 60 мин
Регулировка мощности излучения	от 0 до максимального значения
Масса	1,4 кг
Габариты	275 × 196 × 105 мм

На передней панели АЛТ «Матрикс-ВЛОК» (рис. 2) расположены: разъем для подключения специальных лазерных головок типа КЛ-ВЛОК (рис. 3), выключатель питания, окно фотоприемника, кнопки регулирования мощности излучения, окно индикации мощности излучения, кнопка «Пуск», светодиод индикации работы аппарата, кнопки для выбора времени экспозиции, окно индикации времени работы. При работе аппарата дополнительно обеспечиваются: контроль времени, оставшегося до конца сеанса; световая индикация включения в сеть; звуковая и световая индикация начала и окончания сеанса.

Таблица 1

Лазерные (КЛ) и светодиодные (МС) излучающие головки для АЛТ «Матрикс-ВЛОК» (мощность указана на выходе световода КИВЛ-01 производства НИЦ «Матрикс»)

Тип головки	Цвет	Длина волны, мкм	Мощность, мВт	Тип головки	Цвет	Длина волны, мкм	Мощность, мВт
КЛ-ВЛОК	Красный	0,63	1,5	КЛ-ВЛОК-ИК	ИК	0,808	35
КЛ-ВЛОК-М	Красный	0,63	7	МС-ВЛОК-365	УФ	0,365	1
КЛ-ВЛОК-408	Синий	0,405	1	МС-ВЛОК-450	Синий	0,45	1
КЛ-ВЛОК-532	Зеленый	0,532	1	МС-ВЛОК-530	Зеленый	0,53	1

Многочисленные исследования показывают более высокую эффективность различных длин волн в различных направлениях медицины. Например, А. Б. Глушко (1987) обосновал применение лазеров с несколькими длинами волн (0,335 мкм, 0,441 мкм, 0,534 мкм и 0,633 мкм) для более эффективного лечения гнойных ран. Однако исследования проводились на

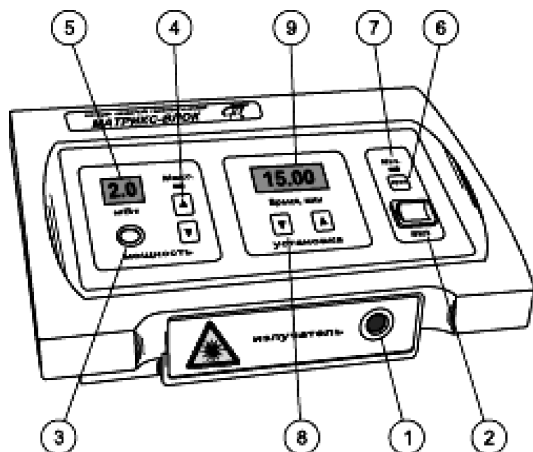


Рис. 2. Аппарат лазерный терапевтический «Матрикс-ВЛОК»:

- 1 – разъем для подключения специализированных излучающих головок;
- 2 – выключатель питания;
- 3 – окно фотоприемника;
- 4 – кнопки регулирования мощности излучения;
- 5 – окно индикации мощности излучения;
- 6 – кнопка «Пуск»;
- 7 – светодиод индикации работы аппарата;
- 8 – кнопки для выбора времени экспозиции;
- 9 – окно индикации времени работы

экспериментальной установке и не нашли тогда широкого распространения из-за отсутствия серийного оборудования, которое уже есть в настоящее время. Используемые тогда газовые лазеры были громоздки, дороги и не надежны. Мы надеемся, что созданные АЛТ «Матрикс-ВЛОК» на основе диодных лазеров в широком спектральном диапазоне позволят расширить применение ВЛОК и повысить эффективность метода.

Как известно, взаимодействие НИЛИ с биотканями носит многофакторный характер. На эти процессы оказывает влияние не только собственно коэффициент поглощения, но и рассеяние, переотражение и др., а для всех биотканей и органов есть свои уникальные особенности [Утц С. Р., 2000; Cheong W.-F., et al., 1990]. Было также показано, что при прохождении кожи теряются важные свойства лазерного излучения – когерентность и поляризованность [Синяков В. С., 1988]. В тоже время известно, если применять световод длиной менее 20 см, то лазерное излучение проходит практически без нарушения своей пространственно-временной организации [Москвин С.В, 2000].

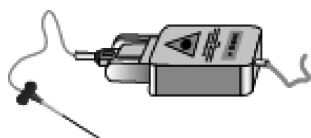
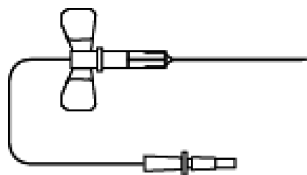


Рис. 3. Специализированные лазерные и светодиодные излучающие головки для ВЛОК

Рис. 4. Одноразовый световод с иглой для ВЛОК [Патент РФ № 2252048 RU]



Таким образом, только при проведении *именно внутривенного* лазерного облучения крови с использованием световодов КИВЛ-01 к АЛТ «Матрикс-ВЛОК» мы воздействуем *непосредственно на кровь именно лазерным излучением*, причем стабильно, с обеспечением максимально эффективного поглощения оптимальной дозы. Такие параметры принципиально невозможно обеспечить при наружном транскутанном методе, поскольку лазерное излучение не только теряет свои «целебные» свойства, но и рассеивается в близлежащих тканях совершенно непредсказуемо, не позволяя с достаточной степенью точности контролировать дозу воздействия, т. е. обеспечить оптимальный эффект. В том числе и этим обусловлена более высокая эффективность именно ВЛОК.

В настоящее время используется прямой ввод излучения в световод от излучающей головки, что позволяет сохранить поляризацию и когерентность лазерного излучения, следовательно, повысить эффективность лечения. Специальные одноразовые стерильные световоды с иглой КИВЛ-01 для проведения ВЛОК (рис. 4) поставляются отдельно по мере необходимости. Срок гарантированной стерильности световодов — 2 года.

К вопросу о травматичности процедуры ВЛОК. Действительно, трудно себе представить, чтобы световод в игле не повреждал стенки сосуда, находясь в нем достаточно долго. Однако, как показали исследования И. М. Байбекова с соавт. (1991), при внутривенном лазерном облучении крови хотя и возникают естественные повреждения эндотелия, но одновременно происходит и быстрое восстановление эндотелиальной выстилки сосуда, как следствие влияния НИЛИ на репаративную способность. Образование тромбов в зонах повреждения при этом не отмечено. Применение современных одноразовых стерильных световодов с иглой, разработанных С. В. Москвиным (Патент РФ № 2252048 RU) и серийно выпускаемых научно-исследовательским центром «Матрикс», делает процедуру ВЛОК максимально комфортной и абсолютно безопасной.

Таким образом, АЛТ «Матрикс-ВЛОК» предоставил уникальную возможность исследовать различные параметры воздействия, отойти от стереотипа, что только длина волны 0,63 мкм и мощность 1,5 мВт может использоваться при проведении ВЛОК. «Матрикс-ВЛОК» позволяет работать в самом широком диапазоне длин волн и мощностей, тем самым максимально расширяя возможности метода.

Самым востребованным на сегодняшний день комплектом является:

— АЛТ «Матрикс-ВЛОК», лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК (длина волны 0,63 мкм, 1,5–2 мВт),

- лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-М с увеличенной мощностью (длина волны 0,63 мкм, 15-20 мВт)
- излучающая головка МС-ВЛОК-365 для УФО крови (длина волны 635-690 нм), мощность 1 мВт).

Такой комплект позволяет реализовать максимально эффективно все методики внутривенного лазерного облучения и УФО крови [Гейниц А. В. и др. «Внутривенное лазерное облучение крови», 2006].

Лазерный физиотерапевтический комплекс «Матрикс-Уролог»

Москвин С. В.

ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава»,
г. Москва, moskvin@online.ru

Максимально комплексный подход к лечению — применение различных длин волн и режимов лазерного излучения, сочетание по возможности всех способов воздействия (накожное, на точки акупунктуры, ВЛОК и т. д.), использование нескольких физиотерапевтических методов, сочетание с лекарственными препаратами и т. д. — залог успешного лечения различных заболеваний [Москвин С. В., 2003]. Основываясь именно на таком подходе к созданию аппаратуры, и был разработан комплекс «Матрикс-Уролог».

Состав комплекса «Матрикс-Уролог»:

- аппарат лазерный терапевтический «Матрикс-Уролог» (базовый блок);
- блок «Матрикс БИО»;
- вибромагнитолазерная головка ВМЛГ10;
- лазерная головка импульсного излучения ЛОЗ (2 шт.);
- лазерная головка непрерывного излучения КЛОЗ;
- комплект специализированных насадок для АЛТ «Уролог»;
- методические рекомендации.

Состав комплекта специализированных насадок для АЛТ «Матрикс-Уролог»:

- проктологическая насадка П-1;
- проктологическая насадка П-2;
- проктологическая насадка П-3;
- уретральная насадка У-1;
- массажер ИР-1;
- насадка зеркальная ЗН-35 (2 шт.);
- насадка акупунктурная А-3 (2 шт.);
- насадки магнитные 25/50 и 50/75 мТл с держателем (комплект КМ-2).

Рекомендуется также в комплекте дополнительно иметь матричную излучающую головку МЛ01К и для нее магнитную насадку ММ-50. Из ча-

стных методик также следует, что практически при всех заболеваниях используется комбинированная лазерная терапия с применением метода внутривенного лазерного облучения крови. Следовательно, необходимо иметь в отделении (лечебном учреждении) еще и аппарат «Матрикс-ВЛОК», желательно с дополнительной, более мощной излучающей головкой КЛ-ВЛОК-М.

Базовый блок АЛТ «Матрикс-Уролог» (рис. 1) имеет дополнительный канал для подключения вибромагнитолазерной головки ВМЛГ10. По этому каналу предусмотрена модуляция лазерного излучения с частотой 10 Гц, регулируются амплитуда и частота вибрации рабочей части.

Вибромагнитолазерная головка комплекса ВМЛГ10 (рис. 2), применяемая для лечения простатита, представляет собой гибкую ректальную насадку, в рабочей части которой находятся два кольцевых магнита с индукцией 25 мТл и рассеиватель лазерного излучения ($\lambda = 0,63 \text{ мкм}$, 10 мВт). Гибкий вывод позволяет осуществлять вибрацию с частотой 1–10 Гц и максимальной амплитудой 5 мм. Двигатель и лазер находятся в корпусе головки.

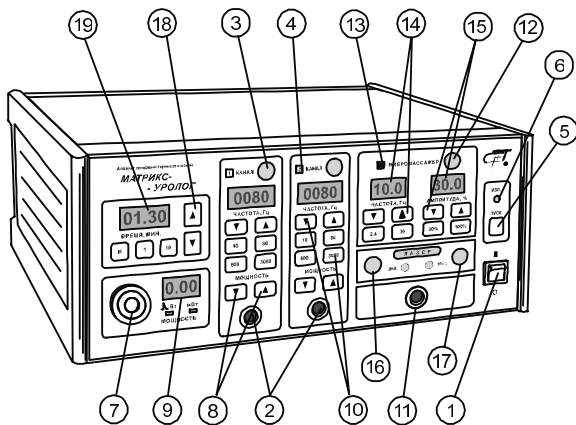


Рис. 1. АЛТ «Матрикс-Уролог» (базовый блок)

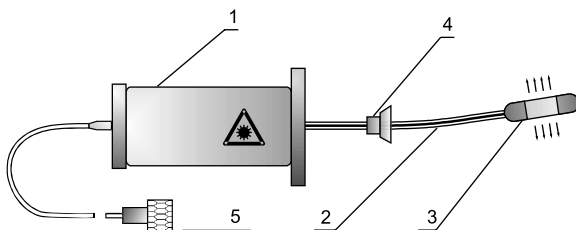


Рис. 2. Специализированная головка для вибромагнитолазерного массажа предстательной железы ВМЛГ10

Аппарат для вакуумного массажа «Матрикс-ВМ»

Аппарат «Матрикс-ВМ» (рис. 3) построен по принципу создания пониженного давления воздуха в специальной банке. Степень отсасывания воздуха (вакуума) регулируется при помощи соответствующих кнопок на передней панели, определяется вакуумметром, установленным в аппарате. Значение степени разряжения контролируется индикатором. Массажная баночка накладывается на определенную часть тела и соединяется шлангом с аппаратом. С помощью вакуумного массажа можно получить легко дозируемую пассивную и активную гиперемия. Стабильность параметров, которые обеспечивает аппарат «Матрикс-ВМ», чрезвычайно важна при реализации метода локального лазерного отрицательного давления (ЛЛОД).

Специалисты по массажу могут также самостоятельно использовать аппарат «Матрикс-ВМ» в спортивном и лечебном массаже как эффективное средство лечения различных травм и заболеваний или при комбинированном массаже.

Технические параметры аппарата «Матрикс-ВМ»:

Диапазон установки значений времени экспозиции (таймер)	10 с ÷ 99 мин
Максимальное разрежение, кПа	50 (±10 %)
Минимальное разрежение, кПа	5 (±20 %)
Электропитание:	
напряжение, В	200 ÷ 240
частота, Гц	50 ÷ 60
Время установления рабочего режима, с	4
Габаритные размеры, мм	275 × 196 × 105
Масса, кг	1,4

Преимущества аппарата для вакуумного массажа «Матрикс-ВМ»:

1. Высокая стабильность работы «Матрикс-ВМ». В аппарате постоянно сохраняется заданное разрежение методом автоматической регулировки

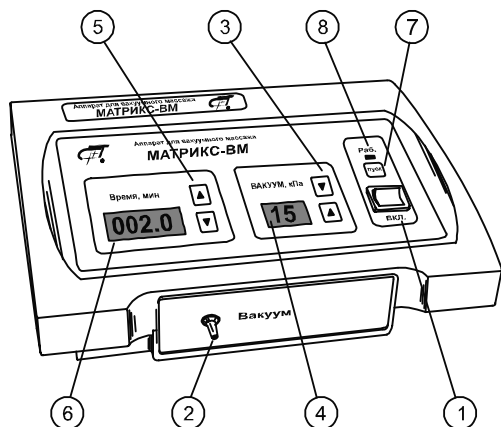


Рис. 3. Аппарат для вакуумного массажа «Матрикс-ВМ»

производительности насоса, даже при изменении плотности прилегания насадки к поверхности тела.

2. В «Матрикс-ВМ» есть защита двигателя. Если в течение 5 секунд после старта не растёт разряжение, то двигатель выключается.

3. В «Матрикс-ВМ» многократно увеличен ресурс двигателя. Мощность, подаваемая на двигатель, меняется в зависимости от заданного разряжения и величины ошибки. Как следствие этого, существенно снижается ток потребления, количество оборотов двигателя и ходов диафрагмы насоса.

4. «Матрикс-ВМ» имеет повышенную надёжность также вследствие отсутствия механических устройств регулировки давления.

5. «Матрикс-ВМ» отличается высокой точностью задания разряжения вследствие электронной калибровки датчика давления при включении.

Комплекс для терапии методом локального лазерного отрицательного давления «Матрикс-ЛЛОД»

В состав комплекса «Матрикс-Уролог» рекомендуется включать дополнительный комплект для лечения больных эректильной дисфункцией методом локального лазерного отрицательного давления — «Матрикс-ЛЛОД» (его также можно подключить к любому базовому блоку АЛТ «Матрикс»).

Комплект «Матрикс-ЛЛОД» содержит:

- аппарат для вакуумного массажа «Матрикс-ВМ»;
- специальную лазерную излучающую головку ЛО-ЛЛОД (матричная, красного спектра излучения, длина волны 0,63 мкм, мощность 70 мВт);
- специальные колбы (2 шт.).

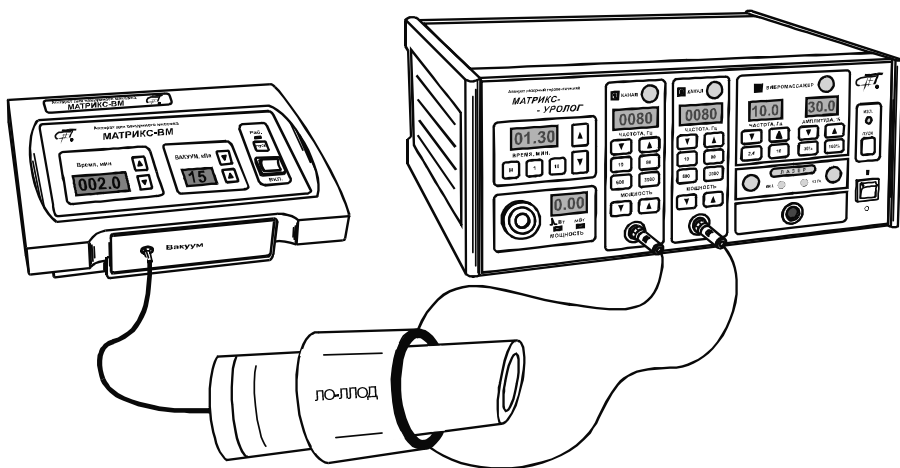


Рис. 4. Подключение банки и излучающей головки ЛО-ЛЛОД

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ В НЕВРОЛОГИИ

Эффективность лазерных матричных излучателей в профилактике ишемических поражений мозга

Кочетков А. В.* , Москвин С. В.** , Космынин А. Г.***

*Кафедра восстановительной медицины ГОЙ ИПК ФМБА России,

** ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины

Росздрава», г. Москва;

***Санаторий «Волжские зори», г. Тольятти

Актуальность: одним из приоритетных направлений восстановительной медицины является профилактика церебральных инсультов (ЦИ) у больных с цереброваскулярными заболеваниями (ЦВЗ). В настоящее время уже разработаны схемы дифференцированного применения фармакологических и ангиохирургических методов, направленных на предотвращение ишемических поражений мозга, в то время как лечебные физические факторы (ЛФФ) применяются ограниченно. Неинвазивные надартериальные воздействия в проекцию магистральных артерий головы (МАГ) низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) оптимизируют функциональное состояние церебральной гемодинамики, метаболизм мозга, сопровождаются развитием долгосрочных эффектов адаптации в функциональных системах гемостаза и микроциркуляции у больных, перенесших ЦИ. Представляется перспективным поиск новых высокоэффективных решений в применении ЛФФ с использованием последних достижений техники,

Таблица 1

Динамика параметров агрегации и реологии крови ($M \pm \delta$)

Параметры гемостаза	1-я группа (до курса/после)	2-я группа (до курса/после)	3-я группа (до курса/после)	p
АгТр, % (индукция АДФ)	64,7 ± 7,2 53,4 ± 8,9	62,1 ± 6,8 45,0 ± 7,2*	67,2 ± 7,4 35,8 ± 8,1**	* – p < 0,05 ** p < 0,01
Спонтанная АгТр (отн. ед.)	1,95 ± 0,04 1,92 ± 0,06	1,97 ± 0,04 1,90 ± 0,07	1,98 ± 0,03 1,84 ± 0,04*	* – p < 0,05
ВЦК, сПз при скорости сдвига: 220сек–1	3,96 ± 0,11 3,87 ± 0,12	3,99 ± 0,12 3,83 ± 0,13	3,98 ± 0,10 3,77 ± 0,11*	* – p < 0,05 ** p < 0,01
20 сек ⁻¹	5,49 ± 0,12 5,33 ± 0,16	5,55 ± 0,11 5,26 ± 0,12*	5,52 ± 0,11 5,02 ± 0,13**	

обеспечивающих иные пространственно-временные параметры подведения НИЛИ.

В связи с этим нами была поставлена **цель исследования**: определить эффективность применения лазерных терапевтических матриц (ЛТМ) и преимущества таких источников излучения при атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатии (АДЭ) в направлении профилактики церебральных ишемий.

Методика лазерной терапии (ЛТ): надартериальная, на проекцию МАГ, проводилась контактно, с помощью аппарата лазерного терапевтического «Матрикс», матричная головка МЛ01К с 10 импульсными инфракрасными лазерными диодами (ЛД), длина волны 0,89 мкм, частота 80–150 Гц, импульсная мощность 45–50 Вт (на 10 ЛД), экспозиция на зону от 2 до 5 мин, на курс 12–15 процедур. Локализация воздействия зависела от клинико-гемодинамических особенностей цереброваскулярной патологии.

Наблюдения проведены у 92 мужчин в возрасте 52–69 лет (средний возраст 62,4 года) с четкими клиническими данными АДЭ II ст. Ведущими в клинической картине заболевания были когнитивные и психоэмоциональные, реже двигательные нарушения. Длительность заболевания оценивалась от 2 до 10 лет. Все больные были выборочно распределены в 3 группы. В 1-й группе (30 чел.)

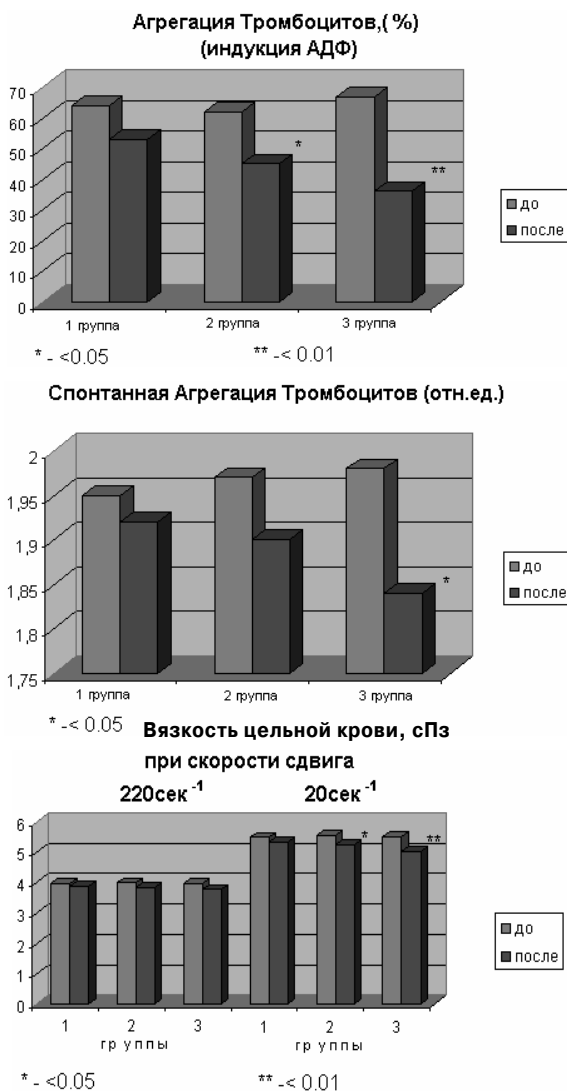


Рис. 1–3. Влияние лазерного излучения на параметры крови *in vivo*

больные получали «базисную программу» — медикаментозную терапию в комплексе с ежедневными занятиями ЛФК, массажем шейно-воротниковой зоны, общими хлоридно-натриевыми ваннами. Одновременно всем больным проводили имитацию ЛТ без включения НИЛИ (плацебо-процедуры). Во 2-й группе (31 чел.) на фоне «базисной программы» проводилась надартериальная ЛТ по ранее разработанной методике с использованием одного лазерного диода. В 3-й группе (31 чел.) на фоне «базисной программы» применили ЛТМ.

Результаты: положительная динамика клинико-неврологических симптомов (уменьшение церебральных явлений, нистагма, атаксии и др.) четко прослеживалась к концу курса у больных в 1-й и 2-й гр. и уже к середине курса в 3-й. Прослеживалась тенденция более быстрого регресса клинических симптомов вертебрально-базилярной недостаточности во 2-й и 3-й группе по сравнению с 1-ой, и в 3-ей группе по сравнению со 2-ой. К концу курса лечения улучшение гемодинамического паттерна выявлено у 8 больных в 1-ой группе, 16 — во 2-й и 29 — в 3-й ($p < 0,05$). Также к концу курса в 3-ей группе более выраженными были позитивные изменения со стороны гемостаза (спонтанная агрегация тромбоцитов) и гемореологии (вязкость цельной крови) (табл. 1, рис. 1–3). В конечном итоге это приводит к достоверно более высокому повышению уровня «качества жизни» как после первого, так и повторных курсов НМЛТ.

Выводы:

1. Полученные данные свидетельствуют о безопасности и высокой эффективности при ряде преимуществ ЛТМ по сравнению со «стандартной» ЛТ у больных АДЭ.
2. АЛТ «Матрикс» зарекомендовал себя как высокоэффективный аппарат, позволяющий реализовывать различные методы ЛТ в широком диапазоне длин волн лазерного излучения.
3. Оптимальными временами воздействия оказались 1,5–2 и 4–5 мин.

Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в терапии цефалгий при хронической гипертонической энцефалопатии

Н. А. Иванова

Смоленская государственная медицинская академия

В структуре сосудистых заболеваний головного мозга в настоящее время большое внимание уделяется хроническим формам. Изучение количественных характеристик мозгового кровотока, метаболизма мозга, результатов компьютерной томографии и исследования церебральной гемодинамики способствовали развитию современных представлений о хронической гипертонической энцефалопатии (ХГЭ). Одним из частых клинических проявлений ХГЭ являются цефалгии.

Отмечено, что при использовании МЛТ сила движений нарастала пропорционально объему движений, что говорит о трофостимулирующем эффекте данной процедуры.

Применение МЛТ и акупунктуры является эффективным, простым и экономичным вариантом реабилитации больных с инсультом в самые ранние сроки от 1 до 7 дней.

Выводы. Применение акупунктуры с использованием одной иглы является эффективным способом в реабилитации больных в ранней стадии инсульта и является одним из факторов формирования рефлекторного механизма при восстановлении нарушенных двигательных функций верхних и нижних конечностей.

Магнитолазерная терапия улучшает трофику и мышечную силу у больных, перенесших инсульт.

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ В ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ

Применение лазерных терапевтических аппаратов серии «Матрикс» в оториноларингологии

Наседкин А. Н.

НИЦ ММА им. И. М. Сеченова, г. Москва

В настоящее время использование излучения различных терапевтических лазеров стало обыденной нормой в процессе лечения всевозможных заболеваний и повреждений уха, горла и носа как у взрослых, так и у детей. Проведенными в этом направлении многочисленными исследованиями экспериментального и клинического плана было показано и клинически доказано, что низкоинтенсивное лазерное излучение в качестве монометода и в комплексе с традиционными методами лечения положительным образом влияет на воспалительные и репаративные процессы у больных с ЛОР заболеваниями [Буйлин В. А., Наседкин А. Н., 2000; Грачев С. В. и др. 1991; Зенгер В. Г. и др., 2001; Крюк А. С. и др., 1986; Курочкин А. А. и др., 1997; Наседкин А. Н., Зенгер В. Г., 2000; Наседкин А. Н. и др., 2000].

Долгое время в отечественной и зарубежной клинической ЛОР-практике в терапевтических целях использовали красное излучение гелий-неоновых лазеров ($\lambda = 0,63$ мкм) и излучение инфракрасного диапазона (невидимое глазом) полупроводниковых лазеров ($\lambda = 0,82-0,95$ мкм) [Зенгер В. Г. и др., 2001; Крюк А. С. и др., 1986; Курочкин А. А. и др., 1997; Наседкин А. Н. и др. 2004; Tuner J., Node L., 1999]. Причем первые излучали исключительно в режиме постоянной генерации, а вторые могли из-

лучать как в постоянном, так и в импульсном режиме. Как правило, терапевтические лазерные установки, работавшие на базе гелий-неоновых лазеров, были громоздкими и весьма маломощными, т. к. излучение на выходе у них измерялось единицами, редко 15–20 мВт. Относительно маломощным было излучение и у первых полупроводниковых лазеров, что заставляло на практике увеличивать время сеанса лазерной терапии до 30–45 минут, чтобы получить необходимую терапевтическую дозу [Наседкин А. Н., Зенгер В. Г., 2000; Наседкин А. Н. и др. 2004; Скобелкин О. К., 1997; Tuner J., Node L., 1999].

Современная лазерная терапевтическая аппаратура отечественного производства по многим параметрам существенно отличается от аппаратов прошлых лет. Собственный многолетний опыт использования различных терапевтических лазеров в клинических условиях на базе ЛОР-отделения МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского (заведующий проф. Зенгер В. Г.) позволяет обратить внимание коллег на серию аппаратов «Матрикс», выпускаемых научно-исследовательским центром «Матрикс» (Москва). Все аппараты этой серии работают на базе диодных лазеров, что делает их компактными, легкими, многофункциональными и надежными в эксплуатации. К тому же диоды позволяют генерировать лазерное излучение различных длин волн (красное, зеленое, синее, ультрафиолетовое, инфракрасное и др.), причем традиционное для лазерной терапии излучение красного диапазона спектра ($\lambda = 0,63–0,65$ мкм) эти лазеры генерируют не только в постоянном, но и в импульсном режиме.

Уникальность же красного импульсного лазерного излучения проявляется в том, что, если сравнивать дозы лазерного воздействия, необходимые для получения стойкого терапевтического эффекта от излучения различных длин волн в режимах импульсной и постоянной генерации, то эффект от импульсного воздействия наступает при дозах меньших на порядки, чем от действия непрерывного излучения. Следовательно, красное импульсное лазерное излучение при прочих равных условиях оказывает терапевтическое воздействие с меньшей энергетической нагрузкой на организм, а это выгодно отличает его от других, что особенно важно в педиатрической практике.

Собственный клинический опыт, результаты которого в принципе согласуются с данными многочисленных исследований других авторов, указывает, что для получения стойкого терапевтического эффекта от воздействия непрерывным лазерным излучением ($\lambda = 0,63$ или $0,8–0,98$ мкм) мощностью 5 мВт минимальная экспозиция должна быть 5 минут. При этом достигается доза в 1,5 Дж, но лучший результат дает время воздействия 10 минут (доза 3 Дж). К тому же полученный эффект закрепляется во времени, если курс лазерной терапии состоит не менее чем из 8–10 сеансов. Что же касается получения подобного клинического эффекта от лазерного воздействия красного импульсного излучения, то по результатам клинического ответа у больных с аналогичной ЛОР патологией схожие данные были получены, если зону воспаления облучали с частотой 80 Гц при мощности 5 Вт в импульсе (время импульса 100 нс) в течение 2 минут. Кли-

нический эффект от такого лазерного воздействия отмечали уже после 2—3 сеансов, а стойкое закрепление эффекта наступало после 4—6 сеансов [Наседкин А. Н. и др., 2000, 2001; Петлев А. А. и др., 2003].

Преимущество аппаратов серии «Матрикс» перед аналогичными аппаратами лазерной терапии состоит еще и в том, что, имея один базовый блок, можно подключать к нему излучающие лазерные головки, генерирующие излучение разных длин волн и режимов излучения (красное, инфракрасное и др. в постоянном или импульсном режиме генерации).

Большое значение в проведении лазерной терапии мы уделяли способам трансляции лазерного излучения. Чаще всего мы облучали непосредственно те участки уха, горла и носа, где отмечали наличие воспаления (небные миндалины, область задней стенки глотки, раневую поверхность после той, или иной операции), используя непосредственно излучающую головку или конъюгировали ее с оптической насадкой, позволяющей транслировать излучение эндоскопически (внутри гортани, носа или барабанной полости). Использовали также проекционные методы лазерного воздействия, когда облучали кожу над местом очага воспаления (переднюю поверхность щеки при гайморитах, сосцевидный отросток или наружный слуховой проход при отитах, переднюю поверхность шеи при ларингитах и т. п.). Нередко комбинировали местное или проекционное воздействие с надвечным (надсосудистым) способом лазерного облучения крови, что способствовало усилению положительного ответа на лазерную терапию.

Лазерная терапия импульсным красным излучением была проведена 61 пациенту (взрослых — 31, детей — 30) с различными заболеваниями уха, горла и носа. Физические параметры излучения для всех больных старались выдерживать в описанных выше пределах, т. е. при частоте 80 Гц одно поле облучали в течение 2 минут. Результаты лазерной терапии импульсным красным излучением сравнивали с таковыми, полученными ранее от воздействия уже традиционными видами лазерного терапевтического излучения, т. е. от воздействия излучением гелий-неонового лазера в постоянном режиме генерации и от воздействия излучением инфракрасного полупроводникового в импульсном режиме.

В зависимости от наличия заболеваний ЛОР органов, по поводу которых была проведена лазерная терапия красным импульсным, все пациенты были разделены на 3 группы.

Первую группу из 32 человек (14 взрослых, 18 детей) составили пациенты с заболеваниями носа. Среди них у 5 взрослых и 11 детей было обострение риносинюита, у 6 детей — острый ринит, у 6 взрослых — вазомоторный ринит и у 4 пациентов (3 взрослых, 1 ребенок) — обострение аллергического ринита. Эффект от проведения лазерной терапии больным первой группы с помощью красного импульсного излучения проявлялся на 1—3 дня раньше, чем от лечения традиционными терапевтическими лазерами. Причем наиболее эффективно лечению поддавались острый ринит у детей и вазомоторный ринит у взрослых. Выраженное клиническое улучшение у этих больных отмечали уже после 2—3 сеансов лазерной терапии.

Во вторую группу (23 пациента) вошли 18 детей и 5 взрослых с заболеваниями лимфоглоточного кольца (аденоидит — 15 детей, хронический тонзиллит — 3 взрослых, 3 ребенка и фарингит — 2 взрослых). Каких либо преимуществ в эффективности лазерной терапии хронического тонзиллита излучением нового лазера в сравнении с традиционными мы не выявили ни у взрослых, ни у детей. Однако у обоих взрослых больных фарингитом характерные для этого заболевания жалобы исчезли уже после 2–3 сеансов воздействия излучением 0,63–0,65 мкм в импульсном режиме. Эффективность же от воздействия излучения традиционных лазеров в подобных случаях проявлялась обычно после 4–6 сеансов. Эффект от лечения аденоидита излучением красного импульсного лазера у всех 15 детей наступал после 5–6 сеансов. Причем во всех случаях лазерное лечение сочетали с местным противовоспалительным, что соответствовало условиям проводимого ранее лечения излучениями традиционных лазеров.

Третью группу составили 6 детей с разными формами острого среднего отита (4 — катаральный, 2 — гнойный). В этой группе наиболее эффективно проявилось анальгезирующее действие красного импульсного излучения. Все дети отмечали снижение или исчезновение боли в ухе уже после первого сеанса. В целом же курс терапии красным импульсным излучением, как и курс лечения традиционными лазерами, способствовал ускорению сроков лечения в комплексе с традиционной противовоспалительной терапией, особенно больных острым гнойным отитом, но явных преимуществ не имел.

В заключении необходимо отметить, что результаты клинического применения лазерного излучения видимого красного диапазона спектра ($\lambda = 0,63\text{--}0,65$ мкм) в импульсном режиме у больных с различными заболеваниями уха, горла и носа указывают на некоторые преимущества этого вида лазерного излучения перед известными и давно применяемыми в терапии.

Оценка эффективности неинвазивного способа воздействия импульсным НИЛИ красного спектра ($\lambda = 0,63\text{--}0,65$ мкм) в оториноларингологии

Петлев А. А.* , Наседкин А. Н.* , Москвин С. В.**

*Сектор клинико-экспериментальных исследований в оториноларингологии НИЦ ММА им. И. М. Сеченова,

**ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава»
moskvin@online.ru

В настоящее время накоплен большой опыт применения лазерной терапии (ЛТ) в разных областях медицины. Многими авторами в большом количестве работ доказана клиническая эффективность ЛТ. В оториноларингологии низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) применяется более 30-ти лет. Традиционно в лечении заболеваний уха, горла и носа

применялось лазерное излучение красного диапазона спектра в непрерывном режиме и инфракрасное (ИК) лазерное излучение в непрерывном и импульсном режимах. Разработано много методик лазерной терапии различных форм ЛОР-патологии, значительно отличающихся друг от друга по количеству сеансов, экспозиции излучения, энергетической нагрузке, методам трансляции излучения, частоте импульсов и др. Считается, что применение НИЛИ в комплексной терапии ЛОР-заболеваний с использованием новейших лазерных терапевтических аппаратов, работающих в различных режимах (например, АЛТ «Матрикс»), позволяет повысить эффективность традиционной терапии.

Было показано, что импульсное НИЛИ более эффективно, чем лазерное излучение в непрерывном режиме, поскольку такое воздействие более физиологично. Сравнительный анализ действия непрерывного и импульсного лазерного излучения приводит исследователей к выводу о большей эффективности в плане биостимулирующего воздействия импульсного лазерного излучения, причем независимо от характера патологического процесса. Это подтверждают клиничко-экспериментальные исследования Э. В. Луцевича с соавт. (1989), А. В. Черкасова с соавт. (1988), М. Г. Каримова и Н. Н. Русева (1990), П. И. Захарова и В. И. Палий (2001), П. И. Толстых (2002) и др.

Клинические исследования также показали высокую терапевтическую эффективность в различных областях медицины не только ИК импульсных лазеров, но и импульсных лазеров красного спектра, с длиной волны 0,63–0,65 мкм [Жуков Б. Н. и др., 1991; Кочетков А. В. и др., 1999; Москвин С. В., 1997; Москвин С. В. и др., 2002; Наседкин А. Н. и др., 2001; Никитин А. В. и др., 2002; Червинец В. М. и др., 1999].

С 1999 г. мы впервые начали применять низкоинтенсивное импульсное лазерное излучение видимого диапазона спектра ($\lambda = 0,63–0,65$ мкм) в оториноларингологии. Нами были поставлены следующие задачи:

1. Обосновать целесообразность применения импульсного НИЛИ красного спектра у взрослых и детей с различными заболеваниями уха, горла и носа как нового способа лазерного терапевтического воздействия.

2. Определить особенности клинического течения заболеваний уха, горла и носа в различных возрастных группах при использовании красного импульсного НИЛИ как самостоятельного способа лечения, так и в сочетании с традиционными методами терапии.

3. Сравнить эффективность воздействия импульсного НИЛИ красного спектра с эффективностью от воздействия другими известными видами НИЛИ.

4. Разработать неинвазивные способы лечения заболеваний и повреждений ЛОР-органов у взрослых и детей с помощью импульсного НИЛИ красного спектра для достижения лучшего клинического результата.

Материалы и методы

Для решения поставленных задач мы провели обследование и лечение 934 больных (взрослых и детей) с заболеваниями и повреждениями ЛОР-органов за период с 1999 по 2006 г. При этом лазерную терапию тремя раз-

Распределение больных, получавших лазерную терапию в комплексе с традиционными способами лечения различных ЛОР-заболеваний по группам в зависимости от пола и возраста

Нозологические формы	Пол	Возраст (лет)					Всего больных	
		1—6	7—11	12—15	16—35	36 и выше		
Заболевания лимфоэпителиального глоточного кольца	М	39	43	17	23	21	143	274
	Ж	30	30	22	33	16	131	
Заболевания носа и придаточных пазух	М	8	16	27	54	46	151	295
	Ж	12	13	23	60	36	144	
Заболевания уха	М	2	2	5	22	13	44	80
	Ж	—	3	4	15	14	36	
Острый и хронический ларингит	М	—	—	—	2	4	6	10
	Ж	—	—	—	2	2	4	
Состояние после травм и операций на ЛОР-органах	М	—	—	—	15	12	27	48
	Ж	—	—	—	14	7	21	
ВСЕГО	М	49	61	49	116	96	371	707
	Ж	42	46	49	124	75	336	
		91	107	98	240	171		

ными видами НИЛИ мы провели в комплексе с традиционными терапевтическими и хирургическими способами лечением различных заболеваний уха, горла и носа у 707 больных (табл. 1).

Как видно из таблицы, наибольшее число больных было с заболеваниями ротоглотки, носа и его придаточных пазух (569 из 707).

Контрольную группу составили 227 больных с аналогичной ЛОР-патологией, которым ЛТ не проводили, но лечение осуществляли исключительно традиционными способами. В контрольной группе было 126 взрослых и 101 больной детского возраста (табл. 2).

Следует отметить, что наибольшее количество детей имело заболевания лимфоэпителиального глоточного кольца (62 из 101), в то время как для взрослых наиболее характерными были заболевания носа и его придаточных пазух (56 из 126).

В зависимости от того, какого вида ЛТ получали все наши больные, все они были разделены на III группы.

Больным I группы ЛТ проводили импульсным НИЛИ красного спектра ($\lambda = 0,63-0,65$ мкм).

Больным II группы ЛТ проводили импульсным НИЛИ ближнего инфракрасного (ИК) диапазона спектра ($\lambda = 0,83-0,91$ мкм).

Распределение больных с различными заболеваниями ЛОР-органов, не получавших лазерную терапию, в зависимости от возраста (контрольная группа)

Нозологические формы	Дети	Взрослые
Заболевания лимфоэпителиального глоточного кольца	62	27
Заболевания носа и придаточных пазух	33	56
Заболевания уха	6	21
Острый и хронический ларингит	—	7
Состояние после травм и операций на ЛОР-органах	—	15
Всего	101	126

Больным **III** группы ЛТ проводили НИЛИ видимого красного диапазона спектра ($\lambda = 0,63-0,65$ мкм) в непрерывном режиме.

В исследование были включены больные, которым ЛТ была проведена полным курсом, при этом мы сочли нужным разделить всех обследованных и прошедших лечение по возрасту, т. е. рассматривать отдельно взрослых и детей (табл. 3 и 4).

Распределение детей по клиническим группам в зависимости от применяемого вида лазерного излучения было проведено аналогично взрослым больным.

Для проведения ЛТ мы использовали терапевтический лазерный аппарат «Матрикс». Управление базовым блоком аппарата позволяет задавать как фиксированные, так и произвольные различные режимы и параметры лазерного излучения с возможностью регулирования мощности от 0 до максимума и установки частоты от 0,5 до 3000 Гц. Применяли три излучающие головки, генерирующие разные виды лазерного излучения. Две импульсные лазерные головки, излучающие в красном (ЛОК1), инфракрасном (ЛО1) диапазонах спектра и лазерная головка, излучающая в непрерывном режиме в красном диапазоне спектра (КЛО2). Характеристики лазерных головок приведены в табл. 5.

При проведении ЛТ применяли дистантную стабильную и дистантную лабильную методики [Москвин С. В., Буйлин В. А., 2006]. При стабильной методике облучали зоны воздействия неподвижным излучателем с расстояния 0,5–1,0 см, при лабильной производили сканирование облучаемой поверхности с расстояния 0,5–1,0 см. Специализированные насадки для лазерных излучающих головок не применяли.

Для выбора разовой дозы лазерного воздействия в непрерывном режиме с использованием излучающей головки КЛО2 применяли схему «золотой середины», предложенную А. Н. Наседкиным и В. Г. Зенгером (2000). Руководствуясь этой схемой, параметры лазерного излучения подбирали таким образом, чтобы доза за 1 сеанс облучения была в пределах 1,0–4,5 Дж/см².

При выборе дозы лазерного излучения в импульсном режиме исходили из того, что эффект импульсного НИЛИ аналогичен эффекту непрерывно-

Распределение взрослых больных с различными заболеваниями уха, горла и носа по группам в зависимости от вида проведенной лазерной терапии

Нозологические формы	Диагноз	I группа	II группа	III группа	Контрольная группа
Заболевания лимфоэпителиального глоточного кольца	Хронический фарингит:				
	1. Гиперпластический	4	5	5	4
	2. Атрофический	7	6	6	5
	Хронический тонзиллит	19	20	21	18
Заболевания носа и придаточных пазух	Острый ринофарингит	8	8	7	12
	Хронический ринит				
	1. Катаральный	3	3	4	5
	2. Атрофический	5	6	4	4
	Вазомоторный ринит				
	1. Нейровегетативная форма	10	7	8	6
	2. Медикаментозный (лекарственнозависимый)	9	9	11	6
Аллергический ринит (круглогодичный и сезонный)	5	6	3	8	
Синуситы (острые и хронические в стадии обострения)	30	21	29	15	
Заболевания уха	Наружный отит	6	5	7	3
	Острый средний отит (катаральный, гнойный)	9	8	6	10
	Экссудативный отит	4	3	4	2
	Обострение хронического среднего отита	5	4	3	6
Заболевания гортани	Острый ларингит	4	3	3	7
Состояние после травм и операций на ЛОР-органах	Перелом костей носа	6	3	4	3
	Послеоперационный период после гайморотомии, тонзилэктомии, увулопалатопластики, вскрытия паратонзиллярного абсцесса, абсцесса носовой перегородки, фурункула носа	14	11	10	12
Всего в группах		148	128	135	126
Всего		537 (411 + 126 контрольная группа)			

Распределение детей с различными заболеваниями уха, горла и носа по группам в зависимости от вида проведенной лазерной терапии

Нозологические формы	Диагноз	I группа	II группа	III группа	Контрольная группа
Заболевания лимфоэпителиального глоточного кольца	Хронический рецидивирующий аденоидит с гипертрофией аденоидных вегетаций 1—3 степени	20	21	22	20
	Аденоидит в сочетании:				
	1. с тугоухитом	21	19	19	17
	2. с синуситом	9	6	7	7
	3. с аллергическим ринитом	2	3	4	3
	4. с хр. тонзиллитом	4	4	3	4
	Хронический тонзиллит	4	3	3	7
Хронический гиперпластический фарингит	2	2	3	4	
Заболевания носа и придаточных пазух	Острый ринофарингит	6	4	6	5
	Хронический гипертрофический ринит	3	2	1	3
	Вазомоторный ринит:				
	1. Нейровегетативная форма	3	3	5	4
	2. Медикаментозный	4	5	4	6
	Аллергический ринит (круглогодичный и сезонный)	6	7	7	5
	Синуситы (острые и хронические в стадии обострения)	12	11	10	10
Заболевания уха	Наружный отит	3	1	2	3
	Острый средний отит (катаральный, гнойный, буллезный)	3	4	3	3
Всего детей в группах		102	95	99	101
Всего детей		397(296 + 101 контроль)			

го НИЛИ при дозах в 100—1000 раз ниже [Москвин С. В., 2003, 2006]. В импульсном режиме лазерного излучения дозы за 1 сеанс облучения составляли от 0,01 до 0,3 Дж/см². Время облучения на одну зону составляло от 30 сек до 4 минут во всех группах в зависимости от заболевания, количества облучаемых зон и возраста пациента. Применяли две частоты следования импульсов — 80 и 150 Гц.

Курс лечения составлял 5—7 ежедневных сеансов ЛТ в импульсном режиме и 8—10 сеансов ЛТ в непрерывном режиме излучения.

В зависимости от заболевания облучали следующие зоны и области:

1. Области скатов носа, причем излучатель располагали так, чтобы излучение попадало через *apertura periformis* на средние и задние отделы полости носа.

Лазерные головки типа ЛО для АЛТ «Матрикс»

Тип излучающей головки	Оптический диапазон	Длина волны, мкм	Режим работы	Мощность излучения
ЛОК1	Красный	$\lambda = 0,63-0,67$	Импульсный, длительность импульса 100 нс	3 Вт
КЛО2	Красный	$\lambda = 0,63-0,67$	Непрерывный	24 мВт
ЛО1	ИК	$\lambda = 0,87-0,91$	Импульсный, длительность импульса 100 нс	5 Вт

2. На крылья носа.
3. Область проекции верхнечелюстных и лобных пазух.
4. С помощью ушной воронки диаметром 6 мм излучение направлялось эндоназально в сагитальном направлении.
5. Через рот на область мягкого неба.
6. Через рот на небные миндалины и на заднюю стенку глотки.
7. При непрямой ларингоскопии на голосовые складки.
8. На переднюю поверхность шеи в проекции гортани.
9. На ушную раковину и околоушную область.
10. На барабанные перепонки через ушную воронку.
11. На поднижнечелюстные и шейные лимфатические узлы.

Результаты и обсуждение

Оценивая и анализируя результаты, мы исходили из того, что по нашему мнению главным критерием оценки целесообразности и эффективности применения ЛТ в лечении больных был и остается клинический ответ в виде положительной динамики со стороны проявлений заболевания и его течения. Сравнительная оценка эффективности лечения больных в группах проводилась по анализу динамики клинических проявлений заболеваний по данным инструментальных методов исследования. Оценивали сроки уменьшения и исчезновения патологических проявлений, восстановление трудоспособности, катамнез.

На первых этапах исследования подбирали оптимальные режимы ЛТ разными видами лазерного излучения в пределах описанных выше доз. Изменяли количество облучаемых зон, время воздействия на зону, меняли частоту излучения (в **I** и **II** группах).

Первые результаты клинических исследований показали, что в **I**, **II**, **III** группах больных положительный эффект комплексного лечения проявлялся значительно раньше чем в контрольной группе, что подтвердили и дальнейшие наши исследования.

При лечении заболеваний лимфаденоидного кольца отмечено следующее:

Аденоидит. Такие симптомы как выделения из носа, кашель, затруднение носового дыхания, храп в **I**, **II**, **III** группах заметно уменьшались уже на

4–5 дни лечения. В контрольной группе аналогичная динамика отмечалась к 7–9 дням. Оценка проводилась по жалобам, данным осмотра, эндоскопического исследования носоглотки, рентгенографии. Совокупно симптомы уменьшались на 30–40%. В контрольной группе улучшение отмечалось на 10–20%. После 10 дня лечения выраженность симптомов аденоидита (остаточный кашель, выделения из носа, храп и затруднение носового дыхания) в **I**, **II**, **III** группах была значительно меньше, чем в контрольной группе. Причем при контрольном эндоскопическом осмотре носоглотки в **I** группе значимые гиперемия и отек аденоидов сохранялись у 7 детей из 31 (которым удалось провести контрольное исследование), во **II** группе у 9 из 28 детей, в **III** группе у 12 из 29, а в контрольной у 24 из 28. Улучшение слуха у детей с тубоотитом отмечали раньше чем в контрольной группе на 5–6 дней.

Острый и обострение хронического фарингита: купирование боли по сравнению с контрольной группой у всех больных **I**, **II**, **III** групп (взр. и дет) отмечалось на 3–5 дней раньше и уже после 1–2 сеансов боль значительно уменьшалась.

Хронический тонзиллит: После проведения комплексного консервативного лечения больных в **I**, **II**, **III** группах достоверно снижалась частота обострений в среднем в 4–5 раз (наблюдения в течение 1–3 лет, периодичность курсов лечения 11–12 месяцев). Субъективно больные отмечали улучшение общего самочувствия, лучшую переносимость переохлаждений, исчезновение симптомов интоксикации на длительный период. В контрольной группе приходилось проводить 2–3 курса в год, при этом количество обострений снижалось незначительно.

Заболевания носа и придаточных пазух:

При лечении отмечено явное положительное воздействие ЛТ. В **I**, **II**, **III** группах положительный эффект наступал на 5–9 дней раньше, чем в контрольной. Причем при лечении острых и обострений хронических синуситов, острых ринофарингитов и особенно вазомоторных ринитов был отмечен более выраженный эффект в **I** группе.

При острых гайморитах в **I** группе на 8–11 день сохранялись минимальные объективные проявления у 2 детей и у 3 взрослых больных (выделения из носа, затруднение носового дыхания). При контрольной пункции гайморовой пазухи у 16 взрослых отделяемого из пазух не получено. По данным контрольных R-грамм (у 17) – выраженная положительная динамика у всех больных. Во **II** и **III** группах симптомы синусита на 8–11 дни сохранялись у 4 и 7 больных соответственно. В контрольной группе у более 2/3 больных симптомы сохранялись (аналогичная динамика через 15–17 дней).

Острый назофарингит. В комплексной терапии улучшение самочувствия и значительное уменьшение выраженности симптомов (боль в горле, выделения из носа, затруднение носового дыхания, общие симптомы интоксикации) у больных **I** группы на 1–3 дня раньше, чем во **II** и **III** группах и на 4–5 дней раньше, чем в контрольной.

Вазомоторный и аллергический ринит. Вазомоторный ринит: стремились проводить монотерапию (ЛТ) в **I**, **II**, **III** группах пациентом с лекарственно зависимой формой вазомоторного ринита. У больных с нейровегетативной формой вазомоторного ринита и особенно аллергического ринита ЛТ как монотерапия была в большинстве случаев малоэффективна, особенно при лечении аллергических ринитов.

Наиболее эффективным оказалось лечение больных в **I** группе. Уже после 1–2 сеанса ЛТ больные отмечали улучшение носового дыхания, уменьшение выделений из носа. После 5–6 сеансов – стойкий эффект при нейровегетативных формах (при условии сопутствующего лекарственного лечения). Во **II**, **III** группах после 6–8 и 1–12 сеансов. При лекарственной форме вазомоторного ринита в **I** группе улучшение носового дыхания после 1–3 сеансов, во **II** и **III** группах после 2–4 и 5–7 сеансов соответственно. Причем в **I** и **II** группах большинство пациентов (12 и 13 соответственно) прекратили применять капли после 2–3 сеансов, а в **III** группе только 6 больных из 15 для достижения эффекта назначали дополнительное лечение.

Острый ларингит: в **I** группе при воздействии на область яремной вырезки и проекцию гортани все пациенты отмечали уменьшение дискомфорта, боли, охриплости и кашля уже после 1-го сеанса ЛТ. В сочетании с лекарственной терапией в виде ингаляций выздоровление наступало 7–10 день. Во **II** и **III** группах эффект наступал на 2–4 дня позже.

Отит. Наружный отит. ЛТ проводилась после тщательного туалета слухового прохода. В **I** и **II** группах выраженный обезболивающий эффект после 1–2 сеансов ЛТ. В **III** группе после 2–3 ежедневных сеансов ЛТ. Уменьшение отека кожи и прекращение выделений на 3–5 день лечения. В контрольной группе уменьшение отека кожи и прекращение боли и выделений отмечали на 4–7 день лечения.

Средний отит (острый катаральный и гнойный, обострение отита). Наиболее эффективно проявилось анальгезирующее действие ЛТ. В **I** группе все больные отметили прекращение или значительное уменьшение болей во время и сразу после сеанса. Во **II** и **III** группах обезболивающий эффект после 1–2 сеансов. Также отмечено ускорение сроков лечения в среднем на 7–14 дней.

Травмы ЛОР органов и послеоперационный период после ЛОР операций. В **I**, **II**, **III** группах отмечено значительное уменьшение болевого синдрома. Более быстрое (на 2–4 дня) уменьшение реактивных послеоперационных проявлений. В процессе работы мы отметили, что эффективность от ЛТ во всех группах могла существенно отличаться (при одинаковых диагнозах). Эти различия прежде всего проявлялись в динамике клинических проявлений (субъективных и объективных) в процессе лечения. Иногда эти различия были достаточно выражены. В **I** группе у 11 больных с острым гайморитом отмечено выздоровление на 7–8 день с выраженным уменьшением болей и выделений из носа после 1–2 сеансов лечения, причем у 6-ти больных антибиотики применялись только местно. У других больных **I** группы выздоровление (или значительное улучшение) – на 9–11 сутки.

При лечении *лекарственно зависимой формы вазомоторного ринита* у части больных был выраженный эффект уже после первых сеансов ЛТ. 5 больных **I** группы, 5 из **II**, и 3 из **III** групп отметили значительное улучшение носового дыхания и без каких либо затруднений прекратили применение сосудосуживающих капель в нос после 1-го сеанса ЛТ. По-разному проявлялось анальгезирующее действие ЛТ у больных разными формами отитов, у больных после операций на ЛОР органах.

В последние годы в печати появились результаты теоретических и экспериментальных исследований, показывающие ведущую роль ионов кальция в запуске первичных механизмов терапевтического действия НИЛИ [Москвин С. В., 2003–2006]. Выявляется интересная закономерность. На рис. 1 представлен график изменения во времени концентрации ионов кальция в одной локальной зоне клетки после облучения НИЛИ [Alexandratou E. et al., 2003]. Обращает на себя внимание тот факт, что максимумы концентрации наблюдаются в промежутки времени 100 и 300 с. Если мы прекращаем воздействие в данное, оптимальное время, то действуем синхронно с волной распространения Ca^{2+} и обеспечиваем максимальное усиление эффекта, как бы синхронизируясь с данным физиологическим ритмом.

Учитывая эти данные, мы дополнительно проанализировали полученные нами результаты и сравнили зависимость эффекта ЛТ от времени воздействия на одно поле. В тех случаях, где время воздействия на одно поле составляло 1,5–2 или 4–5 минут, эффект лечения оказался значительно выше, чем при другой длительности сеанса (при равной дозе), причем эта закономерность в той или иной степени прослеживалась во всех нозологических группах и для всех 3-х примененных нами видов НИЛИ.

В дальнейшем мы стали проводить воздействие только по 2 или 4 мин на поле по стабильной дистантной методике. Для обеспечения оптимальной дозы меняли мощность излучения или частоту (для импульсного режима).

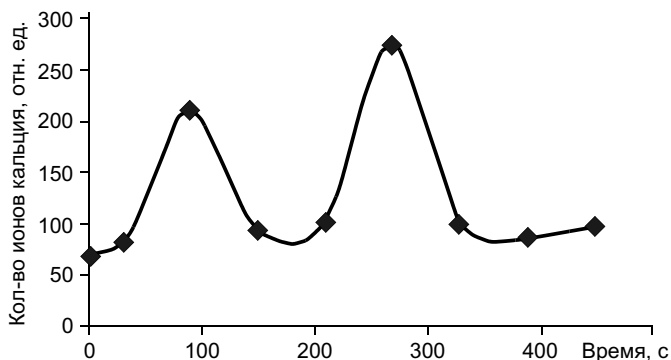


Рис. 1. Изменение концентрации ионов кальция в цитозоле под действием лазерного излучения [Alexandratou E. et al., 2003]

Результаты сравнения лечения острых синуситов, вазомоторного лекарственнозависимого ринита, острого назофарингита и острого ларингита, проведенного по времени воздействия мы имеем еще только предварительные. Однако исходя из уже полученных данных можно говорить о том, что при одинаковой суммарной дозе лазерного облучения эффект лечения выше в случае, если облучение одной зоны составляет 2 или 4–5 минут. Воздействие в течение 30 с, 1, 3, 6 мин и более не так эффективно.

Выводы:

1. При использовании многофункциональных лазерных терапевтических аппаратов серии «Матрикс», которые позволяют работать в широком спектральном и энергетическом диапазоне, достигается максимальная терапевтическая эффективность лечения ЛОР-заболеваний.

2. Импульсное НИЛИ в красном диапазоне спектра ($\lambda = 0,63–0,65$ мкм) более целесообразно применять в лечении ЛОР заболеваний по сравнению с известными режимами, т. к. данное излучение эффективнее других оказывает анальгезирующий и противовоспалительный эффекты. Уменьшается время лечения при более выраженном результате и уменьшенной дозой нагрузки.

3. Разработанные нами неинвазивные способы облучения просты в применении и предпочтительнее перед методиками с использованием специализированного световодного инструмента (насадок). Реализовать такие методики наиболее эффективно позволяет импульсное НИЛИ красного спектра ($\lambda = 0,63–0,65$ мкм).

4. Наибольший эффект в лечении ЛОР заболеваний проявляется при воздействии НИЛИ на одну область по стабильной дистантной методике в течение или 1,5–2, или 4–5 мин, что подтверждает предположение С. В. Москвина (2003–2006) о первичных механизмах ЛТ как о термодинамическом запуске кальцийзависимых процессов.

Сравнительное экспериментально-клиническое исследование эффективности одночастотного и БИО режимов лазерного воздействия при язвенной болезни двенадцатиперстной кишки

Захаров П. И.*, Москвин С. В.**

*Поликлиника № 207 УЗ ЮЗАО Москвы,

**ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава»

Статистические материалы Министерства здравоохранения показывают, что заболеваемость населения России язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки неуклонно возрастает [Здоровье населения..., 2002], что сопровождается увеличением числа осложнений, требующих ургентной помощи [Кузин М. И., 2002]. Существует проблема не столько самого факта заживления язвы, сколько увеличение безрецидивного периода. Рассматривая медицинскую сторону проблемы, следует признать, что предупредительные возможности современных медицинских технологий в данной области далеко не исчерпаны. В частности, в литературе остаются неосвещенными вопросы профилактики обострений и осложнений язвенной болезни двенадцатиперстной кишки (ЯБДК) с помощью многочастотной лазерной терапии, в том числе, в виде предложенного нами ранее режима модуляции «БИО» [Москвин С. В. и др., 1995; Titov M. N. et al, 1994; Zaguskin S. L. et al, 1993].

Анализ исходного материала затруднен большим разнообразием параметров излучения и способов воздействия. Так, с помощью ИК лазеров рубцевание язв достигается с одинаковым успехом при уровнях энергетической экспозиции, различающихся в 25 раз и при общем числе процедур от 2 до 10 сеансов повторяемостью от 1 до 5 раз в неделю [Графчикова Л. В., 1999; Рапопорт С. И. и др., 1999]. Такой разброс значений дозы затрудняет возможность обоснованного выбора оптимальных параметров лазерного воздействия, в связи с этим следует рассматривать и случаи неудач, встречающиеся с частотой 5,6–8,3% [Алексеева Н. В. и др., 1994; Семендяева М. Е. и др., 1990]. Наиболее важным, на наш взгляд, было оценить качество заживления язвенного процесса и, предположительно, связанное с этим время ремиссии.

Как известно [Григорьев П. Я., 1986], способствующим и поддерживающим язвообразование фактором является диффузный воспалительный процесс — хронический активный гастродуоденит, III (тяжелая) степень которого нередко сопровождается множественными эрозиями. Установлено [Байбеков И. М. и др., 1996; Семендяева М. Е. и др., 1990], что в результате воздействия НИЛИ с длиной волны 0,89 мкм заживление язв на фоне

быстрой смены фаз воспаления происходит путем краевой эпителизации или с образованием нежного рубца, не деформирующего стенку органа.

Спектр мнений и взаимоисключающих оценок отдаленных результатов лазерной терапии язвенной болезни весьма широк. С одной стороны, отмечается отсутствие рецидивов даже при 3-летнем наблюдении [Бурцев В. И., Принесликов Л. П., 1997], с другой — до 29,2% рецидивов при 2-летнем катамнезе [Захаров П. И. и др., 1991]. Таким образом, несмотря на значительное число работ, влияние клинических критериев на непосредственные и отдаленные результаты лечения остается до конца не выясненным, а место лазерной терапии в комплексном лечении язвенной болезни по-прежнему нуждается в уточнении.

При анализе данных литературы очевиден значительный разброс клинических данных при варьировании методами воздействия НИЛИ. Обоснование оптимальных режимов — основная задача данной работы. Полагаем, что оптимальным для качества, сроков заживления и длительности ремиссии может стать многочастотное воздействие, синхронизированное ритмами центрального кровотока [Пат. 2117506 RU]. Отметим, что ранее проведенная оценка такого способа воздействия [Рапопорт С. И., Расулов М. И., 1997] носила предварительный характер, и не содержало объективизации результатов.

Наше исследование имеет цели:

- обобщить имеющийся опыт лечения больных ЯБДК и дать сравнительную оценку лечения на динамику клинических синдромов двух методов терапии — медикаментозного (МТ) и лекарственно-лазерного (ЛТ);
- исследовать клиническую эффективность двух способов — одночастотного и многочастотного (режим БИО) лазерного воздействия с применением рандомизации и двойного слепого контроля;
- с целью оптимизации результатов лечения обосновать выбор способа и технических параметров НИЛТ.

Материалы и методы исследования

1. На протяжении 10 лет в амбулаторных условиях медсанчасти крупного промышленного предприятия наблюдали более 900 больных неосложненной формой ЯБДК, включая первичные рецидивы. Наиболее длительным наблюдением было в ЛТ и МТ группах: соответственно 176 и 318 первичных пациентов без учета рецидивов. Каждому больному проведено от 1 до 8 лечебных курсов, состоявших из 8—16 сеансов НИЛТ.

2. Дополнительно проведено сравнение эффективности воздействия, осуществляемого с профилактической целью двух одинаковых по числу пациентов в подгруппах: МТ (36) и ЛТ (36) пациентов. После первичного курса НИЛТ в период ремиссии проведена медикаментозная профилактика по принятым стандартам (подгруппа ЛТ + МТ). Во второй подгруппе первичный курс ЛТ дополнялся профилактическими курсами ЛТ (подгруппа ЛТ + ЛТ). Курсы состояли из 4—6 сеансов, назначаемых при отсутствии обострений на протяжении 2—3 лет с интервалом 3—6 мес. Параметры воздей-

ствия и величина энергетической экспозиции были аналогичны тем, которые применялись в период стихания клинических признаков обострения.

3. В рамках решения основной задачи исследованы 2 подгруппы (каждая по 19 больных). Первая — стандартный, одночастный режим НИЛТ и второй — многочастное воздействие, синхронизированное ритмами центрального кровотока (режим БИО).

Сопоставимость всех подгрупп, пунктов 2 и 3 соответствовало отсутствию статистической достоверности различий по большинству клинических критериев (пол, возраст, длительность анамнеза, размеры язвенных дефектов, наличие эрозивного поражения гастродуоденальных слизистых оболочек и т. д.), а также правилам рандомизированного отбора пациентов.

Для проведения исследований был изготовлен отдельный вариант лазерного терапевтического аппарата, в котором на задней панели тумблером переключался режим воздействия. В одном положении «НИЗ» действительно реализовывался режим БИО, а в положении «ВЕРХ» только имитировался. При этом внешне режимы различить было нельзя — ни врач, проводивший процедуры, ни тем более пациенты не знали, какой из режимов применялся в данный момент, а в протоколах отмечалось только положение тумблера «ВЕРХ» или «НИЗ». Пакет с «ключом» был вскрыт после подведения итогов. Таким образом обеспечивался «двойной слепой контроль» исследований.

По разработанной нами методике [Захаров П. И. и др., 2001] применяли два режима лазерного воздействия — стандартный режим с фиксированной частотой следования импульсов и режим БИО с многочастотной модуляцией ритмами пульса и дыхания пациента, наложенными на модуляцию около 10 Гц. Режимы менялись только при первой из трех нижеследующих методик.

Первая — наружное чрескожное облучение контактно-компрессионным способом по стабильной методике с помощью матричного излучателя МЛ01К с магнитной насадкой ММ-50 на проекции язвы или зоны кожной гипералгезии, отраженной болезненности, импульсная мощность 50–60 Вт, частота 80–1500 Гц, время воздействия 1,5–2 мин на зону.

Вторая. На паравертебральные области T_{VIII}–T_{XII}, две лазерные головки ЛОЗ с зеркальными насадками ЗН-50, импульсная мощность 5–7 Вт, 1–1,5 мин на зону.

Третья методика. При сопутствующих заболеваниях, требующих системного воздействия (ИБС, хронический панкреатит и др.), лазерную физиотерапию дополняли наружным лазерным облучением крови (НЛОК). На проекцию кубитальной вены, матричный излучатель МЛ01К, импульсная мощность 50–60 Вт, частота 80 Гц, 5 мин, базисный курс составлял 8–10 процедур.

Результаты и обсуждение

Особенно интересным оказались исследования режима «БИО». Результаты лечения каждым из методов представлены в табл. 1. К числу оптимальных клинических эффектов отнесены: купирование болевого синдро-

Сравнительные данные о частоте рецидивов при лечении различными методами

Срок наблюдения	Частота рецидивов в %, группы	
	МТ (n = 649)	ЛТ (n = 249)
0—3 мес	5,7	1,2
3—12 мес	31,6	23,4
2-й год	42,5	30,4
3-й год	22,1	26,5
4-й год	25,5	16,7
5-й год	16,9	15,1
6-й год	29,2	17,6
7-й год	26,3	7,7
8-й год	26,7	0
9-й год	22,2	0
10-й год	33,3	0

ма в срок до 3 дней, полное заживление язвы к контрольному сроку до 4 недель, заживление язвы путем краевой эпителизации без образования грубого рубца, эпителизация сопутствующих эрозий луковицы, отсутствие рецидива язвы при последующем наблюдении и удлинение безрецидивного периода.

Выявлены следующие преимущества сочетанного (ЛТ) лечения перед медикаментозной терапией (МТ) в отношении влияния на интенсивность язвенного болевого синдрома, частоту и качество заживления язв, возникновения рецидивов. Оптимальный результат — ликвидация болей в течение 1—3 дней — достигнут у 66,8% группы ЛТ и только у 26% больных группы МТ. Быстрое купирование болевого синдрома приближает наступление клинической ремиссии, благоприятствуя репарации дефектов слизистой оболочки. Так, полное заживление язв за 2-х недельный срок достигнуто у 75% группы ЛТ, в которой преобладали больные с купированным в срок до 3-х дней болевым синдромом. В группе МТ аналогичный показатель — только 44%.

При 3-х недельном контроле соответствующие показатели составили 85,9% и 73,2%. Параллельно отмечено снижение интенсивности диффузного воспалительного процесса, эпителизация эрозий желудка и 12-перстной кишки, полное заживление язв путем краевой эпителизации без образования грубого рубца. Последнее обстоятельство, как мы убеждены, играет ключевую роль в удлинении «светлого», безрецидивного промежутка.

Сравнительные данные о частоте рецидивов в зависимости от метода лечения дуоденальной язвы свидетельствуют (табл. 1) о постепенном урежении числа обострений в основной группе (ЛТ) и противоположной тенденции в контрольной группе (МТ) с высокой достоверностью различий в сроки от 0—3 месяцев до 3 лет. К концу срока наблюдения частота безре-

цидивного течения ЯБДК достигает 66,7% в группе МТ и 100% в группе ЛТ (табл. 1).

У 72 больных ЯБДК, разделенных на две равные подгруппы, после первичного лечебного курса НИЛТ исследовано влияние профилактических курсов на частоту рецидивов и длительность «светлого» промежутка. В 1-ой подгруппе первичный курс лекарственно-лазерной терапии больных дополнялся профилактическими курсами лазеротерапии. Данные курсы, состоящие из 4–6 сеансов НИЛТ, назначались на протяжении 2–3 лет с интервалом 3–6 месяцев. Параметры воздействия и величина энергетической экспозиции были аналогичны тем, которые применялись в период стихания клинических признаков обострения при лечебных курсах. Во 2-ой подгруппе больным в период ремиссии осуществлялась медикаментозная профилактика по общепринятым критериям. Итоги данного фрагмента работы приведены в табл. 2. Из представленного материала видны преимущества лазеропрофилактики в отношении всех показателей, характеризующих отдаленные результаты лечения.

Показательные сравнительные данные в отношении стандартного и БИО режимов, параметры которых оказывают решающее значение в достижении оптимальных клинических эффектов. Результаты представлены в табл. 3.

Обращает внимание, что частота оптимальных эффектов, достигаемых при ЛТ с помощью режима БИО, превышает в подавляющем большинстве случаев соответствующие показатели при одночастотном способе лазерно-

Таблица 2

Результаты лазеропрофилактики при ЯБДК

Клинический показатель	Профилактика с помощью НИЛТ	
	проводилась (n = 36)	не проводилась (n = 36)
Развитие рецидива	18 (50 %)	31 (86,1 %)
Межрецидивный промежуток (мес)	28,0 ± 3,1	14,8 ± 1,4
Безрецидивный период (мес)	42,4 ± 4,3	30,1 ± 3,9
Отсутствие осложнений	34 (94,4 %)	30 (83,3 %)

Таблица 3

Сравнительные данные лазеротерапии ЯБДК в двух режимах

Оптимальный клинический эффект	Стандартный (n = 19)	«БИО» (n = 19)
Купирование болевого синдрома	15 (78,9 %)	17 (89,5 %)
Заживление язвы (всего)	18 (94,7 %)	17 (89,5 %)
из них путем эпителизации	9 из 18 (50 %)	13 из 17 (76,5 %)
Эпителизация эрозий	3 из 7 (42,8 %)	5 из 6 (83,3 %)
Отсутствие рецидива	10 (52,6 %)	14 (73,7 %)
Безрецидивный период (мес)	34,0 ± 3,3	35,2 ± 3,1

го воздействия. Исключение составляет общее число больных с полностью зажившей язвой, хотя различие в пользу стандартного способа статистически недостоверно. В тоже время такой оптимальный эффект как эпителизация эрозий с высокой степенью достоверности достигается чаще именно при многочастотном воздействии. Данное обстоятельство, по нашему мнению, свидетельствует об «опережающем» воздействии данного режима в отношении диффузного воспалительного процесса. Для подтверждения такой точки зрения требуются дальнейшие клинические, инструментальные и лабораторные исследования.

Приведенные данные свидетельствуют о преимуществе биоуправляемого режима ЛТ в достижении обезболивающего эффекта при обострении ЯБДК в кратчайшие сроки, а также о высоких показателях полноты заживления язв в обеих группах. Полное и качественное заживление язв, как правило, исключает ранние (до 3 мес.) рецидивы, которых при ЛТ в режиме БИО не отмечено. При стандартном режиме ранние рецидивы возникли у 2 больных.

Наиболее благоприятная в функциональном отношении форма заживления язвенных и эрозивных дефектов — эпителизация — значительно эффективнее достигается также при работе в режиме БИО, что сопровождается более быстрым снижением активности диффузного воспалительного процесса. Несомненное преимущество данного режима ЛТ — повышение стабильности и долговременности лечебного эффекта, что подтверждают данные о возможности безрецидивного течения заболевания у большей части больных — 73,7% наблюдений. Соответствующий показатель при лазерной терапии в рамках стандартного режима составляет лишь 52,6%. Длительность безрецидивного периода в обеих группах достигает 35 месяцев. При рецидивирующем течении заболевания «светлый» межрецидивный промежуток в основной группе равен $19,2 \pm 3,3$ мес., а в контрольной группе только $12,4 \pm 2,3$ мес.

Проведение профилактических сеансов лазерной терапии в наиболее вероятные периоды обострения (весна—осень) практически исключают вероятность рецидива ЯБДК, что косвенно подтверждает предположение о связи процессов регулирования кальциевого гомеостаза с эндогенными и экзогенными биологическими ритмами.

Было выявлено, что в режиме БИО средняя мощность излучения вследствие многочастотной модуляции снижается в несколько раз. Для того чтобы сохранить оптимальную дозу лазерного воздействия, необходимо или увеличить среднюю мощность излучения (например, за счет увеличения частоты повторения импульсов для импульсного режима), или время воздействия.

Выводы

1. Включение в лечебную программу НИЛТ при ЯБДК значительно оптимизирует как непосредственные, так и отдаленные результаты. Так, при 2-х недельном сроке контрольного исследования полное заживление язвы

Список сокращений

АДЭ — атеросклеротическая дисциркуляторная энцефалопатия
АЛТ — аппарат лазерной терапии
БАТ — биологические активные точки
БД — биологическое действие
ВЗПМ — воспалительные заболевания придатков матки
ВЛОК — внутривенное лазерное облучение крови
ВМ — вакуумный массаж
ВФР — внутренний фоторегистратор
ГЛПС — геморрагическая лихорадка с почечным синдромом
ИК — инфракрасный
ИКЛИ — инфракрасное лазерное излучение
ИЭ — инфекционный эндокардит
К. о. — коэффициент отражения
КВЧ — крайневысокочастотное излучение
ЛЛОД — локальное лазерное отрицательное давление
ЛОК — лазерное облучение крови
ЛТ — лазерная терапия
ЛТМ — лазерная терапевтическая матрица
ЛФФ — лечебные физические факторы
МАГ — магистральные артерии головы
МИЛ — магнито-инфракрасно-лазерный
МЛТ — магнито-лазерная терапия
МТ — медикаментозная терапия
НИЛТ — низкоинтенсивная лазерная терапия
НИЛИ — низкоинтенсивное лазерное излучение
НЛОК — надвенное лазерное облучение крови
НФР — наружный фоторегистратор
О. е. — относительная единица
ПМП — постоянное магнитное поле
ПСМТ — позвоночная спинномозговая травма
УФОК — ультрафиолетовое лазерное облучение крови
ФДТ — фотодинамическая терапия
ЦВЗ — цереброваскулярные заболевания
ЦИ — церебральный инсульт
ЯБДК — язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки