

# **НАДВЕННАЯ ЛАЗЕРОМАГНИТНАЯ ФОТОГЕМОТЕРАПИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ**

*Ляндрес И.Г., Мостовников А.В.*

НТЦ «Лэнт» БелОМО, Минск

ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного  
образования», Минск

Институт физики НАНБ им. Б.И. Степанова, Минск

ПК «Люзар», Минск

В современной фототерапии используются различные источники света: широкополосные лампы с фильтрами, излучающие в отдельных областях видимого оптического диапазона, лазерные и светодиодные источники. Несмотря на все более широкое использование светодиодов в фототерапии, лазерные источники света, благодаря своим физическим свойствам, остаются вне конкуренции по своей лечебной эффективности.

Всесторонней характеристике эффективности лазерной терапии и ее сочетаний с другими лечебными факторами посвящены сотни работ, в том числе отечественных авторов.

Результатом взаимодействия лазерного светового потока с биотканями является абсорбция ими энергии лазерного излучения.

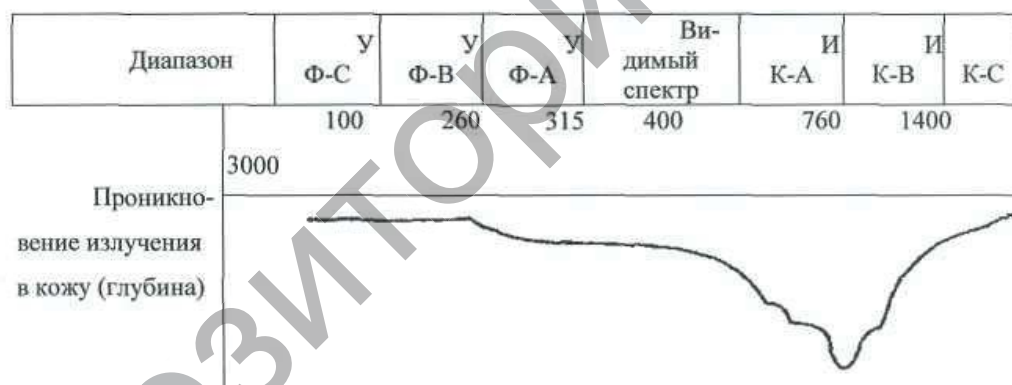
Фотофизические процессы, определяющие биологическую активность и лечебное действие низкоинтенсивного лазерного излучения, продолжают оставаться предметом углубленных исследований. Существует ряд гипотез. Общепризнанным является положение о том, что наиболее чувствительными к действию различных физических и химических факторов являются молекулы белков-ферментов и клеточной мембраны.

Реализация лечебного действия низкоинтенсивного лазерного излучения осуществляется путем влияния на различные системы организма и, прежде всего, на стимуляцию микроциркуляции, которая носит локальный (при воздействии лазерного излучения на определенные зоны или проекции органов) или генерализованный (внутривенная или надвенная лазеромагнитная фототерапия).

Биоткани являются анизотропной средой, в которой различные ее компоненты обладают разной абсорбционной способностью. Например, меланин и гемоглобин в значительной мере абсорбируют видимый свет, особенно в желто-зеленом диапазоне (селективное поглощение). В биотканях имеется большое число эндогенных фотосенсибилизаторов: гиперицин, порфирины, билирубин и его продукты, флавины и т.д., существенно влияющие на процесс поглощения.

Отражение лазерной энергии от поверхности тканей зависит от ее свойств. Кожа детей отражает больше, чем кожа взрослого человека, особенно в пожилом возрасте. Это следует учитывать при проведении надвенозной фотогемотерапии, оптимизируя время процедуры.

Проникающая способность лазерного излучения в ткани зависит в большой мере от процентного содержания жидкости, длины волны, интенсивности светового потока, плотности мощности.



**Рисунок 1** - Фотофизиологические спектральные диапазоны, разработанные Международной комиссией по люминесценции

Излучение в красном диапазоне спектра, которое используется при надвенозном облучении, проникает в ткани через кожу на несколько мм. Это же касается и синего диапазона спектра (при соответствующей мощности). Использование метода пресии позволяет уменьшить отражение от поверхности кожи, расстояние до патологического очага в тканях, а также частично вытеснить кровь из капилляров по периферии зоны воздействия.

Исследования многих авторов показали усиленную васкуляризацию участков биотканей, облученных низкоэнергетическими лазерами. Эта специфическая лазерная реакция зарегистрирована с помощью электронной микроскопии и ангиографии. Она зависит от длины волны.

Экспериментальные и клинические данные свидетельствуют, что энергия квантов красного света близка к энергетическому уровню, на котором работает живой организм.

Чувствительность микрососудов к свету известна еще со времени работ А. Крога (A. Krogh, 1922-1925), который, проводя биомикроскопические наблюдения за капиллярами в ретролингвальной мембране у лягушки, отмечал усиление в них кровотока под действием видимого света. Р.С. Сонина, В.М. Ханютин (1984) также наблюдали изменения микроциркуляции под действием видимого света. При этом свет подавляет тонус гладких миоцитов в стенке микрососудов и снижает их реактивность.

В механизме биостимулирующего влияния низкоинтенсивного лазерного излучения красного диапазона спектра на микроциркуляцию лежат два процесса: собственно активация гемо-микроциркуляции за счет увеличения локального кровенаполнения облучаемой области, которая протекает по механизмам срочной адаптации, и более пролонгированный процесс за счет стимуляции новообразования капилляров, который в полной мере может быть отнесен к механизмам долговременной адаптации системы микроциркуляции, запускаемым под действием лазерного излучения.

При внутривенной и надвенозной лазерной фототерапии реакция капиллярной системы носит генерализованный характер.

Например, исследования влияния лазерного излучения на коронарные сосуды проводились у животных с экспериментально вызванным инфарктом миокарда. Перевязывалась передняя межжелудочная артерия у места отхождения огибающей ветви. Выживаемость животных составила: 75% - при предварительном внутривенном облучении крови в течение 30 мин, 76% - при внутривенном облучении крови до развития инфаркта миокарда и после развития его, 82% - при внутривенном облучении крови через 2 ч после его развития. Без лазеротерапии смертность у

животных составила от 97% до 100%. Животные погибали, как правило, от фибрилляции желудочков (Е.Н. Мешалкин, В.С. Сергиевский, 1982).

Получены данные о стимуляции неоваскулогенеза при лазеротерапии с плотностью мощности  $0,10 - 100 \text{ мВт/см}^2$  и дробным облучением до 10-15 процедур (А.Р. Евстигнеев, 1988).

Показано положительное влияние лазерного излучения при инфаркте миокарда (В.С. Сергиевский, В.А. Байков, Н.П. Гладышева, 1987; А.Я. Захаренко, П.Г. Швальб, М.И. Катаев, А.А. Сигаев, В.П. Казначеев, К.В. Попов, А.Д. Куимов, В.Ю. Куликов, 1988).

Отмечено уменьшение зоны ишемии, улучшение микроциркуляции, купирование аритмий, повышение утилизации кислорода тканями и стабилизация вязко-эластических свойств мембраны эритроцитов (В.П. Казначеев и др., 1988).

Как показывают биомикроскопические наблюдения, реакция микрососудов на рефлекторное лазерное воздействие отличается индивидуальной изменчивостью и существенно зависит от исходного состояния микроциркуляции и тонуса микрососудов.

Можно выделить две группы пациентов: первую - дающую дилатационную реакцию, и вторую - первоначально дающую констрикторную реакцию, которая затем сменяется расширением микрососудов. У большинства обследованных больных, имеющих исходно повышенный тонус, запустение части капиллярного русла, явления застоя в поскапиллярных веноулярных сосудах и внутрисосудистой агрегации эритроцитов регистрируются на 1-3-й минуте; выражена дилататорная реакция, сопровождающаяся активизацией капиллярного кровотока.

Надвенная магнитолазерная терапия у больных ишемической болезнью сердца: снижает уровень общего холестерина, триацилглицеридов, холестерина липопротеинов низкой и очень низкой плотности и повышает уровень холестерина липопротеидов высокой плотности; повышает антикоагуляционный потенциал крови; улучшает показатели велоэргометрии и реоэнцефалографии, уменьшает (по данным холтеровского мониторирования) число эпизодов ишемии

миокарда в сутки в 3 раза ( $p < 0,01$ ), а общего числа регистрируемых экстрасистол 4,3 раза ( $p < 0,05$ ) (В.Н. Филипович, 2007 г.).

Влияние лазерного излучения на иммунитет носит иммуномодулирующий характер, как по количественным, так и функциональным параметрам и зависит от его исходного состояния и способа воздействия.

Общеизвестно противовоспалительное, анальгезирующее и другие биостимулирующие эффекты лазерного излучения, которые общеизвестны.

Наиболее значимым лечебным действием обладает внутривенная лазерная фототерапия. Отработаны параметры лазерного воздействия этим методом: длина волны лазерного излучения – 670 нм (красный диапазон оптического спектра), мощность на конце световолокна 1-2 мВт, максимальное время процедуры – 30 мин, число процедур – от 5 до 10.

Определены показания к использованию этого метода как в терапии, так и в хирургии. В ряде лечебных учреждений республики он применяется в течение длительного периода.

В то же время расширение применения этого метода сдерживалось отсутствием процедурных кабинетов в отделениях физиотерапии. В связи с этим в начале 2000 годов начала использоваться альтернативная методика - надвенная лазеромагнитная фототерапия.

Этому способствовала разработка отечественных полупроводниковых лазеров – «Люзар-МП» и «Родник-1».

В аппаратах имеются выносные излучатели с магнитной насадкой, один из них работает на длине волны 670 нм (красный диапазон оптического спектра). В комплект аппаратов входит манжета с гильзой позволяющая закреплять излучатель в вертикальном положении на предплечье над кубитальной веной.

Поскольку все параметры внутривенного метода к настоящему времени приобрели общепризнанный характер, они начали применяться и для надвенной технологии с коррекцией на используемую мощность лазерного излучения.

С помощью аппарата «Люзар-МП» проводится надвенное облучение лазером с длиной волны 670 нм. Наличие светодиодного излучателя в синем диапазоне спектра у аппарата

«Родник-1» позволяет проводить процедуру путем сочетания воздействия синим и красным светом.

При проведении надвенозной лазеромагнитной фототерапии следует учитывать следующие положения:

- Стандартом является использование излучения в красном диапазоне спектра (как и при внутривенной методике).

- Мощность излучения, согласно современным данным, должна составлять 20-25 мВт с учетом потерь на отражение от поверхности кожи, рассеяние и обратное отражение в тканях и поглощенной дозы (ранее считалась достаточной мощность около 10 мВт. Кубитальная вена должна иметь стволовой тип строения).

- Все параметры времени экспозиции, числа процедур, повторяемость курсов аналогична внутривенной методике.

- Давление на стенку вены должно быть умеренным, чтобы не сузить ее просвет.

- Эффективность надвенозного способа облучения не изучена при ряде хирургических заболеваний (ожоговая болезнь, сепсис и т.д.).

Лазеромагнитная фототерапия в системе реабилитационных мероприятий показана при следующих заболеваниях: ишемическая болезнь сердца; артериальная гипертензия; нейроциркуляторная дистония; последствия ишемического инсульта; облитерирующие заболевания сосудов нижних конечностей; хронические обструктивные болезни легких; заболевания сопровождающиеся аллергией; герпетическая инфекция; заболевания опорно-двигательного аппарата.

Надвенозная лазеромагнитная фототерапия может использоваться в двух вариантах: самостоятельно и в комбинации с наружной лазеромагнитной фототерапией.

В настоящее время в НПК «Люзар» создан опытный образец максимально портативного малобюджетного специализированного аппарата для надвенозного облучения крови «Анок-670», который будет доступен лечебным учреждениям любого уровня. В ближайшее время начнутся технические и клинические испытания прибора.

Внешний вид аппарата показан на рис. 2.

Благодаря высокой мощности излучения, он может быть использован и для наружного воздействия.



Рисунок 2 - Аппарат «АНОК-670»

Конструктивно аппарат АФТ «АНОК-650» выполнен так, чтобы обеспечить возможность проведения надвенного лазеромагнитного облучения крови в режиме программируемой мощности и длительности процедуры.

Длина волны лазерного излучения в аппарате «АНОК-650»-650 нм, предусмотрено дискретное изменение средней мощности излучения из ряда: 5; 10; 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 мВт. Длительность воздействия излучения регулируется в диапазоне от 1 мин до 30 мин. с шагом 1 мин. Индукция постоянного магнитного поля составляет не менее 50 мТл. Микропроцессорная система управления аппаратом «АНОК-650» обеспечивает возможность задания и контроля параметров воздействующего излучения с панели управления. Система индикации дает информацию: о параметрах воздействующего излучения (плотности мощности излучения; длительности предполагаемого воздействия); о готовности к работе источников оптического излучения модуля. Установленные параметры мощности сохраняются в энергонезависимой памяти микропроцессора. Имеется индикатор мощности.

Разработчиками аппарата представлены расчеты плотности мощности. Результаты многолетнего использования надвенной лазеромагнитной фототерапии дают основание для следующих

#### ВЫВОДОВ:

1. Надвенная лазеромагнитная фотогемотерапия является эффективным методом лечения ряда заболеваний терапевтического профиля.

2. Использование красного диапазона оптического спектра является «золотым стандартом», как для внутривенной, так и надвенной фотогемотерапии.

3. Следует строго соблюдать технологию лечения с учетом необходимой мощности излучения, времени экспозиции и т.д.

4. Разработка и внедрение в клиническую практику аппарата «Анок-670» сделает процедуру проведения надвенной лазеромагнитной фотогемотерапии доступной лечебным учреждениям республики любого уровня и будет способствовать повышению эффективности реабилитационных мероприятий.

#### *Литература*

1. Волотовская А.В. Мембраноклеточные эффекты лазерного облучения крови (экспериментально-клиническое исследование). Автореф. дисс... уч. ст. канд. мед. наук, - Минск, 2001. - 19 с.

2. Механизмы биостимуляции низкоинтенсивного лазерного излучения. /Под ред. доктора наук И.Г. Ляндреса. - Минск, 1998. - 96 с.

3. Низкоинтенсивные лазеры в клинической практике. /Под ред. доктора наук И.Г. Ляндреса, - Минск, 1998, - 203 с.

4. Филипович В.Н. Комбинированная магнитолазерная терапия в комплексном лечении больных ишемической болезнью сердца. Автореф. канд. мед. наук, - Минск, 2007.

### **ЗОНАЛЬНАЯ НИЗКОЧАСТОТНАЯ МАГНИТОАКУПУНКТУРА – МЕТОД СОЧЕТАННОЙ РЕФЛЕКСОТЕРАПИИ ДОРСАЛГИЙ**

*Манкевич С.М., Грекова Т.И., Слесаревич Н.С.*

ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного  
образования», Минск

УЗ «10-я городская клиническая больница», Минск

Актуальной задачей восстановительной медицины и медицинской реабилитации является разработка эффективных методов лечения болевого синдрома (дорсалгии) при неврологических проявлениях остеохондроза позвоночника.