

30. Скупченко В.В., Миллюдин Е.С. Фазотонный гомеостаз и врачевание. – Самара: Сам. ГМУ, 1994. – 256 с.
31. Смит К., Хэнеуолт Ф. Молекулярная фотобиология. – М.: Мир, 1972. – 272 с.
32. Смольянинова Н.К. и др. // Докл. Акад. наук СССР. – 1990. – Т. 315, № 5. – С. 1256–1259.
33. Толстых П.И. и др. Антиоксиданты и лазерное излучение в терапии ран и трофических язв. – М: ЭКО, 2002. – 240 с.
34. Adachi Y. et al. // J. Immunol. – 1999. – Vol. 163. – P. 4367–4374.
35. Alexandratou E. et al. // Photochemical & Photobiological Sciences. – 2003. – Vol. 1 (8). – P. 547–552.
36. Berridge M.J. et al. // Nature Rev. Mol. Cell Biol. – 2000. – Vol. 1. – P. 11–21.
37. Carafoli E. et al. // Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol. – 2001. – Vol. 36. – P. 107–260.
38. Daniolos A. et al. // Pigment Cell Res. – 1990. – Vol. 3, №1. – P. 38–43.
39. Euler T. et al. // Nature. – 2002. – Vol. 418. – P. 845–852.
40. Fauquier T. et al. // Proc. Natl Acad. Sci. USA. – 2001. – Vol. 98. – P. 8891–8896.
41. Filippin L. et al. // J Biol Chem. – 2003. – Vol. 10. – 1074.
42. John L.M. et al. // J. Physiol. (Lond.) – 2001. – Vol. 535, №3. – P. 16.
43. Karu T.I. Photobiology of Low-Power Laser Therapy. – London, Paris, New-York: Harwood Acad. Publishers, 1989. – 187 p.
44. Karu T. et al. // J. Photochem. Photobiol. B: Biol. – 1994. – Vol. 24. – P. 155–161.
45. Murrey R.K. et al. Harper's Biochemistry. – Appleton & Lange, 1996. – 700 p.
46. Palecek J. et al. // J Physiol (Lond.). – 1999. – Vol. 520. – P. 485.
47. Robb-Gaspers L.D., Thomas A.P. // J. Biol. Chem. – 1995. – Vol. 270. – P. 8102–8107.
48. Rosenspire A.J. et al. // Biophys. J. – 2000. – Vol. 79. – P. 3001–3008.
49. Schaffer M. et al. // J of Photochem and Photobiol B: Biology. – 1997. – Vol. 40(3). – P. 253–257.
50. Tsiens R., Poenie M // TIBS. – 1986. – №11. – P. 450–455.
51. Uhlen P. et al. // Nature. – 2000. – Vol. 277. – P. 694–697.
52. Wallingford J.B. et al. // Curr. Biol. – 2001. – №11. – 652–661.
53. Watman N.P. et al. // Cellular Immun. – 1988. – Vol. 111, №1. – P. 158–166.
54. Yashiro Y., Duling B. // Circ. Res. – 2000. – Vol. 87. – P. 1048.

ABOUT MECHANISM OF THERAPEUTIC INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY LASER RADIATION

S.V. MOSKVIN

Summary

The systemic analysis proves that in biological effects low-frequency laser radiation as important factor the local thermodynamic disorders cause a change of calcium depending physiological reactions of organism.

**Key words:** low-frequency laser radiation

УДК 611.13/16-018:616-018.2-005.4-085.849.19+612.015.13

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (МОЩНОСТИ И ДЛИНЫ ВОЛНЫ) ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРИВЕННОГО ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ КРОВИ

С.В. МОСКВИН\*

В вышедшей в октябре 2006 года книге [4] впервые была представлена концепция повышения эффективности внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК) варьированием мощностью и длиной волны лазерного излучения. Лазерный терапевтический аппарат «Матрикс-ВЛОК», благодаря уникальной вари-

бельности параметров (длина волны от 0,36 до 0,9 мкм и мощность от 1 до 35 мВт), обеспечивает все режимы для максимально эффективной работы. Многочисленные его обладатели хотят задействовать все потенциальные возможности этого оборудования, но не хватает теоретической и практической базы.

Мы показали [4], что для обеспечения максимально высокого эффекта ВЛОК необходимо учитывать три основных параметра: длину 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. 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. Такие параметры наиболее эффективны для большинства заболеваний, что и показали многочисленные исследования.

Однако при ряде патологических состояний такие дозы (назовем их стимулирующие) оказались недостаточно эффективными. Поиск оптимальных доз привел к необходимости увеличения мощности и времени воздействия. Как нами ранее было показано, это касается заболеваний, так называемого тонического типа [10, 11, 18–19]. Для реализации этих методик необходимо задействовать лазерное излучение мощностью до 15-20 мВт (длина волны 0,63 мкм) и совместно с одноразовыми световодами КИВЛ-01 производства НИЦ «Матрикс», поскольку они имеют лучшие характеристики по пропусканию лазерного излучения [13]. 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) оптимальным является время 5 мин, тогда как при воздействии в течение 15-20 мин начинают развиваться деструктивные процессы [7].

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 мощности, чем для длины волны 0,63 мкм [2, 5, 17]. При воздействии в течение этого времени предотвращается трансформация эритроцитов из дискоидной формы в стоматоцитную [2]. Близкие параметры для лазерного излучения и в зеленой (0,53 мкм) области спектра [3]. Эффективная доза напрямую связана с длиной волны излучения и 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 [4] некоторых исследований и практических рекомендаций по использованию в методике ВЛОК разных длин волн и мощностей лазерного излучения.

Л.Я. Лившиц с соавт. [8] показали возможность достаточно эффективного купирования вертеброгенной поясничной боли при включении в лечебный комплекс метода ВЛОК в ультрафиолетовой области спектра. 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. [12] применили при лечении инфекционного эндокардита (ИЭ) в/в 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, сердечной недостаточности II-III ФК по NYHA. Противопоказаниями к назначению ВЛОК авторы в данном случае считают сердечную недостаточ-

\* Государственный НИЦ лазерной медицины Росздрава

ность 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 инфекционно-токсическим синдромом, наличие полиорганной недостаточности, др. терминальных состояний. Для оценки эффективности ВЛОК целесообразно использовать мониторинг содержания ЦИК, ФНО-L, ИЛ-1 в крови.

Консервативная терапия ИЭ должна быть этиотропной, патогенетической, симптоматической. В каждом случае лечение индивидуально, учитывается тяжесть состояния больного, возбудитель, фазы развития, вариант течения болезни, объем лечебных мероприятий на предыдущих этапах. В терапию больных ревматоидным артритом с анемией аутоиммунного генеза надо включать УФО крови в связи с вероятностью усугубления клинико-лабораторных проявлений анемии при применении иммуносупрессивной терапии [14].

На экспериментальном материале доказан иммуномоделирующий и иммунокорректирующий эффект ВЛОК у животных с позвоночно-спинномозговой травмой комбинацией двух длин волн 0,63 и 0,83 мкм [20]. В стадии инфильтрации мягких тканей с 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 проводили также 1-2 курса местного облучения пролежня по 12-15 сеансов каждый матричным излучателем. Использование этой методики способствовало заживлению поверхностных и глубоких пролежней соответственно в 57 и 30% случаев.

В лечении больных с вертеброгенной поясничной болью используется внутривенное лазерное (0,63 мкм) облучение и УФО крови (экстракорпорально). Оба вида воздействия приблизительно в равной степени способствуют достижению более выраженного и в сокращенные сроки эффекта.

При наличии выраженного, труднокупируемого болевого синдрома оптимальным оказалось поочередное (через день) воздействие ВЛОК и УФОК [15]. В работе [1] доказана высокая эффективность УФО крови в 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, внутривенной методикой проведения и преимуществами лазерного излучения по сравнению с некогерентными источниками [6].

По мнению [16], сочетанное и/или комбинированное применение методов ВЛОК с различной длиной волны является альтернативным в 82% случаев неотложных состояний при своевременном включении их в комплекс лечебных мероприятий. Наилучший детоксикационный эффект достигается при сочетанном и комбинированном воздействии (включая плазмаферез и гемосорбцию).

**Выводы.** Для методики ВЛОК наиболее эффективны ультрафиолетовый и красный спектральные диапазоны в комбинировании воздействий. Это связано с тем, что максимум спектра поглощения эритроцитами находится в красной области (улучшение трофического обеспечения тканей), а клетками иммунной системы – в УФ области (нормализуется иммунный отклик).

Для длины волны 0,63 мкм чаще всего используются мощности 1,5-2 или 15-20 мВт при времени воздействия 15-20 мин. Для УФ области спектра (0,365 мкм) используются мощности 1-

1,5 мВт при времени воздействия 3-7 мин. Наиболее эффективно проводить процедуры через день красным и УФ спектром.

#### Литература

1. *Бадалян А.В.* Применение лазерной гемотерапии в комплексном лечении острых экзогенных отравлений: Автореф. дис. ... канд. мед. наук.– М., 1998.– 24 с.
2. *Байбеков И.М., Касымов А.Х., Козлов В.И. и др.* Морфологические основы низкоинтенсивной лазеротерапии.– Ташкент: Изд-во им. Ибн Сины, 1991.– 223 с.
3. *Байбеков И.М. и др.* Морфологические аспекты лазерных воздействий (на хронические язвы и печень).– Ташкент: Изд-во мед. лит. им Абу Али ибн Сино, 1996.– 208 с.
4. *Гейниц А.В. и др.* Внутривенное лазерное облучение крови.– Тверь, 2006.– 144 с.
5. *Зубкова С.М.* Биологическое действие электромагнитных излучений оптического и микроволнового диапазонов: Автореф. дис... докт. биол. наук.– М., 1990.– 49 с.
6. *Кропачев В.Н.* Фотогемотерапия в комплексном лечении больных вирусным гепатитом В: Автореф. дис... канд. мед. наук.– СПб, 1992.– 23 с.
7. *Кузьмичева Л.В.* Цитохимическое исследование лимфоцитов периферической крови в норме и при облучении низкоэнергетическим гелий-неоновым и ультрафиолетовым светом: Автореф. дис... канд. биол. наук.– Саранск, 1995.– 21 с.
8. *Лившиц Л.Я. и др.* // Тезисы докл. Рос. научно-практ. конф. с межд. участ. «Клинические и теоретические аспекты боли». Ч. 2.– М., 2001.– С.75.
9. *Москвин С.В.* Эффективность лазерной терапии.– М.: Техника, 2003.– 256 с.
10. *Москвин С.В.* Лазерная терапия в дерматологии: витилиго.– М.: Техника, 2003<sup>(1)</sup>.– 125 с.
11. *Москвин С.В., Буйлин В.А.* Основы лазерной терапии.– М.–Тверь: Триада, 2006.– 256 с.
12. *Николаевский Е.Н. и др.* Инфекционный эндокардит современное состояние проблемы.– Самара: Афорт, 2006.– 198 с.
13. *Пат. 2252048 RU*, МПК А 61 N 5/067. Устройство для внутривенного лазерного облучения крови / С.В. Москвин.– № 20033136628/14; Заявлено 19.12.2003. Опубл. 20.05.2005, Бюл. № 14, Приоритет 19.12.2003.
14. *Плазмаферез* и ультрафиолетовое облучение крови в комплексном лечении больных с ревматоидным артритом.– БГМУ, Республ. центр экстрокорп. методов детокс.– Минск, 2000.– 18 с.
15. *Романенко В.Ю.* Ультрафиолетовое и лазерное облучение крови в комплексном лечении поясничной боли: Автореф. дис... канд. мед. наук.– Саратов, 2000.– 12 с.
16. *Свекло Л.С.* Методы экстракорпорального воздействия на кровь в терапии неотложных состояний: Автореф. дис... докт. мед. наук.– Воронеж, 1997.– 68 с.
17. *Слинченко О.И.* Влияние экстракорпорального ультрафиолетового и гелий-неонового лазерного облучения большого объема циркулирующей крови на организм: Автореф. дис... канд. биол. наук.– М., 1994.– 17 с.
18. *Скупченко В.В.* Фазотонный мозг.– Хабаровск: ДВО АН СССР, 1991.– 138 с.
19. *Скупченко В.В., Миллюдин Е.С.* Фазотонный гомеостаз и врачевание.– Самара: Сам. ГМУ, 1994.– 256 с.
20. *Ступак В.В.* // Мат-лы ежегодн. научно-практ. конф. Травма нервной системы.– Омск, 1999.– С.74–75.

ANALYSIS OF POSSIBLE WAYS OF OPTIMIZATION LASER RADIATION PARAMETERS (POWER AND LENGTH WAVES) FOR EFFICIENCY OF INTRAVENOUS LASER RADIATION OF BLOOD

S.V. MOSKVIN

#### Summary

The ultraviolet and red spectral ranges in conjunction with its influence are more effective for method of intravenous laser radiation of blood

**Key words:** ultraviolet and red spectral ranges