

ВНУТРИВЕННОЕ ЛАЗЕРНОЕ ОСВЕЧИВАНИЕ КРОВИ

С.В. МОСКВИН¹, О.Н. БОРИСОВА², Е.А. БЕЛЯЕВА²

¹ Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА России, Москва

² Тульский государственный университет, медицинский институт, Тула

Доказаны положительные результаты при ВЛОК с использованием гелий-неонового лазера. В результате лазерного осветивания крови происходит: коррекция клеточного и гуморального иммунитета; повышение фагоцитарной активности макрофагов; усиление бактерицидной активности сыворотки крови и системы комплемента; снижение уровня С-реактивного белка, уровня средних молекул и токсичности плазмы; возрастание в сыворотке крови содержания иммуноглобулинов IgA, IgM, IgG, а также изменение уровня циркулирующих иммунных комплексов; увеличение количества лимфоцитов и изменение их функциональной активности; повышение функционально-метаболического статуса нейтрофильных гранулоцитов.

Ключевые слова: внутривенное лазерное осветивание крови, гелий-неоновый лазер, иммуотропные эффекты, регенерация, эритропоэз.

Научное обоснование эффективности и прогнозируемость результатов клиника обеспечивает применение *внутривенного лазерного осветивания крови (ВЛОК)* как самостоятельно, так и в комплексе с другими методами лечения. Доказаны положительные результаты при ВЛОК с использованием гелий-неонового лазера [1, 4]. Выбор типа лазера и длины волны 633 нм, обусловлен исключительно фактором доступности, в частности современных аппаратов на основе диодных лазеров (АЛТ «Матрикс-ВЛОК» и «Лазмик-ВЛОК») в них оптимизирована длина волны лазерного излучения. Разработка и производство одноразовых стерильных световодов позволили сделать эту процедуру абсолютно безопасной и комфортной для пациентов, а также позволяют выбрать лазерный источник (лазерную излучающую головку) с различными длинами волн: 365–405 нм, 445 нм, 525 нм, 635 нм и др. практически для всех методик ВЛОК. Исследования выявили многочисленные изменения, происходящие в компонентах крови в результате лазерного воздействия [3, 5, 8].

В эритроцитах крови обнаружено повышение проницаемости и деформируемости мембраны, снижение агрегационной способности, изменение сорбционных свойств, повышение уровня АТФ, увеличение кислородотранспортной функции. В лейкоцитах выявлено повышение активности мембранных рецепторов, активация синтеза ДНК, повышение фагоцитарной активности, секреции бактерицидных катионных

белков, интерлейкинов, ростостимулирующего и реологического факторов, гепарина, серотонина, гистамина и других биологически активных веществ, активация ферментных систем репарации ДНК, изменение активности иммунокомпетентных клеток. Отмечается увеличение числа миоцитов, содержащих диформазан и характеризующихся высокой НАДН-дегидрогеназной активностью. В тромбоцитах отмечены изменения структуры мембраны, адгезивных и агрегационных свойств, изменение уровня биологически активных веществ. Улучшение микроциркуляции и утилизации кислорода в тканях при использовании ВЛОК также тесно связано с положительным влиянием лазерного излучения на обмен веществ: возрастает окисление энергетических материалов — глюкозы, пирувата, лактата.

В плазме крови повышается активность комплемента, лизоцима, естественных и иммунных антител, бактерицидная и антиоксидантная активность, нормализуется протеолитическая активность, снижается содержание продуктов *перекисного окисления липидов (ПОЛ)*, изменяются прокоагулянтные, антикоагулянтные и фибринолитические свойства, повышаются сорбционные свойства альбуминов. Кроме того, ВЛОК существенно влияет на механизмы регулирования и поддержания гомеостаза на уровне центральной и вегетативной нервной системы, восстанавливая патологически смещенное состояние нейродинамического генератора в рамках предложенной нами

ранее нейродинамической модели патогенеза заболеваний. В результате лазерного освечивания крови происходит: коррекция клеточного и гуморального иммунитета; повышение фагоцитарной активности макрофагов; усиление бактерицидной активности сыворотки крови и системы комплемента; снижение уровня С-реактивного белка, уровня средних молекул и токсичности плазмы; возрастание в сыворотке крови содержания иммуноглобулинов *IgA*, *IgM*, *IgG*, а также изменение уровня циркулирующих иммунных комплексов; увеличение количества лимфоцитов и изменение их функциональной активности; повышение функционально-метаболического статуса *нейтрофильных гранулоцитов* (НГ). Анализ иммуотропных эффектов НИЛИ в отношении НГ показал, что под действием НИЛИ происходит активация мембранных оксидаз, которые катализируют процесс переноса электронов с НАДН·Н на молекулярный кислород, запуская гексозомонофосфатный шунт [6, 7].

В процессе регуляции внутриклеточного гомеостаза нарабатывается новая порция НАДФ·Н, замыкая положительную обратную связь. Электроны, снимаемые с НАД·Н, переводят молекулярный кислород в супероксида-нион, которому принадлежит ключевая роль в трансформациях кислорода. Полагают, что вследствие высокой реактогенности свободные радикалы кислорода и перекись водорода вызывают пероксидацию липидов и денатурацию белков, что приводит к лизису мембран клеток-мишеней. Доказанным является сосудорасширяющее действие ВЛОК; противовоспалительное действие; анальгезирующее действие; нормализация ионного состава крови; повышение кислородтранспортной функции крови; увеличение артериовенозной разницы по кислороду, что является признаком нормализации тканевого метаболизма; нормализация протеолитической активности крови; повышение антиоксидантной активности крови; нормализация процессов ПОЛ в мембранах клеток; стимуляция эритропоэза; стимуляция внутриклеточных систем репарации ДНК при радиационных поражениях; нормализация обменных процессов (белкового, липидного, углеводного, внутриклеточного энергетического баланса); нормализация и стимуляция регенераторных процессов. К вопросу о травматичности процедуры ВЛОК: действительно, трудно себе представить, чтобы световод в игле не повреждал стенки сосуда, находясь в нём достаточно долго.

Применение современных одноразовых стерильных световодов с иглой, которые выпускаются Научно-исследовательским центром «Матрикс», делает процедуру максимально комфортной и абсолютно безопасной. В настоящее время предоставлены уникальные возможности в части аппаратуры, можно отойти от стереотипа, что только лазерный свет красного спектра (635 нм) используется при проведении ВЛОК; исключительно эффективны лазерное УФО крови, использование зелёного спектра (520–525 нм) и др. Поэтому сейчас методику и лазерные излучающие головки для её проведения обозначают с указанием длины волны: ВЛОК-365, ВЛОК-405, ВЛОК-525, ВЛОК-635 («классический» красный спектр) и др. [2].

Для реализации ВЛОК в настоящее время применяются дифференцированные методики с использованием лазерного света различного спектра:

- ВЛОК-635 (длина волны 635 нм, красный спектр, мощность 1,5–2 мВт, экспозиция 10–20 мин) обладает универсальным действием, оказывает положительное влияние как на иммунную систему, так и на трофическое обеспечение тканей.
- ВЛОК-525 (длина волны 525 нм, зелёный спектр, мощность 1,5–2 мВт, экспозиция 7–8 мин) рекомендуется для максимального усиления трофического обеспечения тканей.
- *Лазерное ультрафиолетовое освечивание крови* (ЛУФОК), длина волны 365–405 нм, мощность 1,5–2 мВт, экспозиция 3–5 мин) предпочтительно для коррекции иммунных нарушений, возникших вследствие болезни или травмы.

1. Особенности организации работы с лазерными медицинскими аппаратами. Основные нормативные документы, которыми необходимо руководствоваться при организации медицинской деятельности, включающей лазерную терапию:

- ГОСТ Р МЭК 60601-2-22-2008. Изделия медицинские электрические. Часть 2-22. Частные требования к безопасности при работе с хирургическим, косметическим, терапевтическим и диагностическим лазерным оборудованием.
- ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009. Безопасность лазерной аппаратуры. Ч. 1. Классификация оборудования, требования и руководство для потребителей.
- ГОСТ 31581-2012. Лазерная безопасность. Общие требования безопасности

при разработке и эксплуатации лазерных изделий.

- МУ 287-113-00. Методические указания по дезинфекции, предстерилизационной очистке и стерилизации изделий медицинского назначения.
- ОСТ 42-21-16-86. Система стандартов безопасности труда, отделения, кабинеты физиотерапии. Общие требования безопасности.
- Приказ МЗ и МП РФ № 90 от 14.03.96 г. О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии.
- Приказ Минздравсоцразвития России № 1198н от 27.12.2011 г. «Об утверждении правил в сфере обращения медицинских изделий» — СанПиН № 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» (утв. главным государственным санитарным врачом СССР 31 июля 1991 г.).
- СанПиН 2.1.3.2630–10. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность.

Требования к размещению лазерных аппаратов, организации рабочих мест и помещениям изложены в следующих документах: ГОСТ Р МЭК 60825-12009, СанПиН 5804-91, СанПиН 2.1.3.2630-10, ССБТ ОСТ 42-21-16-86 и принципиально различаются в зависимости от класса лазерной опасности аппаратуры. Площадь кабинета принимается из расчёта 6 м² на кушетку, при наличии 1 кушетки — не менее 12 м²; отдельно кабинет для проведения внутрисполостных процедур, площадь принимается на 1 гинекологическое кресло — 18 м². Пол должен быть деревянным или покрытым специальным линолеумом, не образующим статическое электричество, и не должен иметь выбоин. Запрещается для покрытия пола и изготовления занавесей процедурных кабин применять синтетические материалы, способные создавать статические электрические разряды. Стены помещений на высоту 2 метра должны быть покрашены масляной краской светлых тонов, остальная часть стен и потолок — клеевой. Облицовка стен керамической плиткой запрещается. В помещениях, где работает лазерная установка, стены и потолок должны иметь матовое покрытие. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих лазерное излучение материалов. На дверях кабинета, где

проводятся процедуры с использованием аппаратов с классом лазерной опасности 3 и выше, необходимо разместить знак лазерной опасности. Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты. Помещения для аппаратов 3-го и 4-го классов должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией с подачей подогретого воздуха, обеспечивающей 3–4-кратный обмен воздуха в час, и оконными фрамугами. Естественное и искусственное освещение помещений должно удовлетворять требованиям действующих норм. Контроль освещённости рабочей зоны в соответствии с ГОСТ 24940-96 и СНиП 23-05-95. Следует предусматривать необходимые способы регулирования освещённости и дежурное освещение. В помещениях или зонах, где используются очки для защиты от лазерного излучения, уровни освещённости должны быть повышены на одну ступень. Параметры микроклимата и содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов. Каждое помещение для лазерной терапии должно иметь самостоятельную питающую линию, идущую от распределительного щита, проложенную проводами необходимого по расчёту сечения. Присоединение к этим электропроводам других потребителей не допускается. В каждом помещении для лазерной терапии в легкодоступном месте устанавливаются групповой щит с общим рубильником или пускателем, имеющим обозначенное положение «включено–выключено». В каждой процедурной кабине для подключения аппаратов на высоте 1,6 м от уровня пола устанавливается пусковой щиток. Нагревательные приборы системы центрального отопления, трубы отопительной, газовой, водопроводной канализационной систем, а также любые заземлённые предметы, находящиеся в помещениях, должны быть закрыты деревянными кожухами, покрытыми масляной краской по всему протяжению и до высоты, недоступной прикосновению больных и персонала. Металлические заземлённые корпуса аппаратов следует устанавливать в недоступном месте для больного, а при невозможности соблюдения этого условия доступные для больного заземлённые корпуса аппаратов должны быть защищены изолирующим экраном от возможного прикосновения больного. Кабинеты для проведения внутрисполостных (эндоскопических) процедур

и ВЛОК должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к процедурным кабинетам. Размещение лазерных изделий в каждом конкретном случае проводится с учётом класса опасности аппарата, условий и режима труда персонала, особенностей технологического процесса, подводки коммуникаций, планировки помещений и т. д. Многолетние исследования показали, что в большинстве случаев мощность для непрерывных лазеров не должна превышать 15–50 мВт, а для импульсных — 10–15 Вт (длительность светового импульса 100–150 нс, средняя мощность 0,1–5 мВт), при этом экспозиция на одну зону не более 5 мин. В этом случае достигается наиболее высокий эффект широкого спектра, оказывается универсальное лечебное действие лазерного света. Российские лазерные терапевтические аппараты разрабатываются на научно обоснованных российских же учёными критериях выбора и оптимизации лазерных терапевтических методик.

2. Проверка работоспособности аппаратуры и мощности излучающей головки:

- Подключить лазерную излучающую головку к аппарату (базовому блоку), вставив разъём на шнуре излучающей головки в соответствующий разъём одного из каналов на передней панели аппарата. Необходимо обратить внимание на соответствие цвета ремешка излучающей головки длине волны лазерного излучения, выбранной для проведения процедуры.
- Вставить контрольный световод (используется только для измерений) без иглы и без колпачка в оптический разъём излучающей головки. Допускается использовать только тестовый световод или канюлю с отрезанным световодом. **ВНИМАНИЕ!** Не допускается проводить измерение мощности на выходе стерильного световода и при наличии иглы!
- Приблизить световод (канюлю) к окну индикатора мощности.
- Нажать кнопку ПУСК на базовом блоке.
- Установить кнопками **МОЩНОСТЬ** необходимую по методикам мощность излучения, контролируя её по индикатору на аппарате. Для излучающих головок мощностью 2 мВт она всегда максимальная, контролируется только наличие излучения и соответствие мощности. Проверку для этих головок проводят, как правило, один раз в день перед началом работы.

3. Проведение процедуры ВЛОК:

Пациент находится в положении лёжа на спине.

- Закрепить на предплечье пациента лазерную излучающую головку с помощью манжеты (или магистральный световод с помощью пластыря).
- Установить на аппарате необходимое время процедуры.
- Подготовить вену для проведения внутривенной процедуры.
- Вскрыть упаковку, вынуть одноразовый стерильный световод КИВЛ-01. Внимание! Измерение мощности излучения стерильным световодом с иглой не проводится, измерять можно только через специальный наконечник (см. выше).
- Снять с иглы защитный колпачок.
- Сдвинуть иглу с «бабочки» на 2–3 мм (так, чтобы световод полностью вошёл в иглу). Внимание! Световод должен выступать из иглы, в противном случае свет просто не выйдет из неё наружу. Но ввести иглу при выступающем световоде не представляется возможным, его необходимо «убрать» внутрь иглы перед введением её в вену!
- Произвести иглой венопункцию. После появления крови в отверстии (подтверждение входа в вену) вставить иглу на «бабочку» до упора и зафиксировать «бабочку» на руке пластырем.
- Снять жгут. Наконечник световода КИВЛ-01 (канюлю) вставить в разъём-защёлку излучающей головки (или магистрального световода) до упора.
- Нажать на аппарате кнопку ПУСК/СТОП для начала процедуры.
- По окончании процедуры (аппарат автоматически выключится) вынуть световод с иглой КИВЛ-01 из вены и утилизировать.
- Снять с руки излучающую головку или магистральный световод (у устаревших моделей аппаратов). Процедура закончена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зиганшин О.Р., Гизингер О.А., Москвин С.В., Летяева О.И., Шеметова М.А., Францева О.В. Внутривенное лазерное осветивание крови в комплексной терапии генитальной герпесвирусной инфекции / Учебное пособие. Челябинск-Тверь: ООО «Издательство «Три-ада», 2016. 60 с.
2. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии // Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. Москва-Тверь, 2014. 896 с.

3. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерный свет — можно ли им навредить? (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2016. № 3. С. 265–283. DOI:10.12737/21772.
4. Москвин С.В., Утц С.Р., Шнайдер Д.А., Гуськова О.П. Комбинированное внутривенное лазерное освечение крови в комплексном лечении больных atopическим дерматитом // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №4. Публикация 2–7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-4/5263.pdf> (дата обращения: 30.11.2015). DOI: 10.12737/16167.
5. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Возможные способы и пути повышения эффективности лазерофореза (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №4. Публикация 8–10. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-10.pdf> (дата обращения: 13.12.2016). DOI: 10.12737/23519.
6. Москвин С.В., Хадарцев А.А. КВЧ-лазерная терапия. М.-Тверь: Издательство «Триада», 2016. 168 с.
7. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Москвин С.В. Фитолазерофорез. М.-Тверь, 2016. 96 с.
8. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Москвин С.В. Электролазерная миостимуляция и лазерофорез биологически активных веществ в сорте // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93, №2. С. 59–67.

INTRAVENOUS LASER BLOOD FLUORING

S.V. MOSKVIN, O.N. BORISOVA, E.A. BELYAEVA

Positive results were obtained with a HLOK using a helium-neon laser. As a result of laser illumination of blood occurs: correction of cellular and humoral immunity; Increased phagocytic activity of macrophages; Increased bactericidal activity of serum and complement system; Decrease in the level of C-reactive protein, the level of medium molecules and plasma toxicity; An increase in the serum of the IgG, IgM, IgG immu-noglobulin content, as well as a change in the level of circulating immune complexes; An increase in the number of lymphocytes and a change in their functional activity; In-crease in the functional-metabolic status of neutrophilic granulocytes.

Keywords: *Intravenous laser blood scintillation, helium-neon laser, immunotropic effects, regeneration, erythropoiesis.*