

УДК 616.1:612.11:615.831.4:615.849.19

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ КВАНТОВОЙ ФОТОТЕРАПИИ (УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ И ЛАЗЕРНОЕ ОБЛУЧЕНИЕ КРОВИ) В КАРДИОЛОГИИ

С.Н. Белюк; В.А. Снежицкий, д.м.н., профессор  
УО «Гродненский государственный медицинский университет»

*Обзор посвящен анализу возможного применения лазерного и ультрафиолетового облучения крови в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний.*

**Ключевые слова:** лазерное облучение крови, ультрафиолетовое облучение крови, сердечно-сосудистые заболевания.

*This review discusses whether the method of laser and ultraviolet irradiation of blood may be applied to the prevention and treatment of cardiovascular diseases.*

**Key words:** laser irradiation of blood, ultraviolet irradiation of blood, cardiovascular diseases.

Сердечно-сосудистые заболевания представляют собой серьезную проблему здравоохранения всего мира. Высокая медико-социальная значимость этих заболеваний связана с высоким риском развития инвалидизации и смертности населения. Одним из самых распространенных, прогрессирующих и прогностически неблагоприятных из них является хроническая сердечная недостаточность (ХСН).

Существенные изменения в последние годы произошли в методах лечения болезней системы кровообращения. Разработано множество новых современных лекарственных препаратов с различными механизмами действия. Однако рост заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистой патологии не прекращается. Поэтому повсеместно растёт интерес и к немедикаментозной терапии, особенно к естественным и физическим методам. Среди них важное место занимает квантовая фототерапия.

### Лазерное облучение крови

Лазерная терапия с каждым годом все шире используется в современной медицине. Это обусловлено созданием современных лазерных установок и высокой терапевтической эффективностью низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), отсутствием значительных побочных эффектов, возможностью сочетанного применения с другими лечебными средствами, положительным влиянием на фармакодинамику и фармакокинетику лекарственных препаратов.

Лазерное излучение – это электромагнитное излучение оптического диапазона, обладающее свойствами когерентности, монохроматичности, поляризованности и направленности. Одним из методов лазерной терапии является лазерная гемотерапия, включающая внутривенное (ВЛОК) и чрезкожное лазерное облучение крови (ЧЛОК). При световом облучении крови имеются особые пути реализации этого воздействия. Учитывая, что кровь система полифункциональная, выполняющая в организме в числе прочих функцию интегрирующей среды, ее облучение обеспечивает ответ организма в целом. Всю совокупность изменений в крови, наблюдаемых при ВЛОК, рассматривают как отклик системы регулирования гомеостаза на развитие патологических процессов в отдельных органах и тканях, где лазерное излу-

чение выступает в качестве триггера, запускающего этот механизм через систему неспецифического регулирования. Активно реагируют на лазерное облучение эритроциты: снижение эритроцитарной агрегации и увеличение способности эритроцитов к деформируемости вследствие изменения их физико-химических свойств (повышение отрицательного электрического заряда на мембране, модификация ее структуры и микрореологии эритроцитарной цитоплазмы). Лазерное облучение вызывает структурную перестройку мембран форменных элементов крови и оказывает мембраностабилизирующее действие, ведущее к изменению пластических характеристик клеток крови, снижению агрегации тромбоцитов и их чувствительности к тромбоксану А<sub>2</sub>, ингибированию ключевых ферментов арахидоновой кислоты – циклооксигеназы и тромбоксансинтетазы. Уменьшение агрегационного потенциала крови коррелирует с улучшением ее реологических свойств под действием лазерной гемотерапии. Это интенсифицирует кровообращение на уровне микроциркуляторного русла, увеличивает зоны доставки кислорода и активизирует аэробные метаболические процессы, реализуя антигипоксический эффект НИЛИ [18].

На качество микроциркуляции оказывает существенное влияние состояние системы гемокоагуляции, на изменение которой ЛОК оказывает модифицирующее влияние посредством изменения активности различных ферментативных систем. НИЛИ оказывает гипокоагуляционное и фибринолитическое действие, сочетающееся с эффектом ускорения кровотока в микрососудах, что создает оптимальные условия для нормализации нарушенной гемодинамики [18]. Наиболее интересны, с клинической точки зрения, результаты внутривенной ЛТ больных острым инфарктом миокарда, пролеченных без применения антикоагулянтов, дезагрегантов и фибринолитиков [16]. Сразу же после первого сеанса отмечали достоверное усиление фибринолиза, увеличение эндогенного гепарина; в последующем эти изменения сохранялись. С 14-х суток отмечали снижение фибриногена и удлинение тромбинового времени. По мнению авторов исследования, именно такое плавное снижение гиперкоагуляции у больных с инфарктом миокарда наиболее целесообразно, т.к. отсутствие резких колебаний в системе гемостаза, характерных для лечения антикоагулянта-

ми, предотвращает геморрагические и тромботические осложнения. Проведенные опыты показали, что изменения свертываемости крови опосредуются тромбоцитарным звеном гемостаза, так как облучение бестромбоцитарной плазмы не приводило к изменениям коагулограммы [22]. Активация микроциркуляции при ЛОК обусловлена также нормализацией коллоидно-осмотического давления в микрососудах, вазодилатацией и стимуляцией неоваскулогенеза. В результате происходит включение резервных капилляров и коллатералей в кровоток, достигается оптимизация органной перфузии и увеличение количества доступного  $O_2$  [18].

НИЛИ оказывает влияние на газовый состав крови. При экспериментальном транскутанном облучении белых крыс гелий-неоновым лазером с различными экспозициями отмечали увеличение  $pO_2$  в артериальной крови, при этом  $pCO_2$  в крови снижалось, насыщение гемоглобина кислородом оставалось на уровне контроля. В венозной крови отмечали снижение  $pH$ , уменьшение  $pO_2$ , содержания оксигемоглобина и уровня бикарбоната  $HCO_3^-$ , возрастание дефицита буферных оснований. Таким образом, повышалась артериовенозная разница по кислороду и содержанию оксигемоглобина, что свидетельствовало об увеличении экстракции кислорода тканями [3]. Большинство исследователей как в эксперименте, так и в клинике отмечают снижение под влиянием ЛТ активности перекисного окисления липидов (ПОЛ) в сыворотке крови и других структурах, что сопровождалось активацией антиоксидантных механизмов [12, 24].

Морфологические исследования подтверждают кардиопротективный эффект лазерного облучения. Под действием НИЛИ увеличивалось количество митохондрий [15, 19]; возрастало количество рибосом, полисом, гранулярного эндоплазматического ретикулума, что отражало активацию белкового синтеза. Также происходила активация функционального состояния кардиомиоцитов [15]. Наблюдалось увеличение в миокарде количества функционирующих капилляров и усиление их функциональной активности, что может быть морфологической основой антиишемического действия НИЛИ [19]. Доказана активизация неоангиогенеза после экспериментального инфаркта миокарда под воздействием лазерного облучения [26]. В культуре мышечной ткани было продемонстрировано протективное действие НИЛИ в отношении процессов апоптоза [25]. НИЛИ вызывает эффекты антиатерогенной направленности [5]. Т.В. Ковалева [14], проводя ВЛОК в сочетании с лазерным воздействием на рефлексогенные зоны больным с различными типами метаболических дислипидемий получила существенное снижение общего холестерина крови, триглицеридов, липопротеидов низкой плотности, а также повышение липопротеидов высокой плотности; в результате – снижение коэффициента атерогенности на 54-71%. Аналогичная динамика показателей липидного спектра получена на фоне лазерного облучения крови больных ИБС [8].

Экспериментальные и клинические исследования показывают, что под влиянием НИЛИ происходит восстановление эндотелия, реактивация ферментов, поврежденных при различных патологических состояниях, и активация биосинтетических процессов в ферментативных

системах, усиление транскапиллярного кровообращения и улучшение энергетического метаболизма, интенсификация обмена веществ, нормализация проницаемости сосудисто-тканевых барьеров и гемостатической, фибринолитической активности крови [18].

Лазерное облучение обладает нормализующим действием на активность вегетативной нервной системы с оптимизацией вегетативного обеспечения функционирования органов и тканей, в том числе влияния на тонус сосудистой стенки и нормализации нервной возбудимости. ВЛОК обладает адаптогенным влиянием на нейрогуморальную регуляцию, что выражается в модулирующем воздействии на функцию системы гипофиз–кора надпочечников, иммунокорректирующим и анальгезирующим действием [18].

Конечный результат лазерного облучения (ЛО) проявляется ответной реакцией всего организма в целом. В результате понижения рецепторной чувствительности, уменьшения интерстициального отека и напряжения тканей отмечается обезболивающее действие. Уменьшение длительности фаз воспаления и отека тканей дает противовоспалительный и противоотечный эффекты. Повышение скорости кровотока, увеличение количества коллатералей улучшают регионарное кровообращение, что вместе с ускорением метаболических реакций и усилением митотической активности клеток способствует процессу физиологической и репаративной регенерации.

В ходе многих проведенных исследований эффективности лазерного облучения у кардиологических больных установлен его положительный эффект. Так, происходит увеличение толерантности к физической нагрузке на фоне лазеротерапии, что обеспечивается гемодинамическими сдвигами, напоминающими таковые при приеме обзидана. Вместе с тем, ЛО, обладая выраженной клинической эффективностью, лишено нежелательных свойств  $\beta$ -адреноблокаторов: негативного влияния на хроно- и инотропную функцию миокарда, углеводный и липидный обмены, бронхиальную проходимость [4]. Исследования подтверждают факт высокой клинической эффективности низкоинтенсивного инфракрасного ЛО у больных стенокардией напряжения. Антиангинальный эффект проявляется через 1 месяц после окончания десятидневного курса инфракрасного ЛО. Он наблюдается у 80-82% больных и сохраняется у 62,5% пациентов через 6 месяцев. Действие квантовой энергии проявляется в большей мере у больных с тяжелой степенью коронарной недостаточности [6]. Проведенные исследования показывают, что повторные курсы ЛО способны обеспечить позитивные сдвиги в клинико-функциональном статусе больных коронарной болезнью в течение длительного времени и существенно улучшить прогноз заболевания. Проспективное наблюдение за больными ИБС, проходившими каждые 6 месяцев десятидневные курсы ЛО в течение 2 лет, позволило установить развитие стойкого антиоксидантного, гипотензивного, гиполипидемического, противовоспалительного, фибринолитического и других эффектов, которые, по-видимому, лежат в основе стабилизации липофиброзных бляшек венечных артерий и способны предупреждать возникновение острого коронарного синдрома. В группе больных ИБС, прошедших повторные курсы ЛО в течение 2 лет, зарегистриро-

ван 1 (2,5%) случай инфаркта миокарда. В контрольной группе больных, находившихся на традиционном медикаментозном лечении, летальность за время наблюдения составила 14,5% и каждый третий пациент перенес инфаркт миокарда [7]. В процессе осуществления лазерных физиотерапевтических воздействий, в связи с меняющимся состоянием барьерных функций организма, может изменяться чувствительность к фармакологическим препаратам, что дает возможность уменьшить дозу лекарственных средств. Лазерная терапия на медикаментозном фоне повышает эффективность комплексной терапии, особенно в более острых и сложных вариантах заболевания. Также имеются данные о достоверном улучшении клинического состояния, показателей систолической и диастолической функций левого желудочка, снижении уровня провоспалительных цитокинов, острофазных белков крови у больных ИБС с явлениями хронической сердечной недостаточности на фоне комбинированной терапии с применением низкоинтенсивного гелий-неонового лазерного облучения крови [16]. Включение ВЛОК в комплексное лечение больных пожилого и старческого возраста с ИБС позволяет улучшить результаты лечения: улучшение самочувствия пациентов, позитивные изменения параметров центральной гемодинамики и функционального состояния сердца (возрастает его разовая и минутная производительность, улучшаются показатели ЭКГ), снижение внутрисосудистой активации тромбоцитов и коррекция дислипидемии, уменьшение доз используемых нитропрепаратов [9].

#### Ультрафиолетовое облучение крови

Ультрафиолетовое облучение крови (УФОК) – метод гемокоррекции, заключающийся в экстра- или интракорпоральном воздействии на кровь квантами оптического излучения ультрафиолетовой части спектра [13].

Метод ультрафиолетового облучения крови (УФОК) применяется в медицине более 80 лет. В 1928 году V. Hancock и E. Knott впервые выполнили несколько сеансов экстракорпорального УФОК родильнице, погибающей от сепсиса [23]. В результате проводимого лечения больная выздоровела. С лечебной целью УФОК применялось при самых различных заболеваниях [2, 23, 10]. Лечебное действие УФОК характеризовалось улучшением самочувствия больных, нормализацией сна, повышением аппетита, уменьшением лихорадки, признаков интоксикации и гипоксии, стиханием воспалительного процесса, уменьшением ишемических болей, улучшением периферического и коронарного кровообращения и трофики тканей, стимуляцией регенераторных процессов. Отмечались увеличение содержания гемоглобина и эритроцитов в периферической крови, повышение показателей иммунитета и неспецифической резистентности организма, нормализация углеводного, жирового и белкового обменов, существенное улучшение реологических свойств крови и микроциркуляции, улучшение фильтрационной способности почек. Все это дает основание говорить об общеукрепляющем, десенсибилизирующем, стимулирующем, противовоспалительном и метаболическом лечебном действии УФОК. УФОК не вызывает каких-либо осложнений [23]. В литературе имеются данные о том, что после УФОК повышается электрофорети-

ческая подвижность эритроцитов и тромбоцитов, снижаются агрегационная способность эритроцитов и показатели вязкости крови, увеличиваются осмотическая резистентность эритроцитов и кислородная емкость крови, уменьшается количество гранулоцитов и тромбоцитов, возрастает фагоцитарная активность лейкоцитов. Исследованиями показана активация эритроцитарных антигенов системы АВО и Резус, повышение титра антител и комплемента [2, 1, 20].

Первые сообщения о применении УФОК в кардиологической практике для профилактики рецидивов инфарктов миокарда появились в 1978 г. В дальнейшем много исследований было посвящено применению этого лечебного метода при ишемической болезни сердца (ИБС). Ильницкий И.В. и Тернова Ю.П. (1989) в своих работах доказали положительный эффект УФОК: уменьшение частоты, интенсивности и длительности болевых приступов или их прекращение, уменьшение суточной дозы нитроглицерина, восстановление работоспособности, увеличение толерантности к физическим нагрузкам. Гавришева И.А. (2000) при лабораторном исследовании установила отчетливое снижение атерогенных показателей липидного обмена, значительное улучшение показателей реологических свойств крови, повышение показателей уровня ПОЛ и активности антиоксидантной системы, улучшение ультраструктуры и функциональной активности эритроцитов. И.В. Ильницкий (1989) и Э.И. Малиновская (1991) при проведении УФОК у больных ИБС отмечали также антиаритмическое действие [10].

Таким образом, лазерное и ультрафиолетовое облучение крови оказывают выраженное многокомпонентное, патогенетически обоснованное влияние при целом ряде патологических состояний. Во многих работах показано эффективное применение данных методов при ишемической болезни сердца. Однако использование УФОК и ВЛОК при хронической сердечной недостаточности, которая является наиболее частым осложнением ИБС, недостаточно. Поэтому необходимо дальнейшее изучение данного вопроса, что, возможно, позволит разработать более эффективные методы для лечения ХСН.

#### Литература:

1. Арцишевская, Р.А. Функциональные изменения поверхности эритроцитов человека в норме и патологии после воздействия УФ-излучения различного спектрального состава / Р.А. Арцишевская [и др.] // Механизмы влияния облученной ультрафиолетовыми лучами крови на организм человека и животных: сб. науч. тр. / под ред. И.Е. Ганелиной, К.А. Самойловой. – Л., Наука, 1986. – С. 212–226.
2. Бенедиктов, И.И. О квантовой гемотерапии / И.И. Бенедиктов // Квантовая гемотерапия: материалы науч. конф. – Свердловск, 1981. – С. 3–6.
3. Бриль, Г.Е. Влияние транскутанного лазерного облучения на показатели кислотно-щелочного баланса и газовый состав крови / Г.Е. Бриль, В.В. Купчиков, Е.Г. Куликова // Применение низкоинтенсивных лазеров и излучения миллиметрового диапазона в эксперименте и клинике. – Саратов, 1994. – С. 43–46.
4. Васильев, А.П. Гемодинамические механизмы антиангинального действия кардиологических препаратов и лазерного излучения / Васильев А.П., Стрельцова Н.Н., Сенаторов Ю.Н. // Российский кардиологический журнал. – 2003. – № 1. – С. 42–45.
5. Васильев, А.П. Клинико-профилактические аспекты применения лазерного излучения у больных стенокардией / А.П. Васильев. – Тюмень, 2003. – 240 с.

6. Васильев, А.П. Клиническая эффективность однократного курса инфракрасного лазерного облучения больных стенокардией по данным шестимесячного наблюдения / А.П. Васильев, Н.Н. Стрельцова, М.А. Секисова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1999. – № 2. – С. 5-6.
7. Васильев, А.П. Эффективность лазеротерапии больных ишемической болезнью сердца / А.П. Васильев, Н.Н. Стрельцова, Ю.Н. Сенаторов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2003. – № 4. – С. 10–12.
8. Вологовская, А.В. Антиоксидантное действие и терапевтическая эффективность лазерного облучения крови у больных ишемической болезнью сердца / А.В. Вологовская, В.С. Улащик, В.В. Филипович // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2003. – № 3. – С. 22–25.
9. Давыденко, Т.Е. Применение внутрисосудистого лазерного облучения крови в комплексной терапии ишемической болезни сердца у больных пожилого и старческого возраста / Т.Е. Давыденко, В.А. Волчков, А.В. Петров // Регионарное кровообращение и микроциркуляция [Электронный ресурс]. – Т. 5 – С.32-36. – Режим доступа: <http://www.minimax.ru/journal.html>
10. Дуткевич, И.Г. Экстракорпоральная фотогемотерапия / И.Г. Дуткевич. – СПб.: Наука, 2006. – 400 с.
11. Зенков, В.И. Некоторые итоги применения реинфузии облученной ультрафиолетовыми лучами (УФО) аутокрови в комплексном лечении больных ишемической болезнью сердца (ИБС) / В.И. Зенков // Квантовая гемотерапия: материалы науч. конф. – Свердловск, 1981. – С. 19–22.
12. Золотарева, Т.А. Экспериментальное исследование антиоксидантного действия низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона / Т.А. Золотарева, А.Я. Олешко, Т.И. Олешко // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2001. – № 3. – С. 3–5.
13. Карандашов, В.И. Ультрафиолетовое облучение крови / В.И. Карандашов, Е.Б. Петухов. – Москва: Медицина, 1997. – 224 с.
14. Ковалева, Т.В. Лечебное воздействие лазерной терапии на различные типы метаболических дислипидемий с целью первичной и вторичной профилактики атеросклероза / Т.В. Ковалева // Лазерная медицина. – 2001. – Т. 5, № 1. – С. 18–22.
15. Королев, Ю.Н. Особенности действия низкоинтенсивного лазерного излучения на ультраструктуру кардиомиоцитов / Ю.Н. Королев, М.С. Гениатулина // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 1997. – № 6. – С. 5-7.
16. Корочкин, И.М. Эффективность применения инвазивной гелий-неоновой лазеротерапии в комбинации с тренталом у больных с хронической сердечной недостаточностью / И.М. Корочкин, И.У. Облокулов, Ю.Н. Федулаев // Лазерная медицина. – 2007 – Т.11, №2. – С. 4–9.
17. Корочкин И.М. Лечение острого инфаркта миокарда внутривенным облучением крови гелий-неоновым лазером / И.М. Корочкин [и др.] // Советская медицина. – 1988. – № 4. – С. 34–38.
18. Нечипуренко, Н.И. Механизмы действия и биологические эффекты низкоинтенсивного лазерного излучения / Н.И. Нечипуренко [и др.] // Медицинские новости. – 2008. – №12. – С. 7–21.
19. Рузов, В.И. Морфологические аспекты антиишемического на коронарных сосудах эффекта низкоинтенсивного гелий-неонового лазера (экспериментальное исследование) / В.И. Рузов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 1995. – № 3. – С. 27–28.
20. Самойлова К.А. и др., Стимулирующее действие УФ-излучения на активность антител и комплемента крови человека. Механизмы влияния облученной ультрафиолетовыми лучами крови на организм человека и животных: сб. науч. тр. / под ред.И.Е. Ганелиной, К.А. Самойловой. – Л., Наука, 1986. – С. 226–237.
21. Самойлова, К.А. Функциональные и структурные изменения поверхности эритроцитов человека после облучения УФ-лучами разной длины волны: 1.Экспрессия антигенов систем АВО и Резус / Самойлова К.А. [и др.] // Цитология. – 1983. – Т.25, N12. – С. 1378–1385.
22. Спасов, А.А. Механизм гипокоагуляционного действия низкоэнергетического лазерного излучения / А.А. Спасов, В.В. Недогода, Конан Куаме // Бюл. экспериментальной биологии и медицины. – 1998. – Т. 126, № 7. – С. 36–38.
23. Шардин С.А. Экстракорпоральная квантовая гемотерапия некоторых сосудистых заболеваний. / С.А. Шардин [и др.] // Квантовая гемотерапия: материалы науч. конф. – Свердловск, 1981. – С. 26–29.
24. Knott, E. Development of ultraviolet blood irradiation / E. Knott // Amer. J. Surg. – 1948. – Vol. 76, № 2. – P. 163.
25. Mileva, M. Effect of He-Ne laser treatment on the level of lipid peroxidation products in experimental cataract of rabbit eyes / M. Mileva [et al.] // Methods Find Exp. Clin. Pharmacol. – 2000. – Vol. 22, № 9. – P. 679–681.
26. Shefer, G. Low-energy laser irradiation promotes the survival and cell cycle entry of skeletal muscle satellite cells / G. Shefer [et al.] // J. Cell. Sci. – 2002. – Vol. 1, № 115 (Pt 7). – P. 1461–1469.
27. Yaakobi, T. Long-term effect of low energy laser irradiation on infarction and reperfusion injury in the rat heart / T. Yaakobi [et al.] // J. Appl. Physiol. – 2001. – Vol. 90. – № 6. – P. 2411–2419.

Поступила 04.11.2010