

Баврина А.П., Монич В.А., Малиновская С.Л., Нестеров С.Л.

ЭФФЕКТЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕРДЦА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕМ И НИЗКОИНТЕНСИВНЫМ СВЕТОМ

ФГБОУ ВО «Нижегородская ГМА», г. Нижний Новгород, Россия

*Bavrina A.P., Monich V.A., Malynovskaya S.L., Nesterov S.L. (Nizhny Novgorod, RUSSIA)***EFFECTS AFTER THE CONSECUTIVE APPLICATION OF GAMMA RADIATION AND LOW-LEVEL LASER LIGHT TO THE HEART**

Обоснование. Сердце до недавнего времени рассматривали как радиорезистентный орган. Однако впоследствии были обнаружены непосредственные и отдаленные изменения миокарда после локального облучения 5–10 Гр. В связи с этим актуальным представляется поиск эффективных радиопротекторов, способных снизить последствия радиационного поражения сердца.

Цель исследования – изучение влияния широкополосного красного света на электрическую активность сердца крыс при развитии лучевой болезни.

Материалы и методы: исследования проводили на беспородных белых крысах массой 180–250 г, которые были разделены на 4 группы. 1-я группа (контроль) – 14 крыс, получивших локальное облучение области сердца (гамма-излучение, 9 Гр); 2-я группа (опыт) – та же схема + облучение широкополосным красным светом, 20 мин; 3-я группа (хронический контроль) – 10 крыс, локальное облучение области сердца (гамма-излучение, 9 Гр); 4-я группа (хронический опыт) – 10 крыс (гамма-излучение, 9 Гр + красный свет ежедневно, в течение 4 дней); 5-я группа, интактная. Интенсивность света 5 мВт/см², спектральный максимум 630 нм, ширина на полувысоте 20 нм. Параметры ЭКГ анализировали с помощью ветеринарного электрокардиографа Полиспектр-8/В.

Результаты: анализ ЭКГ, полученных при облучении лабораторных животных ионизирующей радиацией, показал, что статистически значимые различия между группами наблюдали в показателях QT и QTc ($p \leq 0,05$), отражающих сумму процессов деполаризации и последующей реполяризации миокарда желудочков. Наблюдали постепенное увеличение QT и QTc интервалов после гамма-облучения, которое достигает максимума на четвертый день после облучения, что говорит об увеличении механической систолы, обусловленной ишемией миокарда. При сравнении нормы с опытными группами статистически значимых различий выявлено не было, что свидетельствует о стабилизации работы сердца при воздействии на очаг облучения низкоинтенсивным красным светом.

Таким образом, спровоцированная гамма-излучением ишемия миокарда носила обратимый характер.

Заключение: воздействие на проекционную область сердца крыс, подвергнутых гамма-облучению, широкополосным красным светом снижает проявления лучевой болезни.

Баранов В.Н.¹, Карабинская Е.В.², Винокурова Е.А.²**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗНЫХ ДЛИН ВОЛН СКАНИРУЮЩЕГО РЕЖИМА НИЛИ НА ПОЛОВЫЙ АППАРАТ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**¹ ФГБОУ ВО «Тюменский государственный индустриальный университет», г. Тюмень, Россия;² ГБУЗ ТО «Перинатальный центр», г. Тюмень, Россия*Baranov V.N., Karabinskaya E.V., Vinokourova E.A. (Tyumen, RUSSIA)***EFFECTS OF DIFFERENT WAVELENGTHS AT THE SCANNING MODE DURING LOW-LEVEL LASER THERAPY AT THE SEXUAL APPARATUS OF LABORATORY ANIMALS**

Обоснование и цель работы. Для разработки новых эффективных методик лазерной терапии актуально изучение влияния разных длин волн и режимов воздействия на лабораторных животных.

Материалы и методы. В работе сравнивалось биологическое действие на половой аппарат животных НИЛИ длинами

волн 0,65 мкм (КЛ) и 0,82 мкм (ИКЛ) в сканирующем и неподвижном режимах. Самки белых мышей были разделены на 5 групп по 10 особей: 1-я группа – мыши, облучаемые ИКЛ в сканирующем режиме; 2-я группа – животные, облучаемые ИКЛ в неподвижном режиме; 3-я группа – мыши, облучаемые КЛ в неподвижном режиме; 4-я группа – мыши, облучаемые КЛ в сканирующем режиме; 5-я группа – мыши, не подвергавшиеся воздействию НИЛИ. Мощность НИЛИ на выходе световода составляла 5,0 мВт, экспозиция облучения – 180 с, количество процедур – 10. Сканирование проводилось гинекологическим лазерным аппаратом «АГИН-01», где кварцевые волокна перемещались вдоль продольной оси пластмассовой трубки-насадки с частотой одно перемещение в 1 с (1 Гц). Гистологическим способом изучались маточные трубы, матка и влагалище.

Результаты. Установлено, что НИЛИ длиной волны 0,82 мкм в сканирующем режиме оказывало выраженное сано-генетическое действие на покровный эпителий эндометрия, с увеличением содержания секретирующих эпителиоцитов. В эндометрии активно разрастались маточные железы. Также стимулировалась секреторная активность как эпителиоцитов донйшек и тела желез, так и шейечных отделов этих желез. При воздействии НИЛИ длиной волны 0,82 мкм в неподвижном режиме картина эпителия эндометрия свидетельствовала о неодинаковой адаптивной реакции компонентов матки на НИЛИ. При воздействии ИКЛ в неподвижном режиме в эпителии каудальных отделов маточных труб выявлена активизация апоптоза, а в эпителии влагалища – признаки кератинизации и паракератоза.

Заключение. Результаты эксперимента показали, что оптимальный характер воздействия на половой аппарат лабораторных мышей имело воздействие ИКЛ в режиме сканирования.

Брилль Г.Е.

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН С ЖИВОЙ СИСТЕМОЙ

ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского», г. Саратов, Россия

*Brill G.E. (Saratov, RUSSIA)***SOME METHODOLOGICAL ASPECTS OF ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC WAVE INTERACTION WITH THE LIVING SYSTEM**

ЭМИ – это непрерывный спектр волн различной длины, частоты и энергии: от гамма-излучения до излучения чрезвычайно низкой частоты. В медицине часто используют лазерное излучение видимого диапазона спектра, включающее в себя семь различных цветов, причем каждый цвет – это тоже диапазон. Так, красный свет – это излучение с длиной волны 625–740 нм, частотой 480–400 ТГц и энергией кванта 1,68–1,98 эВ. Встанут вопросы: одинаков ли отклик биосистемы при воздействии излучения в центральной зоне спектра и ближе к зоне перехода в другой спектральный диапазон? Одинаковый ли эффект достигается при воздействии лазера и нелазерного источника, имеющего более широкую полосу частот? Многие исследователи отвечают на данный вопрос утвердительно. Более того, многие пытаются доказать идентичность биоэффекта опытным путем, проводя сравнительный анализ биоэффектов в эксперименте. Однако ответ живой системы на воздействие ЭМИ зависит от многих факторов: свойств самого ЭМИ (поляризация, степень пространственной и временной когерентности, непрерывность или импульсность), от характера предъявляемого воздействия (плотности мощности, плотности энергии, суммарной дозы облучения, временной характеристики предъявления дозы), а также от активной реакции живой системы. В связи с этим ответ на вопрос о специфичности воздействия ЭМИ не может быть получен в ходе лабораторного сравнительного эксперимента. Правильный ответ на данный вопрос кроется в методологии научного поиска. Существует методологический постулат: если имеется особенность действующего фактора

(специфика входа), то, преломляясь через особенности реагирования живой системы (специфика биосубстрата), она находит свое выражение в специфике результата, т. е. отклика живой системы. Учитывая многократное дублирование путей достижения конечного результата в живой системе и многообразие регуляторных влияний, можно говорить о различной цене одного типного биологического эффекта. Цена результата определяется количеством затраченной энергии, количеством и качеством вовлеченных структур, степенью расходования энергетического и пластического резерва, напряженностью систем адаптации, вовлеченностью механизмов репарации и состоянием системы после достижения конечного результата. В связи с изложенным ответ живой системы на воздействие ЭМИ в каждом случае представляется специфичным. Сходство результата – относительно, различие механизмов его достижения – абсолютно.

Головнева Е.С.¹, Омеляненко О.Г.¹, Кравченко Т.Г.²

ВЛИЯНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ЗОН ЛОКАЛИЗАЦИИ КРАСНОГО КОСТНОГО МОЗГА НА ОСМОТИЧЕСКУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ

¹ ГБОУ ВПО «Южно-Уральский ГМУ», г. Челябинск, Россия;

² ГБУЗ ЦОСМП «Челябинский государственный институт лазерной хирургии», г. Челябинск, Россия

*Golovneva E.S., Omeljanenko O.G., Kravchenko T.G.
(Chelyabinsk, RUSSIA)*

EFFECTS OF INFRARED LASER IRRADIATION OF RED BONE MARROW LOCATIONS AT ERYTHROCYTE OSMOTIC RESISTANCE IN THE PERIPHERAL BLOOD

Обоснование. В ранее опубликованных работах мы показали, что воздействие лазерного излучения на костный мозг вызывает снижение содержания эритроцитов периферической крови при однократном облучении с плотностью дозы 90 Дж/см² и при пятикратном облучении с плотностью дозы 450 Дж/см². Возможно, наблюдаемые эффекты связаны с влиянием лазера на состояние мембраны эритроцитов.

Цель работы – изучение осмотической резистентности эритроцитов после лазерного воздействия на костный мозг.

Материалы и методы. В работе использованы 54 беспородные белые крысы. Созданы 3 экспериментальные группы: 1-я – динамический контроль, 2-я – однократное лазерное воздействие («ИРЭ Полюс», 970 нм) на костный мозг с суммарной плотностью дозы 90 Дж/см², 3-я – пятикратное воздействие – 450 Дж/см². Выведение из опыта и забор крови проводили на сроках 1, 3, 7 сут. Осмотическую резистентность эритроцитов изучали спектрофотометрическим методом по М.А. Горшковой с соавт., в модификации.

Результаты исследования показали, что после однократного лазерного воздействия на костный мозг происходит достоверное снижение осморезистентности эритроцитов в 0,45 и 0,9% растворе NaCl на всех сроках наблюдения. После пятикратного воздействия осмотическая резистентность снижалась в первые сутки только в 0,45% растворе NaCl, на 3-и сут – в 0,45 и 0,9% растворе NaCl, а на 7-е сут – только в 0,9% растворе. Резистентность эритроцитов в дистилированной воде после лазерного воздействия на костный мозг не менялась. При сопоставлении этих данных и содержания эритроцитов в крови можно сделать вывод, что хотя однократное лазерное воздействие на костный мозг с плотностью дозы 90 Дж/см² в первые сутки наблюдения снижает осмотическую резистентность эритроцитов, но их количество в крови еще не успевает уменьшиться, с 3-х сут на фоне низкой осмотической устойчивости отмечается снижение содержания эритроцитов. Так как даже при физиологической концентрации NaCl эритроциты разрушаются сильнее, такое снижение осмотической устойчивости свидетельствует о значительных нарушениях нормальных характеристик их мембраны, что может приводить к повышению внутрисосудистого и внутриклеточного гемолиза в селезенке и печени.

Желтов Г.И.¹, Романов О.Г.², Бурко В.Д.³, Соболев Э.Н.⁴

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ (КАВИТАЦИОННАЯ) ЛАЗЕРНАЯ АБЛЯЦИЯ БИОТКАНЕЙ: КВАЗИНЕПРЕРЫВНЫЙ РЕЖИМ ОБЛУЧЕНИЯ

¹ Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси,

г. Минск, Беларусь;

² Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;

³ Республиканский клинический медицинский центр (РКМЦ), г. Минск, Беларусь;

⁴ Институт лазерных и информационных технологий РАН, г. Москва (Троицк), Россия

Zheltoy G.I., Romanov O.G., Burko V.D., Sobol E.N. (Minsk, BELARUS)

LOW TEMPERATURE (CAVITATION) LASER ABLATION OF BIOLOGICAL TISSUES: QUASICONTINUOUS IRRADIATION MODE

Обоснование. Создание лазерных хирургических инструментов, обеспечивающих прецизионное удаление (абляцию) тканей на априори заданную глубину посредством управления параметрами излучения – предельно актуальная практическая задача. Применительно к потребностям микрохирургии дополнительной представляется необходимость обеспечения высокой избирательности деструктивного действия излучения на ткани для сохранения интактными структур, непосредственно прилежащих к операционной зоне.

Материалы и методы. В качестве альтернативы известным лазерным технологиям, использующим импульсное излучение малой (10^{-12} – 10^{-6} с) длительности в УФ-спектральном диапазоне, рассматривается принципиальная возможность кавитационной, низкотемпературной абляции содержащих воду биотканей при воздействии квазинепрерывного ИК-излучения.

Идея метода состоит в следующем. Воздействие импульса излучения, имеющего достаточно короткий передний фронт, обеспечивает изохорический нагрев ткани вблизи облучаемой поверхности. Возникающая в этом случае биполярная акустическая волна стимулирует формирование кавитационных микропузырьков, которые, интегрируясь, вызывают локальное оптическое просветление облучаемой среды. Таким образом, создаются условия для изохорического нагрева слоя ткани, расположенного глубже зоны оптического просветления. Далее процесс повторяется.

Результаты. Разработана физико-математическая модель термомеханического воздействия импульсного лазерного излучения на биологические ткани, основанная на численном решении трехмерных уравнений движения сплошных сред в форме Лагранжа. Анализ пространственно-временной динамики полей температуры и давления позволяет провести оценку зависимостей эффективности и скорости формирования канала просветления от характеристик излучения и физических свойств среды. Показано принципиальное согласие результатов моделирования с опытом использования в клинической практике лазерной хирургической установки на основе Но-лазера.

Заключение. Предложенная концепция «холодной» лазерной абляции биотканей при квазинепрерывном лазерном облучении, вероятно, требует совершенствования и развития. Авторы будут благодарны за доброжелательную критику и обсуждение.

Мишина Н.А., Власова Т.И., Полозова Э.И.,

Лещанкина Н.Ю., Спирина М.А.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОЕ КАРДИОПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ ПРИ СИНДРОМЕ ЭНДОГЕННОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск, Россия

Mishina N.A., Vlasova T.I., Polozova E.I., Leschankina N.Yu., Spirina M.A. (Saransk, RUSSIA)

FUNCTIONAL METABOLIC CARDIOPROTECTIVE EFFECTS OF LASER THERAPY IN PATIENTS WITH ENDOGENOUS INTOXICATION SYNDROME

Обоснование и цель. В настоящее время доказана ведущая роль эндогенной интоксикации в патогенезе гомеостатических