

5. Ulastchik W., Mostovnikov V., Mostovnikova G. et. al. // International Conference «Lasers in Medicine» – Vilnius, 1995. – P. 17.
6. Баркин М.И., Золотько А.С., Китаева В.Ф. // ЖЭТФ. – 1997. – Т. 111. – P. 2059.

НИЗКОИНТЕНСИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК МОДУЛЯТОР АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У ЖИВОТНЫХ

**О. С. Циунчик¹, И. В. Осакович², Д. В. Преображенский²,
Т. И. Хомич², С. С. Ануфрик¹**

¹Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, г. Гродно

²Институт биохимии НАН Беларуси

Настоящее исследование выполнено с целью изучения воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) отдельных типов лазеров на процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ) и активность антиоксидантной системы в некоторых органах крыс и, в первую очередь, эритроцитах и плазме крови. Если клетки крови (эритроциты) имеют мощную систему антиоксидантной защиты, то внеклеточные жидкости содержат ферменты этой системы в значительно меньших концентрациях по отношению к клеткам. Не менее интересным является определение функционального состояния транспортных белков мембран эритроцитов, обеспечивающих ионный баланс в этих клетках.

Эксперимент проводили на белых беспородных крысах-самцах массой 140-160 г, находившихся на стандартном рационе вивария. В работе использовали источники непрерывного лазерного излучения: аргоновый ($\lambda=0,48-0,52$ мкм, мощность излучения 52 мВт), гелий-неоновый (ГНЛ) ($\lambda=0,63$ мкм, мощность 60 мВт) и углекислотный (СО₂) ($\lambda=10,6$ мкм, мощность 60 мВт). Животных (теменную область головы, шерсть предварительно выстригали) подвергали лазерному воздействию по 3 мин ежедневно, в течение 4 суток. Через 48 ч после последнего облучения животных декапитировали. Контрольную группу составляли интактные крысы. Интенсивность процесса ПОЛ оценивали по следующим показателям: уровню МДА [1], содержанию восстановленного глутатиона (GSH), общего глутатиона, активности каталазы, глутатионредуктазы (ГР)[2], супероксиддисмутазы (СОД) [3], глутатионпероксидазы (ГП) [4]. Транспортную функцию мембран

– по активности аденозинтрифосфатаз (АТФаз) [5]. В плазме крови определяли концентрацию общих тиолов [6].

В эритроцитах аргоновый и гелий-неоновый лазеры при данном режиме воздействия не вызвали достоверных изменений показателей антиоксидантной системы (АОС) и ПОЛ. При действии на животных CO₂-лазера обнаружено достоверное снижение активности каталазы, активность СОД возросла на 28 %. Гелий-неоновый лазер в некоторой степени изменял активность СОД в благоприятную сторону для состояния клеток. Аргоновый лазер увеличил активность Mg²⁺-АТФазы, при этом выраженный (49,4 %) ингибирующий эффект обнаружен для Ca²⁺-АТФазы. Излучение CO₂-лазера вызвало снижение активности Mg²⁺-АТФазы, но Ca²⁺-АТФаза оставалась на уровне контроля. ГНЛ не проявил воздействия на данные показатели.

В плазме крови обнаружено некоторое усиление процесса ПОЛ при воздействии НИЛИ, что, однако, не привело к снижению уровня тиолов. При облучении гелий-неоновым и CO₂-лазерами получено достоверное уменьшение активности гем-содержащего фермента – каталазы. Глутатионпероксидаза была активирована (на 19,3 %) когерентным светом с длиной волны 0,63 мкм, менее выражена активация светом CO₂-лазера ($\lambda=10,6\text{мкм}$), скорость СОД реакции плазмы при этом оставалась практически без изменений.

В ткани мозга, который был непосредственно подвергнут облучению, уровень ТБК-реагирующих продуктов малонового диальдегида (МДА) не менялся (табл. 1). При воздействии гелий-неонового лазера достоверно увеличилась активность ГР (31 %), CO₂-лазер угнетал СОД, активность каталазы и содержание общих SH-групп были несколько увеличены (20 и 11 % соответственно). Другие показатели (уровень общего глутатиона, низкомолекулярных SH-групп, активность ГП) не обнаружили значительных изменений при действии исследуемых лазеров.

Несколько иной характер воздействия НИЛИ наблюдался в ткани печени: активность ГР при облучении гелий-неоновым лазером снижена, выявлено выраженное снижение активности СОД под действием используемых лазеров, содержание МДА несколько выше контрольных значений было в группе животных, облученных CO₂-лазером, но снижено (на 16 %) под действием аргонового лазера (см. табл. 1). В тиол-дисульфидной системе не произошло существенных изменений в исследуемых тканях.

Т а б л и ц а 1.

**Эффекты курсового воздействия НИЛИ
на состояние антиоксидантной системы мозга и печени крыс**

ПОКАЗАТЕЛИ	Контроль	Аргоновый лазер, $\lambda=0,48-0,52$ мкм	Гелий-неоновый лазер, $\lambda=0,63$ мкм	СО ₂ -лазер, $\lambda=10,6$ мкм
МОЗГ				
Общие SH-группы, мМ	1,15±0,01	1,13±0,02	1,17±0,03	1,25±0,02
ГП, мкмоль·мин ⁻¹ ·мг ⁻¹ белка	1,31±0,11	1,34±0,02	1,49±0,07	1,52±0,06
СОД, Ед.·мин ⁻¹ ·мг ⁻¹ белка	0,13±0,004	0,12±0,004	0,12±0,01	0,10±0,01*
МДА, нмоль·г ⁻¹ ткани	10,96±0,68	9,42±0,42	10,1±0,8	9,88±0,96
Каталаза, мкмоль·мин ⁻¹ ·мг ⁻¹ белка	27,1±0,84	28,4±0,62	28,4±1,13	32,4±4,91
ГР, нмоль·мин ⁻¹ ·мг ⁻¹ белка	27,63±2,84	28,24±2,12	36,2±2,1*	25,28±1,3
ПЕЧЕНЬ				
Общие SH-группы, мМ	3.68±0.5	4.09±0.35	3.88±0.28	3.72±0.21
ГП, мкмоль·мин ⁻¹ ·мг ⁻¹ белка	6,51±0,65	5,85±0,49	6,51±0,65	6,01±0,4
СОД, Ед.·мин ⁻¹ ·мг ⁻¹ белка	0,18±0,013	0,14±0,01*	0,11±0,02*	0,10±0,01*
МДА, нмоль·г ⁻¹ ткани	2,0±0,05	1,72±0,09*	1,94±0,07	2,14±0,3
Каталаза, мкмоль·мин ⁻¹ ·мг ⁻¹ белка	1,72±0,16	1,9±0,05	1,84±0,08	2,0±0,08
ГР, нмоль·мин ⁻¹ ·мг ⁻¹ белка	61,52±2,43	58,2±1,73	52,8±1,98*	57,6±2,88

Примечание: P < 0,05 по отношению к контролю.

Полученные результаты свидетельствуют, что использованный когерентный свет не влияет существенно на скорость ПОЛ в условиях эксперимента. Лазер СО₂ характеризуется наиболее низкой степенью активации антиоксидантной системы, в печени, по отдельным показателям, наблюдается снижение ее активности.

Аргоновый и СО₂-лазеры модифицируют свойства ионных каналов мембран эритроцитов. НИЛИ с разными волновыми характеристиками имеют разнонаправленные эффекты на антиоксидантную систему организма в равных условиях их применения. Пусковым моментом биологического ответа на НИЛИ является резонансное поглощение его специфическими акцепторами – ферментами, пигментами и другими структурами клетки, особенно имеющими хромофорные группы. Наряду с этим возможно распределение энергии между колебательно-возбужденными состояниями отдельных атомных группировок макромолекул с последующей ее миграцией [7]. В итоге, через изменения интенсивности перекисного окисления липидов,

биоэффекты отдельных видов лазерного излучения могут характеризоваться как мембранотропные, дальнейшее изучение которых предполагает более широкий спектр экспериментальных условиях с использованием лазеров (время, доза, отдельные субклеточные структуры).

1. Stocks, Dormandy T. L. Brit. J. Haematol. – 1971. – Vol. 20. – P. 95.
2. Bartosz. Druga twarz tlenu. – Warszawa, 1995.
3. Kostyuk, Potapovich A.I. // Biochem. International. – 1989. – Vol. 19. – P. 1117.
4. Moin, Lab. Delo. – 1986. – Vol. 12. – P. 724.
5. Soszynski M. et al. // Free Rad. Biol. Med. – 1996. – Vol. 20. – P. 45.
6. Miao-Lin Hu. // Methods in enzymology. – 1994. – Vol. 2333. – P. 380.
7. Dievyatkov N. D. et al. // Usp. sovrem. biol. – 1987. – Vol. 103. – P. 31.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДОЗИМЕТРИИ ЛАЗЕРНЫХ ПУЧКОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С МНОГОСЛОЙНЫМИ БИОМАТЕРИАЛАМИ

В. Н. Гавриленко¹, А. Ю. Сетейкин²

¹Гомельский кооперативный институт, г. Гомель

²Амурский государственный университет, г. Благовещенск

Использование лазерного излучения в терапии различных заболеваний ограничено из-за сложности дозиметрии пучков при облучении многослойных и многокомпонентных биоматериалов.

В данной работе предложена автоматизированная система (АС) блочной реализации, позволяющая установить дозовые пределы лазеротерапии путём имитационного моделирования распространения излучения с учетом поглощающих и рассеивающих свойств среды, характеристик лазерного пучка. Формирование базы данных предполагает введение исходных параметров среды и лазерного луча, установление диагноза заболевания и дозовых нагрузок при лечении. После этого модуль имитационного моделирования АС в приближении вероятностного характера процессов рассеяния и поглощения отдельного фотона пучка при взаимодействии с биосредой позволяет определить поверхностное и объемное распределение интенсивности излучения в материале, температурные поля, инициируемые облучением. Блок отображения АС представляет результаты моделирования в графическом или табличном виде, рекомендует использовать ту или