

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ КАК МЕТОД ПРОТИВОРАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

Г.А. Залеская¹, В.М. Насек², Р.Д. Зильберман², Л.Е. Батай¹,
Т.И. Милевич³, И.В. Кошлань⁴

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

²Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

³Институт радиобиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

⁴Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

E-mail: zaleskaya@imaph.bas-net.by

Цель настоящей работы – модельные исследования сочетанного действия лазерного и γ -излучения на животных – крыс с целью определения: механизмов их действия на живой организм и режимов лазерного воздействия, пригодные для радиационной защиты.

Для изучения реакции периферической крови экспериментальных животных – крыс линии Вистар на комбинированное воздействие лазерного и γ -излучения проведены 4 серии экспериментов, в каждой из которых все тело крыс однократно облучалось γ -излучением (доза 3 Гр). Лазерное воздействие осуществлялось в виде надвенного облучения крови в хвостовой вене (НЛОК, $\lambda = 670$ нм), отличавшегося в разных сериях экспериментов количеством процедур, плотностью лазерного излучения (16 Дж/см², 10.6 Дж/см², 5.3 Дж/см²) и последовательностью воздействия: до и после γ -облучения. На гемоанализаторе измерялись концентрация гемоглобина (C_{Hb}), количество эритроцитов (C_{RBC}), лейкоцитов (C_{WBC}), лимфоцитов (C_{LYM}). Определялась также: активность ферментов антиоксидантной защиты: супероксиддисмутаза (СОД), каталазы (Кат); измерялись спектры поглощения крови, в областях чувствительных к оксигенации крови (полоса $Sore$, область 650–1000 нм).

Было изучено 290 образцов крови крыс, отобранных у живых крыс до и после окончания экспериментов. Результаты, полученные в 4-х сериях экспериментов (таблица 1), показали, что клетки WBC и LYM наиболее чувствительны к γ -облучению в дозе 3 Гр. Их количество снижалось в разных сериях по-разному и зависело от исходного количества клеток в периферической крови. Показано, что в силу высокой радиочувствительности клетки WBC и LYM могут использоваться в качестве маркеров радиационных нарушений. Установлено, что при одинаковых внешних воздействиях индивидуальные изменения количества клеток в 4-х сериях экспериментов отличались для разных животных.

Как предварительное, так и последующее НЛОК достоверно увеличило число клеток WBC (до 1.4 раза) по сравнению с радиационным, а LYM (до 1.8 раз). Также возросло относительное содержание LYM в пу-

ле лейкоцитов. Увеличение временного интервала между воздействием γ -излучения и отбором крови, равного в наших экспериментах 3-м дням, могло изменить регистрируемые результаты в лучшую сторону, так как конечный результат зависит от соотношения скоростей радиационной убыли клеток и их восстановления.

Таблица I.

Относительные изменения среднего количества клеток C_{WBC} , C_{LYM} , $LYM, \%$, C_{RBC} , концентрации Hb C_{Hb} , активности СОД и Кат при γ -облучении в дозе 3 Гр и разных вариантах НЛОК: I – 3 процедуры НЛОК (10.6 Дж/см^2) перед γ -облучением; II- 4 процедуры НЛОК (5.3 Дж/см^2) перед γ -облучением; III- 3 процедуры НЛОК (10.6 Дж/см^2) после γ -облучения; IV-4 процедуры НЛОК (5.3 Дж/см^2) после γ -облучения.

Серии экспер.	Соотнош. показат.	C_{WBC}	C_{LYM}	$LYM, \%$	C_{RBC}	C_{Hb}	СОД	Кат
I	$(л+ \gamma-)/ \gamma-$	1.13	1.80	1.48	1.00	1.01	1.7	1.77
II	$(л+ \gamma-)/ \gamma-$	1.22	1.33	1.31	1.00	1.00	1.24	1.2
III	$(\gamma+л)/ \gamma-$	1.40	1.34	1.47	1.05	1.00	1.31	0.97
IV	$(\gamma+л)/ \gamma-$	0.7	0.4	1.00	1.02	1.00	1.00	-

Степень анемии, которая может возникать при γ -облучении, оценивалась по количеству RBC и концентрации Hb. Результаты экспериментов показали, что RBC более радиоустойчивы, чем WBC и LYM. Предшествующее и последующее НЛОК существенно не изменило величины C_{RBC} и C_{Hb} в пострадиационный период, возросшие не более, чем на 5 %.

Активность важнейших ферментов антиоксидантной защиты снижалась под влиянием γ -облучения, свидетельствуя о снижении резервов антиоксидантной защиты и развитии окислительного стресса. Предварительное и последующее облучение крови НИЛИ увеличивало сниженную γ -излучением активность СОД и Кат. Рост их средних по группе величин коррелировал с ростом среднего количества клеток крови, показывая, что фотоактивация ферментов антиоксидантной защиты – один из важных механизмов радиопротекторного действия лазерного излучения.

К числу позитивных изменений, свидетельствующих о радиозащитном действии НИЛИ, следует отнести: инициированный им рост C_{WBC} и C_{LYM} по сравнению с радиационным; увеличение количества LYM в пуле WBC; увеличение активности СОД и Кат. На основании спектральных данных сделан вывод: НЛОК способно улучшать оксигенацию крови крыс, как при лазерном облучении, так и при комбинированном воздействии (лаз.+ γ). Приближение степени насыщения Hb кислородом к нормальным для венозной крови значениям способствовало нормализации транспорта O_2 и его потреблению в клетках.