

Получена: 29 мая 2016 / Принята: 16 июня 2016 / Опубликовано online: 30 июня 2016

УДК 612. 017.1 + 553.061

СОСТОЯНИЕ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНАХ ПОТОМКОВ КРЫС, ПОДВЕРГНУТЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ γ -ИЗЛУЧЕНИЯ

Дархан Е. Узбеков¹, <http://orcid.org/0000-0003-4399-460X>

Оралбек З. Ильдербаетов², <http://orcid.org/0000-0003-3073-8711>

Дария М. Шабдарбаева¹, <http://orcid.org/0000-0001-9463-1935>

Нурлан Б. Саякенов¹, <http://orcid.org/0000-0002-5082-7554>

Салтанат Е. Узбекова³, <http://orcid.org/0000-0001-9006-120X>

Лилия Ю. Тимофеева¹,

Ирина Ю. Сидоренко¹,

Данил В. Беккер¹

¹Государственный Медицинский Университет города Семей,
Кафедра патологической анатомии и судебной медицины, г. Семей, Казахстан;

²Евразийский Национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Кафедра общей биологии и геномики, г. Астана, Казахстан;

³Государственный Медицинский Университет города Семей,
Кафедра анатомии и гистологии, г. Семей, Казахстан.

Резюме

Введение. Отсутствие научно разработанных критериев связи опосредованного влияния радиационного фактора на состояние здоровья лиц, родители которых подвергались прямому радиационному воздействию, обусловило актуальность проведения настоящего исследования.

Цель. Изучение активности ферментов энергетического обмена и уровня продуктов перекисного окисления липидов в иммунокомпетентных органах у потомков крыс, подвергавшихся радиационному воздействию.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования выполнялись на 130 белых беспородных крысах обоего пола. Облучение производилось на чешском радиотерапевтическом устройстве «Терагам» лучами ^{60}Co . В иммунокомпетентных органах животных определяли активность сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы, уровень малонового диальдегида и диеновых конъюгатов. Результаты исследования обрабатывались методами вариационной статистики Е.В. Монцевичюте-Эрингене.

Результаты. Установлено, что у 5-ти месячных потомков облученных животных по сравнению с интактными животными активность СДГ снижается в тимусе на 23,45%, ($p < 0,05$), в ткани надпочечников наблюдается тенденция к повышению, в селезенке тенденция к снижению, в печени и лимфатических узлах тонкого кишечника достоверных изменений не наблюдается. Анализ результатов исследований показывает, что у 5-ти месячных потомков облученных животных в печени, в лимфатических узлах тонкого кишечника, в надпочечниках активность ЦХО не претерпевает достоверных изменений, тогда как в селезенке отмечается снижение на 18,13% ($p < 0,05$), в тимусе на 21,05% ($p < 0,05$). В тимусе наблюдается достоверное повышение содержания ДК на 25,39%, ($p < 0,05$), в лимфатических узлах тонкого кишечника, селезенки и надпочечниках имеет место тенденция к повышению. Количественное содержание МДА у 5-ти месячных потомков облученных животных в селезенке снижается на 20,83% ($p < 0,05$), в тимусе

отмечается тенденция к повышению, тогда как в печени, лимфатических узлах тонкого кишечника, надпочечниках достоверных изменений не наблюдается.

Вывод. В исследованных гомогенатах печени, селезенки, тимуса, надпочечников и лимфатических узлах тонкого кишечника 5-ти месячных потомков крыс, подвергнутых малой дозе гамма-излучения активность ферментов СДГ и ЦХО, а также количественное содержание ДК и МДА не претерпевают достоверных изменений.

Ключевые слова: радиация, потомки, энергетический обмен, перекисное окисление липидов

Summary

STATE OF METABOLIC PROCESSES IN ORGANS OF RATS PROGENY EXPOSED TO γ -RADIATION

Darkhan E. Uzbekov¹, <http://orcid.org/0000-0003-4399-460X>

Oralbek Z. Ilderbaev², <http://orcid.org/0000-0003-3073-8711>

Dariya M. Shabdarbaeva¹, <http://orcid.org/0000-0001-9463-1935>

Nurlan B. Sayakenov¹, <http://orcid.org/0000-0002-5082-7554>

Saltanat E. Uzbekova³, <http://orcid.org/0000-0001-9006-120X>

Liliya Yu. Timofeyeva¹,

Irina Yu. Sidorenko¹,

Danil V. Bekker¹

¹ Semey State Medical University,

Chair of pathological anatomy and forensic medicine, Semey, Kazakhstan

² L.N. Gumilyov Eurasian National University,

Chair of general biology and genomics, Astana, Kazakhstan,

³ Semey State Medical University,

Chair of anatomy and histology, Semey, Kazakhstan

Introduction: Absence of the scientifically worked out criteria of connection of the mediated influence of radiation factor on the state of person's health the parents of that were exposed to the direct radiation-damage, stipulated actuality of realization of the real research.

The aim. To study of enzyme activity of energy metabolism and lipid peroxidation levels in immunocompetent organs in progeny of rats exposed to radiation.

Materials and methods. Experimental studies were carried out on white outbred 130 rats of both sexes. Irradiation was performed in czech radiotherapy device «Teragam» rays of ⁶⁰Co. In immunocompetent organs of animals were determined the activity of succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase, levels of malonic dialdehyde and diene conjugates. Results of the study were manufactured by E.V. Montsevichyute-Eringene's methods of variation statistics.

Results. It is set that in 5-monthly descendants irradiated animals compared with healthy animal activity decreases in thymus SDG to 23,45%, ($p < 0,05$), adrenal glands tissue tends to increase, in spleen has been on the decline in liver and the lymph nodes of the small intestine there is no reliable changes. Results analysis of the research show that in 5-monthly descendants irradiated animals in liver, in small intestinal lymph nodes, in adrenal glands activity CHO does not undergo reliable changes in spleen, whereas a decline at 18,13% ($p < 0,05$) in thymus at 21,05% ($p < 0,05$). The 5-monthly descendants irradiated animals in liver also reliable changes have been detected in spleen, although there is bullshness in thymus, there has been a significant increase of DC at 25,39%, ($p < 0,05$), in small intestinal lymph nodes and adrenal glands is a trend of increase. Quantitative content of MDA in 5-monthly descendants irradiated animals in spleen decreases at 20,83% ($p < 0,05$), in thymus is a trend of increase in small intestinal lymph nodes, liver, adrenal glands reliable changes are observed.

Conclusion. In investigational homogenats of liver, spleen, thymus, adrenal glands and small intestinal lymph nodes of 5 monthly descendants of the rats exposed to the small dose of gamma-radiation, activity of enzymes of SDG and CHO, and also quantitative maintenance of DC and MDA is not suffered reliable changes.

Keywords: radiation, progeny, energy metabolism, lipid peroxidation

Түйіндеме

Ү - СӘУЛЕЛЕНУ ӘСЕРІНЕ ҰШЫРАҒАН ЕГЕУҚҰЙРЫҚТАР ҰРПАҒЫ АҒЗАЛАРЫНДАҒЫ АЛМАСУ ҮРДІСТЕРІНІҢ ЖАҒДАЙЫ

Дархан Е. Узбеков ¹, <http://orcid.org/0000-0003-4399-460X>

Оралбек З. Ильдербаев ², <http://orcid.org/0000-0003-3073-8711>

Дария М. Шабдарбаева ¹, <http://orcid.org/0000-0001-9463-1935>

Нурлан Б. Саякенов ¹, <http://orcid.org/0000-0002-5082-7554>

Салтанат Е. Узбекова ³, <http://orcid.org/0000-0001-9006-120X>

Лилия Ю. Тимофеева ¹,

Ирина Ю. Сидоренко ¹,

Данил В. Беккер ¹

¹ Семей қ. Мемлекеттік Медицина Университеті,
Патологиялық анатомия және сот медицина кафедрасы, Семей қ., Қазақстан

² Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті,
Жалпы биология және геномика кафедрасы, Астана қ., Қазақстан

³ Семей қ. Мемлекеттік Медицина Университеті,
Анатомия және гистология кафедрасы, Семей қ., Қазақстан

Кіріспе. Радиацияның тура әсеріне душар болған ата-аналарынан туылғандардың денсаулығына радиациялық фактордың жанама әсері өзара қатыстығының ғылыми жетілдірілген нышандарының болмауы осы зерттеуді өткізуге себепші болды.

Мақсаты. Радиация әсеріне ұшыраған егеуқұйрықтар ұрпағының иммундық қабілетті ағзаларында энергиялық алмасу ферменттері белсенділігін және липидтердің асқын тотығу өнімдері деңгейін зерттеу.

Материалдар мен әдістер. Эксперимент сәулелендірген 130 ақ түсті аталық пен аналық жынысты егеуқұйрықтарға жасалды. Сәулелендіру «Терагам» атты чехиялық радиотерапиялық қондырғысында радиобелсенді элементі ⁶⁰Co гамма-сәулелерімен жүргізілді. Жануарлардың иммундық қабілетті ағзаларында сукцинатдегидрогеназа мен цитохромоксидаза белсенділігі және малон диальдегиді мен диен конъюгаты деңгейлері анықталды. Зерттеу нәтижелері Е.В. Монцевичюте-Эрингене вариациялық статистика әдістері бойынша өңделді.

Нәтижелер. Сәуле әсеріне ұшыраған егеуқұйрықтардың 5 айлық ұрпақтарының тимусында СДГ белсенділігі интактты жануарларға қарағанда 23,45 %-ға төмендеген, ($p < 0,05$), ал бүйрек үсті безінде жоғарылау ықпалы, көкбауырда төмендеу ықпалы байқалса, бауыр мен жіңішке ішек лимфа түйіндерінде нақты түрде өзгеріске түспегені анықталды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, сәулелендірілген егеуқұйрықтардың 5 айлық ұрпақтарының бауырында, жіңішке ішек лимфа түйіндерінде, бүйрек үсті безінде ЦХО белсенділігі нақты түрде өзгеріске түспесе, көкбауырда 18,13%-ға ($p < 0,05$), ал тимуста 21,05%-ға төмендеген ($p < 0,05$). Тимуста ДК деңгейі 25,39%-ға нақты түрде жоғарылаған, ал жіңішке ішек лимфа түйіндерінде, көкбауыр мен бүйрек үсті безінде жоғарылау ықпалы байқалған. Сәуле әсерін алған жануарлардан туылған 5 айлық ұрпақтарының көкбауырында МДА сандық деңгейі 20,83%-ға төмендеген ($p < 0,05$), тимуста

жоғарылау ықпалы, ал бауыр мен жіңішке ішек лимфа түйіндерінде, бүйрек үсті безінде нақты түрде өзгермегені байқалды.

Қорытынды. Гамма-сәуленің шағын дозасы әсеріне ұшыраған егеуқұйрықтардың 5 айлық ұрпақтарының зерттеуге алынған бауыр, көкбауыр, тимус, бүйрек үсті безі гомогенаттары мен жіңішке ішек лимфа түйіндеріндегі СДГ мен ЦХО ферменттерінің белсенділігі, сонымен қатар ДК мен МДА деңгейлерінің нақты түрде өзгеріске түспегені тіркелді.

Негізгі сөздер: радиация, ұрпақ, энергия алмасу, липидтердің асқын тотығы.

Библиографическая ссылка:

Узбеков Д.Е., Ильдербаев О.З., Шабдарбаева Д.М., Саякенов Н.Б., Узбекова С.Е., Тимофеева Л.Ю., Сидоренко И.Ю., Беккер Д.В. Состояние обменных процессов в органах потомков крыс, подвергнутых воздействию γ -излучения // Наука и Здоровоохранение. 2016. №3. С. 79-82.

Uzbekov D.E., Ilderbaev O.Z., Shabdarbaeva D.M., Sayakenov N.B., Uzbekova S.E., Timofeyeva L.Yu., Sidorenko I.Yu., Bekker D.V. State of metabolic processes in organs of rats progeny exposed to γ -radiation. *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2016, 3, pp. 79-82.

Узбеков Д.Е., Ильдербаев О.З., Шабдарбаева Д.М., Саякенов Н.Б., Узбекова С.Е., Тимофеева Л.Ю., Сидоренко И.Ю., Беккер Д.В. γ -сәулелену әсеріне ұшыраған егеуқұйрықтар ұрпағы ағзаларындағы алмасу үрдістерінің жағдайы // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2016. №3. Б. 79-82.

Введение

Подавляющее большинство населения Земного шара получает от природного излучения лучевые нагрузки в пределах низкого уровня облучения [1]. В последнее время источники ионизирующих излучений стали рассматриваться как существенные факторы загрязнения окружающей среды, что связано с интенсивным развитием атомной промышленности и энергетики, с широким применением меченых атомов и ионизирующих излучений в биологии, в медицинской практике, с появлением зон повышенного фона радиации. Воздействие малых доз на организм человека представляется наиболее возможным в современных условиях развития и применения радиационных технологий. Важность проведения исследований в этом направлении отмечена в решении V съезда по радиационным исследованиям [17].

Первое испытание ядерного устройства на Семипалатинском полигоне привело к быстрому перемещению радиоактивного облака в сторону населенных пунктов. Отдаленные последствия такого массивного воздействия радиации в настоящее время заключаются в снижении параметров иммунного статуса и повышении риска реализации стохастических эффектов облучения, поскольку возможные

детерминированные эффекты к этому времени должны были полностью реализоваться [23]. На сегодняшний день накоплен большой фактический материал о состоянии здоровья населения, проживающего территориях, прилегающих к СИЯП, а так же их потомков [3].

По данным многолетних исследований, предельно допустимые дозы для персонала и отдельных лиц равны соответственно 0,5 и 5 рад в год, что не вызывает соматических нарушений, но увеличивает активность супероксиддисмутазы, подвижность мембранных белков клеток костного мозга и селезенки, стимулирует функцию мембран [21].

Естественно, происходящая смена поколений, привела к тому, что большинство населения, имеющего отношение к радиационным ситуациям в прошлом, составляют лица, рожденные от облученных родителей. Актуальность проведения настоящего исследования обусловлена отсутствием научно разработанных критериев связи опосредованного влияния радиационного фактора на состояние здоровья лиц, родители которых подвергались прямому радиационному воздействию [11, 12, 13]. Проблема влияния малых доз радиации на иммунокомпетентные клетки, являющиеся наиболее радиочувствительными и возможно,

приводящие к расстройствам обменных процессов у потомков лиц, подвергавшихся радиации сложна и до сих пор остается малоизученной. Поэтому, знания о влиянии малых доз на здоровье потомков лиц, подвергнутых радиации необходимы при решении вопросов радиационной безопасности: не только при чрезвычайных радиационных ситуациях, но и оценке действительной величины вреда на здоровье потомков лиц в условиях низких уровней облучения.

Цель: изучить в динамике изменения уровней диеновых конъюгатов и малонового диальдегида, а также активности сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы в гомогенатах печени, селезенки, надпочечников, тимуса и лимфатических узлах тонкого кишечника у 5 месячных потомков белых крыс, подвергнутых малой дозе гамма-облучения.

Материалы и методы

Экспериментальное исследование проведено в объединенной учебно-научной лаборатории Государственного медицинского университета города Семей в период с сентября 2011 по январь 2013 года. Животные во время эксперимента содержались со свободным доступом к воде и пище, в условиях постоянной температуры ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) с соблюдением светового режима 12/12 [28], все протоколы исследования были одобрены этическим Комитетом по уходу за животными от 21.10.2011г. №3 (ГМУ г.Семей, Казахстан). Выбор данного вида лабораторных животных основан на проведении экспериментальных исследований иммунной системы и обусловлен схожестью физиологии с человеческим организмом, доступностью в приобретении.

Для решения поставленной цели нами были выполнены 4 серии опытов на 130 белых беспородных половозрелых крысах обоего пола. Первая серия – интактные животные ($n=30$), вторая серия – облученные животные ($n=70$), третью серию составили – потомки крыс в возрасте 5 месяцев, подвергнутые 0,2 Гр гамма-излучения ($n=15$), четвертую серию составили – 5 месячные интактные потомки крыс ($n=15$). При этом изучали состояние обменных процессов в печени, селезенке,

надпочечниках, тимусе и лимфатических узлах тонкого кишечника у интактных потомков и потомков животных, подвергнутых гамма-излучению в дозе 0,2 Гр. Облучение производилось на чешском радиотерапевтическом устройстве «Терагам» лучами ^{60}Co . Для этого был разработан способ топометрическо-дозиметрической подготовки экспериментальных животных к облучению [8]. Экспериментальное исследование на животных осуществлялось в соответствии с Законом о правилах проведения доклинических исследований, медико-биологических экспериментов и клинических испытаний в Республике Казахстан согласно Приказу Министра здравоохранения Республики Казахстан от 25 июля 2007 года №442. В гомогенатах печени, селезенки, надпочечников, тимуса и лимфатических узлов тонкого кишечника определяли активность сукцинатдегидрогеназы по методу С.О.Тапбергенова (1971), активность цитохромоксидазы по методу Р.С.Кривченковой (1974), а также уровень малонового диальдегида по методу С.Г.Конюховой и соавт. (1989), уровень диеновых конъюгатов по методу З.Плациера (1970).

Полученные результаты исследования обрабатывались общепринятыми методами вариационной статистики Е.В. Монцевичюте-Эрингене [15]. Степень достоверности различия между двумя сравниваемыми рядами вариантов выявляли с помощью коэффициента Стьюдента. Разность показателей расценивалась как достоверная при $P < 0,05$, что является общепризнанным в мировой практике. Статистическая обработка цифровых данных проводилась с использованием программы Microsoft Excel 2003.

Результаты исследования

Анализ данных литературы показывает, что до сих пор не сложилось ясного представления об изменении активности ферментов энергетического обмена в тканях различного возраста потомков животных, подвергнутых малым дозам радиации. Ранее было изучено в эксперименте состояние иммунологической реактивности у различных поколений мышей при хроническом

воздействии малых доз ионизирующей радиации [18].

Результаты исследования приведенные в таблице 1 показывают, что активность фермента СДГ в гомогенатах печени 5 месячных интактных крыс составила $0,52 \pm 0,02$ нмоль/мг.сек, а у экспериментальных потомков крыс, подвергнутых радиации - $0,47 \pm 0,02$ нмоль/мг.сек ($p > 0,05$). В следующем исследуемом органе – гомогенатах селезенки со стороны активности СДГ выявлена тенденция к снижению: если у интактных животных показатель составил $1,97 \pm 0,11$ нмоль/мг.сек, то у экспериментальных групп наблюдалось снижение данного показателя до $1,83 \pm 0,09$ нмоль/мг.сек, $p > 0,05$. На митохондриях селезенки установлено, что при облучении повреждаются оба пункта образования макроэргов, связанные с окислением сукцината [9]. При облучении митохондрий, ядер и других органелл вне клетки, а также при облучении *in vivo* снижение активности ферментов фосфорилирования, каталазы и других ферментных систем энергетического обмена наблюдается и после воздействия в относительно небольших дозах, на два-пять порядков ниже тех, которые

вызывают изменение активности ферментов в водных растворах и сухих препаратах [26].

В лимфатических узлах тонкого кишечника у экспериментальных 5 месячных потомков крыс, подвергнутых радиации в дозе 0,2 Гр активность фермента СДГ имело тенденцию к снижению по сравнению с контрольными животными, что подтверждает цифровой материал, согласно которому, у экспериментальных крыс активность фермента составляет $1,02 \pm 0,09$ нмоль/мг.сек, в то время как у интактных этот показатель равен $1,12 \pm 0,07$ нмоль/мг.сек ($p > 0,05$).

Активность фермента СДГ в гомогенатах надпочечников 5-ти месячных опытных групп имело тенденцию к повышению, поскольку у контрольных групп активность фермента СДГ составляет $0,79 \pm 0,04$ нмоль/мг.сек, а у экспериментальных групп - $0,87 \pm 0,03$ нмоль/мг.сек ($p > 0,05$). Определение активности фермента в гомогенатах тимуса позволило выявить, что у потомков экспериментальных животных наблюдается достоверное снижение активности СДГ, поскольку у контрольных животных показатель СДГ равен $0,81 \pm 0,06$ нмоль/мг.сек, а у опытных крыс $0,62 \pm 0,04$ нмоль/мг.сек ($p < 0,05$) или снижен на 23,45 %.

Таблица 1.

Активность ферментов СДГ и ЦХО в гомогенатах иммунокомпетентных органов у 5-ти месячных потомков интактных и облученных животных.

Органы	СДГ (нмоль/мг.сек)		ЦХО (нмоль/мг.сек)	
	контрольная группа	экспериментальная группа	контрольная группа	экспериментальная группа
Печень	$0,52 \pm 0,02$	$0,47 \pm 0,02$	$18,33 \pm 1,12$	$16,32 \pm 1,08$
Селезенка	$1,97 \pm 0,11$	$1,83 \pm 0,09$	$15,44 \pm 1,05$	$12,64 \pm 0,84^*$
Лимфоузлы тонкого кишечника	$1,12 \pm 0,07$	$1,02 \pm 0,09$	$12,55 \pm 0,72$	$12,67 \pm 0,77$
Надпочечник	$0,79 \pm 0,04$	$0,87 \pm 0,03$	$13,55 \pm 0,72$	$13,42 \pm 0,85$
Тимус	$0,81 \pm 0,06$	$0,62 \pm 0,04$	$14,77 \pm 0,98$	$11,66 \pm 1,05$
Примечание - достоверно к контрольной группе: * - $p < 0,05$.				

Согласно целям исследования, следующей задачей нашей работы явилось определение одного из важных ферментов энергетического обмена – ЦХО. Анализ полученных данных показывает, что в гомогенатах печени 5 месячных потомков облученных животных активность фермента равна $16,32 \pm 1,08$ нмоль/мг.сек, в то время как у интактных крыс этот показатель составил $18,33 \pm 1,12$ нмоль/мг.сек, $p > 0,05$. Достоверные изменения

со стороны активности ЦХО наблюдались в гомогенатах селезенки. У подопытных животных активность фермента равна $12,64 \pm 0,84$ нмоль/мг.сек, а у интактных - $15,44 \pm 1,05$ нмоль/мг.сек ($p < 0,05$), т.е. у экспериментальных крыс имело место снижение активности ЦХО на 18,13 % по сравнению с контрольными группами животных. Угнетение ядерного фосфорилирования в клетках селезенки,

тимуса описано после облучения в дозе 0,25 Гр. При облучении изолированных митохондрий печени крыс найдено пропорциональное дозе радиации снижение фосфорилирования [29]. После лучевого воздействия в сравнительно низких дозах обнаружено снижение потребления кислорода и неорганического фосфата в радиочувствительных (селезенка, тимус) облученных животных, тогда как митохондрии печени сохраняют способность к поглощению кислорода и этерификации неорганического фосфата. В более поздние сроки и при увеличении дозы радиации нарушение процессов окислительного фосфорилирования развивается также и в митохондриях печени крыс [20].

В лимфатических узлах тонкого кишечника у экспериментальных 5-ти месячных потомков крыс, подвергнутых радиации в дозе 0,2 Гр активность ЦХО составило $12,67 \pm 0,77$ нмоль/мг.сек, а у контрольных - $12,55 \pm 0,72$ нмоль/мг.сек, $p > 0,05$. Изменения ферментного профиля в иммунокомпетентных органах и тканях отражает тканевые изменения, степень снижения или увеличения активности ферментов может служить количественной мерой активности, выраженности процесса, тяжести состояния и эффективности проводимой терапии [2].

Следует отметить, что в гомогенатах надпочечников 5-ти месячных крыс со стороны активности ЦХО не наблюдалось существенных изменений, о чем свидетельствуют следующие показатели: группа интактных животных - $12,37 \pm 0,84$

нмоль/мг.сек, группа экспериментальных животных - $12,42 \pm 0,93$ нмоль/мг.сек, $p > 0,05$.

Цифровой материал показывает, что активность фермента в гомогенатах тимуса контрольных групп составляет $14,77 \pm 0,98$ нмоль/мг.сек, тогда как у экспериментальных групп этот показатель оказался равен $11,66 \pm 1,05$ нмоль/мг.сек. При сравнении этих двух показателей выявлено достоверное снижение на 21,05 % ($p < 0,05$).

Одной из задач нашего экспериментального исследования явилось определение количественного содержания продуктов перекисного окисления липидов в иммунокомпетентных органах потомков интактных и облученных животных. Цифровые данные приведенные в таблице 2 показывают, что уровень ДК в гомогенатах печени был снижен с $1,13 \pm 0,06$ до $1,06 \pm 0,07$ у.е., хотя достоверных изменений не выявлено ($p > 0,05$), тогда как в гомогенатах селезенки наблюдалась тенденция к повышению: с $1,48 \pm 0,08$ до $1,58 \pm 0,06$ у.е. ($p > 0,05$). В лимфатических узлах тонкого кишечника у 5 месячных потомков крыс, подвергнутых малым дозам ионизирующей радиации уровень ДК был изменен с $0,84 \pm 0,05$ до $0,95 \pm 0,04$ у.е. ($p > 0,05$).

При исследовании уровня ДК в гомогенатах надпочечников 5-ти месячных животных, следует отметить, что показатель продукта ПОЛ имел тенденцию к повышению, поскольку было выявлено изменение показателей от $1,05 \pm 0,07$ до $1,21 \pm 0,08$ ($p > 0,05$).

Таблица 2.

Количественное содержание ДК и МДА в гомогенатах иммунокомпетентных органов у 5-ти месячных потомков интактных и облученных животных ($M \pm m$).

Органы	ДК (у.е.)		МДА (нмоль/ЖЛ мг)	
	контрольная группа	экспериментальная группа	контрольная группа	экспериментальная группа
Печень	$1,13 \pm 0,07$	$1,06 \pm 0,07$	$0,29 \pm 0,02$	$0,26 \pm 0,01$
Селезенка	$1,48 \pm 0,08$	$1,58 \pm 0,06$	$0,24 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,02^*$
Лимфоузлы тонкого кишечника	$0,84 \pm 0,05$	$0,95 \pm 0,04$	$0,31 \pm 0,02$	$0,33 \pm 0,02$
Надпочечник	$1,05 \pm 0,07$	$1,21 \pm 0,08$	$0,34 \pm 0,02$	$0,35 \pm 0,02$
Тимус	$1,11 \pm 0,06$	$1,54 \pm 0,12$	$0,38 \pm 0,02$	$0,42 \pm 0,03$
Примечание - достоверно к контрольной группе: * - $p < 0,05$.				

В гомогенатах тимуса 5 месячных потомков животных, подвергнутых воздействию 0,2 Гр ионизирующего излучения выявлены достоверные изменения количественного содержания ДК, что подтверждается следующими показателями: у экспериментальной группы уровень ДК составил $1,54 \pm 0,12$ у.е., а у контрольных группы данный показатель был равен $1,11 \pm 0,06$ у.е. ($p < 0,05$) или повышен на 25,39 %.

Согласно целям исследования следующей задачей нашей работы явилось определение уровня вторичного продукта перекисного окисления липидов – малонового диальдегида, образующегося при окислительной деструкции гидроперекисей липидов и фосфолипидов.

Цифровые данные приведенные в таблице 2 показывают, что уровень МДА в печени у 5 месячных потомков крыс, подвергнутых малым дозам ионизирующей радиации составил $0,26 \pm 0,01$ нмоль/ЖЛ мг, тогда как у интактных животных данный показатель составил $0,29 \pm 0,02$ нмоль/ЖЛ мг, $p > 0,05$. В исследованных гомогенатах селезенки выявлены достоверные изменения: у экспериментальных групп показатель был равен $0,19 \pm 0,02$ нмоль/ЖЛ мг, тогда как у контрольных групп уровень продукта составил $0,24 \pm 0,01$ нмоль/ЖЛ мг ($p < 0,05$) или снижены на 20,83 %.

При исследовании количественного содержания МДА в лимфоузлах тонкого кишечника потомков интактных и экспериментальных животных достоверных изменений не выявлено, о чем свидетельствуют показатели контрольной группы - $0,31 \pm 0,02$ нмоль/ЖЛ мг, и опытной группы - $0,33 \pm 0,02$ нмоль/ЖЛ мг ($p > 0,05$).

Определение количественного содержания МДА в надпочечниках животных достоверных изменений не выявило: у контрольной группы $0,34 \pm 0,02$ нмоль/ЖЛ мг, а у подопытной группы показатель был равен $0,35 \pm 0,02$ нмоль/ЖЛ мг ($p > 0,05$). Необходимо отметить, что в гомогенатах тимуса уровень исследуемого продукта у контрольных групп составил $0,38 \pm 0,02$ нмоль/ЖЛ мг, тогда как у потомков облученных животных этот показатель был на уровне $0,42 \pm 0,03$ нмоль/ЖЛ мг ($p > 0,05$).

Обсуждение результатов

Таким образом, определенное представление о вкладе непосредственных и опосредованных изменений можно получить в модельных экспериментах с воздействием ионизирующей радиации на субстраты и ферменты энергетического обмена [19].

Снижение коэффициента окислительного фосфорилирования в митохондриях лимфоидных органов связано с глубоким угнетением реакций фосфорилирования при одновременном торможении дыхания, тогда как в митохондриях печени - с активацией окисления субстратов [7]. Благодаря проницаемости барьеров, вещества из крови переходят в тканевую жидкость, а из тканей в кровь, тем самым осуществляется гуморальная связь и взаимная доступность ферментов и биосубстратов, а также поддерживается трофика тканевых структур. Разобщение процессов окислительного фосфорилирования наступает в результате выхода ряда ферментов из митохондриальных структур. Нарушение регуляции внутриклеточных механизмов может быть не только следствием, но и важнейшим звеном начальных механизмов лучевого поражения [22]. Важно отметить, что и другие реакции, ведущие к синтезу АТФ в организме, чувствительны к действию радиации [14].

При радиационном поражении в клетках высвобождаются ферменты и внутриклеточные образования. Частичная десорбция ферментов нарушает их упорядоченное расположение в сопряженности ферментативных процессов, разобщая цепные ферментативные реакции [6, 30].

Отклонения в ферментных системах: нарушение корреляции между биосинтезом аденозинтрифосфорных кислот в ядрах тимуса и разобщение окисления и фосфорилирования, изменения активности ферментов лимонного цикла приводят к нарушению биоэнергетики [16, 27]. Для выявления указанных эффектов необходимы тонкие специализированные исследования в клеточных фракциях, в частности, в митохондриях клеток [5]. К настоящему времени проведено большое количество таких исследований и показано, что эти

нестохастические эффекты вызваны именно радиацией [25]. Лучевые повреждения биомембран сопровождаются частичным освобождением активных форм ферментов, что выражается в эффекте повышения активности ряда ферментных систем, никогда не наблюдаемом в облученных водных растворах и сухих препаратах ферментов [4].

В лимфатических узлах тонкого кишечника у экспериментальных животных, подвергавшихся малым дозам ионизирующей радиации выявлены изменения со стороны ДК. В ходе дегидратации полиненасыщенных липидов в результате перекисного окисления образуется целый ряд первичных и вторичных молекулярных продуктов ПОЛ, играющих важную роль в процессах структурной модификации биомембран и изменения их физико-химических свойств. Образование свободного радикала вызывает конъюгирование диенов, которые далее легко взаимодействуют с кислородом с образованием перекисей, а в дальнейшем – гидроперекисей [10].

Следует отметить, что воздействие ионизирующего излучения характеризуется значительной активацией процессов липопероксидации. Было установлено, что ионизирующая радиация приводит к увеличению концентрации свободных радикалов в гомогенатах различных органов и тканей. При облучении гомогенатов тканей большое количество свободных радикалов образуется в тканях с большим содержанием фосфолипидов [24].

Вывод

1. В гомогенатах печени, селезенки, тимуса, надпочечников и лимфатических узлах тонкого кишечника 5 месячных интактных потомков крыс активность ферментов СДГ и ЦХО, количественное содержание ДК и МДА не претерпевают существенных изменений. Влияние гамма-излучения в малых дозах (0,2 Гр) проявляется у 5-ти месячных потомков животных нормализацией СДГ и ЦХО в иммунокомпетентных органах.

2. Уровень ДК и МДА в гомогенатах печени, селезенки, тимуса, надпочечников и лимфатических узлах тонкого кишечника 5 месячных потомков облученных животных не претерпевает достоверных изменений.

Вклад авторов:

Узбеков Д.Е. - подготовка материалов к публикации, практическое проведение всех этапов данного эксперимента;

Ильдербаев О.З., Шабдарбаева Д.М. – научное руководство по написанию статьи;

Саякенов Н.Б. – анализ полученных данных, редактирование;

Узбекова С.Е. – подготовка текста, редактирование, статистическая обработка данных;

Тимофеева Л.Ю., Сидоренко И.Ю., Беккер Д.В. – участие в сборе литературы;

Исследование проводилось в рамках научного проекта на тему: «Состояние обменных процессов в иммунокомпетентных органах у 1-го поколения потомков облученных крыс».

Конфликт интересов: Коллектив авторов заявляет об отсутствии потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием статьи.

Литература:

1. Акеев А. В., Веремеева Г. А., Возилова А. В. Отдаленные эффекты в системе гемопоза на клеточном и субклеточном уровне при хроническом облучении человека // Радиационная биология. Радиоэкология. 2006. Т. 46, № 5. С. 519–526.

2. Баймуханов Р. М. Влияние малых доз радиации на окислительный метаболизм рабочих полиметаллического производства // Астана медициналық журналы. 2004. № 2. С. 45-47.

3. Белихина Т. И., Мулдагалиев Т. Ж. Динамика распространенности психических расстройств среди населения некоторых районов ВКО в отдаленные сроки после формирования эффективных эквивалентных доз облучения // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Экология. Радиация. Здоровье», 27 августа 2011, Семей, 2011. 15 с.

4. Бутомо Н. В., Гребенюк А. Н., Легеза В. И. и др. Основы медицинской радиобиологии. Санкт-Петербург: Изд-во «Фолиант», 2004. С. 179-185.

5. Бычковская И. Б., Степанов Р. П., Федорцева Р. Ф. Особые долговременные изменения клеток при воздействии радиации в

малых дозах // Радиационная биология. Радиоэкология. 2002. Т. 42, № 1. С. 20-35.

6. Гильяно Н. Я., Коневега Л. В., Носкин Л. А. Прямые и отсроченные эффекты низких доз гамма-излучения в культуре клеток млекопитающих // Радиационная биология. Радиоэкология. 2011. Т. 51, № 6. С. 670-676.

7. Дуброва Ю. Е. Радиация и индукция мутаций в половых клетках человека // Радиационная биология. Радиоэкология. 2006. Т. 46, № 5. С. 537-546.

8. Жетписбаев Б. А., Ильдербаев О. З., Сандыбаев М. Н., Базарбаев Н. А., Ерменбай О. Т. Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства Юстиции Республики Казахстан. Способ топометрическо-дозиметрической подготовки экспериментальных животных к облучению // Инновационный патент №21845. Авторские права №61964.

9. Жетписбаев Б. А., Мусайнова М. М., Жетписбаева Х. С. Адаптация клеточного звена иммунитета и энергетического обмена в отдаленном периоде после воздействия фракционированной дозы гамма-излучения // VII Международная научно-практическая конференция «Экология. Радиация. Здоровье». Семей, 2011. 82 с.

10. Жетписбаев Б. А., Хисметова З. А. Уровень диенового конъюгата и малонового диальдегида в отдаленном периоде после воздействия малой дозы гамма-излучения на эмоциональный стресс // VII Международная научно-практическая конференция «Экология. Радиация. Здоровье». Семей, 2011. С. 77-79.

11. Изатова А. Е. Гигиеническая проблема последствий радиационного облучения населения Восточного Казахстана: Автореф. дис....доктора мед. наук. Алматы, 2006. 35 с.

12. Ким А. Л. Значение маркеров радиационного повреждения при формировании групп повышенного риска развития онкологических заболеваний: Автореф. дис. ...канд. мед. наук: 14.00.07 — гигиена / А.Л. Ким. Алматы, 2010. 22 с.

13. Ким Д. С. Радиационная экологическая обстановка в Республике Казахстан в районах расположения реакторов и на территории Семипалатинского испытательного полигона // Радиационная биология. Радиоэкология. 2012. Т. 52, № 4. С. 409-418.

14. Климович М. А., Козлов М. В., Шишкина Л. Н. Изменение показателей липидов печени мышей спустя месяц после воздействия на организм низкоинтенсивного рентгеновского излучения в малых дозах переменной мощности // Радиационная биология. Радиоэкология. 2012. Т. 52, № 1. С. 58-65.

15. Монцевичюте - Эрингене Е.В. Упрощенные математико-статистические методы в медицинской исследовательской работе // Пат. физиология и эксперим. терапия. – 1961. – № 1. – С. 71-76.

16. Нерсесова Л. С., Газарянц М. Г., Мкртчян З. С., Меликсетян Г. О., Погосян Л. Г., Погосян С. А., Погосян Л. Л., Каралова Е. М., Аветисян А. С., Аброян Л. О., Каралян З. А., Акопян Ж. И. Влияние ионизирующей радиации на ферментные активности и состояние ядерно-ядрового аппарата гепатоцитов крыс // Радиационная биология. Радиоэкология. 2013. Т. 53, № 1. С. 55-62.

17. Решение V съезда по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность). Москва, 10–14 апреля 2006 // Радиационная биология. Радиоэкология. 2006., Т. 46, № 4. С. 509–510.

18. Серебряный А. М., Алещенко А. В., Кудряшова О. В., Никонова М. Ф., Орадовская И. В., Осипов А. Н., Пащенко Ю. Г., Пелевина И. И. Нарушение связей между иммунным статусом и окислительным гомеостазом в лимфоцитах крови ликвидаторов последствий аварии на чернойбыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. 2012. Т. 52, № 4. С. 341-348.

19. Усенова О. А. Влияние реаферона и имунофана на активность некоторых ферментов энергетического обмена в селезенке крыс при остром и фракционированном гамма-облучении // Международная конференция – «Экология, радиация, здоровье». Семипалатинск, 2007. 58 с.

20. Утешов А. Б., Аргынбекова А. С., Мусайнова А. К., Жетписбаев Б. А., Ильдербаев О. З. Состояние биохимических процессов в печени, селезенке и надпочечниках в отдаленном периоде после острого гамма-облучения в эксперименте //

Астана медициналық журналы. 2005. № 3. С. 77-79.

21. Утешев А. Б., Макашев Ж. К., Журнист А. Г. Окислительно-восстановительные ферменты в ткани селезенки животных при воздействии рентгеновских лучей // Вестник НЯЦ РК. 2003. № 3. С. 188-190.

22. Утешев А. Б., Макашев Ж. К., Утешев Т. А. Нарушение метаболизма некоторых оксидоредуктаз в почечной ткани животных при действии радиации // Вестник НЯЦ РК. 2004. № 4 (20). С. 48-51.

23. Хабаров А. С. Клинико-иммунологическая характеристика и иммунореабилитация потомков (второе поколение) лиц, находившихся на следе ядерного взрыва. Автореф. докт. дис., 2005. 201 с.

24. Шевченко О. Г., Шишкина Л. Н. Состав липидов эритроцитов крови мышей при хроническом радиационном воздействии в малой дозе в раннем онтогенезе // Радиационная биология. Радиоэкология. 2012. Т. 52, № 5. С. 487-495.

25. Ярмоненко С. П., Вайсон А. А. Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа. 2004. 549 с.

26. Ярмоненко С. П. Современные оценки биологического действия низких уровней ионизирующих излучений. Наследственные эффекты // Астана медициналық журналы. 2007. № 7 (43). 7 с.

27. Bebeshko V. et al. Health consequences in the Chernobyl emergency workers surviving after confirmed acute radiation sickness // Follow-up of delayed health consequences of acute accidental radiation exposure. Lessons to be learned from their medical management. Vienna: IAEA, 2002. P. 5-26.

28. Cecconi S., Rossi G., Coticchio G., Macchiarelli G., Borini A., Canipari R. Influence of thyroid hormone on mouse preantral follicle development in vitro // Fertil Steril. 2004. 81. P. 919-24.

29. Ilderbayev O. Z., Zhetpisbayev B. A., Kozubayeva D. B., Yermenbay O. T. Influence of combined effect of asbestos dust and radiation in dosage of 0,2 Gy on energy metabolism in long-term period // European Journal of Natural History. London. 2008. № 3, P. 53-54.

30. Prozor I., Olzhayeva R., Ilderbayev O. Z., Usenova O. A. Correction of enzyme activity

infringements of purine nucleotides by thyroxine in the serum of blood, liver and kidneys at radiation exposure of stress // The Chernobyl impact on health and environment – a quarter century later. Satellite symposium. Kyiv, 2011. 78 p.

References:

1. Akleev A. V., Veremeeva G. A., Vozilova A. V. Otdalennyye efekty v sisteme gemopoeza na kletochnom i subkletochnom urovne pri hronicheskom obluchenii cheloveka [The long-term effects in the hematopoietic system at the cellular and subcellular level at chronic exposure of man]. *Radiacionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2006, T. 46, № 5, pp. 519-526. [in Russia]

2. Baymuhonov R. M. Vliyanie mal'nykh doz radiatsii na okislitel'nyy metabolizm rabochikh polimetallicheskogo proizvodstva [The effect of small doses of radiation on oxidative metabolism working polycyclic production]. *Astana meditsinal'nyy zhurnal* [Astana Medical Journal]. 2004, № 2, pp. 45-47. [in Russia]

3. Belikhina T. I., Muldagaliev T. Zh. Dinamika rasprostranennosti psikhicheskikh rasstroystv sredi naseleniya nekotorykh rayonov VKO v otdalennyye sroki posle formirovaniya effektivnykh ekvivalentnykh doz oblucheniya [Dynamics of prevalence of mental disorders among the population of some areas of East Kazakhstan region in the remote terms after formation of effective equivalent dose]. *Materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekologiya. Radiatsiya. Zdorov'e», 27 avgusta 2011* [Proceedings of the VII International scientific-practical conference "Ecology. Radiation. Health", 27 August 2011]. Semey, 15 p. [in Russia]

4. Butomo N. V., Grebenyuk A. N., Legeza V. I. i dr. *Osnovy medicinskoj radiobiologii* [Basics of Medical Radiobiology]. Sankt-Peterburg: Izd-vo «Foliant», 2004, pp. 179-185. [in Russia]

5. Bychkovskaya I. B., Stepanov R. P., Fedorceva R. F. Osobyje dolgovremennyye izmeneniya kletok pri vozdeystvii radiatsii v mal'nykh dozakh [Special long-term changes in the cells when exposed to radiation in small doses]. *Radiats. biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2002, T. 42, № 1, pp. 20-35. [in Russia]

6. Gil'yano N. Ya., Konevega L. V., Noskin L. A. Pryamy i otsrochennye efekty nizkikh doz gamma-izlucheniya v kul'ture kletok mlekoopitayushhih [Direct and delayed effects of low doses of gamma radiation in mammalian cell culture]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2011, T. 51, № 6, pp. 670-676. [in Russia]
7. Dubrova Yu. E. Radiatsiya i induktsiya mutatsiy v polovykh kletkakh cheloveka [Radiation and the induction of mutations in the germ cells of humans]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2006, T. 46, № 5, pp. 537–546. [in Russia]
8. Zhetpisbaev B. A., Il'derbaev O. Z., Sandybaev M. N., Bazarbaev N. A., Ermenbay O. T. Komitet po pravam intellektual'noy sobstvennosti Ministerstva Justitsii Respubliki Kazakhstan. Sposob topometrichesko-dozimetricheskoy podgotovki eksperimental'nykh zhivotnykh k oblucheniyu [Committee on Intellectual Property Rights of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan. Topometrichesko-dosimetry method of preparation of experimental animals to exposure]. Innovatsionnyy patent №21845. Avtorskie prava №61964 [Innovative patent №21845. Copyright №61964]. [in Russia]
9. Zhetpisbaev B. A., Musaynova M. M., Zhetpisbaeva H. S. Adaptatsiya kletochnogo zvena immuniteta i energeticheskogo obmena v otdalennom periode posle vozdeystviya fraktsionirovannoy dozy gamma-izlucheniya [Adaptation of cellular immunity and energy metabolism in the long term after effects of fractionated doses of gamma-radiation]. VII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Ekologiya. Radiatsiya. Zdorov'e» [VII International Scientific and Practical Conference "Ecology. Radiation. Health"]. Semey, 2011, 82 p. [in Russia]
10. Zhetpisbaev B. A., Hismetova Z. A. Uroven' dienovogo kon'yugata i malonovogo dial'degida v otdalennom periode posle vozdeystviya maloy dozy gamma-izlucheniya na emotsional'nyy stress [The level of diene conjugates and malondialdehyde in the long term after exposure to low doses of gamma radiation to emotional stress]. VII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Ekologiya. Radiatsiya. Zdorov'e» [VII International Scientific and Practical Conference "Ecology. Radiation. Health"]. Semey, 2011, 82 p. [in Russia]
11. Izatova A. E. *Gigenicheskaya problema posledstviy radiatsionnogo oblucheniya naseleniya Vostochnogo Kazakhstana* [Gigenicheskaya problem of the effects of radiation exposure of the population of East Kazakhstan]: Avtoref. dis....d-ra med.nauk. Almaty, 2006, 35 p. [in Russia]
12. Kim A. L. *Znachenie markerov radiatsionnogo povrezhdeniya pri formirovanii grupp povyshennogo riska razvitiya onkologicheskikh zabolevaniy* [The value of the markers of radiation damage in the formation of groups at high risk of developing cancer]: Avtoref. dis. ...kand. med. nauk. Almaty, 2010, 22 p. [in Russia]
13. Kim D. S. Radiatsionnaya ekologicheskaya obstanovka v Respublike Kazakhstan v rayonakh raspolozheniya reaktorov i na territorii Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona [Radiation ecological situation in the Republic of Kazakhstan in the vicinity of reactors and on the territory of the Semipalatinsk test site]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2012, T. 52, № 4, pp. 409-418. [in Russia]
14. Klimovich M. A., Kozlov M. V., Shishkina L. N. Izmenenie pokazateley lipidov pecheni myshey spustya mesyats posle vozdeystviya na organizm nizkointensivnogo rentgenovskogo izlucheniya v malykh dozakh peremennoy moshhnosti [Changes index of lipid in the mouse liver a month after exposure to the organism of low-intensity X-ray radiation in small doses, variable power]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2012, T. 52, № 1, pp. 58-65. [in Russia]
15. Montsevichyute - Eringene E.V. *Uproshchennye matematiko-statisticheskie metody v meditsinskoy issledovatel'skoy rabote* [Simplified mathematical and statistical methods in medical research] Pat. fiziologiya i eksperimental'naya terapiya [Pat. physiology and experimental therapy]. 1961, № 1, pp. 71-76.
16. Nersesova L. S., Gazaryanc M. G., Mkrtchyan Z. S., Meliksetyan G. O., Pogosyan L. G., Pogosyan S. A., Pogosyan L. L., Karalova E.

M., Avetisyan A. S., Abroyan L. O., Karalyan Z. A., Akopyan Zh. I. Vliyanie ioniziruyushchey radiatsii na fermentnye aktivnosti i sostoyanie yadernoyadroskovogo apparata gepatotsitov krys [Effect of ionizing radiation on the enzymatic activity and the status of nuclear apparatus of rats hepatocytes]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2013, T. 53, № 1, pp. 55-62. [in Russia]

17. Reshenie V s"ezda po radiatsionnym issledovaniyam (radiobiologiya, radioekologiya, radiatsionnaya bezopasnost'). Moskva, 10–14 aprelya 2006 [Decision V congress on radiation research (radiobiology, radioecology, radiation safety). Moscow, 10-14 April 2006]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2006, T. 46, № 4, pp. 509–510. [in Russia]

18. Serebryanny A. M., Aleshchenko A. V., Kudryashova O. V., Nikonova M. F., Oradovskaya I. V., Osipov A. N., Pashhenkova Yu. G., Pelevina I.I. Narushenie svyazey mezhdu immunnym statusom i oksiditel'nym gomeostazom v limfotsitakh krovi likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoy AJeS [Violation of the links between immune status and oxidative homeostasis in blood lymphocytes of the liquidators of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2012, T. 52, № 4, pp. 341-348. [in Russia]

19. Usenova O. A. Vliyanie reafersona i imunofana na aktivnost' nekotorykh fermentov energeticheskogo obmena v selezenke krys pri ostrom i fraktsionirovannom gamma-obluchenii [Influence of reaferson and imunofan to the activity of certain enzymes of energy metabolism in the spleen of rats with acute and fractionated gamma-irradiation]. *Mezhdunarodnaya konferentsiya – «Ekologiya, radiatsiya, zdorov'e»* [International Conference - "Ecology, radiation, health"]. Semipalatinsk, 2007, 58 p. [in Russia]

20. Uteshev A. B., Argynbekova A. S., Musaynova A. K., Zhetpisbaev B. A., Il'derbaev O. Z. Sostoyanie biokhimicheskikh protsessov v pecheni, selezenke i nadpochechnikakh v otdalennom periode posle ostrogo gamma-oblucheniya v eksperimente [Condition of biochemical processes in the liver, spleen and

adrenal glands in the late period after an acute gamma-irradiation experiment]. *Astana meditsinaly zhurnaly* [Astana Medical Journal]. 2005, № 3, pp. 77-79. [in Russia]

21. Uteshev A. B., Makashev Zh. K., Zhurnist A. G. Okislitel'no-vosstanovitel'nye enzimy v tkani selezenki zhivotnykh pri vozdeystvii rentgenovskikh luchey [Redox enzymes in spleen tissue in animals exposed X-ray]. *Vestnik NJaC RK*. 2003, № 3, pp. 188-190. [in Russia]

22. Uteshev A. B., Makashev Zh. K., Uteshev T. A. Narushenie metabolizma nekotorykh oksidoreduktaz v pochechnoy tkani zhivotnykh pri deystvii radiatsii [Violation of metabolism of some oxidoreductases in the renal tissue of animals under the influence of radiation]. *Vestnik NJaC RK*. 2004, № 4 (20), pp. 48-51. [in Russia]

23. Khabarov A. S. *Kliniko-immunologicheskaya kharakteristika i immunoreabilitatsiya potomkov (vtoroe pokolenie) lits, nakhodivshihsya na slede yadernogo vzryva* [Clinical and immunological characteristics and immunorehabilitation descendants (second generation) of those who were on the trail of a nuclear explosion]. Avtoref. dokt. dis., 2005, 201 p. [in Russia]

24. Shevchenko O. G., Shishkina L. N. Sostav lipidov eritrotsitov krovi myshey pri khronicheskom radiatsionnom vozdeystvii v maloy doze v rannem ontogeneze [Lipid composition of red blood cells of mice with chronic radiation exposure in small doses in early ontogenesis]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2012, T. 52, № 5, pp. 487-495. [in Russia]

25. Yarmonenko S. P., Vayson A. A. *Radiobiologiya cheloveka i zhivotnykh* [Radiobiology of humans and animals]. M.: Vysshaya shkola. 2004, 549 p. [in Russia]

26. Yarmonenko S. P. Sovremennyye otsenki biologicheskogo deystviya nizkikh urovney ioniziruyushchikh izlucheniya. Nasledstvennyye efekty [Modern assessment of the biological effect of low levels of ionizing radiation. Hereditary effects]. *Astana meditsinaly zhurnaly* [Astana Medical Journal]. 2007, № 7 (43), 7 p. [in Russia]

27. Bebesheko V. et al. Health consequences in the Chernobyl emergency workers surviving after confirmed acute radiation sickness. Follow-up of delayed health consequences of acute

accidental radiation exposure. Lessons to be learned from their medical management. Vienna: IAEA, 2002, pp. 5-26.

28. Cecconi S., Rossi G., Coticchio G., Macchiarelli G., Borini A., Canipari R. Influence of thyroid hormone on mouse preantral follicle development in vitro. *Fertil Steril*. 2004, 81, pp. 919–24.

29. Ilderbayev O. Z., Zhetpisbayev B. A., Kozubayeva D. B., Yermenbay O. T. Influence of combined effect of asbestos dust and radiation in

dosage of 0,2 Gy on energy metabolism in long-term period. *European Journal of Natural History*. London. 2008, № 3, pp. 53-54.

30. Prozor I., Olzhayeva R., Ilderbayev O. Z., Usenova O. Correction of enzyme activity infringements of purine nucleotides by thyroxine in the serum of blood, liver and kidneys at radiation exposure of stress. *The Chernobyl impact on health and environment – a quarter century later. Satellite symposium*. Kyiv, 2011, 78 p.

Контактная информация:

Узбеков Дархан Есенгалиевич – PhD докторант 2-года по специальности 6D110100 «Медицина» Государственного Медицинского Университета города Семей, Казахстан.

Почтовый адрес: Восточно-Казахстанская область, 071400, Семей, проспект Шакарима, 13 А, кв. 72.

E-mail: darkhan.uzbekov@mail.ru

Телефон: д.т. 8-722-2-569782, м.т. +77055301026