

Получена: 10 августа 2018 / Принята: 9 сентября 2018 / Опубликовано online: 31 октября 2018

УДК 615.272+371.71+623.454.83(574.42)

## **ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ, ПОДВЕРГШЕГОСЯ РАДИАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ВСЛЕДСТВИЕ ИСПЫТАНИЙ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ**

**Людмила М. Пивина** <sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-8035-4866>,

**Юлия М. Семенова** <sup>1</sup>, <http://orcid.org/0000-0003-1324-7806>

**Ерсин Т. Жунусов** <sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-1182-5257>

**Толкын А. Булегенов** <sup>1</sup>, **Альмира М. Манатова** <sup>1</sup>, **Татьяна И. Белихина** <sup>1</sup>,

**Айгерим С. Абишева** <sup>1</sup>, **Умуд М. Эфендиев** <sup>2</sup>, **Тамара Жунусова** <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Государственный медицинский университет города Семей, г. Семей, Республика Казахстан;

<sup>2</sup> Бородулихинская Центральная районная больница, с. Бородулиха, Республика Казахстан;

<sup>3</sup> Норвежский Институт Радиационной защиты, г. Осло, Норвегия.

**Введение:** В 2017 году в ГМУ г. Семей начато выполнение научно-технической программы «Разработка научно-методологических основ минимизации экологической нагрузки, медицинского обеспечения, социальной защиты и оздоровления населения экологически неблагоприятных территорий республики Казахстан», в рамках которой проводится оценка состояния неспецифической резистентности у экспонированного радиацией населения ВКО.

**Цель:** оценка биохимических показателей крови, характеризующих состояние неспецифической резистентности изучаемого населения.

**Материалы и методы.** Объем выборки по Абайскому району ВКО составил 222 человека, по Бородулихинскому району ВКО – 233 человек, по Курчумскому району ВКО – 245 человек. Исследовались биохимические показатели (кальций, калий, натрий, магний, гликозированный гемоглобин, общий белок, АЛТ, АСТ, гормоны щитовидной железы, антитела к ТПО, АКТГ, кортизол, инсулин). Критерии включения: возраст 18-50 лет, юридически подтвержденное проживание на территории влияния СИЯП. Критерии исключения: органическое поражение ЦНС, соматические заболевания в стадии декомпенсации. Контроль – жители Курчумского района ВКО. Дизайн исследования – поперечный. Статистическая обработка: IBM SPSS Statistics 20, с определением нормальности распределения изучаемых признаков и оценкой описательных статистик числовых переменных. Качественные переменные представлены в виде абсолютных цифр и их процентов. Оценка различий в группах определена с помощью расчета критерия  $\chi^2$ .

**Результаты.** Высокие показатели тиреотропного гормона были установлены у жителей Бородулихинского района – 13,5%, в Абайском районе – у 3,9% жителей. Превышение титра антител к ТПО было зафиксировано в обеих основных группах исследования (80,09 в Абайском и 43,77 в Бородулихинском районах). Установлены признаки нарушений неспецифической резистентности организма, проявляющиеся в виде изменений микро-элементного состава крови (снижение магния, кальция и калия в сравнении с контролем), повышения кортизола.

**Заключение:** Установлены биохимические индикаторы нарушений неспецифической резистентности организма лиц, подвергшихся радиационному воздействию.

**Ключевые слова:** радиационное воздействие, неспецифическая резистентность, биохимические показатели.

### **Summary**

## **ASSESSMENT OF BIOCHEMICAL INDICATORS CHARACTERIZING THE HEALTH STATUS OF THE POPULATION OF THE EAST KAZAKHSTAN REGION EXPOSED TO RADIATION DUE TO NUCLEAR WEAPONS TESTS**

**Lyudmila M. Pivina** <sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-8035-4866>,

**Yuliya M. Semenova** <sup>1</sup>, <http://orcid.org/0000-0003-1324-7806>

**Yersin T. Zhunussov** <sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-1182-5257>

**Tolkyn A. Bulegenov** <sup>1</sup>, **Almira M. Manatova** <sup>1</sup>, **Tatyana I. Belikhina** <sup>1</sup>,

**Aigerym S. Abisheva** <sup>1</sup>, **Umud M. Efendiev** <sup>2</sup>, **Tamara Zhunussova** <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Semey State Medical University, Kazakhstan, Semey, Republic of Kazakhstan;

<sup>2</sup> Borodulikha Central District Hospital, Borodulikha, Republic of Kazakhstan

<sup>3</sup> Norwegian Radiation Protection Authority, Oslo, Norway

**Introduction:** In 2017, the scientific program "Development of scientific and methodological foundations for minimizing environmental burden, medical provision, social protection and health improvement of the population of ecologically unfavorable territories of the Republic of Kazakhstan" was started in the SMU. In the framework of the program we studied the state of health and nonspecific resistance in the population of the East Kazakhstan region exposed to radiation.

**Aim:** assessment of biochemical indicators characterizing the health status of the studied population

**Methods:** The sample size in the Abay region was 222 people, in the Borodulikha district it was 233 people, in the Kurchumsky district it was 245 people. Biochemical indicators (calcium, potassium, sodium, magnesium, glycosylated hemoglobin, total protein, ALT, AST, thyroid hormones, antibodies to TPO, ACTH, cortisol, insulin) were studied. Inclusion criteria: age 18-50 years, legally confirmed residence in the territory of the influence of the Test Site. Exclusion criteria: organic lesion of the central nervous system, somatic diseases in the stage of decompensation. Control - residents of the Kurchum district. The design is cross-sectional study. Statistical processing: IBM SPSS Statistics 20, with the definition of the normality of the distribution of the studied characteristics and the evaluation of descriptive statistics of numerical variables. Qualitative variables are represented in the form of absolute figures and their percentages. Evaluation of differences in groups is determined by calculating the  $\chi^2$  criterion.

**Results.** High levels of thyroid-stimulating hormone were found in the residents of Borodulikha district (13.5%), in Abai district it was defined in 3.9% of residents. The excess of antibody titre to TPO was recorded in both study groups (80.09 in Abai and 43.77 in Borodulikha districts). Signs of violations of nonspecific resistance manifested in the changes of the blood microelements (decrease of magnesium, calcium and potassium), increased cortisol.

**Conclusion:** Biochemical indicators of violations of nonspecific resistance in the persons exposed to radiation have been established.

**Key words:** radiation exposure, nonspecific resistance, biochemical indicators.

### Түйіндеме

## ЯДРОЛЫҚ ҚАРУ СЫНАҚТАРЫ САЛДАРЫНАН РАДИАЦИЯЛЫҚ ӘСЕРГЕ ШАЛДЫҚҚАН ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ ТҰРҒЫНДАРЫНЫҢ ДЕНСАУЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН СИПАТТАЙТЫН БИОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРДІ БАҒАЛАУ

Людмила М. Пивина <sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-8035-4866>,

Юлия М. Семенова <sup>1</sup>, <http://orcid.org/0000-0003-1324-7806>

Ерсин Т. Жунусов <sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-1182-5257>

Толкын А. Булегенов <sup>1</sup>, Альмира М. Манатова <sup>1</sup>, Татьяна И. Белихина <sup>1</sup>,  
 Айгерим С. Абишева <sup>1</sup>, Умуд М. Эфендиев <sup>2</sup>, Тамара Жунусова <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Семей қаласының мемлекеттік медицина университеті, Семей қ., Қазақстан Республикасы;

<sup>2</sup> Бородулиха Орталық аудандық ауруханасы, Бородулиха а., Қазақстан Республикасы;

<sup>3</sup> Норвегия радиациялық қорғау институты, Осло қ., Норвегия.

**Кіріспе:** 2017 жылы Семей қ. ММУ «Қазақстан Республикасы экологиялық қолайсыз аумақта экологиялық жүктемені ықшамдау, медициналық қамсыздандыру, әлеуметтік қорғау және тұрғындарды сауықтырудың ғылыми –методологиялық негіздерін әдістеу» ғылыми –техникалық бағдарламасын орындау басталды, оның шеңберінде ШҚО тұрғындарының экспондаған радиациямен ерекше емес резистенттілік жағдайына бағалау өткізілді.

**Мақсаты:** Зерттелетін тұрғындар ерекше емес резистенттілігі жағдайын сипаттайтын қанның биохимиялық көрсеткіштерін бағалау.

**Материалдар мен әдістер.** ШҚО Абай ауданы бойынша іріктеу көлемі 222 адамды құрады, ШҚО Бородулиха ауданы бойынша – 233 адам, ШҚО Күршім ауданы бойынша – 245 адам. Биохимиялық көрсеткіштер зерттелді (кальций, калий, натрий, магний, гликозиленген гемоглобин, жалпы белок, АЛТ, АСТ, қалқанша без гормондары, антиденелер ТПО, АКТГ, кортизол, инсулин). Енгізу критерилері: жасы 18-50 жас, ССЯП әсері аумағында тұруға заңды растау. Шығау критерилері: ОНЖ органикалық зақымдануы, декомпенсация кезеңіндегі соматикалық аурулар. Бақылау – ШҚО Күршім ауданы тұрғындары. Зертету дизайны – көлденең. Статистикалық өңдеу: IBM SPSS Statistics 20, сандық ауыспалылардың бейнелеу статистикаларын бағалаумен және зерттелетін белгілерін бөлудің қалыптылығын анықтаумен. Сапалық ауыспалылар абсолютті цифрлар және олардың пайыздары түрінде ұсынылған. Топтардағы айырмашылықтар бағасы  $\chi^2$  критерилерін есептеу арқылы анықталған.

**Нәтижелер.** Тиреотропты гормонның жоғары көрсеткіштері Бородулиха ауданы тұрғындарында анықталған – 13,5%, Абай ауданында – 3,9% тұрғында. ТПО антиденелер титрының асуы зерттеудің екі негізгі топтарында белгіленген (80,09 Абай ауданында және 43,7 Бородулиха ауданында). Қанның микроэлемент құрамының өзгеруі түрінде анықталатын организмнің ерекше емес резистенттілігінің бұзылуы белгілері анықталды (бақылаумен салыстырғандағы магнийдің, кальцийдің және калийдің төмендеуі), кортизолдың артуы.

**Қорытынды:** Радиациялық әсерге шалдыққан тұлғалар организмнің ерекше емес резистенттілігінің бұзылуы биохимиялық индикаторлары анықталды.

**Негізгі сөздер:** радиациялық әсер, ерекше емес резистенттілік, биохимиялық көрсеткіштер.

**Библиографическая ссылка:**

Пивина Л.М., Семенова Ю.М., Жунусов Е.Т., Булегенов Т.А., Манатова А.М., Белыхина Т.И., Абишева А.С., Эфендиев У.М., Жунусова Т. Оценка биохимических показателей, характеризующих состояние здоровья населения Восточно-Казахстанской области, подвергнутого радиационному воздействию вследствие испытаний ядерного оружия // Наука и Здравоохранение. 2018. 5 (Т.20). С. 105-114.

Pivina L.M., Semenova Yu.M., Zhunussov Ye.T., Bulegenov T.A., Manatova A.M., Belikhina T.I., Abisheva A.S., Efendiev U.M., Zhunussova T. Assessment of biochemical indicators characterizing the health status of the population of the East Kazakhstan region exposed to radiation due to nuclear weapons tests. *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2018, (Vol.20) 5, pp. 105-114.

Пивина Л.М., Семенова Ю.М., Жунусов Е.Т., Булегенов Т.А., Манатова А.М., Белыхина Т.И., Абишева А.С., Эфендиев У.М., Жунусова Т. Ядролық қару сынақтары салдарынан радиациялық әсерге шалдыққан Шығыс Қазақстан облысы тұрғындарының денсаулық жағдайын сипаттайтын биохимиялық көрсеткіштерді бағалау // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2018. 5 (Т.20). Б. 105-114.

**Введение**

Оценка состояния здоровья населения, длительное время проживающего на радиационно-загрязненных территориях Восточно-Казахстанской области (ВКО) и представляющих потомков первого-второго поколений лиц, подвергшихся прямому радиационному воздействию в результате испытаний ядерного оружия в Казахстане, до сих пор остается вопросом, требующим безотлагательного решения со стороны Министерства здравоохранения и организаций здравоохранения. За период с 1949 по 1963 гг. на территории Семипалатинского ядерного испытательного полигона было проведено более 110 атмосферных и наземных ядерных испытаний, что привело к радиоактивному загрязнению больших по площади территорий Восточно-Казахстанской области и формированию эффективных эквивалентных доз облучения у жителей этих территорий [14, 21]. После запрещения проведения открытых испытаний на полигоне вплоть до 1989 года проводились подземные взрывы, некоторые из них сопровождались выходом радиоактивных газов на дневную поверхность (15.01.1965; 14.10.1965; 21.10.1961; 12.11.1968) [21].

После закрытия ядерного полигона в 1991 году Казахское правительство начало проведение программ, нацеленных на оценку ущерба состояния здоровья пострадавшего населения и минимизацию последствий ядерных испытаний [26]. В конце 1990-х-начале 2000-х годов усилиями Казахских и международных правительственных, исследовательских организаций и учреждений здравоохранения было проведено несколько масштабных эпидемиологических исследований по изучению влияния радиации на состояние здоровья жителей Восточно-Казахстанской области, сфокусированных, в основном, на канцерогенных, генетических и кардиоваскулярных эффектах [13, 15, 16, 17, 18].

В 2012-2014 сотрудниками ГМУ г. Семей совместно с НИИ радиационной медицины и экологии проводилось выполнение научно-технической программы «Разработка научно-обоснованных технологий минимизации экологического риска предотвращения неблагоприятного эффекта для здоровья населения», в результате были установлены повышенные показатели распространенности артериальной гипертонии,

заболеваний щитовидной железы, нарушений липидного спектра у потомков лиц, подвергшихся радиационному воздействию [4, 19, 20].

В 2017 году в ГМУ г. Семей начато выполнение научно-технической программы «Разработка научно-методологических основ минимизации экологической нагрузки, медицинского обеспечения, социальной защиты и оздоровления населения экологически неблагоприятных территорий республики Казахстан», в рамках которой проводится оценка состояния здоровья и состояния неспецифической резистентности у населения Абайского и Бородулихинского районов ВКО, подвергавшихся радиационному воздействию в результате испытаний ядерного оружия. Целью настоящего исследования явилась оценка биохимических показателей крови, характеризующих состояние неспецифической резистентности изучаемого населения.

**Материалы и методы**

Комплексная оценка показателей здоровья жителей экологически неблагоприятных территорий лежит в основе разработки программ первично и вторичной профилактики нарушений их здоровья. Проведение этой оценки требует тщательного изучения демографических показателей и экологического маршрута пострадавшего населения. Формирование групп исследования из населения Восточно-Казахстанской области проводилось в соответствии с радиационным маршрутом и критериями включения. Проведено уточнение жизненного статуса исследуемых лиц, выкопировка информации о персональной дозовой нагрузке из Государственного научного автоматизированного медицинского регистра (ГНАМР). Всего по 3 районам ВКО за отчетный период было обследовано 700 человек с проведением физического и лабораторного обследования с выездом на место проживания исследуемых лиц в соответствии с протоколом исследования и пополнением базы данных ГНАМР информацией об обследованных лицах. Объем выборки по Абайскому району ВКО составил 222 человека, по Бородулихинскому району ВКО – 233 человек, по Курчумскому району ВКО – 245 человек. Жители 2 районов – Бородулихинского и Абайского – вошли в группу исследования (всего 455), Курчумского района – в контрольную группу (всего 245 человек). Подавляющее количество обследованных лиц во всех

исследуемых районах было представлено лицами женского пола (75,1%), что обусловлено более высоким откликом женщин и их мотивацией для участия в подобных исследованиях.

На каждого пациента, включенного в исследование соматического здоровья, заведена «Карта обследования» больного при обращении, включающая: информированное согласие пациента на участие в исследовании состояния здоровья; «Анкету участника научно-исследовательского проекта» для оценки клинического состояния больного (анамнез, хронические заболевания, антропометрия, состояние лимфоузлов, размеры щитовидной железы, температура, физикальное обследование, вегетативные индексы, ВРС-спектрометрические показатели, ОАК, биохимические показатели (кальций, калий, натрий, магний, гликозированный гемоглобин, общий белок, АЛТ, АСТ, креатинин, гормоны щитовидной железы - Т4, ТТГ, антитела к ТПО, гормоны стресса - АКТГ, кортизол, инсулин).

Критерии включения в группу исследования: возраст 18-50 лет, юридически подтвержденное проживание родителей (бабушек, дедушек) на территории влияния

СИЯП в период испытаний ядерного оружия (в соответствии с базой данных ГНАМР), территориях экологического риска. Критерии исключения: органическое поражение ЦНС, соматические заболевания в стадии декомпенсации; наличие вирусного гепатита В и С в анамнезе; лица, по различным причинам не имеющие отношения к испытаниям ядерного оружия на СИЯП. Контрольная группа – лица, постоянно проживающие на территории Курчумского района ВКО.

Дизайн исследования – поперечный.

Возрастной состав обследованного населения представлен в таблице 1. Данные свидетельствуют о приблизительно одинаковом возрастном составе в группах исследования и в контрольной группе. Все обследованные были распределены на две группы: потомков лиц, подвергшихся прямому облучению, в первом поколении (35-51 лет), получивших собственные дозы облучения в период проведения подземных ядерных испытаний и группу потомков второго поколения (18-51 лет), не подвергшихся прямому воздействию радиации.

Таблица 1.

Средние значения возрастного состава исследуемой выборки населения ВКО.

| Район           | Среднее значение возраста | ДИ             | Возрастные группы |              | Всего |
|-----------------|---------------------------|----------------|-------------------|--------------|-------|
|                 |                           |                | 18-34 лет         | 35-51 лет    |       |
| Абайский        | 35,84                     | 34,734; 36,948 | 81 (36,5 %)       | 141 (63,5 %) | 222   |
| Бородулихинский | 37,96                     | 36,709; 39,210 | 112 (48,1 %)      | 121 (51,9 %) | 233   |
| Курчумский      | 38,06                     | 36,81; 39,31   | 90 (36,7 %)       | 155 (63,3 %) | 245   |
| Всего           |                           |                | 283 (40,4 %)      | 417 (59,6 %) | 700   |

Национальный состав обследованных лиц из Абайского района был представлен на 100% казахами, в Бородулихинском районе 62,1% обследованного населения были казахами, 3% - татарами, остальные жители имели русскую или немецкую национальности, в Курчумском районе также преобладало казахское население – 98,0%. Такое распределение этносов в группах исследования свидетельствует о приблизительно одинаковом укладе жизни, пищевых привычек в исследуемых группах.

Подавляющее большинство лиц, включенных во все группы исследования, проживали в данной местности с

рождения (71,2%), так же, как и их родители, что позволяет определить их принадлежность к группам радиационного риска или к группе контроля. В группе исследования 20% (91 из 455) обследованных лиц служили в войсках; в контрольной группе данный показатель составил 7,3% (18 из 245). Наибольшее количество лиц, имеющих высшее образование, было в Абайском районе, наименьшее – в Бородулихинском районе, где, как и в контрольном районе, преобладали лица со средним специальным образованием (таблица 2).

Таблица 2.

Характеристика уровня образования обследованных лиц.

| Районы          | Уровень образования обследованных лиц |             |                     |                       |
|-----------------|---------------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------|
|                 | Высшее                                | Среднее     | Среднее специальное | Незаконченное среднее |
| Абайский        | 108 (44,1%)                           | 55 (22,4%)  | 76 (31,0%)          | 6 (2,4%)              |
| Бородулихинский | 73 (16,0%)                            | 59 (13,0%)  | 215 (47,3%)         | 108 (23,7%)           |
| Курчумский      | 181 (25,9%)                           | 114 (16,3%) | 291 (41,6%)         | 114 (16,3%)           |

Большинство обследованных пациентов в группе контроля 99,2 % (243 из 245) не были подвержены облучению на протяжении жизни. В группе исследования большая часть - 76,9% (350 из 455) испытали воздействие облучения в детстве, 23,9 % были рождены от облученных родителей. В таблице 3 представлены индивидуальные дозы облучения для

потомков первого поколения лиц, подвергшихся прямому облучению, а также доз облучения родителей, бабушек и дедушек для потомков второго поколения. Максимальные дозы облучения были установлены для исследуемых жителей Абайского района, в 2,7 раз превышающие дозы жителей Бородулихинского района.

Таблица 3.

**Характеристика доз облучения обследованных лиц.**

| Район   | Среднее значение (мЗв) | Ме; Q1; Q3           |
|---|------------------------|----------------------|
| Индивидуальные дозы облучения в группе потомков первого поколения     |                        |                      |
| Абайский  | 7,53                   | 6,37; 2,62; 12,26    |
| Бородулихинский   | 2,8                    | 1,78; 0,35; 4,22     |
| Средние дозы облучения родителей в группе потомков второго поколения  |                        |                      |
| Абайский  | 96,75                  | 80,74; 35,16; 178,17 |
| Бородулихинский   | 26,73                  | 11,40; 0; 35,26      |
| Средние дозы облучения дедушек и бабушек у потомков второго поколения |                        |                      |
| Абайский  | 56,40                  | 0; 0; 100,0          |
| Бородулихинский   | 20,64                  | 0;0; 32,96           |

Статистическая обработка: IBM SPSS Statistics 20, с определением нормальности распределения изучаемых признаков и оценкой описательных статистик числовых переменных. Качественные переменные представлены в виде абсолютных цифр и их процентов. Оценка различий в группах определена с помощью расчета критерия  $\chi^2$ .

Исследование получило одобрение Этического Комитета Государственного медицинского университета г. Семей, протокол № 6 от 27.04.2017 г. У каждого участника было получено информированное согласие на включение в исследование, перед началом исследования всем респондентам разъяснялись его цель и задачи.

**Результаты**

Среди лиц, обследованных на выездах в группе исследования, состоят на диспансерном учете по поводу каких-либо заболеваний всего 21,1% (96 из 455) из них: у терапевта – 10,8% (49 человек из 455), у невропатолога – 0,2% (1 из 455), у онколога – 0,9% (4 из 455), у других специалистов – 9,5% (43 из 455).

В группе контроля всего состоят на диспансерном учете 23,3% (57 из 245), из которых у терапевта – 7,8% (19 человек из 245), у невропатолога – 2% (5 из 245), у онколога – 0,8% (2 из 245), у других специалистов – 12,2% (30 из 245). Группы сопоставимы по данному признаку ( $\chi^2=8,898$ ,  $p=0,064$ ).

Среди обследованных лиц в группе исследования курят 11% (50 из 455), в группе контроля 4,3% (10 из 245). Употребление алкоголя в группе исследования подтвердили 15,4% (70 из 455), в группе контроля – 10,7% (26 из 245) пациентов. Увеличение щитовидной железы в исследуемой группе отмечено у 18,3% (83 из 455) пациентов, в контрольной группе – у 28,3% (69 из 245).

В таблице 4 представлены средние значения содержания основных минеральных веществ, отвечающих за поддержание гомеостатического баланса в организме лиц, вошедших в группы исследования. Содержание кальция в крови лиц обследуемых лиц находилось в пределах нормальных величин и не имело существенных различий у лиц, подвергшихся радиационному воздействию, в сравнении с контрольным показателем. Однако при распределении показателей содержания относительно нормальных показателей оказалось, что в Абайском районе содержание кальция было в норме у 99,0%, тогда как в Курчумском районе этот показатель составил лишь 75,1%, а 24,0% обследованных имели содержание кальция ниже нормы ( $p<0,001$ ). В Бородулихинском районе у 98,2% лиц, вошедших в группу исследования, содержание кальция было в норме, у 1,8% - выше нормальных величин (в соответствии с рисунком 1).

Таблица 4.

**Характеристика содержания минеральных веществ в крови обследованных лиц.**

| Показатель                               | Район           | Среднее | ДИ             | Ме; Q1; Q3          |
|--|-----------------|---------|----------------|---------------------|
| <b>Ca</b><br>(норма 2,20 - 2,50 ммоль/л) | Абайский        | 2,3     | 2,29; 2,31     | -                   |
|  | Бородулихинский | 2,29    | -              | 2,26; 2,2; 2,32     |
|  | Курчумский      | 2,24    | -              | 2,24; 2,18; 2,30    |
| <b>K</b><br>(норма 4,5-5,50 ммоль/л)     | Абайский        | 4,25    | -              | 4,20; 4,00; 4,35    |
|  | Бородулихинский | 4,67    | -              | 4,60; 4,30; 4,90    |
|  | Курчумский      | 4,37    | -              | 4,30; 4,05; 4,50    |
| <b>Na</b><br>(норма 136-145 ммоль/л)     | Абайский        | 140,82  | -              | 141,0; 140,0; 142,0 |
|  | Бородулихинский | 140,41  | 140,13; 140,17 | -                   |
|  | Курчумский      | 140,78  | -              | 141,0; 140,0; 142,0 |
| <b>Mg</b><br>(норма 0,65-1,05 ммоль/л)   | Абайский*       | 0,79    | 0,78; 0,80     | -                   |
|  | Бородулихинский | 0,83    | -              | 0,82; 0,78; 0,85    |
|  | Курчумский      | 0,85    | 0,83; 0,85     | -                   |

\*- указанные значения имеют статистически значимые различия с контрольным показателем ( $p<0,05$ )

Содержание калия имело некоторое снижение в сравнении с нормальными показателями у жителей Абайского района (среднее значение в этой группе составило 4,25 ммоль/л), а также контрольного

Курчумского района (4,37 ммоль/л). Распределение показателей в отношении нормальных показателей демонстрировало достоверно большее число жителей Абайского района с низким уровнем этого микро-

элемента – 26 человек (11,2%), тогда как в контроле практически у всех обследованных уровень калия был в пределах нормы ( $p < 0,001$ ). Содержание натрия в крови обследованных лиц всех групп исследования находилось в пределах нормальных величин. Обращало на

себя внимание статистически значимое низкое содержание магния в крови жителей Абайского района в сравнении с контрольным показателем. Известно, что дефицит магния приводит к развитию депрессивных состояний и неврологических расстройств.

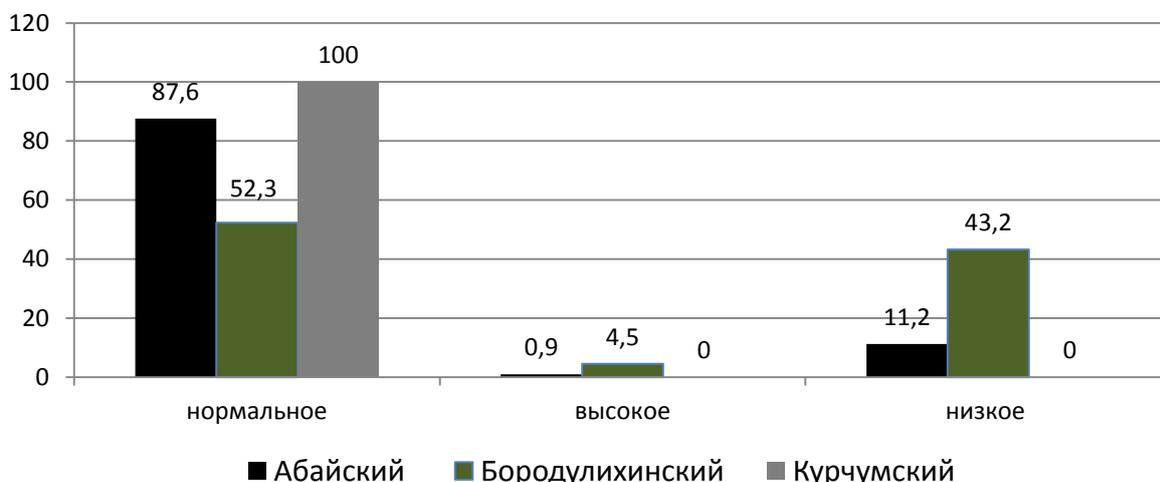


Рисунок 1. Распределение содержания кальция в группах исследования.

В таблице 5 представлена характеристика биохимических показателей лиц, вошедших в группы исследования. Средние значения содержания гликозилированного гемоглобина во всех группах исследования не выходили за пределы нормальных величин. Каждый десятый житель Бородулихинского района (9%) имел пониженный уровень этого показателя, в то же время 4,3 % лиц Абайского имели повышенный уровень гликозилированного гемоглобина, а в Курчумском удельный вес таких лиц достигал 9%. Несмотря на то, что содержание общего белка

находилось в пределах нормы во всех районах, в Бородулихинском районе 7,2% имели пониженный уровень белка, в Абайском районе и в контроле таких лиц не было ( $p < 0,001$ ). В Курчумском районе 11 человек (4,5%) имели повышенный уровень общего белка. Такие биохимические показатели, как печеночные трансферазы и креатинин, характеризующие выделительную функцию почек и обезвреживающую функцию печени, также не превышали границ нормальных показателей практически во всех обследованных группах населения.

Таблица 5.

Характеристика биохимических показателей крови лиц исследуемых групп.

| Показатель                                     | Район           | Среднее | ДИ           | Me; Q1; Q3           |
|--|-----------------|---------|--------------|----------------------|
| Гликозилированный гемоглобин (норма 4,5-6,5 %) | Абайский        | 5,172   | -            | 5,59; 5,34; 5,85     |
|  | Бородулихинский | 5,186   | -            | 5,17; 4,88; 5,44;    |
|  | Курчумский      | 5,66    | -            | 5,59; 5,33; 5,84     |
| Общий белок в сыворотке (норма 64-83 г/л)      | Абайский        | 71,53   | -            | 71,49; 69,105; 73,97 |
|  | Бородулихинский | 69,29   | -            | 69,63; 66,33; 71,23  |
|  | Курчумский      | 74,96   | 74,57; 75,52 | -                    |
| АЛТ (норма 0-31 U/L)                           | Абайский        | 18,65   | -            | 12,39; 9,37; 20,335  |
|  | Бородулихинский | 19,25   | -            | 14,97; 11,13; 22,85  |
|  | Курчумский      | 18,34   | -            | 14,00; 10,03; 21,24  |
| АСТ (норма 0-31 U/L)                           | Абайский        | 19,51   | -            | 16,58; 16,33; 21,56  |
|  | Бородулихинский | 19,06   | -            | 16,94; 14,46; 20,298 |
|  | Курчумский      | 18,34   | -            | 16,43; 14,48; 19,96  |
| Креатинин (норма 50 - 98 мкмоль/л)             | Абайский        | 58,94   | 57,28; 60,61 | -                    |
|  | Бородулихинский | 62,60   | -            | 59,540; 53,25; 71,73 |
|  | Курчумский      | 60,45   | -            | 59,010; 51,46; 66,45 |

В таблице 6 продемонстрированы основные показатели, характеризующие гормональный фон лиц, вошедших в группы исследования и в группу контроля. Практически по всем показателям, за исключением антител к тиреоидной пероксидазе, средние значения находились в пределах нормальных величин. Однако при распределении показателей по отношению к

норме высокие показатели тиреотропного гормона были установлены у жителей Бородулихинского района – 13,5%, в Абайском районе – у 3,9% жителей. Превышение титра антител к ТПО было зафиксировано в обеих основных группах исследования (80,09 в Абайском районе и 43,775 в Бородулихинском районе), в то время как в

Курчумском районе показатель соответствовал норме. Результаты свидетельствуют о значительном напряжении работы тиреоидной системы на фоне

распространенного аутоиммунного тиреоидита, вероятно связанного с длительным проживанием на радиационно-загрязненных территориях.

Таблица 6.

**Характеристика гормонального фона лиц, вошедших в группы исследования.**

| Показатель                                   | Район           | Среднее | ДИ             | Me; Q1; Q3          |
|--|-----------------|---------|----------------|---------------------|
| <b>T4</b><br>(норма 9-22 pmol/l)             | Абайский        | 11,85   | 11,68; 12,02   |                     |
|  | Бородулихинский | 12,86   | -              | 12,20; 11,42; 13,10 |
|  | Курчумский      | 12,33   | -              | 12,20; 11,30; 13,15 |
| <b>ТТГ</b><br>(0,4-4,0 mIU/l)                | Абайский        | 2,07    | -              | 1,67; 1,214 2,73    |
|  | Бородулихинский | 2,20    | -              | 1,85; 1,34; 2,96    |
|  | Курчумский      | 2,21    | -              | 1,84; 1,17; 2,99    |
| <b>Антитела к ТПО</b><br>(норма до 35 ед/мл) | Абайский        | 80,09   | -              | 0,3; 0,2; 1,07      |
|  | Бородулихинский | 43,775  | -              | 0,3; 0,20; 1,20     |
|  | Курчумский      | 30,98   | -              | 0,3; 0,20; 4,9      |
| <b>АКТГ</b><br>(норма 7,90 - 66,10 пг/мл)    | Абайский        | 19,5    | -              | 15,35; 9,56; 24,72  |
|  | Бородулихинский | 18,9    | -              | 16,7; 9,8; 24,32    |
|  | Курчумский      | 14,76   | -              | 13,60; 9,1; 19,65   |
| <b>Кортизол</b><br>(101,2-535,7 pmol/l)      | Абайский        | 284,23  | 270,14; 298,34 | -                   |
|  | Бородулихинский | 270,93  | 256,88; 284,99 | -                   |
|  | Курчумский      | 273,00  | 262,36; 289,64 | -                   |
| <b>Инсулин</b><br>(норма 2,7-29,1 мкЕд /мл)  | Абайский        | 9,831   | -              | 7,00; 4,7; 10,37    |
|  | Бородулихинский | 8,69    | -              | 6,51; 4,49; 10,26   |
|  | Курчумский      | 6,71    | -              | 5,73; 4,07; 8,58    |

**Обсуждение**

Изучение лабораторных показателей показало, что в группах потомков лиц, подвергшихся прямому облучению в период испытаний ядерного оружия, имеются нарушения электролитного обмена в виде снижения концентрации сывороточного калия, магния, отвечающих за функционирование жизненно важных систем организма, в первую очередь, сердечно-сосудистой и нервной систем, нарушения работы щитовидной железы, обусловленные наличием аутоиммунных процессов.

Известно, что щитовидная железа играет одну из основных ролей в поддержании гомеостатического баланса в организме человека при стрессовых воздействиях факторов окружающей среды, в том числе при воздействии ионизирующей радиации [2]. Являясь высокочувствительным к облучению органом, щитовидная железа отвечает на радиационное воздействие развитием доброкачественных и злокачественных новообразований и аутоиммунного тиреоидита с последующим снижением ее функции [7, 24, 25, 6]. В основе формирования гипотиреоза при этом лежит поражение эндотелия мелких сосудов с развитием фиброза стромы органа [9]. Так, исследования, проведенные среди лиц молодого возраста, проживающих на территориях влияния Чернобыльской аварии, свидетельствуют о снижении содержания в крови гормонов щитовидной железы при одновременном повышении уровня тиреоид-стимулирующего гормона, что говорит о перенапряжении гипотизарно-тиреоидной системы и снижении гормонообразующей функции щитовидной железы, имеющим значительную корреляцию с дозой облучения железы [10, 23].

Свидетельством повышенной распространенности патологии щитовидной железы при радиационном воздействии явились результаты исследования состояния сердечно-сосудистой системы у экспонированного радиацией населения ВКО. Из более двух тысяч пациентов с сердечно-сосудистой патологией, включенных в тематический регистр, у более чем 56 % наблюдалась ассоциированная патология щитовидной железы, при этом у 21 % членов регистра биохимические показатели соответствовали клинической картине субклинического или клинически выраженного гипотиреоза, а титр антител к тиреоидной пероксидазе у этих пациентов превосходил нормальные показатели в семь раз, что говорит о наличии аутоиммунного процесса [8]. В исследовании Еспенбетовой М.Ж. (2014), проведенном среди жителей Абайского и Бескарагайского районов Восточно-Казахстанской области, также была установлена высокая распространенность аутоиммунного тиреоидита, узлообразования щитовидной железы и гипотиреоза (24,3%; 28,3% и 9,2% соответственно) при достаточной обеспеченности региона йодом [1].

Исследование состояния здоровья детей Гомельской области Республики Беларусь, являющихся потомками второго поколения лиц, подвергшихся облучению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, показало высокую распространенность дисфункций вегетативной нервной системы с преимущественной активацией симпатико-адреналовой системы [3], что характеризует наличие дисбаланса гомеостатических систем со снижением адаптационных процессов, контролируемых нейроэндокринной системой [5]. У обследованных девочек наблюдалось снижение среднего уровня трийодтиронина, тироксина и рост уровня эстрадиола с нарушениями менструальной

функции. Кроме того, в исследуемой группе наблюдалось снижение функциональной активности надпочечников, что выражалось в уменьшении содержания кортизола и повышении уровня адренокортикотропного гормона в плазме крови, что можно рассматривать как своеобразный адаптивный ответ на стрессогенное влияние факторов окружающей среды [11, 12].

Анализ литературных данных свидетельствует о высокой сопоставимости результатов нашего исследования с исследованиями как отечественных, так и российских и зарубежных исследований.

### Заключение

Оценка состояния здоровья лиц, подвергшихся радиационному воздействию, проживающих в Абайском и Бородулихинском районах ВКО, демонстрирует признаки нарушений неспецифической резистентности организма, проявляющиеся в виде нарушений микроэлементного состава крови (снижение содержание магния, кальция и калия в сравнении с контролем), снижения функции щитовидной железы на фоне аутоиммунного тиреоидита, повышения кортизола.

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Вклад авторов:

Пивина Л.М. - корреспондирующий автор;

Семенова Ю.М., Жунусов Е.Т., Белихина Т.И. - разработка концепции исследования;

Булегенов Т.А., Жунусова Т. - разработка дизайна исследования;

Манатова А.М., Мукушева А.М., Эфендиев У.М. - поиск и отбор статей для включения в обзор.

Результаты данного исследования публикуются впервые.

Данное исследование проводилось в рамках выполнения научно-технической программы «Разработка научно-методологических основ минимизации экологической нагрузки, медицинского обеспечения, социальной защиты и оздоровления населения экологически неблагоприятных территорий республики Казахстан» 2017-2019 гг.

### Литература:

1. Еспенбетова М.Ж., Заманбекова Ж.К., Уватаева Ж.С., Сарсебаева Г.С., Шайхина А.Т., Сембаева Г.К., Таратутина О.В. Состояние щитовидной железы у населения районов, прилегающих к бывшему Семипалатинскому испытательному ядерному полигону // Наука и здравоохранение. 2014, №5. С. 28-32.
2. Кандрор В.И. Молекулярно-генетические аспекты тиреоидной патологии // Проблемы эндокринологии. 2001.-Т. 47, № 5. С. 3-10.
3. Куеня А.И., Мельник В.А. Статус вегетативной нервной системы сельских детей Гомельского региона в постчернобыльский период // Проблемы здоровья и экологии. 2004. № 1. С. 30-34.
4. Маркабаева А.М., Керимкулова А.С., Пивина Л.М., Рахымбеков Т.К., Апсаликов К.Н., Оспанова А.С., Гржибовский А.М. Показатели липидного профиля у лиц, подвергшихся радиационному воздействию

Семипалатинского испытательного ядерного полигона, Казахстан // Экология человека. 2015. № 9. С. 7-14

5. Наумова Г.И. Влияние малых доз ионизирующей радиации на вегетативную систему человека // Здравоохранение. 1999. № 1. С. 31-33.

6. Парамонова Н.С., Ляликов С.А. Аутоиммунитет и гормональный статус у детей из экологически неблагополучных районов // Актуальные проблемы научного обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и пути их реализации: сборник матер. Пленума Республ. Пробл. комиссии по гигиене, Минск, 27 апреля 2000 г. Минск. 2000. С. 125-126.

7. Пивина Л.М., Белихина Т.И. Оптимизация лечения артериальной гипертензии при гипотиреозе у лиц, подвергшихся радиационному воздействию // Universum: Медицина и фармакология: электронный научный журнал. 2014. № 3 (4). С. 12-17

8. Пивина Л.М., Батенова Г.Б., Курумбаев Р.Р., Керимкулова А.С., Маркабаева А.М., Каскабаева А.Ш. Характеристика коморбидной эндокринной и сердечно-сосудистой патологии у потомков лиц, подвергшихся радиационному воздействию // Наука и здравоохранение. 2013, №3. С. 13-19.

9. Цыб А.Ф., Матвеевко Е.Г., Нестайко Г.В., Горобец В.Ф. Пострадиационный гипотиреоз (научный обзор). Радиация и риск. 1997, №10. С. 61-83

10. Цыб А.Ф., Матвеевко Е.Г., Горобец В.Ф., Боровикова М.П., Темникова Е.И., Горобец Н.Я. Динамика морфофункционального состояния щитовидной железы у внутриутробно облученных детей из юго-западного региона Калужской области в течение первого десятилетия после чернобыльской аварии // Радиация и риск. 2001, № 12. С.42-47

11. Чешик И.А., Никонович С.Н., Мельнов С.Б. Антропометрический и эндокринный статус девочек 9-13 лет, проживающих в чернобыльских регионах Гомельской области // Проблемы здоровья и экологии. 2007. № 3. С. 83-88.

12. Чешик И.А., Шестерина Е.К., Коваленко В.В., Мельник В.А. Конституциональные особенности детей и подростков, постоянно проживающих в условиях хронического низкодозового радиационного воздействия, как диагностические критерии их здоровья (обзор литературы) // Проблемы здоровья и экологии. 2011, № 3. С.32-36.

13. Bauer S., Gusev B.I., Pivina L.M., Apsalikov K.N., Grosche B. Radiation exposure due to local fallout from Soviet atmospheric nuclear weapons testing in Kazakhstan: solid cancer mortality in the Semipalatinsk historical cohort, 1960-1999 // Radiat. Res. 2005. № 164. P. 409-419.

14. Gordeev K., Shinkarev S., Ilyin L., Bouville A., Hoshi M., Luckyanov N., Simon S.L. Retrospective dose assessment for the population living in areas of local fallout from the Semipalatinsk nuclear test site Part I: External exposure // J Radiat Res. 2006. № 47 (Suppl.A), A.129-136.

15. Grosche B., Lackland D.T., Land C.E., Simon S.L., Apsalikov K.N., Pivina L.M., Bauer S., Gusev B.I. Mortality from Cardiovascular Diseases in the Semipalatinsk Historical Cohort, 1960-1999, and its relationship to radiation exposure // Radiat. Res. 2011.176. P. 660-669.

16. IAEA. Radiological Conditions at the Semipalatinsk Nuclear Test Site, Kazakhstan. Preliminary Assessment and recommendations for further study. 1998. Vienna. 51 p.

17. Land C.E., Zhumadilov Z., Gusev B.I., Hartshorne M.H., Wiest P.W., Woodward P.W., Crooks L.A., Luckyanov N.K., Fillmore C.M., Carr Z., Abisheva G., Beck H.L., Bouville A., Langer J., Weinstock R., Gordeev K.I., Shinkarev S., Simon S.L. Ultrasound-detected thyroid nodule prevalence and radiation dose from fallout // *Radiat. Res.* 2008. 169. P. 373–383.

18. Land C.E., Kwon D., Hoffman F.O., Moroz B., Drozdovitch V., Bouville A., Beck H., Luckyanov N., Weinstock R.M., Simon S.L. Accounting for shared and unshared dosimetric uncertainties in the dose response for ultrasound-detected thyroid nodules after exposure to radioactive fallout // *Radiat. Res.* 2015. № 183, P.159–173.

19. Markabaeva A.M., Pivina L.M., Kerimkulova A.S., Belikhina T.I., Adylkhanova A.M., Akhmetova A.K. Genetic predisposition to cardiovascular diseases in the offspring of population exposed to radiation in result of nuclear tests // Joint Meeting of the European Society of Hypertension (ESH) and International Society of Hypertension (ISH) Athens, Greece, June 13-16, 2014. P.60.

20. Markabayeva A., Bauer S., Pivina L., Bjørklund G., Chirumbolo S., Kerimkulova A., Semenova Y., Belikhina T. Increased prevalence of essential hypertension in areas previously exposed to fallout due to nuclear weapons testing at the Semipalatinsk Test Site, Kazakhstan // *Environ Res.* 2018. №167. P.129-135.

21. Mikhailov V.N., Andryshin I.A., Bogdan V.V. USSR Nuclear Weapons Tests and Peaceful Nuclear Explosions 1949 through 1990 // RFNC-VNIIEF. 1996. Sarov. 63 p.

22. Nugent R.W., Zhumadilov Z.S., Gusev B.I., Hoshi M. Health Effects of Radiation Associated with Nuclear Weapons Testing at the Semipalatinsk Test Site // Nakamoto Sogo Printing, 2000. Hiroshima, Japan.

23. Peters K.O., Tronko M., Hatch M., Olynyk V., Terekhova G., Pfeiffer R.M., Shpak V.M., McConnell R.J., Drozdovitch V., Little P. Factors associated with serum thyroglobulin in Ukrainian cohort exposed to iodine-131 from the accident at the Chernobyl Nuclear Plant // *Environ Res.* 2017. Vol.156. P.801-809.

24. Rahu K., Bromet E.J., Hakulinen T., et al. Noncancer morbidity among Estonian Chernobyl cleanup workers: a register-based cohort study // *BMJ Open.* 2014. Vol.4. e004516.

25. Ron E., Brenner A. Non-malignant thyroid diseases after a wide range of radiation exposures // *Radiat Res.* 2010. V.174 (6). P. 877-888.

26. Rozenson R.I., Tchajjunusova N.Zh., Gusev B.I. Late effects of exposure to ionizing radiation – Studies of the resident population in the Semipalatinsk area. In: Proceedings of the Hiroshima University RINMB Report 36. 1995. Hiroshima.

#### References:

1. Espenbetova M.Zh., Zamanbekova Zh.K., Uvataeva Zh.S., Sarsebaeva G.S., Shaykhina A.T., Sembaeva G.K., Taratutina O.V. Sostoyanie shchitovidnoy zhelezy u naseleniya rayonov, privileguyushchikh k byvshemu

semipalatinskomu ispytatel'nomu yadernomu poligonu [The state of the thyroid gland in the population of the areas adjacent to the former Semipalatinsk nuclear test site]. *Nauka i zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2014, №5. pp. 28-32. [in Russian]

2. Kandror V.I. Molekulyarno-geneticheskie aspekty tireoidnoy patologii [Molecular genetic aspects of thyroid pathology]. *Problemy endokrinologii* [Problems of Endocrinology]. 2001. T. 47, № 5. pp. 3-10. [in Russian]

3. Kienya A.I., Mel'nik V.A. Status vegetativnoy nervnoy sistemy sel'skikh detey Gomel'skogo regiona v postchernobyl'skiy period [The status of the autonomic nervous system of the rural children of the Gomel region in the post-Chernobyl period]. *Problemy zdorov'ya i ekologii* [Problems of Health and Ecology]. 2004. № 1. pp. 30–34. [in Russian]

4. Markabaeva A.M., Kerimkulova A.S., Pivina L.M., Rakhypbekov T.K., Apsalikov K.N., Ospanova A.S., Grzhibovskiy A.M. Pokazateli lipidnogo profilya u lits, podvergnushchysya radiatsionnomu vozdeystviyu Semipalatinskogo ispytatel'nogo yadernogo poligona, Kazakhstan [Indicators of lipid profile in persons exposed to radiation from the Semipalatinsk nuclear test site, Kazakhstan]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015. № 9. pp. 7-14 [in Russian]

5. Naumova G.I. Vliyanie malykh doz ioniziruyushchey radiatsii na vegetativnyuyu sistemu cheloveka [Effect of low doses of ionizing radiation on the human vegetative system]. *Zdravookhranenie* [The Healthcare]. 1999. № 1. pp. 31–33. [in Russian]

6. Paramonova N.S. Lyalikov S.A. Autoimmunitet i gormonal'nyy status u detey iz ekologicheskikh neblagopoluchnykh rayonov [Autoimmunity and hormonal status in children from ecologically unfavorable areas] // Aktual'nye problemy nauchnogo obespecheniya sanitarno-epidemicheskogo blagopoluchiya naseleniya i puti ikh realizatsii: sbornik mater. Plenuma Respubl. Probl. komissii po gigiyene, Minsk, 27 aprelya 2000 g. Minsk. 2000. pp. 125-126. [in Russian]

7. Pivina L.M., Belikhina T.I. Optimizatsiya lecheniya arterial'noy gipertenzii pri gipotireoze u lits, podvergnushchysya radiatsionnomu vozdeystviyu [Optimization of treatment of arterial hypertension in hypothyroidism in individuals exposed to radiation]. *Universum: Meditsina i farmakologiya: elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Universum: Medicine i Pharmacology]. 2014. № 3 (4). pp.12-17 [in Russian]

8. Pivina L.M., Batenova G.B., Kurumbaev R.R., Kerimkulova A.S., Markabaeva A.M., Kaskabaeva A.Sh. Kharakteristika komorbidnoy endokrinnoy i serdechno-sosudistoy patologii u potomkov lits, podvergnushchysya radiatsionnomu vozdeystviyu [Characteristics of comorbid endocrine and cardiovascular pathology in the descendants of persons exposed to radiation]. *Nauka i zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2013, №3. pp 13-19. [in Russian]

9. Tsyb A.F., Matveenko E.G., Nestayko G.V., Gorobets V.F. Postradiatsionnyy gipotireoz (nauchnyy obzor). [Postradiation hypothyroidism t] *Radiatsiya i risk* [Radiation and Risk] 1997, №10. pp. 61-83. [in Russian]

10. Tsyb A.F., Matveenko E.G., Gorobets V.F., Borovikova M.P., Temnikova E.I., Gorobets N.Ya. Dinamika morfofunktsional'nogo sostoyaniya shchitovidnoy zhelezy u

vnutriutrobnno obluchennykh detey iz yugo-zapadnogo regiona Kaluzhskoy oblasti v techenie pervogo desyatiletiya posle chernobyl'skoy avarii [Dynamics of the morphofunctional state of the thyroid gland in prenatally irradiated children from the south-western region of the Kaluga region during the first decade after the Chernobyl accident]. *Radiatsiya i risk* [Radiation and Risk]. 2001, № 12. pp.42-47. [in Russian]

11. Cheshik I.A., Nikonovich S.N., Mel'nov S.B. Antropometricheskii i endokrinnyy status devochek 9–13 let, prozhivayushchikh v chernobyl'skikh regionakh Gomel'skoy oblasti [Anthropometric and endocrine status of girls aged 9–13 years living in Chernobyl regions of the Gomel region]. *Problemy zdorov'ya i ekologii* [Problems of Health and Ecology] 2007. № 3. pp. 83–88. [in Russian]

12. Cheshik I.A., Shesterina E.K., Kovalenko V.V., Mel'nik V.A. Konstitutsional'nye osobennosti detey i podrostkov, postoyanno prozhivayushchikh v usloviyakh khronicheskogo nizkodozovogo radiatsionnogo vozdeystviya, kak diagnosticheskie kriterii ikh zdorov'ya (obzor literatury) [Constitutional features of children and adolescents permanently residing in conditions of chronic low-dose radiation exposure, as diagnostic criteria for their health (literature review)]. *Problemy zdorov'ya i ekologii* [Problems of Health and Ecology]. 2011, № 3. S.32-36.

13. Bauer S., Gusev B.I., Pivina L.M., Apsalikov K.N., Grosche B. Radiation exposure due to local fallout from Soviet atmospheric nuclear weapons testing in Kazakhstan: solid cancer mortality in the Semipalatinsk historical cohort, 1960–1999. *Radiat. Res.* 2005. № 164. R. 409–419.

14. Gordeev K., Shinkarev S., Ilyin L., Bouville A., Hoshi M., Luckyanov N., Simon S.L. Retrospective dose assessment for the population living in areas of local fallout from the Semipalatinsk nuclear test site Part I: External exposure. *J Radiat Res.* 2006. № 47 (Suppl.A), A129-136

15. Grosche B., Lackland D.T., Land C.E., Simon S.L., Apsalikov K.N., Pivina L.M., Bauer S., Gusev B.I. Mortality from Cardiovascular Diseases in the Semipalatinsk Historical Cohort, 1960–1999, and its relationship to radiation exposure. *Radiat. Res.* 2011.176. R. 660–669.

16. IAEA. *Radiological Conditions at the Semipalatinsk Nuclear Test Site, Kazakhstan. Preliminary Assessment and recommendations for further study.* 1998. Vienna. 51 p.

17. Land C.E., Zhumadilov Z., Gusev B.I., Hartshorne M.H., Wiest P.W., Woodward P.W., Crooks L.A., Luckyanov N.K., Fillmore C.M., Carr Z., Abisheva G., Beck H.L., Bouville A., Langer J., Weinstock R., Gordeev K.I.,

Shinkarev S., Simon S.L.,. Ultrasound-detected thyroid nodule prevalence and radiation dose from fallout. *Radiat. Res.* 2008. 169. R. 373–383.

18. Land C.E., Kwon D., Hoffman F.O., Moroz B., Drozdovitch V., Bouville A., Beck H., Luckyanov N., Weinstock R.M., Simon S.L. Accounting for shared and unshared dosimetric uncertainties in the dose response for ultrasound-detected thyroid nodules after exposure to radioactive fallout. *Radiat. Res.* 2015. № 183, R.159–173.

19. Markabaeva A.M., Pivina L.M., Kerimkulova A.S., Belikhina T.I., Adyikhanova A.M., Akhmetova A.K. Genetic predisposition to cardiovascular diseases in the offspring of population exposed to radiation in result of nuclear tests. *Joint Meeting of the European Society of Hypertension (ESH) and International Society of Hypertension (ISH) Athens, Greece, June 13-16, 2014.* R.60.

20. Markabayeva A., Bauer S., Pivina L., Bjørklund G., Chirumbolo S., Kerimkulova A., Semenova Y., Belikhina T. Increased prevalence of essential hypertension in areas previously exposed to fallout due to nuclear weapons testing at the Semipalatinsk Test Site, Kazakhstan. *Environ Res.* 2018. №167. P.129-135.

21. Mikhailov V.N., Andryshin I.A., Bogdan V.V. USSR Nuclear Weapons Tests and Peaceful Nuclear Explosions 1949 through 1990. *RFNC-VNIIEF.* 1996. Sarov. 63 p.

22. Nugent R.W., Zhumadilov Z.S., Gusev B.I., Hoshi M. Health Effects of Radiation Associated with Nuclear Weapons Testing at the Semipalatinsk Test Site. *Nakamoto Sogo Printing,* 2000. Hiroshima, Japan.

23. Peters K.O., Tronko M., Hatch M., Oliynyk V., Terekhova G., Pfeiffer R.M., Shpak V.M., McConnell R.J., Drozdovitch V., Little P. Factors associated with serum thyroglobulin in Ukrainian cohort exposed to iodine-131 from the accident at the Chernobyl Nuclear Plant. *Environ Res.* 2017. Vol.156. R.801-809.

24. Rahu K., Bromet E.J., Hakulinen T., et al. Noncancer morbidity among Estonian Chernobyl cleanup workers: a register-based cohort study. *BMJ Open.* 2014. Vol.4. e004516.

25. Ron E., Brenner A. Non-malignant thyroid diseases after a wide range of radiation exposures. *Radiat Res.* 2010. V.174 (6). P. 877-888.

26. Rozenson R.I., Tchajunusova N.Zh, Gusev B.I. Late effects of exposure to ionizing radiation – Studies of the resident population in the Semipalatinsk area. *In: Proceedings of the Hiroshima University RINMB Report* 36. 1995. Hiroshima.

#### Контактная информация:

**Пивина Людмила Михайловна** – ассистент кафедры скорой медицинской помощи Государственного медицинского университета г. Семей. г. Семей, Республика Казахстан.

**Почтовый адрес:** 071400, Восточно-Казахстанская область, г. Семей, улица Абая 103.

**E-mail:** semskluda@rambler.ru

**Телефон:** 87055227300