

Получена: 10 Июня 2023 / Принята: 20 Августа 2023 / Опубликовано online: 31 Августа 2023

DOI 10.34689/SH.2023.25.4.012

УДК 574:539.16.04:616-006

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ СРЕДИ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Құралай Б. Ілбекова¹, <https://orcid.org/0000-0001-9950-9808>

Елена А. Сайфулина¹, <https://orcid.org/0000-0002-1791-0137>

Айнур О. Самигатова², <https://orcid.org/0000-0002-2919-8212>

Данара С. Ибраева¹, <https://orcid.org/0000-0002-1640-1728>

Молдир Н. Аумаликова¹, <https://orcid.org/0000-0002-4242-9193>

Полат К. Казымбет¹, <https://orcid.org/0000-0003-3091-1721>

Мейрат М. Бахтин¹, <https://orcid.org/0000-0001-6117-5101>

Ербол К. Догалбаев³, <https://orcid.org/0000-0001-8239-563X>

¹ НИИ радиобиологии и радиационной защиты НАО «Медицинский университет Астана», г. Астана, Республика Казахстан;

² ГКП на ПХВ «Многопрофильный Медицинский центр Акимата г Астаны», г. Астана, Республика Казахстан;

³ Корпоративный фонд University Medical Center, Отделение интервенционной радиологии, г. Астана, Республика Казахстан.

Резюме

Введение. В Казахстане находится 14% мировых запасов урана, что составляет почти 88% мирового производства в 2013 году. Предыдущие исследования показывают, что уровни мощности дозы гамма-излучения внутри и снаружи помещений и концентрации радона в этом районе превышают допустимые пределы. Текущие исследования оценивают влияние хранилищ радиоактивных отходов урана на эпидемиологию рака в близлежащих районах.

Материалы и методы. В исследование были включены критические и контрольные зоны. В критической зоне оказались города Аксу, Кварцитка, Заводской, Шантобе и Степногорск, расположенные менее чем в 5 км южнее хвостохранилища Гидрометаллургического комбината, а в контрольной группе – Аккольский район в 90 км от хранилища радиоактивных отходов. Данные получены из Электронного регистра онкологических больных Республики Казахстан.

Полученные результаты. Всего за период с 2001 по 2015 год было зарегистрировано 2271 случай рака. Распространенность злокачественных новообразований в основной группе составила 35,02 на 1000 населения против 26,4 на 1000 человек в группе контроля ($\chi^2 = 23.9$, $p = 0.00$). Распространенность онкологических заболеваний среди населения женского пола, проживающего в зоне действия хранилищ радиоактивных отходов составила 17,55 на 1000 населения и так же была статистически значимо выше данного показателя в группе контроля – 12,88 ($\chi^2 = 14.3$, $p = 0.00$).

Заключение. В целом исследование свидетельствует о негативном влиянии хвостохранилища гидрометаллургического комбината на окружающую среду и возникновение раковых заболеваний.

Ключевые слова: онкологическая заболеваемость, радиоактивные отходы, доза, население.

Abstract

EPIDEMIOLOGY OF MALIGNANT NEOPLASMS AMONG WOMEN LIVING IN THE ZONE OF INFLUENCE OF RADIOACTIVE WASTE STORAGE FACILITIES

Kuralay B. Ilbekova¹, <https://orcid.org/0000-0001-9950-9808>

Elena A. Saifulina¹, <https://orcid.org/0000-0002-1791-0137>

Ainur O. Samigatova², <https://orcid.org/0000-0002-2919-8212>

Danara S. Ibrayeva¹, <https://orcid.org/0000-0002-1640-1728>

Moldir N. Aumalikova¹, <https://orcid.org/0000-0002-4242-9193>

Polat K. Kazymbet¹, <https://orcid.org/0000-0003-3091-1721>

Meirat M. Bakhtin¹, <https://orcid.org/0000-0001-6117-5101>

Yerbol K. Dogalbaev², <https://orcid.org/0000-0001-8239-563X>

¹ Research Institute of Radiobiology and Radiation Protection NCJSC "Astana Medical University", Astana, Republic of Kazakhstan;

² Multidisciplinary Medical Center of the Akimat of Astana, Astana, Republic of Kazakhstan;

³ "University Medical Center" Corporate Fund, Department of Interventional Radiology, Astana, Republic of Kazakhstan.

Introduction. Kazakhstan holds 14% of the world's uranium reserves, accounting for almost 88% of world production in 2013. Previous studies indicate that indoor and outdoor gamma dose rates and radon concentrations in the area exceed acceptable limits. Current research is evaluating the impact of uranium radioactive waste storage facilities on cancer epidemiology in nearby areas.

Materials and methods. The study included critical and control zones. The critical zone included the cities of Aksu, Kvartsytka, Zavodskoy, Shantobe and Stepnogorsk, located less than 5 km south of the tailings of the Hydrometallurgical Plant, and in the control group - Akkolsky district, 90 km from the storage of radioactive waste. Data obtained from the Electronic Register of Cancer Patients of the Republic of Kazakhstan.

Results. A total of 2,271 cases of cancer were reported between 2001 and 2015. The prevalence of malignant neoplasms in the main group was 35.02 per 1000 population versus 26.4 per 1000 people in the control group ($\chi^2 = 23.9$, $p = 0.00$). The prevalence of oncological diseases among the female population living in the area of action of radioactive waste storage facilities was 17.55 per 1000 population and was also statistically significantly higher than this indicator in the control group - 12.88 ($\chi^2 = 14.3$, $p = 0.00$).

Conclusion. In general, the study indicates the negative impact of the tailings of the hydrometallurgical plant on the environment and the occurrence of cancer.

Key words: cancer incidence, radioactive waste, dose, population.

Түйіндеме

РАДИОАКТИВТІ ҚАЛДЫҚТАРДЫ САҚТАУ АЙМАҒЫНДА ТҰРАТЫН ӘЙЕЛДЕРДІҢ АРАСЫНДАҒЫ ҚАТЕРЛІ ІСІКТЕРДІҢ ЭПИДЕМИОЛОГИЯСЫ

Құралай Б. Ілбекова¹, <https://orcid.org/0000-0001-9950-9808>

Елена А. Сайфулина¹, <https://orcid.org/0000-0002-1791-0137>

Айнур О. Самигатова², <https://orcid.org/0000-0002-2919-8212>

Данара С. Ибраева¹, <https://orcid.org/0000-0002-1640-1728>

Молдир Н. Аумаликова¹, <https://orcid.org/0000-0002-4242-9193>

Полат К. Казымбет¹, <https://orcid.org/0000-0003-3091-1721>

Мейрат М. Бахтин¹, <https://orcid.org/0000-0001-6117-5101>

Ербол К. Доғалбаев³, <https://orcid.org/0000-0001-8239-563X>

¹ «Астана медицина университеті» КеАҚ, Радиобиология және радиациялық қорғаныс ғылыми-зерттеу институты, Астана қ., Қазақстан Республикасы;

² «Астана қаласы Әкімдігінің көпсалалы медициналық орталығы» ШЖҚ МКК, Астана қ., Қазақстан Республикасы;

³ «University Medical Center» корпоративтік қоры, Интервенциялық радиология бөлімі, Астана, Қазақстан Республикасы.

Кіріспе. Қазақстанда уранның әлемдік қорының 14% - ы бар, бұл 2013 жылы әлемдік өндірістің 88% құрайды. Алдыңғы зерттеулер үй ішіндегі және сыртындағы гамма-сәулелену дозасының қуат деңгейлері мен аймақтағы радон концентрациясы рұқсат етілген шектен асып түсетінін көрсетеді. Ағымдағы зерттеулер уранның радиоактивті қалдықтарын сақтаудың жақын маңдағы қатерлі ісік эпидемиологиясына әсерін бағалайды.

Материалдар мен әдістер. Зерттеуге негізгі және бақылау аймақтары енгізілді. Негізгі аймақта гидрометаллургия комбинатының қалдық қоймасынан оңтүстікке қарай 5 км қашықтықта орналасқан Ақсу, Кварцитка, Заводская, Шантөбе және Степногорск қалалары, ал бақылау тобында радиоактивті қалдықтар қоймасынан 90 км қашықтықта Ақкөл ауданы болды. Деректер Қазақстан Республикасының онкологиялық аурулардың электрондық тіркелімінен алынды.

Алынған нәтижелер. 2001-2015 жылдар аралығында барлығы 2271 қатерлі ісік ауруы тіркелді. Негізгі топтағы қатерлі ісіктердің таралуы бақылау тобындағы 1000 адамға шаққанда 26,4-ке қарсы 1000 тұрғынға шаққанда 35,02 құрады ($\sigma^2 = 23.9$, $p = 0.00$). Радиоактивті қалдықтарды сақтау аймағында тұратын әйел тұрғындар арасында онкологиялық аурулардың таралуы 1000 тұрғынға шаққанда 17,55 құрады және бақылау тобындағы осы көрсеткіштен статистикалық тұрғыдан айтарлықтай жоғары болды – 12,88 ($\sigma^2 = 14.3$, $p = 0.00$).

Қорытынды. Жалпы, зерттеу гидрометаллургиялық комбинаттың қалдық қоймасының қоршаған ортаға теріс әсерін және қатерлі ісік ауруларының пайда болуын көрсетеді.

Түйінді сөздер: онкологиялық аурулар, радиоактивті қалдықтар, доза, халық.

Библиографическая ссылка:

Ілбекова Қ.Б., Сайфулина Е.А., Самигатова А.О., Ібраева Д.С., Аумаликова М.Н., Қазымбет П.К., Бахтин М.М., Догалбаев Е.К. Эпидемиология злокачественных новообразований среди женщин, проживающих в зоне влияния хранилищ радиоактивных отходов // Наука и Здравоохранение. 2023. 4(Т.25). С. 101-108. doi 10.34689/SH.2023.25.4.012

Ilbekova K.B., Saifulina E.A., Samigatova A.O., Ibrayeva D.S., Aumalikova M.N., Kazymbet P.K., Bakhtin M.M., Dogalbaev Ye.K. Epidemiology of malignant neoplasms among women living in the zone of influence of radioactive waste storage facilities // *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2023, (Vol.25) 4, pp. 101-108. doi 10.34689/SH.2023.25.4.012

Ілбекова Қ.Б., Сайфулина Е.А., Самигатова А.О., Ібраева Д.С., Аумаликова М.Н., Қазымбет П.К., Бахтин М.М., Догалбаев Е.К. Радиоактивті қалдықтарды сақтау аймағында тұратын әйелдердің арасындағы қатерлі ісіктердің эпидемиологиясы // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2023. 4 (Т.25). Б.101-108. doi 10.34689/SH.2023.25.4.012

Введение

Казахстан обладает вторыми по величине запасами урана в мире, 67% из которых пригодны для добычи методом подземного выщелачивания, наиболее экологически чистого и низко затратного метода добычи урана [10]. Самая большая территория, богатая урановыми месторождениями, находится в северной части Казахстана, где сосредоточено около 16,4% урановых ресурсов страны [9]. В связи с увеличением объемов добычи урана, ростом и расширением действующих хранилищ радиационных отходов уранодобывающих предприятий вопросы объективной оценки неблагоприятного воздействия радиационных факторов и снижения радиационных рисков и заболеваемости населения, проживающего вблизи этих хранилищ, приобретают первостепенное научное и социальное значение. Последние десятилетия характеризуются усилением негативного влияния экологических факторов на здоровье населения, что приводит к ухудшению медико-демографических показателей [17]. Проблема "окружающая среда-здоровье человека" стала одной из наиболее актуальных в связи с ростом заболеваемости раком среди населения, проживающего в экологически неблагоприятных районах. Онкологическая заболеваемость и смертность являются важными и объективными критериями оценки воздействия ионизирующего излучения [11], однако влияние ионизирующего излучения низкой интенсивности на заболеваемость раком изучено недостаточно хорошо. В последние годы накоплено много фактов, свидетельствующих о связи между воздействием малых доз ионизирующего излучения и ростом злокачественных новообразований [1]. Важным остается своевременное выявление онкологических патологий у населения, проживающего вблизи хранилищ радиоактивных отходов, и совершенствование методов их снижения [1,7].

Одним из чувствительных индикаторов неблагоприятного влияния окружающей среды и отдельных её компонентов, включая техногенную составляющую, является состояние здоровья женщины, в частности ее репродуктивной системы [2]. С точки зрения оценки безопасности использования источников ионизирующего с низкими уровнями излучения анализ негативных эффектов воздействия данного физического агента на женскую репродуктивную систему представляет чрезвычайную значимость в

биологическом, медицинском и социальном аспектах, поскольку затрагивает проблему сохранения человека как биологического вида. Всё сказанное выше свидетельствует в пользу высокой медико-социальной значимости и дальнейшей необходимости комплексных исследований, направленных на объективную оценку долговременного радиационного воздействия на организм женщины, особенно принимая во внимание выраженные негативные тенденции со стороны демографической ситуации в Северном Казахстане.

Настоящее исследование основано на пилотном исследовании *Ibrayeva et.al.* 2020 г., где показано, что Степногорский район Северного Казахстана представляет собой источники потенциального загрязнения среды обитания, т.е. гамма-излучения, облучения радоном и концентрации урана в почвенных источниках. Значения мощности дозы наружного гамма-излучения, концентрации радона внутри и снаружи помещений значительно превышают соответствующие мировые значения.

Цель исследования: оценить онкологическую заболеваемость у женщин, длительно проживающих в зоне влияния хранилищ радиоактивных отходов.

Материалы и методы**Область исследования**

Северо-Казахстанская ураново-рудная провинция расположена на территории Акмолинской и Северо-Казахстанской областей Казахстана. Суммарные запасы провинции составляют 17,3% от общих запасов Казахстана [6]. Горнорудные участки в Северном Казахстане связаны с 12 урановыми месторождениями и в хвостохранилище Степногорского гидрометаллургического завода (ГМЗ). Хвостохранилище ГМЗ является крупнейшим хранилищем отходов урановых руд, в котором были сосредоточены отходы массой 44,17 млн тонн с активностью 5,42 ГБк [8]. Исследование проведено в следующих населенных пунктах Аксу, Кварцитка, Заводской, Шантобе и город Степногорск Северного Казахстана, расположенных на расстоянии менее 5 км к югу от хвостохранилища ГМЗ (рис.1). Степногорский район являлся центром северного горнорудного района, а именно золота и урана Республики Казахстан, и является одним из участков повышенной радиационной опасности.

Степногорский район расположен на северо-западе и ограничен между 52°20'49" северной широты и 71°52'54" восточной долготы и занимает площадь 158,36 км².



Рисунок 1. На схеме показано расположение населенных пунктов вблизи хвостохранилища ГМЗ, где 1 - пруд-испаритель хвостохранилища; 2 - пруд 2; 3 - пруд 3 (верхний участок).

(Figure 1. The diagram illustrates the location of settlements near the HMP tailings storage facility, where 1 is the tailings evaporator pond, 2 is pond 2, and 3 is pond 3 (upper section)).

Эпидемиологическое исследование

Проведено когортное ретроспективное исследование онкологической заболеваемости женского населения Степногорского района за период 2001–2015 гг. Данные по онкологической заболеваемости в Степногорском районе были доступны из Электронного регистра онкологических больных Республики Казахстан. Данные о населении по регионам взяты из Департамента статистики Ақмолинской области (stat.gov.kz/akmola). Заболеваемость раком в основной и контрольной группах анализировали с пятилетним интервалом, с 2001 по 2005, с 2006 по 2010 и с 2011 по 2015 годы.

В группу контроля вошли жители поселка Акколь Ақмолинской области, длительное время проживающие на этой территории и расположенные более чем в 100 км от г. Степногорска. Эта группа населения вела такой же образ жизни, как и в основном районе.

Статистический анализ

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием программного обеспечения STATA 16.0. Количественные переменные представлены в виде средних арифметических значений и стандартных отклонений. Категориальные переменные были представлены в виде чисел и процентов в каждом соответствующем классе. Каждая переменная была протестирована в двумерном анализе с первичным результатом для определения их статистической значимости. Для непрерывных данных использовали *t*-критерий Стьюдента для определения различий между средними значениями переменных в группах пациентов. Для качественных данных использовался критерий хи-квадрат Пирсона для определения значимой связи с исходом в двух группах. Уровень значимости был установлен на уровне $\alpha = 0,05$. Для изучения динамики заболеваемости раком данные сравнивались в трех временных точках: 2001–2005, 2006–2010 и 2011–2015 гг. Частота инцидентов была разделена на среднюю численность населения в течение интересующего периода в соответствующих группах для расчета уровня

заболеваемости (IR). Показатели представлены на 1000 человек населения. Соотношение скоростей было получено из IR для оценки бремени рака в критической области по сравнению с контрольной областью.

Результаты

Анализ данных показал, что за весь период наблюдения (2000-2015 гг.) среди населения обоого пола основной и контрольной групп зарегистрирован 2271 случай онкологических заболеваний, распространенность злокачественных новообразований в основной группе составила 35,02 на 1000 населения против 26,4 на 1000 человек в группе контроля ($\chi^2 = 23,9$, $p = 0,00$). Распространенность онкологических заболеваний среди населения женского пола, проживающего в зоне действия хранилищ радиоактивных отходов составила 17,55 на 1000 населения и так же была статистически значимо выше данного показателя в группе контроля – 12,88 ($\chi^2 = 14,3$, $p = 0,00$). Социально-демографическая и медицинская характеристика пациентов женского пола обеих групп представлена в таблице 1.

При анализе случаев онкологических заболеваний женского населения основной группы, проживающих вблизи хранилища радиоактивных отходов, было выявлено, что распространенность опухолей по большинству классов болезней по МКБ-10 превышает таковой в контрольной группе людей (рисунок 2). Исключением явились новообразования лимфоидной и кроветворной ткани, глаза, головного мозга и опухоли неуточненных локализаций, однако, статистически значимых различий между ними выявлено не было.

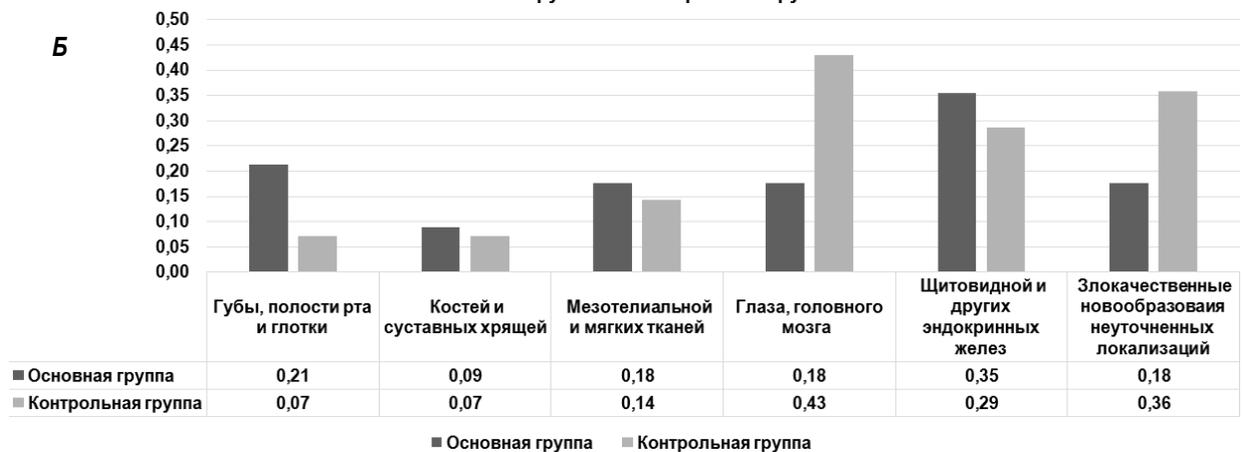
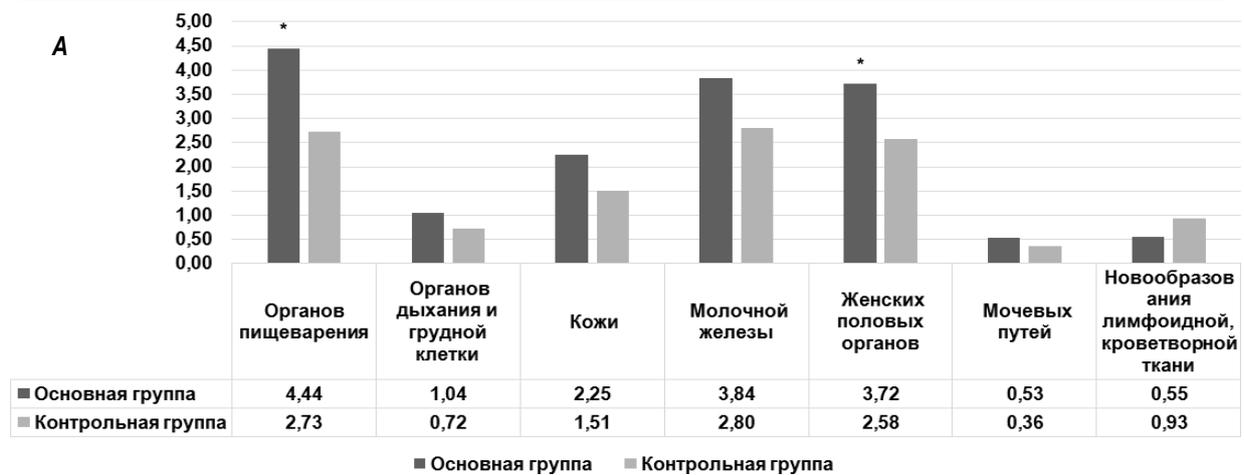
В структуре онкологических заболеваний у женщин основной группы преобладали злокачественные новообразования пищеварительной системы (25,3%), молочной железы (21,9%) и женских половых органов (21,2%). Структура онкологической патологии в группе контроля была схожей. Однако при сравнении были выявлены статистически значимые различия распространенности опухолей пищеварительной системы ($\chi^2 = 8,05$, $p = 0,003$) и женских половых органов ($\chi^2 = 4,13$, $p = 0,004$), что показано на рисунке 1.

Таблица 1.

Характеристика онкологических пациентов женского пола групп сравнения.

(Table 1. Characteristics of female oncology patients in the comparison groups).

Локализация злокачественного новообразования, n (%)		Характеристика	(n = 1 173, 52%)
Губы, полости рта и глотки	13 (1)	Средний возраст	61 (±14)
Органов пищеварения	289 (25)	<18 лет	15 (1)
Органов дыхания и грудной клетки	69 (6)	18 - 34 лет	36 (3)
Костей и суставных хрящей	6 (0.5)	35 - 50 лет	216 (19)
Кожи	148 (13)	51 - 70 лет	586 (50)
Мезотелиальной и мягких тканей	12 (1)	>70 лет	320 (27)
		Случаи злокачественных опухолей, n (%)	
Молочной железы	256 (22)	Основная группа	992 (85%)
Женских половых органов	246 (21)	Контрольная группа	181 (15%)
Мочевых путей	35 (3)	Стадия онкологического заболевания, n (%)	
Глаза, головного мозга и других отделов ЦНС	16 (1.5)	Стадия I	178 (15)
Щитовидной и других эндокринных желез	24 (2)	Стадия II	441 (38)
Злокачественные новообразования неуточненных локализаций	15 (1)	Стадия III	409 (35)
Злокачественные новообразования лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей	44 (3)	Стадия IV	145 (12)



Примечание: *p < 0.005

Рисунок 2 (А, Б) - Сравнительная характеристика распространенности злокачественных новообразований населения исследуемых групп (на 1000 человек).

(Figure 2 (A, B) - Comparative analysis of the prevalence of malignant neoplasms in the studied groups of the population (per 1000 people).).

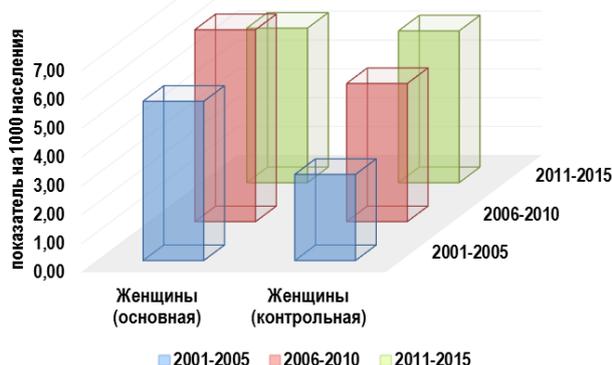
Показатель заболеваемости раком среди женщин на 1000 населения в критической и контрольной группах по годам показан в рис. 3. Как видно на рисунке 3а, наблюдается тенденция к более высокой заболеваемости опухолями в обеих группах в 2006-2010 гг. В обеих группах исследования женщины имеют высокий уровень заболеваемости раком. К концу периода наблюдения (2011-2015 гг.) показатели заболеваемости

раком у женщин критической группы и женщин контрольной группы были одинаковыми. Большинство опухолей органов дыхания и внутригрудных органов наблюдается у женщин основной группы (рис. 3б). Опухоль органов пищеварения чаще встречается у населения основной группы, резкий рост заболеваемости выявляется у женщин контрольной группы после 2001-2005 гг. (рис. 3с).

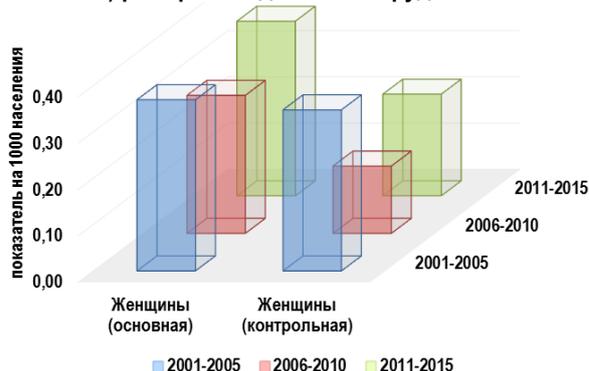
Рисунок 3. Показатели заболеваемости раком на 1000 человек женщин в критической и контрольной группах по годам.

(Figure 3. Cancer morbidity rates per 1000 women in the critical and control groups by year)

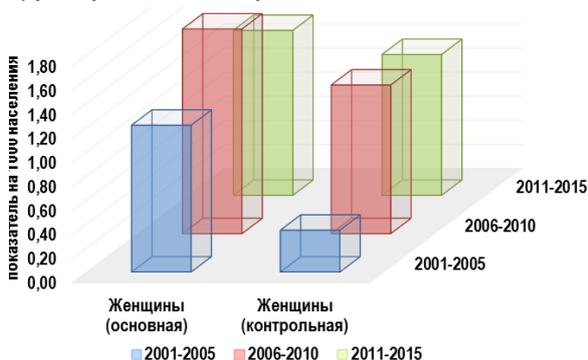
а) все опухолевые заболевания



в) рак органов дыхания и грудной клетки



с) рак органов пищеварения.



Обсуждение

Считается, что в условиях экологического неблагополучия раньше других систем реагируют системы регуляции: иммунная, эндокринная и центральная нервная системы, вызывая широкий спектр функциональных расстройств. Затем появляются нарушения обмена веществ и запускаются механизмы формирования экологически зависимого патологического процесса. Среди онкологических заболеваний особой экозависимостью отличаются заболевания дыхательной системы, кожи и пищеварения, так как происходит непосредственный контакт этих органов с факторами внешней среды – воздухом, водой, почвой [5].

С этой целью нами изучена заболеваемость злокачественными новообразованиями у населения поселков Аксу, Заводской, Кварцитка и Шантобе, которые на протяжении жизни на данной территории подвергаются воздействию техногенных радионуклидов хранилищ радиоактивных отходов. Это первое исследование, посвященное изучению связи между

наличием хранилищ радиоактивных отходов урана и заболеваемостью раком населения Северного Казахстана с использованием данных Электронного регистра онкологических больных Республики Казахстан за 2001-2015 годы. Тем не менее, следует отметить, что дизайн исследования не оценивал конкретно потенциальное воздействие на здоровье хранилищ урана в отрыве от других потенциальных факторов риска, таких как курение и употребление алкоголя, которые могут способствовать заболеваемости раком среди исследуемой популяции. Основными локализациями опухолей были пищеварительная система, органы дыхания и внутригрудные органы, и женские половые органы. Большинство пациентов из критической области имели на момент постановки диагноза 2-ю или 3-ю стадию рака. Результаты этого исследования показывают, что средний возраст при диагностике рака составляет более 60 лет. Однако у женщин злокачественное заболевание диагностируется в более раннем возрасте. Принимая во внимание высокую долю рака женских половых органов, более молодой возраст женщин в дебюте рака можно объяснить повышенным риском развития рака эндометрия после наступления менопаузы, которая наступает после 45 лет [14, 18].

Косвенным продуктом распада урана является радиоактивный газ радон, концентрация которого превышает допустимые пределы в Северном Казахстане [3]. В литературе показана прямая корреляция между радоновыми и генными мутациями и хромосомными aberrациями, приводящими к образованию новообразований [15]. Эпидемиологические исследования показывают, что радон является одной из основных причин рака легких [19]. Даже если концентрации радона в районах Северного Казахстана

низкие, они могут усиливать действие дыма, пыли и других промышленных газов. Чрезвычайно большой разрыв в заболеваемости опухолью органов дыхания между мужчинами и женщинами в обоих районах может быть связан с тем, что большинство мужчин работают на предприятиях по добыче урана и, следовательно, более подвержены заболеванию. Другим возможным фактором является курение, которое чаще встречается у мужчин. Тем не менее, согласно исследованию, в последние годы среди некурящих женщин наблюдается повышенный уровень заболеваемости раком легких [13]. Заболеваемость раком пищеварительной системы была выше у женщин критических зон по сравнению с контролем. Повышенный риск этого типа опухоли может быть связан с расположенными поблизости предприятиями по добыче урана. Однако в литературе имеются противоречивые результаты по этому вопросу. Тернер и его коллеги оценили, что радон не имеет отношения к нереспираторным заболеваниям и смертности [16]. Однако исследование, проведенное в Испании, показывает статистически значимую связь между радоном в помещениях и раком желудка у женщин [12]. Необходимы более глубокие исследования связи радона с опухолями органов пищеварения.

Что касается показателей заболеваемости и соотношения показателей между критической и контрольной группами, то существует прямая тенденция к снижению относительного риска за период наблюдения. Риск рака органов пищеварения или женских половых органов значительно уменьшился и к концу срока наблюдения стал примерно одинаковым для обеих областей. Возможно, свой эффект дала проведенная работа по консервации и ликвидации урановых месторождений в Северо-Казахстанской области к 2008 г. [4]. Тем не менее, бремя рака остается высоким в критической области.

Выводы

Результаты данного исследования свидетельствуют о наличии негативного воздействия Степногорского ГМК на окружающую среду прилегающих территорий, выражающегося в загрязнении окружающей среды, что является фактором риска развития многих онкологических заболеваний.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, все авторы имели равноценный вклад при подготовке данного материала.

Финансирование: Сторонними организациями финансирования не осуществлялось.

Сведения о публикации: Авторы заявляют, что ни один из блоков данной статьи не был опубликован в открытой печати и не находится на рассмотрении в других издательствах.

Литература:

1. Дюсембеков Е.К. Заболеваемость населения злокачественными новообразованиями головного мозга в Казахстане // Центрально Азиатский научно-практический журнал по общественному здравоохранению, 2007. Т.6. № 2 – 3. С. 65–70.

2. Куценко И.Г., Карпов А.Б., Тахауов Р.М. и др. Долговременное профессиональное облучение здоровье женщин. Томск, 2014. С.6-7.

3. Казымбет К. Радиэкологическое состояние территорий уранодобывающих районов Казахстана // Научные труды Института радиобиологии и радиационной защиты. 2014. 1,С 19-55.

4. Казымбет П., Бахтин М., Кашкинбаев Э., Джанабаев Д., Даутбаева З., Шарипов М. Радиационная обстановка на хвостохранилище Степногорского горно-химического комбината и прилегающих территориях. Сообщение I // Мед. Радиол. Радиа. Безопасность, 2001, Том. 63.1. С.40-47.

5. Михеева Г.Х., Гатауллин И.Г., Биктемирова Р.Г. Загрязнение окружающей среды фактор риска формирования заболеваемости онкологической патологией в ульяновской области // Тюменский медицинский журнал, 2012. № 4. С.20-22.

6. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные) // Алматы: Гылым, 1995. С.264-530.

7. Смулевич В.Б., Ременник Н. Демографические аспекты эпидемиологии злокачественных новообразований (науч.обзор) ВНИИМИ (обзор информация) // «Медицина и здравоохранение». - М., 1983., 92 с.

8. Aumalikova M. et al. Site-specific concentration of uranium in urine of workers of the hydrometallurgical plant of Stepnogorsk mining and chemical combine // Radiation and Environmental Biophysics, 2020. vol.59. pp.703–710.

9. Doinikova O.A. Uranium deposits with a new phosphate type of blacks // Geology of Ore Deposits, 2007 vol. 49, no.1. pp. 80-86.

10. Karatayev M., Hall S., Kalyuzhnova Y., and Clarke M.L. Renewable energy technology uptake in Kazakhstan: Policy drivers and barriers in a transitional economy // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016. vol. 66. pp. 120-136.

11. Kulhanova I., Znaor A., Shield K.D., Arnold M., Vignat J., Charafeddine M., Fadhil I., Fouad H., Al-Omari A., Saeed Al-Zahrani A., El-Basmy A., Shamseddine A., Bray F.I., Soerjomataram I. Proportion of cancers attributable to major lifestyle and environmental risk factors in the Eastern Mediterranean region // International Journal of Cancer, 2019. 18 March. DOI:10.1002/ijc.32284.

12. López-Abente G. et al. Residential radon and cancer mortality in Galicia, Spain // Science of the Total Environment, 2018. vol. 610. pp. 1125-1132.

13. Mederos N., Friedlaender A., Peters S., Addeo A. Gender-specific aspects of epidemiology, molecular genetics and outcome: lung cancer // ESMO open, 2020. vol. 5. P.e000796.

14. Purdie D.M., Green A.C. Epidemiology of endometrial cancer // Best practice & research. Clinical obstetrics & gynecology, 2001.vol.15, no.3. pp. 341-354.

15. Robertson J.A., Laney R., Curnow A. The cellular and molecular carcinogenic effects of radon exposure: a review // International journal of molecular sciences, 2013, vol.14, no.7. pp. 14024-14063.

16. Turner M.C., Krewski D., Chen Y., Pope Iii C.A., Gapstur S.M., Thun M.J. Radon and nonrespiratory

mortality in the American Cancer Society cohort // American Journal of Epidemiology, 2012 vol.176, no.9. pp.808-814.

17. World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: World Health Organization; 2018. 96 p.

18. Wu Y., Sun W., Liu H., Zhang D. Age at menopause and risk of developing endometrial cancer: a meta-analysis // BioMed research international, vol. 2019. 13 p.

19. World Health Organization. Radon - fact sheets. 2023. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health> (25 January 2023).

References: [1-7]

1. Dyusembekov E.K. Zabolevaemost' naseleniya zlokachestvennyimi novoobrazovaniyami golovnogo mozga v Kazakhstane [The incidence of malignant brain tumors in Kazakhstan.]. Tsentral'no - Aziatskii nauchno-prakticheskii zhurnal po obshchestvennomu zdravookhraneniyu [Central Asian Journal of Public Health], 2007. T.6. № 2–3. pp. 65–70. [in Russian]

2. Kutsenko I.G., Karpov A.B., Takhauov R.M. i dr. Dolgovremennoe professional'noe obluchenie zdorov'e zhenshchin [Long-term occupational radiation exposure and women's health]. Tomsk, 2014. pp. 6-7. [in Russian]

3. Kazymbet K. Radioekologicheskoe sostoyanie territorii uranodobyvayushchikh raionov Kazakhstana [Radioecological status of territories in uranium mining regions of Kazakhstan]. Nauchnye trudy Instituta radiobiologii i radiatsionnoi zashchity [Scientific works of the

Institute of Radiobiology and Radiation Protection]. 2014. 1, pp. 19-55. [in Russian]

4. Kazymbet P., Bakhtin M., Kashkinbaev E., Dzhanabaev D., Dautbaeva Z., Sharipov M. Radiatsionnaya obstanovka na khvostokhranilishche Stepnogorskogo gorno-khimicheskogo kombinata i prilegayushchikh territoriyakh. Soobshchenie I [Radiation situation at the tailings facility of the Stepnogorsk Mining and Chemical Combine and adjacent areas. Report I]. Med. Radiol. Radia. Bezopasnost' [Medical Radiology and Radiation Safety]. 2001, Tom. 63.1. pp. 40-47. [in Russian]

5. Mikheeva G.Kh., Gataullin I.G., Biktemirova R.G. Zagryaznenie okruzhayushchei sredy faktor riska formirovaniya zbolevaemosti onkologicheskoi patologiei v ul'yanovskoi oblasti [Environmental pollution as a risk factor for the development of oncological diseases in the Ulyanovsk region]. Tyumenskii meditsinskii zhurnal [Tyumen Medical Journal]. 2012. № 4. pp. 20-22. [in Russian]

6. Petrov N.N., Yazikov V.G., Aubakirov Kh.B. Uranovye mestorozhdeniya Kazakhstana (ekzogennye) [Uranium Deposits in Kazakhstan (Exogenous)]. Almaty: Gylym. [Almaty: Science]., 1995. pp. 264-530.

7. Smulevich V.G., Remennik L.I. Demograficheskie aspekty epidemiologii zlokachestvennykh novoobrazovaniy [Demographic Aspects of the Epidemiology of Malignant Neoplasms (Scientific Review) by VNIIMI (Information Review)]. Medicina i zdravoohranenie [Medicine and healthcare]., 2000. 92 p. [in Russian].

Контактная информация:

Ілбекова Құралы Б. – Заведующая лабораторией, НИИ радиобиологии и радиационной защиты НАО «Медицинский университет Астана», г. Астана, Республика Казахстан;

Почтовый адрес: Республика Казахстан, 010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Бейбитшилик 49а.

e-mail: ilbekova.k@amu.kz

Телефон: +7 (775) 134 07 07