

По результатам проведенного исследования и в соответствии с современными данными научной литературы по данной теме, можно сделать вывод о том, что наиболее частыми клиническими признаками на разных этапах развития FIV инфекции являются признаки поражения слизистой оболочки глаз и верхних дыхательных путей, а также можно сделать заключение о том, что использование методов лабораторной диагностики, особенно ПЦР анализа позволяет с высокой точностью определять наличие вируса не только при наличии выраженной клинической картины заболевания, но может служить эффективным средством доназальной диагностики FIV инфекции.

При наличии тенденции к распространению данного заболевания доназальная диагностика имеет решающее значение для выбора как способа лечения, так и в целях профилактики FIV инфекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yamamoto, Janet; Missa Sanou; Jeffrey Abbott; James Coleman (2010), «Feline immunodeficiency virus model for designing HIV/AIDS vaccines», Current HIV Research, 8 (1): 14–25.
2. Госманов Р.Г., Равилов Р.Х., Галиуллин А.К. и др. Частная ветеринарно-санитарная микробиология и вирусология: учебное пособие / Р.Г. Госманов, Р.Х. Равилов, А.К. Галиуллин [и др.]. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 316 с.
3. Дороничева, А.Н. Болезни животных вирусной этиологии: учебное пособие / А.Н. Дороничева, Г.М. Фирсов. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. – 140 с.
4. Красникова Е. С., Белякова А. С. Патоморфологические и гистологические закономерности при развитии СПИДа у кошек / Е. С. Красникова, А. С. Белякова // Современные проблемы ветеринарной онкологии и иммунологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2014. С. 129–133.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЗ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ЗАГРЯЗНЁННОЙ ТЕРРИТОРИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

FEATURES OF THE EXTERNAL EXPOSURE DOSE FORMATION OF THE POPULATION LIVING IN THE CONTAMINATED TERRITORY AS A RESULT OF THE CHERNOBYL ACCIDENT

Д. Б. Куликович^{1,2,3}, Н. Г. Власова^{1,4}

D. Kulikovich^{1,2,3}, N. Vlasova^{1,4}

¹УО «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель, Беларусь

²Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

³Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ г. Минск, Республика Беларусь

⁴Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека», Гомель, Беларусь

¹Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

²Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus

³International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU Minsk, Republic of Belarus

⁴Republican Scientific and Practical Center for Radiation Medicine and Human Ecology, Gomel, Belarus

В статье представлены результаты проведенного исследования по изучению особенностей формирования дозы внешнего облучения у лиц, проживающих на загрязненной радионуклидами территории. Выявлены факторы, оказывающие влияние на формирование индивидуальной дозы внешнего облучения и сформированы профессиональные однородные по дозе внешнего облучения группы различных социальных сфер по совокупности информативных фактор-признаков, обуславливающих ее формирование у лиц, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях.

This article presents the results of the research on the study of the features of the external exposure dose formation for persons living in a contaminated territory with radionuclides. Factors influencing the formation of an individual external exposure dose have been identified and occupational groups of various social spheres that are homogeneous in terms of external exposure dose have been formed according to the totality of informative factor-signs that determine its formation in people living in contaminated territories with radionuclides.

Ключевые слова: доза внешнего облучения; индивидуальный дозиметрический контроль; информативные фактор-признаки; группа профессиональной занятости.

Введение

Корректная оценка и прогноз доз облучения населения является одной из наиболее актуальных и сложных проблем радиационной медицины, радиационной эпидемиологии, которая необходима для проведения радиационно-эпидемиологических исследований по установлению зависимости «доза-эффект» у населения, проживающего на загрязненной радионуклидами территории с момента аварии на Чернобыльской атомной электростанции (далее – ЧАЭС).

Более надежная информация о дозах внешнего облучения населения может быть получена на основе данных индивидуального дозиметрического контроля (далее – ИДК), однако, применение этого метода на всей территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению, является довольно сложной задачей, требующей значительных финансовых, физических и временных затрат. И, как следствие – существующие базы данных дозиметрической информации носят ограниченный характер, а их непосредственное использование для решения указанной задачи вызывает затруднения.

В таких случаях, при недостатке инструментально полученных дозиметрических данных, с чем постоянно приходится сталкиваться, существующие методики оценки доз основаны на применении эмпирических констант, что приводит к большой неопределенности оценок (ошибки в оценках доз могут достигать 300 % и более), позволяют оценить средние по населенным пунктам (далее – НП) дозы, а для корректной оценки необходимо оценивать распределение в целом и индивидуальные или усредненные для групп однотипных условий и поведения дозы облучения [1, 2].

Учитывая, что условия, преобразующие дозоформирование (природные, социально-демографические, экономические), от пункта к пункту могут существенно варьировать, следовательно, будут различаться и дозы облучения.

Отсюда и возникает необходимость разработки метода оценки и прогноза индивидуализированной дозы внешнего облучения у лиц, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях вследствие аварии на ЧАЭС, который будет учитывать социальные и демографические особенности формирования дозы внешнего облучения у индивида. Доза внешнего облучения зависит не только от плотности загрязнения радионуклидами территории проживания индивида, но и от его социально-обусловленного поведения, так как ведущим фактором дозоформирования является сам человек: его личностные характеристики, половая принадлежность, возраст, сфера занятости, уровень образования, которые непосредственно определяют его статус в социуме [2].

Цель исследования – изучить особенности и выявить факторы, оказывающие влияние на формирование дозы внешнего облучения у лиц, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях, сформировать однородные по дозе внешнего облучения группы по совокупности информативных фактор-признаков.

Материалы и методы. В исследование были включены данные ИДК жителей Гомельской области, полученные методом термолуминесцентной дозиметрии (далее – ТЛД) сотрудниками Гомельского областного центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, а также сотрудниками ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства за период 1988-1992 гг.

Всего было обследовано методом ТЛД 25503 жителя Гомельской области (мужчины – 13074 чел. (51%) и 12429 чел. (49%) – женщины), проживающих в 289 НП.

Для установления статистически значимых различий в формировании дозы внешнего облучения данные ИДК по всем НП были объединены в одну выборку, но для корректности исследования индивидуальные дозы внешнего облучения жителей, обследованных НП, были пронормированы на плотность загрязнения по ^{137}Cs каждого населенного пункта соответствующего временного периода.

Статистическая обработка данных проводилась методами прикладной статистики с использованием MS Excel и программного пакета для статистического анализа Statistica 12.0. (StatSoft, USA): сравнение групп осуществляли методом однофакторного дисперсионного анализа (далее – ANOVA) (F; p) с последующим апостериорным попарным сравнением при помощи критерия Ньюмана-Кейлса [3]. Различия между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждения. Для выявления факторов, оказывающих влияние на формирование индивидуальной дозы внешнего облучения, был проведен анализ результатов измерений ТЛД обследованных лиц в период 1988-1992 гг. Выбор такого временного периода обоснован тем, что значения доз внешнего облучения были существенные, что позволило исследовать закономерности формирования доз внешнего облучения у лиц, проживающих на загрязненной радионуклидами территории.

Статистический анализ сравнения средних значений нормированной средней годовой дозы внешнего облучения между мужчинами и женщинами показал, что у мужчин доза значимо выше ($7,47 \pm 0,04$), чем у женщин ($6,92 \pm 0,04$) на 7,5% ($F=79,84$; $p < 0,05$), и можно предполагать, что половая принадлежность вносит определенный вклад в формирование дозы внешнего облучения.

Следующим этапом исследования был проведен анализ зависимости дозы внешнего облучения от возраста, путем определения возрастных групп среди мужчин и женщин, в которых наблюдаются статистически значимые различия.

Методом ANOVA среди мужчин было выявлено 5 возрастных групп, в которых наблюдаются статистически значимые различия средних значений дозы внешнего облучения ($F=43,51$; $p<0,05$; апостериорные сравнения показали статистическую значимость различий в группах мужчин), у женщин было выявлено 4 возрастные группы ($F=49,58$; $p<0,05$).

В результате проведенного анализа было выявлено 9 половозрастных групп у мужчин и женщин ($F=57,83$; $p<0,05$), которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения нормированной дозы внешнего облучения в возрастных группах мужчин и женщин

Группа	Возраст	Нормированная средняя годовая доза внешнего облучения, [мЗв·год ⁻¹ /кБк·м ⁻²] · 10 ³	Результаты апостериорного сравнения групп (p-value)				
			I	II	III	IV	V
МУЖЧИНЫ							
I	<18 лет	6,19±0,12					
II	от 18 до 35 лет	7,48±0,09	p<0.001				
III	от 36 до 54 лет	7,78±0,08	p<0.001	p=0.042			
IV	от 55 до 62 лет	8,09±0,10	p<0.001	p<0.001	p=0.041		
V	≥ 63 лет	6,97±0,11	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	
ЖЕНЩИНЫ							
Группа	Возраст	Нормированная средняя годовая доза внешнего облучения, [мЗв·год ⁻¹ /кБк·м ⁻²] · 10 ³	Результаты апостериорного сравнения групп (p-value)				
			I	II	III	IV	
I	<18 лет	6,09±0,12					
II	от 18 до 40 лет	6,74±0,05	p<0.001				
III	от 41 до 54 лет	7,72±0,09	p<0.001	p<0.001			
IV	≥ 55 лет	6,83±0,03	p<0.001	p=0.044	p<0.001		

По результатам исследования половозрастных групп было установлено, что у юношей и девушек в возрасте до 18 лет средние значения дозы внешнего облучения не различаются ($F=0,36$; $p=0,55$): у юношей данный показатель выше, лишь, на 2% относительно девушек. Такие же незначительные различия наблюдаются и в группах у мужчин и женщин среднего возраста: у мужчин среднее значение дозы внешнего облучения выше, лишь, на 5% ($F=11,44$; $p=0,03$). Но, у мужчин молодого возраста значение дозы внешнего облучения выше на 11%, чем у женщин этой же возрастной группы ($F=42,74$; $p<0,001$), также, у мужчин пожилого возраста значение дозы внешнего облучения выше почти на 10%, чем у женщин данной группы ($F=32,84$; $p<0,001$). Полученные результаты дают право предполагать, что, возрастной фактор, также оказывает влияние на формирование дозы внешнего облучения.

Следующим этапом исследования был проведен анализ рода деятельности всех обследованных лиц, проживающих на территории Гомельской области. В исследуемой базе данных ИДК у каждого обследованного указан код профессии, соответствующий виду профессиональной занятости или роду практической деятельности в социуме: дети дошкольного возраста (1), школьники младших классов (2), школьники старших классов (3), инвалиды и пенсионеры по инвалидности (11), пенсионеры по возрасту (12), безработные и домохозяйки (13), студенты (5), служащие (10), военнослужащие (17), медицинские работники (18), водители и механизаторы (6), животноводы (7), работники сельского хозяйства (8), рабочие (9), полеводы (15), работники лесхозов (16).

С помощью метода ANOVA некоторые профессии были объединены и было выявлено 6 групп профессиональной занятости (см. Рисунок 1) ($F=122,13$; $p<0,05$; апостериорные сравнения показали значимость различий между группами, $p<0,05$).

Как видно из анализа рода деятельности всех обследованных лиц из базы данных ИДК наблюдается широкий разброс доз внешнего облучения, и очевидно, что у лиц, которые длительное время в силу особенностей практической деятельности находятся на открытом воздухе, например, работники лесхозов, значение дозы внешнего облучения, в среднем, на 32 % ($F=378,41$; $p<0,05$) фактически выше, чем у лиц, которые занимаются трудовой деятельностью в экранированных помещениях и зданиях. Полученный результат исследования дает возможность утверждать, что профессиональная занятость, также, оказывает влияние на формирование индивидуальной дозы внешнего облучения.

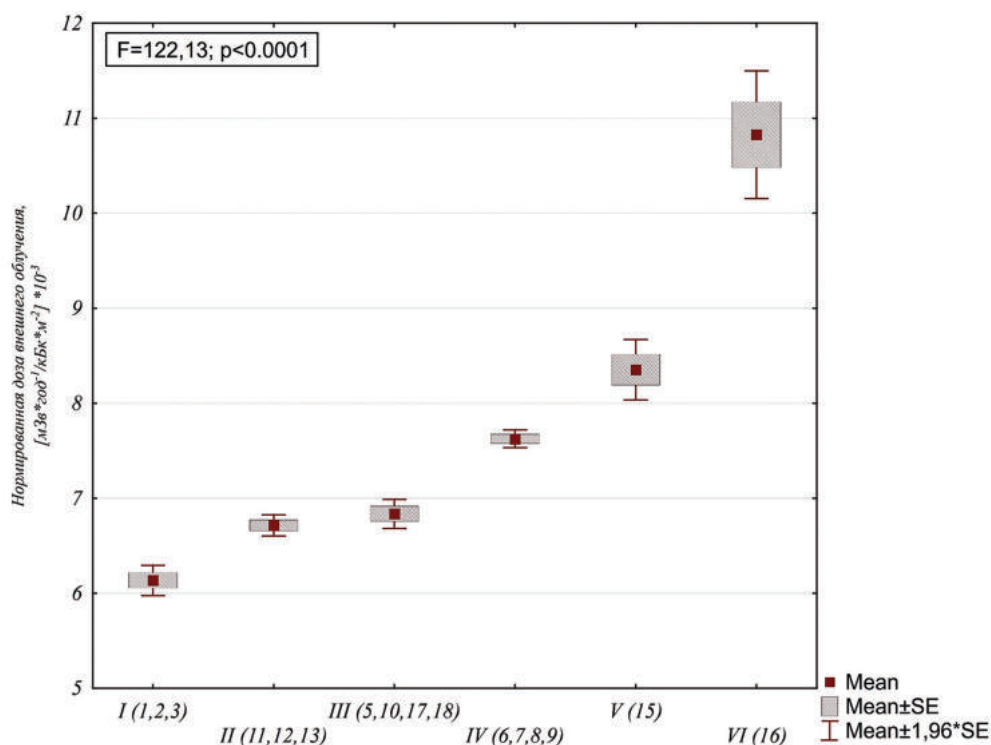


Рисунок 1 – Выявленные группы профессиональной занятости

Для формирования профессиональных групп по совокупности информативных фактор-признаков был проведен структурный анализ выявленных 6 групп профессиональной занятости, который выполнялся пошаговым включением гендерной и возрастной структуры обследованных лиц.

Методом ANOVA, в выявленных группах объединенных профессий, было установлено, что между юношами и девушками I группы и между мужчинами и женщинами VI группы различий в средних значениях годовой дозы внешнего облучения нет ($F=0,14$; $p>0,05$ и $F=0,32$; $p>0,05$ соответственно).

Аналогично, был проведен анализ гендерной структуры в остальных группах, который показал, что в каждой из них наблюдаются различия средних значений доз внешнего облучения (II группа ($F=6,17$; $p<0,05$); III группа ($F=20,37$; $p<0,05$); IV группа ($F=6,86$; $p<0,05$); V группа ($F=4,84$; $p<0,05$)).

По результатам анализа было сформировано 10 групп профессиональной занятости обследованных жителей Гомельской области, проживающих на территориях 289 населенных пунктов, учитывающих их гендерную принадлежность ($F=72,10$; $p<0,05$).

Следующим этапом исследования был анализ зависимости дозы внешнего облучения от возраста в сформированных группах обследованных лиц по гендерному признаку, учитывающих социальный фактор, методом ANOVA.

В I группу были включены все обследованные дети в возрасте до 18 лет ввиду отсутствия различий в средних значениях дозы внешнего облучения ($F=2,29$; $p>0,05$).

Анализ II группы показал, что у обследованных женщин не наблюдаются различия средних значений дозы внешнего облучения по всей интервальной возрастной шкале ($F=0,28$; $p>0,05$). Все обследованные женщины были включены в одну подгруппу II(b), напротив, у мужчин было выделено две подгруппы (II(a₁) и II(a₂)), в которых средние значения дозы статистически значимо различаются ($F=8,43$; $p<0,05$), что позволило из данной группы выявить 3 профессионально ориентированных группы, учитывая возраст обследованных.

III группа была классифицирована на две социально ориентированные группы по гендерному признаку, поскольку в данной группе у обследованных лиц не наблюдались различия средних значений доз внешнего облучения по интервальной возрастной шкале ($F=1,97$; $p>0,05$ для группы мужчин III(a) и $F=1,48$; $p>0,05$ – для группы женщин III(b) соответственно).

Проведенный анализ в IV и V группах показал значимые различия в средних значениях доз внешнего облучения как по гендерному, так и по возрастному признаку, что позволило выявить по 4 профессионально ориентированных группы из исследуемых, в которых в полной мере учтены вышеперечисленные факторы: ($F=4,36$; $p<0,05$) для IV(a₁) и IV(a₂) групп; ($F=20,71$; $p<0,05$) для IV(b₁) и IV(b₂); ($F=8,43$; $p<0,05$) для групп V(a₁) и V(a₂); ($F=6,29$; $p<0,05$) для групп V(b₁) и V(b₂) соответственно.

Анализ VI группы, по совокупности информативных фактор-признаков, позволил выявить две социально ориентированные группы ($F=12,12$; $p<0,05$), в которых наблюдались статистически значимые различия средних значений доз внешнего облучения. В первую группу VI(a) вошли исключительно мужчины среднего возраста, а вторая группа VI(c) была сформирована из оставшихся обследованных лиц, в которую вошли женщины всех возрастов, мужчины молодого и пожилого возраста.

В результате проведенного анализа было сформировано 16 профессионально и социально ориентированных групп (см. Рисунок 2) по совокупности информативных фактор-признаков ($F=47,99$; $p<0,05$), в которых наблюдаются различия средних значений индивидуальных доз внешнего облучения.

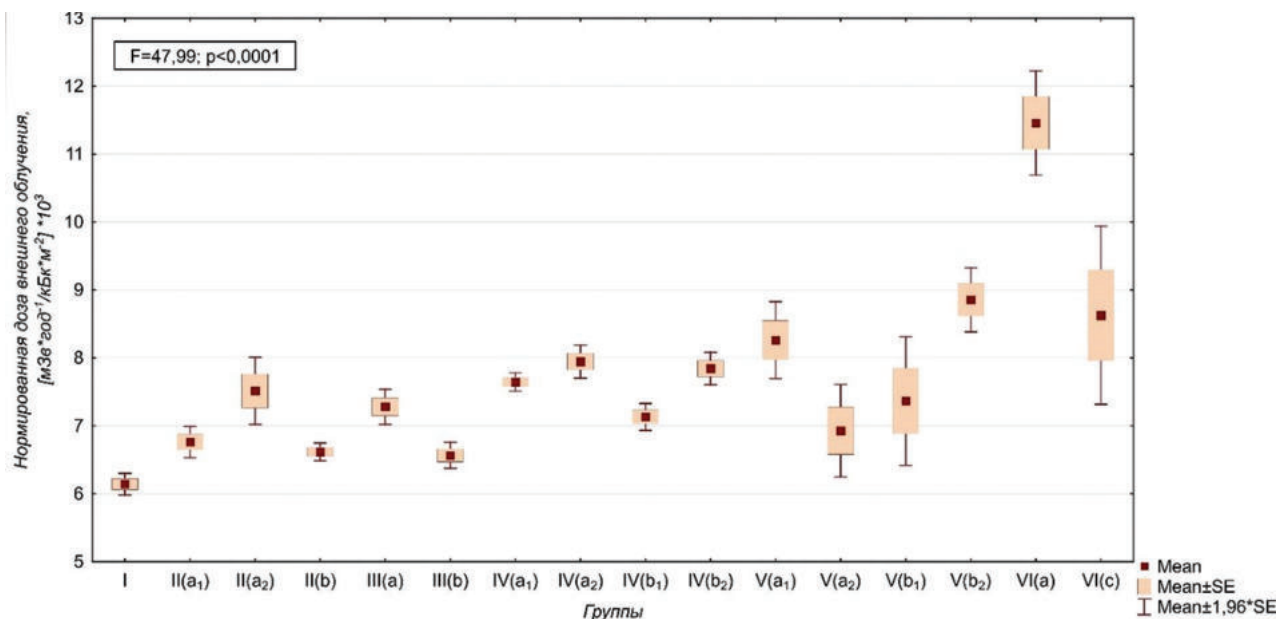


Рисунок 2 – Выявленные группы по совокупности информативных фактор-признаков

Анализ рода деятельности всех обследованных лиц, учитывая их социальные и демографические особенности, показал, что наблюдается широкий разброс доз внешнего облучения (см. рисунок 2). Это объясняется спецификой трудовой деятельности индивидов, в совокупности с гендерной принадлежностью и возрастом: у лиц, чья практическая деятельность связана с нахождением, в большей степени, на открытом воздухе значение дозы внешнего облучения на 30-40 % выше, чем у лиц остальных категорий ($F=47,99$; $p<0,05$).

Полученные результаты исследования статистически обосновано показывают, что информативные фактор-признаки: профессиональная занятость, возраст и гендерная принадлежность в совокупности оказывают влияние на формирование индивидуальной дозы внешнего облучения.

Заключение. В результате проведенного исследования были выявлены факторы, оказывающие влияние на формирование дозы внешнего облучения у лиц, проживающих на загрязненной радионуклидами территории: гендерная принадлежность, возраст, профессиональная занятость индивида, на основе которых были сформированы профессиональные однородные по дозе внешнего облучения группы различных социальных сфер по совокупности информативных фактор-признаков, обуславливающих ее формирование у лиц, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях, что в дальнейшем явится основой для разработки метода реконструкции и прогноза индивидуализированной дозы внешнего облучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эвентова ЛН, Аверин ВС, Матарас АН, Висенберг ЮВ. Мониторинг доз внешнего облучения населения Республики Беларусь в отдаленном периоде после аварии на ЧАЭС. Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2017;17(1):100–104.
2. Куликович Д.Б., Власова Н.Г. Статистический анализ факторов, оказывающих влияние на формирование дозы внешнего облучения. Проблемы здоровья и экологии. 2022;19(3):99–105.
3. Maria J. Blanca, Rafael Alarcon, Jaume Arnau, Roser Bono, Rebecca Bendayan. Non-normal data: Is ANOVA still a valid option? Psicothema. 2017 November; 29(4):552–557