

Роль долговременного техногенного воздействия малых доз ионизирующего излучения в развитии патологии органа зрения

Л.Р. Тахауова^{1,2}О.И. Кривошеина¹

¹ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Московский тракт, 2, Томск, 634050, Российская Федерация

² ФГБУН «Северский биофизический научный центр» Федерального медико-биологического агентства
пер. Чекист, 7, корп. 2, Северск, Томская область, 636013, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2024;21(4):831–837

Проведен ретроспективный анализ показателей заболеваемости органа зрения у 2808 сотрудников объекта использования ионизирующего излучения (ОИИИ) в зависимости от стажа работы и поглощенной дозы ионизирующего излучения (ИИ). Частота встречаемости аномалий рефракции среди всей офтальмопатологии составляет 34,3 %, конъюнктивитов — 28,6 %, катаракты — 27,9 %, кератитов — 2,6 %, язв роговицы — 0,42 %, воспалений слезоотводящего аппарата — 2,2 %. Аномалии рефракции наиболее часто (41,2 %) встречаются у персонала ОИИИ возрастной категории 46–55 лет, при этом стаж работы не влияет на уровень заболеваемости данной патологией. Частота встречаемости конъюнктивитов у работников ОИИИ со стажем работы 5–10 лет статистически значимо превышала таковую у групп с иным стажем, чаще встречалась в группах в возрасте 31–35 и 36–40 лет. Катаракта наиболее часто диагностируется у персонала, чей стаж работы составляет 16–20 лет (25,1 % от общего количества случаев катаракты), наиболее часто встречаемый возраст на момент постановки диагноза варьирует от 56 до 60 лет (23,9 % от общего количества случаев заболеваний катарактой). По мере увеличения поглощенной дозы ИИ мягких тканей у персонала ОИИИ наблюдается статистически значимая тенденция к увеличению числа аномалий рефракции, катаракты и воспалительных поражений глазной поверхности.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, долговременное техногенное внешнее облучение, патология органа зрения, заболеваемость, офтальмология, глазная поверхность

Для цитирования: Тахауова Л.Р., Кривошеина О.И. Роль долговременного техногенного воздействия малых доз ионизирующего излучения в развитии патологии органа зрения. *Офтальмология*. 2024;21(4):831–837. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-4-831-837>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



The Role of Long-Term Technogenic Impact Low Doses of Ionizing Radiation in the Development of Pathology of the Organ of Vision

L.R. Takhauova^{1,2}, O.I. Krivosheina¹

¹ Siberian State Medical University
Moskovsky trakt, 2, Tomsk, 634050, Russian Federation

² Seversk Biophysical Research Center of the Center of the Federal Medical and Biological Agency
Chekist Lane, 7/2, Seversk, Tomsk Region, 636039, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2024;21(4):831–837

The retrospective analysis was conducted on the incidence rates of eye organ diseases among 2808 employees of an ionizing radiation facility (IRF), based on years of experience and absorbed dose of ionizing radiation. The frequency of refractive anomalies among all ophthalmopathies was recorded at 34.3 %, conjunctivitis at 28.6 %, cataracts at 27.9 %, keratitis at 2.6 %, corneal ulcers at 0.42 %, and inflammations of the tear duct system at 2.2 %. Refractive anomalies were most commonly observed at a rate of 41.2 % among personnel in the age category of 46–55 years, with no significant impact of work experience on the prevalence of this pathology. The frequency of conjunctivitis among IRF personnel with 5–10 years of work experience was statistically significantly higher compared to other groups, and it was more commonly found among individuals aged 31–35 and 36–40 years. Cataracts were most frequently diagnosed among personnel with 16–20 years of work experience, accounting for 25.1 % of all cases of cataract diseases. The most common age at diagnosis ranges from 56 to 60 years (23.9% of the total number of cataract cases). As the absorbed dose IRF of soft tissues increases, the personnel of the IRF show a statistically significant tendency towards an increase in the number of refractive errors, cataracts and inflammatory lesions of the ocular surface.

Keywords: ionizing radiation, long-term man-made external irradiation, pathology of the organ of vision, morbidity, ophthalmology, ocular surface

For citation: Takhauova L.R., Krivosheina O.I. The Role of Long-Term Technogenic Impact Low Doses of Ionizing Radiation in the Development of Pathology of the Organ of Vision. *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(4):831–837. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-4-831-837>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек, особенно проживающий в мегаполисе, постоянно подвергается воздействию естественного и искусственного ионизирующего излучения (ИИ). Основным источником естественного ИИ является природный газ радон, выделяющийся из горных пород и почвы. Искусственное ИИ связано с разнообразными источниками, которые имеют место быть с момента переработки радиоактивных материалов и до их использования в приборах и устройствах, в том числе медицинских.

Работа с источниками ИИ требует проведения постоянного мониторинга и тщательного контроля за радиационной безопасностью и здоровьем персонала, что является одной из задач службы радиационной безопасности [1–4]. Международной единицей измерения эффективной и эквивалентной дозы ИИ является Зиверт (Зв). На сегодняшний день накоплено большое количество фактических данных о дозовой нагрузке персонала объектов использования ИИ (ОИИИ) [5–8], имеющего профессиональный контакт с источниками ИИ. Согласно результатам аналитических исследований [9, 10] у данной категории лиц выявляется целый

комплекс патологических изменений со стороны внутренних органов и систем, в том числе и органа зрения. Однако многие аспекты техногенного воздействия ИИ на ткани глазного яблока и его придаточного аппарата являются недостаточно изученными [11–13].

Цель — провести ретроспективный анализ заболеваемости органа зрения у персонала ОИИИ в условиях длительного техногенного внешнего воздействия ИИ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Клиническое исследование выполнено федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Северский биофизический научный центр» Федерального медико-биологического агентства (СБН Центр) совместно с федеральным государственным бюджетным учреждением «Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства» (СибФНКЦ).

Проведен ретроспективный анализ медицинской документации персонала АО «Сибирский химический комбинат», проходившего регламентные периодические медицинские осмотры в СибФНКЦ (приказ

Минздрава России от 28.01.2021 № 29н), а также медицинской документации регионального медико-дозиметрического регистра (РМДР) СБН Центра за период 2012–2022 гг.

При отборе медицинской документации учитывались анкетные данные работника (пол, возраст), характер выполняемых работ, вид и суммарная дозовая нагрузка ИИ. Для исключения влияния возраста на частоту встречаемости офтальмологической патологии статистический анализ полученных данных проводился среди сотрудников одной возрастной категории с интервалом в 10 лет (от 20 до >60 лет), а также по стажу работы (от <5 до >20 лет) с интервалом в 5 лет.

Для ретроспективного анализа отобрана медицинская документация работников ОИИИ со стажем работы от <5 до >20 лет и поглощенной дозой ИИ мягких тканей за весь период работы не более 50 мЗв. Поскольку в настоящее время не осуществляется дозиметрический контроль поглощенной дозы ИИ тканями глаза и его придаточного аппарата, уровень поглощенной дозы ИИ мягкими тканями персонала оценивался как эквивалент поглощенной дозы ИИ органа зрения.

Расчет показателей заболеваемости органа зрения осуществлялся с помощью методов вариационной статистики с определением средней арифметической (M), стандартной ошибки среднего арифметического (m), среднеквадратичного отклонения (σ). Для оценки различий средних значений двух независимых выборок, имеющих нормальное распределение, использовался параметрический критерий Стьюдента, при отклонении от нормального распределения — непараметрический U -тест Манна — Уитни и двухфакторный тест Колмогорова — Смирнова для двух независимых выборок. Статистически значимыми различия считались при уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В период 2012—2022 гг. по данным медицинской документации патология органа зрения у персонала ОИИИ со стажем работы от 5 до 20 лет диагностирована у 2808 лиц, проходивших регламентные периодические медицинские осмотры в СибФНКЦ (приказ Минздрава России от 28.01.2021 № 29н), а также при самостоятельном обращении. Общее число случаев заболеваний глазного яблока и придаточного аппарата глаза у данных работников составило 5012, так как у одного пациента в ряде случаев одновременно диагностировано несколько заболеваний органа зрения. Наиболее часто у персонала ОИИИ выявлялись аномалии рефракции (34,3 %), конъюнктивиты (28,6 %) и катаракта (27,9 %).

Согласно результатам ретроспективного анализа у персонала ОИИИ, работающего в условиях длительного техногенного воздействия ИИ, отмечено статистически значимое увеличение частоты встречаемости заболеваний органа зрения у группы работников

со стажем работы 5–10 лет ($p < 0,05$), составившее 29,8 % от общего числа случаев патологии органа зрения у персонала со стажем работы от <5 до >20 лет. При этом наиболее часто глазная патология встречалась у сотрудников ОИИИ в возрасте 41–50 лет, составляя 34,2 % от общего числа случаев заболеваемости органа зрения среди работников возрастной категории от 20 до >60 лет.

Наименьшее число случаев заболеваний органа зрения зафиксировано у сотрудников ОИИИ в возрастной группе 20–30 лет (7,9 % от общего числа заболеваний органа зрения) (табл. 1).

Аномалии рефракции

В период 2012–2022 гг. у персонала ОИИИ диагностирован 1721 случай аномалий рефракции (34,3 % от общего числа заболеваний органа зрения). Средний возраст пациентов на момент постановки диагноза составил 52 года.

Необходимо отметить, что указанная патология органа зрения, по данным медицинской документации, у сотрудников ОИИИ встречается во всех анализируемых с учетом стажа группах с частотой 21,9–23,8 % (табл. 2). При этом статистически значимых отличий в уровне данного показателя в группах не выявлено ($p > 0,05$), за исключением группы работников ОИИИ со стажем работы <5 лет (8,85 % от общего числа случаев заболеваемости аномалиями рефракции) (табл. 2).

Согласно результатам ретроспективного анализа наиболее часто аномалии рефракции у персонала ОИИИ диагностируются в возрастной категории 46–55 лет ($p > 0,05$) (табл. 2), составляя 41,2 % от общего числа случаев данной патологии.

По мере увеличения поглощенной дозы ИИ мягкими тканями у персонала ОИИИ — от минимальной дозы не более 2 мЗв при стаже работы <5 лет до суммарной дозы 27 мЗв при стаже >20 лет, наблюдается статистически значимая тенденция ($p < 0,05$) к росту числа аномалий рефракции у сотрудников ОИИИ (рис. 1).

Таблица 1. Частота встречаемости офтальмопатологии при одновременном техногенном воздействии ионизирующего излучения в зависимости от возраста и стажа работы персонала ОИИИ

Table 1. Frequency of ophthalmopathy occurrence during long-term technogenic exposure to ionizing radiation, depending on the age and work experience of the personnel ionizing radiation object

Возраст, лет / Age, years	Абсолютное количество случаев заболеваний органа зрения в зависимости от стажа работы, лет / Absolute number of the organ of vision diseases depending on work length, years					Итого / Total
	<5	5–10	11–15	16–20	>20	
20–30	205	193	—	—	—	398
31–40	137	336	302	294	217	1286
41–50	102	414	432	651	114	1713
51–60	117	297	349	230	52	1045
>60	96	257	158	29	30	570
Итого / Total	657	1497	1243	1202	413	5012

Таблица 2. Частота встречаемости аномалий рефракции при долговременном техногенном воздействии ионизирующего излучения в зависимости от возраста и стажа работы персонала ОИИИ

Table 2. Frequency of refractive errors under long-term technogenic exposure to ionizing radiation, depending on the age and work experience of the ionizing radiation object

Возраст, лет / Age, years	Абсолютное количество случаев аномалий рефракции в зависимости от стажа работы, лет / Absolute number of refractive error depending on length of work, years					Итого / Total
	<5	5–10	11–15	16–20	> 20	
20–30	12	54	—	—	—	76
31–35	14	32	42	—	—	88
36–40	9	35	28	19	11	102
41–45	8	85	63	62	70	288
46–50	10	107	122	103	71	413
51–55	7	103	101	101	105	417
56–60	2	43	13	99	109	265
>60	—	8	14	25	45	92
Итого / Total	62	426	413	409	411	1721

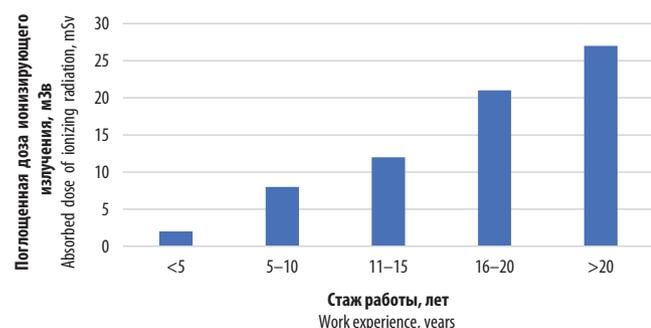


Рис. 1. Динамика заболеваемости аномалиями рефракции у персонала ОИИИ в зависимости от поглощенной дозы ионизирующего облучения и стажа работы

Fig. 1. Dynamics of refractive errors among personnel at a facility using ionizing radiation, depending on the absorbed dose of ionizing radiation and work experience

Конъюнктивиты

В период 2012–2022 гг. у персонала ОИИИ диагностировано 1352 конъюнктивита (28,6 % от общего числа заболеваний органа зрения). Средний возраст пациентов на момент постановки диагноза составил 53 года.

Согласно результатам проведенного анализа частота встречаемости данной патологии у персонала ОИИИ со стажем работы 5–10 лет статистически значимо ($p < 0,05$) превышает таковую у групп персонала с иным стажем (табл. 3), составляя 32,3 % от общего числа заболеваемости конъюнктивитами.

При оценке суммарной частоты встречаемости конъюнктивитов у персонала ОИИИ возрастных категорий 31–35 и 36–40 лет отмечается статистически значимое увеличение данной патологии при сравнении с другими возрастными категориями (21,2 % и 21,3 % соответственно, от общего числа конъюнктивитов) (табл. 3).

Таблица 3. Частота встречаемости конъюнктивитов при долговременном техногенном воздействии ионизирующего излучения в зависимости от возраста и стажа работы персонала ОИИИ

Table 3. Frequency of conjunctivitis during long-term exposure to ionizing radiation, depending on the age and work experience of the ionizing radiation object

Возраст, лет / Age, years	Абсолютное количество случаев конъюнктивитов в зависимости от стажа работы, лет / Absolute number of conjunctivitis depending on work experience, years					Итого / Total
	<5	5–10	11–15	16–20	> 20	
20–30	40	88	—	—	—	128
31–35	83	97	107	—	—	287
36–40	65	34	23	76	90	288
41–45	—	65	45	—	5	124
46–50	6	52	12	22	37	129
51–55	—	20	9	49	57	135
56–60	—	11	32	75	11	129
>60	—	—	44	75	13	132
Итого / Total	194	367	272	294	225	1352

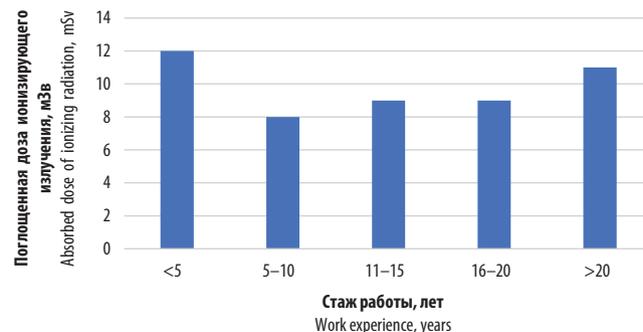


Рис. 2. Динамика заболеваемости конъюнктивитом у персонала ОИИИ в зависимости от поглощенной дозы ионизирующего облучения и стажа работы

Fig. 2. Dynamics of the conjunctivitis among personnel at a facility using ionizing radiation, depending on the absorbed dose of ionizing radiation and work experience

В зависимости от поглощенной дозы ИИ мягкими тканями у персонала ОИИИ, а также с учетом стажа работы наименьший показатель заболеваемости конъюнктивитами (рис. 2) отмечается у сотрудников со стажем работы >20 лет (суммарная доза внешнего облучения мягких тканей за весь период трудовой деятельности не превышает 11 мЗв на человека), а наибольший показатель — у сотрудников со стажем работы <5 лет (поглощенная доза ИИ составляет 12 мЗв на человека).

Катаракта

В период 2012–2022 гг. у персонала ОИИИ диагностировано 1528 случаев помутнения хрусталика (27,9 % от общего числа заболеваний органа зрения). Средний возраст пациентов на момент постановки диагноза катаракты составил 57 лет.

Катаракта, по данным медицинской документации, у сотрудников ОИИИ наиболее часто встречается

у персонала со стажем работы 16–20 лет, статистически значимо ($p < 0,05$) превышая данный показатель у персонала с иным стажем работы (25,1 % от общего количества случаев катаракты) (табл. 4).

По результатам проведенного ретроспективного анализа наиболее часто катаракта диагностируется у персонала ОИИИ возрастной категории 56–60 лет ($p < 0,05$) (табл. 4), что соответствует 23,9 % от общего количества случаев помутнений хрусталика.

По мере увеличения поглощенной дозы ИИ мягкими тканями у персонала ОИИИ — от минимальной дозы не более 1 мЗв при стаже работы <5 лет до суммарной дозы 23 мЗв при стаже >20 лет — наблюдается статистически значимое увеличение ($p < 0,05$) числа случаев катаракты (рис. 3), что в определенной степени позволяет

думать о роли длительного техногенного внешнего облучения ИИ в развитии данной патологии.

Кератиты

В период 2012–2022 гг. у персонала ОИИИ диагностировано 73 случая кератита (2,6 % от общего числа заболеваний органа зрения). Средний возраст пациентов на момент постановки диагноза — 52 года.

Согласно ретроспективному анализу данная патология органа зрения у сотрудников ОИИИ встречается во всех анализируемых группах с частотой 17,8–21,9 % (табл. 5) без статистически значимых различий в анализируемых группах ($p > 0,05$). Однако наиболее часто кератит диагностируется у персонала ОИИИ возрастной категории 46–50 лет ($p > 0,05$) (табл. 5), составляя 19,2 % от общего числа случаев воспалительных заболеваний роговицы.

Таблица 4. Частота встречаемости катаракты при долговременном техногенном воздействии ионизирующего излучения в зависимости от возраста и стажа работы персонала ОИИИ

Table 4. Frequency of cataracts under long-term exposure to ionizing radiation, depending on the age and work experience of the ionizing radiation object

Возраст, лет / Age, years	Абсолютное количество случаев катаракты в зависимости от стажа работы, лет / Absolute number of cataract depending on work experience, years					Итого / Total
	<5	5–10	11–15	16–20	>20	
20–30	—	—	—	—	—	
31–35	—	2	—	—	—	2
36–40	2	3	3	5	3	16
41–45	4	21	44	75	98	294
46–50	7	25	55	98	102	293
51–55	4	66	104	145	85	376
56–60	4	48	96	212	96	402
>60	2	79	87	109	67	142
Итого / Total	23	230	345	587	366	1528

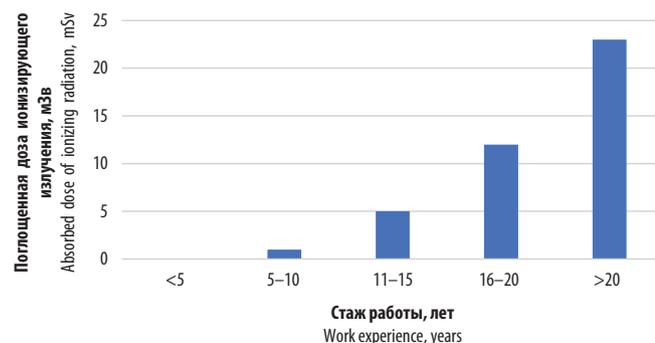


Рис. 3. Динамика заболеваемости катарактой у персонала ОИИИ в зависимости от поглощенной дозы ионизирующего облучения и стажа работы

Fig. 3. Dynamics of the cataract among personnel at a facility using ionizing radiation, depending on the absorbed dose of ionizing radiation and work experience

Таблица 5. Частота встречаемости кератита при долговременном техногенном воздействии ионизирующего излучения в зависимости от возраста и стажа работы персонала ОИИИ

Table 5. Frequency of keratitis under long-term technogenic exposure to ionizing radiation, depending on the age and work experience of the ionizing radiation object

Возраст, лет / Age, years	Абсолютное количество случаев кератита в зависимости от стажа работы, лет / Absolute number of keratitis depending on work experience, years					Итого / Total
	<5	5–10	11–15	16–20	>20	
20–30	1	—	—	—	—	1
31–35	—	2	—	—	—	2
36–40	1	2	3	3	2	11
41–45	2	3	4	3	1	13
46–50	2	3	3	2	4	14
51–55	3	1	1	2	2	9
56–60	2	2	2	2	3	11
>60	2	2	3	2	3	12
Итого / Total	13	15	16	14	15	73

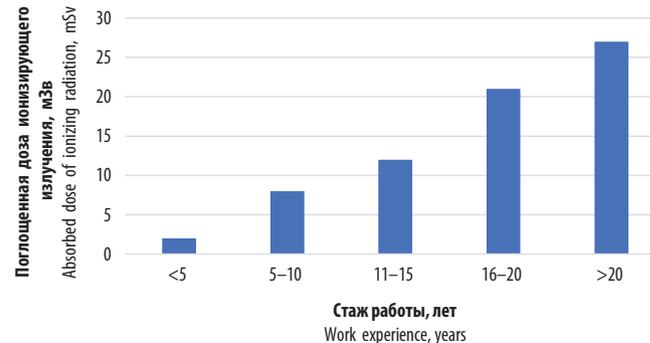


Рис. 4. Динамика заболеваемости кератитом у персонала ОИИИ в зависимости от поглощенной дозы ионизирующего облучения и стажа работы

Fig. 4. Dynamics of the keratitis among personnel at a facility using ionizing radiation, depending on the absorbed dose of ionizing radiation and work experience

По мере увеличения поглощенной дозы ИИ мягкими тканями у персонала ОИИИ — от минимальной дозы не более 4 мЗв при стаже работы <5 лет до суммарной дозы 14 мЗв при стаже >20 лет — наблюдается статистически значимое увеличение ($p < 0,05$) заболеваемости кератитом (рис. 4).

Язва роговицы

В период 2012–2022 гг. у персонала ОИИИ диагностировано 12 случаев язвенного поражения роговицы (0,42 % от общего числа заболеваний органа зрения). Средний возраст пациентов на момент постановки диагноза — 57 лет.

Согласно результатам ретроспективного анализа частота встречаемости данной патологии у персонала ОИИИ со стажем работы 11–15 и >20 лет незначительно превышает таковой показатель в группах персонала с иным стажем (табл. 6), что, однако, не является статистически значимым ($p > 0,05$).

По мере увеличения поглощенной дозы ИИ мягкими тканями у персонала ОИИИ — от минимальной дозы не более 2 мЗв при стаже работы <5 лет до суммарной дозы 23 мЗв при стаже >20 лет — наблюдается статистически значимое увеличение ($p < 0,05$) заболеваемости язвами роговицы (рис. 5).

Воспаление слезоотводящего аппарата

В период 2012–2022 гг. среди персонала ОИИИ диагностировано 62 случая данной патологии (2,2 % от общего числа заболеваний органа зрения). Средний возраст пациентов на момент постановки диагноза — 58 лет.

Данная патология органа зрения у сотрудников ОИИИ чаще всего встречается в группах со стажем 16–20 лет (22,5 % от общего числа случаев патологии слезоотводящего аппарата) ($p > 0,05$) (табл. 7).

Таблица 6. Частота встречаемости язвы роговицы при долговременном техногенном воздействии ионизирующего излучения в зависимости от возраста и стажа работы персонала ОИИИ

Table 6. Frequency of corneal ulcer during long-term technogenic exposure to ionizing radiation, depending on the age and work experience of the ionizing radiation object

Возраст, лет / Age, years	Абсолютное количество случаев язвы роговицы в зависимости от стажа работы, лет / Absolute number of cases of corneal ulcer depending on work experience, years					Итого / Total
	<5	5–10	11–15	16–20	>20	
20–30	—	—	—	—	—	—
31–35	—	—	—	—	—	—
36–40	—	—	—	—	1	1
41–45	—	—	1	—	—	1
46–50	—	1	—	—	—	1
51–55	1	—	—	1	—	2
56–60	—	1	1	1	1	4
>60	1	—	1	—	1	3
Итого / Total	2	2	3	2	3	12

Таблица 7. Частота встречаемости воспалений слезоотводящего аппарата при долговременном техногенном воздействии ионизирующего излучения в зависимости от возраста и стажа работы персонала ОИИИ

Table 7. Frequency of the lacrimal drainage inflammation apparatus during long-term exposure to ionizing radiation, depending on the age and work experience of the ionizing radiation object

Возраст, лет / Age, years	Абсолютное количество случаев воспалений слезоотводящего аппарата в зависимости от стажа работы, лет / Absolute number of the lacrimal drainage inflammation, depending on length of service, years					Итого / Total
	<5	5–10	11–15	16–20	>20	
20–30	1	—	—	—	—	1
31–35	1	2	—	—	—	3
36–40	1	4	2	1	—	8
41–45	2	1	2	3	3	11
46–50	1	—	4	7	—	12
51–55	1	2	1	4	5	10
56–60	3	2	1	2	4	12
>60	2	—	2	—	1	5
Итого / Total	12	11	12	14	13	62

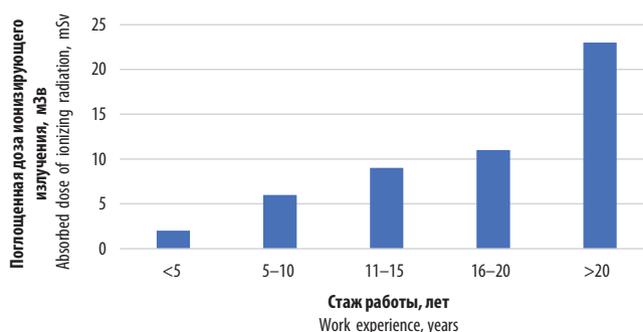


Рис. 5. Динамика заболеваемости язвой роговицы у персонала ОИИИ в зависимости от поглощенной дозы ионизирующего облучения и стажа работы

Fig. 5. Dynamics of the corneal ulcer among personnel at a facility using ionizing radiation, depending on the absorbed dose of ionizing radiation and work experience

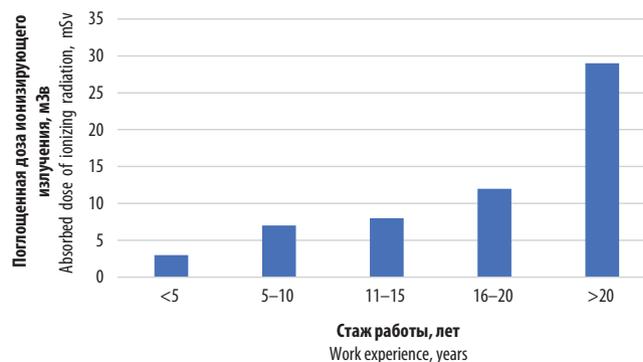


Рис. 6. Динамика заболеваемости воспалениями слезоотводящего аппарата у персонала ОИИИ в зависимости от поглощенной дозы ионизирующего облучения и стажа работы

Fig. 6. Dynamics of the lacrimal inflammation among personnel at a facility using ionizing radiation, depending on the absorbed dose of ionizing radiation and work experience

Согласно результатам ретроспективного анализа наиболее часто воспаление слезоотводящего аппарата встречается у персонала ОИИИ возрастной категории 46–50 и 56–69 лет ($p > 0,05$) (табл. 7), составляя 19,35 % от общего числа случаев патологии слезоотводящего аппарата.

По мере увеличения поглощенной дозы ИИ мягкими тканями у персонала ОИИИ — от минимальной дозы не более 3 мЗв при стаже работы <5 лет до суммарной дозы 29 мЗв при стаже >20 лет — наблюдается статистически значимое увеличение ($p < 0,05$) числа воспалительных заболеваний слезоотводящего аппарата (рис. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У персонала объектов использования ионизирующего излучения, в силу специфики профессиональной деятельности подвергающегося долговременному техногенному воздействию ионизирующего излучения (внешнее облучение), по мере увеличения поглощенной дозы ионизирующего излучения и стажа работы наблюдает-

ся статистически значимый рост аномалий рефракции, катаракты и воспалительных заболеваний глазной поверхности (конъюнктивит, каналикулит, кератиты, язва роговицы).

Необходимо учитывать множество факторов, таких как уровень защитных средств и обучения персонала, индивидуальные особенности каждого сотрудника, включая предшествующие заболевания и наследственность.

Полученные предварительные результаты комплексной оценки состояния органа зрения у персонала объектов использования ионизирующего излучения требуют детального анализа роли и места радиационного фактора в этиопатогенезе заболеваний глазного яблока и его придаточного аппарата, в том числе профессионально обусловленных.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Тахауова Л.Р. — сбор данных, анализ и интерпретация результатов, написание текста, обзор литературы, подготовка проекта рукописи.

Кривошеина О.И. — сбор данных, анализ и интерпретация результатов, обзор литературы, редактирование текста.

Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Онищенко ГГ, Попова АЮ, Романович ИК, Водоватов АВ, Башкетова НС, Историк ОА, Чипига ЛА, Шацкий ИГ, Сарычева СС, Библин АМ, Репин ЛВ. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 2. Радиационные риски и совершенствование системы радиационной защиты. Радиационная гигиена. 2020;12(2):6–24. doi: 10.21514/1998-426X-2019-12-2-6-24.
2. Degteva MO, Shishkina EA, Tolstykh EI, Vozilova AV, Shagina NB, Volchkova AYU, Ivanov DV, Zalyapin VI, Akleyev AV. Application of the EPR and FISH Methods to Dose Reconstruction for People Exposed in the Techa River Area. Radiat Biol Radioecology. 2017;57(1):30–41. doi: 10.7868/S0869803117010052.
3. Ainsbury EA, Dalk C, Hamada N, Benadjaoud MA, Chumak V. Radiation induced lens opacities: Epidemiological, clinical and experimental evidence, methodological issues, research gaps and strategy. Environ Int. 2021;146:106213. doi: 10.1016/j.envint.2020.106213.
4. Микрюкова ЛД, Шалагинов СА. Исследование офтальмопатологии у лиц, пострадавших в результате радиационных инцидентов на Южном Урале. Радиация и риск. Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра. 2020;29(4):84–96. doi: 10.1016/j.jtos.2019.08.012.
5. Бухтияров ИВ, Денисов ЭИ, Лагутина ГН, Пфаф ВФ, Чесалин ПВ, Степанян ИВ. Критерии и алгоритмы установления связи нарушений здоровья с работой. Медицина труда и промышленной экологии 2018;8:412. doi: 10.31089/1026-9428-8-4-12.
6. Fallacara A, Baldini E, Manfredini S, Vertuani S. Hyaluronic Acid in the Third Millennium. Polymers (Basel). 2018;10(7):E701. doi: 10.3390/polym10070701.
7. Little MP, Cahoon EK, Kitahara CM, Simon SL. Occupational radiation exposure and excess additive risk of cataract incidence in a cohort of US radiologic technologists. Occup Environ Med. 2020;77(1):1–8. doi: 10.1136/oemed-2019-105902.
8. You IC, Li Y, Jin R. Comparison of 0.1 %, 0.18 %, and 0.3 % Hyaluronic Acid Eye Drops in the Treatment of Experimental Dry Eye. J Ocul Pharmacol Ther. 2018;34(8):557–564. doi: 10.1089/jop.2018.0032.
9. Rico-del-Viejo L, Lorente-Velázquez A, Hernández-Verdejo JL. The effect of ageing on the ocular surface parameters. Contact Lens and Anterior Eye. 2018;41(1):5–12. doi: 10.1016/j.clae.2017.09.015.
10. Mandell JT, Idarraga M, Kumar N. Impact of air pollution and weather on dry eye. Journal of clinical medicine. 2020;9(11):3740. doi: 10.3390/jcm9113740.
11. Cejka C, Kubinova S, Cejkova J. Trehalose in ophthalmology. Histol Histopathol. 2019;34(6):611–618. doi: 10.14670/HH-18-082.
12. Wang L, Cao K, Wei Z. Autologous serum eye drops versus artificial tear drops for dry eye disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Ophthalmic Res. 2020;63(5):443–451. doi: 10.1159/000505630.
13. Kossler AL, Brinton M, Patel ZM. Chronic Electrical Stimulation for Tear Secretion: Lacrimal vs. anterior ethmoid nerve. Ocul Surf. 2019;17(4):822–827. doi: 10.1016/j.jtos.2019.08.012.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБУН «Северский биофизический научный центр»
Федерального медико-биологического агентства
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Тахауова Лилия Равильевна
младший научный сотрудник отдела эпидемиологии радиогенной патологии,
аспирант кафедры офтальмологии
пер. Чекист, 7, корп. 2, Северск, Томская область, 636039, Российская Федерация
Московский тракт, 2, Томск, 634050, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-6261-9795>

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Кривошеина Ольга Ивановна
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии
Московский тракт, 2, Томск, 634050, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-7509-5858>

ABOUT THE AUTHORS

Seversk Biophysical Research Center of the Center of the Federal Medical and Biological Agency
Siberian State Medical University of the Ministry of Health of Russia
Takhauova Lilia R.
junior research associate at the Epidemiology Department of Radiogenic Pathology,
postgraduate at the Ophthalmology Department
Chekist Lane, 7/2, Seversk, Tomsk Region, 636039, Russian Federation
Moskovsky trakt, 2, Tomsk, 634050, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6261-9795>

Siberian State Medical University of the Ministry of Health of Russia
Krivosheina Olga I.
MD, Professor, head of the Ophthalmology Department
Moskovsky trakt, 2, Tomsk, 634050, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-7509-5858>