

Клинические аспекты офтальмологического обследования населения, подвергшегося хроническому радиационному воздействию на Южном Урале (2021–2023 гг.)



Л.Д. Микрюкова

ФГБУН «Уральский научно-практический центр радиационной медицины»
Федерального медико-биологического агентства
ул. Воровского, 69а, г. Челябинск, 454141, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2024;21(4):824–830

Данная работа, посвященная уточнению особенностей глазной патологии у лиц, подвергшихся хроническому радиационному воздействию, основывается на длительном опыте Уральского научно-практического центра радиационной медицины (УНПЦ РМ) по проведению мониторинга за состоянием здоровья населения и оценки отдаленных последствий облучения населения Южного Урала. Причинами облучения населения пострадавших территорий были сбросы ПО «Маяк» радиоактивных отходов в реку Течу и взрыв емкости с высокоактивными жидкими отходами в 1957 году. **Цель** исследования — описательный анализ глазной патологии у облученных пациентов по результатам углубленного обследования в 2021–2023 гг. **Методы.** В исследование были взяты данные пациентов из регистра облученных УНПЦ РМ, осмотренных офтальмологом в 2021–2023 гг. (всего 1288 человек). Ко всем обследованным применялась единая методика углубленного офтальмологического осмотра с фотофиксацией помутнений хрусталика. **Результаты.** По итогам проведенного обследования было установлено, что самой частой патологией среди офтальмологических заболеваний у лиц, подвергшихся хроническому радиационному воздействию, является сосудистая патология, патология рефракции. Заболеваемость катарактой увеличивается с возрастом и составляет 100 % в самой старшей возрастной группе. Число случаев катаракты у женщин было больше, повозрастное распределение случаев примерно одинаковое у мужчин и у женщин. По результатам проведенного офтальмологического обследования с рассмотрением послойных изменений хрусталика было установлено, что наиболее часто изменения в хрусталике начинаются с корневых помутнений. В возрасте от 70 и старше изменения в хрусталике затрагивают все слои и становятся более равномерными. Изменения в ядре и задней капсуле хрусталика прогрессируют по мере старения пациентов. **Заключение.** Проведенная работа может иметь хороший потенциал использования будущих результатов исследования для оценки норм радиационной защиты населения.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, население, заболевания глаз, хрусталик, малые дозы

Для цитирования: Микрюкова Л.Д. Клинические аспекты офтальмологического обследования населения, подвергшегося хроническому радиационному воздействию на Южном Урале (2021–2023 гг.). *Офтальмология*. 2024;21(4):824–830. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-4-824-830>

Прозрачность финансовой деятельности: работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года».

Конфликт интересов отсутствует.



Clinical Aspects of Ophthalmological Examination of the Population Exposed to Chronic Radiation Exposure in the South Urals (2021–2023)

L.D. Mikryukova

Urals Research Center for Radiation Medicine
Vorovskogo str., 69A, Chelyabinsk, 454141, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2024;21(4):824–830

This work is devoted to clarification of the peculiarities of ocular pathology in persons exposed to chronic radiation exposure and based on the long-term experience of the Urals Research Center for Radiation Medicine (URCRM) in monitoring the health of the population and assessing the long-term consequences of exposure of the population of the Southern Urals. The population of the affected territories was exposed due to the discharge of radioactive waste into the Techa River by the Mayak PA and the explosion of a tank with high-level liquid waste in 1957. The objective of the study was to perform a descriptive analysis of the ocular pathology in exposed patients based on in-depth examination during 2021–2023. **Methods.** The study included patients from the URCRM registry of exposed patients, examined by an ophthalmologist during 2021–2023 (1288 people in total). A single method of in-depth ophthalmological examination with photofixation of lens opacities was applied to all examined patients. **Results.** According to the results of the survey, the most frequent pathology among ophthalmological diseases in persons exposed to chronic radiation exposure is vascular pathology, refractive pathology. The incidence of cataract increases with age and is 100 % in the oldest age group. The number of cataract cases is higher in women, and the age distribution of cases is approximately the same in men and women. Based on the results of ophthalmological examination with consideration of layer-by-layer changes in the lens, the most common changes in the lens begin with cortical opacities. At the age of 70 and older, changes in the crystalline lens affect all layers and become more uniform. Changes in the nucleus and posterior capsule of the lens progress as patients age. **Conclusion.** The performed work may have a good potential to use future research results for the assessment of radiation protection standards for the public.

Keywords: ionizing radiation, population, eye diseases, lens, low doses

For citation: Mikryukova L.D. Clinical Aspects of Ophthalmological Examination of the Population Exposed to Chronic Radiation Exposure in the South Urals (2021–2023). *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(4):824–830. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-4-824-830>

Financial Disclosure: the work was carried out within the framework of the implementation of the Federal Target Program "Ensuring nuclear and radiation safety for 2016–2020 and for the period up to 2030".

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В связи с интенсивным развитием атомной промышленности как в военных, так и в мирных целях появляется насущная необходимость дать объективную оценку состояния здоровья лиц, подвергшихся радиационному воздействию. В клинике Уральского научно-практического центра радиационной медицины (УНПЦ РМ) на постоянной основе оказывается специализированная медицинская помощь населению, подвергшемуся воздействию ионизирующего излучения [1–3]. Актуальность исследования патологии глаз в когортах лиц, подвергшихся хроническому радиационному воздействию, определяется их высокой чувствительностью к радиационному воздействию и необходимостью дифференцированных оценок радиационного риска заболеваемости разными видами глазной патологии [3–5].

В ходе многолетнего медицинского наблюдения за пациентами, получившими облучение в результате радиационных аварий на Южном Урале в середине прошлого века, врачи клинического отделения УНПЦ РМ выявили значительное количество случаев офтальмологических заболеваний [4–9]. Унификация методов клинического анализа длительно наблюдающейся когорты с учетом

усовершенствования методов диагностики и лечения больных представляется важной задачей. В процессе проведения углубленного офтальмологического осмотра были разработаны и опробованы в практической работе методические рекомендации по наблюдению пациентов, подвергшихся длительному хроническому облучению.

Самым известным подтвержденным многочисленными работами последствием воздействия ионизирующего излучения на глаз является развитие катаракты. В то же время данные литературы свидетельствуют, что катаракта является многофакторным заболеванием [5, 10–15]. Множество факторов играют важную роль в механизме катарактогенеза, включая метаболические, генетические, факторы окружающей среды, вредные привычки и т.д. Старение организма является основой возникновения катаракты. Из факторов окружающей среды наибольшую опасность представляют ионизирующее излучение, ультрафиолетовые лучи, вредные химические воздействия и пр. Единства мнения специалистов в вопросе влияния все более распространяющихся компьютерных мониторов, мобильных телефонов на развитие катаракты в настоящее время нет. Из сопутствующих заболеваний на повышенный риск развития

L.D. Mikryukova

Contact information: Mikryukova Lyudmila D. mikludm@mail.ru

Clinical Aspects of Ophthalmological Examination of the Population Exposed to Chronic Radiation Exposure...

катаракты влияют сахарный диабет, артериальная гипертензия, длительное использование кортикостероидных препаратов, заместительная гормонотерапия, наследственная предрасположенность и другие [11, 12, 14, 15]. Все большее значение придается факторам наследственной предрасположенности. В когортах, подвергшихся хроническому радиационному воздействию, наряду с радиацией в отдаленном периоде наблюдения возрастает роль факторов риска нерадиационной природы [5, 7, 10, 13]. При сохранении тенденции к увеличению продолжительности жизни, старению населения исследования рангового места отдельных факторов риска требуют уточнения.

Несмотря на текущий достаточно высокий уровень достигнутых знаний, требуется больше информации о распространенности катаракты в различных популяциях, подвергшихся хроническому радиационному воздействию, уточнение влияния фоновых факторов на развитие катаракты и на этой основе совершенствование методов профилактики и лечения, в особенности в странах со стареющим населением. Для определения динамики развития катаракты важно использовать объективные методы исследования хрусталика. К современным объективным методам исследования хрусталика относятся использование ультразвука, Шаймпфлюг-камеры, оптической когерентной томографии, интерферометрии, абберрометрии и других. К более субъективным можно отнести методы исследования хрусталика в отраженном свете при биомикроскопии с ретроиллюминацией и фотографированием слоев хрусталика, но такие методы обследования более доступны в обычной практике офтальмолога.

Данная работа, посвященная уточнению особенностей глазной патологии у лиц, подвергшихся хроническому радиационному воздействию, основывается на длительном опыте УНПЦ РМ по проведению мониторинга за состоянием здоровья населения и оценки отдаленных последствий облучения для населения Южного Урала.

МЕТОДЫ

В исследование были взяты данные пациентов из регистра облученных УНПЦ РМ, осмотренных офтальмологом в 2021–2023 гг. (всего 1288 человек). Согласие на проведение осмотра офтальмолога было получено у каждого больного.

Ко всем обследованным применялась единая методика углубленного офтальмологического осмотра с фотофиксацией помутнений хрусталика. Основные методы обследования пациентов включали проверку остроты зрения (с использованием фороптера и проектора знаков, данных авторефрактометрии), измерение глазного давления на бесконтактном автоматическом тонометре или тонометром Маклакова (всем больным старше 40 лет), осмотр переднего отрезка и глубоких сред глаза, по показаниям исследование полей зрения (компьютерная периметрия). При необходимости назначались дополнительные методы исследования состояния глазного

яблока: ультразвуковые методы исследования сред глаза, ОКТ сетчатки и зрительного нерва и т.д. При наличии изменений в хрусталике проводилось фотографирование хрусталика в прямом и боковом срезах с использованием щелевой лампы (L-0189 Inami, Япония) с делителем луча. Осмотр проводился с использованием медикаментозного мидриаза. Все идентифицированные случаи катаракты были классифицированы по типам помутнения хрусталика на основе программы оценки степени помутнения хрусталика по системе клинической оценки хрусталика (ARLNS) [16] с использованием фотоизображений щелевой лампы, которая применялась в рамках исследования возрастных заболеваний глаз (AREDS), и эти изменения были соотнесены с уникальным системным номером пациента из базы данных УНПЦ РМ.

Все данные проведенных осмотров вводили в компьютерную базу данных по глазным болезням. Учитывая длительный период наблюдения облученной когорты в УНПЦ РМ (с 1951 года), для обеспечения унификации регистра до настоящего времени кодирования заболеваний проводим с использованием МКБ-9 [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За период 2021–2023 гг. были обследованы офтальмологом 1288 пациентов из Регистра облученных УНПЦ РМ, а также 58 участников ликвидации чернобыльской аварии.

Демографические характеристики обследованных офтальмологом пациентов из Регистра УНПЦ показаны в таблице 1.

Таблица 1. Демографические характеристики обследованных пациентов

Table 1. Demographic characteristics of the examined patients

Параметры / Parameters	n	%
Возраст на момент осмотра, лет / Age at the time of examination, years		
≤40	19	1
40–49	61	5
50–59	285	22
60–69	567	44
70–79	308	24
≥80	48	4
Bcero / In total	1288	100
Пол / Sex		
Мужчины / Males	378	29
Женщины / Females	910	71
Национальность / Ethnicity		
Татары и башкиры / Tatars and Bashkirs	889	69
Русские / Russians	399	31
Область проживания на последнюю известную дату / Area of residence on the last known date		
Челябинская / Chelyabinsk	1116	87
Курганская / Kurgan	75	6
Свердловская / Sverdlovsk	64	5
Мигранты за пределы трех областей / Migrants outside 3 regions	33	3

Наибольшее количество обследованных пациентов было в двух возрастных группах: 60–69 (44 % от всех обследованных) и 70–79 лет (24 %). В возрастной категории от 50 до 59 лет обследованы 285 человек (22 %). Старше 80 лет в стационаре в этом периоде были обследованы 48 человек (4 %).

Женщины в отчетном периоде чаще обследовались в стационаре — 71 %. По этнической принадлежности группа «татары и башкиры» была больше: 69 %, 31 % — славяне.

За исследуемый период в стационаре были обследованы в основном жители Челябинской области — 87 % от всей изучаемой группы (табл. 1). 64 человека из числа обследованных проживают в Свердловской области (5 %), 75 человек — в Курганской области (6 %), 33 человека — дальние мигранты за пределами трех областей (3 %).

В таблице 2 показана структура глазной патологии среди пациентов клинического отделения УНПЦ РМ. По возможности были учтены все, даже редко встречающиеся рубрики и подрубрики (МКБ-9), относящиеся к глазным заболеваниям (VI класс — болезни глаза и его придатков, а также инфекционные заболевания, новообразования, врожденная патология и другие заболевания, относящиеся к офтальмологии, включая изменения глазного яблока при различных соматических заболеваниях).

Наиболее частой диагностируемой патологией в этот период были болезни сосудистой оболочки глаза и сетчатки (39 % от всех других заболеваний глаз), включая ангиосклероз сетчатки. Ангиопатия сетчатки — патологическое нарушение тонуса сосудов глазного дна с нарушением притока или оттока крови, развитием ишемического процесса и постепенным снижением остроты зрения. Ангиопатия сетчатки глаза редко бывает первичной, почти всегда она связана с другими диагнозами,

особенно часто с артериальной гипертензией и сахарным диабетом. Катаракта (или артифакция) была выявлена на одном или на обоих глазах у 1018 пациентов (34 %). В динамике диспансерного наблюдения следует отметить увеличение в структуре глазной патологии количества случаев глаукомы, которая была выявлена за исследуемый период у 141 человека (5 %). Распространенность катаракты и глаукомы имеет тенденцию к росту во всем мире, и в первую очередь это связано с увеличением продолжительности жизни населения. По данным популяционных исследований, каждый 6-й житель планеты старше 40 лет страдает катарактой, в возрасте старше 80 лет — подавляющее большинство населения [14, 15, 18]. По данным литературы, независимо от возраста в популяции распространенность глаукомы составляет 3 % от всех глазных болезней, но значительно увеличивается в старших возрастных группах — до 12–14 % [18]. При осмотре многие больные связывают ухудшение остроты зрения с перенесенной ранее коронавирусной инфекцией (COVID-19).

Частота патологии переднего отдела глаза в сумме составила 7 % (конъюнктивит — 1 %, роговица — 1 %, болезни век и слезного аппарата, включая синдром сухого глаза — 5 %). Патология стекловидного тела, склерит, болезни зрительного нерва и зрительных путей, патология глазницы, эндокринная патология, дегенеративные болезни глаза были установлены у 37 человек (1 %), новообразования глазного яблока и придаточного аппарата глаза — у 17 человек (1 %).

Единичные точечные помутнения хрусталика определены у 91 человека. При обследовании были выявлены оперированная катаракта (артифакция, код по МКБ-9 — 379.3) у 155 человек.

Всего проанализированы изменения хрусталика (катаракта) у 854 человек из числа пациентов, состоящих

Таблица 2. Структура глазной патологии (2021–2023 гг.)

Table 2. Structure of Eye pathology (2021–2023)

Нозология / Nosology	Код по МКБ-9 / ICD Code-9	Число заболеваний / Number of diseases	%
Инфекционные и паразитарные болезни глаз и их последствия / Infectious and parasitic eye diseases and their consequences	017.3; 076; 077; 139.1	2	0
Болезни сосудистой оболочки, болезни сетчатки (включая ангиосклероз сетчатки) / Vascular diseases, retinal diseases (including retinal angi sclerosis)	361, 362, 363, 364, 440.8	1179	39
Глаукома / Glaucoma	365	141	5
Катаракта (кроме врожденных), афакция / Cataracts (except congenital), aphakia	366, 379.3	1018	34
Патология рефракции / Pathology of refraction	367, 368	413	14
Болезни роговицы / Diseases of the cornea	370, 371	36	1
Болезни конъюнктивы / Conjunctival diseases	372	23	1
Болезни век и слезного аппарата / Diseases of the eyelids and lacrimal apparatus	373, 374, 375	136	5
Патология стекловидного тела, болезни зрительного нерва и зрительных путей, склерит, патология глазницы, косоглазие, нистагм, эндокринная патология, дегенеративные болезни глаза / Pathology of the vitreous body, diseases of the optic nerve and visual pathways, scleritis, pathology of the orbit, strabismus, nystagmus, endocrine pathology, degenerative eye diseases	360, 376.5, 377, 378, 379.5, 379.0, 379.2, 250.4, 264.9, 270.2, 379.8	37	1
Новообразования / Neoplasms	172.1, 173.1, 190, 224, 216, 228	17	1
Врожденные аномалии / Congenital anomalies	743	1	0
Всего / Total		3003	100

в регистре облученных в УНПЦ РМ. При анализе помутнений хрусталика в разных слоях были выбраны пациенты с катарактой на одном или обоих глазах при первой госпитализации в течение отчетного периода (часто пациенты обследуются каждый год). В исследовании участвовали 854 человека с заболеванием «катаракта», из них у 665 человек было проведено фотоархивирование с указанием степени помутнения хрусталика в каждом слое. У части пациентов, особенно в начальной стадии катаракты, помутнение затрагивает только один отдел хрусталика, при более распространенной катаракте (незрелой, зрелой), как правило, несколько слоев хрусталика. При рассмотрении степени помутнения хрусталика брали самую тяжелую степень помутнения, независимо на каком глазу.

В таблице 3 показано распределение пациентов с диагнозом «катаракта» на одном или на обоих глазах на момент диагноза в зависимости от пола и возраста.

У лиц моложе 40 лет катаракта не была выявлена ни в одном случае, в возрасте от 40 до 49 лет катаракта установлена у 1 мужчины и 2 женщин. В возрастной категории 60–69 и 70–79 лет в сравнении между мужчинами и женщинами соотношение примерно одинаковое, в возрастной категории 60–69 лет как у мужчин, так и у женщин наибольшая доля заболеваний катарактой. В возрасте старше 80 доля впервые выявленной катарак-

ты выше у мужчин (75 % относительно 69 %). При оценке доли катаракты в каждой возрастной группе обращает внимание больший процент начальной катаракты у женщин в возрасте от 50 до 59 лет (38 против 31). Старше 80 лет катаракта (или артефакция — оперированная катаракта) была у всех пациентов. Результаты многих эпидемиологических исследований свидетельствуют о том, что риск заболеваемости катарактой у женщин выше, чем у мужчин [5, 10, 19]. Исследование финских ученых [20] показало, что частота катаракты среди женщин статистически значимо выше по сравнению с мужчинами (1,55 95% ДИ: 1,26–1,91).

В таблице 4 показано распределение пациентов с диагнозом «катаракта» в зависимости от возраста на момент диагноза и принадлежности к двум этническим группам: татары/башкиры и русские.

В возрастной категории от 40 до 49 лет катаракта установлена только у одного человека из этнической группы татар и башкир и двух человек среди русских. Так как число лиц в группе татар и башкир в 2 раза больше, чем в группе русских, то, соответственно, абсолютное число заболевших катарактой у них тоже больше. Доля выявленной катаракты среди населения обеих этнических групп суммарно — одинаковая (66 %), как и в возрасте от 60 до 80, в возрасте старше 80 лет доля лиц с выявленной катарактой больше среди татар и башкир

Таблица 3. Распределение пациентов с диагнозом «катаракта» по полу и возрасту на момент диагноза

Table 3. Distribution of patients diagnosed with cataract by gender and age at the time of diagnosis

Возраст / Age	Мужчины / Men			Женщины / Women			Оба пола / Both sexes		
	n	С катарактой / With cataract	%	n	С катарактой / With cataract	%	n	С катарактой / With cataract	%
<40	8	0	—	11	0	—	19	0	—
40–49	20	1	5	41	2	5	61	3	5
50–59	91	28	31	194	74	38	285	102	36
60–69	152	129	85	415	347	84	567	476	84
70–79	91	72	79	217	167	77	308	239	78
≥80	16	12	75	32	22	69	48	34	71
Всего / Total	378	242	64	910	612	67	1288	854	66

Таблица 4. Распределение пациентов с диагнозом «катаракта» в зависимости от возраста на момент диагноза и этнической группы

Table 4. Distribution of patients diagnosed with cataract, depending on age at the time of diagnosis and ethnic group

Возраст / Age	Татары и башкиры / Tatars and Bashkirs			Русские / Russians			Всего / Total		
	n	С катарактой / With cataract	%	n	С катарактой / With cataract	%	n	С катарактой / With cataract	%
<40	10	0	—	9	0	—	19	0	—
40–49	35	1	3	26	2	8	61	3	5
50–59	221	81	37	64	21	33	285	102	36
60–69	403	339	84	164	137	84	567	476	84
70–79	193	149	77	115	90	78	308	239	78
≥80	27	20	74	21	14	67	48	34	71
Всего / Total	889	590	66	399	264	66	1288	854	66

(74 % против 67 %), но при этом само число случаев катаракты достаточно мало и не является значимым (как и для возраста 50–59 лет). В целом численность катаракты в каждой возрастной категории растет с увеличением возраста. При оценке доли катаракты в каждой возрастной категории среди группы русских и группы татар и башкир соотношение примерно одинаковое.

В таблице 5 показано распределение изменений хрусталика по слоям в зависимости от возраста на момент обследования.

Изменения в коре хрусталика обычно бывают самыми ранними в процессе формирования катаракты и представляют собой спицеобразные или клиновидные помутнения на периферии хрусталика. Самое раннее помутнение в возрастной категории от 40 до 49 лет установлено в коре хрусталика (3 случая). В нашем исследовании корковые помутнения в возрастной группе от 50 до 59 лет составили 88 % от суммы всех других видов помутнений в этом возрасте (табл. 5). В первых трех возрастных категориях помутнения в коре хрусталика преобладают над другими видами помутнений.

В возрасте от 70 лет и старше изменения в хрусталике затрагивают все слои и становятся более равномерными. Изменения в ядре и задней капсуле хрусталика прогрессируют по мере старения пациентов.

В таблице 6 показано распределение изменений хрусталика в зависимости от морфологического типа.

Самые частые изменения хрусталика встречаются в нашем исследовании в корковых слоях — они составляют 65 % от всех видов помутнений (табл. 6). Задне-

капсулярная катаракта является наименее распространенным подтипом в популяционных исследованиях, хотя развитие, например, лучевой катаракты начинается с изменений задней капсулы хрусталика. При этом помутнения, как правило, расположены в центре и часто видны в проходящем свете при офтальмоскопии. Задняя субкапсулярная катаракта приводит к существенным нарушениям зрения при наличии помутнения в пределах оптической зоны и характеризуется жалобами пациентов на блики, ореолы вокруг источников света, плохое зрение при ярком освещении, ухудшение зрения вблизи по сравнению со зрением вдаль. По данным литературы, помутнения в задней капсуле хрусталика появляются первыми при развитии лучевой катаракты [3, 5]. В нашем исследовании изменения в задней капсуле хрусталика составили 19 % от всех видов помутнений, изменения в ядре — 16 %.

В таблице 7 показано количество помутнений хрусталика в разных слоях по степени выраженности (у каждого пациента взята наибольшая степень поражения независимо от глаза).

В корковых слоях наибольшее количество помутнений отмечено в первой и второй стадии, немного меньше случаев в 3-й стадии. Ядерная катаракта локализуется в ядре хрусталика, которое постепенно уплотняется и склерозирована. По данным литературы, жесткость хрусталика (исследование К. Neys и соавт. *ex vivo*) в 20-летнем возрасте (измеренная как логарифм модуля сдвига) составляет примерно 1,5 Па в ядре и 2,0 Па в коре, в 70-летнем это значение изменилось до примерно 4,2 Па в ядре и 3,2 Па в коре [21]. Окраска ядра хрусталика меняется от желтоватой до темно-коричневой. Зрение снижается преимущественно вдаль, часто развивается миопия, страдает способность различать цвета. Повышенный риск ядерной катаракты от космического излучения обнаружен в исследовании у пилотов авиалиний в сравнении с не занятыми в этой области (отношение шансов 3,02 (95% ДИ: 1,44–6,35) [22]. При ядерной катаракте помутнение локализуется в центре хрусталика, что вызывает снижение центрального зрения, помутнения в ядре установлены в 1-й стадии — 78 случаев, во 2-й и 3-й — 64 и 14 случаев

Таблица 5. Распределение изменений хрусталика по слоям в зависимости от возраста

Table 5. Distribution of lens changes by layers depending on age at the time of examination на момент обследования

Type of opacity	Достигнутый возраст, лет / Age attained, years									
	40–49		50–59		60–69		70–79		≥80	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Кора / Cortex	3	75	85	88	365	73	177	51	18	38
Ядро / Nucleus	1	25	2	2	48	10	89	26	16	34
Задняя капсула / Posterior capsule	0		10	10	84	17	80	23	13	28

Таблица 6. Распределение изменений хрусталика в зависимости от морфологического типа

Table 6. Distribution of lens changes depending on morphologic type

Слои хрусталика / Layers of the lens	Число случаев / n	%
Кора / Cortex	648	65
Ядро / Nucleus	156	16
Задняя капсула / Posterior capsule	187	19
Всего / Total	991	100

Таблица 7. Помутнения хрусталика в разных слоях по степени выраженности

Table 7. Opacities of the crystalline lens in different layers by degree of severity

Слои хрусталика / Layers of the lens	Степени выраженности / Degrees of severity			
	1	2	3	4
Кора / Cortex	306	251	89	2
Ядро / Nucleus	78	64	14	—
Задняя капсула / Posterior capsule	85	86	16	—
Цвет ядра хрусталика / The color of the lens nucleus	37	62	15	—

соответственно. Наибольшее количество изменений цвета ядра хрусталика установлено во 2-й стадии — 62 случая. В задней капсуле изменения выявлены примерно одинаковые — в 1-й и 2-й стадии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ состояния здоровья облученного населения и факторов, его определяющих, — чрезвычайно актуальная задача при определении потребности в оказании медицинской помощи и планировании профилактических мероприятий с целью продления жизни и профессионального долголетия. По итогам проведенного обследования было установлено, что распространенными патологиями среди офтальмологических заболеваний у лиц, подвергшихся хроническому радиационному воздействию, являются сосудистая патология и патология сетчатки, а также катаракта. Количество случаев катаракты увеличивается с возрастом и составляет 100 % в самой

старшей возрастной группе (старше 80 лет, с учетом оперированной катаракты). Число случаев катаракты у женщин больше, повозрастное распределение случаев примерно одинаковое у мужчин и у женщин. По результатам проведенного офтальмологического обследования с изучением послойных изменений хрусталика было установлено, что наиболее часто изменения в хрусталике начинаются с корковых помутнений. В возрасте от 70 лет и старше изменения в хрусталике затрагивают все слои и становятся более равномерными. Изменения в ядре и задней капсуле хрусталика прогрессируют по мере старения пациентов.

Проведение данного исследования представляется важным с точки зрения накопления знаний о механизмах радиационного катарактогенеза, оценки заболеваемости различными типами катаракты у населения в условиях хронического низкоинтенсивного излучения, а также уточнения формы зависимости «доза — эффект».

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Медико-биологические и экологические последствия радиоактивного загрязнения реки Теча. Под ред. Аксеева А.В., Киселева М.Ф. М.: Медбиоэкстрем. 2001. 531 с.
Medical-biological and ecological impacts of radioactive contamination of the Tcha river. Edited by Akseyev AV, Kisselyov MF. Moscow. 2001. 531 p. (In Russ.).
2. Akseyev AV. Chronic radiation syndrome. Springer. 2014. 410 p.
3. Гуськова АК, Байсоголов ГД. Лучевая болезнь человека. М.: Медицина, 1971. 384 с.
Gus'kova AK, Baysogolov GD. Radiation sickness. Moscow: Meditsina, 1971. 384 p. (In Russ.).
4. Mikryukova LD, Akseyev AV. Cataract in the chronically exposed residents of the Tcha riverside villages. Radiat Environ Biophys. 2017 Nov;56(4):329–335. doi: 10.1007/s00411-017-0702-9.
5. ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs—threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. ICRP. Ann ICRP. 2012. 41(1–2):1–322. doi: 10.1016/j.icrp.2012.02.001.
6. Mikryukova LD, Akseyev AV. Risk of cataract of different morphological types in Urals population chronically exposed at low doses. September 2022. Radiation Medicine and Protection. 2022;3(2): 167–170. doi: 10.1016/j.radmp.2022.09.001.
7. Микрюкова ЛД. Исследование факторов риска катаракты в когорте населения, подвергнутого хроническому облучению. Казанский медицинский журнал. 2024;105(1):33–41.
Mikryukova LD. Study of risk factors for cataracts in a chronically exposed population cohort. Kazan medical journal. 2024;105(1):33–41 (In Russ.). doi: 10.17816/KMJ569399.
8. 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.
Mikryukova LD, Shalaginov SA. Study of ophthalmopathology in persons affected by radiation incidents in the Southern Urals. Radiation and risk (Bulletin of the National Radiation and Epidemiological Registry). 2020;29(4):84–96 (In Russ.). doi: 10.21870/0131-3878-2020-29-4-84-96.
9. Микрюкова ЛД. Эпидемиологические исследования патологии глаз за длительный период наблюдения у населения, подвергнутого хроническому радиационному воздействию на Южном Урале. Офтальмология. 2022;19(4):923–930.
Mikryukova LD. Epidemiological Studies of the Eye Pathology over a Long-Term Follow-Up Period in the Population Affected by Chronic Radiation Exposure in the Southern Urals. Ophthalmology in Russia. 2022;19(4):923–930 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-4-923-930.
10. Delcourt C, Cristol JP, Tessier F, Léger CL, Michel F, Papoz L. Risk factors for cortical, nuclear, and posterior subcapsular cataracts: the POLA study. Pathologies Oculaires Liées à l'Age. Am J Epidemiol. 2000;151(5):497–504. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a010235.
11. Dynlacht JR, Valluri S, Garrett J, Mendonca MS, Lopez JT, Caperell-Grant A, Bigsby RM. Age and hormonal status as determinants of cataractogenesis induced by ionizing radiation. I. Densely ionizing (high-LET) radiation. Radiat Res. 2011;175(1):37–43. doi: 10.1667/RR2319.1.
12. Брагин ЕВ. Обзор факторов риска развития старческой катаракты. Анализ риска здоровью. 2018;1:113–125. doi: 10.21668/health.risk/2018.1.13.
Bragin EV. Risk factors which cause senile cataract involvement: outline. Health Risk Analysis. 2018;1:113–125 (In Russ.). doi: 10.21668/health.risk/2018.1.13.eng
13. Little MP, Azizova TV, Hamada N. Low- and moderate-dose non-cancer effects of ionizing radiation in directly exposed individuals, especially circulatory and ocular diseases: a review of the epidemiology. Int J Radiat Biol. 2021;97(6):782–803. doi: 10.1080/09553002.2021.1876955.
14. Abraham AG, Condon NG, West Gower E. The new epidemiology of cataract. Ophthalmol Clin North Am. 2006;19(4):415–425. doi: 10.1016/j.ohc.2006.07.008.
15. Prokofyeva E, Wegener A, Zrenner E. Cataract prevalence and prevention in Europe: a literature review. Acta Ophthalmol. 2013 Aug;91(5):395–405. doi: 10.1111/j.1755-3768.2012.02444.x.
16. Chew EY, Kim J, Sperduto RD, Datiles MB 3rd, Coleman HR, Thompson DJ, Milton RC, Clayton JA, Hubbard LD, Danis RP, Ferris FL 3rd. Evaluation of the age-related eye disease study clinical lens grading system AREDS report No. 31. Ophthalmology. 2010;117(11):2112–2119.e3. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.02.033.
17. International Classification of Diseases, Ninth Revision, Clinical Modification (ICD-9-CM).
18. Pascolini D, Mariotti SP. Global estimates of visual impairment: 2010. Br J Ophthalmol. 2012 May;96(5):614–618. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-300539.
19. Congdon N, Vingerling JR, Klein BE, West S, Friedman DS, Kempen J, O'Colmain B, Wu SY, Taylor HR; Eye Diseases Prevalence Research Group. Prevalence of cataract and pseudophakia/aphakia among adults in the United States. Arch Ophthalmol. 2004;122(4):487–494. doi: 10.1001/archophth.122.4.487.
20. Laitinen A, Laatikainen L, Härkänen T, Koskinen S, Reunanen A, Aromaa A. Prevalence of major eye diseases and causes of visual impairment in the adult Finnish population: a nationwide population-based survey. Acta Ophthalmol. 2010;88(4):463–471. doi: 10.1111/j.1755-3768.2009.01566.x.
21. Heys KR, Cram SL, Truscott RJ. Massive increase in the stiffness of the human lens nucleus with age: the basis for presbyopia? Mol Vis. 2004 Dec 16;10:956–963.
22. Rafnsson V, Olafsdottir E, Hrafnkelsson J, Sasaki H, Arnarsson A, Jonasson F. Cosmic radiation increases the risk of nuclear cataract in airline pilots: a population-based case-control study. Arch Ophthalmol. 2005. 123(8):1102–1105. doi: 10.1001/archophth.123.8.1102.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

ФГБУН «Уральский научно-практический центр радиационной медицины»
Федерального медико-биологического агентства
Микрюкова Людмила Дмитриевна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
эпидемиологической лаборатории
ул. Воровского, 69а, г. Челябинск, 454141, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-6269-5114>

ABOUT THE AUTHOR

Urals Research Center for Radiation Medicine
Mikryukova Lyudmila D.
PhD, Senior Researcher of Epidemiological Laboratory
Vorovsky str., 68A, Chelyabinsk, 454141, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6269-5114>

Л.Д. Микрюкова