

## Результаты изучения катаракты у облученного населения на Южном Урале

Л.Д. Микрюкова

ФГБУН Уральский научно-практический Центр радиационной медицины ФМБА России, Челябинск

### РЕФЕРАТ

Эпидемиологические данные выявили значительную связь между воздействием ионизирующего излучения, потерей оптической функции хрусталика и формированием катаракты. Жители населенных пунктов на Южном Урале подверглись хроническому воздействию внешнего и внутреннего облучения в диапазоне «малых» и «средних» доз в результате двух радиационных аварий на производственном комбинате «Маяк» в середине прошлого века.

**Цель.** Изучить изменения хрусталика у лиц, подвергшихся многолетнему хроническому радиационному воздействию.

**Материал и методы.** Проведен анализ результатов обследования офтальмологом в клиническом отделении УНПЦ РМ 583 человек из числа лиц, подвергшихся хроническому радиационному воздействию и их потомков. Обследование проводилось по специальной углубленной программе с фотофиксацией изменений хрусталика (18 параметров).

**Результаты.** По результатам обследования наиболее часто выявлены помутнения 1-й и 2-й степени во всех слоях хрусталика. Более

выраженные изменения хрусталика значительно снижают зрение и требуют раннего оперативного лечения катаракты. Помутнения хрусталика в кортикальных слоях являются самым распространенным видом патологии хрусталика при развитии катаракты во всех возрастных категориях. Частота ядерных катаракт в изучаемой группе пациентов клиники УНПЦ РМ постепенно увеличивается с достигнутым возрастом от 0% в возрасте до 40 лет до 19-23% в возрастных группах старше 70 лет. Такая же тенденция установлена и в нарастании интенсивности желтого цвета в окрашивании ядра хрусталика. Наибольшие изменения в задней капсуле хрусталика отмечены в самой старшей возрастной группе (старше 80 лет 22% случаев от всех видов помутнений в этом возрасте).

**Заключение.** Углубленное офтальмологическое обследование пациентов, пострадавших в результате радиационных аварий в Уральском регионе, позволило установить увеличение случаев катаракты с повышением возраста, что соответствует тенденциям у необлученного населения.

**Ключевые слова:** глазные болезни, хроническое радиационное воздействие, кортикальная катаракта, ядерная катаракта, задняя субкапсулярная катаракта. ■

Точка зрения. Восток – Запад. 2021;2:56–59.

### ABSTRACT

#### Results of the study of cataracts in the exposed population in the Southern Urals

L.D. Mikryukova

Urals Research Center for Radiation Medicine (URCRM), Chelyabinsk

Epidemiological data have revealed a significant association between exposure to ionizing radiation, loss of optical lens function, and cataract formation. Residents of villages in the Southern Urals were chronically exposed to external and internal radiation in the range of «small» and «medium» doses as a result of two radiation accidents at the «Mayak» plant in the middle of the last century.

**Purpose.** To investigate changes in the lens in individuals who have been chronically exposed to radiation over a long time.

**Material and methods.** An analysis of the results of the examination by an ophthalmologist in the clinical Department of the URCRM of 583 people from among those who were subjected to chronic radiation exposure and their offspring was carried out. The examination was carried out according to a special in-depth program with photo fixation of changes in the lens (18 characteristics).

**Results.** According to the results of the examination, grade 1 and 2 opacities were most often detected in all layers of the lens. More expressed

changes in the lens significantly reduce vision and require earlier cataract surgery. Lens Opacities in the cortical layers are the most common type of lens pathology in the development of cataracts in all age categories. The frequency of nuclear cataracts in the study group of patients of the URCRM Clinic gradually increases with attained age from 0% under the age of 40 to 19-23% in the age groups with members aged over 70. The same tendency is observed in the increase in the intensity of yellow color in the staining of the lens nucleus. The largest changes in the posterior lens capsule were observed in the oldest age group (over the age of 80 – 22% of all the opacities at this age).

**Conclusion.** The ophthalmological examination of patients affected by radiation accidents in the Ural region revealed an increase in cataract cases with an increase in age, which corresponds to the trends in the non-irradiated population.

**Key words:** eye diseases; chronic radiation exposure; cortical cataract; nuclear cataract; posterior subcapsular cataract. ■

Point of View. East – West. 2021;2:56–59.

**А**нализ данных литературы свидетельствует о том, что изменения глаз при хроническом облучении неспецифичны и имеют много общих признаков с таковыми у необлученных людей [1-6]. Эпидемиологические данные выявили значительную связь между воздействием ионизирующего излучения, потерей оптической функции хрусталика и формированием катаракты [1-2, 7]. В связи с этим изучение отдаленных эффектов облучения в когортах Южного Урала являются очень важным вкладом в понимание этой проблемы [3-4, 8]. Жители населенных пунктов на Южном Урале подверглись хроническому воздействию внешнего и внутреннего облучения в диапазоне «малых» и «средних» доз в результате двух радиационных аварий на производственном комбинате «Маяк» в середине прошлого века.

Механизм развития радиационно-индуцированной катаракты до сих пор в значительной степени неизвестен, также как и пороговая доза до сих пор вызывает дискуссии в научном сообществе, особенно это касается вопросов хронического радиационного облучения [1-2, 9-10]. Под воздействием ионизирующего излучения нарушаются процессы миграции и образования клеток хрусталика глаза. Излучение повреждает их, вызывая изменения на клеточном уровне, которые приводят к накоплению жидкости в эпителии и ткани, повышенной агрегации белков и постепенному распаду цитоплазмы хрусталика [2, 7]. Механизмы повреждения на клеточном уровне характеризуются такими изменениями клеточных структур как аномальная дифференцировка, чрезмерная пролиферация, медленная репарация разрывов двухцепочной ДНК, теломерами, старением, изменениями белка кристаллина, нецелеными эффектами, воспалением и т.д. Считается, что при помутнениях хрусталика в результате радиационного воздействия характерно образование задней субкапсулярной катаракты [1-2, 7].

### ЦЕЛЬ

Изучить изменения хрусталика у лиц, подвергшихся многолетнему

Таблица 1

Характеристика пациентов по возрасту		
Возраст	Все обследованные офтальмологом в клинике	
	n	%
менее 40	7	1
40-49	28	5
50-59	156	27
60-69	254	44
70-79	112	19
≥80	26	4
Всего	583	100

хроническому радиационному воздействию.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов обследования пациентов по унифицированной программе, включающей следующие методы: автокераторефрактометрия, проверка остроты зрения, измерение глазного давления бесконтактным автоматическим тонометром или тонометром Маклакова, осмотр переднего отрезка (биомикроскопия) и глубоких сред глаза (офтальмоскопия), по показаниям исследование полей зрения (компьютерная периметрия), при необходимости подбор очков.

Для проведения осмотра у всех пациентов брали информированное согласие на проведение медицинских процедур. При наличии изменений в хрусталике проводилось фотографирование хрусталика в прямом и боковом срезе с использованием щелевой лампы (L-0189 Inami, Япония) с делителем луча и фотоприставки к ней. Изменения хрусталика фиксировались в отдельных слоях (18 параметров).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В клиническом отделении Уральского научно-практического центра радиационной медицины в 2019 году были обследованы 583 человека (включая их потомков) из числа лиц, подвергшихся хроническому ради-

ационному воздействию. Основная часть осмотренных офтальмологом лиц проживает в Челябинской области – 314 человек (54%), есть также жители Курганской области – 164 человека (28%), Свердловской области – 83 человека (14%). Группа «дальних» мигрантов состояла из 22 человек (4% от всех обследованных).

Женщины составили 71% от всех осмотренных офтальмологом (412 человек). Распределение изучаемой группы по этнической принадлежности было примерно равным: 52% составили славяне, 48% – лица татарской и башкирской национальностей.

В таблице 1 показано распределение пациентов по возрасту.

Из таблицы 1 видно, что самую большую по возрасту группу составили пациенты в возрастной категории от 60 до 69 лет (44%), младше 50 лет – 6%, от 70 до 79 лет – 19%. В самой старшей возрастной группе (≥80 лет) было осмотрено 26 человек (4% от всей выборки).

Самая частой патологией среди обследованных пациентов была патология рефракции, патология сетчатки и катаракта. Из 583 обследованных человек катаракта на одном или на обоих глазах выявлена у 377 пациентов – всего 713 случаев.

В 96 случаях (у 64 пациентов) зафиксированы только признаки начинающейся катаракты. В 70 случаях (у 44 пациентов) выявлена оперированная в разные годы катаракта с наличием интраокулярной линзы (ИОЛ).

Анализ изменений хрусталика включал 713 случаев катаракты у

Таблица 2

## Распределение помутнений хрусталика по слоям в зависимости от возраста на момент обследования

Вид помутнения хрусталика	Достигнутый возраст (лет) на 2019 г.									
	40 - 49		50 - 59		60 - 69		70 - 79		≥80	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Передняя капсула	1	12,5	21	27	114	27	62	19	9	12
Кора	6	75	55	70	210	50	110	33	19	24
Ядро	0		1	1	34	8	62	19	18	23
Задняя капсула	1	12,5	2	2	32	8	41	12	15	19
Изменения цвета хрусталика	0	0	0	0	27	7	55	17	17	22
Всего	8	100	79	100	417	100	330	100	78	100

377 человек. В зависимости от локализации помутнения вещества хрусталика выделяли основные виды катаракты: ядерную, корковую, субкапсулярную (переднюю и заднюю) и смешанную. В *таблице 2* представлено распределение различных морфологических типов катаракты в зависимости от возраста пациентов на момент обследования. Если катаракта была распространена на несколько слоев (кора, ядро, капсула), то в таблице она включена в каждый из слоев распространения, поэтому суммарно случаев получилось больше.

Для лиц в возрасте до 40 лет (у 7 пациентов) за весь анализируемый период изменений хрусталика не было установлено. В возрастном диапазоне от 40 до 49 лет выявлено всего 8 случаев патологии хрусталика (в передней капсуле, в коре и в задней капсуле). Изменения коры хрусталика являлось самой частой начальной патологией при развитии катаракты в возрастной категории до 49 лет – 75% от всех видов помутнений хрусталика. В возрасте 50-59 лет помутнения в коре составили 70% от всех видов помутнений хрусталика, 60-69 лет – 50% при увеличении изменений в других отделах хрусталика. Помутнения передней капсулы составили 27% от суммы всех других видов помутнений в возрасте 50-59 и 60-69 лет.

Что касается частоты ядерных катаракт в изучаемой группе пациентов, то постепенно она увеличивалась с возрастом: от 0% – в возрасте до 40 лет до 19-23% – в возраст-

ных группах старше 70 лет. Такая же тенденция установлена и в нарастающей интенсивности желтого цвета окрашивания ядра хрусталика. Наибольшие изменения в задней капсуле хрусталика встречались в 22% случаев в самой старшей возрастной группе.

Во всех слоях хрусталика наиболее часто встречаются помутнения 1-й и 2-й степени, при более выраженных изменениях, которые значительно снижали зрение, больные подлежали более раннему оперативному лечению катаракты. Снижение остроты зрения, связанное с катарактой, затрагивает практически все сферы деятельности человека как в быту, так и на производстве, хотя и не все люди воспринимают это одинаково. Это связано не только со степенью снижения остроты зрения, но и многими другими факторами, такими как наличие сопутствующей патологии, качество медицинской и социальной помощи, степень приспособленности к окружающей среде и др.

Помутнения в разных слоях хрусталика наблюдались в виде любой формы, хотя в корковых слоях наиболее распространенными являлись спицеобразные помутнения.

В *таблице 3* представлено распределение по стадиям помутнений хрусталика в корковых слоях и в ядре.

Самыми распространенными в нашем исследовании являлись изменения корковых слоев хрусталика, наиболее часто диагностируемые 1-й степени (начальные помутне-

ния – 59%) и 2-й степени (более выраженные помутнения, захватывающие примерно 2 сектора хрусталика – 33%). При корковой катаракте помутнение локализовалось в периферических или центральных слоях кортекса, что снижало чувствительность к световосприятию и создавало блики в пределах источника света. Помутнения 4-й степени были отмечены лишь в 1 случае при зрелой катаракте, вовремя не оперированной.

Ядерная катаракта, как правило, прогрессирует медленно, снижая остроту зрения вдаль, больше, чем вблизи, иногда она способствует развитию миопии. В изучаемой группе начальные помутнения 1-й степени и 2-й степени в сумме составили 88% от всех видов помутнения ядра. При ядерных катарактах помутнение локализовалось в центре хрусталика, что вызывало снижение центрального зрения. В более выраженных стадиях этот вид помутнений вызывает выраженный дискомфорт, и больные вынуждены оперироваться. В нашем исследовании в 12% случаев в ядре отмечены помутнения 3-й стадии (табл. 3).

Изменение цвета ядра приводит к увеличению его плотности и снижению остроты зрения. В нашем исследовании наиболее часто установлены 1-я (43%) или 2-я степень (42%) интенсивности окраски ядра хрусталика. В 14 случаях катаракты (14%) выявлено выраженное темно-желтое (или коричневатое) ядро хрусталика, что, как правило, значительно снижало остроту зре-

Таблица 3

Стадии	Корковые слои		Ядро		Задняя капсула	
	число случаев	%	число случаев	%	число случаев	%
1	239	59	60	52	40	44
2	134	33	41	36	45	49
3	28	7	14	12	5	5
4	1	0			1	1
Всего	402	100	115	100	91	100

ния и требовало оперативного лечения.

Заднекапсулярная катаракта является наименее распространенным подтипом в популяционных исследованиях [1, 7], хотя развитие, например, лучевой катаракты начинается с изменений задней капсулы хрусталика [1, 2]. 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. Самое большее количество помутнений зафиксировано во 2-й и 1-й стадии – 49% и 44% соответственно (табл. 3).

В течение длительного периода одним из первых признаков развития катаракты считалось появление цветной переливчатости под задней капсулой хрусталика. Этот оптический эффект связан с биохимическими изменениями ткани хрусталика в этой области. Дальнейшие исследования [7] показали, что эти изменения могут быть вариантом нормы. У пожилых необлученных и облученных людей при исследовании щелевой лампой нередко находят полихромные зернистые дискообразные помутнения различного размера. Наличие цветной переливчатости в задней капсуле хрустали-

ка в нашей работе обнаружено в 66 случаях.

### ВЫВОДЫ

1. При углубленном офтальмологическом обследовании пациентов, пострадавших в результате радиационных аварий в Уральском регионе, установлено увеличение случаев катаракты с повышением возраста, что соответствует тенденциям у необлученного населения.

2. Начальные изменения хрусталика впервые были выявлены в возрастной категории от 40 до 50 лет, 75% из них составили изменения в кортикальных слоях хрусталика (они явились самым распространенным видом патологии хрусталика при развитии катаракты во всех изученных возрастных категориях). При этом наиболее часто фиксировали изменения 1-й и 2-й степени (в 59% и 33% случаев соответственно).

3. Частота начальных изменений в ядре хрусталика также постепенно увеличивалась с возрастом: от 0% в возрасте до 40 лет до 19-23% – в возрастных группах старше 70 лет.

4. Чаще всего помутнения задней капсулы хрусталика были отмечены в самой старшей возрастной группе (старше 80 лет) – в 22% случаев.

### ЛИТЕРАТУРА

1. 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. Annals of the ICRP. 2012; 41 (1-2).

2. Dauer L.T., Ainsbury E.A., Dynlacht J. et al. Guidance on radiation dose limits for the lens of the eye: overview of the recommendations in NCRP Commentary No. 26. International Journal of Radiation Biology. 2017; 93(10): 1015-1023.

3. Mikryukova L.D., Akleyev A.V. Cataract in the chronically exposed residents of the Techa riverside villages. Radiat. Environ. Biophys. 2017; 56: 329–35.

4. Микрюкова Л.Д., Микрюкова А.С. Результаты исследования глазной патологии при хроническом облучении «малыми» дозами у членов когорты реки Теча. Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения (МЕИР-VI). Материалы VI Международной научно-практической конференции. Свердловск-Томск; 2013: 48-49.

5. Брачевский С.Л., Малюгин Б.Э. Распространенность нарушения зрения вследствие катаракты по данным исследования RAAB в Самаре. Офтальмохирургия. 2013; 3:82-85.

6. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России. Вестн. офтальмологии. 2006; 1: 35-37.

7. Муранов К.О., Островский М.А. Молекулярная физиология и патология хрусталика глаза. ТОРУС ПРЕСС; 2013.

8. Аклев А.В., Киселев М.Ф. Медико-биологические и экологические последствия радиоактивного загрязнения реки Теча. М., 2001.

9. Dauer L.T., Ainsbury E.A., Dynlacht J. et al. Guidance on radiation dose limits for the lens of the eye: overview of the recommendations in NCRP Commentary No. 26. Int. J. Radiat. Biol. 2017; 93(10): 1015-1023.

10. Thome C., Chambers D.B., Hooker A.M. et al. Deterministic Effects to the Lens of the Eye Following Ionizing Radiation Exposure: is There Evidence to Support a Reduction in Threshold Dose? Health Phys. 2018; 114(3): 328-343.