

СОСТОЯНИЕ ОРГАНА ЗРЕНИЯ У ЛИКВИДАТОРОВ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

© В. М. Шубик¹, М. Д. Квасова², Т. М. Королева¹

¹ Научно-исследовательский институт радиационной гигиены, Санкт-Петербург

² Кафедра офтальмологии с клиникой СПбГМУ им. академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург

✧ Проведен анализ отдаленных последствий (наблюдение в течение 20 лет) воздействия малых доз радиации на хрусталик и уточнение роли иммунопатологических процессов в патогенезе катаракт. Исследование проводилось у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Не выявлено зависимости появления катаракт от дозы облучения. При малых дозах радиационного воздействия отмечены изменения антигенных свойств хрусталика.

✧ **Ключевые слова:** катаракта, ионизирующее излучение, доза—эффект, ликвидаторы, авария, Чернобыль, реакция связывания комплемента, противотканевые антитела

Глаз считается органом, чувствительным к воздействию ионизирующего излучения, причем в значительной степени — из-за частоты появления при облучении задней подкапсулярной катаракты. Научный комитет по действию атомной радиации при ООН (НКДАР ООН) отмечает возможность появления катаракты при однократном облучении в дозе 2 Гр, а при длительном или дробном облучении — при более высоких дозах. В то же время, как указывается в докладе НКДАР ООН, при Чернобыльском украинско-американском офтальмологическом обследовании повышение риска появления катаракт отмечено уже при дозе 0,5 Гр. Вопрос о зависимости доза—эффект для появления катаракт имеет принципиальное значение, поскольку их выявление расценивается как характерный детерминированный (т. е. имеющий порог) эффект радиационного воздействия.

В ряде публикаций представлены результаты офтальмологического обследования участников ликвидации последствий аварии (УЛПА) на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС). Однако имеющиеся сведения противоречивы. Так, по данным литературы [1] ускорение развития катаракт у ликвидаторов отмечается при дозах 1 Гр, а по [3] повышение риска появления катаракт обнаружено при дозе порядка 0,3 Гр. Хотя при анализе развития катаракт следует считаться и с нерадиационными факторами [4], отмечено появление катаракт у ликвидаторов при дозах в 10 раз ниже общепринятого порога, что, по мнению авторов [4], требует пересмотра существующих радиационных регламентов. Имеются сведения [5, 6] о тенденции к более раннему развитию у пострадавших инволюционных и дис-

трофических процессов в хрусталике, стекловидном теле и сетчатке. При обследовании 3500 ликвидаторов [5] катаракта обнаружена у них в 3,32 % случаев. Увеличения радиогенноиндуцированных катаракт авторы не выявили.

Таким образом, роль ионизирующего излучения (ИИ) в появлении катаракт у ликвидаторов аварии на ЧАЭС нуждается в дальнейшем изучении. В связи с этим существенное значение имеет вопрос о связи выявления катаракт с дозой радиационного воздействия на ликвидаторов, зависимости доза—эффект.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящего сообщения является анализ связи появления катаракт с уровнем радиационного воздействия и причин появления помутнения хрусталика у ликвидаторов.

Нами проведен ретроспективный анализ первичной и общей заболеваемости участников ликвидации последствий аварии (УЛПА) на ЧАЭС, проходивших диспансерное, в том числе и офтальмологическое обследование в специализированном городском отделении (диспансере) радиационной профпатологии больницы № 20 Санкт-Петербурга в отдаленные сроки (до 20 лет). Из общей базы данных в 4300 человек проанализированы медицинские карты лиц с дозами облучения выше 200 мГр (1-я группа) и ниже 50 мГр (2-я группа). Все лица 1-й группы были облучены в 1986—1987 гг. (87 % из них в 1986 г.), т. е. в наиболее неблагоприятный период работ по ликвидации аварии. Из 2-й группы 70 % УЛПА облучались в 1988—1989 гг. Дозы внешнего облучения в 1-й группе колебались от 200 до 860 мГр при среднем

Таблица 1

Распределение по группам различных видов глазных болезней (число случаев установления первичного диагноза)

Группы	Виды патологии				Всего
	Ангиопатия сетчатки (ГАС)	Катаракта	Глаукома	Прочие	
1	40	3	1	4	48
2	43	2	3	4	52
Итого	83	5	4	8	100

значении 290 мГр, во 2-й группе от 2 до 50 мГр при среднем значении 21 мГр. То есть, средние дозы внешнего облучения в группах отличались более чем на порядок.

Таким образом, были сформированы 2 группы участников ликвидации аварии с официально зарегистрированными дозами внешнего облучения, достаточно регулярно посещавшие диспансер на протяжении 20-летнего периода наблюдения с 1986 по 2006 г. Группы состояли из 145 человек каждая, возраст входящих в них УЛПА не отличался. На момент аварии он составлял от 19 до 50 лет, в среднем 36 лет. Средний возраст обследуемых в обеих группах в конце рассматриваемого 20-летнего срока наблюдения составил 55–56 лет. Не отличались значительно условия жизни ликвидаторов. Это дало возможность при анализе заболеваний органа зрения использовать объективный метод сравнения — случай-контроль — и определять влияние на офтальмологическую заболеваемость различий в уровне облучения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

За 20-летний период наблюдения у 43 лиц 1-й группы (30 % от численного состава группы) и 47 ликвидаторов 2-й группы (32 %) была выявлена офтальмологическая патология. У них было диагностировано соответственно 48 и 52 первичных случаев различных глазных заболеваний.

Распределение числа случаев заболеваний по различным их видам представлено в таблице 1.

Статистически достоверных различий между группами, как по общему числу глазных заболеваний, так и по отдельным их видам не выявлено. Наибольший долевого вклад в число всех офтальмологических заболеваний приходится на гипертоническую ангиопатию сетчатки (ГАС), который одинаков в обеих группах и составляет 83 %.

Общепризнанное суждение о том, что хрусталик является одним из критических органов при облучении, обуславливает большое внимание исследователей к его изменениям. В нашем исследовании удельный вес катаракт равен 6,2 % среди случаев заболеваний органа зрения в 1-й группе и в 3,8 % во 2-й группе, при частоте 2,1 и 1,4 на 100 человек соответственно. Причем ни в одном из этих случаев не

было указано на радиационную природу обнаруженной патологии, т. е. о наличии специфических задне-подкапсулярных изменений. Очевидно, уровни доз, которые получили при аварийных работах эти группы ликвидаторов, были ниже порогового значения, повреждающего хрусталик. Доля глаукомы среди всех офтальмологических заболеваний равна 2 и 5 % в группах 1 и 2 соответственно. Удельный вес «прочих» болезней, к которым отнесены воспалительные заболевания век, атрофия зрительного нерва и другие составлял 8–9 % всех зарегистрированных случаев глазных болезней.

Динамика проявления офтальмологической патологии в группах ликвидаторов в течение 20 лет наблюдений оценивалась нами по показателям первичной и общей заболеваемости, рассчитанной на 100 человек. Распределение первичной и общей заболеваемости по различным временным периодам представлено в таблице 2.

В динамике первичной заболеваемости, при общей направленности процесса к росту, не прослеживается четкой картины ее развития. Периоды увеличения показателей чередуются с заметными их спадами. Причина этого обстоятельства может быть связана с нерегулярным посещением ликвидаторами офтальмолога. Более наглядна картина при анализе динамики общей заболеваемости, которая характеризуется выраженным ростом показателей со временем. Основной причиной роста офтальмологической заболеваемости со временем является, вероятно, увеличение возраста обследованных ликвидаторов. На этом фоне выявить возможный вклад радиационного фактора в развитие изучаемой патологии не представляется возможным.

Сравнительно более значительное число УЛПА, у которых установлен диагноз гипертонической ангиопатии сетчатки, позволяет определить средний возраст ликвидаторов, у которых она выявлена. Установлено, что на протяжении 20-летнего периода наблюдения средний возраст регистрации заболевания в группе 1 равнялся $47,8 \pm 1,2$, а в группе 2 — $50,7 \pm 0,8$ (t-критерий Стьюдента равен 2,1 при $p < 0,05$). Следовательно, у лиц группы 1, экспонированных сравнительно более высокими дозами радиации, ангиопатия сетчатки выявлялась в несколь-

Таблица 2

Офтальмологическая заболеваемость ликвидаторов в группах 1 и 2 (число случаев на 100 человек)

Годы	Периоды	Первичная заболеваемость		Общая заболеваемость	
		Группа 1	группа 2	группа 1	группа 2
1986–1987	1	0,68	1,52		
1988–1989	2	1,43	1,16	2,11	2,68
1990–1991	3	1,84	0,64	3,95	3,32
1992–1993	4	1,32	2,08	5,27	5,40
1994–1995	5	5,04	3,33	15,31	8,73
1996–1997	6	2,84	4,19	17,15	12,92
1998–1999	7	5,88	5,73	20,14	21,62
2000–2001	8	0,67	4,76	21,25	24,32
2002–2003	9	4,55	6,34	27,25	29,72
2004–2005	10	6,19	5,88	33,10	35,86

Таблица 3

Титры комплементсвязывающих аутоантитела к антигенам хрусталика

Группы обследованных	Облученные	Необлученные
С катарактами	$29 \pm 4,5^{***xxx}$	$14,5 \pm 2^{***xxx}$
Без катаракт	$10 \pm 2,5^{***}$	2 ± 1

*** различия между облученными и необлученными людьми статистически достоверны, $p < 0,001$;
xxx различия между людьми с наличием и отсутствием катаракт статистически достоверны, $p < 0,001$.

ко более раннем возрасте. Для других видов глазных болезней возрастные различия не определяются, что может быть связано с малым числом наблюдаемых случаев.

Таким образом, следует отметить, что у изученной группы ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС не выявлены специфические лучевые катаракты. Однако имеет место опережающее (во времени) проявление сосудистой патологии в группе лиц, облученных в сравнительно большей дозе и работавших в зоне ЧАЭС в ранние поставарийные сроки. Такие явления некоторые авторы связывают с перенесенным стрессом и интенсификацией инволюционных процессов [5].

Проведенные иммунологические исследования показывают, что нет оснований связывать гипертонические ангиопатии с иммунологическими изменениями УЛПА, которые проанализированы нами ранее [7]. Изучение иммунологических механизмов офтальмологической патологии при радиационном воздействии, проведенные у различных групп облученных людей с антигенами из тканей сетчатой, сосудистой оболочки и цилиарного тела [8] показало, что в реакциях связывания и потребления комплемента, а также в реакции микропреципитации по Уанье не удалось выявить антител к антигенам этих тканей. Повышенные концентрации противотканевых антител были обнаружены в различных группах облученных людей, в том числе и ликвидаторов радиацион-

ных аварий, лишь в реакции длительного связывания комплемента на холоде и только к антигенам хрусталика (табл. 3). Как можно видеть, концентрации антител в крови облученных людей были в 2–5 раз выше, чем у необлученных, а при наличии катаракт примерно в 3–7 раз выше, чем у лиц с прозрачным хрусталиком.

Известна высокая радиочувствительность аутоантител и существенная их роль в лучевых реакциях [2, 7]. Ранее нами [8] было выявлено значение аутоантител к хрусталику в патогенезе катаракт. Данные, приведенные в таблице 3, показывают, что наиболее высокое повышение концентрации антител к хрусталику отмечалось у больных катарактой облученных людей. Можно полагать, что радиационное воздействие даже в небольших дозах способствует антигенным изменениям в тканях хрусталика, что указывает на возможность его субклинических изменений. И хотя мы не выявили повышения заболеваемости катарактами у ликвидаторов Чернобыльской аварии, по-видимому, воздействие радиации небезразлично для тканей хрусталика.

Таким образом, проведенные исследования не выявили связи появления катаракт с уровнем радиационного воздействия в области малых доз ионизирующего излучения. Наиболее значительным у ликвидаторов было повышение случаев ангиопатии сетчатки. Связи этой патологии с дозой облучения и иммунопатологическими изменениями обнаружить

не удалось. По-видимому, можно согласиться с мнением об усилении под действием ИИ естественных процессов инволюции организма [5]. Причем эти процессы происходят при малых дозах радиационного воздействия. При таких дозах отмечены начальные изменения антигенной структуры хрусталика, которые могут способствовать в дальнейшем появлению катаракт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайдай Ю. В., Гайдай В. М. О влиянии малых доз радиации на эволюцию хронических дистрофических процессов в роговице и помутнение хрусталика // Воен.-мед. журнал. — 1993. — № 3. — С. 20–23.
2. Клемпрская Н. Н., Шальнова Г. А. Нормальные аутоантитела как радиозащитные факторы. — М.: Атомиздат, 1978. — 135 с.
3. Красникова Л. И., Бузунов В. А. Радиационные и нерадиационные риски неопухолевой заболеваемости у участников ликвидации последствий Чернобыльской аварии по данным углубленного клинико-эпидемиологического мониторинга // Международ. конф. «Двадцать лет Чернобыльской катастрофы. Взгляд в будущее, 24–26 апр. 2006, г., Киев, Украина: Сб. тезисов. — Т 1. — С. 70–72.
4. Кундиев Ю. И., Воргул Б. В., Витте П. Н. и др. Эпидемиология профессиональной радиационной катаракты у участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС // Ж. Акад. мед. наук Украин. — 2006. — Т. 12, № 1. — С. 71–77.
5. Сосновский С. В., Нестеренко О. Н. Изменения органа зрения у ликвидаторов аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде наблюдения // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. — 2008. — № 1. — С. 12–20.

6. Федирко П. А. Состояние органа зрения у лиц, пострадавших при Чернобыльской катастрофе // Офтальмол. ж. — 1994. — № 2. — С. 98–100.
7. Шубик В. М. Иммуитет и здоровье после радиационных аварий и экологических катастроф. — СПб. — 433 с.
8. Шубик В. М., Квасова М. Д. Иммунологические исследования при катарактах в условиях действия малых доз ионизирующего излучения // Вестн. Офтальмол. — 1996. — № 4. — С. 21–23.
9. Witebsky E., Rose N., Shalman S. Studies on organ specificity // J. Immunol. — 1955. — Vol. 75. — P. 269–281.

THE VISUAL ORGAN CHANGES IN CHERNOBYL POWER PLANT ACCIDENT CONSEQUENCES LIQUIDATORS AT LONG DATE AFTER RADIATION EXPOSURE

Shubik V. M., Kvasova M. D., Koroleva T. M.

✧ **Summary.** An analysis (observation during 20 years) of remote effects of radiation low doses on the lens and updating of the role of immunopathologic processes in cataract pathogenesis were performed. The investigation was performed on Chernobyl power plant accident consequences liquidators. There was no relationship between cataract formation and the irradiation dose. By low doses of irradiation, the changes of lens antigen properties are noticed.

✧ **Key words:** Chernobyl power plant, ionizing radiation, cataract, liquidator, lens, antibody, dose-effect.

Сведения об авторах:

Шубик Виктор Моисеевич — д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены. E-mail: kvasovam@mail.ru.

Квасова Марианна Дмитриевна — к. м. н., доцент. Кафедра офтальмологии СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 197089, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6–8, корпус 16. E-mail: kvasovam@mail.ru.

Королева Тамара Михайловна — врач-офтальмолог, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены. E-mail: kvasovam@mail.ru.

Shubik Viktor Moiseevich — doctor of medical science, professor. Saint-Petersburg Scientific Research Institute of Radiation Hygiene. E-mail: kvasovam@mail.ru.

Kvasova Marianna Dmitrievna — candidate of medical science, assistant professor. Department of Ophthalmology of the I. P. Pavlov State Medical University. 197089, Saint-Petersburg, Lev Tolstoy st., 6–8, building 16. E-mail: kvasovam@mail.ru.

Koroleva Tamara Mihailovna — ophthalmologist. Saint-Petersburg Scientific Research Institute of Radiation Hygiene. E-mail: kvasovam@mail.ru.