

III. ОРГАНИЗАЦИЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ / EYE CARE

doi: 10.18008/1816-5095-2016-2-115-121

Заболеваемость катарактой в когорте работников, подвергшихся профессиональному облучению



Е. В. Брагин



Т. В. Азизова



М. В. Банникова

Южно-Уральский институт биофизики, Озерское шоссе, 19, г. Озерск, Челябинская область, 456780, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2016; 13 (2): 115-121

Цель: Оценка показателей заболеваемости катарактой в когорте работников, подвергшихся профессиональному пролонгированному облучению. **Материалы и методы:** Заболеваемость катарактой изучена в когорте работников ПО «Маяк», первого в России предприятия атомной промышленности, впервые нанятых на один из основных заводов (реакторы, радиохимический, плутониевый) в 1948-1958 гг., и наблюдавшихся до конца 2008 г. (12210 чел.). Всего в изучаемой когорте было зарегистрировано 3100 случаев катаракты. Была проведена экспертная оценка и верификация всех случаев катаракты; в исследование были включены только подтвержденные случаи старческой катаракты. Все работники изучаемой когорты подвергались внешнему гамма-облучению; средняя суммарная доза внешнего гамма-облучения составила $0,91 \pm 0,01$ Гр у мужчин, и $0,65 \pm 0,01$ Гр у женщин. Статистический анализ включал расчет не стандартизованных и стандартизованных показателей заболеваемости на 100000 работающих. Стандартизацию по полу и возрасту проводили косвенным методом с использованием внутреннего стандарта. **Результаты:** В исследование вошли 2523 случая старческой катаракты. Средний возраст на момент диагностики заболевания составил $62,88 \pm 0,26$ лет у мужчин, и $64,88 \pm 0,28$ лет у женщин. Стандартизованные показатели заболеваемости (далее, заболеваемость) катарактой у женщин были статистически значимо выше по сравнению с мужчинами, и повышались с увеличением возраста работников. Сравнение субкогорты работников с установленным диагнозом «катаракта» и без этого диагноза показало, что у первых была статистически значимо выше доля следующих работников: впервые нанятых до 1954 г.; работающих на реакторах; курящих; с индексом курения более 20 пачка/лет; употребляющих алкоголь; с повышенной массой тела; с глаукомой и артериальной гипертензией. Кроме того, в субкогорте работников с установленным диагнозом «катаракта» средняя суммарная доза внешнего гамма-облучения и/или нейтронного облучения была статистически значимо выше по сравнению с соответствующими дозами у работников без диагноза «катаракта». Наиболее высокие показатели заболеваемости катарактой были зарегистрированы у мужчин и женщин в возрасте старше 60 лет. Заболеваемость катарактой статистически значимо зависела от нерадикационных факторов риска (курение, наличие сопутствующей глаукомы и/или высокой степени миопии). Не выявлено влияния индекса массы тела, артериальной гипертензии и статуса употребления алкоголя на заболеваемость катарактой в изучаемой когорте работников. Заболеваемость катарактой была статистически значимо выше у работников, подвергшихся внешнему гамма-облучению в суммарной дозе более 1,0 Гр, по сравнению с работниками, подвергшимся облучению в более низких дозах. **Выводы:** Результаты исследования показали, что заболеваемость катарактой в когорте работников, подвергшихся профессиональному облучению, зависела как от нерадикационных (пол, достигнутый возраст, наличие сопутствующей глазной патологии), так и радиационных (внешнее гамма-облучение) факторов.

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах.

Ключевые слова: старческая катаракта, показатели заболеваемости, факторы риска, внешнее гамма-облучение

Формат цитирования: Е. В. Брагин, Т. В. Азизова, М. В. Банникова. Заболеваемость катарактой в когорте работников, подвергшихся профессиональному облучению. Офтальмология. 2016;13 (2): 115-121 doi: 10.18008/1816-5095-2016-2-115-121

ENGLISH

Cataract incidence in the cohort of occupationally exposed workers

E. V. Bragin, T. V. Azizova, M. V. Bannikova

E. V. Bragin et al.

Contact information: Bragin Evgeniy clinic@subi.su

Cataract incidence in the cohort of occupationally exposed workers

115

Southern Urals Biophysics Institute, Ozyorskoe road, 19, Ozyorsk, Chelyabinsk region, 456780, Russia

SUMMARY

Objective: To assess cataract incidence in the cohort of workers occupationally exposed to prolonged radiation. **Material and Methods:** Cataract incidence was studied in the cohort of workers of the first Russian nuclear enterprise – the Mayak, who were firstly employed at one of the main facilities (reactors, radiochemical and plutonium production plants) in 1948-1958 and followed up to the end of 2008 (12210 persons). Total of 3100 cataract cases were registered in the study cohort. All cataract cases were reviewed and verified by experts; the study included only confirmed senile cataracts. All workers of the study cohort were exposed to external gamma-rays; mean cumulative dose from external gamma-rays was 0.91 ± 0.01 Gy in males and 0.65 ± 0.01 Gy in females. Statistical analysis provided non-standardized and standardized incidence rates per 100000 workers. Standardization by sex and age was performed by indirect method using internal reference. **Results:** 2523 cases of senile cataract were included in the study. Mean age of cataract diagnosis was 62.88 ± 0.26 years in males and 64.88 ± 0.28 years in females. Standardized incidence rates of cataract in females were significantly higher as compared to males and increased with workers age. Comparison between the subcohorts of workers with/without diagnosed cataracts demonstrated that among workers with cataracts the proportions of the following groups of workers were significantly higher: workers employed before 1954; workers employed at reactors; smoking workers; workers with the smoking index exceeding 20 pack*years; workers who consumed alcohol; workers with excessive body weight; workers with glaucoma and arterial hypertension. Moreover the mean cumulative dose from external gamma-rays and/or neutron exposure was significantly higher in the subcohort of workers diagnosed with cataracts than that in the subcohort of workers free of the disease. The highest cataract incidence rates were revealed in workers of both sexes aged 60 and above. The cataract incidence rate was significantly associated with non-radiation risk factors (smoking, concomitant glaucoma and/or high myopia). No effect modification by body mass index, arterial hypertension and alcohol consumption status was observed for cataract incidence among members of the study worker cohort. Cataract incidence was significantly increased in workers exposed to external gamma-rays at cumulative dose > 1.0 Gy as compared to workers exposed at lower doses.

Conclusion: The study revealed that cataract incidence in the cohort of occupationally exposed workers was associated with both non-radiation (sex, attained age, concomitant ocular pathology) and radiation (external gamma-rays) factors.

Key words: senile cataract, incidence rates, risk factors, external radiation exposure

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

There is no conflict of interests.

For citation: E.V. Bragin, T.V. Azizova, M.V. Bannikova. Cataract incidence in the cohort of occupationally exposed workers. *Ophthalmology in Russia*. 2016;13 (2): 115-121 doi: 10.18008/1816-5095-2016-2-115-121

Ophthalmology in Russia. 2016; 13 (2): 115-121

ВВЕДЕНИЕ

Катаракта является ведущей причиной нарушения зрения в пожилом возрасте [1, 2, 3] и наиболее частой причиной слепоты (33%) [4]. Распространенность катаракты в возрасте более 50 лет составляет 47,8% [2]. Катаракта является многофакторным заболеванием. В результате многочисленных исследований были установлены факторы, способствующие развитию катаракты: ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, диабет, артериальная гипертензия, ожирение, курение, длительное использование кортикостероидных препаратов, предшествующие травмы и воспалительные заболевания глаз, хирургическое лечение глаз, заместительная гормонотерапия, злоупотребление алкоголем, высокая миопия и наследственная предрасположенность [5-10]. Кроме того, известно, что хрусталик является одним из наиболее радиочувствительных органов у человека, а воздействие ионизирующего излучения высокой мощности приводит к развитию катаракты [11, 12].

Целью исследования явился анализ показателей заболеваемости старческой катарактой в когорте работников, подвергшихся профессиональному пролонгированному облучению, в зависимости от нерадиационных и радиационных факторов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Заболеваемость катарактой изучена в когорте работников ПО «Маяк», первого в России предприятия атомной промышленности, впервые нанятых на один из основных заводов (реакторы, радиохимический, плутониевый) в 1948-1958 гг., и наблюдавшихся до конца 2008 г. (12210 чел.). Для достижения целей настоящего этапа исследования были идентифицированы все случаи катаракты, вне зависимости от причин ее возникновения (3100 случаев), зарегистрированные в изучаемой когорте, на основе медико-дозиметрической базы данных «Клиника» [13]. Причем 94% случаев приходилось на долю старческой катаракты. В настоящее исследование включены только верифицирован-

Е. В. Брагин и др.

Контактная информация: Брагин Евгений Викторович clinic@subi.su

Таблица 1. Сравнительная характеристика работников с/и без диагноза «катаракта»
Table 1. Comparative characteristics of workers with and without cataract

Показатель, единица измерения Characteristics, unit	Субкогорты работников Subcohort of workers	
	с установленным диагнозом катаракта diagnosed with cataract	без диагноза free of cataract
Доля работников, нанятых до 1954 г., % Workers first employed before 1954, %	68,45	68,30
Доля работников, когда-либо работавших на реакторах, % Workers ever employed at reactors, %	39,32*	36,71
Средняя суммарная доза внешнего гамма-облучения, Гр Mean cumulative dose from external gamma-rays, Gy	1,05±0,02*	0,72±0,01
Доля работников, подвергшихся внешнему гамма-облучению в суммарной дозе > 0,5 Гр, % Workers exposed to external gamma-rays at cumulative dose > 0.5 Gy, %	64,61*	44,90
Доля работников, подвергшихся внешнему гамма-облучению в суммарной дозе > 1,5 Гр, % Workers exposed to external gamma-rays at cumulative dose >1.5 Gy, %	26,56*	15,79
Средняя суммарная доза нейтронного облучения, Гр Mean cumulative dose from neutron exposure, Gy	0,003±0,0002*	0,002±0,0001
Доля лиц с индексом курения более 20 пачка*лет, % Individuals with smoking index exceeding 20 pack*years, %	31,63*	14,37
Доля лиц, когда-либо употреблявших алкоголь, % Individuals who had ever consumed alcohol, %	72,37*	64,68
Доля лиц с артериальной гипертензией, % Individuals diagnosed with arterial hypertension, %	14,63*	16,47
Доля лиц с индексом массы тела более 25 кг/м², % Individuals with body mass index exceeding 25 kg/sq m, %	15,81*	10,51
Доля лиц с глаукомой, % Individuals diagnosed with glaucoma, %	4,04*	0,35
Средний возраст на момент найма, лет Mean age as of the date of first employment, years	24,96±0,13	24,91±0,07
Средний возраст на дату выхода из исследования, лет Mean age as of the date of exit from the study, years	64,59±0,16*	40,78±0,18 (59,7±0,25 резиденты)

Примечание: Знаком * отмечены статистически значимые различия между сравниваемыми субкогортами, $p < 0,05$

Note: * denotes significant differences between the compared subcohorts, $p < 0,05$

ные случаи старческой катаракты — всего 2523 случая (далее по тексту — катаракта). Источниками первичной медицинской информации явились архивные и текущие медицинские карты и истории болезни. Основными диагностическими критериями при экспертизе и верификации зарегистрированных случаев катаракты служили: жалобы, наличие различных по форме и локализации помутнений в хрусталике, регистрируемых при осмотре глаза с помощью различных методик. Принимались во внимание показатели внутриглазного давления, наличие хронической патологии органа зрения, предшествующие заболеванию травмы и хирургические вмешательства. Наибольшее количество случаев катаракты, как у мужчин, так и у женщин, было впервые зарегистрировано в возрасте от 61 до 70 лет (53,8%), наименьшее (0,71%) — в возрасте до 40 лет. Средний возраст на момент установления диагноза со-

ставил $62,88 \pm 0,26$ лет, медиана (минимум, максимум) — 65 (18; 89) у мужчин, и $64,88 \pm 0,28$ лет, медиана (минимум, максимум) — 67 (21; 89) у женщин. Причем, средний возраст на момент установления диагноза «катаракта» у женщин был статистически значимо выше по сравнению с мужчинами, что хорошо согласуется с литературными данными [14].

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика субкогорты работников с установленным диагнозом «катаракта» с группой работников, у которых катаракта не регистрировалась.

Сравнительный анализ показал, что в субкогорте работников с установленным диагнозом «катаракта» был статистически значимо выше процент работников, работавших на реакторах, курящих с индексом курения более 20 пачка*лет, употребляющих алкоголь, имеющих повышенную массу тела (ИМТ бо-

Таблица 2. Показатели заболеваемости катарактой в изучаемой когорте в зависимости от пола и возраста работников (на 100000 работающих)**Table 2.** Cataract incidence rates in the study cohort in relation to sex and age of workers (per 100000 workers)

Возраст, лет Age, years	Мужчины Males		Женщины Females	
	Число случаев Number of cases	Показатель заболеваемости, ±СО Incidence rate ±SE	Число случаев Number of cases	Показатель заболеваемости, ±СО Incidence rate ±SE
< 40	8	10,2±3,61	10	28,71±9,08
40-49	111	303,31±28,79§*	36	212,54±35,42§
50-59	258	867,95±54,04§	144	996,67±83,06§
60-69	826	4985,89±173,48§*	530	5797,75±251,84§
старше 70 older than 70	327	10244,58±566,53§	273	10773,05±652,01§
Все Total	1530	930,15±23,78*	993	1274,86±40,46
Стандартизованный показатель Standardized rate		1000,54±24,66*		1109,96±37,75

Знаком * обозначены статистически значимые различия при сравнении по полу, знаком § — статистически значимые различия при сравнении с предыдущим возрастом, СО — стандартная ошибка

* denotes significant sex-specific differences, § denotes age-specific differences, SE is a standard error

лее 25 кг/м²), с установленным диагнозом «глаукома». Средний возраст на момент выхода из исследования в субкогорте работников с установленным диагнозом «катаракта» был статистически значимо выше по сравнению с субкогортой работников без диагноза. Кроме того, в этой же субкогорте работников средние суммарные дозы внешнего гамма-облучения и/или нейтронного облучения были статистически значимо выше по сравнению с другой субкогортой (1,05±0,02 Гр и 0,72±0,01 Гр, соответственно).

Статистический анализ включал расчет не стандартизованных («грубых») и стандартизованных (по полу и возрасту) показателей заболеваемости катарактой. Стандартизацию проводили косвенным методом с использованием в качестве внутреннего стандарта распределения всей изучаемой когорты работников ПО «Маяк» по полу и возрасту. Показатели заболеваемости рассчитывали на 100000 работников в соответствии с методами медицинской статистики [15].

Изучение стандартизованных показателей заболеваемости в зависимости от нерадиационных (пол, достигнутый возраст, завод, календарный период, статус курения, индекс курения) и радиационных (внешнее гамма-облучение) факторов проводили с помощью монофакторного анализа. В таблицах представлены не стандартизованные и стандартизованные показатели заболеваемости ± стандартная ошибка (СО). Для оценки статистической значимости разницы средних величин использовали t-критерий Стьюдента, групповые различия для качественных признаков оценивали с помощью критерия χ^2 . Уровень значимости оценивали при $p < 0,05$.

Сведения об отношении работников к курению

учитывали за весь период наблюдения и оценивали с помощью качественного и количественного показателей. Качественный показатель принимал следующие значения: неизвестно, никогда не курил, когда-либо курил. «Никогда не курившим» считали работника, если на протяжении нескольких опросов во время ежегодных обязательных медицинских обследований он утверждал, что никогда не курил. В качестве количественного показателя был использован индекс курения, который рассчитывали как произведение среднего числа выкуриваемых пачек сигарет в день на число лет курения. Индекс курения измеряли в единицах пачка*лет и приравнивали к нулю у никогда не куривших работников.

Сведения об отношении работников к употреблению алкоголя учитывали также за весь период наблюдения и оценивали только с помощью качественного показателя, который принимал следующие значения: неизвестно, когда-либо употреблявший, никогда не употреблявший. «Никогда не пьющим» считали работника, если на протяжении нескольких опросов во время ежегодных обязательных медицинских обследований он утверждал, что никогда не пил.

Информация об индексе массы тела (ИМТ) и артериальном давлении (АД) была учтена на момент предварительного медицинского осмотра, чтобы избежать систематической ошибки, связанной с тем, что АД или ИМТ могут коррелировать с дозой облучения. ИМТ рассчитывали как отношение массы тела в килограммах к квадрату роста в метрах. Нормальным индексом массы тела считали индекс равный 18,5-24,99 кг/м². В исследование ИМТ включали как качественный показатель, который принимал следующие

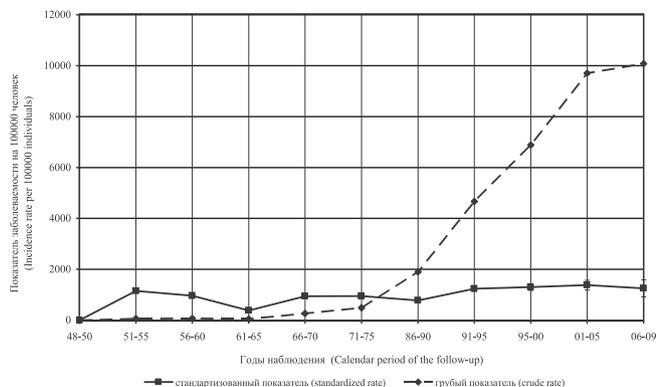


Рис. 1. «Грубые» и стандартизованные показатели заболеваемости катарактой в изучаемой когорте работников

Fig. 1. «Crude» and standardized cataract incidence rate in the study cohort

значения: меньше нормы, норма, больше нормы, неизвестно.

Артериальной гипертензией (АГ) считали состояние, при котором систолическое АД было более 140 мм рт. ст. и/или диастолическое АД более 90 мм рт. ст.. В исследование наличие гипертензии включали как качественный показатель, который принимал следующие значения: без гипертензии, с гипертензией и неизвестно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По состоянию на 31 декабря 2008 г. в изучаемой когорте работников было зарегистрировано 2523 случая катаракты в течение 242380,6 человеко-лет наблюдения. Показатели заболеваемости катарактой в изучаемой когорте в зависимости от пола и возраста работников представлены в таблице 2.

Стандартизованные показатели заболеваемости катарактой у женщин были статистически значимо выше по сравнению с мужчинами ($1109,96 \pm 37,75$ и $1000,54 \pm 24,66$ на 100 тыс., соответственно), что, вероятно, объясняется большей продолжительностью жизни у женщин. Показатели заболеваемости катарактой статистически значимо зависели от возраста работников, как среди мужчин, так и среди женщин, что обусловлено возрастной природой изучаемой патологии (старческая катаракта). Наиболее высокие показатели заболеваемости катарактой были зарегистрированы у мужчин и женщин в возрасте старше 60 лет (Табл. 2).

Динамика показателей заболеваемости катарактой в изучаемой когорте работников за весь период наблюдения (1948-2008 гг.) представлена на рис. 1.

«Грубые» показатели заболеваемости катарактой ожидаемо увеличивались к концу периода наблюдения, что связано с увеличением возраста работников изучаемой когорты. Стандартизованные показатели заболеваемости находились примерно на одном уровне в течение всего периода наблюдения.

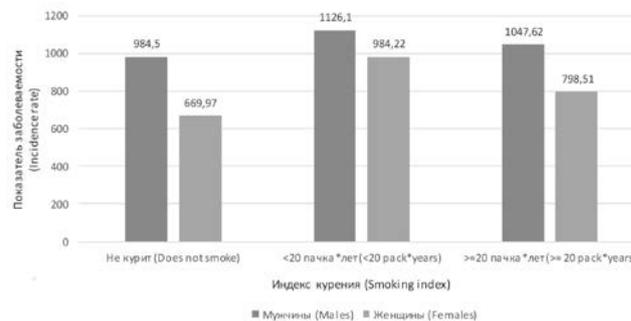


Рис.2. Стандартизованные показатели заболеваемости катарактой в зависимости от пола и индекса курения (на 100000 работающих)
Fig.2. Standardized cataract incidence in relation to sex and smoking index (per 100000 workers)

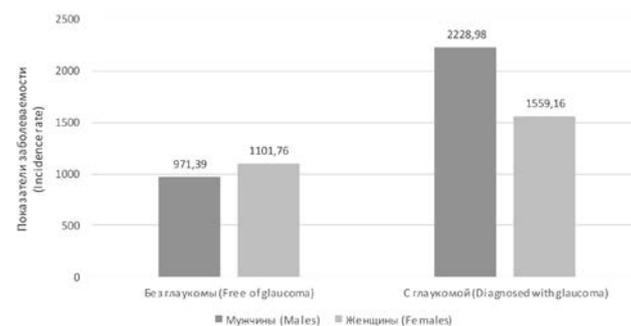


Рис. 3. Показатели заболеваемости катарактой в зависимости от наличия глаукомы до появления катаракты с учетом пола работников (на 100000 работающих)
Fig. 3. Cataract incidence rates in relation to glaucoma prior to cataract accounting for sex (per 100000 workers)

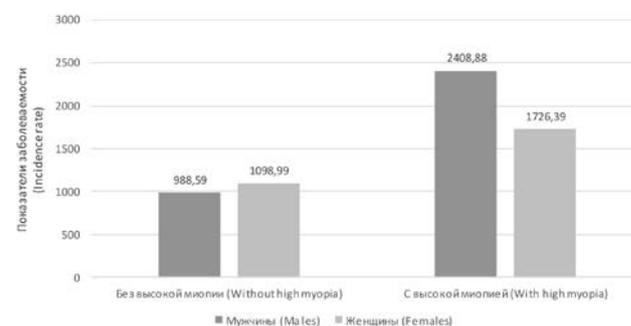


Рис. 4. Показатели заболеваемости катарактой в зависимости от наличия высокой степени миопии до появления катаракты с учетом пола работников (на 100000 работающих)
Fig. 4. Cataract incidence rates in relation to high degree myopia prior to cataract accounting for sex (per 100000 workers)

Был проведен анализ заболеваемости катарактой в зависимости от общеизвестных факторов риска; результаты представлены на рис. 2, 3, 4.

Заболеваемость катарактой была статистически значимо выше у мужчин с индексом курения от 0 до 20 пачка*лет по сравнению с группой некурящих мужчин (рис. 2). В то же время не обнаружено статистически значимых различий между курящими с индексом курения более 20 пачка*лет и некурящими работниками. Полученные результаты представляют

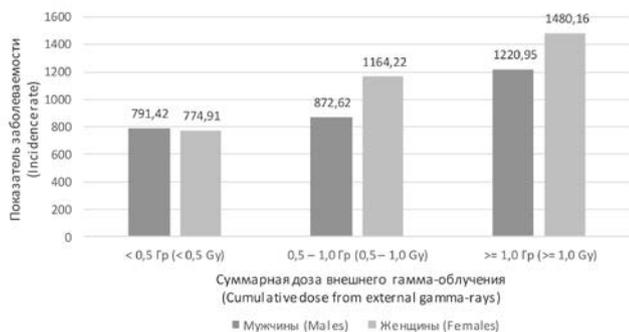


Рис 5. Стандартизованные показатели заболеваемости катарактой в зависимости от пола и суммарной дозы внешнего гамма-облучения (на 100000 работающих)

Fig. 5. Standardized cataract incidence rates in relation to sex and cumulative dose from external gamma-ray (per 100000 workers)

ся достаточно противоречивыми и требуют дальнейшего анализа. Возможно, полученный результат обусловлен небольшой статистической мощностью группы работников с индексом курения более 20 пачка^лет. Результаты последних исследований о влиянии курения на заболеваемость катарактой также неоднозначны. Например, повышенный относительный риск заболеваемости любым типом катаракты после поправки на возраст, пол, индекс массы тела, гипертензию и диабет ОР составил 1,48 (95% ДИ 1,10, 1,99) [9]. С другой стороны, в ходе офтальмологического исследования в Австралии подобной зависимости не обнаружено [10].

Анализ свидетельствует, что показатели заболеваемости катарактой у мужчин были статистически значимо выше в группах работников с сопутствующей глазной патологией (глаукома и/или высокая степень миопии), по сравнению с работниками без такой патологии (рис. 3 и 4). В то же время у женщин статистически значимых различий не выявлено, что, по-видимому, связано с меньшей статистической мощностью исследуемой группы. Эти результаты подтверждают результаты других исследований, в которых показано, что глаукома и миопия высокой степени являются значимыми факторами риска при развитии катаракты [5, 6, 8].

Не выявлено влияния индекса массы тела, артериальной гипертензии и статуса употребления алкоголя на заболеваемость катарактой в изучаемой когорте работников.

Так как работники изучаемой когорты в процессе трудовой деятельности подвергались пролонгированному внешнему гамма-облучению, было изучено влияние суммарной дозы облучения на заболеваемость катарактой. В исследовании использованы суммарные дозы облучения, рассчитанные на основе дозиметрической системы работников ПО «Маяк» «ДСРМ – 2008» [16].

В результате анализа установлено, что стандартизованные показатели заболеваемости катарактой как у мужчин, так и у женщин, подвергшихся внешнему гамма-облучению в суммарной дозе более 1,0 Гр, были статистически значимо выше по сравнению с работниками, подвергшимся облучению в меньших дозах (рис. 5). Не выявлено влияния нейтронного облучения на заболеваемость катарактой. На данном этапе исследования был проведен предварительный монофакторный анализ влияния радиационных и нерадиационных факторов на показатели заболеваемости катарактой. На следующем этапе исследования планируется оценка радиогенного риска заболеваемости катарактой (в том числе, различных морфологических типов катаракты) в изучаемой когорте работников с поправкой на значимые нерадиационные факторы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ показателей заболеваемости катарактой в когорте работников, подвергнувшихся профессиональному облучению, показал, что развитие катаракты зависит как от нерадиационных (пол, достигнутый возраст, курение, наличие сопутствующей глазной патологии и др.), так и радиационных (внешнее гамма-облучение) факторов.

Мнение авторов может не совпадать с позицией редакции

поступила 06.11.15 / received 06.11.15

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Abraham A.G., Condon N.G., West Gower E. The new epidemiology of cataract. *Ophthalmol Clin North Am.* 2006;19 (4):415-425.
- Resnikoff S., Pascolini D., Ety'ale D., Kocur I., Pararajasegaram R., Pokharel G.P., Mariotti S.P. Global data on visual impairment in the year 2002. *Bull World Health Organ* 2004;82 (11):844-851.
- Foster A. Cataract and "Vision 2020-the right to sight" initiative. *Br J Ophthalmol* 2001;85 (6):635-637.
- Pascolini D., Mariotti S.P. Global estimates of visual impairment: 2010. *Br J Ophthalmol* 2012;96 (5):614-618.
- Vrensen G.F. Early cortical lens opacities: a short overview. *Acta Ophthalmol.* 2009;87 (6):602-610.
- Navarro Esteban J.J., Gutierrez Leiva J.A., Valero Caracena N., Buendia Bermejo J., Calle Puron M.E., Martinez Vizcaino V.J. Prevalence and risk factors of lens opacities in the elderly in Cuenca, Spain. *Eur J Ophthalmol.* 2007;17 (1):29-37.
- Kanthan G.L., Mitchell P., Burlutsky G., Wang J.J. Fasting blood glucose levels and the long-term incidence and progression of cataract – the Blue Mountains Eye Study. *Acta Ophthalmol.* 2011;89 (5):e434-8.
- Rahman A., Yahya K., Shaikh A., Fasih U., Zuberi B.F. Risk factors associated with Pre-senile Cataract. *Pak J Med Sci.* 2011;27 (1):145-148.
- Wu R., Wang J.J., Mitchell P., Lamoureux E.L., Zheng Y., Rochtchina E., Tan A.G., Wong T.Y. Smoking, Socioeconomic Factors, and Age-Related Cataract. *Arch Ophthalmol.* 2010; 128 (8):1029-1035.
- Tan J.S., Wang J.J., Younan C., Cumming R.G., Rochtchina E., Mitchell P. Smoking and the long-term incidence of cataract: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmic Epidemiol.* 2008;15 (3):155-161.
- Otake M., Schull W.J. A review of forty-five years study of Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. Radiation cataract. *J. Radiat. Res.* 1991;32 Suppl:283-293.
- Gus'kova A. K., Baysogolov G.D. [Human radiation sickness]. *Lučevaya bolezn' cheloveka.* M.: [Medicine] Meditsina, 1971. (in Russ.).

13. Azizova T. V., Day R. D., Wald N., Muirhead C. R., O'Hagan J. A., Sumina M. V., Belyaeva Z. D., Druzhinina M. B., Teplyakov I. I., Semenikhina N. G., Stetsenko L. A., Grigoryeva E. S., Krupenina L. N., Vasilenko E. K. The «Clinic» medical-dosimetric database of Mayak production association workers: structure, characteristics and prospects of utilization. *Health Phys.* 2008; 94 (5):449-458.
14. West S. Epidemiology of cataract: accomplishments over 25 years and future directions. *Ophthalmic Epidemiol.* 2007;14 (4):173-178.
15. Merkov A. M., Polyakov L. E. [Health statistics (manual for physicians)]. *Sanitarnaya statistika (posobie dlya vrachey)*. – M.: Atomizdat, 1975, 245 p. (in Russ.).
16. Khokhryakov V. V., Khokhryakov V. F., Suslova K. G., Vostrotnin V. V., Vvedensky V. E., Sokolova A. B., Krahenbuhl M. P., Birchall A., Miller S. C., Schadilov A. E., Ephimov A. V. Mayak Worker Dosimetry System 2008 (MWDS-2008): Assessment of internal alpha-dose from measurement results of plutonium activity in urine. *Health Phys.* 2013;104 (4):366-378.

Сведения об авторах

Е. В. Брагин – младший научн. сотр. Южно-Уральский институт биофизики, Озерское шоссе, 19, г. Озерск, Челябинская область, 456780, Российская Федерация, clinic@subi.su

Т. В. Азизова – канд. мед. наук, зам. директора по науке, зав. клиническим отделом, Южно-Уральский институт биофизики, Озерское шоссе, 19, г. Озерск, Челябинская область, 456780, Российская Федерация, clinic@subi.su

М. В. Банникова – младший научн. сотр. Южно-Уральский институт биофизики, Озерское шоссе, 19, г. Озерск, Челябинская область, 456780, Российская Федерация, clinic@subi.su

Affiliation

E. V. Bragin, T. V. Research Assistant, Southern Urals Biophysics Institute, Ozyorskoe road, 19, Ozyorsk, Chelyabinsk region, 456780, Russia, clinic@subi.su

Azizova, M. V. PhD, Head of Clinical Department, Southern Urals Biophysics Institute, Ozyorskoe road, 19, Ozyorsk, Chelyabinsk region, 456780, Russia, clinic@cubi.su

Bannikova M. V. Research Assistant, Southern Urals Biophysics Institute, Ozyorskoe road, 19, Ozyorsk, Chelyabinsk region, 456780, Russia, clinic@cubi.s