

УДК 612.014.482

© 1995 г.

**РИСК ЛЕЙКЕМИИ ПРИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ВНЕШНEM ГАММА-ОБЛУЧЕНИИ**

**Н.А.Кошурникова, П.В.Окатенко, Н.С.Шильникова**

**Россия, Озерск, ФИБ №1**

**Д.Престон**

**Япония, Хиросима, Фонд исследования радиационных эффектов (RERF)**

Сравнительный эпидемиологический анализ в когорте рабочих ПО "Маяк" и в когорте жертв атомной бомбардировки в Японии показал, что риск лейкемии при пролонгированном радиационном воздействии у рабочих ПО "Маяк" 1.02 (0.4+50) на 1 Гр ниже, чем от острого гамма-нейтронного облучения при взрыве атомной бомбы, составляющий 2.87 (1.8+4.3) на 1 Гр. Риск лейкемии был наивысшим на протяжении первых 10 лет после начала воздействия и наибольшее значение фактора пролонгирования (26.4) обнаружено в области малых доз. Результаты первого совместного сравнительного анализа свидетельствуют о необходимости продолжения исследований в данной области с учетом ряда неопределенностей, выявленных при выполнении этой работы.

Гигиенические нормативы, действующие в настоящее время [3], а также рекомендации по их ужесточению, представленные в публикации 60 МКРЗ [4], основаны на коэффициентах радиационного риска, полученных в результате эпидемиологических исследований среди жителей Хиросимы и Нагасаки, подвергшихся разовому мощному гамма-нейтронному облучению при взрыве атомной бомбы. Поскольку биологические эффекты гамма-излучения, в том числе и канцерогенные, определяются не только величиной суммарной дозы, но и в значительной степени зависят от ее мощности, возникает вопрос о правомерности распространения коэффициентов радиационного риска от разового облучения на иные сценарии радиационного воздействия, в частности на пролонгированное профессиональное облучение персонала современных атомных предприятий. Актуальность этой проблемы возрастает в связи с предложением снизить

нормы допустимого профессионального облучения с 5 с3в до 2 с3в в год. Несмотря на гуманность консервативного подхода в вопросах гигиенического нормирования, по нашему мнению, любые стандарты радиационной безопасности должны иметь строгое научное обоснование. Оценить канцерогенный риск при пролонгированном облучении можно путем эпидемиологического исследования среди профессиональных рабочих ПО "Маяк" - первого в России оборонного атомного предприятия, вошедшего в строй в 1948 году. Поскольку лейкемия является достаточно изученным радиационно-индуцированным последствием, в настоящем сообщении приведены результаты оценки лейкомогенного риска в когорте рабочих ПО "Маяк" в сравнении с коэффициентами риска среди жертв атомной бомбардировки в Японии. Эта работа является первым результатом совместного исследования ФИБ-1 и RERF.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения сравнительного анализа были составлены две когорты (табл.1).

Таблица 1  
Количественная характеристика анализируемых когорт

Показатели	Когорта ПО "Маяк"	Когорта LSS
Число людей	2694	17736
Число человеко-лет наблюдения	97076	440647
Число случаев лейкемии	25	82
Среднее значение дозы	1.81 Гр	0.14 Зв

Из регистра профессионалов ПО "Маяк" была выделена когорта мужчин, приступивших к работе на радиохимическом заводе в 1948-1957 гг., поскольку ранее было выявлено статически достоверное превышение смертности от лейкемии именно среди этих рабочих [2,5]. Из когорты людей, подвергшихся облучению при атомном взрыве (когорта LSS) выделена подкогорта мужчин. Обе сравниваемые когорты аналогичны по возрасту на момент начала облучения.

В качестве дозовой характеристики в когорте ПО "Маяк" используется накопленная доза внешнего гамма-излучения по данным ИФКУ. В когорте LSS используется доза на красный костный мозг, при ОБЭ для нейтронов, равной 10. Для рабочих ПО "Маяк" учитывалась растянутость во времени накопления дозы, в связи с чем каждый рабочий мог сделать вклад человека-лет наблюдения более, чем в одну дозовую категорию. Именно поэтому в табл.2 распределение по дозовым градациям представлено в виде человека-лет наблюдения. Период наблюдения для рабочих ПО "Маяк" охватывает 1948-1992 годы, а для когорты 1950-1987 годы. Ожидаемые величины смертности от лейкемии для рабочих ПО "Маяк" рассчитаны на основе национальной статистики за 1990 год [1], а для когорты LSS по данным внутреннего контроля, включающего людей у которых доза облучения была менее 0,01 Зв. В качестве показателя для сравнения использовали коэффициент избыточного относительного риска на единицу дозы. Анализ проведен с помощью компьютерной программы AM IT [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За весь период наблюдения избыточный относительный риск лейкемии в когорте ПО "Маяк" составил 1,02 (95%-доверительный интервал 0,4-5,0) на 1 Гр, а в когорте LSS 2,87

Таблица 2  
Распределение изучаемых когорт

Когорта ПО "Маяк"		Когорта LSS	
Диапазон доз (средняя доза, Гр)	Число человеко-лет (%)	Диапазон доз (средняя доза, Зв)	Число человеко-лет (%)
		<0.01	224279 (50.9)
<0.5 (0.16)	23393 (24.1)	0.01-0.5 (0.11)	180292 (40.9)
0.5-1.0 (0.74)	14384 (14.8)	0.5-1.0 (0.76)	20080 (4.6)
1.0-2.0 (1.71)	32530 (33.5)	1.0-2.0 (1.46)	12439 (2.8)
>2.0 (3.94)	26769 (27.6)	>2.0 (2.59)	3557 (0.8)
Всего (1.81)	97076 (100.0)	Всего (0.14)	440647 (100.0)

(1,8-4,3) на 1 Зв, т.е. в 2,8 раза выше. Примерно такое же соотношение риска было получено нами в ранее проведенных исследованиях [2,5], где было показано, кроме того, что лейкомогенный риск меняется в зависимости от времени с момента начала облучения. В настоящей работе мы имели возможность проверить это более строго, имея в распоряжении не только литературные сведения, но и первичные материалы по когорте LSS. Данные табл.3 показывают, что лейкомогенный риск действительно резко снижается со временем.

Учитывая различия в дозовом распределении сравниваемых когорт была проведена оценка риска в различных дозовых категориях (см. табл.4).

Как видно из данных, представленных в табл.4, риск лейкемии в когорте LSS всегда выше, чем в когорте рабочих ПО "Маяк" и различия эти тем больше, чем ниже доза.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что стохастический риск, во всяком случае риск лейкемии, при разовом воздействии редкоионизирующих излучений выше, чем при пролонгированном облучении.

Нет оснований думать, что лейкемия является исключением и что в отношении других канцерогенных эффектов будут получены иные закономерности, во всяком случае, для излучений с низкой линейной передачей энергии. Однако, бесспорно, это положение следует доказать фактическими

данными. Более того, даже в отношении лейкемии необходимо провести дополнительное исследование, учитывая ряд неопределенностей. Во-первых, следует изучаемые когорты более строго уравнять по дозовому распределению. Во-вторых, для когорты ПО "Маяк" надо подобрать внутренний контроль, поскольку национальная статистика недостаточно адекватна из-за существования так называемого "эффекта здорового рабочего". Что касается дозовых нагрузок, используемых для расчета риска, то здесь также необходимы уточнения. Поскольку речь идет о риске лейкемии, в обоих когортах надо оценивать дозу на красный костный мозг. Более того, по-видимому, назрела необходимость провести возможно более тщательную верификацию доз от внешнего гамма-излучения, полученную рабочими ПО "Маяк", так как метод ИФК, применяемый в первые годы деятельности предприятия мог иметь ряд погрешностей. Верификация доз в когорте рабочих ПО "Маяк" тем более необходима, поскольку эта когорта является уникальной и единственно пригодной для оценок риска неблагоприятных последствий профессионального пролонгированного облучения, именно такого облучения, коэффициенты риска от которого могут служить основой для проверки надежности существующих или вновь предлагаемых гигиенических стандартов.

Таблица 3  
Риск лейкемии в зависимости от времени после начала облучения

Время от начала облучения (лет)	Избыточный относительный риск		LSS / ПО "Маяк"
	Когорта ПО "Маяк"	Когорта LSS	
<5	18.07	нет данных	-
5-10	3.66	19.37	5.29
10-20	1.11	5.3	4.8
20-30	0.45	0.96	2.1
>30	0.24	0.16	0.6
Всего	1.02	2.87	2.8

Таблица 4  
Риск лейкемии в зависимости от дозы

Дозовая категория	Избыточный относительный риск		LSS / ПО "Маяк"
	Когорта ПО "Маяк"	Когорта LSS	
<5	0.07	1.85	26.4
0.5-1.0	0.26	2.57	9.9
1.0-2.0	0.49	3.63	7.4
>2.0	1.17	5.13	4.4

Примечание. Риск рассчитан на 1 Гр в когорте ПО "Маяк" и на 1 Зв в когорте LSS.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При сравнительном анализе эпидемиологических данных в когорте рабочих ПО "Маяк" и когорте жертв атомного нападения в Японии установлено, что риск лейкемии при пролонгированном облучении ниже, чем при разовом воздействии гамма-или гамма-нейтронного излучения. Наибольший лейкомогенный риск имеет место в первые десять лет после начала воздействия, и наибольший коэффициент пролонгирования дозы отмечен при малых дозах. Результаты первого совместного сравнительного анализа свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований с учетом ряда неопределенностей, выявившихся в процессе выполнения настоящей работы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двойрин В.В., Старинский В.В., Трапезников Н.Н. Информационное обеспечение планирования и оценки российской противораковой программы. Москва.

- Российская Академия Медицинских Наук. Онкологический Научный Центр. Москва, 1992.  
 2. Кошурникова Н., Комлева Н., Байсоголов Г. и др. Эффект облучения у персонала ПО "Маяк". Ядерное общество СССР. Научный Информационно-Методический Бюллетень. - 1992. - №4. - с. 18-21.  
 3. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87. Минздрав СССР.- 3-е изд., перераб. и доп. - М: Энергоатомиздат, 1988. - 160с.  
 4. International Commission on Radiological Protection, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60; Ann. ICRP 21:1-201; 1991.  
 5. Koshurnikova N.A., Buldakov L.A., Bysogolov G.D. et al. Mortality from malignancies of the hematopoietic and lymphatic tissues among personnel of the first nuclear plant in the USSR.- The Science of the Total Environment. - 1994. - V. 142. - p19-23.  
 6. Preston D.L., Lubin J.H., Priebe D.A., McConney M.E. EPICURE. User's Guide. HiroSoft International Coorporation.

Поступила в редакцию в октябре 1995 г.