

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.876:612.669

Лягинская А.М., Петоян И.М., Ермалицкий А.П., Купцов В.В., Карелина Н.М.

РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОСТОЯНИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ МУЖЧИН ПЕРСОНАЛА АЭС

ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, 123182, Москва

Целью настоящей работы явилась ретроспективная оценка репродуктивного здоровья мужчин персонала Калининской и Курской АЭС.

Материал и методы. Для оценки состояния репродуктивного здоровья были использованы показатели фертильности (способность иметь детей) и состояние здоровья новорождённых детей. Для оценки фертильности использовали данные о семейном положении, деторождениях и дозах облучения мужчин, полученные из анкет-опросников, разработанных в рамках проведения исследования. Данные о состоянии новорождённых получали путём выкопировки сведений из индивидуальных карт истории беременной и истории развития новорождённого. Всего в исследовании проанализированы данные о семейном положении 679 мужчин Калининской и 631 мужчин Курской АЭС, а также данные о 735 и 813 новорождённых в семьях персонала Калининской и Курской АЭС, 1438 и 1284 беременных женщин соответственно. В качестве контрольных групп использовали данные о состоянии здоровья новорождённых и беременных группы из населения г. Удомля и г. Курчатов. Объединённые группы составили 1549 новорождённых и 2718 беременных женщин.

Результаты говорят о том, что бесплодные браки по причине мужского бесплодия составляли 0,36% среди персонала Калининской и 0,17% Курской АЭС. Заболеваемость и осложнения в период беременности в семьях персонала Калининской и Курской АЭС сопоставимы с аналогичными показателями в группе беременных контрольной группы и составляли 75,7, 61,6 и 71,0% соответственно. Неблагоприятные исходы беременности (самопроизвольные аборт и ранняя неонатальная гибель новорождённого) составляли 6,9% и 0,1% в семьях персонала Калининской АЭС, 8,9 и 0,2% в семьях персонала Курской АЭС, соответствовали контрольным значениям 7,6 и 0,2% соответственно. Частота рождения ребёнка здоровым соответствует контрольным значениям 73,6% в семьях персонала Калининской АЭС, 65,3% в семьях персонала Курской АЭС и 69,7% в контрольной группе. Относительный риск рождения ребёнка с врождёнными пороками развития (ВПР) в семьях персонала $RR = 0,84$ в семьях персонала на Калининской АЭС и $RR = 0,95$ – на Курской АЭС.

Заключение. Не выявлено влияния профессионального облучения на репродуктивное здоровье мужчин персонала Калининской и Курской АЭС.

Ключевые слова: персонал АЭС; мужчины; репродуктивное здоровье; бесплодие.

Для цитирования: Лягинская А.М., Петоян И.М., Ермалицкий А.П., Купцов В.В., Карелина Н.М. Радиационно-гигиенические аспекты состояния репродуктивного здоровья мужчин персонала АЭС. Гигиена и санитария. 2017; 96(9): 883-887. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-9-883-887>

Для корреспонденции: Антонина Моисеевна Лягинская, д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр. отд. радиационной безопасности населения ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123182, Москва. E-mail: jpeto@yandex.ru

Lyaginskaya A.M., Petoyan I.M., Ermalitskiy A.P., Kuptsov V.V., Karelina N.M.

RADIATION-HYGIENIC ASPECTS OF REPRODUCTIVE HEALTH IN MALES OF THE STAFF OF THE NUCLEAR POWER PLANT

A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Centre, Moscow, 123182, Russian Federation

The aim of this study was a retrospective evaluation of the reproductive health of the male staff of the Kalinin and Kursk nuclear power plant (NPP).

Material and Methods. Fertility indices were used for the evaluation of the reproductive health status (ability to have children) and the health status of their offspring. For the assessment of the fertility there were used data concerning the marital status, childbirths and radiation doses received by males, obtained from the questionnaires, developed as part of this study. The data about the health of newborns was obtained from information copied from the individual cards of pregnant history cases and infant history case. In total, in the study there was analyzed data on the marital status of 679 men from Kalinin and 631 men from Kursk NPP, as well as data on the 735 and 813 newborn in the families of staff of the Kalinin and Kursk NPP, and data on 1438 and 1284 pregnant women respectively. As control groups there were used data about health of newborns and pregnant women of cities of Udomlya and Kurchatov. The combined groups included 1549 newborns and of 2718 pregnant women.

Results. Infertile marriages due to the male infertility accounted for 7.3% of the Kalinin NPP personnel, and 2.5% – of Kursk NPP personnel. The incidence and complication rates of the pregnancy in families of Kalinin and Kursk NPP staff are comparable with those in the control group of pregnant women and were 75.7%, 61.6% and 71.0%, respectively. Adverse pregnancy outcomes (spontaneous abortions and early neonatal death of the newborn) were recorded in 6.9%, 0.1% in the families of the personnel of the Kalinin NPP and 8.9%, 0.2% in the families of the personnel Kursk of the NPP complying with the control values of 7.6% 0.2%, respectively. The frequency of the birth of the health child corresponds to control values as 73.6% of the families of the personnel of the Kalinin NPP, amounting to 65.3% in the families of the personnel of the Kursk NPP and 69.7% in the control group. The relative risk of birth of a child with congenital malformations $RR = 0,84$ in the families of staff at Kalinin NPP and $RR = 1.0$ - at Kursk NPP.

Conclusion. No impact of occupational exposure on the reproductive health was revealed for the male staff both at Kalinin and Kursk NPP.

Key words: NPP staff; male; reproductive health; infertility.

For citation: Lyaginskaya A.M., Petoyan I.M., Ermalitskiy A.P., Kuptsov V.V., Karelina N.M. Radiation-hygienic aspects of reproductive health in males of the staff of the nuclear power plant. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(9): 883-887. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-9-883-887>

For correspondence: Antonina M. Lyaginskaya, MD, PhD, DSci., Professor, Chief Researcher of the Department of the Public Radiation Protection of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Centre, Moscow, 123182, Russian Federation. E-mail: jpeto@yandex.ru

Information about authors:

Lyaginskaya A.M.: <http://orcid.org/0000-0003-2205-5670>; Petoyan I.M.: <http://orcid.org/0000-0002-2707-6537>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 20 June 2017

Accepted: 05 July 2017

Введение

Облучение гонад – главного органа репродуктивной системы – приводит к серьёзным не только медико-генетическим последствиям, но и к социальным проблемам, поскольку генетические эффекты, проявляющиеся у потомства, затрагивают семью и общество в целом.

Учитывая это, в системе радиационной безопасности защите гонад уделяется особое внимание. Наряду с введением эффективной дозы, ограничивающей стохастические эффекты (рак и генетические эффекты), в отечественных НРБ-99/2009 [1] для мужчин репродуктивного возраста (18–30 лет) введены ограничения на работу в условиях планируемого повышенного облучения для защиты будущих поколений детей от генетического риска.

Согласно Публикации № 103 МКРЗ [2], основными радиационно-индуцированными генетическими эффектами облучения гонад человека признаются мультисистемные ВПР, возникающие в результате многолокусных делеций (множественных точковых повреждений генома половых клеток), которые по генезу аналогичны спонтанным многофакторным ВПР, составляющим 50% всех ВПР, но которые в отличие от спонтанных могут наследоваться по аутосомно-доминантному типу, т. е. при унаследовании потомком мутантного гена от одного из родителей и проявляться уже в первом поколении детей.

В настоящее время опубликованы данные о негативных последствиях для потомства вследствие облучения мужчин. Исследования когорт лиц [3–8], получивших относительно большие дозы облучения (ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской АЭС, работники атомной отрасли 70–90-х годов XX века и др.) показали, что статистически достоверное увеличение ВПР у потомства возникает при облучении мужчин в дозах в среднем 100 мЗв и выше.

Вместе с тем до последнего времени исследований состояния репродуктивного здоровья мужчин персонала АЭС не проводилось, несмотря на то что контроль и охрана репродуктивного здоровья персонала является одним из важнейших направлений в Международной системе мер радиационной безопасности и в отечественных нормах радиационной безопасности.

Целью настоящего исследования явилась ретроспективная оценка состояния репродуктивного здоровья и генетического риска у мужчин персонала основных цехов АЭС.

Материал и методы

Исследования выполнены на Калининской и Курской АЭС. Калининская АЭС с реакторами ВВЭР-1000 функционирует с 1984 г. В настоящее время действуют 4 блока.

Курская АЭС с реакторами РБМК-1000 – одна из старейших АЭС в стране. Первый блок введен в эксплуатацию в 1972 г. В настоящее время функционируют 4 энергоблока, идёт строительство пятого энергоблока и подготовка строительства второй АЭС на той же площадке.

В качестве показателей репродуктивного здоровья человека исследовали фертильность (способность иметь детей) и состояние здоровья новорождённого потомства.

Источником необходимых данных служили сведения, полученные методом опроса-анкетирования мужчин персонала по

специально разработанной анкете и медицинские данные, полученные путём выкопировки сведений из индивидуальных карт беременных женщин в семьях персонал Калининской и Курской АЭС.

Метод анкетирования использовали для получения сведений о семейном положении и дозах облучения персонала мужчин. Анкета включала следующие данные:

- возраст, цех, стаж работы в ОВУТ, семейное положение мужчины;
- возраст, место работы (работа на АЭС – да/нет), число неблагоприятных исходов беременностей (выкидыши, мертворождения, ранняя смерть новорождённого) женщины;
- дата рождения, наличие ВПР, инвалидность ребёнка;
- причины отсутствия детей: не может иметь детей жена/муж, сознательный отказ;
- доза облучения, накопленная за период работы в ОВУТ.

Всего методом анкетирования были получены сведения о семейном положении 679 мужчин, работающих в основных цехах Калининской АЭС и 631 мужчин, работающих в основных цехах Курской АЭС за период работы 2001–2013 гг.

Метод выкопировки использовали для получения данных о состоянии здоровья новорождённых детей в семьях мужчин-персонала. Выкопировки производились из индивидуальных медицинских карт «История родов» (форма 096/у) и приложения к ним «История развития новорождённого» (форма 097/у) за период 2001–2013 гг., которые находились в архивах МСЧ-141 и МСЧ-125. Сбор данных проводили методом сплошной выборки.

Всего получены данные на 735 новорождённых и 736 беременных в группе персонала Калининской АЭС и 1438 новорождённых и 1438 беременных в контрольной группе, на 813 новорождённых и 803 беременных в группе персонала Курской АЭС и 1284 новорождённых и 1280 беременных в контрольной группе. Таким образом, всего в анализе использованы данные о 4262 беременных и 4270 новорождённых.

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартных методов, применяемых при анализе медико-биологических данных. Для всех показателей рассчитывали интенсивные показатели, стандартную ошибку среднего показателя, достоверность различий по группам с применением *t*-критерия Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$. Все вычисления проводились в программном комплексе Microsoft Excel [9].

Результаты

Дозы облучения. Сделанные расчёты на основании поступивших в ФГБУ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России форм федерального государственного статистического наблюдения № 1-ДОЗ «Сведения о дозах облучения лиц из персонала в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений» [10] показали, что накопленные к моменту зачатия дозы облучения мужчин персонала АЭС за активный репродуктивный период, который согласно НРБ-99/2009 продолжается с 18 до 30 лет, могут составить для персонала Калининской АЭС 8,0–20,0 мЗв, для персонала Курской АЭС 30–40 мЗв.

Реальные дозы облучения, приведённые в анкетах, показали, что в 97% случаев на Калининской АЭС и в 95% случаев на Курской АЭС накопленные дозы соответствовали расчётным, а в

Распределение деторождений по возрастным группам мужчин

АЭС	Возраст, лет									
	до 20		20–29		30–39		40–49		Всего	
	Всего	%	Всего	%	Всего	%	Всего	%	Всего	%
Калининская	29	3,8	520	67,9	205	26,8	12	1,6	766	100
Курская	27	3,1	620	71,3	207	23,8	16	1,8	870	100

Число деторождений, само по себе, как и возраст, не являются показателями репродуктивного здоровья мужчины, поскольку во многом зависят от социально-экономических условий жизни и осознанного выбора человека и семьи. Но с точки зрения радиационной безопасности, эти показатели важны, так как в соответствии с НРБ-99/2009 [1] защищаемый репродуктивный возраст мужчин продолжается с 18 до 30 лет и, следовательно, дети, рожденные у мужчин в возрасте старше 30 лет, будут составлять группу риска в случае его работы в условиях повышенного планируемого и аварийного облучения.

Анализ распределения деторождений по различным возрастным группам мужчин показывает, что активный репродуктивный возраст продолжается с 20 до 40-летнего возраста (табл. 4).

Приведенные в табл. 4 данные свидетельствуют, что 28,2% деторождений у мужчин Калининской АЭС и 25,6% деторождений у мужчин Курской АЭС реализовались в возрасте старше 30 лет, что свидетельствует о недостаточной радиационной защите мужчин репродуктивного возраста.

Другим важным показателем репродуктивного здоровья является состояние рожденного потомства (новорожденных детей). С точки зрения решаемой проблемы, для оценки состояния новорожденного анализировали его физическое развитие, частоту рождения ребенка с патологией, структуру патологических состояний, частоту врожденных пороков (ВПР) как показателя возможных генетических эффектов облучения отца, а также частоту и структуру пренатальной гибели ребенка.

Объективным показателем физического развития новорожденного является масса тела. В зависимости от массы тела выделяются три категории новорожденных: нормального физического развития – 3000–4000 г, с малой массой (с задержкой развития) – менее 3000 г и с большой массой тела – более 4000 г. Новорожденные с малой массой тела относятся к группе риска по адаптивным возможностям к внеутробной жизни.

Частота рождения маловесных детей, по данным отечественной статистики, составляет среди доношенных детей 15% [13].

Приведенные в табл. 5 данные показывают, что распределение новорожденных по массе тела в семьях персонала не отличалось от распределения в контрольной группе и соответствовало популяционному распределению: 70,0% и 74,3% новорожденных в семьях персонала и 73,2% в группе контроля имели нормальную массу тела 3000–4000 г, 15,5% и 13,8% новорожденных в семьях персонала и 15,7% в группе контроля имели массу менее 3000 г, и 14,6% и 12,0% в семьях персонала и 11,2% в группе контроля имели массу тела более 4000 (табл. 5).

Таблица 5

Показатели физического развития новорожденных в семьях персонала АЭС

Группа	Масса тела, г					
	3000–4000		Менее 3000		Более 4000	
	Всего	%	Всего	%	Всего	%
Персонал Калининской АЭС, n = 735	514	70,0	114	15,5	107	14,6
Персонал Курской АЭС, n = 813	604	74,3	112	13,8	97	12,0
Объединенный контроль, n = 2722. Население г. Удомля, г. Курчатов	1988	73,2	428	15,7	306	11,2

Таблица 1

Дозы облучения мужчин персонала Калининской и Курской АЭС на момент зачатия ребёнка (2001–2013 гг.)

АЭС	Человек	Доза, мЗв						
		5–19		20–49		50–90		более 100
		человек	%	человек	%	человек	%	
Калининская	193	183	94,8	7	3,8	3	1,6	0
Курская	544	408	75,0	109	20,0	27	5,0	0

Таблица 2

Показатели фертильности мужчин персонала Калининской и Курской АЭС в период 2001–2013 гг. (по данным анкетирования)

АЭС	Всего опрошено, человек	Показатель					
		состоят в браке		имеют детей		не имеют детей из состоящих в браке	
		всего	%	всего	%	всего	%
Калининская	679	560	82,5	507	90,5	53	9,5
Курская	626	586	93,6	546	92,3	40	6,8

3 и 5% случаев соответственно на Калининской АЭС и Курской АЭС превышали уровень 50 и 100 мЗв. Сделанные расчёты доз на момент зачатия ребёнка выявили следующее: на Калининской АЭС в 94,8% случаев накопленная доза составляла менее 20 мЗв, в 3,6% случаев в диапазоне 20–49 мЗв и в 1,6% случаев в диапазоне 50–99 мЗв. Случаев деторождений при дозах более 100 мЗв не было выявлено. На Курской АЭС в 75,0% случаев накопленные дозы у мужчин к моменту зачатия находились в диапазоне менее 20 мЗв, в 20,0% случаев в диапазоне 20–49 мЗв и в 5% случаев в диапазоне 30–99 мЗв (табл. 1)

Репродуктивное здоровье. Одним из показателей репродуктивного здоровья является фертильность. Данные, полученные из анкет, показывают, что из общего числа опрошенных мужчин (679 человек на Калининской АЭС и 626 человек на Курской АЭС) 82,5 и 93,6% соответственно, состояли в браке и 90,5 и 93,2% из них имели детей (табл. 2). Из числа состоящих в браке 9,5 и 6,8% мужчин соответственно не имели детей (табл. 2).

Причинами бездетности в браке 3,0% мужчин на Калининской АЭС и 6,3% на Курской АЭС назвали «сознательный отказ», 0,36% и 0,34% – «иметь детей не может жена» и 0,36% и 0,17% – «не может иметь детей мужчина» соответственно на Калининской АЭС и Курской АЭС (табл. 3).

Исходя из полученных сведений, бесплодными можно считать 0,36 мужчин на Калининской АЭС и 0,17% на Курской АЭС, что ниже частоты бесплодия мужчин населения по стране в целом – 1–2% [11].

Анализ возможного влияния профессионального облучения на бесплодие мужчин не выявил этой связи, поскольку дозы облучения мужчин к моменту зачатия не превышали 100 мЗв, а порог временной стерильности при хроническом облучении составляет 400 мЗв [12].

Таблица 3

Причины бездетности в браке, указанные в анкетах мужчин – персонала АЭС (период 2001–2013 гг.)

АЭС	Состоят в браке, человек	Причины					
		сознательный отказ		иметь детей не может жена		иметь детей не может муж	
		Всего	%	Всего	%	Всего	%
Калининская, n = 679	560	17	3,0	2	0,36	2	0,36
Курская, n = 626	586	37	6,3	2	0,34	1	0,17
Всего, n = 1305	1146	54	4,7	4	0,35	3	0,26

Таблица 6

Состояние новорождённых в семьях персонала АЭС в 2001–2013 гг.

Показатель	Группа					
	персонал Калининской АЭС		персонал Курской АЭС		объединённый контроль: Население г. Удомля, г. Курчатова	
	Всего	%	Всего	%	Всего	%
Всего новорождённых	735		813		2718	
Здоровые	541	73,6	531	65,3	1895	69,7
С патологией, в том числе:	194	26,4	282	34,7	827	30,4
ЗВУР	67	9,1	54	6,6	215	7,9
Заболевания	31	4,2	67	8,2	128	4,7
ВВП	12	1,6	29	3,6	76	2,8
Перинатальные состояния	84	11,4	140	17,2	387	14,2

Частота рождения ребёнка здоровым составляла 73,6% в группе персонала Калининской АЭС, 65,3% в группе персонала Курской АЭС и 69,7% в контрольной группе. С патологией соответственно родились 26,4%, 34,7% и 30,4% в группах АЭС и в объединённой контрольной группе (табл. 6).

В структуре патологий ведущее место занимали перинатальные состояния составляя 11,4 и 17,2% у новорождённых в группах персонала и 14,2% в контрольной группе. Частота ВВП составляла 1,6 и 3,6% у новорождённых в группах персонала и 2,8% в группе контроля, что не превышает допустимый спонтанный уровень 6,0% или 60 на 1000, принятый НКДАР для расчёта радиационного риска [4].

Сравнительный анализ частоты и структуры неблагоприятных отклонений в состоянии новорождённых в группах персонала не выявил существенных различий с аналогичными показателями в группе контроля (табл. 6). Частота рождений ребёнка с патологией составляла 26,4% и 34,7% в группах персонала и 30,4% в группе контроля.

Основываясь на положении МКРЗ [2], что ВВП являются основным радиационно-индуцированным генетическим эффектом облучения гонад человека, сделана оценка относительного риска рождения ребёнка с ВВП в семьях мужчин-персонала АЭС.

Относительный риск оценивался, используя формулу $RR = (a/b)/(c/d)$, где a и c – число детей с ВВП в группе персонала и в контроле соответственно, b и d – общее число детей в группе персонала и в группе контроля. Данные для расчёта риска рождения детей с ВВП у мужчин персонала Калининской и Курской АЭС приведены в табл. 7.

Сделанные расчёты показали, что относительный риск рождения ребёнка с ВВП в семьях мужчин персонала Калининской АЭС составляет $RR = 0,84$, а в семьях персонала Курской АЭС – $RR = 0,95$.

Материнские факторы риска для плода. Заболевания и осложнения в период беременности являются материнскими факторами риска для плода. Фактором риска является также возраст беременной женщины (старше 35 лет). Физиологически благоприятным для деторождения является возраст женщины 20–30 лет. У беременных моложе и старше этого возраста чаще возникают нарушения в развитии плода, в том числе возрастает риск рождения ребёнка с ВВП [14].

Распределение беременных по возрастным группам показало, что основное число беременных находится в возрасте 20–30 лет: 87,6% в группе Калининской АЭС, 92,6% в группе Курской АЭС и 85,6% в контрольной группе.

На возраст 16–19 лет приходится соответственно 6,9, 2,7 и 11,0%, а на возраст старше 35 лет – 6,4, 4,7 и 3,7% соответственно. Эти данные свидетельствуют о сопоставимости возрастного распределения беременных женщин в группах персонала с контрольной группой и о соответствии их популяционному распределению [14].

Таблица 7

Данные для расчёта относительного риска рождения ребёнка с ВВП в семьях мужчин персонала Калининской и Курской АЭС

Группа	Показатель			
	всего детей	с ВВП		средняя доза облучения будущего отца до зачатия, мЗв
		абс.	на 1000 новорождённых	
Калининская АЭС	735	12	16,3 ± 4,7	7,5
Контроль	1438	28	19,5 ± 3,6	0,0
Курская АЭС	813	29	35,7 ± 6,5	20,1
Контроль	1284	48	37,4 ± 5,3	0,0

Результаты исследования осложнений и заболеваний в период беременности у женщин из групп персонала и в контрольной группе не выявили существенных различий.

Беременность без осложнений была у 24,3%, у 38,7% женщин – из группы персонала и у 29% женщин контрольной группы. Осложнения в период беременности выявлены у 75,7% и 61,6% женщин из группы персонала и у 71,0% женщин контрольной группы. Заболевания в период беременности выявлены у 24,0 и 29,3% женщин из группы персонала и у 29,6% женщин контрольной группы.

Материнские факторы риска могут являться причиной прерывания беременности. Частота угроз прерывания беременности в группах семей мужчин-персонала не отличалась от частоты угроз прерывания у беременных женщин контрольной группы и составляли соответственно 51,0, 50,9 и 55,4%. Данные о прерываниях беременности и ранней неонатальной гибели также не выявили различий в частоте этой патологии у женщин из групп персонала по сравнению с группой контроля.

Частота прерываний беременности у женщин в семьях мужчин Калининской АЭС составила 6,4%, у женщин в семьях мужчин Курской АЭС – 8,9%, в контрольной группе – 7,6%. Частота ранней неонатальной гибели составляла 0,13, 0,22 соответственно у женщин из семей мужчин Калининской и Курской АЭС, что не превышает контрольных значений 0,24%.

Заключая изложение данных, характеризующих состояние репродуктивного здоровья мужчин персонала АЭС, следует отметить следующие результаты. Основное число обследованных мужчин персонала 90,5% на Калининской АЭС и 93,3% на Курской АЭС состояли в браке и имели детей, бесплодными были 0,36 и 0,17% мужчин соответственно. Частота рождения ребёнка здоровым составляла 73,7% на Калининской АЭС и 65,3% на Курской АЭС и 69,7% в объединённой контрольной группе. Частота рождения детей с ВВП в семьях персонала Калининской АЭС составляла 1,6 и 3,6% в семьях персонала Курской АЭС. Материнские факторы риска были сопоставимы у беременных женщин персонала Калининской и Курской АЭС.

Обсуждение

Анализ полученных данных в целом показывает, что изученные показатели репродуктивного здоровья мужчин-персонала АЭС не отличаются от соответствующих показателей здоровья мужчин, не работающих на АЭС (контрольной группы).

– Уровни бесплодных браков в семьях мужчин-персонала 0,36 и 0,17% Калининской АЭС и Курской АЭС соответственно ниже частоты бесплодия мужчин по стране в целом.

– Частота рождения детей здоровыми 73,6 и 65,3% в семье персонала и 69,7% в контрольной группе соответствует популяционной оценке состояния детей при рождении в стране.

– Частота рождения детей с врождёнными пороками, характеризующими возможные генетические эффекты, индуцированные облучением мужчин – 1,6 и 3,6 (в контроле 2,8%). Исходя из положения МКРЗ [2], что основными радиационно-индуцированными генетическими эффектами являются ВВП, а для расчёта радиационного риска принимается 60 ВВП на 1000 новорождённых, то очевидно, что уровень ВВП в семьях мужчин-персонала 16,3 на 1000 новорождённых на Калининской АЭС и

35,7 на 1000 новорождённых на Курской АЭС, ниже допустимо в 3,7 раза на Калининской АЭС и в 1,7 раза на Курской АЭС. Таким образом, оценённый по частоте ВПР у новорождённых радиационно-индуцированный генетический риск профессионального облучения персонала Калининской и Курской АЭС ниже радиационно-индуцированного генетического риска, принятого НКДАР в качестве допустимого.

– Средние накопленные дозы облучения у мужчин-персонала основных цехов к моменту зачатия ребёнка в 94,8% на Калининской АЭС и в 75,0% случаев на Курской АЭС не превышали 20 мЗв, в 3,6% случаев находились в диапазоне 20–49 мЗв, в 1,6 и 5,0% случаев в диапазоне 50–99 мЗв на Калининской АЭС и на Курской АЭС соответственно. Случаев деторождений при накопленных дозах свыше 100 мЗв не выявлено.

Заключение

Таким образом, совокупность приведённых данных не выявляет влияния профессионального облучения на репродуктивное здоровье мужчин, работающих в основных цехах Калининской и Курской АЭС, и не выявляет различий в состоянии репродуктивного здоровья персонала этих АЭС. Вместе с тем, следует отметить, что у 28,4% мужчин на Калининской АЭС и у 26,6% мужчин на Курской АЭС деторождения были в возрасте старше 30 лет, т. е. в возрасте, на который не распространяются дополнительные ограничения на работу с повышенным облучением. Следовательно, дети, рождённые в семьях мужчин-профессионалов АЭС после 30 лет, потенциально должны быть отнесены к группе риска.

Кроме того, следует отметить, что в отечественных НРБ-99/2009 в целях радиологической защиты репродуктивный возраст мужчин принят продолжительностью в 12 лет, с 18 до 30 лет, что не согласуется с временными параметрами, принятыми в международных рекомендациях МКРЗ, согласно которым продолжительность детородного возраста составляет 1/3 продолжительности профессиональной деятельности (50 лет), что составляет 16 лет, или период с 20 до 36,5 лет.

Принятие рекомендаций МКРЗ по продолжительности защищаемого репродуктивного возраста мужчин с 30 до 35–36 лет позволит снизить риск генетических последствий практически у 90–95% детей, рождённых в семьях мужчин-персонала АЭС.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (п.п. 3–5, 11 см. References)

1. СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). М.; 2009.
2. Публикация 103 Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ). М.: Алана; 2009.
6. Степанова Е.И., Скварская Е.А. Клинико-генетическая и цитогенетическая характеристика детей, родившихся у участников ликвидации последствий чернобыльской аварии. В кн.: Генетические последствия чрезвычайных радиационных ситуаций. Сборник научных трудов. М.: РУДН; 2002: 115–6.
7. Петрушкина Н.П. Здоровье потомков (1–2 поколение) работников первого предприятия атомной промышленности производственного объединения «Маяк» (клинико-эпидемиологическое исследование): Дисс. ... д-ра мед. наук. М.; 2003.
8. Лягинская А.М., Осипов В.А., Туков А.Р., Ермалицкий А.П., Прохорова О.Н. Врожденные пороки развития у потомства отцов, подвергшихся воздействию ионизирующей радиации в малых дозах. Радиационная биология. Радиоэкология. 2009; 49(6): 694–702.
9. Мерков А.М., Поляков Л.Е. Санитарная статистика (Пособие для врачей). М.; Медицина; 1974.
10. Информационно-аналитический справочник «Дозы облучения персонала организаций и населения на территориях, обслужи-

ваемых ФМБА России и Минобороны России, в 2010 г.». М.; 2012.

12. Керимова З.М. Внутритрубная задержка роста плода. Принципы ведения беременности: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2002.
13. Сравнительный анализ параметров генетического здоровья жителей г. Северска и прилегающих территорий. Отчёт НИИ медицинской генетики ТНЦ СО РАМН, 2000 г. Available at: <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=116788&uri=index2.html>
14. Таболин В.А., ред. Справочник неонатолога. Ленинград: Медицина; 1984.
15. Форма № 12 МСЧ-135 и МСЧ-125. Отчётные статистические данные: «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения за 2008–2012 годы».

References

1. SanPiN 2.6.1.2523–09. Norms of radiation safety (NRB-99/2009). Moscow; 2009.
2. Publication 103 of the International Commission on Radiation Protection (ICRP). Moscow: Alana; 2009. (in Russian)
3. Crow J.F. A comparison of fetal and infant death rates in progeny of radiologist. Am. J. Roentgenol. 1955; (73): 467–71.
4. Sever L.E., Gilbert E.S., Hessol N.A., McIntyre J.M. A case-control study of congenital malformations and occupational exposure to low-level ionizing radiation. Am. J. Epidemiol. 1988; 127: 226–42.
5. Parker L., Pearce M.S., Dickinson H.O., Aitkin M., Craft A.W. Stillbirths among offspring of male radiation workers at Sellafield nuclear reprocessing plant. Lancet. 1999; 354(9180): 1407–14.
6. Stepanova E.I., Skvarkaya E.A. Clinico-genetic and cytogenetic characteristics of children born to participants in the elimination of the consequences of the Chernobyl accident. In: Genetic Consequences of Emergency Radiation Situations. Collection of Scientific Papers [Geneticheskie posledstviya chrezvychaynykh radiatsionnykh situatsiy. Sbornik nauchnykh trudov]. Moscow: RUDN; 2002: 115–6. (in Russian)
7. Petrushkina N.P. Health of descendants (1–2 generation) of workers of the first nuclear enterprise of the Mayak production association (clinical epidemiological study): Diss. Moscow; 2003. (in Russian)
8. Lyaginskaya A.M., Osipov V.A., Tukov A.R., Ermalitskiy A.P., Prokhorova O.N. Congenital malformations in the offspring of fathers exposed to ionizing radiation in small doses. Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya. 2009; 49(6): 694–702. (in Russian)
9. Merkov A.M., Polyakov L.E. Sanitary Statistics (Manual for Doctors) [Sanitarnaya statistika (Posobie dlya vrachey)]. Moscow: Meditsina; 1974. (in Russian)
10. Information and Analysis Handbook «Doses to Personnel and the Population in the Areas Served by the FMBA of Russia and the Russian Ministry of Defense in 2010» [Informatsionno-analiticheskiy spravochnik «Dozy obluheniya personala organizatsiy i naseleniya na territoriyakh, obsluzhivaemykh FMBA Rossii i Minoborony Rossii, v 2010 g.»]. Moscow; 2012. (in Russian)
11. ICRP Publication N 60. Recommendations of the International Commission of Radiological Protection. Ann. ICRP. 1991; 21(1-3).
12. Kerimova Z.M. Intrauterine growth retardation of the fetus. Principles of pregnancy management: Diss. Moscow; 2002. (in Russian)
13. Comparative analysis of the genetic health parameters of Seversk residents and adjacent territories. Report Research Institute of Medical Genetics, Siberian Branch of the Academy of Medical Sciences, 2000. Available at: <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=116788&uri=index2.html> (in Russian)
14. Tabolin V.A., ed. Reference Book of the Neonatologist [Spravochnik neonatologa]. Leningrad: Meditsina; 1984. (in Russian)
15. Form No. 12 of the ICU-135 and ICF-125. Reported statistical data: «Information on the number of diseases registered in patients living in the area of treatment facility for 2008–2012». (in Russian)

Поступила 20.06.17

Принята к печати 05.07.17