

REPRODUCTIVE FUNCTION OF WOMEN-DESCENDANTS OF THE FIRST GENERATION OF "MAYAK" NUCLEAR ENTERPRISE PERSONNEL

СОСТОЯНИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ ЖЕНЩИН - ПОТОМКОВ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ "МАЯК"

A.V. Kurbatov, I.A. Vologodskaya, A.V. Henkel, I.A. Ponomareva
Southern-Ural Institute of biophysics, Ozyorsk town, Russian Federation

А.В. Курбатов, И.А. Вологодская, А.В. Генкель, И.А. Пономарева
Южно-Уральский институт биофизики, г. Озерск, Российская Федерация

Abstract

Age reproductive characteristics, distribution of a number of pregnancies and outcomes, and gynecological morbidity were studied in a cohort of 579 women who were born in 1948-1957. All they were descendants of the 1-st generation of personnel which had worked at the nuclear enterprise (Production Association (PA) "Mayak"). An average equivalent dose on fathers' gonads being calculated from external gamma exposure and internal alpha-exposure due to ^{239}Pu body burden was 119.6 ± 6.34 cSv (0.1-790.1 cSv), on mothers' gonads - 92.4 ± 6.97 cSv (0.1-685.9 cSv). A dose in utero from external gamma exposure of 298 women was 17.8 ± 1.55 cSv (0.04-180.6 cSv). The 862 women, whose parents had no doses before conception and doses during pregnancy, represent a control group. Data on the earlier sexual maturation of women in the main group in contrast to the control group were obtained. An average age of menarche in women of the main group (13.45 ± 0.05 years) was significantly lower ($p < 0.05$) than in the control (13.64 ± 0.04 years). The subgroup of women exposed in utero causes it (13.37 ± 0.06 years, $p < 0.05$). In the subgroup of women with preconception and in utero exposure significant differences in reducing of general fertility (4.03 ± 0.15 vs. 4.61 ± 0.08 , $p < 0.05$) were obtained. It is stipulated for the significantly smaller number of birth children per one woman (1.67 ± 0.045 vs. 1.78 ± 0.024 , $p < 0.05$). That was because of higher percent of childless women (4.7% vs. 2.7% in the control), including infertility (2.35% vs. 1.5%, respectively).

Keywords: personnel of "Mayak" nuclear enterprise, chronic occupational exposure, descendants of the 1-st generation, preconception exposure, in utero exposure, reproductive health.

INTRODUCTION

Reproduction is one of main functions of biological organism. Activity of many organs and systems in more than half-life period of a human being (both men and women) is directed on the development and maintenance of reproductive function. Under the impact of various negative factors reproductive health both of present and future generations is getting broken. Exposure to ionizing radiation impact on a human organism can result in general health condition worsening, i.e. direct somatic effects. Gonads with the frustration of hormone-producing and reproductive function as well as zygote at implantation moment and in embryonic period can be damaged. The induction of mutations in gonad cells can be discovered in the following generations (Vorobtsova I.E., 2002).

Conservation of reproductive health and normal heredity of an individual is subjected to genetic safety that means population gene pool immunity from negative complex impact of biological, social, occupational and environmental factors. Protecting and checking reproductive health status of the personnel involved in occupational activity at radiation dangerous industrial enterprises is one of the most important directions in the radiation safety system.

ВВЕДЕНИЕ

Репродукция - одна из основных функций биологического организма, на развитие и поддержание которой направлена деятельность многих органов и систем более чем половины всей жизни человека (как мужчин, так и женщин). При воздействии неблагоприятных факторов страдает репродуктивное здоровье настоящих и будущих поколений. В результате воздействия ионизирующей радиации на организм человека может ухудшаться общее состояние (прямое соматическое действие); возможно повреждение гонад с расстройством гормональной или генеративной функции, поражение зиготы в момент имплантации в эмбриональной фазе и зародышевом периоде, а также могут повреждаться половые клетки с индукцией мутаций, которые могут проявиться в последующих поколениях (Воробцова И.Е., 2002).

Сохранение репродуктивного здоровья и наследственности человека является предметом генетической безопасности, под которой понимают защищенность генофонда от неблагоприятного воздействия комплекса биологических, социальных, производственных и экологических факторов. Охрана и контроль состояния репродуктивного здоровья персонала, занятого на радиационно-опасных предприятиях, является одним из важнейших направлений в системе радиационной безопасности.

In domestic standards on radiation safety and in international recommendations on radiation protection gonads are referred to the most radiosensitive organs. Condition of gonads is applied as the criterion of hygienic normalization for occupational exposure. However studies devoted to reproductive health status in persons occupied on radioactive dangerous enterprises, as well as their descendants are limited (Volkova Z.A. et al., 1985; Kurbatova O.L., 1998; Lyaginskaya A.M., 1997; Lyaginskaya A.M. et al., 2001).

Study of the reproductive health in women who were descendants of the 1-st generation of nuclear enterprise personnel - Production Association "Mayak" (PA "Mayak") and who had began to work at a period of launching and mastering a production (1948-1963) was our study aim.

SUBJECT AND METHODS

Outcomes of pregnancies and gynecological morbidity in 1,441 women of Ozyorsk-town born in 1948-1957 and with practically finished reproductive period (45 years old and senior) were estimated.

Main group included 579 women-descendants of the 1-st generation of the Mayak enterprise personnel. They were characterized with preconception doses and/or doses in utero due to occupational exposure to ionizing radiation of one or both parents at main nuclear production (reactor, radiochemical and plutonium). The 298 of them were women exposed in utero due to their mothers' occupation at the production during pregnancy. The control group consisted of 862 women being born in the same period (1948-1957) in Ozyorsk-town. Their parents had no preconception doses to pregnancy and/or doses while pregnancy.

Persons' primary data of study groups was collected retrospectively with use of information from women's individual medical records (form 025/30-89) at the local feminine outpatient clinic. It was analyzed information about pregnancies and their outcomes as well as gynecological morbidity until 2002 including on the basis of obstetrical and gynecological anamnesis. To code primary medical data we applied the ICD-9. Database of the Mayak personnel families and residents of Ozyorsk-town ("Persey") was used in the study

Statistical processing of data under studies was conducted with use of Student's t-test and Fisher's test.

RESULTS AND DISCUSSION

Characteristic of preconception doses both to external gamma-exposure and internal alpha-exposure due to ^{239}Pu body burden as well as doses *in utero* from external gamma-exposure in women-descendants of the 1-st generation of Mayak personnel is presented in table 1.

В отечественных нормах радиационной безопасности и международных рекомендациях по радиационной защите гонады отнесены к наиболее радиочувствительным органам, их состояние используют в качестве критерия гигиенического нормирования профессионального облучения. Однако исследования состояния репродуктивного здоровья лиц, занятых на радиационно-опасных предприятиях, а также их потомков ограничены (Волкова З.Ф. и соавт., 1985; Курбатова О.Л., 1998; Лягинская А.М., 1997; Лягинская А.М. и соавт., 2001).

Целью настоящего исследования явилась оценка репродуктивного здоровья женщин, являющихся потомками I поколения персонала предприятия атомной промышленности - Производственном объединении "Маяк" (ПО "Маяк"), приступивших к работе в период пуска и освоения производства (1948-1963 гг.).

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценивали исходы беременности и гинекологическую заболеваемость у 1441 женщины города Озерска 1948-1957-го гг. рождения с практически завершённым репродуктивным периодом (45 лет и старше).

Основную группу составили 579 женщин-потомков I поколения персонала ПО "Маяк". Они характеризовались прекоцептивными дозами и/или дозами *in utero* за счет профессионального облучения одного или обоих родителей на основных производствах (реакторном, радиохимическом и плутониевом). Из них 298 женщин были облучены *in utero* за счет работы их матерей на производстве во время беременности. Контрольная группа представлена 862 женщинами 1948-1957 гг. рождения, которые родились в г. Озерске и родители которых не имели прекоцептивных доз к данной беременности и/или доз за беременность.

Сбор первичных данных для лиц изучаемых групп производился ретроспективно на основании индивидуальных регистрационных карт (форма 025/3у-89) городской женской консультации ЦМСЧ-71. На основании акушерско-гинекологического анамнеза проанализированы сведения о количестве беременностей и их исходах, а также гинекологическая заболеваемость по 2002 год включительно. Кодирование первичной медицинской информации проводили на основании МКБ-9. В работе использовалась база данных семей персонала ПО "Маяк" и жителей города Озерска ("Персей").

Статистическую обработку материалов проводили с использованием t-критерия Стьюдента и критерия Фишера.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Характеристика прекоцептивных доз от внешнего гамма-облучения и внутреннего альфа-облучения от инкорпорации ^{239}Pu и доз *in utero* за счет внешнего гамма-облучения у женщин-потомков I поколения персонала ПО "Маяк" представлена в таблице 1.

CHARACTERISTIC OF PRECONCEPTION DOSE AND DOSE *IN UTERO* IN WOMEN-DESCENDANTS OF THE 1-ST GENERATION OF PA "MAYAK" PERSONNEL

ТАБЛИЦА 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕКОНЦЕПТИВНЫХ ДОЗ И ДОЗ *IN UTERO* У ЖЕНЩИН-ПОТОМКОВ 1-ГО ПОКОЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ПО "МАЯК"

Name	Main group		
	Subgroup of women with preconception dose (N=281)	Subgroup of women with preconception dose and/or dose "in utero" (N=298)	All subgroups (N=579)
Average equivalent dose on fathers' gonads (cSv)	124.1±8.17	111.6±10.00	119.6±6.34
Average equivalent dose on mothers' gonads (cSv)	130.7±24.10	86.3±7.04	92.4±6.97
Average dose of <i>in utero</i> external gamma-exposure (cGy)	—	17.8±.55	17.8±1.55

Distribution analysis of 1,441 women according to their job has shown that more than half of them of the main and control groups work themselves at PA "Mayak" (52% and 62% women respectively). The 567 (97.9%) women of the main group and 857 (99.4%) persons from the control group were married. An average age of marriage for the main group persons was 21.4 ± 0.14 and in the control - 20.8 ± 0.11 .

Data on earlier sexual maturation of women from the main group in contrast to the control group are obtained. So, the average age of menarche in women of the main group (13.45 ± 0.05 years) is significantly lower ($p < 0.05$) than in the control (13.64 ± 0.04 years old). The subgroup of women exposed in utero (13.37 ± 0.06 years, $p < 0.05$).

The distribution of pregnancies and its outcomes in the studied groups is presented in tables 2-5. Taking these data into account, we conducted profound analysis of amount infertility and childless women (table 6). In the main group 2.8% of the women had no any pregnancy, in the control group - 1.5%. Fertile but not delivered women were 1.5% and 1.2% in the main and control groups, respectively. As a whole, there were 4.3% of childless women in the main group, and 2.7% -- in control ($p > 0.05$), differences being not significant). The highest percent of childless women are marked in the subgroup of women with exposure in utero (4.7%).

Анализ распределения 1441 женщины по месту работы показал, что более половины основной и контрольной групп сами работают на ПО "Маяк" (52% и 62% женщин, соответственно). В браке состояло 567 (97,9%) женщин основной группы, в контрольной группе - 857 (99,4%) женщин. Средний возраст вступления в брак для лиц основной группы составил $21,4 \pm 0,14$ года, а в контроле - $20,8 \pm 0,11$ года.

Получены данные о более раннем половом созревании женщин основной группы по сравнению с группой контроля. Так, средний возраст наступления менархе в основной группе ($13,45 \pm 0,05$ лет) достоверно ниже, чем в контроле ($13,64 \pm 0,04$ лет), за счет группы женщин, облученных *in utero* ($13,37 \pm 0,06$ лет) ($P < 0,05$).

Распределение беременностей и их исходов в выделенных группах представлено в таблицах 2-5. Исходя из полученных данных, был проведен углубленный анализ количества инфертильных и бездетных женщин в изучаемых группах (таблица 6). Ни одной беременности в основной группе не было у 2,8% женщин, в контроле - у 1,5%. Плодные, но не рожавшие женщины составили 1,5% и 1,2% в основной и контрольной группе, соответственно. В целом, бездетных женщин в основной группе было 4,3%, в контроле - 2,7% ($p > 0,05$, различия не достоверны). Самый высокий процент бездетных женщин отмечен в подгруппе женщин с облучением *in utero* (4,7%).

TABLE 2

DISTRIBUTION OF NUMBER OF PREGNANCIES AND OUTCOMES IN WOMEN OF MAIN GROUP (N=579)

ТАБЛИЦА 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА БЕРЕМЕННОСТЕЙ И ИХ ИСХОДОВ У ЖЕНЩИН ОСНОВНОЙ ГРУППЫ (N=579 ЧЕЛ.)

Number of pregnancies and outcomes	Pregnancies		Medical abortions		Criminal abortions		Spontaneous abortions		Delivery		Delivery with dead fetus		Delivery with alive fetus		Number of born children	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0	16	2.76	132	22.80	561	96.89	472	81.52	25	4.32	573	98.96	25	4.32	25	4.32
1	58	10.02	133	22.97	14	2.42	90	15.54	179	30.92	4	0.69	182	31.43	179	30.92
2	90	15.54	87	15.03	3	0.52	15	2.59	325	56.13	2	0.35	325	56.13	327	56.48
3	88	15.20	96	16.58	1	0.17	2	0.35	45	7.77	0	0.00	42	7.25	43	7.43
4	99	17.10	46	7.95	0	0.00	0	0.00	3	0.52	0	0.00	4	0.69	4	0.69
5	70	12.09	34	5.87	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
6	55	9.50	26	4.49	0	0.00	0	0.00	1	0.17	0	0.00	0	0.00	0	0.00
7	36	6.22	7	1.21	0	0.00	0	0.00	1	0.17	0	0.00	1	0.17	1	0.17
8	29	5.01	6	1.04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
9	15	2.59	5	0.86	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
> 10	23	3.97	7	1.21	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Total	2,466		1,328		23		126		989		8		981		985	
Mean ± error	4.26±0.11		2.29±0.09		0.04±0.01		0.22±0.02		1.71±0.03		0.014±0.006		1.69±0.03		1.70±0.03	
Standard deviation	2.67		2.24		0.24		0.49		0.75		0.14		0.73		0.73	

TABLE 3

DISTRIBUTION OF NUMBER OF PREGNANCIES AND OUTCOMES IN WOMEN OF SUBGROUP WITH PRECONCEPTION DOSES (N=281)

ТАБЛИЦА 3

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА БЕРЕМЕННОСТЕЙ И ИХ ИСХОДОВ В КОГОРТЕ ЖЕНЩИН ОСНОВНОЙ ГРУППЫ С ПРЕКОНЦЕПТИВНЫМИ ДОЗАМИ (N=281)

Number of pregnancies and outcomes	Pregnancies		Medical abortions		Criminal abortions		Criminal abortions		Delivery		Delivery with dead fetus		Delivery with alive fetus		Number of born children	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0	9	3.20	56	19.93	275	97.86	233	82.92	11	3.92	278	98.93	11	3.92	11	3.92
1	21	7.47	67	23.84	4	1.42	42	14.95	78	27.76	2	0.71	80	28.47	79	28.11
2	42	14.95	34	12.10	1	0.36	6	2.14	167	59.43	1	0.36	167	59.43	167	59.43
3	42	14.95	50	17.79	1	0.36	0	0.00	23	8.19	0	0.00	21	7.47	22	7.83
4	44	15.66	22	7.83	0	0.00	0	0.00	2	0.71	0	0.00	2	0.71	2	0.71
5	36	12.81	21	7.47	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
6	30	10.68	14	4.98	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
7	20	7.12	7	2.49	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
8	15	5.34	2	0.71	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
9	10	3.56	3	1.07	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
> 10	12	4.27	5	1.78	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Total	1,264		712		9		54		489		4		485		487	
Mean ± error	4.50±0.17		2.53±0.14		0.03±0.01		0.19±0.03		1.74±0.04		0.014±0.009		1.73±0.04		1.73±0.04	
Standard deviation	2.78		2.41		0.24		0.45		0.69		0.15		0.69		0.69	

TABLE 4

DISTRIBUTION OF NUMBER OF PREGNANCIES AND OUTCOMES IN WOMEN OF SUBGROUP
WITH PRECONCEPTION DOSES AND/OR DOSES *IN UTERO* (N=298)

ТАБЛИЦА 4

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА БЕРЕМЕННОСТЕЙ И ИХ ИСХОДОВ В КОГОРТЕ ЖЕНЩИН ОСНОВНОЙ ГРУППЫ
С ПРЕКОНЦЕПТИВНЫМИ ДОЗАМИ *IN UTERO* (N=298)

Number of pregnancies and outcomes	Pregnancies		Medical abortions		Criminal abortions		Criminal abortions		Delivery		Delivery with dead fetus		Delivery with alive fetus		Number of born children	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0	7	2.35	76	25.50	286	95.97	239	80.20	14	4.70	295	98.99	14	4.70	14	4.70
1	37	12.42	66	22.15	10	3.36	48	16.11	111	33.89	2	0.67	102	34.23	100	33.56
2	48	16.11	53	17.79	2	0.67	9	3.02	158	53.02	1	0.34	158	53.02	160	53.69
3	46	15.44	46	15.44	0	0.00	2	0.67	22	7.38	0	0.00	21	7.05	21	7.05
4	55	18.46	24	8.05	0	0.00	0	0.00	1	0.34	0	0.00	2	0.67	2	0.67
5	34	11.41	13	4.36	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
6	25	8.39	12	4.03	0	0.00	0	0.00	1	0.34	0	0.00	0	0.00	0	0.00
7	16	5.37	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.34	0	0.00	1	0.34	1	0.34
8	14	4.70	4	1.34	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
9	5	1.68	2	0.67	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
> 10	11	3.69	2	0.67	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Total	1,202		616		14		72		500		4		496		498	
Mean ± error	4.03±0.15		2.07±0.12		0.05±0.01		0.24±0.03		1.68±0.05		0.013±0.008		1.66±0.04		1.67±0.04	
Standard deviation	2.53		2.05		0.24		0.53		0.81		0.14		0.78		0.77	

TABLE 5

DISTRIBUTION OF NUMBER OF PREGNANCIES AND OUTCOMES IN WOMEN OF CONTROL GROUP (N=862)

ТАБЛИЦА 5

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА БЕРЕМЕННОСТЕЙ И ИХ ИСХОДОВ В КОГОРТЕ ЖЕНЩИН КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ (N=862 ЧЕЛ.)

Number of pregnancies and outcomes	Pregnancies		Medical abortions		Criminal abortions		Criminal abortions		Delivery		Delivery with dead fetus		Delivery with alive fetus		Number of born children	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0	13	1.51	149	17.29	829	96.17	666	77.26	23	2.67	853	98.96	23	2.67	23	2.67
1	52	6.03	170	19.72	29	3.36	146	16.94	258	29.93	9	1.04	260	30.16	256	29.70
2	112	12.99	169	19.61	3	0.35	37	4.29	479	55.57	0	0.00	484	56.15	482	55.92
3	136	15.78	140	16.24	1	0.12	10	1.16	93	10.79	0	0.00	86	9.98	92	10.67
4	147	17.05	102	11.83	0	0.00	1	0.12	9	1.04	0	0.00	9	1.04	9	1.04
5	126	14.62	66	7.66	0	0.00	2	0.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
6	98	11.37	27	3.13	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
7	78	9.05	18	2.09	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
8	42	4.87	13	1.51	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
9	21	2.44	2	0.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
> 10	37	4.29	6	0.70	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Total	3,974		2,141		38		264		1,531		9		1,522		1,532	
Mean ± error	4.61±0.08		2.48±0.07		0.04±0.008		0.31±0.02		1.78±0.02		0.01±0.003		1.77±0.02		1.78±0.02	
Standard deviation	2.49		2.05		0.24		0.65		0.71		0.10		0.73		0.71	

DISTRIBUTION OF CHILDLESS WOMEN IN MAIN AND CONTROL GROUPS

ТАБЛИЦА 6

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗДЕТНЫХ ЖЕНЩИН В ОСНОВНОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППАХ

Name	Main group						Control group (N=862)	
	Subgroup of women with preconception dose (N=281)		Subgroup of women with preconception dose and/or dose "in utero" (N=298)		All subgroups (N=579)			
	n	%	N	%	n	%	n	%
Infertile women	9	3.2	7	2.35	16	2.8	13	1,5
Fertile but not delivered women	2	0.7	7	2.35	9	1.5	10	1,2
Total childless women	11	3.9	14	4.7	25	4.3	23	2,7

Analysis of outcomes of pregnancies in groups (table 7) shows that average number of pregnancies per one woman was significantly ($p < 0.05$) below the main group (4.26 ± 0.111) in contrast to the control (4.61 ± 0.085) owing to subgroup of women being exposed in utero (4.03 ± 0.147). This affected the average number of born children per woman. In the main group it was 1.69 ± 0.030 child, in the control - 1.78 ± 0.024 ($p < 0.05$).

Анализ исходов беременностей в исследуемых группах (таблица 7) показал, что среднее число беременностей в расчете на одну женщину достоверно ($p < 0,05$) ниже в основной группе ($4,26 \pm 0,111$) по сравнению с контролем ($4,61 \pm 0,085$) за счет подгруппы женщин, облученных in utero ($4,03 \pm 0,147$). Это определило среднее число родившихся детей на одну женщину. В основной группе это составило $1,69 \pm 0,030$ ребенка, в контроле - $1,78 \pm 0,024$ ($p < 0,05$).

These differences are stipulated with reliable reduce in the average number of born children from the subgroup of women exposed in utero (1.67 ± 0.045). Number of spontaneous abortions in the main group (table 7) was significantly below (0.22 ± 0.020) that of in the control (0.31 ± 0.022) owing to subgroup of women with preconception doses (0.19 ± 0.026).

Эти различия обусловлены достоверным снижением среднего числа рожденных детей в подгруппе женщин, облученных in utero ($1,67 \pm 0,045$). Число спонтанных аборт (таблица 7) достоверно ниже в основной группе ($0,22 \pm 0,020$), чем в контроле ($0,31 \pm 0,022$) за счет подгруппы женщин с прекоцептивными дозами ($0,19 \pm 0,026$).

TABLE 7

NUMBER OF PREGNANCIES AND OUTCOMES IN WOMEN OF MAIN AND CONTROL GROUPS

ТАБЛИЦА 7

ЧИСЛО БЕРЕМЕННОСТЕЙ И ИХ ИСХОДЫ У ЖЕНЩИН ОСНОВНОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ ГРУПП

Name	Main group			Control group (N=862)
	Subgroup of women with preconception dose (N=281)	Subgroup of women with preconception dose and/or dose in utero (N=298)	All subgroups (N=579)	
Pregnancies	4.50 ± 0.166	$4.03 \pm 0.147^*$	$4.26 \pm 0.111^*$	4.61 ± 0.085
Medical abortions	2.53 ± 0.144	$2.07 \pm 0.119^*$	2.29 ± 0.093	2.48 ± 0.070
Spontaneous abortions	$0.19 \pm 0.026^*$	0.24 ± 0.031	$0.22 \pm 0.020^*$	0.31 ± 0.022
Criminal abortions	0.03 ± 0.014	0.05 ± 0.014	0.04 ± 0.010	0.04 ± 0.008
Delivery	1.74 ± 0.041	1.68 ± 0.047	1.71 ± 0.031	1.78 ± 0.024
Delivery with dead fetus	0.014 ± 0.009	0.013 ± 0.008	0.014 ± 0.006	0.010 ± 0.003
Number of born children	1.73 ± 0.041	$1.67 \pm 0.045^*$	$1.69 \pm 0.030^*$	1.78 ± 0.024

Note. * - significant differences with control group ($P < 0.05$).

Примечание. * - достоверные различия с контрольной группой ($p < 0,05$).

There were no significant differences in the pregnancy outcome structure among women of main and control groups (table 8). A half of pregnancies (53.9%) are finished with medical abortions both in main and control groups. Up to the end of prenatal period 40.1% zygotes in the main group and 38.5% zygotes in the control group from the number of clinical diagnosing pregnancies were preserved.

Выраженных различий в структуре исходов беременностей женщин основной и контрольной групп не выявлено (таблица 8). Половина беременностей в основной и контрольной группах (53,9%) заканчивалась медицинскими абортми. До конца пренатального периода сохраняется 40,1% зигот в основной группе и 38,5% зигот в контрольной группе от числа клинически диагностированных беременностей.

PREGNANCIE OUTCOME STRUCTURE OF AMONG WOMEN OF MAIN AND CONTROL GROUP

TABLE 8

СТРУКТУРА ИСХОДОВ БЕРЕМЕННОСТЕЙ ЖЕНЩИН В ОСНОВНОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППАХ

ТАБЛИЦА 8

Name	Main group						Control group (N=862)	
	Subgroup of women with preconception dose (N=281)		Subgroup of women with preconception dose and/or dose "in utero" (N=298)		All subgroups (N=579)		n	%
	n	%	n	%	n	%		
Pregnancies	1,264	100.0	1,202	100.0	2,466	100.0	3,974	100.0
Medical abortions	712	56.3	616	51.2	1,328	53.9	2,141	53.9
Spontaneous abortions	54	4.3	72	6.0	126	5.1	264	6.6
Criminal abortions	9	0.7	14	1.2	23	0.9	38	1.0
Delivery	489	38.7	500	41.6	989	40.1	1,531	38.5

Gynecological morbidity is presented in table 9. Feminine sterility frequency is higher in the subgroup of women exposed *in utero* (6.7%) in contrast to the control (4.2%). These data are agreed with more number of unfertile and childless women in the noted subgroup (table 2). It is worth paying attention to that dysfunction of ovaries (6.7% against 4.5%), menstruation disorders (14.4% against 12.5%), inflammatory diseases of feminine pelvic organs (59.7% against 55.8%) and non-inflammatory diseases (57.7% against 52.3%) are more often met in this subgroup as well as infectious diseases of feminine sexual organs (39.3% against 34.7%). However, these excesses are not statistically significant. On average, up to 45 years old it accounts 1.98 gynecological diseases per a woman in the main group, in the control - 1.94. In the subgroup of women being exposed *in utero* this index is 2.1 diseases.

Гинекологическая заболеваемость представлена в таблице 9. Частота женского бесплодия выше в подгруппе женщин, облученных *"in utero"* (6,7%) по сравнению с контролем (4,2%). Эти данные согласуются с большим количеством бесплодных и бездетных женщин в указанной подгруппе (см. таблицу 2). Обращает на себя внимание то, что в этой же подгруппе чаще встречаются дисфункции яичников (6,7% против 4,5%), расстройства менструаций (14,4% против 12,5%), воспалительные заболевания женских тазовых органов (59,7% против 55,8%) и невоспалительные заболевания (57,7% против 52,3%), а также инфекционные заболевания женских половых органов (39,3% против 34,7%). Однако эти превышения не являются статистически значимыми. В среднем к возрасту 45 лет на одну женщину основной группы приходится 1,98 гинекологических заболевания, в контроле - 1,94 заболевания. В подгруппе женщин, облученных *in utero*, этот показатель составляет 2,1 заболевания.

FREQUENCY OF GYNECOLOGICAL MORBIDITY AMONG WOMEN-DESCENDANTS OF THE 1-ST GENERATION OF MAYAK PERSONNEL (%)

TABLE 9

ЧАСТОТА ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ У ЖЕНЩИН-ПОТОМКОВ I-ГО ПОКОЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ПО "МАЯК" (%)

ТАБЛИЦА 9

Nosological forms (by use ICD-9)	Main group						Control group (N=862)	
	Subgroup of women with preconception dose (N=281)		Subgroup of women with preconception dose and/or dose <i>in utero</i> (N=298)		All subgroups (N=579)		n	%
	n	%	n	%	n	%		
Woman infertility (628)	11	3.9	20	6.7	31	5.4	36	4.2
Menstruation disorders (626)	36	12.8	43	14.4	79	13.6	108	12.5
Menopause disorders (627)	3	1.1	8	2.7	11	1.9	19	2.2
Inflammatory diseases (614-616)	165	58.7	178	59.7	343	59.2	481	55.8
Non-inflammatory diseases (617-625)	143	50.9	172	57.7	315	54.4	451	52.3
Dysfunction of ovary (256)	6	2.1	20	6.7	26	4.5	39	4.5
Benign neoplasm (218-221)	75	26.7	71	23.8	146	25.2	238	27.6
Infectious diseases (016.4; 078; 091; 098; 098.1; 112.1; 130; 131.0)	77	27.4	117	39.3	194	33.5	299	34.7

CONCLUSION

Based on modern conception of gametogenesis as of one of the most important individual development stages one can suppose that changes in normal conditions for feminine gametes development in the result of exposure to ionizing radiation will be greatly reflected on further individual development both in antenatal and postnatal periods. In the period after differentiation of germ lines the *in utero* exposure results in reduce in mass of gonads, suppression of gametogenesis, reduce of fertility and atrophies of gonads in postnatal period. Changes of gonads, in particular, damages of reproductive and genetic health, being resulted from fetal exposure can be realized in a row of next generations. So, the remote consequences of such exposure appear among the most dangerous remote consequences. We have revealed in these studies a number of changes in reproductive function, after having analyzed age pubescence, outcomes of pregnancies and gynecological morbidity in women-descendants of the I-st generation of the "Mayak" personnel set to work at a period of starting and maintaining the production (1948-1963). So, data on the significantly earlier age of menarche starting (13.45 ± 0.05 against 13.64 ± 0.04 years old in control) are obtained in 579 women. The average preconception dose on fathers' gonads is 119.6 cSv and mothers' gonads - 92.4 cSv as well as dose in utero - 17.8 cGy from the external gamma-irradiation. This may testify to earlier sexual maturation in women of the main group owing to subgroup of women exposed *in utero*.

There is revealed higher percent of childless women (4.7% against 2.7% in the control) at the expense of both fertility and number of unrealized deliveries in the subgroup of women with preconception doses and being exposed *in utero*. This conforms to the greater frequency of feminine sterility in the subgroup (6.7% against 4.2% in the control). Significant differences in reducing of general fertility (4.03 ± 0.15 against 4.61 ± 0.08 pregnancies per one woman in control) are obtained in this subgroup; this may have caused significantly lower number of children per woman (1.67 ± 0.045 against 1.78 ± 0.024 viviparity). As for gynecological morbidity it is necessary to note that in this subgroup there are more often met dysfunction of gonads (6.7% against 4.5%), menstruation disorders (14.4% against 12.5%), inflammatory diseases of feminine pelvic organs (59.7% against 55.8%) and non-inflammatory diseases (57.7% against 52.3%), and also infectious diseases of feminine sexual organs (39.3% against 34.7%). However, these excesses are not statistical significant. On average by the age of 45 years old per a woman: it is due to 1.98 gynecological diseases in the main group and 1.94 diseases -- in the control, In the subgroup of women being exposed to radiation in utero this value is 2.1 diseases. Thereby, reproductive health status of women

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из современных представлений о гаметогенезе, как об одном из важнейших этапов индивидуального развития, можно ожидать, что изменение нормальных условий развития женских гамет в результате облучения будет существенным образом отражаться на последующем развитии особи как в период антенатальной, так и постнатальной жизни. Облучение "*in utero*" в период после дифференцировки первичных половых клеток в истинные половые клетки приводит к уменьшению массы гонад, подавлению гаметогенеза, снижению плодовитости и атрофии гонад в постнатальной жизни. Изменения, возникающие в гонадах после облучения плода, в частности нарушения репродуктивного и генетического здоровья, могут реализоваться в ряде поколений, что ставит отдаленные последствия их облучения в ряд наиболее опасных. В данной работе при анализе возраста полового созревания, исходов беременности и гинекологической заболеваемости женщин-потомков I поколения персонала ПО "Маяк", приступивших к работе в период пуска и становления производств (1948-1963 гг.), отмечен ряд изменений в состоянии репродуктивной функции. Так, получены данные о достоверно более раннем наступлении менархе ($13,45 \pm 0,05$ против $13,64 \pm 0,04$ лет в контроле) у 579 женщин, имевших средние прекоцептивные дозы на гонады отца 119,6 сЗв и гонады матери - 92,4 сЗв, а также дозы "*in utero*" 17,8 сГр от внешнего гамма-облучения. Это может свидетельствовать о более раннем половом созревании женщин основной группы за счет подгруппы женщин, облученных *in utero*.

В подгруппе женщин, имевших прекоцептивные дозы и облучение "*in utero*", выявлен более высокий процент бездетных женщин (4,7% против 2,7% в контроле) как за счет инфертильности, так и за счет числа нереализованных родов. Это согласуется и с большей частотой женского бесплодия в этой подгруппе (6,7% против 4,2% в контроле). В этой же подгруппе получены достоверные различия в снижении общей плодовитости ($4,03 \pm 0,15$ против $4,61 \pm 0,08$ беременности на одну женщину в контроле), что привело и к достоверно меньшему числу детей на одну женщину ($1,67 \pm 0,045$ против $1,78 \pm 0,024$ живорождения). В отношении гинекологической заболеваемости обращает на себя внимание то, что в этой же подгруппе чаще встречаются дисфункции яичников (6,7% против 4,5%), расстройства менструаций (14,4% против 12,5%), воспалительные заболевания женских тазовых органов (59,7% против 55,8%) и невоспалительные заболевания (57,7% против 52,3%), а также инфекционные заболевания женских половых органов (39,3% против 34,7%). Однако эти превышения не являются статистически значимыми. В среднем к возрасту 45 лет на одну женщину основной группы приходится 1,98 гинекологических заболеваний, в контроле - 1,94 заболевания. В подгруппе женщин, облученных *in utero*, этот показатель составляет 2,1 заболевания.

with preconception doses and being exposed in utero requires special attention. This fact allows referring to these women to a group for risks on remote deterministic radiation effects and defines need for additional medical protective actions application reproductive system of such women.

Заслуживает особого внимания состояние репродуктивного здоровья женщин, имевших прекоцептивные дозы и облучение "in utero", что позволяет их отнести в группу риска отдаленных детерминистских радиационных эффектов. Это определяет необходимость дополнительных медицинских мер защиты репродуктивной системы этих жен-

REFERENCES

Волкова З.А., Злобина Н.С., Сивочалова О.В., Гурвич Е.Б. Влияние факторов производственной среды и трудового процесса на женский организм; меры профилактики. В кн. Гигиена труда женщин / под ред. Н.Ф. Измерова, Х.Г. Хойблайна. М.: Медицина, 1985, с. 118-184.
 [Volkova Z.A., Zlobina N.S., Sivochalova O.V., Gurvich E.B. Influence of Occupational Factors and Work Process on Women Organism; Prevented Measures. In: N. F. Izmerov, H.-G. Haublein (Eds.), Hygiene of Women' Work. M.: Medicine, 1985, p. 118-184]
Воробцова И.Е. Генетические и соматические эффекты ионизирующей радиации у человека и животных (сравнительный аспект). Радиационная биология. Радиоэкология, 2002, 6: 639-643.
 [Vorobtsova I. E. Genetic and Somatic Effects in Ionizing Radiation in Humans and Animals (Comparative Aspects). Radiat. Biol. Radioecology, 2002, 6:639-643]
Курбатова О.Л. Этнодемографические процессы и экологическая ситуация в Москве в свете проблемы генетической безопасности населения // Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. М.: МГФ "Знание", 1998. с.311-335.
 [Kurbatova O. L. Ethnic and Demographic Processes and Ecological Situation in Moscow in View of Problem of Population Genetic Safety. In: Safety

of Russia. Lawful, Social and Economic, Scientific and Technical Aspects. M.: MGF "Znanie", 1998, p. 311-335]

Лягинская А.М. Опасности воздействия ионизирующей радиации на репродуктивные органы (гонады). В кн. Репродуктивное здоровье женщины и потомство в регионах с радиоактивным загрязнением (последствия аварии на ЧАЭС) / Под ред. Проф. М.В. Федоровой, проф. В.И. Краснопольского, проф. А.М. Лягинской., М.: Медицина, 1997, с. 62-66.

[Lyaginskaya A.M. Danger Influence of Radiation Exposure on Reproductive Organs (Gonads). In: M.V. Fedorova, V.I. Krasnopolsky, A.M. Lyaginskaya (eds.). Reproductive Health of Woman and Her Posterity in Regions with Radioactive Contamination. M.: Medicine, 1997, p. 62-66]

Лягинская А.М., Осипов В.А., Бугрова Т.И., Креушева И.Ф., Плиткина В.М., Карепанова Л.А., Афанасьева Р.В. Состояние функции воспроизводства у женщин, работающих на Смоленской АЭС в цехах с вредными условиями труда. Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2001, 4: 12-18.

[Lyaginskaya A.M., Osipov V.A., Bugrova T.I., Kreusheva I.F., Plitkina V.M., Karepanova L.A., Afanasieva R.V. Status of Reproductive Function in Women Who are Working at Smolensk Atomic Energy Station in Workshops with Harmful Work Conditions. Medicine radiology and radiation safety, 2001, 4: 12-18]