



Оценка репродуктивного профиля женщин второго поколения потомков лиц, подвергшихся радиационному воздействию после ядерного взрыва 29 августа 1949 года

Ю. А. Дударева, В. А. Гурьева

Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул

Цель исследования: сравнительная оценка основных показателей репродуктивного здоровья женщин второго поколения потомков в зависимости от суммарной эффективной дозы (ЭД), полученной прауродителями после ядерного взрыва 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне.

Дизайн: аналитическое одномоментное (поперечное) исследование.

Материалы и методы. Основную группу составили 67 женщин, прауродители которых находились в зоне радиационного воздействия ядерного взрыва 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне. Их разделили на две подгруппы: в 1-ю включены 12 женщин, предки которых получили максимальную ЭД 121,2–157,1 сЗв, во 2-ю — 55 женщин, предки которых получили суммарную (накопленную) ЭД 44,3–63,3 сЗв. В контрольную группу вошли 53 женщины. Критерий включения в нее — отсутствие факта проживания всех трех поколений на территории, подвергшейся радиационному воздействию.

Проведено общее обследование, включавшее оценку клинических и параклинических параметров репродуктивного здоровья, прежде всего гинекологического статуса. Изучали субпопуляционную структуру иммунокомпетентных клеток периферической крови (Т-лимфоциты — CD3+, Т-хелперы — CD4+, цитотоксические Т-клетки — CD8+), фагоцитарный индекс. Проводили количественную оценку уровней основных провоспалительных цитокинов: фактора некроза опухоли α (ФНО- α), интерлейкина (ИЛ) 1 β , ИЛ-6.

Результаты. Установлен значительно более высокий уровень гинекологической заболеваемости у участниц основной группы по сравнению с контрольной вне зависимости от ЭД, полученной прауродителями: 234,3 против 96,2 ($p < 0,05$). Среди гинекологических заболеваний у женщин основной группы чаще всего встречались нарушения менструального цикла и репродуктивной функции, хронические воспалительные процессы гениталий, гормонально-зависимые заболевания. Среди нарушений менструального цикла у них преобладал гипоменструальный синдром (олигоменорея, аменорея), при этом он начинался с менархе. Менархе у участниц основной группы было более поздним по сравнению со сверстницами из контрольной группы: 13,5 года против 12,7 года ($p < 0,05$).

Нарушения цитокинового баланса встречаются чаще у женщин основной группы. Не выявлены различия в проценте отклонений от нормы уровней ИЛ-1 β и ФНО- α в зависимости от полученной прауродителями дозы радиации. Однако уровень ИЛ-6 был чаще повышен у женщин, прауродители которых получили более высокую ЭД: 50,0% против 12,7% ($p < 0,05$). Нарушения функциональной активности клеточного звена иммунитета установлены у всех женщин основной группы, так как содержание цитотоксических Т-клеток было снижено до $22,4 \pm 4,3\%$, а иммунорегуляторный индекс увеличен до $1,9 \pm 0,4$ что значимо отличалось от контрольной группы (для обоих показателей $p < 0,05$). При этом у участниц основной группы, прауродители которых получили большую дозу радиации, отмечено меньшее содержание в крови цитотоксических Т-клеток ($21,1 \pm 4,2\%$ против $23,4 \pm 3,4\%$; $p < 0,05$).

Заключение. У женщин второго поколения потомков лиц, подвергшихся воздействию радиации, ниже показатели репродуктивного здоровья по сравнению с женщинами, проживающими на территории, не подвергавшейся таковому, однако различия в ЭД, полученной прауродителями, не оказывали особого влияния на состояние здоровья.

Ключевые слова: репродуктивное здоровье, потомки, радиационное воздействие, эффективная доза.

Reproductive Profile Assessment of Female Second-Generation Descendants of People Exposed to Radiation after the Nuclear Test of August 29, 1949

Yu. A. Dudareva, V. A. Gurieva

Altai State Medical University, Barnaul

Study Objective: To compare basic reproductive health parameters in females, in relationship to the radiation total effective dose equivalent (TEDE) received by their grandparents after the nuclear test conducted at the Semipalatinsk Test Site on August 29, 1949.

Study Design: This was an analytical, one-stage (cross-sectional) study.

Materials and Methods: The main group consisted of 67 women whose grandparents were exposed to radiation after the nuclear test conducted at the Semipalatinsk Test Site on August 29, 1949. These women were divided into two subgroups: subgroup 1 consisted of 12 women whose ancestors' maximum TEDE had been 121.2 to 157.1 cSv, and subgroup 2 was made up of 55 women whose ancestors' total (cumulative) effective dose had been 44.3 to 63.3 cSv. The control group was made up of 53 women. Criteria for inclusion in the control group were that neither they nor their parents or grandparents had lived in areas exposed to radiation.

Study participants underwent physical examination, including assessment of clinical and paraclinical reproductive health parameters, primarily those related to gynecological and obstetric status. Subpopulation profiles of peripheral blood immune cells (CD3⁺ T-cells, CD4⁺ T-helpers, and CD8⁺ cytotoxic T-cells) were studied and phagocytic index was measured. Levels of main proinflammatory cytokines were measured; these included tumor necrosis factor- α (TNF α), interleukin (IL) 1 β , and IL6.

Гурьева Валентина Андреевна — д. м. н., профессор, врач акушер-гинеколог высшей категории, профессор кафедры акушерства и гинекологии с курсом дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России. 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 40. E-mail: vgurjeva@yandex.ru

Дударева Юлия Алексеевна — д. м. н., врач акушер-гинеколог высшей категории, доцент кафедры акушерства и гинекологии с курсом дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России. 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 40. E-mail: julia.dudareva@mail.ru



Study Results: The study showed a significantly higher prevalence of gynecological disorders in the main group than in the control group, regardless of the TEDE received by the women's grandparents (234.3 vs. 96.2, respectively; $p < 0.05$). The most common gynecological disorders in the main group were menstrual disturbances, reproductive disorders, chronic pelvic inflammatory disease, and hormone-dependent disorders. The most common menstrual disturbance was hypomenorrhea (oligomenorrhea or amenorrhea), beginning at the menarche. Participants in the main group experienced the menarche later than their age-matched controls: 13.5 vs. 12.7 ($p < 0.05$).

Cytokine imbalance was most often present in the main group. The rates of abnormal IL-1 β and TNF α levels were independent of the radiation dose received by the women's grandparents. Higher IL-6 levels were, however, more frequently observed in women whose grandparents had received higher TEDE (50.0% vs. 12.7%, respectively; $p < 0.05$). Cellular immunity dysfunction was found in all women in the main group: levels of cytotoxic T-cells were decreased to $22.4 \pm 4.3\%$ and the immunoregulatory ratio was elevated up to 1.9 ± 0.4 , which was significantly different from the control group values ($p < 0.05$ for both comparisons). The main group participants whose grandparents had received higher radiation doses had lower blood levels of cytotoxic T-cells ($21.1 \pm 4.2\%$ vs. $23.4 \pm 3.4\%$; $p < 0.05$).

Conclusion: Female second-generation descendants of people exposed to radiation had poorer reproductive health parameters than women living in areas not exposed to radiation. Their health parameters, however, were not particularly affected by the TEDE levels received by their grandparents.

Keywords: reproductive health, descendants, radiation exposure, effective dose equivalent.

Проведение ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне в 1949–1962 гг. оказало негативное воздействие на население Алтайского края [1, 2]. Особенно значимым для некоторых районов было первое испытание 29 августа 1949 г., произведенное при неблагоприятных погодных условиях [1–3].

Наиболее сложной была ретроспективная реконструкция доз радиационного воздействия путем математического моделирования для каждого населенного пункта Алтайского края в соответствии с хронологией взрывов [1].

Проведенное ранее исследование показало, что у непосредственно облученных женщин частота соматической патологии, гинекологических заболеваний, нарушений менструальной функции выше в зонах с более высокой эффективной дозой (ЭД) радиационного воздействия [3]. Изменения в системе иммунитета также были более выражены у населения, получившего более высокую ЭД [1, 2].

Изучение состояния здоровья второго поколения потомков в детском возрасте в зависимости от ЭД радиационного воздействия на предков показало, что уровень заболеваемости превышал показатели контрольной группы вне зависимости от дозы облучения предков [1]. Особенно низкий уровень соматического здоровья был у детей, предки которых получили максимальную дозу радиации, причем в большей степени у девочек в возрасте 7–15 лет за счет заболеваний мочевыделительной системы, верхних дыхательных путей, болезней кишечника, в то же время заболевания щитовидной железы чаще наблюдались у девочек, прародители которых получили меньшую дозу [1]. Более низкие показатели здоровья также были выявлены в результате обследования детей ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС, работавших в 1986–1989 гг. [4].

Репродуктивная система женщины является одним из самых чувствительных индикаторов неблагоприятного влияния окружающей среды и отдельных ее компонентов, в частности ионизирующего излучения [3, 5]. Очевиден факт очень тесной взаимосвязи между нарушениями в системе иммунитета и в репродуктивной системе женщины [6]. Нарушения в иммунной системе способны как инициировать развитие патологических процессов, так и влиять на их течение и прогноз [2, 7].

Целью исследования стала сравнительная оценка основных показателей репродуктивного здоровья женщин второго поколения потомков в зависимости от суммарной ЭД, полученной прародителями после ядерного взрыва 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование является аналитическим одномоментным (поперечным) с формированием групп на проспектив-

ном этапе с учетом определенных критериев включения и исключения. Одна из основных задач исследования — определение возможной взаимосвязи нарушения репродуктивного здоровья потомков с дозами, полученными прародителями.

Основную группу составили 67 женщин, которых разделили на две подгруппы. Критерии включения в основную группу: фертильный возраст, прародители находились в зоне радиационного воздействия ядерного взрыва 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне. В 1-ю подгруппу включены 12 женщин, предки которых получили максимальную ЭД 121,2–157,1 сЗв (с. Беленькое, с. Топольное Угловского района Алтайского края), во 2-ю подгруппу вошли 55 женщин, предки которых получили суммарную (накопленную) ЭД 44,3–63,3 сЗв (с. Лаптев Лог Угловского района, с. Веселоярск Рубцовского района Алтайского края).

В контрольную группу вошли 53 женщины фертильного возраста. Критерий включения в нее — отсутствие факта проживания всех трех поколений на территории, подвергшейся радиационному воздействию.

Критерии исключения из обеих групп: профессиональные вредности, связанные с воздействием радиации, факторов химического производства.

Группы были сопоставимы по возрасту, социальному положению, профессиональному статусу.

Проведено общее обследование, включавшее оценку клинических и параклинических параметров репродуктивного здоровья, прежде всего гинекологического, акушерского статуса. Методом проточной цитофлуориметрии изучали субпопуляционную структуру иммунокомпетентных клеток периферической крови (Т-лимфоциты — CD3+, Т-хелперы — CD4+, цитотоксические Т-клетки — CD8+), фагоцитарный индекс. Методом твердофазного ИФА с использованием тест-систем Procon (ООО «Протеиновый Контур», г. Санкт-Петербург) проводили количественную оценку уровней основных провоспалительных цитокинов: ФНО- α , ИЛ-1 β , ИЛ-6.

Статистическую обработку данных производили с помощью современных методов с применением пакета прикладных программ Statistica 8.0, Excel 2007. В виде среднего значения \pm стандартное отклонение ($X \pm \sigma$) указывали случайные величины при нормальном распределении. Значения долевых показателей (число больных на 100 обследованных) представлены в виде $\hat{p} \pm S_{\hat{p}}$, где \hat{p} — оценка доли, $S_{\hat{p}}$ — стандартная ошибка доли с введением поправки Йетса для бинарного распределения. Статистическую значимость результатов оценивали различными методами с учетом характера признака и типа рас-

пределения. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Работа одобрена на заседании Этического комитета в ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол № 12 от 08.11.2012 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе исследования установлен значительно более высокий уровень гинекологической заболеваемости у участниц основной группы по сравнению с контрольной вне зависимости от дозы, полученной прародителями после ядерного испытания 29 августа 1949 г. (рис. 1).

Частота гинекологических заболеваний у женщин второго поколения потомков, вне зависимости от дозы радиации, полученной прародителями, была выше, чем в контрольной группе, прежде всего за счет нарушений менструального цикла и репродуктивной функции, хронических воспалительных процессов гениталий, гормонально-зависимых заболеваний (табл. 1). Сравнительный анализ частоты патологии репродуктивной сферы у женщин второго поколения потомков в зависимости от ЭД, полученной прародителями, не выявил значимых различий, хотя имеется тенденция к увеличению частоты гормонально-зависимых заболеваний,

эрозии шейки матки, воспалительных заболеваний шейки матки и влагалища у женщин, прародители которых получили более высокую дозу (см. табл. 1).

Среди нарушений менструального цикла у женщин основной группы преобладал гипоменструальный синдром (олигоменорея, аменорея), при этом он начинался с менархе. Одним из показателей, характеризующим менструальную функцию, функционирование гипоталамо-гипофизарной системы является возраст менархе (первая менструация). Менархе у женщин основной группы было более поздним по сравнению со сверстницами, прародители которых проживали на территории, не подвергшейся радиационному воздействию (рис. 2).

Далее изучены основные показатели иммунной системы, так как именно она первой отвечает на различные неблагоприятные факторы окружающей среды. Сравнительная оценка количества имеющих отклонения в содержании провоспалительных цитокинов показала, что нарушения цитокинового баланса встречаются чаще у женщин основной группы (рис. 3). Не выявлены различия в проценте отклонений от нормы уровней ИЛ-1 β , ФНО- α в зависимости от полученной прародителями дозы радиации. Однако уровень ИЛ-6 был чаще повышен у женщин, прародители которых получили более высокую ЭД ($p < 0,05$) (см. рис. 3).

Нарушения функциональной активности клеточного звена иммунитета установлены у всех женщин основной

Рис. 1. Распространенность гинекологической патологии (на 100 обследованных) в группах исследования.

* Здесь, в рисунках 2, 3 и в таблицах 1, 2: отличие от контрольной группы статистически значимо ($p < 0,05$)

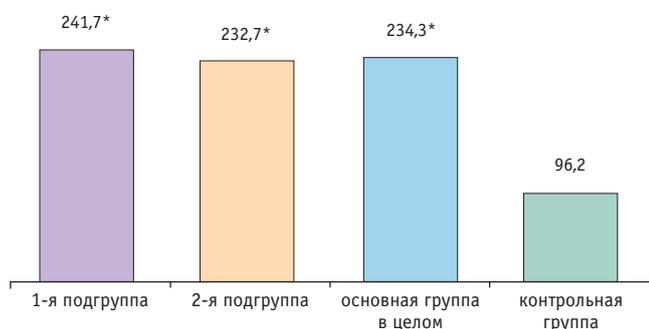


Рис. 2. Возраст менархе в группах исследования

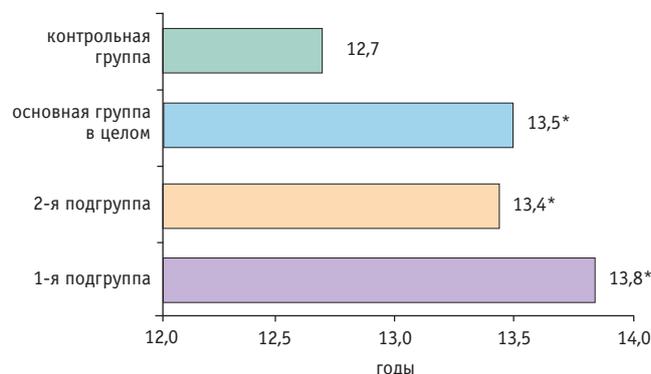


Таблица 1

Частота гинекологической патологии в группах исследования

Нозологии	Основная группа						Контрольная группа (n = 53)	
	1-я подгруппа (n = 12)		2-я подгруппа (n = 55)		в целом (n = 67)		абс.	$\hat{P} \pm S_p (\%)^t$
	абс.	$\hat{P} \pm S_p (\%)^t$	абс.	$\hat{P} \pm S_p (\%)^t$	абс.	$\hat{P} \pm S_p (\%)^t$		
Воспалительные заболевания матки и яичников	5	41,7 \pm 17,8	22	40,0 \pm 13,0	27	40,3 \pm 11,8*	11	20,8 \pm 1,5
Воспалительные заболевания шейки матки и влагалища	6	50,0 \pm 20,2*	18	32,7 \pm 12,4	24	35,8 \pm 11,5*	5	9,4 \pm 1,1
Эрозия и эктропион шейки матки	9	75,0 \pm 24,5	29	52,7 \pm 13,2	38	56,7 \pm 11,9	30	56,6 \pm 13,3
Нарушения менструального цикла	5	41,7 \pm 17,8*	23	41,8 \pm 13,0*	28	41,8 \pm 11,8*	1	1,9 \pm 0,5
Бесплодие	3	25,0 \pm 7,8*	25	45,5 \pm 13,2*	28	41,8 \pm 11,8*	2	3,8 \pm 0,7
Гормонально-зависимые заболевания (миома матки, кисты яичников, доброкачественная дисплазия молочной железы)	3	25,0 \pm 10,2	9	16,4 \pm 8,7	12	17,9 \pm 8,1*	2	3,8 \pm 0,7

Показатели иммунограммы у 2-го поколения потомков лиц, находившихся в зоне радиационного воздействия, в зависимости от зоны проживания

Показатели иммунограммы	Основная группа						Контрольная группа	
	1-я подгруппа (n = 12)		2-я подгруппа (n = 55)		в целом (n = 67)		группа (n = 30)	
	X	± σ	X	± σ	X	± σ	X	± σ
T-хелперы CD3+, %	67,1	4,1	67,2	6,1	67,1	5,7	66,9	5,4
T-хелперы CD4+, %	39,3	3,9	41,1	4,6	40,8	4,5	39,4	5,3
Цитотоксические Т-клетки CD8+, %	21,1**	4,2	23,4	3,4	22,4*	4,3	25,5	3,8
Иммунорегуляторный индекс (соотношение CD4+/CD 8+)	1,9	0,3	1,6	0,3	1,9	0,4	1,6	0,3
В-клетки, %	9,3	2,9	9,6	3,04	9,6	3,0	9,8	3,3
HLA DR, %	9,4	2,9	10,4	3,1	10,4	3,1	9,4	2,1
Фагоцитарный индекс	52,2*	7,9	52,4*	7,5	52,2*	7,5	56,5	6,1

группы, так как содержание цитотоксических Т-клеток было снижено до $22,4 \pm 4,3\%$, а иммунорегуляторный индекс увеличен до $1,9 \pm 0,4$, что значимо отличалось от контрольной группы (для обоих показателей $p < 0,05$) (табл. 2). При этом у участниц основной группы, прародители которых получили большую дозу радиации, отмечено меньшее содержание в крови цитотоксических Т-клеток ($p < 0,05$), что подтверждает отдаленные последствия радиационного воздействия в поколениях и более выраженные изменения в клеточном звене иммунитета (см. табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования установлено, что у женщин второго поколения потомков лиц, подвергшихся радиационному воздействию, вне зависимости от ЭД, полученной прародителями, проявлениями отдаленных радиационных воздействий стали более позднее менархе, увеличение частоты нарушений менструального цикла, бесплодия, что является следствием гипоталамо-гипофизарной дисфункции, характерной для данной категории женщин. Вероятнее всего, одной из причин этого, как и хронического течения воспалительных заболеваний женских половых органов, является дисфункция иммунной системы — повышенные уровни провоспалительных цитокинов, функциональные изменения в клеточном звене иммунитета.

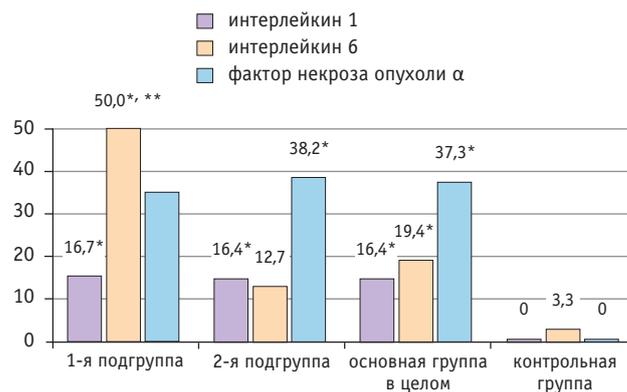
Фундаментальные работы отечественных авторов показали, что потомки облученных вплоть до второго поколения имеют характерные нарушения в иммунной системе, ассоциированные с радиационным воздействием и проявляющиеся прежде всего увеличением экспрессии [1, 2] и продукции провоспалительных цитокинов, а также изменениями функциональной активности в клеточном звене иммунитета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам нашего исследования у женщин второго поколения потомков лиц, подвергшихся воздействию

Рис. 3. Частота отклонений в содержании провоспалительных цитокинов в группах исследования.

** Здесь и в таблице 2: отличие от 2-й подгруппы статистически значимо ($p < 0,05$)



радиации, ниже показатели репродуктивного здоровья по сравнению с женщинами, проживающими на территории, не подвергавшейся таковому, однако различия в эффективной дозе (ЭД), полученной прародителями, не оказывали особого влияния на состояние здоровья. Возможно, тому причиной являются недостаточно выраженные различия доз воздействия на прародителей либо недостаточная выборка обследуемых. Имеет колоссальное значение и сложность выделения значимости степени радиационного воздействия из многообразия других эндогенных и экзогенных факторов, влияющих на репродуктивное здоровье женщины.

Обнаружены более глубокие нарушения в клеточном звене иммунитета у участниц, прародители которых получили максимальные дозы радиационного воздействия, но значимые различия в степени выраженности репродуктивных нарушений в зависимости от ЭД, полученной прародителями, не выявлены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шойхет Я. Н., Лоборев В. М., Судаков В. В., Гордеев К. И., Лагутин А. А., Киселев В. И.; Шойгу С. К., ред. Последствия радиационного воздействия ядерных испытаний на население Алтайского края и меры по его социальной защите. Барнаул: Азбука; 2003. 411 с. [Shoikhet Ya. N., Loborev V. M., Suda-

kov V. V., Gordeev K. I., Lagutin A. A., Kiselev V. I.; Shoigu S. K., red. Posledstviya radiatsionnogo vozdeystviya yadernykh ispytaniy na naselenie Altaiskogo kraya i меры по его sotsial'noi zashchite. Barnaul: Azbuka; 2003. 411 s. (in Russian)]

2. Шойхет Я. Н., Козлов В. А., Коненков В. И., Киселев В. И., Сенников С. В., Колядо И. Б. и др. Иммунная система населения,

- подвергшегося радиационному воздействию на следе ядерного взрыва. Барнаул; 2000. 179 с. [Shoikhet Ya. N., Kozlov V. A., Konenkov V. I., Kiselev V. I., Sennikov S. V., Kolyado I. B. i dr. *Immunnaya sistema naseleniya, podvergshegosya radiatsionnomu vozdeistviyu na slede yadernogo vzryva. Barnaul; 2000. 179 s. (in Russian)*]
3. Гурьева В. А. Состояние здоровья женщин в двух поколениях, проживающих на территории, подвергшейся радиационному воздействию при испытаниях ядерного устройства на Семипалатинском полигоне: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. СПб.; 1996. 34 с. [Gur'eva V. A. *Sostoyanie zdorov'ya zhenshchin v dvukh pokoleniyakh, prozhivayushchikh na territorii, podvergsheysya radiatsionnomu vozdeistviyu pri ispytaniyakh yadernogo ustroystva na Semipalatinskoy poligone: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. SPb.; 1996. 34 s. (in Russian)*]
 4. Корнев М. Н., Бориско Г. А., Кашина-Ярмак В. Л. Состояние здоровья детей, рожденных в семьях родителей, облученных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Клиническая педиатрия. 2012; 6(41): 66–70. [Kornev M. N., Borisko G. A., Kashina-Yarmak V. L. *Sostoyanie zdorov'ya detei, rozhdennykh v sem'yakh roditelei, obluchennykh vsledstvie avarii na Chernobyl'skoi AES. Klin. pediatriya. 2012; 6(41): 66–70. (in Russian)*]
 5. Куценко И. Г., Карпов А. Б., Евтушенко И. Д., Тахауов Р. М. К вопросу о влиянии ионизирующего излучения на репродуктивную систему женщин. Здравоохранение Российской Федерации. 2006; 4: 47–51. [Kutsenko I. G., Karpov A. B., Evtushenko I. D., Takhaouov R. M. *K voprosu o vliyanii ioniziruyushchego izlucheniya na reproduktivnyuyu sistemu zhenshchin. Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii. 2006; 4: 47–51. (in Russian)*]
 6. Ширшев С. В. Механизмы иммунно-эндокринного контроля процессов репродукции. Екатеринбург: УрО РАН; 2002. 431 с. [Shirshov S. V. *Mekhanizmy immunno-endokrinnoy kontrolya protsessov reprodukcii. Ekaterinburg: UrO RAN; 2002. 431 s. (in Russian)*]
 7. Аклеев А. В., Овчарова Е. С. Иммунный статус людей, подвергшихся хроническому радиационному воздействию, в отдаленные сроки. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2007; 52(3): 5–9. [Akleev A. V., Ovcharova E. S. *Immunnyi status lyudei, podvergshikhsya khronicheskomu radiatsionnomu vozdeistviyu, v otdalennyye sroki. Med. radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'. 2007; 52(3): 5–9. (in Russian)*]

Библиографическая ссылка:

Дударева Ю. А., Гурьева В. А. Оценка репродуктивного профиля женщин второго поколения потомков лиц, подвергшихся радиационному воздействию после ядерного взрыва 29 августа 1949 года // Доктор.Ру. 2017. № 13 (142) — 14 (143). С. 57–61.

Citation format for this article:

Dudareva Yu. A., Gurieva V. A. Reproductive Profile Assessment of Female Second-Generation Descendants of People Exposed to Radiation after the Nuclear Test of August 29, 1949. Doctor.Ru. 2017; 13(142)—14(143): 57–61.