

А.Р. Туков, И.Л. Шафранский, О.Н. Прохорова, А.М. Михайленко, М.Н. Зиятдинов

РИСК ЗАБОЛЕВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ, СВЯЗАННЫХ С ЙОДНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ, ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС – РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Александр Романович Туков, e-mail: atukov40@mail.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Оценка риска заболеваний щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью, у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС – работников предприятий атомной промышленности, в зависимости от доз разных видов облучения.

Материал и методы: В исследование оценки дозового риска включены 12663 мужчин, 1327 из них имеют данные о дозе профессионального облучения. В качестве статистической модели риска заболеваемости был выбран пуассоновский процесс с параметром интенсивности. Для оценки избыточного относительного риска (ИОР) заболевания болезнями щитовидной железы, связанными с йодной недостаточностью, был использован статистический пакет анализа эпидемиологических данных EPICURE. Проведено когортное эпидемиологическое исследование группы ликвидаторов, работавших в 1986–1990 гг. в 30 км зоне за более чем тридцатилетний период в зависимости от дозы, как полученной при ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, так и при профессиональной работе с радиоактивными веществами (РВ) и источниками ионизирующего облучения (ИИИ).

Результаты: В результате исследования впервые получены прямые оценки радиогенного риска заболеваний щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью, у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС с использованием данных о дозах ЧАЭС и суммы этих доз с дозами профессионального облучения. Показано, что риск заболевания на единицу дозы (ИОР/Зв) для дозовых нагрузок, полученных как при ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, так и для суммарных доз дают различные результаты.

Выводы: Оценка риска заболеваний щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью, у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС – работников предприятий атомной промышленности, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России, в зависимости от доз облучения разных видов даёт различные результаты.

Корректные результаты оценки риска заболевания радиационно-обусловленных заболеваний может дать только регистр с использованием суммарной дозы облучения (профессиональной, аварийной, медицинской, природной), как этого требуют директивные документы.

Ключевые слова: радиация, избыточный относительный риск, болезни щитовидной железы, йодная недостаточность, предприятия атомной промышленности, отраслевой регистр, авария на ЧАЭС, EPICURE

Для цитирования: Туков А.Р., Шафранский И.Л., Прохорова О.Н., Михайленко А.М., Зиятдинов М.Н. Риск заболеваний щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью, ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС – работников предприятий атомной промышленности // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2023. Т. 68. № 5. С. 65–70. DOI:10.33266/1024-6177-2023-68-5-65-70

A.R. Tukov, I.L. Shafransky, O.N. Prohorova, A.M. Mikhaylenko, M.N. Ziyatdinov

Risk of Thyroid Diseases Associated with Iodine Deficiency of Liquidators of the Consequences of the Accident at the Chernobyl NPP – Employees of Nuclear Industry Enterprises

A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

Contact person: A.R. Tukov, e-mail: atukov40@mail.ru

ABSTRACT

Purpose: Assessment of thyroid disease risk associated with iodine deficiency, liquidators of the Chernobyl accident consequences, employees of nuclear industry enterprises depending on the doses of different types of exposure.

Material and methods: The dose-risk assessment study included 12663 men, 1327 of whom had occupational exposure data. A Poisson's process with intensity parameter was chosen as a statistical model of morbidity risk. The statistical package of epidemiological data analysis EPICURE was used for the estimation of excess relative risk (ERR) of thyroid diseases related to iodine deficiency. There was conducted a cohort epidemiological study of a group of liquidators who worked in the 30-km zone in 1986–1990 over a period of more than thirty years depending on the dose received both during liquidation of the Chernobyl accident consequences and during professional work with radioactive substances (RS) and ionizing radiation sources (IRS).

Results: As a result of the study direct estimates of radiogenic risk of thyroid diseases associated with iodine deficiency in the liquidators of the Chernobyl accident consequences were obtained for the first time using the data on doses of Chernobyl and the sum of these doses with the doses of occupational exposure. It is shown that the risk of disease per unit dose (ERR/Zv) for dose loads received both at liquidation of Chernobyl accident consequences and for total doses give different results.

Conclusion: Assessment of the risk of thyroid diseases associated with iodine deficiency, liquidators of the Chernobyl NPP accident consequences and workers of nuclear industry enterprises, serviced by FMBA health care institutions of Russia using the doses of different types of exposure gives different results.

Correct results of assessing the risk of radiation-related diseases can only be given by the register using the total radiation dose (occupational, accidental, medical, natural), as required by the directive documents.

Keywords: radiation, excessive relative risk, thyroid diseases, iodine deficiency, nuclear industry enterprises, industry registry, Chernobyl accident, EPICURE

For citation: Tukov AR, Shafransky IL, Prohorova ON, Mikhaylenko AM, Ziyatdinov MN. Risk of Thyroid Diseases Associated with Iodine Deficiency of Liquidators of the Consequences of the Accident at the Chernobyl NPP – Employees of Nuclear Industry Enterprises. Medical Radiology and Radiation Safety. 2023;68(5):65–70. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2023-68-5-65-70

Введение

В последнее время возник интерес к вопросам влияния ионизирующего излучения (ИИ) на заболеваемость и смертность от неонкологической соматической патологии. Причина – появление множества клинических данных, указывающих на повреждающее воздействие радиации.

Доля болезней эндокринной системы постоянно увеличивается во всех экономически развитых странах мира. Второе ранговое место среди болезней эндокринной системы принадлежит различным заболеваниям щитовидной железы [1].

С начала 90-х годов патология щитовидной железы характеризуется ростом распространенности, зависящей от множества факторов, таких как пол, возраст, генетическая предрасположенность, присутствие в пище зобогенных веществ (тиогликозиды, тиоцианаты), йодообеспечение региона и другие [2]. Увеличивается число больных, получивших временную и стойкую утрату трудоспособности вследствие патологии щитовидной железы [3].

У 30 % населения мира выявляется коллоидный зоб при УЗИ, т.е. при экстраполяции данных на РФ, с учётом численности населения, это составит более 40 млн чел. [4].

По данным Жуковой Л.А. (2009, 2012), узловые образования щитовидной железы на территориях, характеризующихся йодным дефицитом и ухудшившейся экологической обстановки (после аварии на ЧАЭС) встречаются в 33,9 % случаев [5, 6]. Внимание научного и медицинского сообществ к проблеме йодного дефицита в последние годы особенно повышено, проводятся различные эпидемиологические исследования [7–10].

Приведенные данные свидетельствуют о высокой значимости заболеваний щитовидной железы. Эндокринные заболевания являются важной и, к сожалению, далёкой от своего решения медико-социальной проблемой современности [11–13].

Среди впервые выявленных хронических заболеваний у работников предприятий атомной промышленности заболевания эндокринной системы составили 36,8 %. В структуре впервые зарегистрированной заболеваемости болезнями эндокринной системы 30 % случаев пришлось на патологии щитовидной железы. По результатам проведенного комплексного исследования удельный вес заболеваний ЩЖ составил 39,1 %. Из прочих заболеваний ЩЖ встречались диффузный эндемический зоб (2,9 %) и заболевания ЩЖ с синдромом гипертиреоза [14].

Данные об избыточном относительном риске на 1 Гр (ERR/Gy) дозы на щитовидную железу, среди детей и подростков (0–18 лет) и среди взрослых (19–50 лет), проживающих на загрязненных территориях РФ, для различных нозологий у мужчин и женщин приведены в табл. 1.

Таблица 1

Избыточный относительный риск на 1 Гр (ERR/Gy) дозы на щитовидную железу, среди детей и подростков (0–18 лет) и среди взрослых (19–50 лет), для заболеваний щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью

Excess relative risk per 1 Gy (ERR/Gy) dose to the thyroid gland among children and adolescents (0–18 years old) and among adults (19–50 years old) for thyroid diseases related with iodine insufficiency

Диагнозы	МКБ-10	Возрастные группы	
		0–18 лет	19–50 лет
мужчины			
Болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью, и сходные состояния	E01–E02	0,426	–
Другие формы нетоксического зоба	E04	0,306	–
женщины			
Болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью, и сходные состояния	E01–E02	0,473	–
Другие формы нетоксического зоба	E04	0,288	1,054

У мужчин и женщин всех возрастов характерно отсутствие дозового риска для болезней щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью, за исключением других форм нетоксического зоба (женщины, в возрастной группе 19–50 лет) [15].

Среди ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, наблюдаемых в ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, в ходе лабораторных исследований, признаки нарушения функции щитовидной железы отмечались у пациентов главным образом в течение первых пяти лет, когда у четырех из 83 пациентов (4,8 %) был выявлен гипотиреоз и у одного пациента (1,2 %) – гипертиреоз. В период 2001–2007 гг. только один из десяти пациентов страдал гипотиреозом. Число случаев узлового зоба увеличилось, по сравнению с одним случаем, в течение первых пяти лет после аварии, и сегодня это заболевание встречается у четырех из десяти пациентов [16].

Это согласуется с результатами исследований среди других групп населения, подвергшихся облучению [17–22].

Материал и методы

В работе использованы данные заболеваемости болезнями щитовидной железы, связанными с йодной недостаточностью, в когорте ликвидаторов – работников предприятий и организаций атомной промышленности. В анализ включена информация о 12663 ликвидаторах мужчинах, состоящих на учёте в Отраслевом регистре лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС и имеющих данные о верифицированных дозах внешнего облучения. Средний возраст ликвидаторов на момент участия в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС составил 36,6±0,1 года,

80 % ликвидаторов находились в возрастной группе 30–40 лет.

Концерн «Росэнергоатом» предоставил в ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России данные о дозах профессионального облучения работников основного производства 9 АЭС, состоящих на индивидуальном дозиметрическом контроле (ИДК), участвовавших в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, в том числе по Балаковской, Белоярской, Калининской, Кольской, Курской, Ленинградской, Нововоронежской, Ростовской и Смоленской. Также данные о профессиональных дозах облучения были получены от учреждений здравоохранения ФМБА России, в отношении работников других профильных предприятий и организаций.

Данные о дозах внешнего облучения (ДВО) ликвидаторов различных годов пребывания в 30-км зоне ЧАЭС представлены в табл. 2.

Таблица 2

Обеспеченность ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС данными о дозах внешнего облучения
Property of liquidators of the consequences of the Chernobyl NPP on the doses of external irradiation

Годы въезда	Количество ликвидаторов	Из них есть доза		Среднее значение, мЗв
		Число лиц	%%	
1986–1990	18450	12663	68,6	55,3
1986	10790	7277	67,4	74,8
1987	4738	3352	70,7	33,1
1988	1868	1383	74,0	25,7
1989	798	566	70,9	16,8
1990	266	95	35,7	11,9

В табл. 3 представлены некоторые дозиметрические данные из Регистра по пяти дозовым группам – дозы, полученные при работе в 30-км зоне ЧАЭС, и суммарные дозы с профессиональным облучением. Группы формировались из расчёта примерно равного количества лиц и с учётом полученных доз облучения.

Таблица 3

Дозиметрические данные из Регистра по 5 дозовым группам
Register's generalized database for 5 dose groups

Дозы ЧАЭС			Дозы ЧАЭС+проф.		
Дозовая группа	Число ликвидаторов	Средняя доза	Дозовая группа	Число ликвидаторов	Средняя доза
0,1–4,0	2831	2,2	0,2–4,99	2544	2,25
4,1–12,0	2256	7,88	5,0–16,7	2600	9,59
12,1–33,0	2366	20,93	17,0–50,9	2629	31,64
33,3–93,6	2436	57,62	51,0–135,5	2580	87,01
94,0–1478,5	2774	175,42	136,0–1478,5	2309	240,59

В структуре суммарных доз, полученных ликвидаторами последствий аварии на ЧАЭС при работе в 30-км зоне и в процессе профессиональной деятельности, 48 % составляют дозы до 100 мЗв, 6 % ликвидаторов имеют дозы, превышающие 500 мЗв.

В табл. 4 представлена информация о средних, минимальных и максимальных дозах внешнего облучения, полученных ликвидаторами – мужчинами в различных местах работы.

Болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью, равно как и сходные состояния (МКБ-10: E01-E01.8), а также случаи нетоксического зоба (МКБ-10: E04-E04.9) в общей структуре диагно-

зов болезней щитовидной железы составили 27,5 % и 49,5 % соответственно (табл. 5).

Таблица 4

Распределение доз облучения в зависимости от места работы
Distribution of radiation doses depending on the place of work

Место получения дозы	Средняя доза, мЗв	Минимальная доза, мЗв	Максимальная доза, мЗв
ЧАЭС	55,3	0,1	1478,50
Предприятия Госкорпорации «Росатом»	142,8	0,1	1832,40
Взвешенная сумма доз	70,6	0,2	1985,6

Таблица 5

Заболеемость щитовидной железой, связанная с йодной недостаточностью и ее место в структуре у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС 1987–2021 гг.
Morbidity and structure of thyroid diseases related with iodine insufficiency identified for the first time in life, in the liquidators of the consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant in 1987–2021

Наименование диагноза (МКБ-10)	Заболеемость на 1000	Удельный вес %%
Болезни щитовидной железы (E00-E07.9), в том числе:	12,2	100,0
Болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью, и сходные состояния (E01-E01.8)	3,3	27,5
Другие формы нетоксического зоба (E04-E04.9)	6,0	49,5

В качестве статистической модели заболеваемости использовалась пуассоновская модель с параметром интенсивности, где λ – фоновая интенсивность заболеваний в отсутствии дозового фактора, а RR – относительный риск, зависящий от дозы, которая накапливается с течением времени. Величину RR по наблюдаемым данным будем определять методом максимального правдоподобия [23]. Для RR используется параметрическое представление, линейное по параметрам:

$$RR=1+ERR \times D(t), \tag{2.1}$$

где $D(t)$ – наблюдаемое значение дозы внешнего облучения, ERR – избыточный относительный риск, требующий оценки.

Пусть вероятность индивидуума остаться здоровым на интервале времени $(0, t)$, задаётся выражением:

$$S(t) = \exp(- \int \mu(t) dt) \tag{2.2}$$

где $\mu(t)$ – заболеваемость, зависящая от времени. $\mu(t)$ – функция, зависящая от внешних причин, таких как, например, накопленная организмом доза радиоактивного облучения. Если заболеваемость линейно зависит от накопленной дозы $D(t)$:

$$\mu(t) = \lambda \times (1 + ERR \times D(t)) \tag{2.3}$$

где ERR – избыточный относительный риск на единицу дозы, λ – фоновая заболеваемость в определённой группе индивидуумов.

Расчёт риска проведен с использованием статистического пакета прикладных программ EPICURE [24].

Результаты

Для оценки ERR заболеваний по дозовым факторам использовались когортные модели, где фоновая заболеваемость λ стратифицировалась по возрасту на момент аварии (по 10-летним возрастным группам).

В табл. 6–8 приведены результаты расчёта ERR на 1 Зв для различных нераковых заболеваний щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью, в рамках когортной модели с линейной зависимостью риска от дозы по возрастным группам.

Таблица 6

Избыточный относительный риск на 1 Зв (ERR/Sv) в зависимости от возраста на момент участия в работах в зоне Чернобыльской аварии для болезней щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью (МКБ-10: E01–E01.8) по возрастным группам
Excess relative risk per 1 Sv (ERR/Sv) depending on age at the time of participation in work in the area of the Chernobyl accident, for endemic goiters (ICD-10: E01–E1.8)

Возраст начала работы (лет)	ERR/Sv (ДВО)	ERR/Sv (ДВО + проф.)
20–29	–0,001 [–0,003; 0,0005]	1,18 [–0,33; 2,70]
30–39	–1,10 [–2,76; 0,55]	1,51 [0,38; 2,64]
40–49	–1,48 [–4,16; 1,18]	–1,08 [–3,38; 1,22]
50–59	–1,52 [–7,24; 4,19]	–1,02 [–6,02; 3,98]

Таблица 7

Избыточный относительный риск на 1 Зв (ERR/Sv) в зависимости от возраста на момент участия в работах в зоне Чернобыльской аварии для нетоксического зоба (МКБ-10: E04–E04.9) по возрастным группам
Excess relative risk per 1 Sv (ERR/Sv) depending on age at the time of participation in work in the area of the Chernobyl accident for non-toxic goiters (ICD-10: E04–E04.9)

Возраст начала работы (лет)	ERR/Sv (ДВО)	ERR/Sv (ДВО + проф.)
20–29	–0,41 [–1,86; 1,04]	0,81 [–0,38; 2,01]
30–39	–1,34 [–2,67; –0,02]	–0,01 [–1,03; 1,00]
40–49	–1,13 [–2,9; 0,63]	0,07 [–0,97; 1,11]
50–59	0,86 [–2,25; 3,99]	1,65 [0,53; 2,78]

Таблица 8

Избыточный относительный риск на 1 Зв (ERR/Sv) болезней щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью, у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС 1987–2021 гг. (все возрасты)
Excess relative risk per 1 Sv (ERR/Sv) of thyroid diseases related with iodine insufficiency identified for the first time in life, in the liquidators of the consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant in 1987–2021

МКБ-10	ERR/Sv (ДВО)	ERR/Sv (+ проф.)
Болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью (МКБ10: E01–E01.9)	–1,12 [–2,24; 0,01]	0,36 [–0,45; 1,18]
Нетоксический зоб (МКБ10: E04–E04.9)	–0,93 [–1,76; 0,10]	0,24 [–0,37; 0,86]

Анализ данных в табл. 6–8 показывает, что существует достоверный риск при суммарной дозе по обоим типам зобов, соответственно для когорты 30–39 лет на начало работы по ликвидации последствий аварии и для когорты 50–59 лет.

В табл. 8 приведены сводные данные по расчётам избыточного относительного риска как для дозы, полученной при работах по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, так и для суммарной дозы. Незначимый избыточный положительный риск имеет место только для показателей суммарной дозы 0,36 [–0,45; 1,18].

Результаты исследования в целом соответствуют существующим на данный момент времени представлени-

ям о медицинских последствиях аварии на ЧАЭС. Патология эндокринной системы является ведущим патогномичным симптомокомплексом постчернобыльского состояния здоровья ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС. Влияние радиационного воздействия на организм, в первую очередь, увеличило риск болезней щитовидной железы.

Необходимо отметить, что радиационное воздействие вызывает проявление патологических состояний щитовидной железы, характерных для дефицита йода. Так как перечисленные патологии щитовидной железы проявляются в связи с облучением в течение многих лет после него и могут послужить фоном для развития более серьезных патологических состояний, необходимы мероприятия по оздоровлению данной группы лиц.

Заключение

В настоящее время особую актуальность в анализе риска приобретают суммарные дозы облучения, полученные работниками как в 30-км зоне ЧАЭС, так и в процессе своей основной работы, а также медицинские и природные дозы облучения. Текущие результаты мировых исследований дозиметрии также указывают на то, что воздействие радиации на переживших атомную бомбардировку в Японии нельзя надежно оценить, если медицинские дозы рентгеновских обследований не будут тщательно включены в эти долгосрочные оценки [25]. Только суммарные дозы облучения могут стать корректной основой для разработки нормативной базы радиационной безопасности.

В исследовании впервые получены результаты по оценке радиационного риска от доз облучения различных видов. Однако, эти результаты надо признать как предварительные, так как на данный момент процесс сбора полной информации о дозах облучения находится в самом начале и далее будет показано, насколько учёт доз медицинского и природного облучения необходим в рамках анализа популяционного риска.

Уникальность когорты ликвидаторов для получения прямых оценок риска отдалённых эффектов радиационного воздействия при малых и промежуточных дозах показывает необходимость дальнейшего наблюдения за данным контингентом. Дальнейшее исследование предполагает увеличение статистической силы анализа путём увеличения периода наблюдения, а также проведения работы, направленной на уменьшение неопределённости в оценках доз и на улучшение полноты и качества эпидемиологических данных.

Выводы

1. Отмечен значимый избыточный риск для болезней щитовидной железы, связанных с йодной недостаточностью (МКБ-10: E01–E01.8) в возрастной группе 30–39 лет и для нетоксического зоба (МКБ-10: E04–E04.9) в возрастной группе 50–59 лет только при использовании суммарной дозы облучения (дозы ликвидаторов на ЧАЭС+профессиональные дозы).
2. Использование при расчёте избыточного относительного риска на 1 Зв (ERR/Sv) доз от облучения разных видов приводит к получению отличающихся друг от друга результатов.
3. Для надёжной оценки риска возникновения радиационно-индуцированных заболеваний необходимо создание медико-дозиметрического регистра работников атомной промышленности с наличием в нём данных о дозах облучения всех видов (профессионального, аварийного, медицинского, природного).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дедов И.И. Сахарный диабет – опаснейший вызов мировому сообществу // Вестник РАМН. 2012. № 1. С. 7–13.
2. Дора С.В., Красильникова Е.И., Баранова Е.И. Изменение характера течения болезни Грейвса в Санкт-Петербурге за период с 1970 по 2010 г. // Клиническая и экспериментальная тиреодология. 2012. Т.8, № 2. С. 59–63.
3. Андреева Н.С. Совершенствование организации медицинской помощи взрослому городскому населению с патологией щитовидной железы: Дис. ... канд. мед. наук. Курск, 2004. С. 150 с.
4. Фадеев В.В. Вновь о парадигме лечения узлового коллоидного зоба // Клиническая и экспериментальная тиреодология. 2014. Т.10, № 4. С. 61–64.
5. Жукова Л.А., Андреева Н.С., Гуламов А.А., Смирнова А.Е. Разработка программы обучения больных с различными заболеваниями щитовидной железы и оценка ее эффективности // Вестник медицинского стоматологического института. 2009. № 1. С. 21–23.
6. Жукова Л.А., Тимошенко Е.В., Бурякова Ю.В. Клинико-нозологические особенности госпитализированных больных с тиреопатиями в условиях многопрофильной больницы г.Тулы (2004–2010 гг.) // Академический журнал западной Сибири. 2012. № 3. С. 34–35.
7. Герасимов Г.А. О рекомендациях ВОЗ «Обогащение пищевой соли йодом для профилактики заболеваний, вызванных дефицитом йода» // Клиническая и экспериментальная тиреодология. 2014. Т.10, № 4. С. 5–8.
8. Петров А.В., Луговая Л.А., Стронгин Л.Г., Некрасова Т.А. Недиагностированный гипотиреоз – фактор риска возникновения рабдомиолиза при терапии статинами // Клиническая и экспериментальная тиреодология. 2014. Т.10, № 4. С. 26–33.
9. Vanderpump M.P.J. The Epidemiology of Thyroid Disease // British Medicine Bulletin. 2011. No. 99. P. 39–51.
10. Brent G.A. Graves' Disease // N. Engl. J. Med. 2008. No. 358. P. 2544–2554.
11. Menconi F., Marccci C., Marino M. Diagnosis and Classification of Graves' Disease // Autoimmun Reviews. 2014. No. 13(4W5). P. 398–402.
12. Ванушко В.Э., Фадеев В.В. Болезнь Грейвса (клиническая лекция) // Эндокринная хирургия. 2013. № 4. С. 23–33.
13. Гома Т.В., Хамнуева Л.Ю., Орлова Г.М. Клинико-иммунологические аспекты поражения сердечно-сосудистой системы у больных с болезнью Грейвса и хронической сердечной недостаточностью // Клиническая и экспериментальная тиреодология. 2011. Т.7, № 3. С. 42–47.
14. Вологодская И.А., Фомин Е.А., Ковин А.И. Совершенствование системы медицинского наблюдения за работниками предприятий атомной промышленности // Медицина целевые проекты. 2014. № 19. С. 35–37.
15. Vologodskaya I.A., Kurbatov A.V., Grigor'eva E.S. Predisposition to Multifactorial Pathology in Residents of the City in the Zone Around the «Maiaok» Atomic Industry Enterprise // Radiats Biol. Radioecol. 2002. V.42, No. 6. P. 690–692.
16. Пищугина А.В., Иванов А.Г., Белякова Н.А. Особенности заболеваемости работающих на предприятии атомной энергетики // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2013. № 1. С. 18–21.
17. Иванов В.К., Цыб А.Ф., Максютов М.А. и др. Основные результаты радиационно-эпидемиологического анализа данных РГМДР (к 20-летию Чернобыля) // Радиация и риск. 2005. № 3 (Спец. Выпуск). 106 с.
18. Галстян И.А., Гуськова А.К., Надежина Н.М. Последствия облучения при аварии на ЧАЭС: анализ клинических данных // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2007. Т.52, № 4. С. 5–13.
19. Tronko M.D., Brenner A.V., Olijnyk V.A., et al. Autoimmune Thyroiditis and Exposure to Iodine 131 in the Ukrainian Cohort Study of Thyroid Cancer and Other Thyroid Diseases after the Chornobyl Accident: Results from the First Screening Cycle (1998–2000) // J. Clin. Endocrinol. Metab. 2006. V.91, No. 11. P. 4344–4351.
20. Davis S., Kopecky K.J., Hamilton T.E., et al. Thyroid Neoplasia, Autoimmune Thyroiditis, and Hypothyroidism in Persons Exposed to Iodine 131 from the Hanford Nuclear Site // JAMA. 2004. V.292, No. 21. P. 2600–2613.
21. Imaizumi M., Usa T., Tominaga T., et al. Radiation Dose-Response Relationships for Thyroid Nodules and Autoimmune Thyroid Diseases in Hiroshima and Nagasaki Atomic Bomb Survivors 55–58 Years after Radiation Exposure // J. Am. Med. Assoc. 2006. V.295, No. 9. P. 1011–1022.
22. Nagataki S., Shibata Y., Inoue S., et al. Thyroid Diseases among Atomic Bomb Survivors in Nagasaki // J. Am. Med. Assoc. 1994. V.272, No. 5. P. 364–370.
23. Breslow N.E., Day N.E. Statistical Methods in Cancer Research. V. I. The Analysis of Case-Control Studies // IARC Scientific Publication No. 32. Lyon: IARC, 1980.
24. Epicure User Guide, Preston D.L., Lubin J.H., Pierce D.A., McConney M.E. HiroSoft International Corporation. Seattle, WA 98112, USA, 1993. 329 p.
25. Kazuo Kato Shozo Sawada. Medical X-ray Doses Contributions to the Ionizing Radiation Exposures of Atomic-Bomb Survivors // Journal of Radiation Research. 1991. V.32, No. 1. P. 136–153.

REFERENCES

1. Dedov I.I. Diabetes Mellitus Is the Most Dangerous Challenge to the World Community. Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences. 2012;1:7–13 (In Russ.).
2. Dora S.V., Krasilnikova E.I., Baranova E.I. Changes in the Course of Graves' Disease in St. Petersburg Over the Period from 1970 to 2010. Clinical. and Experiment. Thyroidology. 2012;8;2:59–63 (In Russ.).
3. Andreyeva N.S. Improving the Organization of Medical Care for Adult Urban Population with Thyroid Pathology. Diss. Candidate's thesis in Medicine. Kursk Publ., 2004. 150 p. (In Russ.).
4. Fadeyev V.V. Again about the Paradigm of Treatment of Nodular Colloid Goiter. Clinical. and Experiment. Thyroidology. 2014;10;4:61–64 (In Russ.).
5. Zhukova L.A., Andreyeva N.S., Gulamov A.A., Smirnova A.E. Development of a Training Program for Patients with Various Thyroid Diseases and Evaluation of Its Effectiveness. Bulletin of the Medical Dental Institute. 2009;1:21–23 (In Russ.).
6. Zhukova L.A., Timoshchenko E.V., Buryakova Yu.V. Clinical and Nosological Features of Hospitalized Patients with Thyroid Disorders in a Multidisciplinary Hospital in Tula (2004–2010). Academic Journal of Western Siberia. 2012;3:34–35 (In Russ.).
7. Gerasimov G.A. On the WHO Recommendations «Fortification of Dietary Salt with Iodine for the Prevention of Diseases Caused by Iodine Deficiency». Clinical. and Experiment. Thyroidology. 2014;10;4:5–8 (In Russ.).
8. Petrov A.V., Lugovaya L.A., Strongin L.G., Nekrasov T.A. Undiagnosed Hypothyroidism as a Risk Factor for Rhabdomyolysis During Statin Therapy. Clinical. and Experiment. Thyroidology. 2014;10;4:26–33 (In Russ.).
9. Vanderpump M.P.J. The Epidemiology of Thyroid Disease. British Medicine Bulletin. 2011;99:39–51.
10. Brent G.A. Graves' Disease. N. Engl. J. Med. 2008;358:2544–2554.
11. Menconi F., Marccci C., Marino M. Diagnosis and Classification of Graves' Disease. Autoimmun Reviews. 2014;13(4W5):398–402.
12. Vanushko V.E., Fadeyev V.V. Graves' Disease (Clinical Lecture). Endocrine Surgery. 2013;4:23–33 (In Russ.).
13. Goma T.V., Khamnujeva L.Yu., Orlova G.M. Clinical and Immunological Aspects of Damage to the Cardiovascular System in Patients with Graves' Disease and Chronic Heart Failure. Clinical. and Experiment. Thyroidology. 2011;7;3:42–47 (In Russ.).
14. Vologodskaya I.A., Fomin E.A., Kovin A.I. Improving the System of Medical Supervision of Employees of Nuclear Industry

- Enterprises. *Medicine Targeted Projects*. 2014;19:35-37 (In Russ.).
15. Vologodskaya I.A., Kurbatov A.V., Grigor'eva E.S. Predisposition to Multifactorial Pathology in Residents of the City in the Zone Around the «Maiak» Atomic Industry Enterprise. *Radiats Biol. Radioecol.* 2002;42;6:690-692.
 16. Pishchugina A.V., Ivanov A.G., Belyakova N.A. Peculiarities of Morbidity of Workers at a Nuclear Power Plant. *Problems of Social Hygiene, Public Health and the History of Medicine*. 2013;1:18-21 (In Russ.).
 17. Ivanov V.K., Tsyb A.F., Maksyutov M.A. Main Results of the Radiation-Epidemiological Analysis of the RSMDR Data (on the Occasion of the 20th Anniversary of Chernobyl). *Radiation and Risk*. 2005;3:106 (In Russ.).
 18. Galstyan I.A., Guskova A.K., Nadegina N.M. Consequences of Radiation Exposure During the Accident At the Chernobyl Nuclear Power Plant (Analysis of Data by The clinical Department of the State Research Centre–Institute of Biophysics, Moscow and the Ukrainian Research Centre of Radiation Medicine. *Medical Radiology and Radiation Safety*. 2007;52;4:5-13 (In Russ.).
 19. Tronko M.D., Brenner A.V., Olijnyk V.A., et al. Autoimmune Thyroiditis and Exposure to Iodine 131 in the Ukrainian Cohort Study of Thyroid Cancer and Other Thyroid Diseases after the Chernobyl Accident: Results from the First Screening Cycle (1998-2000). *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2006;91;11:4344-4351.
 20. Davis S., Kopecky K.J., Hamilton T.E., et al. Thyroid Neoplasia, Autoimmune Thyroiditis, and Hypothyroidism in Persons Exposed to Iodine 131 from the Hanford Nuclear Site. *JAMA*. 2004;292;21:2600-2613.
 21. Imaizumi M., Usa T., Tominaga T., et al. Radiation Dose-Response Relationships for Thyroid Nodules and Autoimmune Thyroid Diseases in Hiroshima and Nagasaki Atomic Bomb Survivors 55-58 Years after Radiation Exposure. *J. Am. Med. Assoc.* 2006;295;9:1011-1022.
 22. Nagataki S., Shibata Y., Inoue S., et al. Thyroid Diseases among Atomic Bomb Survivors in Nagasaki. *J. Am. Med. Assoc.* 1994;272;5:364-370.
 23. Breslow N.E., Day N.E. *Statistical Methods in Cancer Research. V. I. The Analysis of Case-Control Studies*. IARC Scientific Publication No. 32. Lyon, IARC, 1980.
 24. *Epicure User Guide*, Preston D.L., Lubin J.H., Pierce D.A., McConney M.E. HiroSoft International Corporation. Seattle, WA 98112, USA, 1993. 329 p.
 25. Kazuo Kato Shozo Sawada. Medical X-ray Doses' Contributions to the Ionizing Radiation Exposures of Atomic-Bomb Survivors. *Journal of Radiation Research*. 1991;32;1:136-153.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 20.04.2023. Принята к публикации: 27.05.2023.

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

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 20.04.2023. Accepted for publication: 27.05.2023.