

Характеристика когорты женщин, облученных во время беременности в результате аварии на Чернобыльской АЭС

Стожаров А. Н., Одинцова-Стожарова Д. А., Хрусталева В. В.

*Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Реферат. В работе проанализировано воздействие радиоактивного йода на щитовидную железу (ЩЖ), дозы, полученные за счет проживания на загрязненной местности в течение 30 лет после аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) и заболеваемость по основным классам болезней среди женщин Столинского района Брестской области, которые в период аварии были облучены и находились на разных сроках беременности (основная группа). В качестве группы сравнения была взята выборка женщин из той же местности, у которых беременность наступила позже, после распада I-131. Установлено, что у женщин основной группы были сформиро-



ваны в основном поглощенные дозы на ЩЖ в диапазоне 60–70 мГр, хотя примерно у каждой десятой из них дозы были больше 0,1 Гр. Суммарные эффективные дозы за счет внешнего и внутреннего облучения находились в диапазоне 3–19 мЗв. Возраст женщин в основной группе и группе сравнения был примерно одинаков. Медиана сроков беременности в группе сравнения несколько отличалась от медианы основной группы. Поглощенные дозы на ЩЖ в разные trimestры беременности не отличались, при этом доминирующим значением была доза, равная 70 мГр. Кумулятивная заболеваемость по всем классам болезней МКБ-10 зависела от дозы на ЩЖ женщин и в контрольной группе была выше, чем в основной группе. Согласно проведенной нами ранее работе, посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) у женщин группы сравнения характеризовалось выраженностью психологических симптомов в постчернобыльский период (нарушением сна, тревожной настроенностью), а также присутствием непосредственной и выраженной связи между большинством факторов ПТСР с психологическим дистрессом. Это может быть связано с обилием негативной информации в средствах массовой информации в ранний постчернобыльский период, что сопровождалось тревогой за свое здоровье, здоровье членов семьи, детей и формированием условий для развития из-за этого общесоматической патологии.

Ключевые слова: авария на Чернобыльской АЭС, радиоактивный йод, беременность, щитовидная железа, общесоматическая заболеваемость.

Введение. Больше 35 лет прошло с момента радиационной аварии на Чернобыльской АЭС. Из поврежденного реактора было выброшено в окружающую среду огромное количество радиоактивных веществ, которые негативно повлияли на состояние здоровья населения. Если радиационный фактор, воздействующий в малых дозах, действительно способен вызывать изменения в состоянии здоровья населения, то за большой промежуток времени должна была выявиться определенная тенденция в изменениях заболеваемости. Поэтому весьма важно осуществить анализ состояния здоровья пострадавших, выявить направленность негативных последствий в развитии патологии, сопоставить их с уровнем радиационного воздействия и определить риски возникновения тех или иных заболеваний. Это необходимо делать для различных групп населения, так как взрослые и дети различаются по степени радиационной чувствительности.

Воздействие радиации на человека долгое время связывали только с онкологической патологией. Общесоматические эффекты после облучения фактически отрицались. Хотя имелись убедительные данные японских авторов после бомбардировок Хиросимы и Нагасаки о влиянии облучения на развитие неонкологической патологии [1]. В более полном виде тенденция по изучению общесоматических эффектов была сформулирована в виде перспективного плана работы до 2024 г. на 66-й сессии Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) в 2019 г.

Особую группу населения составляют беременные женщины. Дело в том, что этот период жизни для будущей матери характеризуется особыми функциональными особенностями. Резко изменяется гормональный фон, функция многих систем организма перестраивается на поддержание гомеостаза и функций развивающегося организма ребенка. Все это сопровождается существенной перестройкой организма. В этот период времени он может быть значительно более чувствителен к воздействию факторов внешней среды, в том числе и радиации. Период беременности сопровождается сложными изменениями функции щитовидной железы (ЩЖ), что может отражаться на организме плода, а в последствии и ребенка. Нельзя оставлять в стороне и организм самой матери [2]. Особенно опасным фактором, способным воздействовать на ЩЖ, является радиация [3]. В литературе имеются весьма скудные данные о влиянии радиационного фактора на беременных женщин.

Цель работы — анализ заболеваемости беременных женщин, которые пострадали в результате аварии на Чернобыльской АЭС, на протяжении 30 лет.

Материалы и методы. Выборку женщин, получивших облучение в результате аварии на ЧАЭС (апрель-май 1986 г.) и находившихся в этот период на различных сроках беременности, формировали по данным местных органов власти Столинского района Брестской области, полученным при осуществлении прямых измерений мощности экспозиционной дозы над областью щитовидной железы у различных категорий населения. Позже поиск этих лиц и идентификацию осуществляли в базах Государственного регистра лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС. Эта группа — основная (в исследовании). Всего в основную группу включена 221 женщина.

В качестве основного радиационного воздействия на беременных мы рассматривали, прежде всего, формирование поглощенных доз на щитовидную железу (ЩЖ) из-за воздействия радиоактив-

ного йода. Последний, как известно, является первым дозообразующим фактором при радиационных авариях. Йод поступает в организм ингаляционно, позже перорально, главным образом, за счет употребления цельного молока. Рассчитанные поглощенные дозы на ЩЖ были предоставлены заведующим лабораторией реконструкции доз облучения населения ГНЦ Федерального медицинского биофизического центра им. А. И. Бурназяна ФМБА России д. т. н. С. М. Шинкаревым. Дозы были рассчитаны по полуэмпирической модели итерации 2004 г. Помимо этого, для некоторых случаев были рассчитаны дозы на щитовидную железу, по данным радиометрических измерений, так называемых прямых измерений мощности экспозиционной дозы над областью расположения этого органа, проведенных с 26 апреля по 30 июня 1986 г. [4].

Так как беременные женщины после аварии продолжали проживать на загрязненной территории, то в анализе учитывали эффективные дозы и от радиоактивного Cs-137. Указанные суммарные дозы (1986–2016 гг.) рассчитывали с помощью программы RESRAD-ONSITE, версия 7.2 (Environmental Science Division of Argonne National Laboratory, США). Плотности поверхностной активности почвы Столинского района по цезию-137 были предоставлены ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды». В структуре суммарной дозы учитывалось внешнее, ингаляционное и внутреннее облучение. Рацион питания включал: цельномолочная продукция — 100 кг, мясная продукция — 91 кг, растительная продукция — 163 кг.

В качестве группы контроля (сравнения) в исследование включали женщин из того же Столинского района Брестской области, беременность которых была зафиксирована позже, т. е. в 1987 г. Из-за короткого периода полураспада I-131 (8 суток) через год, т. е. в 1987 г. йода в окружающей среде уже почти не было и на беременных женщин он не воздействовал. Однако одинаковые условия проживания на территории Столинского района, соответствующее радиационное воздействие от загрязненной местности, их социальный статус служили хорошими условиями для выбора контрольной группы. В группу контроля было включено 40 женщин.

Данные по заболеваемости были получены из Государственного регистра лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС. В работе использовали только данные уточненных диагнозов по первичной заболеваемости.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью прикладных компьютерных программ Statistika 10,0 (Stat Soft. Inc, США) и Sigma Plot 12,5 (Systat Software Inc., Германия).

Результаты и их обсуждение. Важным условием медицинских последствий облучения может являться степень радиационного воздействия. С этой целью на начальном этапе работы нами были проанализированы поглощенные дозы на ЩЖ беременных женщин. На рисунке 1 показаны данные распределения поглощенных доз на ЩЖ у женщин в исследуемой выборке.

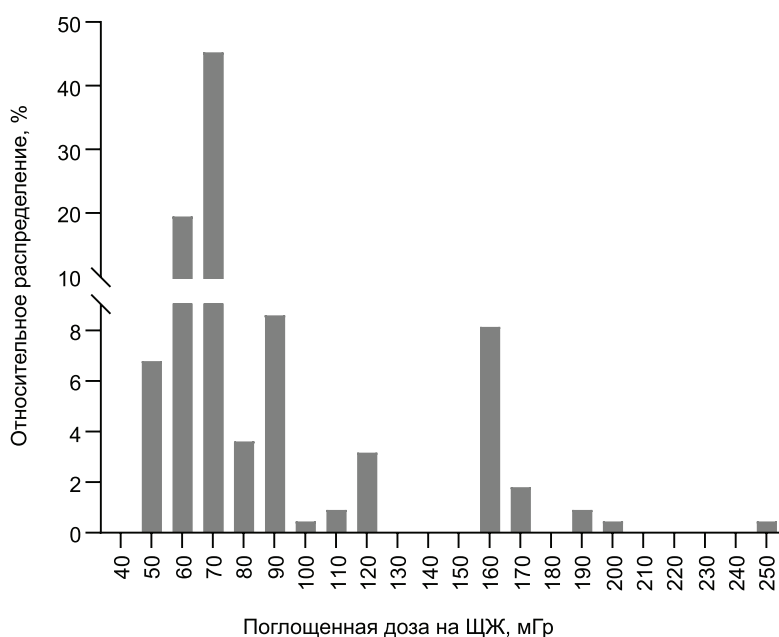


Рисунок 1 — Распределение поглощенных доз за счет I-131 на ЩЖ беременных женщин

Хорошо видно, что в анализируемой группе преобладают поглощенные дозы в диапазоне 60–70 мГр, хотя примерно у каждой десятой из женщин были сформированы дозы больше 0,1 Гр.

Выше уже отмечалось, что помимо облучения ЩЖ за счет инкорпорации I-131 в обеих группах у женщин на протяжении их последующей жизни формировались эффективные дозы за счет внешнего облучения от загрязненной местности, внутреннего облучения за счет ингаляционного и перорального поступления радионуклидов, в основном Cs-137. Вполне естественно, что эти дозы, полученные суммарно за период 1986–2016 гг. должны быть оценены. На рисунке 2 представлены данные распределения суммарных эффективных доз на основную группу. Хорошо видно, что доминирующими суммарными дозами являются 19 и 3 мЗв. В силу этих обстоятельств контрольная группа была сформирована из женщин, проживающих в населенных пунктах, в которых формируются аналогичные эффективные дозы, т. е. 19 и 3 мЗв.

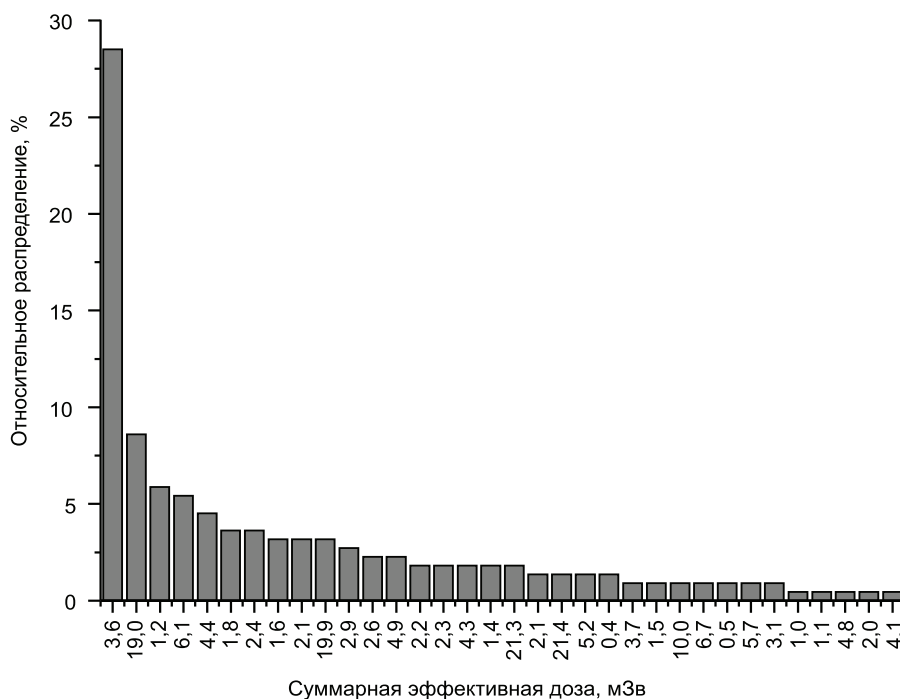


Рисунок 2 — Распределение суммарных эффективных доз (1986–2016 гг.) на основную группу беременных женщин

Для дальнейшей работы определенный интерес представлял возрастной состав женщин. На рисунке 3 представлены данные о возрастном составе основной группы облученных (за счет инкорпорации радиоактивного йода) женщин и контрольную группу женщин Столинского района Брестской области, у которых не было сформировано доз на ЩЖ.

Доминирующий возраст женщин основной группы, т. е. тех из них, которые получили дозу облучения на ЩЖ, составлял 24 года. Напротив, в контрольной группе преобладали беременные в возрасте 22 лет, хотя разницу в возрасте нельзя признать критической.

Женщины из выбранной нами когорты в момент аварии на ЧАЭС (апрель 1986 г.) находились на разных сроках и триместрах беременности. Разные сроки беременности связаны с определенными этапами развития плода, что может приводить к различной чувствительности к действию радиационного фактора. Особенно это касается первого и второго триместров беременности, когда происходит закладка органов у будущего ребенка и еще не функционирует собственная ЩЖ. В этой связи необходимо было проанализировать сроки беременности в основной и контрольных группах (рисунок 4). Основная масса женщин, попавших под воздействие радиоактивного облака в апреле 1986 г., находилась на 20 неделе беременности. У некоторой части женщин фиксировались сроки на 22, 24, 30 и 32 неделях беременности (медиана 22 недели). На ранних сроках (4–12 недель) находилось около 16 % женщин. Редко встречались беременные со сроками более 36 недель. Несколько иная картина наблюдалась в группе сравнения. Преобладающими сроками были 28–32 недели, а также 18 и 22 недели (медиана 27 недель). На ранних сроках находились только около 13 % женщин.

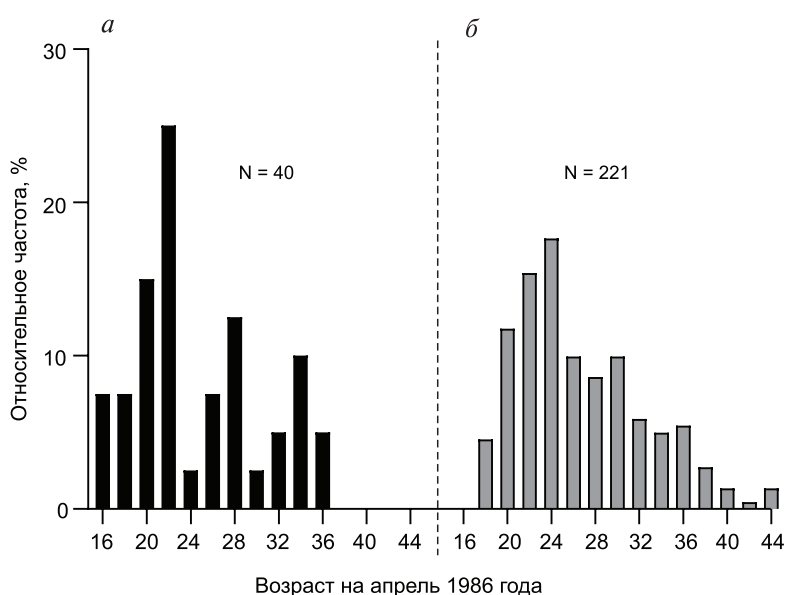


Рисунок 3 — Распределение по возрасту беременных женщин контрольной (а) и основной группы (б)

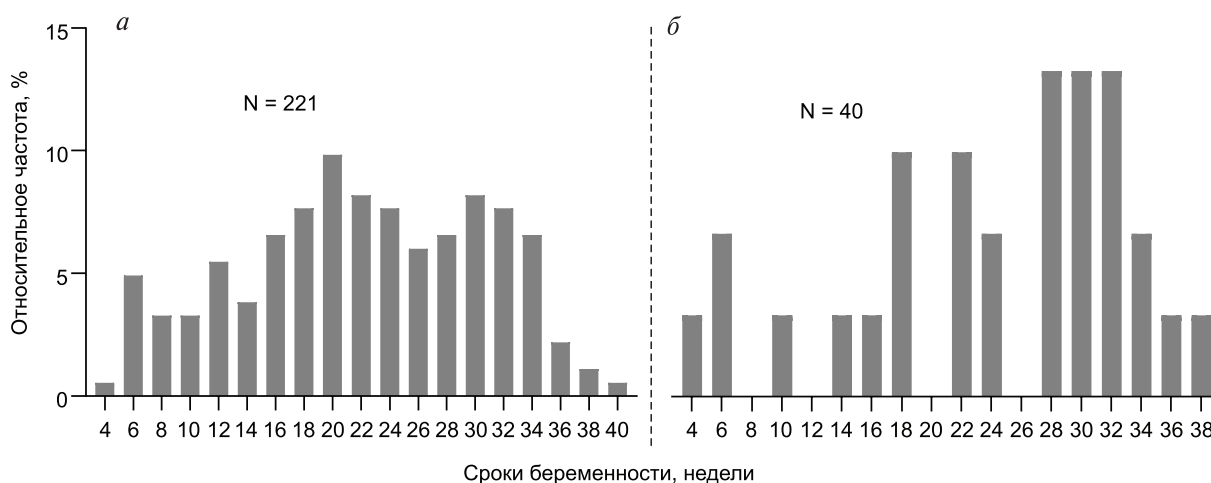


Рисунок 4 — Сроки беременности на апрель 1986 г. женщин основной группы (а) и женщин контрольной группы на апрель 1987 г. (б)

Распределение поглощенных доз на щитовидную железу беременных женщин, находившихся на разных сроках беременности, показано на рисунке 5. Хорошо видно, что дозы по своему значению распределялись довольно равномерно, в диапазоне 50–90 мГр. Доминирующей была поглощенная доза 70 мГр. Однако последняя фиксировалась главным образом среди женщин, которые находились во 2 триместре беременности (51 %) и несколько меньше в 3 и 1 триместрах беременности (46 и 37 % женщин соответственно).

Наибольший интерес при изучении радиационных последствий представляет анализ заболеваемости населения. На рисунке 6 представлены данные первичной кумулятивной заболеваемости двух исследуемых групп по всем основным классам болезней, представленных в МКБ-10. Обнаруживается отчетливая разница в заболеваемости контрольной и основной группы. Она начинает проявляться спустя 14 лет после аварии и увеличивается на протяжении всего остального промежутка времени. Другими словами, женщины, у которых беременность наступила спустя примерно год после аварии на ЧАЭС и которые не подвергались воздействию радиоактивного йода, характеризовались более высокими показателями первичной заболеваемости, чем женщины, которые вошли в основную группу исследуемых. На первый взгляд, это довольно парадоксальные данные, которые требуют объяснений.

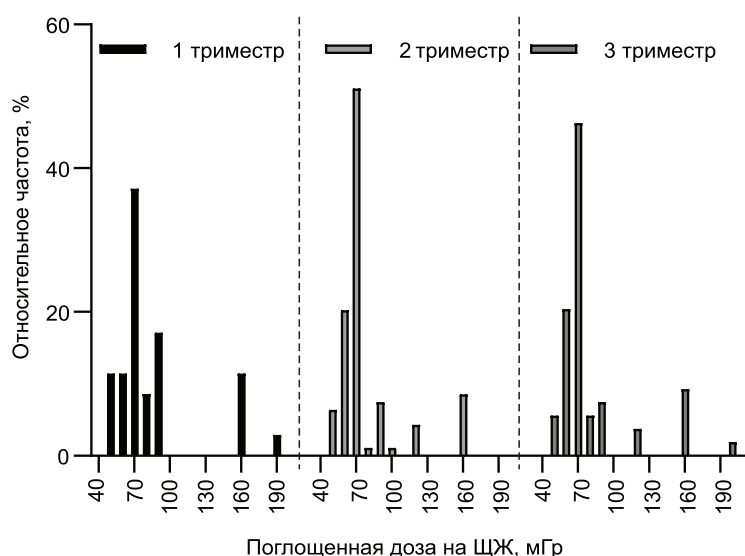


Рисунок 5 — Распределение поглощенных доз на ЩЖ беременных женщин, находившихся на разных сроках беременности на момент аварии на ЧАЭС

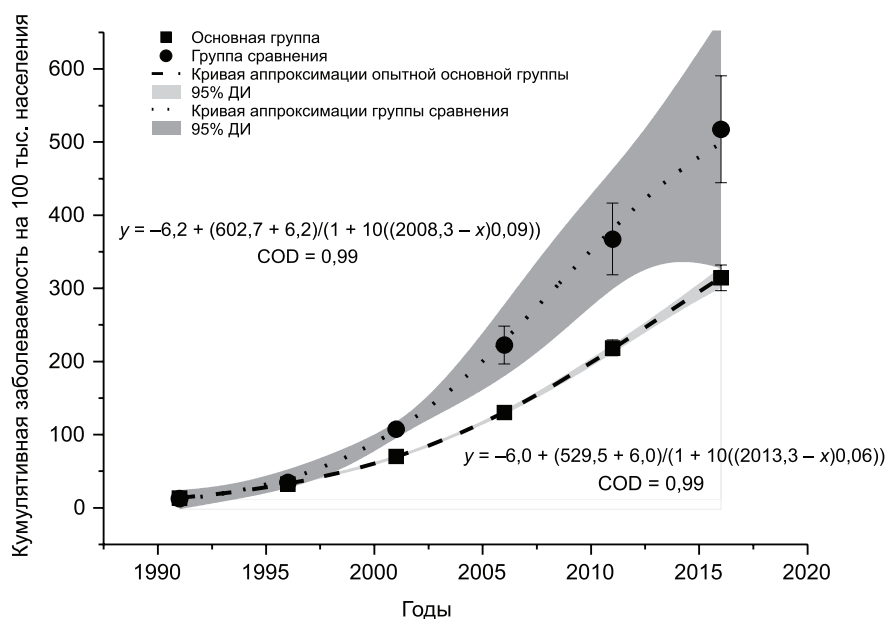


Рисунок 6 — Кумулятивная первичная заболеваемость по всем классам болезней в основной и контрольной группах за 1991–2016 гг. (На рисунке представлены данные первичной заболеваемости, рассчитанные на 100 тыс. населения с ошибками показателя.)

Этот факт подтверждается и при рассмотрении основных классов болезней в основной и контрольной группах (рисунок 7). Почти по всем представленным классам можно видеть у женщин группы сравнения более высокий уровень заболеваемости. Следует напомнить, что в эту группу вошли женщины, беременность у которых наступила спустя продолжительный промежуток времени после аварии на ЧАЭС, и, следовательно, они не подвергались воздействию радиоактивного йода. Фактор воздействия эффективной дозы можно исключить, так как внешнее и внутреннее облучение формировалось одинаково как на представительниц основной, так и контрольной группы.

Тем не менее, необходимо было определить, имеют ли значение поглощенные дозы, сформированные на ЩЖ беременных женщин в их заболеваемости в разные сроки после аварии. С этой целью весь диапазон поглощенных доз на ЩЖ разделили на два поддиапазона: меньших (<70 мГр) и больших по значению доз (>70 мГр). Такое деление было чисто условным. На основании этого была рассчитана кумулятивная заболеваемость женщин из основной группы (рисунок 8).

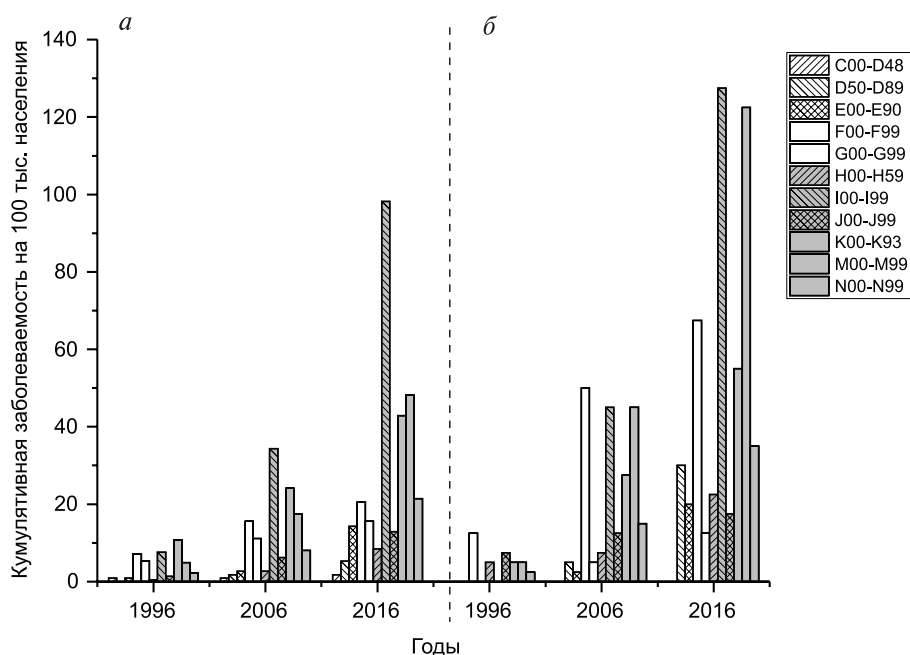


Рисунок 7 — Кумулятивная заболеваемость по основным классам болезней МКБ-10 основной (а) и контрольной группы женщин (б)

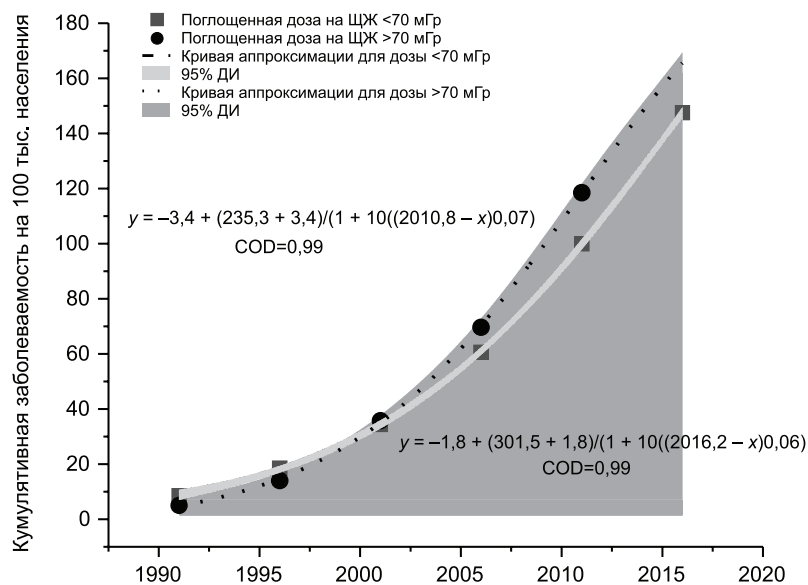


Рисунок 8 — Кумулятивная заболеваемость женщин с разными по величине поглощенными дозами на ЩЖ

Как видно из рисунка 8, с большими дозами на щитовидную железу связана более высокая первичная заболеваемость по всем классам болезней. При этом в первые 14–15 лет заболеваемость при малых и больших дозах почти не отличается друг от друга, а затем начинает прогрессивно увеличиваться.

Самый большой интерес вызывают данные о значительно выраженной заболеваемости женщин, которые в период беременности не получили облучения на ЩЖ за счет инкорпорации радиоактивного йода, т. е. тех, которые забеременели после аварии на ЧАЭС. Здесь необходимо выделить общие для выборок характеристики с тем, чтобы сконцентрировать внимание на отличительных факторах,

которые могут быть ответственны за наблюдаемые эффекты. Женщины из двух выборок проживали на одной территории, их социальный статус был одинаковым, их возраст почти не отличался. Представительницы первой и второй групп в определенный момент времени были беременны. И наконец, женщины основной и контрольной групп продолжали в течение 30 лет проживать на загрязненной радионуклидами территории. Главной же отличительной особенностью являлось радиационное воздействие на женщин основной группы за счет инкорпорации ими радиоактивного йода в апреле-мае 1986 года. Последствиями этого могут быть фиксированные молекулярно-генетические дефекты тиреоцитов, ведущие к нарушению гормонального баланса, изменению метаболизма в органах и тканях, которые являются мишенями для гормонов щитовидной железы и появлению соответствующей патологии [6, 7].

Однако другой причиной наблюдаемых явлений может быть психоэмоциональный стресс. В своем предыдущем исследовании мы сравнивали показатели психоэмоционального стресса у беременных женщин, которые в апреле-мае 1986 г. получили радиационное воздействие от радиоактивного йода с женщинами, у которых беременность была зафиксирована позже [8]. В работе оценивали корреляционные характеристики и скрытые факторы посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) с показателями психологического дистресса. Исследование было основано на общераспространенных опросниках PCL-S и К-6 [9, 10]. В результате проведенного анализа было установлено, что когорта женщин контрольной группы, которые не подвергались воздействию радиоактивного йода во время беременности, характеризовалась наличием выраженных признаков (нарушение сна, тревожная настроенность), а также присутствием непосредственной и выраженной связи между большинством факторов ПТСР с психологическим дистрессом.

Известно, что симптомы ПТСР связаны как с физическим, так и с психическим статусом любого индивидуума, и, следовательно, могут увеличивать риск возникновения в последующем различной патологии (сердечно-сосудистые заболевания, заболевания желудочно-кишечного тракта и т. д.) [11]. Это может объяснять повышенный уровень заболеваемости у женщин в группе сравнения в последующий период. Данный вывод может подтверждаться данными, представленными на рисунке 6. Разница в заболеваемости начинает проявляться не сразу, а спустя 10–12 лет и в дальнейшем становится более выраженной.

Тем не менее, имеются доказательства дозозависимого характера заболеваемости среди женщин, которые во время беременности были облучены радиоактивным йодом. При этом, как следует из рисунка 8, большие по значению поглощенные дозы на ЩЖ вызывали в последующем более значительный рост общесоматической заболеваемости. Однако здесь необходим более тщательный и конкретный анализ для каждого из видов патологии.

Анализ доз на щитовидную железу женщин показал, что диапазон их довольно широк — от 0,05 до 0,25 Гр. Эти данные совпадают с результатами дозиметрических исследований по оценке доз в когортах Беларуси и Украины [5]. С нашей точки зрения, подобное радиационное воздействие может быть связано с индивидуальными особенностями женщин, их образом жизни, пищевым рационом и др. Дело в том, что одним из основных путей поступления I-131 в организм является ингаляционное поступление. И доза, полученная за счет ингаляции, будет зависеть от времени, проведенного на открытой местности. А так как у жителей Столинского района имеются приусадебные участки, особенно в сельской местности, величина поглощенной дозы будет зависеть от времени работы на участке. Безусловно, что определенное значение может играть пищевой рацион, в плане потребления молочных продуктов и особенно цельного молока, которое является проводником радиоактивного йода в организм.

Имеются небольшие отличия в выбранных группах женщин в сроках беременности, хотя поглощенная доза на щитовидную железу, сформированная в различных триместрах беременности, почти не отличается и, следовательно, выбранные группы женщин являются сопоставимыми по основным параметрам, которые могут быть связаны с радиационными последствиями.

Заключение. Таким образом, облучение радиоактивным йодом во время беременности с его инкорпорацией в ЩЖ может быть связано с последующим ростом общесоматической патологии у женщин. При этом имеет место рост заболеваемости среди необлученных женщин, что обусловлено воздействием не радиационных, а психологических факторов в постчернобыльский период (обилие негативной информации в средствах массовой информации), что сопровождается тревогой за свое здоровье, здоровье членов семьи и детей, формированием ПТСР и созданием условий для развития у них из-за этого патологии.

Литература

1. Heart Disease Mortality in the Life Span Study, 1950–2008 / I. Takahashi [et al.] // Radiation Research. — 2017. — № 187. — P. 319–332.
2. Прилуцкий, А. С. Физиологические изменения функции щитовидной железы во время беременности / А. С. Прилуцкий, С. Ю. Глушич // Международный эндокринологический журнал. — 2016. — № 5(69). — С. 140–146.
3. Iodine and thyroid gland with or without nuclear catastrophe / Dilas L. Todorović [et al.] // Med. Pregl. — 2012. — Vol. 65(11–12). — P. 489–95.
4. Chernobyl accident: reconstruction of thyroid dose for inhabitants of the Republic of Belarus / Y. Gavrilin [et al.] // Health. Phys.— 1999. — Vol. 2(76). — P. 105–119.
5. Drozdovitch V. Radiation Exposure to the Thyroid After the Chernobyl Accident / V. Drozdovitch // Front. Endocrinol (Lausanne). — 2021. — № 5(11). — P. 1–9.
6. Воробцова, И. Е. Трансгенерационная передача радиационно-индуцированной нестабильности генома / И. Е. Воробцова // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2006. — № 4(46). — P. 441–446.
7. Transcriptional response to ¹³¹I exposure of rat thyroid gland / N. Rudqvist [et al.] // PLoS ONE. — 2017. — February, 21. — P. 1–19.
8. Характер психоэмоциональных расстройств у женщин, облученных во время аварии на ЧАЭС / Д. А. Одинцова-Стожарова [и др.] // Медицинский журнал. — 2021. — № 3 (в печати).
9. Stozharov, A. N. Psychometric analysis of questionnaire data on the severity of post-traumatic stress in women exposed during pregnancy as a result of the Chernobyl accident / A. N. Stozharov, N. Hayashida, J. Takahashi // Collection of materials of the Republican scientific-practical conference with international participation «Health and the Environment». — 2017. — № 1. — P. 96–99.
10. Breslau, N. Outcomes of posttraumatic stress disorder / N/ Breslau // J. of Clinical Psychiatry. — 2001. — Vol. 62(17). — P. 55–58.
11. Психоэмоциональный статус жителей Беларуси, облученных в результате аварии на Чернобыльской АЭС / А. Н. Стожаров [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; под общ. ред. Н. П. Жуковой. — Минск: РНМБ. — 2018. — Вып. 28. — С. 59–63.

Characteristics of a cohort of women exposed during pregnancy as a result of the Chernobyl accident

Stojarov A. N., Odinzova-Stojarova D. A., Khrustalev V. V.

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

The paper analyzes the radiation exposure due to the effect of radioactive iodine on the thyroid gland (TG), doses due to living in a contaminated area for 30 years after the Chernobyl accident and morbidity by the main classes of diseases among women in the Stolin district of the Brest region, who during the accident were irradiated and were at different stages of pregnancy (main group). As a control group, a sample of women from the same area was taken, in whom pregnancy was recorded later, after the decay of I-131. It was found that in women of the main group, absorbed doses on the TG were formed, in the range of 60–70 mGy, although approximately every tenth of women had doses greater than 0,1 Gy. The total effective doses due to external and internal irradiation were in the range of 3–19 mSv. The age of women in the study and in the group was approximately the same. The median of gestational age in the comparison group slightly differed from the median of the main group. Absorbed thyroid doses in different trimesters of pregnancy did not differ, with the dominant value being 70 mGy. The cumulative morbidity for all classes of diseases MBK-10 depended on the dose on the TG of women and was higher in the control group than in the main group. According to our earlier work, post-traumatic stress disorder (PTSD) in women of the comparison group was characterized by the severity of psychological symptoms in the post-Chernobyl period (sleep disturbance, anxious alertness), as well as the presence of a direct and pronounced relationship between most of the factors of PTSD with psychological distress. This may be due to the abundance of negative information in the media, the Internet, etc. in the early



post-Chernobyl period, which was accompanied by anxiety about one's health, the health of family members, children and the creation of conditions for the development of general somatic pathology due to this.

Keywords: accident at the Chernobyl nuclear power plant, radioactive iodine, pregnancy, thyroid gland, somatic morbidity.

Поступила 25.06.2021