

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 616.41-006.4-02:614.876]-036.22

ЧЕШИК
Андрей Анатольевич

**РИСК РАЗВИТИЯ ГЕМОБЛАСТОЗОВ У ЖИТЕЛЕЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ПОДВЕРГШИХСЯ
РАДИАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ В РЕЗУЛЬТАТЕ
КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук
по специальности 03.01.01 – радиобиология

Минск 2022

Научная работа выполнена в учреждении образования «Гомельский государственный медицинский университет»

Научный руководитель: **Рожко Александр Валентинович**, доктор медицинских наук, доцент, директор государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека»

Официальные оппоненты: **Фридман Михаил Валерьевич**, доктор медицинских наук, заведующий патологоанатомической лабораторией учреждения здравоохранения «Минский городской клинический онкологический центр»

Николаенко Елена Владимировна, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией радиационной безопасности Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены»

Оппонирующая организация: учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

Защита диссертации состоится 6 мая 2022 года в 13.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 03.18.02 при учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет» по адресу: 220116, г. Минск, пр-т Дзержинского, 83, e-mail: uchsovet@bsmu.by, тел. 302 16 21.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет».

Автореферат разослан _____ апреля 2022 года.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций,
кандидат медицинских наук, доцент



И.Л. Котович

ВВЕДЕНИЕ

Авария на Чернобыльской АЭС (далее – ЧАЭС) относится к наиболее крупным техногенным катастрофам за всю историю существования атомной энергетики. В мировой практике не было опыта ликвидации последствий такого масштаба: произошло радиоактивное загрязнение огромных территорий и порядка 5,0 млн человек (Беларусь, Украина, Россия) отнесены к категории пострадавшего населения [Chernobyl Forum, 2006]. В Республике Беларусь в зоне радиоактивного загрязнения оказалось 3600 населенных пунктов (в том числе 27 городов), где проживали 2,2 млн человек, 26,9% из которых составляли дети и подростки. В ряде населенных пунктов мощность дозы излучения достигала 0,5 мЗв в час – в несколько тысяч раз выше естественного радиационного фона [United Nations, 2000]. Вместе с тем в результате эвакуации и последующего отселения большинство жителей подверглись внешнему гамма-облучению в пределах 5–19 мЗв и лишь небольшая их часть – в дозах 100–200 мЗв [United Nations, 1988]. Известно, что у разных категорий населения, пострадавшего вследствие катастрофы на ЧАЭС, эффективные дозы колеблются от 20 до 100 мЗв [Национальный доклад, 2006].

По данным Международного агентства по изучению рака, ионизирующее излучение относится к факторам, для которых существуют достоверные сведения о канцерогенности для человека. Накопленные эпидемиологические данные позволяют констатировать, что среди радиогенных злокачественных новообразований лейкозы имеют максимальный радиационный риск и минимальный латентный период, при этом дети имеют более высокую чувствительность к воздействию ионизирующей радиации по сравнению со взрослыми [IARC, 2012]. При этом твердо установленным считается лишь тот факт, что лейкоз – следствие облучения в больших дозах. В то же время анализ мировой литературы о заболеваемости населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС, не позволяет сделать однозначных выводов о связи между риском лейкозов и длительным воздействием ионизирующего излучения в относительно малых дозах.

Особое место в данном вопросе уделяется установлению зависимости между риском развития гемобластозов и накопленной дозой радиации. К сожалению, можно констатировать, что в первые годы после аварии в Республике Беларусь не была сформирована дозиметрическая база данных на основе прямых измерений доз у пострадавшего населения, что в последующем затруднило проведение радиационно-эпидемиологических исследований. В последующие годы реализовано много научных работ по вопросам реконструкции доз, что в итоге позволило сформировать базу данных индивидуализированных накопленных доз на щитовидную железу, красный

костный мозг и окружающую костную ткань [Рожко А. В. и соавт., 2014] для более чем 200 000 человек, находящихся в базе данных Государственного регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС (далее – Госрегистр). Анализ литературы показал, что за последние годы (в отдаленный период после катастрофы на ЧАЭС) в Республике Беларусь не проводились масштабные эпидемиологические исследования заболеваемости гемобластозами разных групп пострадавшего населения, в связи с чем открытым остается вопрос об установлении причинно-следственных связей облучения с ростом заболеваемости гемобластозами, формированием групп повышенного радиационного риска, а также организацией диспансерного наблюдения с целью раннего выявления злокачественных новообразований крови и лимфатической ткани [Buchholz T. A., 2002].

Поэтому в настоящее время очевидна необходимость проведения масштабного аналитического эпидемиологического исследования заболеваемости гемобластозами участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС и разных категорий населения, подвергшихся воздействию радиации, в сопоставлении с рассчитанными индивидуализированными дозами облучения и другими факторами для установления величины избыточного риска заболеваний и научного обоснования мероприятий по оптимизации оказания им медицинской и социальной помощи.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами

Диссертационная работа выполнялась в рамках реализации Государственной программы Республики Беларусь по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011–2015 гг. и на период до 2020 г., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 декабря 2010 г. № 1922 по темам НИР: «Развитие Государственного регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС, других радиационных аварий» (ГР № 20130869, 2013 г.); «Установить особенности формирования заболеваемости пострадавшего населения в отдаленном периоде после катастрофы на ЧАЭС для оптимизации мероприятий медицинского обеспечения» мероприятия «Научное решение медицинских проблем жизнедеятельности на территории радиоактивного загрязнения» (ГР № 20164613, 2016–2018 гг.); «Создать атлас онкологической заболеваемости районов Республики Беларусь, расположенных на территории радиоактивного загрязнения и разработать прогноз количества случаев злокачественных новообразований до 2030 года» (ГР № 20171813, 2017–2019 гг.).

Цель исследования: определить риск развития гемобластозов у участников ликвидации последствий, эвакуированных лиц, населения, проживающего на загрязненных территориях, и их потомков при воздействии ионизирующего излучения в результате катастрофы на ЧАЭС.

Задачи исследования:

1. Провести анализ заболеваемости разными формами гемобластозов населения Республики Беларусь и определить ее референтные (популяционные) значения для определения риска заболеваний субъектов когорт, подвергшихся облучению.

2. Оценить риск развития разных форм гемобластозов у населения, пострадавшего в результате катастрофы на ЧАЭС, от комплекса факторов радиационного воздействия и определить латентный период до проявления избыточного риска заболеваний.

3. Определить зависимость избыточной заболеваемости разными формами гемобластозов от индивидуализированной накопленной эквивалентной дозы на красный костный мозг и окружающую костную ткань у участников ликвидации ее последствий, эвакуированных лиц и населения, проживающего на загрязненных территориях.

4. Оценить риск развития разных форм гемобластозов у потомков населения, пострадавшего в результате катастрофы на ЧАЭС.

5. Провести прогнозирование заболеваемости лейкозами участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС.

Научная новизна

Получены новые данные о заболеваемости гемобластомами населения в Республике Беларусь и населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС, за период с 1986 по 2015 гг.

Впервые на основе комплексного радиационно-эпидемиологического анализа в динамике за 30-летний период определена величина избыточного риска заболеваемости гемобластомами разных категорий населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС, в зависимости от пола, возраста на момент аварии, проживания на территории с разной плотностью радиоактивного загрязнения, длительности и периода нахождения в зоне загрязнения, индивидуализированных накопленных эквивалентных доз на красный костный мозг и окружающую костную ткань.

Впервые на основании анализа индивидуализированных накопленных эквивалентных доз на красный костный мозг и окружающую костную ткань у участников ликвидации последствий катастрофы определены критические уровни проявления статистически значимых стохастических эффектов.

Доказано отсутствие статистически значимой связи риска развития гемобластозов у населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях, с последствиями катастрофы на ЧАЭС.

Впервые изучен риск развития гемобластозов в группе потомков населения Республики Беларусь, пострадавшего в результате катастрофы на ЧАЭС. Выявлен статистически значимо высокий риск развития острого лимфо- и миелобластного лейкозов за весь период наблюдения с учетом достигнутого возраста на момент заболевания.

Впервые сделан прогноз заболеваемости лейкозами участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС, сформирован атлас онкологической заболеваемости в районах Республики Беларусь, расположенных на территории радиоактивного загрязнения за 2011–2030 гг.

Положения, выносимые на защиту

1. В Республике Беларусь в период с 1986 по 2015 гг. наблюдался постоянный рост заболеваемости лейкозами. При этом заболеваемость была выше у мужчин, чем у женщин, и выше у жителей села, чем города (грубые интенсивные показатели). Стандартизованные по возрасту показатели выявили более высокий риск заболевания у городских жителей. Рост заболеваемости лейкозами обусловлен хроническими лимфоцитарными, миелоцитарными и острыми миелобластными формами лейкозов. В то же время заболеваемость острым лимфобластным лейкозом снижалась. Выявлен статистически значимый рост заболеваемости множественной миеломой и неходжкинскими лимфомами. Заболеваемость лимфомой Ходжкина за анализируемый период статистически значимо не изменялась.

2. Определены уровни риска и сроки проявления избыточных заболеваний гемобластозами участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС. Величина статистически значимого избыточного риска в разные периоды наблюдения составила от 1,3 до 2,9. Проявление избыточного риска имеет длительный период: наиболее короткий латентный период выявлен для хронического миелоцитарного лейкоза (4–8 лет), латентный период значимого увеличения риска хронического лимфоцитарного лейкоза и лимфомы Ходжкина составил 14–18 лет, острого лимфобластного лейкоза – 19–23 года, острого миелобластного лейкоза и множественной миеломы – 24–29 лет. По совокупности проанализированных факторов риска (связи с плотностью загрязнения ^{137}Cs , длительности работы на загрязненных территориях, индивидуализированной накопленной эквивалентной дозы на красный костный мозг и окружающую костную ткань, возраста на момент аварии) доказана связь избыточного риска лейкозов с повышенной радиационной нагрузкой при работах, выполненных в 1986–1987 гг. на территориях с плотностью

загрязнения ^{137}Cs свыше 15 Ки/км²; острых миелобластных лейкозов у лиц, при поглощенной дозе на красный костный мозг свыше 150 мЗв; множественной миеломы – свыше 100 мЗв и выполнявших работы на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs свыше 40 Ки/км².

3. У эвакуированного населения и населения, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами, не выявлено статистически значимого превышения риска гемобластозов (SIR 1,2–1,5), связанного с плотностью загрязнения территории проживания и индивидуализированной накопленной эквивалентной дозой на красный костный мозг и окружающую костную ткань. Более высокий риск лейкозов зарегистрирован у лиц, эвакуированных через 10 дней ($\text{SIR}_{>10 \text{ дней}}=1,4$ (0,89–2,20)) после аварии, чем у тех, кто выехал в первые 10 дней ($\text{SIR}_{\leq 10 \text{ дней}}=0,5$ (0,17–1,23)); $p_{\text{Fisher}}=0,01$. У населения, проживающего на территории радиоактивного загрязнения, статистически значимо высокий риск установлен только для неходжкинских лимфом в возрастной группе 40–44 года на момент аварии (в 2005–2009 гг. (SIR=5,5 (2,22–11,36))).

4. Определен риск развития гемобластозов у потомков лиц, отнесенных к первым трем группам первичного учета. Выявлен статистически значимо высокий риск развития острого лимфобластного лейкоза у женщин (SIR=2,7 (1,5–4,4)) и острого миелобластного лейкоза (SIR=3,5 (1,2–8,3)) у мужчин за весь период наблюдения. Максимальный статистически значимый риск наблюдался у лиц, родившихся в первые 5 лет после аварии (острого лимфобластного лейкоза у женщин в 2005–2009 гг. (SIR=27,3 (5,6–79,7)), хронического миелоцитарного лейкоза (SIR=20,0 (2,4–72,3)) у мужчин в 2010–2015 гг.) и спустя 5–9 лет после аварии для острого миелобластного лейкоза (SIR=16,7 (2,0–60,2)) у мужчин в 2000–2004 гг.

5. Прогноз заболеваемости лейкозами на 2030 г. выявил ожидаемое снижение численности когорты участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС, но при этом не показал снижения заболеваемости из-за сохранения избыточного риска лейкозов, увеличения медианы возраста субъектов когорты и роста заболеваемости в старших возрастных группах.

Личный вклад соискателя ученой степени

Постановка целей и задач исследования, формирование электронной базы данных, анализ результатов и их статистическая обработка, анализ отечественной и зарубежной литературы проведены соискателем лично под руководством А. В. Рожко. При участии соавтора И. В. Веялкина проведена обработка данных, личный вклад соискателя – 80%. Полученные результаты опубликованы в статьях, материалах съездов и конференций, суммарный личный вклад соискателя – 78%, в разработку «Атласа онкологической

заболеваемости в районах Республики Беларусь, расположенных на территории радиоактивного загрязнения за 2011–2030 гг.» – 20%.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные положения диссертации и полученные результаты доложены и обсуждены на Международной научной конференции «Радиобиология: Маяк, Чернобыль, Фукусима» (Гомель, 2015); Международной научной конференции «Радиобиология: минимизация радиационных рисков» (Гомель, 2016); V международной научной конференции «RAD 2017» (Будва, 2017); Международной научно-практической конференции «Радиоэкологические и радиобиологические последствия Чернобыльской катастрофы» (Хойники, 2017); международных научно-практических конференциях «Современные проблемы радиационной медицины: от науки к практике» (Гомель, 2013, 2016, 2017 и 2018 гг.); 19th Meeting of the European Association for Haematopathology ЕАНР 2018 (Эдинбург, 2018).

Результаты диссертационного исследования внедрены в государственном учреждении «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова», государственном учреждении «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» и Главным управлением здравоохранения Гомельского облисполкома, о чем свидетельствуют 9 актов внедрения.

Опубликование результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано: 12 статей в научных журналах (из них 2 единоличные публикации), включенных в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК Республики Беларусь и соответствующих п. 18 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», объемом 6,1 авторского листа, 19 публикаций в сборниках научно-практических конференций объемом 1,7 авторского листа, 3 тезиса докладов и другие публикации.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на русском языке на 176 страницах, содержит 25 таблиц, 52 рисунка, приложения. Включает перечень сокращений и условных обозначений, введение, общую характеристику работы, аналитический обзор литературы, главу с описанием материала и методов исследования, 3 главы с результатами собственных исследований, заключение, рекомендации по практическому использованию полученных результатов, библиографический список (всего 219 источников, из них 86 – русскоязычных, 133 – на иностранных языках, 35 – собственные публикации соискателя).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Исходным материалом для исследования служили данные Госрегистра и Белорусского республиканского канцер-регистра. Для формирования когорт на основе вышеуказанных регистров была создана отдельная проблемно-ориентированная база данных, включающая информацию о 278 430 субъектах.

В работе рассчитаны и проанализированы показатели заболеваемости (грубые интенсивные (CR), повозрастные (AsR) и стандартизованные по возрасту (ASR)) злокачественными новообразованиями лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей на 100 000 населения.

Анализ проводился за период 1986–2015 гг. для всего населения Республики Беларусь. Нозологические формы были сгруппированы согласно Международной классификации болезней 10 пересмотра (МКБ-10) и рекомендациям Международного агентства по изучению рака для популяционных регистров (таблица).

Таблица. – Нозологические формы, включенные в исследование

Локализация	Код МКБ-10
Все лейкозы	C91-C95
Острый лимфобластный лейкоз (ОЛЛ)	C91.0
Острый миелобластный лейкоз (ОМЛ)	C92.0, C93.0, C94.0, C94.2, C94.4-94.5
Хронический лимфоцитарный лейкоз (ХЛЛ)	C91.1
Хронический миелоцитарный лейкоз (ХМЛ)	C92.1, C93.1, C94.1
Лимфома Ходжкина (ЛХ)	C81.0-C81.9
Неходжкинские лимфомы (НХЛ)	C82.0-C85.9, C96
Множественная миелома (ММ)	C90

Проведен эпидемиологический анализ особенностей заболеваемости гемобластозами населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС, состоящего на учете в Госрегистре и относящегося к 1–4 группам первичного учета (ГПУ) за период 1986–2015 гг.:

1-я ГПУ – участники ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС (98 496 чел.).

2-я ГПУ – граждане, эвакуированные, отселенные, самостоятельно выехавшие с территории радиоактивного загрязнения из зоны эвакуации (отчуждения) в 1986 г. (12 979 чел.).

3-я ГПУ – граждане, постоянно (преимущественно) проживающие на территории радиоактивного загрязнения в зонах первоочередного и последующего отселения (138 204 чел.).

4-я ГПУ – дети (в последующем подростки и взрослые), родившиеся от граждан 1–3-й ГПУ, за исключением включенных в 3 ГПУ (28 751 чел.).

Рассчитаны и оценены стандартизованные по возрасту, календарному времени и месту проживания (городское/сельское население) соотношения заболеваемости (SIR). Анализ заболеваемости проводился в зависимости от пола, места (плотности загрязнения ^{137}Cs в 1986 г.), продолжительности (10 дней и менее, более 10 дней), времени нахождения в зоне радиоактивного загрязнения (1986, 1987, 1988, 1989 гг., а также в первые 40 дней, от 40 до 99 и через 100 и более дней после аварии) в зависимости от индивидуализированной накопленной эквивалентной дозы (ИД) на красный костный мозг и окружающую костную ткань (ККМ). Показатель SIR представляет отношение наблюдаемого количества событий к ожидаемому их количеству, рассчитанному на определенное число человеко-лет наблюдения, исходя из референтных (популяционных) уровней заболеваемости.

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью программ Microsoft Office Excel 2016 и WinPepi V. 9.2. Оценка статистической значимости различий частот встречаемости признаков проводилась с использованием точного критерия Фишера. Данные представлены в виде показателей и 95% доверительного интервала (95% ДИ), построенного с использованием критериев Стьюдента, χ^2 , F и Пуассона в зависимости от вида распределения признака. Сила связи между величиной признака и риском развития заболевания определялась методом корреляции Спирмена (r_s). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05. Для оценки динамики и прогноза показателей использовался анализ темпов прироста на основе линейной или экспоненциальной моделей регрессии.

Результаты собственных исследований

Проведенный анализ заболеваемости гемобластозами населения Республики Беларусь в послеаварийный период. Анализ грубых интенсивных (CR) и стандартизованных по возрасту (ASR) показателей заболеваемости лейкозами за период с 1986 по 2015 гг. показал равномерные значимые положительные среднегодовые темпы прироста ($APC_{CR}=1,3$ (0,9–1,7)% в год и $APC_{ASR}=0,3$ (0,08–0,62)% в год). Заболеваемость лейкозами была выше у мужчин, чем у женщин как при сопоставлении CR ($13,02 \pm 0,21^{0/0000}$ и $10,61 \pm 0,18^{0/0000}$ соответственно), так и ASR ($9,4 \pm 0,16^{0/0000}$ и $6,14 \pm 0,12^{0/0000}$ соответственно) показателей ($p < 0,001$). Показатели CR заболеваемости лейкозами были выше у сельских жителей, чем у городских, за счет большей доли пожилого населения в селах ($p < 0,001$), а при сопоставлении ASR

показателей (нивелирующих возрастные различия населения) заболеваемость выше у городских жителей ($p < 0,001$).

Анализ заболеваемости лейкозами по морфологическим формам показал, что рост происходил за счет **ХЛЛ**, **ХМЛ** и **ОМЛ**. Так, положительные среднегодовые темпы прироста грубых интенсивных показателей заболеваемости **ХЛЛ** отмечались в период с 1991 по 2009 гг. и составляли $APC_{CR}=2,5$ (1,66–3,25)% в год. В последующие годы тенденции к росту заболеваемости **ХЛЛ** не выявлено ($APC_{CR}=-0,6$ (-4,55–3,39)% в год), в 2015 г. CR составил $4,92 \pm 0,45^0/0000$. Вместе с тем анализ стандартизованных по возрасту показателей заболеваемости показал равномерный рост за весь исследуемый период ($APC_{ASR}=0,5$ (0,05–1,04)% в год).

Заболеваемость **ХМЛ** росла в период с 1991 по 2009 гг. ($APC_{CR}=2,0$ (1,08–2,89)% в год). CR показатель за этот период увеличился с $1,41 \pm 0,23^0/0000$ до $2,02 \pm 0,29^0/0000$. После 2009 г. заболеваемость **ХМЛ** была стабильной ($APC_{CR}=-2,3$ (-6,38–1,69)% в год), составив в 2015 г. $2,02 \pm 0,29^0/0000$. При анализе стандартизованных по возрасту показателей роста заболеваемости за исследуемый период не отмечалось ($APC_{ASR}=0,1$ (-0,56–0,69)% в год).

Заболеваемость **ОМЛ** имела положительные среднегодовые темпы прироста в период с 1991 по 2004 гг. ($APC_{CR}=5,2$ (4,02–6,45)% в год и $APC_{ASR}=3,9$ (2,67–5,23)% в год). После 2004 г. тенденции к росту заболеваемости **ОМЛ** не выявлено ($APC_{CR}=-0,5$ (-2,04–1,06)% в год и $APC_{ASR}=-1,1$ (-2,7–0,51)% в год), в 2015 г. $CR=2,08 \pm 0,29^0/0000$ и $ASR=1,44 \pm 0,23^0/0000$.

Стандартизованные показатели заболеваемости **ОМЛ** были статистически значимо выше у мужчин, чем у женщин ($ASR=1,45 \pm 0,07^0/0000$ и $1,2 \pm 0,06^0/0000$ соответственно) ($p < 0,001$).

Динамика заболеваемости **ОЛЛ** показала тенденцию к снижению, CR показатель имеет статистически значимый отрицательный среднегодовой темп прироста ($APC_{CR}=-1,0$ (-1,53–0,4)% в год), тогда как ASR показатель стабилен в течение всего периода наблюдения ($APC_{ASR}=0,2$ (-0,31–0,71)% в год). Заболеваемость **ОЛЛ** была выше у мужчин, чем у женщин ($ASR=1,82 \pm 0,09^0/0000$ и $1,52 \pm 0,09^0/0000$ соответственно) ($p < 0,001$).

Заболеваемость **ЛХ** стабильна на протяжении всего исследуемого периода как по CR , так и по ASR показателям ($APC_{CR}=0,4$ (0,06–0,71)% в год и $APC_{ASR}=-0,2$ (-0,61–0,2)% в год). Заболеваемость **ЛХ** составляла в 2015 г. $CR=2,92 \pm 0,34^0/0000$ и $ASR=2,78 \pm 0,35^0/0000$. При оценке ASR показателей заболеваемости жителей города и села значимо не различалась ($p=0,07$).

Заболеваемость **НХЛ** имеет статистически значимые положительные среднегодовые темпы прироста на протяжении всего исследуемого периода ($APC_{CR}=3,8$ (3,5–4,03)% в год и $APC_{ASR}=2,7$ (2,31–2,99)% в год). Заболеваемость **НХЛ** была выше у мужчин, чем у женщин ($ASR=4,58 \pm 0,11^0/0000$ и $2,93 \pm 0,07^0/0000$

соответственно) ($p < 0,001$). ASR показатель заболеваемости НХЛ выше у городских жителей, чем у сельских ($p < 0,05$), как у мужчин, так и у женщин.

Заболеваемость ММ имеет статистически значимые положительные среднегодовые темпы прироста на протяжении всего исследуемого периода ($APC_{CR} = 3,9$ (3,27–4,57)% в год и $APC_{ASR} = 2,6$ (2,0–3,19)% в год). ASR показатель значимо выше у мужчин, чем у женщин ($1,55 \pm 0,06^{0/0000}$ и $1,36 \pm 0,05^{0/0000}$ соответственно) ($p < 0,001$). Грубые показатели заболеваемости ММ были одинаковыми у городских и сельских жителей, однако ASR показатели значимо выше у городских жителей (как у мужчин, так и у женщин).

Анализ заболеваемости гемобластозами разных категорий населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС, показал, что заболеваемость гемобластозами сильно варьирует в зависимости от ГПУ, что может быть связано с различиями в возрастной структуре данных групп. В связи с этим для оценки влияния радиационного фактора в дальнейшем использован показатель стандартизованного соотношения заболеваемости (SIR), скорректированный по полу и месту жительства.

Анализ разных форм гемобластозов у субъектов когорты, подвергшихся ионизирующему излучению, проведен в зависимости от ряда факторов в сравнении с популяционными уровнями заболеваемости.

В ГПУ 1 за весь период установлено 420 случаев лейкозов (SIR=1,3 (1,19–1,45); $p < 0,05$), 258 лимфом, из которых ЛХ – 72 случая (SIR=1,1 (0,87–1,4); $p > 0,05$) и НХЛ – 186 случаев (SIR=1,1 (0,91–1,22); $p > 0,05$), также выявлено 85 случаев ММ (SIR=1,2 (0,93–1,44); $p > 0,05$).

Статистически значимое превышение риска заболеваний у участников ликвидации последствий катастрофы наблюдалось для всех лейкозов в целом с 1995 по 2015 гг. (SIR=1,3–1,4). При анализе заболеваемости лейкозами по подрубрикам отмечен статистически значимо высокий риск развития хронических лейкозов: ХЛЛ – 1,3 (1,14–1,53), ХМЛ – 1,7 (1,35–2,03). Высокий риск лейкозов наблюдался как у мужчин (SIR_{ХХЛ}=1,3 (1,07–1,48) и SIR_{ХМЛ}=1,7 (1,35–2,1)), так и у женщин (SIR_{ХЛЛ}=1,6 (1,11–2,17) и SIR_{ХМЛ}=1,5 (0,9–2,47)).

В динамике по пятилетним временным интервалам риск хронических лейкозов был статистически значимым: ХМЛ в 1990–1994 гг. (SIR=2,0 (1,16–3,3)) и в 1995–1999 гг. (SIR=2,3 (1,44–3,47)), в то время как для ХЛЛ он был значимо выше в более отдаленном периоде – в 2000–2004 гг. (SIR=1,5 (1,05–2,0)) и в 2010–2015 гг. (SIR=1,4 (1,03–1,75)).

Острые лейкозы у участников ликвидации последствий катастрофы встречались реже, чем хронические. В 2005–2009 гг. отмечен подъем риска ОЛЛ, который значимо превысил популяционный уровень в 2,9 (1,49–5,03) раза, а для ОМЛ значимое превышение риска отмечено в 2010–2015 гг.

(SIR=1,6 (1,01–2,49)). В другие периоды наблюдения риск развития ОЛЛ и ОМЛ значимо не отличался от популяционного уровня.

Нами показано, что проявление избыточного риска развития лейкозов у участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС имеет длительный период. Наиболее короткий латентный период выявлен для ХМЛ (4–8 лет), латентный период для ХЛЛ и ЛХ составил 14–18 лет, ОЛЛ – 19–23 года, ОМЛ и ММ – 24–29 лет.

Показано увеличение риска лейкозов у участников ликвидации при выполнении работ на наиболее загрязненных территориях (с плотностью загрязнения радионуклидами 15–39 и более 40 Ки/км²) и начального периода выполнения работ (в 1986 и 1987 гг.). При этом высокий риск сохранялся при разной длительности работы в зоне эвакуации (до 10 и более 10 дней), а у ликвидаторов 1986 г. вне зависимости от времени их въезда на территорию радиоактивного загрязнения от момента аварии (до 40 и более 100 дней). Продолжительность нахождения в зоне эвакуации связана с полученной дозой облучения. Отмечено, что для ОЛЛ, в отличие от хронических лейкозов, риск был выше у тех, кто пробыл в зоне радиоактивного загрязнения более 10 дней.

Анализ риска заболеть гемобластозами в зависимости от возраста участников ликвидации на момент катастрофы показал, что статистически значимо высокие уровни риска хронических лейкозов (SIR от 1,4 до 2,5) выявлены в возрастных группах от 35 до 59 лет. Максимальный статистически значимо высокий риск развития лейкозов установлен в возрастной группе 30–34 года на момент аварии: риск ХМЛ в 1995–1999 гг. составил 4,7 (1,53–11,01) и ОМЛ в 2010–2015 гг. – 2,9 (1,06–6,28). Статистически значимый риск ОЛЛ зафиксирован в группе 45–49 лет (SIR=2,6 (1,1–5,03)). Важно отметить высокий (но статистически не значимый) риск острых лейкозов среди лиц молодого возраста, выполнявших работы в 1986 и 1987 г.: ОЛЛ – до 20 лет (SIR=5,4 (0,65–19,35)), 20–24 года (SIR=1,6 (0,33–4,65)) и 25–29 лет (SIR=1,3 (0,27–3,78)) и ОМЛ до 20 лет (SIR=1,8 (0,05–10,29)) и 20–24 года (SIR=2,0 (0,79–4,07)), что согласуется с доказанными радиобиологическими закономерностями риска облучения в молодом возрасте.

Риск развития ОМЛ показал статистически не значимую зависимость от величины лучевой нагрузки (у лиц с ИД на ККМ в диапазоне 150–300 мЗв SIR составил 3,4 (0,92–8,65)). Статистически значимый риск развития ММ проявился в группе выполнявших работы на территории с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs свыше 40 Ки/км² (SIR=1,8 (1,16–2,8)) с дозовой нагрузкой на ККМ 100–149 мЗв (SIR=2,7 (0,99–5,86; p>0,05)). При объединении групп отмечено, что статистически значимо высокий риск ОМЛ достигался при ИД на ККМ свыше 150 мЗв (SIR=2,9 (1,01–6,86)) и ММ свыше 100 мЗв (SIR=2,3 (1,14–4,07)).

Увеличение риска развития ЛХ отмечено, начиная с 2000 г., статистически значимо в период 2000–2004 гг. ($SIR=1,8$ ($1,05-2,8$)) и 2010–2015 гг. ($SIR=1,8$ ($1,01-2,97$)). Риск ЛХ был повышен среди ликвидаторов 1986 г. ($SIR=1,2$ ($0,96-1,6$)) и был выше у лиц, ликвидировавших последствия аварии в ранние сроки – 0–39 дней ($SIR=1,3$ ($0,94-1,85$)). Вместе с тем наблюдаемое увеличение риска ЛХ не выявило связи с работами на территориях с высокой плотностью контаминации радионуклидами. Так, статистически значимо высокий показатель стандартизованного соотношения заболеваемости ЛХ установлен только среди участников ликвидации последствий катастрофы, выполнявших работы на территориях с плотностью загрязнения $1,0-4,99$ Ки/км² ($SIR=3,9$ ($1,07-10,07$)). Кроме того, выявлена обратная корреляционная зависимость между риском ЛХ и плотностью загрязнения территорий, на которых находился ликвидатор ($r_s=-1,0$; $p<0,01$). Не отмечено также зависимости от ИД на ККМ. Приводимые данные свидетельствуют об отсутствии зависимости повышения риска ЛХ от радиационных нагрузок при ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС.

Анализ риска развития НХЛ у участников ликвидации последствий катастрофы не показал его превышения над популяционными уровнями и отсутствия связи с радиационным фактором.

Таким образом, по совокупности проанализированных факторов правомерен вывод о связи избыточного риска лейкозов у участников ликвидации с повышенной радиационной нагрузкой при работах, выполненных в 1986–1987 гг. на территориях с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs свыше 15 Ки/км²; ОМЛ у лиц, облученных в дозе на ККМ свыше 150 мЗв; ММ у лиц, облученных в дозе 100 мЗв и более, у выполнявших работы на территории с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs свыше 40 Ки/км².

За весь период 1987–2015 гг. в ГПУ 2 установлено 26 случаев лейкозов ($SIR=1,1$ ($0,7-1,58$)), 9 случаев ЛХ ($SIR=1,3$ ($0,61-2,54$)), 7 случаев НХЛ ($SIR=0,6$ ($0,26-1,33$)) и 3 случая ММ ($SIR=0,8$ ($0,17-2,45$)).

Сравнение рисков по продолжительности пребывания в зоне отчуждения показало, что значительно большее количество случаев лейкозов зарегистрировано у лиц, эвакуированных через 10 дней после аварии, чем у тех, кто выехал в первые 10 дней. Риск развития лейкоза у эвакуированных через 10 дней после аварии был выше популяционного в $1,4$ ($0,89-2,20$) раза и выше, чем у лиц, переселенных в течение первых 10 дней ($SIR_{\leq 10 \text{ дней}}=0,5$ ($0,17-1,23$)) ($p_{\text{Fisher}}=0,01$). Полученные данные подтверждают важность экстренной эвакуации населения в кратчайшие после катастрофы сроки. Вместе с тем анализ заболеваемости в зависимости от плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs, возраста на момент аварии и ИД на ККМ не выявил статистически значимого превышения риска заболевания лейкозами, что не позволяет сделать

однозначное заключение о связи заболеваемости эвакуированного населения с последствиями катастрофы на ЧАЭС.

Анализ риска развития НХЛ и ММ в ГПУ 2 показал его сопоставимость с популяционными уровнями.

За весь период 1987–2015 гг. в ГПУ 3 установлен 191 случай лейкозов (SIR=0,8 (0,68–0,93); ($p < 0,05$)), 158 лимфом, из которых ЛХ – 61 случай (SIR=0,8 (0,61–1,03)) и НХЛ – 97 случаев (SIR=0,8 (0,67–1,0)), также отмечено 30 случаев ММ (SIR=0,7 (0,48–1,02)). Таким образом, риск гемобластозов в данной группе в целом был ниже популяционного.

Превышение риска развития ОМЛ и ХМЛ (не достигшее статистической значимости) отмечено для населения, проживавшего на территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 40 Ки/км² и выше (SIR_{ОМЛ}=1,4 (0,17–5,09)); (SIR_{ХМЛ}=1,2 (0,14–4,23)) и 15,0–39,99 Ки/км² (SIR_{ХМЛ}=1,4 (0,79–2,23)). Превышение риска ХЛЛ выявлено среди жителей территорий с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 5,0 до 14,99 Ки/км² (SIR=1,4 (0,72–2,45)). Прирост риска в зависимости от ИД на ККМ отмечался для ХМЛ в диапазоне доз 100–149 мЗв (SIR=1,2 (0,14–4,27)) и 150–300 мЗв (SIR=1,7 (0,21–6,25)), а для ХЛЛ – в дозовом диапазоне 50–99 мЗв (SIR=1,3 (0,58–2,39)).

В отношении лимфом определено превышение риска заболеваний НХЛ на территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 40 Ки/км² (SIR=1,3 (0,47–2,76)), а также прирост риска в диапазоне доз от 100–149 мЗв (SIR=1,5 (0,59–3,03)). В этом же диапазоне был повышен и риск ЛХ (SIR=1,4 (0,28–3,95)). Статистически значимо высокий риск установлен только для НХЛ в возрастной группе 40–44 года на момент аварии в 2005–2009 гг. (SIR=5,5 (2,22–11,36)).

Следует отметить, что численность населения, проживающего на территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 40 Ки/км², невысока и составляла 3776 человек, а с плотностью загрязнения ^{137}Cs 15,0–39,99 Ки/км² – 32 375 человек, что не позволяет получить статистически значимых оценок и сделать однозначные выводы. Однако выявленное превышение риска свидетельствует о необходимости усиленного диспансерного контроля за населением, проживающим на территориях с высокой плотностью загрязнения радионуклидами, и продолжения радиационно-эпидемиологических исследований в данной когорте.

В ГПУ 4 из 31 случая лейкозов выявлено 23 ОЛЛ, 6 ОМЛ и 2 ХМЛ. Статистически значимое увеличение риска ОЛЛ отмечено только для женщин (SIR=2,7 (1,5–4,4)). В период с 2005 по 2009 гг. риск развития ОЛЛ у женщин составил 7,5 (3,0–15,5), у рожденных в первые 5 лет после аварии в это время риск превышал популяционный в 27,3 (5,6–79,7) раза, а для женщин 1996–2001 гг. рождения – в 9,5 (1,2–34,4) раза. При анализе заболеваемости ОМЛ статистически значимые высокие показатели заболеваемости отмечены

у мужчин ($SIR=3,5$ (1,2–8,3)). Максимальный риск ($SIR=16,7$ (2,0–60,2)) установлен у мужчин в 2000–2004 гг. и рожденных через 5–9 лет после аварии ($SIR=16,7$ (2,02–60,21)). В 2010–2015 гг. зарегистрировано 2 случая ХМЛ у мужчин, родившихся в первые 5 лет после аварии. Данная патология крайне редка среди населения соответствующего возраста и статистически значимо повысила риск в этой группе до 20,0 (2,4–72,3).

Прогнозирование заболеваемости лейкозами участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС показало, что к 2030 г. ожидается значительное уменьшение численности субъектов данной когорты (до 27 574 чел.). Несмотря на это, за счет более высокого риска заболеваний, связанных с избыточным облучением, ростом заболеваемости в группе 85 лет и старше (на 4,3 (1,24–7,38)% в год), а также постарением участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС (медиана возраста – 71 год), количество случаев лейкозов не уменьшится, а заболеваемость вырастет с $CR=26,0^0/0000$ в 2016 г. до $CR=32,3^0/0000$ в 2030 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Определены референтные значения уровней и динамики заболеваемости населения Республики Беларусь гемобластозами в качестве основы для вычисления избыточного риска заболеваний в когортах населения, пострадавшего от радиационных последствий катастрофы на ЧАЭС. Среднегодовой темп прироста заболеваемости лейкозами в период с 1986 по 2015 гг. составил 1,3 (0,9–1,7)% в год; $p<0,05$. Заболеваемость лейкозами выше у мужчин, чем у женщин ($CR=13,02\pm 0,21^0/0000$ и $10,61\pm 0,18^0/0000$ соответственно; $p<0,001$), и выше у сельских жителей, чем у городских ($CR=13,53\pm 0,62^0/0000$ и $11,02\pm 0,33^0/0000$ соответственно; $p<0,001$). Однако анализ стандартизованных по возрасту показателей (нивелирующих различий в возрастной структуре населения) установил, что заболеваемость жителей городов выше, чем в селах ($ASR=7,86\pm 0,16^0/0000$ и $6,93\pm 0,25^0/0000$ соответственно; $p<0,001$). Установлены периоды статистически значимого роста заболеваемости населения страны: с 1991 по 2015 гг. – ММ ($APC=3,9$ (3,27–4,57)% в год); с 1986 по 2015 гг. – НХЛ ($APC=3,8$ (3,5–4,03)% в год); с 1991 по 2004 гг. – ОМЛ ($APC=5,2$ (4,02–6,45)% в год); с 1991 по 2009 гг. – ХЛЛ ($APC=2,5$ (1,66–3,25)% в год) и ХМЛ ($APC=2,0$ (1,08–2,89)% в год). Заболеваемость ОЛЛ статистически значимо снижалась в течение всего периода наблюдения ($APC=-1,0$ (-1,53–-0,4)% в год), а заболеваемость ЛХ оставалась стабильной ($APC=0,4$ (0,06–0,71)% в год) [3, 4, 6, 20].

2. Величина статистически значимого избыточного риска в разные периоды наблюдения у участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС составила от 1,3 до 2,9. Наиболее короткий латентный период выявлен для ХМЛ (4–8 лет), для ХЛЛ и ЛХ он составлял 14–18 лет, для ОЛЛ – 19–23 года, для ОМЛ и ММ – 24–29 лет. Выявлены избыточные случаи лейкозов в более молодом (по сравнению с популяцией) возрасте, что привело к статистически значимому увеличению риска в возрастном интервале 30–34 года на момент аварии: в 1995–1999 гг. риск ХМЛ составил 4,7 (1,53–11,01) и ОМЛ в 2010–2015 гг. – 2,9 (1,06–6,28)). Увеличение риска развития лейкозов выявлено среди выполнявших работы на наиболее загрязненных территориях (с плотностью загрязнения радионуклидами 15–39 и более 40 Ки/км²) и начального периода выполнения работ (в 1986 и 1987 гг.). Статистически значимо высокий риск заболевания хроническими лейкозами установлен среди принимавших участие в работах в 1986 г. для ХЛЛ (SIR=1,3 (1,08–1,49)) и ХМЛ (SIR=1,8 (1,46–2,24)), а для участвовавших в работах в 1987 г. риск ХЛЛ (SIR=1,8 (1,23–2,43)). Риск развития ОМЛ и ММ показал зависимость от величины лучевой нагрузки на КKM (у лиц с ИД на КKM свыше 150 мЗв SIR_{ОМЛ}=2,9 (1,01–6,86)); риск развития ММ проявился у лиц с дозой нагрузки на КKM свыше 100 мЗв (SIR_{ММ}=2,3 (1,14–4,07)). У лиц, выполнявших работы на территории с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs свыше 40 Ки/км², риск ММ в 1,8 (1,16–2,8) раза выше популяционного. Повышенный риск ЛХ наблюдался с 2000 г. и сохранялся до конца периода наблюдения. Риск ЛХ был повышен среди участников ликвидации катастрофы 1986 г. (SIR=1,2 (0,96–1,6)) и тех, кто работал в ранние сроки – 0–39 дней (SIR=1,3 (0,94–1,85)). Зависимости риска ЛХ от плотности загрязнения территорий и ИД на КKM не показано. В отношении НХЛ связи с радиационным фактором не установлено [1, 2, 5, 7, 12, 13, 14, 15, 19, 22, 24, 26–30, 32, 33, 34].

3. У эвакуированного населения и населения, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами, не выявлено статистически значимого превышения риска гемобластозов (SIR 1,2–1,5), связанного с плотностью загрязнения и ИД на КKM. Больше число случаев лейкозов зарегистрировано у лиц, эвакуированных через 10 дней (SIR_{>10 дней}=1,4 (0,89–2,20)) после аварии, чем у тех, кто выехал в первые 10 дней (SIR_{≤10 дней}=0,5 (0,17–1,23)); p_{Fisher}=0,01. У населения, проживающего на территории радиоактивного загрязнения, статистически значимо высокий риск установлен только для НХЛ в возрастной группе 40–44 года на момент аварии (53% случаев выявлены в 2005–2009 гг. (SIR=5,5 (2,22–11,36)) [1, 2, 5, 8, 11, 12, 16, 17, 19, 21, 24–30, 32].

4. В группе лиц, рожденных от ГПУ 1–3, показан статистически значимо высокий риск развития лейкозов: ОЛЛ у женщин, ОМЛ и ХМЛ у мужчин.

Максимальный статистически значимый риск отмечен у лиц, родившихся в первые 5 лет после аварии (ОЛЛ у женщин в 2005–2009 гг. ($SIR=27,3$ (5,6–79,7)) и ХМЛ у мужчин в 2010–2015 гг. ($SIR=20,0$ (2,4–72,3)) и спустя 5–9 лет после аварии – для ОМЛ ($SIR=16,7$ (2,0–60,2)) у мужчин в 2000–2004 гг. [1, 5, 9, 18, 23, 24, 27–30, 32].

5. Прогнозирование заболеваемости лейкозами участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС показало, что к 2030 г. ожидается значительное уменьшение численности когорты (которая сократится до 27 574 чел.). Вместе с тем количество случаев лейкозов не уменьшится за счет более высокого риска лейкозов в данной когорте, связанных с облучением, ростом заболеваемости в группе 70 лет и старше, а также по причине старения субъектов когорты (медиана возраста – 71 год) и составит $32,3^0/0000$ в 2030 г. [4, 7, 10, 31, 35].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Результаты исследования позволяют прогнозировать отдаленные медико-биологические последствия воздействия ионизирующих излучений в широком диапазоне доз при аварийных ситуациях с выбросом техногенных радионуклидов в среду обитания человека, что важно для выбора оптимальной стратегии минимизации негативных последствий для здоровья населения.

Выявленные закономерности могут быть учтены при установлении причинно-следственной связи между заболеваемостью гемобластозами и воздействием ионизирующего излучения у лиц, пострадавших в результате катастрофы на ЧАЭС, при назначении им предусмотренных законодательством льгот и оптимизации оказания специализированной медицинской помощи.

Результаты работы легли в основу приказа Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.12.2021 № 1597 «О закреплении диспансерного наблюдения участников ликвидации катастрофы на Чернобыльской АЭС», направленного на раннее выявление злокачественных новообразований крови у участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС.

Созданный «Атлас онкологической заболеваемости в районах Республики Беларусь, расположенных на территории радиоактивного загрязнения за 2011–2030 гг.» [35] рекомендован к использованию руководителями при планировании материально-технических ресурсов организаций здравоохранения, занимающихся диспансеризацией разных категорий пострадавшего населения, а также научными работниками и врачами.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи в научных рецензируемых журналах

1. Чешик, А. А. Риск развития злокачественных новообразований крови у различных категорий населения, пострадавшего в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС / А. А. Чешик, И. В. Веялкин, Э. А. Надыров // Проблемы здоровья и экологии. – 2015. – № 2. – С. 79–82.

2. Заболеваемость злокачественными новообразованиями отдельных органов в зависимости от индивидуализированных накопленных доз / И. В. Веялкин, А. А. Чешик, О. Ф. Семененко, Н. Г. Власова, Ю. В. Горбун, Н. Н. Веялкина // Проблемы здоровья и экологии. – 2015. – № 3. – С. 78–84.

3. Чешик, А. А. Анализ заболеваемости множественной миеломой в Республике Беларусь / А. А. Чешик // Курский науч.-практ. вестн. «Человек и его здоровье». – 2016. – № 4. – С. 54–58.

4. Чешик, А. А. Заболеваемость лейкозами в Республике Беларусь / А. А. Чешик, И. В. Веялкин, А. В. Рожко // Мед.-биол. проблемы жизнедеятельности. – 2016. – № 2. – С. 62–69.

5. Медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь: 30 лет спустя / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, А. А. Чешик // Мед. радиология и радиац. безопасность. – 2016. – Т. 61, № 3. – С. 81–88.

6. Чешик, А. А. Анализ заболеваемости лимфомой Ходжкина и неходжкинскими лимфомами в Республике Беларусь / А. А. Чешик // Курский науч.-практ. вестн. «Человек и его здоровье». – 2017. – № 2. – С. 11–16.

7. Заболеваемость злокачественными новообразованиями крови и лимфатической системы у ликвидаторов катастрофы на ЧАЭС в Республике Беларусь / А. В. Рожко, А. А. Чешик, И. В. Веялкин, С. Н. Никонович // Вес. Нац. акад. навук. Сер. мед. навук. – 2017. – № 3. – С. 82–90.

8. Чешик, А. А. Особенности заболеваемости гемобластозами у населения Республики Беларусь, эвакуированного из зоны отчуждения в 1986 г. / А. А. Чешик, И. В. Веялкин, А. В. Рожко // Мед.-биол. проблемы жизнедеятельности. – 2017. – № 2. – С. 69–75.

9. Заболеваемость злокачественными новообразованиями детей, рожденных в семьях родителей, облученных вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, в Республике Беларусь / И. В. Веялкин, С. Н. Никонович, А. А. Чешик, А. В. Рожко // Мед.-биол. проблемы жизнедеятельности. – 2018. – № 2. – С. 17–23.

10. Демографическая характеристика ликвидаторов последствий чернобыльской катастрофы и прогнозирование заболеваемости лейкозами /

И. В. Веялкин, А. А. Чешик, А. В. Рожко, С. Н. Никонович // Журн. Гродн. гос. мед. ун-та. – 2020. – Т. 18, № 2. – С. 173–179.

11. Веялкин, И. В. Связь заболеваемости гемобластозами с плотностью радиоактивного загрязнения районов Беларуси / И. В. Веялкин, А. А. Чешик, С. Н. Никонович // Журн. Гродн. гос. мед. ун-та. – 2021. – Т. 19, № 3. – С. 301–305.

12. Веялкин, И. В. Риск гемобластозов у населения, пострадавшего от катастрофы на Чернобыльской АЭС / И. В. Веялкин, А. А. Чешик, // Журн. Гродн. гос. мед. ун-та. – 2021. – Т. 19, № 6. – С. 686–690.

Статьи в сборниках научных трудов и материалах конференций

13. Рожко, А. В. Первично-множественные злокачественные новообразования у наиболее пострадавших от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС категорий населения / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, А. А. Чешик // Достижения мед. науки Беларуси : реценз. науч.-практ. ежегодник / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, ГУ «Респ. науч. мед. б-ка» ; гл. ред. В. И. Жарко. – Минск, 2013. – Вып. 18. – С. 121–122.

14. Заболеваемость злокачественными новообразованиями участников ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, А. А. Чешик, О. Н. Захарова, Ю. В. Горбун // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф. и 23-й итоговой науч. сес. Гомел. гос. мед. ун-та, Гомель, 13–14 нояб. 2014 г. : в 4 т. / Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. Н. Лызикив [и др.]. – Гомель, 2014. – Т. 3. – С. 181–184.

15. Риск развития злокачественных новообразований у лиц 1 группы первичного учета (ликвидаторы последствий катастрофы на ЧАЭС) / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, С. Н. Никонович, А. А. Чешик, О. Н. Захарова, Ю. В. Горбун // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 24 апр. 2015 г. / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС М-ва по чрезвыч. ситуациям Респ. Беларусь, Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2015. – С. 14–15.

16. Риск развития злокачественных новообразований у лиц 2 группы первичного учета (лица, эвакуированные или самостоятельно покинувшие зону эвакуации в 1986 году) / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, С. Н. Никонович, А. А. Чешик, И. П. Боровская, М. Н. Жихорева // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 24 апр. 2015 г. / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС М-ва по чрезвыч. ситуациям Респ. Беларусь, Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2015. – С. 15–16.

17. Риск развития злокачественных новообразований у лиц 3 группы первичного учета (лица, проживающие в зонах отселения, а также отселенные или самостоятельно выехавшие из этих зон после катастрофы на ЧАЭС) / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, С. Н. Никонович, А. А. Чешик, О. Ф. Семененко, О. П. Овчинникова // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 24 апр. 2015 г. / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС М-ва по чрезвычай. ситуациям Респ. Беларусь, Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2015. – С. 16–17.

18. Риск развития злокачественных новообразований у лиц 4 группы первичного учета (родившиеся от лиц 1–3-й групп первичного учета и их последующие поколения) / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, С. Н. Никонович, А. А. Чешик, О. Н. Захарова, // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 24 апр. 2015 г. / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС М-ва по чрезвычай. ситуациям Респ. Беларусь, Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2015. – С. 17–18.

19. 30 лет Чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий: национальный доклад Республики Беларусь / М-во по чрезвычай. ситуациям Респ. Беларусь [и др.] ; [сост.: А. В. Рожко, Э. А. Надыров, А. А. Чешик, Н. Г. Власова, И. В. Веялкин [и др.]]. – Минск : Ин-т радиологии, 2016. – 116 с.

20. Чешик, А. А. Особенности заболеваемости лейкозами в Республике Беларусь / А. А. Чешик, И. В. Веялкин, Э. А. Надыров // Чернобыль: 30 лет спустя : материалы Междунар. науч. конф., 21–22 апр. 2016 г. / НАН Беларуси [и др.] ; редкол.: И. А. Чешик [и др.]. – Гомель, 2016. – С. 217–221.

21. Риск развития злокачественных новообразований у населения, эвакуированного и проживающего на загрязненных территориях Республики Беларусь / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, Ю. В. Горбун, С. Н. Никонович, А. А. Чешик, И. П. Боровская, М. Н. Жихарева // Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет : Междунар. науч.-практ. конф., Обнинск, 17–19 мая 2016 г. : сб. тез. / Нац. мед. исслед. радиол. центр М-ва здравоохранения Рос. Федерации. – Обнинск, 2016. – С. 116–117.

22. Риск развития злокачественных новообразований у ликвидаторов последствий катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, Ю. В. Горбун, С. Н. Никонович, А. А. Чешик, О. Н. Захарова // Медицинские радиологические последствия

Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет : Междунар. науч.-практ. конф., Обнинск, 17–19 мая 2016 г. : сб. тез. / Нац. мед. исслед. радиол. центр М-ва здравоохранения Рос. Федерации. – Обнинск, 2016. – С. 118–119.

23. Риск развития злокачественных новообразований у лиц, родившихся от лиц 1-3-й групп первичного учета / А. В. Рожко, Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, Ю. В. Горбун, С. Н. Никонович, А. А. Чешик, О. Ф. Семененко // Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет : Междунар. науч.-практ. конф., Обнинск, 17–19 мая 2016 г. : сб. тез. / Нац. мед. исслед. радиол. центр М-ва здравоохранения Рос. Федерации. – Обнинск, 2016. – С. 120–121.

24. Анализ онкологической заболеваемости граждан Республики Беларусь, пострадавших от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС / Э. А. Надыров, И. В. Веялкин, Ю. В. Чайкова, С. Н. Никонович, О. Ф. Семененко, О. Н. Захарова, И. П. Боровская, М. Н. Комаровская, А. Н. Батян, А. А. Чешик // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 21–22 апр. 2016 г. / Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2016. – С. 29–30.

25. Веялкин, И. В. Особенности формирования заболеваемости злокачественными новообразованиями крови и лимфатической системы у населения Беларуси, постоянно (преимущественно) проживающего на территории радиоактивного загрязнения в зонах первоочередного и последующего отселения / И. В. Веялкин, А. А. Чешик, П. А. Чаховский // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье и окружающая среда», посвященной 90-летию республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» : в 2 т. / Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик [и др.]. – Минск, 2017. – Т. 1. – С. 69–71.

26. Анализ заболеваемости гемобластозами в зависимости от накопленной внешней дозы облучения / И. В. Веялкин, С. Н. Никонович, Ю. В. Чайкова, О. Ф. Семененко, О. Н. Захарова, И. П. Боровская, М. Н. Комаровская, А. А. Чешик // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 20–21 апр. 2017 г. / Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2017. – С. 6–7.

27. Анализ заболеваемости лейкозами у населения, пострадавшего от последствий катастрофы на ЧАЭС / И. В. Веялкин, С. Н. Никонович, Ю. В. Чайкова, О. Ф. Семененко, О. Н. Захарова, И. П. Боровская, М. Н. Комаровская, А. А. Чешик // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф.,

Гомель, 20–21 апр. 2017 г. / Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2017. – С. 7–8.

28. Анализ заболеваемости лимфомами у населения, пострадавшего от последствий катастрофы на ЧАЭС / И. В. Веялкин, С. Н. Никонович, Ю. В. Чайкова, О. Ф. Семененко, О. Н. Захарова, И. П. Боровская, М. Н. Комаровская, А. А. Чешик // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 20–21 апр. 2017 г. / Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2017. – С. 8–9.

29. Анализ заболеваемости множественной миеломой у населения, пострадавшего от последствий катастрофы на ЧАЭС / И. В. Веялкин, С. Н. Никонович, Ю. В. Чайкова, О. Ф. Семененко, О. Н. Захарова, И. П. Боровская, М. Н. Комаровская, А. А. Чешик // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 20–21 апр. 2017 г. / Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2017. – С. 9–10.

30. Чешик, А. А. Анализ заболеваемости лейкозами у населения, пострадавшего от катастрофы на Чернобыльской АЭС / А. А. Чешик, И. В. Веялкин // Радиоэкологические и радиобиологические последствия Чернобыльской катастрофы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Хойники, 11–12 окт. 2017 г. / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС М-ва по чрезвычай. ситуациям Респ. Беларусь, Полес. гос. радиац.-экол. заповедник ; под общ. ред. И. Н. Семенени. – Минск, 2017. – С. 137–143.

31. Прогноз до 2030 года количества лиц, состоящих на учете в Государственном регистре лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС / И. В. Веялкин, Ю. В. Чайкова, С. Н. Никонович, О. Ф. Семененко, О. Н. Захарова, И. П. Боровская, А. А. Козловская, А. А. Чешик // Современные проблемы радиационной медицины: от теории к практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 26–27 апр. 2018 г. / Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека ; под общ. ред. А. В. Рожко. – Гомель, 2018. – С. 12–13.

Тезисы докладов

32. Medical effects of the Chernobyl disaster in the Republic of Belarus: 30 years after / A. Cheszyk, A. Rozhko, E. Nadyrov, I. Veyalkin // The fifth international conference «On radiation and applications in various fields of research», Budva, 12–16 June 2017. – Budva, 2017. – P. 318.

33. Veyalkin, I. Risk of malignant neoplasms of blood and lymphatic system of liquidators of the Chernobyl accident in the Republic of Belarus / I. Veyalkin, A. Chesik, A. Razhko // ESMO Open. – 2018. – Vol. 3, suppl. 2. – A252–A253.

34. Veyalkin, I. Risk of malignant neoplasms of blood and lymphatic system of liquidators of the Chernobyl accident in Belarus / I. Veyalkin, A. Cheshyk // 60th annual meeting of the Italian Cancer Society, Milan, 19–29 Sept. 2018 / Ital. Cancer Soc. – Milan, 2018. – P. 22.

Другие публикации

35. Рожко, А. В. Атлас онкологической заболеваемости в районах Республики Беларусь, расположенных на территории радиоактивного загрязнения за 2011–2030 гг. : утв. Гл. упр. здравоохранения Гомел. обл. исполн. ком. 19.12.2019 г., № 1987 / А. В. Рожко, И. В. Вейалкин, А. А. Чешик. – Гомель : Респ. науч.-практ. центр радиац. медицины и экологии человека, 2019. – 277 с.

РЭЗІЮМЭ

Чэшык Андрэй Анатольевіч

**Рызыка развіцця гемабластозаў у жыхароў Рэспублікі Беларусь,
якія падвергліся радыяцыйнаму ўздзеянню ў выніку катастрофы
на Чарнобыльскай АЭС**

Ключавыя словы: гемабластозы, захваральнасць, адносная рызыка, пацярпелае насельніцтва, катастрофа на Чарнобыльскай АЭС.

Мэта даследавання: вызначыць рызыку развіцця гемабластозаў ва ўдзельнікаў ліквідацыі наступстваў, эвакуяваных асоб, насельніцтва, якое пражывае на забруджаных тэрыторыях, і іх нашчадкаў пры ўздзеянні іянізуючага выпраменьвання ў выніку катастрофы на Чарнобыльскай АЭС.

Метады даследавання: радыяцыйна-эпідэміялагічны аналіз, рэгрэсійны аналіз, статыстычны, графічны.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. Аналіз дынамікі захваральнасці з 1986 па 2015 гг. паказаў у Рэспубліцы Беларусь слабы рост захваральнасці на лейкозы (на 1,3% ў год). Устаноўлена залішняя захваральнасць лейкозамі ў кагорты ўдзельнікаў ліквідацыі наступстваў катастрофы на Чарнобыльскай АЭС за кошт хранічных лімфацытарных і міелацытарных лейкозаў, і адсутнасць статыстычна значнага перавышэння рызыкі ў эвакуяванага насельніцтва і асоб, якія пражываюць на тэрыторыі радыеактыўнага забруджвання. Адзначана рэгістрацыя залішніх выпадкаў лейкозаў ў маладзейшым, у параўнанні з папуляцыяй, узросце. Статыстычна значна высокая рызыка ўстаноўлена для лейкозаў у асоб, якія выконвалі работы на тэрыторыі са шчыльнасцю забруджвання 15 Ки/км^2 і вышэй. Ва ўдзельнікаў ліквідацыі наступстваў катастрофы на Чарнобыльскай АЭС вызначаны крытычны ўзровень індывідуалізаванай назапашанай эквівалентнай дозы на чырвоны касцявы мозг для множнай міеломнай хваробы звыш 100 мЗв і вострага міелабластнага лейкозу звыш 150 мЗв. Прагназуецца, што колькасць выпадкаў лейкозаў у ліквідатараў у 2030 г. не паменшыцца.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: вынікі даследавання могуць быць выкарыстаны для ўстанаўлення прычынна-выніковай сувязі паміж захваральнасцю на гемабластозы і ўздзеяннем іянізуючага выпраменьвання ў асоб, якія пацярпелі ў выніку катастрофы на Чарнобыльскай АЭС. «Атлас анкалагічнай захваральнасці ў раёнах Рэспублікі Беларусь, размешчаных на тэрыторыі радыеактыўнага забруджвання за 2011–2030 гг.» прызначаны для кіраўнікоў арганізацый аховы здароўя, навуковых супрацоўнікаў і практычных урачоў.

Галіна прымянення: радыебіялогія, анкалогія, кіраванне аховай здароўя, грамадскае здароўе.

РЕЗЮМЕ

Чешик Андрей Анатольевич

Риск развития гемобластозов у жителей Республики Беларусь, подвергшихся радиационному воздействию в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС

Ключевые слова: гемобластозы, заболеваемость, относительный риск, пострадавшее население, катастрофа на Чернобыльской АЭС.

Цель исследования: определить риск развития гемобластозов у участников ликвидации последствий, эвакуированных лиц, населения, проживающего на загрязненных территориях, и их потомков при воздействии ионизирующего излучения в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Методы исследования: радиационно-эпидемиологический анализ, регрессионный анализ, статистический, графический.

Полученные результаты и их новизна. Анализ динамики заболеваемости с 1986 по 2015 гг. показал в Республике Беларусь слабый рост заболеваемости лейкозами (на 1,3% в год). Установлены избыточная заболеваемость лейкозами в когорте участников ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС за счет хронических лимфоцитарных и миелоцитарных лейкозов и отсутствие статистически значимого превышения риска у эвакуированного и проживающего на территории радиоактивного загрязнения населения. Отмечена регистрация избыточных случаев лейкозов в более молодом, по сравнению с популяцией, возрасте. Статистически значимо высокий риск установлен для лейкозов у лиц, выполнявших работы на территории с плотностью загрязнения 15 Ки/км² и выше. У участников ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС определен критический уровень индивидуализированной накопленной эквивалентной дозы на красный костный мозг для множественной миеломной болезни свыше 100 мЗв и острого миелобластного лейкоза свыше 150 мЗв. Прогнозируется, что количество случаев лейкозов у ликвидаторов в 2030 г. не уменьшится.

Рекомендации по использованию: результаты исследования могут быть использованы для установления причинно-следственной связи между заболеваемостью гемобластозами и воздействием ионизирующего излучения у лиц, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. «Атлас онкологической заболеваемости в районах Республики Беларусь, расположенных на территории радиоактивного загрязнения за 2011–2030 гг.» рекомендуется для руководителей организаций здравоохранения, научных работников и практических врачей.

Область применения: радиобиология, онкология, управление здравоохранением, общественное здоровье.

SUMMARY

Cheshik Andrei Anatolyevich

The risk of hemoblastosis development in the population of the Republic of Belarus exposed to radiation due to Chernobyl disaster

Key words: hemoblastosis, morbidity, relative risk, affected population, disaster at the Chernobyl nuclear power plant.

The purpose of the work: to determine the risk of hemoblastosis in liquidators, evacuees, in people living in contaminated areas, and their offspring after exposure to ionizing radiation as a result of the Chernobyl disaster.

Methods of research: radiation and epidemiological analysis, regression analysis, statistical, graphic.

The results obtained and their novelty. Analysis of the dynamics morbidity from 1986 to 2015 showed a slight increase in the incidence of leukemia in the Republic of Belarus (by 1.3% per year). The excess incidence of leukemia in the cohort of liquidators, due to chronic lymphocytic and myelocytic leukosis, and the absence of a statistically significant excess of risk in the population evacuated and living in the territory of radioactive contamination, were established. The registration of excess cases of leukemia at a younger compared to the population age was noted. A statistically significantly higher risk was established for leukemia in persons who performed the work in an area with a pollution density of 15 Ci/km² and above. The participants in the liquidation of the consequences of the disaster at the Chernobyl NPP have a threshold for the individualized accumulated equivalent dose in the red bone marrow for multiple myeloma over 100 mSv and acute myeloid leukosis over 150 mSv. It is predicted that the number of cases of leukemia among liquidators in 2030 will not decrease.

Recommendations for using the results: the results can be used to establish a causal relationship between the incidence of hematological malignancies and exposure to ionizing radiation in persons affected by the Chernobyl disaster. “Atlas of cancer incidence in the regions of the Republic of Belarus located on the territory of radioactive contamination for 2011–2030” is recommended for the Heads of healthcare organizations, researchers and practitioners.

Application area: radiobiology, oncology, healthcare management, public health.

Подписано в печать 30.03.22. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Хероx office».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,58. Тираж 60 экз. Заказ 106.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

