

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 2(6)

2011 г.

Учредитель

Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»

Журнал включен в Перечень
научных изданий Респуб-
лики Беларусь для опубликова-
ния диссертационных иссле-
дований по медицинской и
биологической отраслям науки
(31.12.2009, протокол 25/1)

Журнал зарегистрирован

Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Компьютерная верстка
А.А. Гурин

Подписано в печать 22.09.11.
Формат 60×90/8. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 155 экз.
Усл. печ. л. 16,75. Уч.-изд. л. 11,9.
Зак. 938.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и экологии
человека»
ЛИ № 0230/0131895 от 3.01.2007 г.

Отпечатано в Филиале БОРБИЦ
РНИУП «Институт радиологии».
220112, г. Минск,
ул. Шпилевского, 59, помещение 7Н

ISSN 2074-2088

Главный редактор

В.П. Сытый (д.м.н., профессор)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), Ю.В. Висенберг (к.б.н., отв. секретарь), Н.Г. Власова (к.б.н., доцент), А.В. Величко (к.м.н., доцент), В.М. Дорофеев (к.м.н., доцент), В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), А.В. Коротаев А.В. (к.м.н.), Н.Б. Кривелевич (к.м.н.), А.Н. Лызикив (д.м.н., профессор), А.В. Макарович (к.м.н.), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), А.В. Рожко (к.м.н., доцент), Г.Н. Романов (к.м.н.), А.М. Скрябин (к.м.н.), А.Е. Силин (к.б.н.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), О.В. Черныш (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н.), А.Н. Цуканов (к.м.н.)

Редакционный совет

С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), Ю.Е. Демидчик (д.м.н., член-корреспондент НАН РБ, Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), Я.Э. Кенигсберг (д.б.н., профессор, Минск), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., Минск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), И.А. Новикова (д.м.н., профессор, Гомель), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), В.П. Ситников (д.м.н., профессор, Гомель), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), В.П. Филонов (д.м.н., профессор), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), А.Ф. Цыб (д.м.н., академик РАМН, Обнинск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Адрес редакции

246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.rcrm.by>
e-mail: mbpr@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр радиационной
медицины и экологии человека», 2011

№ 2(6)

2011

Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

Founder

Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

Journal registration
by the Ministry of information
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© *Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology*

ISSN 2074-2088

Обзоры и проблемные статьи

- Ю.И. Ефремова, Л. Навратил
Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на продукцию цитокинов 6

Медико-биологические проблемы

- А.Е. Силин, В.Н. Мартинков, Э.А. Надыров, Е.В. Пестриков, О.М. Либуркин, А.А. Задорожнюк, Э.А. Повелица, С.М. Мартыненко, А.А. Силина, И.Б. Тропашко, А.В. Воропаева Статус метилирования промоторных областей 11 генов-супрессоров при злокачественном новообразовании предстательной железы 14

- А.М. Скрябин, Н.Н. Савва, Ю.А. Бельский, А.Н. Матарас Ретроспективная оценка уровня облучения детей в ранние сроки после чернобыльской аварии на примере реальных случаев врожденного лейкоза 20

- А.В. Тарасова, Т.В. Шман Определение репарации двунитевых разрывов ДНК в лимфоцитах крови по накоплению фосфорилированной формы гистона H2AX 28

- В.В. Шевляков, В.А. Филонюк, Т.С. Студеничник, Г.И. Эрм, Н.А. Щурская, А.В. Буйницкая, Е.В. Чернышова, Т.В. Козловская Новый комплексный биологический препарат «Гулливер»: особенности вредного действия на организм 34

Клиническая медицина

- Т.В. Бобр Применение чрескожной электростимуляции в лечении частичной атрофии зрительного нерва сосудистого генеза 42

- А.В. Богданович, В.Н. Шиленок, Л.Н. Кирпиченок Энтеральная дезин-

Reviews and problem articles

- Yul. Efremova, L. Navrátil Effects of low level laser irradiation on cytokine production

Medical-biological problems

- A. Silin, V. Martinkov, E. Nadyrov, E. Pestrikov, O. Liburkin, A. Zadorozhnyuk, E. Povilitsa, S. Martynenko, A. Silina, I. Tropashko, A. Voropayeva DNA methylation status of promoter regions of 11 suppressor genes in malignant neoplasm of prostate

- A.M. Skryabin, N.N. Savva, Yu.A. Belsky, A.N. Mataras Retrospective population-based study of irradiation exposure in infant leukemia cases registered within the early period after Chernobyl accident (reconstruction of the individualized accumulated doses)

- A. Tarasova, T. Shman DNA double-strand breaks repair detection in lymphocytes based on histone H2AX phosphorylation

- V. Shevlaykov, V. Filanyuk, T. Studenichnik, G. Erm, N. Stchurskaya, A. Buinitskaya, E. Chernyshova, T. Kozlovskaya New complex biological product «Gulliver»: peculiar features of harmful effects on the organism

Clinical medicine

- T. Bobr Estimation of transcutaneous electrostimulation application in patients with partial optic nerve atrophy of vascular origin

- A.V. Bogdanovich, V.N. Shilenok, I.N. Kirpichenok Enteral dezintoxica-

токсикация в раннем послеоперационном периоде у больных острой спаянной кишечной непроходимостью	47	tion in early postoperative period in treatment patients with acute adhesive intestinal obstruction	
<i>Н.В. Галиновская, Н.Н. Усова, О.В. Лыщенко, Е.В. Иванашко, В.Я. Латышева</i> Особенности биохимического спектра у лиц с преходящими нарушениями мозгового кровообращения	53	<i>N.V. Galinovskaya, N.N. Usova, O.V. Lyshchenko, E.V. Ivanashko, V.Ja. Latysheva</i> Features of a biochemical spectrum in persons with transient ischaemic attack	
<i>В.И. Григорьев, С.А. Игумнов, И.В. Григорьева</i> Применение ароматерапии в системе реабилитации пациентов с артериальной гипертензией	59	<i>V. Grigoryev, S. Igumnov, I. Grigoryeva</i> Application of aromatherapy in rehabilitation of the patients suffering arterial hypertension	
<i>И.А. Давыдова, М.Г. Русаленко</i> Психоэмоциональное состояние и качество жизни пациентов с сахарным диабетом 1 типа	65	<i>I. Davydova, M. Rusalenko</i> Psychoemotional state and quality of life in patients with type 1 diabetes	
<i>И.Г. Деменкова, В.И. Ковалева</i> Генетическая характеристика детей, родители которых подверглись радиационному воздействию в детском и подростковом возрасте вследствие аварии на ЧАЭС	74	<i>I.G. Demenkova, V.I. Kovaleva</i> Genetic characteristic of children whose parents were subject to radiation impact in their childhood or at puberty as a result of the Chernobyl accident	
<i>Н.В. Николаева</i> Прогнозирование возникновения ИБС с помощью математической модели, построенной по результатам дискриминантного анализа	80	<i>N.V. Nikolaeva</i> Prediction of coronary heart disease using a mathematical model, constructed from the results discriminant analysis	
<i>В.М. Мицура</i> Оценка выраженности фиброза печени у пациентов с хроническим гепатитом С, роль непрямых маркеров фиброза	87	<i>V.M. Mitsura</i> Assessment of liver fibrosis extent in patients with chronic hepatitis C, role of indirect markers of liver fibrosis	
<i>Г.К. Молдабек</i> Влияние эмоционального фона на качество жизни у больных гипотиреозом	93	<i>G.K. Moldabek</i> Influence of an emotional background on quality of life at patients with hypothyroidism	
<i>Г.Н. Романов, Н.Ф. Чернова, Э.В. Руденко</i> Факторы риска в развитии низкотравматичных переломов у пациентов с нарушением минеральной плотности костной ткани	98	<i>G.N. Romanov, N.F. Chernova, E.V. Rudenko</i> Risk factors in development of fragility fractures at patients with deficit of bone mineral density	
<i>Г.Н. Хованская, Т.А. Новицкая, Н.А. Филина</i> Практическая реализация методики медицинской реабили-		<i>G.N. Hovanskaya, T.A. Novitskaya, N.A. Filina</i> Practical realization of the technique of medical aftertreatment	

тации пациентов с периферическими невропатиями верхних и нижних конечностей	103	of patients with peripheric neuropathies of the upper and lower extremities
<i>Н.П. Шилова, И.А. Байкова, О.В.Курс</i> Психоэмоциональные особенности пациентов с рецидивирующим простым герпесом	108	<i>N.P. Shilova, I.A. Baikova, O.V. Kurs</i> Personal features of patients with recurrent herpes simplex
Обмен опытом		Experience exchange
<i>М.Г. Зубрицкий, М.К. Недзведь</i> Морфологическая диагностика герпетических инфекций при хроническом гастрите у взрослых	114	<i>M.G. Zubritsky, M.K. Nedzvedz</i> Morphological diagnostics of the herpetic infections at chronic gastritis in adults
<i>А.В. Рожко, В.Б. Масыкин, Э.А. Надыров, А.В. Башилов, В.К. Иванов, М.А. Максютков</i> История создания, структура и функции Единого чернобыльского регистра России и Беларуси	122	<i>A.V. Rozhko, V.B. Masyakin, E.A. Nadyrov, A.V. Bashylau, V.K. Ivanov, M.A. Maksutov</i> History of creation, structure and functions of the Common Chernobyl Register of Russia and Belarus

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ОБЛУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ В РАННИЕ СРОКИ ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ НА ПРИМЕРЕ РЕАЛЬНЫХ СЛУЧАЕВ ВРОЖДЕННОГО ЛЕЙКОЗА

¹ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», г. Гомель, Беларусь

²ГУ «РНПЦ детской онкологии и гематологии», г. Минск, Беларусь

На примере 20-и реальных случаев врожденного лейкоза у детей из Беларуси, родившихся в раннем периоде чернобыльской аварии (1986-1987 гг.), реконструированы индивидуализированные дозы, накопленные за время облучения *in utero* и в постнатальном периоде (до момента обнаружения заболевания). Оцененная доза (медиана) составила 0,21 мЗв, при этом 2/3 ее приходится на период внутриутробного облучения. Это, как минимум, на два порядка величины ниже рекомендуемого лейкомогенного порога при облучении *in utero*. Исследованы тренд дозы и факторы дозоформирования, рассчитано отношение доз ребенок/мать.

Ключевые слова: Чернобыльская авария, врожденный лейкоз, доза облучения, факторы дозоформирования, эквивалент лейкомогенной дозы

Введение

Чернобыльская авария создала уникальный прецедент облучения больших контингентов людей в малых дозах. В общем случае этот опыт может быть полезен в плане изучения стохастических эффектов малых доз. Как известно, ожидание связано со злокачественными новообразованиями и, в первую очередь, с острым лейкозом, который, благодаря низкому лейкомогенному порогу и относительно короткому латентному периоду, может реализоваться раньше, чем солидные опухоли.

Прежде всего, ожидания могут быть связаны с острым лейкозом у детей, облученных в период внутриутробного развития [1], благодаря чему вероятность возникновения врожденного лейкоза в ранние сроки после чернобыльской аварии, по-видимому, нельзя исключить.

Ретроспективный эпидемиологический анализ динамики заболеваемости лейкозом у детей из Беларуси в раннем возрасте в первые два года после аварии не выявил статистически достоверного отклонения этого показателя от его многолетнего тренда [2]. Вопрос можно было бы считать

исчерпанным только после более корректной дозиметрической экспертизы реальных случаев врожденного лейкоза у детей, родившихся в раннем периоде чернобыльской аварии в 1986-1987 годах. В Беларуси в этот период было зарегистрировано 20 случаев врожденного лейкоза, в отношении которых ранее, по-существу, не была проведена дозиметрическая идентификация.

В ряде работ [3, 4] были выполнены оценочные расчеты, основанные на усредненных радиологических параметрах выпадений на больших территориях. Еще одна работа [5], заслуживающая большего доверия в эпидемиологическом плане, не дает ясного представления о методике расчета доз, а случаи лейкоза у детей до одного года из Беларуси вообще не были представлены. Таким образом, можно резюмировать, что ни в работе Ivanov E.P. et al [2]. по Беларуси, ни в зарубежных публикациях на эту тему, корректная оценка уровня облучения детей с врожденным лейкозом в период 1986-1987 годов отсутствует. Приводятся лишь оценочные величины доз (единицы мЗв). При этом авторы работы (Davis S. et al. [5]) полагают цель своего ис-

следования выполненной, резюмируя, что оцененные дозы у детей раннего возраста не выходят за рамки диапазона малых доз (то есть 0-100 мЗв). Поскольку между верхней границей малых доз и рекомендуемым лейкомогенным порогом для врожденного лейкоза при облучении *in utero* несколько десятков мЗв [6], или более конкретно – 20-50 мЗв [7], имеется существенная разница, нужна более корректная оценка, желательно, реконструкция доз для реальных случаев врожденных лейкозов в Беларуси.

Научный интерес также, представляет анализ особенностей распределения дозы по периодам облучения (*in utero* и после рождения), основных факторов дозоформирования, и сопоставление рассчитанных доз с лейкомогенным порогом для детей, облученных *in utero*.

Цель исследования

Реконструировать дозы у детей, заболевших врожденным лейкозом, родившихся в Беларуси в раннем периоде после чернобыльской аварии в 1986-1987 гг.

В задачи исследования входило:

- реконструировать индивидуализированные накопленные эффективные дозы у детей, родившихся в 1986-1987 гг, за период внутриутробного развития и после рождения (до момента установления диагноза), на примере 20 реальных случаев врожденного лейкоза;
- оценить вклад в дозу периода внутриутробного развития (*in utero*);
- оценить роль факторов дозоформирования во времени;
- рассчитать отношение дозы «ребенок/мать»;
- оценить рассчитанные величины доз относительно лейкомогенного порога и рассчитать радиологический эквивалент лейкомогенной дозы.

Материал и методы исследования

Субъекты исследования – 20 случаев врожденных лейкозов у детей из Беларуси, родившихся в период с 22.08.1986 года по

25.12.1987 года, спустя 4-20 месяцев после аварии на Чернобыльской АЭС. Врожденным лейкозом считается заболевание, зарегистрированное в течение первого года жизни ребенка. Досье субъектов были составлены по данным Детского онкоонкологического регистра Республики Беларусь.

Исходными данными для расчета доз служили: дата и место рождения (топоним) субъекта, радиологические характеристики топонима (таблица 1).

Первые четыре субъекта родились во второй половине 1986 года, остальные в течение 1987 года.

География топонимов охватывает 5 областей из 6 (кроме Гродненской): из них 13 (2/3) сосредоточены в Гомельской и Могилевской областях. Распределение по типам НП: города – 3, гоп и грп – 6, деревни и пгт – 9. 17 субъектов распределены по 1 в каждом топониме, в городе Минск – 3.

Топонимы располагаются в 9 из 10 радиологических зон, кроме первой (наиболее загрязненная южная часть Гомельской области). Плотность загрязнения территории топонимов σ_{137Cs} очень низкая: медиана ~15 кБк/м² или около 0,40 Ки/км² (в максимальном случае ~93 кБк/м²).

Для расчета накопленной дозы субъекта использовалась также величина длительности периода внутриутробного и постнатального развития, рассчитанная по дате рождения. Результаты расчета приведены в таблице 2.

Расчет доз

Доза субъекта рассматривается зависимой от облучения матери. В общем виде это может быть представлено следующей схемой (рисунок 1), которая иллюстрирует алгоритм расчета доз в системе «мать-ребенок».

В основу расчетов были положены Методические указания [8]. За дозу матери принималось среднее значение эффективной дозы, реконструированной для рассматриваемых НП (топонимов) в соответствующие фазы развития субъекта в реальном времени.

Проведенное нами специальное анкетирование позволило установить, что семьи субъектов в рассматриваемый период места

Таблица 1 – Адресные данные субъекта и радиологическая характеристика топонима

№ ¹⁾ субъекта, п/п	Дата рождения	Адрес субъекта ²⁾ (топоним ³⁾)	Радиологическая характеристика топонима	
			σ_{137Cs} , кБк/ м ² ⁴⁾	Индекс зоны ⁵⁾
1	22.08.1986	грп Береза (Бр) ⁶⁾	6,512	9
2	17.11.1986	д. Майское, Жлобинский р-н (Го)	93,28	5
3	06.12.1986	пгт Россоны (Вт)	2,59	10
4	30.12.1986	гоп Кричев (Мо)	18,17	5
5	01.02.1987	г. Минск	4,181	8
6	04.02.1987	г. Минск	4,181	8
7	16.02.1987	г. Гомель	80,77	4
8	02.03.1987	г. Могилев	24,79	6
9	03.03.1987	г. Минск	4,181	8
10	13.03.1987	д. Осташковичи, Светлогорский р-н (Го)	32,08	5
11	26.03.1987	д. Запросье, Лунинецкий р-н (Бр)	47,25	7
12	26.04.1987	гоп Калинковичи (Го)	43,81	2
13	01.06.1987	д. Жгунь, Добрушский р-н (Го)	30,86	3
14	05.06.1987	д. Куренец, Вилейский р-н (Мобл)	1,591	9
15	03.07.1987	гоп Бобруйск (Мо)	8,029	5
16	06.08.1987	гоп Жлобин (Го)	49,69	5
17	16.09.1987	д. Дворец, Лунинецкий р-н (Бр)	68,89	7
18	15.10.1987	д. Поречье, Октябрьский р-н (Го)	11,8	5
19	22.12.1987	гоп Бобруйск (Мо)	8,029	5
20	25.12.1987	пгт Узда, Узденский р-н (Мобл)	1,887	9

Примечание:

- 1) – субъекты расположены в хронологическом порядке по дате рождения;
- 2) – с учетом сведений о смене мест жительства матери во время беременности и после родов (анкетные данные);
- 3) – топоним – населенный пункт рождения субъекта, совпадает с адресом вынашивания ребенка матерью;
- 4) – поверхностная плотность выпадений активности по ¹³⁷Cs;
- 5) – принадлежность топонима к соответствующей зоне радиоактивных выпадений;
- 6) – тип НП (грп – город районного подчинения, пгт – поселок городского типа, гоп – город областного подчинения, д – деревня); наименование НП, район, аббревиатура области (Бр – Брестская, Вт – Витебская, Го – Гомельская, Мо – Могилевская, Мобл – Минская).

Таблица 2 – Расчетная продолжительность облучения субъекта в основные фазы развития, сут

№ субъекта, п/п	I период (<i>in utero</i>)	II период (постнатальный ¹⁾)
1	118	119
2	205	0 ²⁾
3	224	20
4	248	0
5-20	274	№№ 16 и 17 – 0, Медиана ~ 95, Максимум – 342.

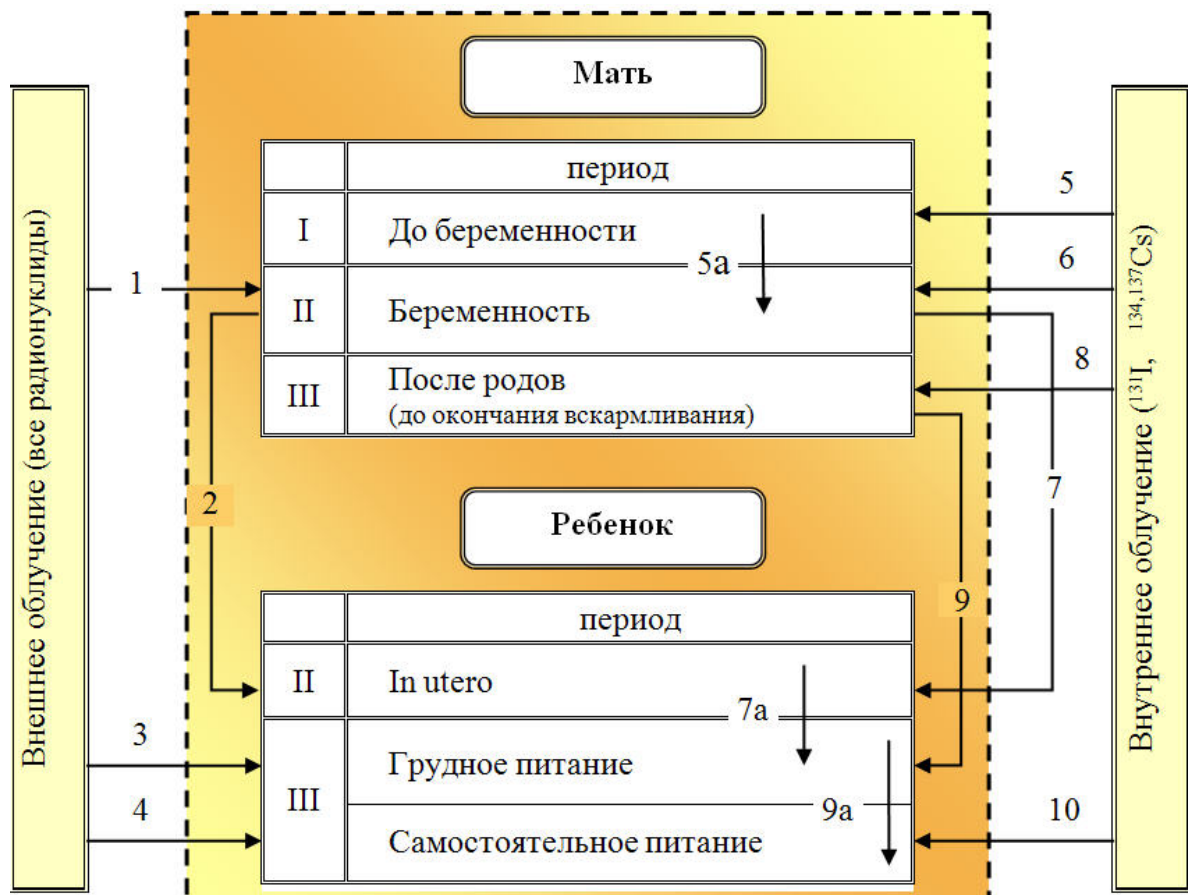
Примечания:

- 1) – от момента рождения до обнаружения заболевания;
- 2) – заболевание обнаружено сразу после рождения.

жительства не меняли, их матери во время беременности и субъекты после рождения дополнительному (помимо чернобыльского источника) облучению не подвергались.

Внешнее облучение рассчитывалось с учетом уровней активности и изотопного состава выпадений соответственно принадлежности каждого топонима к одной из радиологических зон. В отношении субъекта применен консервативный подход – дозы ребенка и матери приняты равными.

Внутреннее облучение субъекта рассчитывалось по поступлению радионуклидов ¹³¹I и ^{134,137}Cs матери в период беременности и до окончания периода грудного питания; затем – по поступлению с коровьим моло-



Внешнее облучение: 1. (II) беременность; 2. (II) облучение зародыша и плода (*in utero*); 3. (III) облучение ребенка во время грудного вскармливания; 4. (III) облучение ребенка после грудного вскармливания. Внутреннее облучение: 5. (I) облучение матери до момента зачатия; 5а. остаточная доза матери от I периода; 6. (II) облучение матери во время беременности; 7. (II) облучение зародыша и плода *in utero*; 7а. остаточное облучение у новорожденного; 8. (III) облучение матери после родов (до конца грудного вскармливания); 9. (III) грудное питание новорожденного; 9а. остаточное облучение ребенка после грудного вскармливания; 10. (III) облучение после окончания грудного питания;

Рисунок 1 – Блок-схема путей и источников облучения в системе «мать – ребенок»

ком непосредственно в организм ребенка. Эффективная доза от ^{131}I у субъекта рассчитывалась из эквивалентной дозы на щитовидную железу матери [9] с взвешивающим коэффициентом для перевода в эффективную дозу [6]. В отличие от использованной модели расчета [8], внесено существенное изменение – учтены локальные (по топонамам) коэффициенты перехода радиоцезия в молочном звене пищевой цепочки [10], учитывалось также среднее потребление дозозначимых продуктов по типам НП. Для расчета доз у детей в период внутриутробного развития и после рождения до окончания грудного вскармливания использовались дозовые коэффициенты, приведенные в 88 Публикации МКРЗ [11, 12] и Руководстве по их применению [13, 14]. Остаточ-

ная эффективная доза от радионуклидов цезия для новорожденного и в период грудного вскармливания рассчитывалась с учетом постнатальной дозы на поколение.

Таким образом, суммарная накопленная эффективная доза субъекта, согласно схеме (см. рисунок 1), представляется составленной из следующих сегментов:

- доза внешнего облучения *in utero* и в постнатальном периоде;
- внутренняя эквивалентная доза от $^{134,137}\text{Cs}$ *in utero* и эффективная доза от ^{131}I при длительном поступлении их в организм матери до и во время беременности;
- остаточная эффективная доза радионуклидов *in utero* к моменту рождения ребенка: учитывался весь период до обнаружения заболевания;

Таблица 3 – Накопленная доза по периодам облучения субъектов (мкЗв)

Субъект, № п/п	Период облучения	
	I (<i>in utero</i>)	II (<i>postnatal</i>)
1	2436	45
2	11448	0
3	188	3
4	528	0
5	100	19
6	83	9
7	979	225
8	178	33
9	33	1
10	757	37
11	974	853
12	364	503
13	419	461
14	20	3
15	48	21
16	319	0
17	1562	0
18	145	67
19	38	5
20	16	24

- лактационная доза от ^{131}I , $^{134,137}\text{Cs}$ от поступления их ребенку с молоком матери;
- остаточная лактационная доза у ребенка после прекращения грудного вскармливания;
- доза самостоятельного питания ребенка от поступления радионуклидов в период после грудного вскармливания до момента обнаружения заболевания.

Обработка данных выполнена с использованием статистических программ пакета Statistica 6 (StatSoft, USA).

Результаты исследования

Оценка накопленной дозы

Результаты расчета накопленной дозы у субъектов с разбивкой по периодам облучения (внутриутробном и после рождения) представлены в таблице 3.

Обращает на себя внимание мозаичность и большой разброс данных, в общем, не зависящих от субъекта (то есть от времени рождения). В то же время, если обратиться к таблице 1 (радиологическая характеристика топонима), можно заметить, что

более высокие значения дозы отмечаются в тех случаях, где сочетаются наибольшие величины показателя $\sigma_{^{137}\text{Cs}}$ с меньшим номером индекса зоны (например, субъекты 2, 7, 17) и наоборот – низкие значения дозы, где $\sigma_{^{137}\text{Cs}}$ меньше, а индекс зоны выше (субъекты 14, 20). Медианное значение накопленной дозы составляет 210 мкЗв.

О доминирующей роли облучения *in utero* по отношению к суммарной дозе говорит рассчитанная величина – медиана отношений доз субъектов (I/II), равная **0,88**. Соответственно доза *in utero* составит 185 мкЗв.

Факторы формирования дозы

Рассматриваются два основных фактора: радиологический (фактор топонима) и фактор субъекта, связанный со временем начала облучения *in utero*.

Сочетание этих факторов для рассматриваемых субъектов обуславливает широкую вариабельность распределения накопленной дозы, что можно видеть из рисунка 2.

Ось ординат – первый фактор, абсцисс – второй. Как показывает анализ, доминирующим является первый фактор. Действительно, для субъектов, начавших облучение приблизительно в одно время (№№ 8, 9 и №№ 13, 14), дозы различаются в десятки раз, а практически одинаковые дозы имеют субъекты, начало облучения которых во времени отстоит друг от друга на месяцы (№№ 3, 18 и №№ 9, 19, 20).

Из этого с определенностью следует, что для двух субъектов из одного и того же НП, начавших облучение в разное время относительно даты начала аварии, также как и для субъектов из разных топонимов, начавших облучение в одно и то же относительное время, накопленные дозы могут существенно различаться. Сочетание многообразия исходных условий (в основном по радиологическому фактору) и создает мозаичную картину дозового поля с убывающим трендом.

Тренд дозы

Связь накопленной дозы со временем можно более четко выявить, если выполнить нормировку $D/\sigma_{^{137}\text{Cs}}$. Результат этой процедуры можно видеть на рисунке 3.

Зависимость от времени четко выражена. По скорости снижения дозы (экспоненциальная аппроксимация) выделяют три группы субъектов (или топонимов) с $T_{1/2}$ равными: 35, 119 и 289 суток, соответственно. Эти данные, в общем, отражают тренд изменения радиологической обстановки в ранние сроки после аварии: быстрый спад вначале, обусловленный распадом радиойода и короткоживущих радионуклидов; начиная с середины лета, более медленный спад дозы объясняется доминированием радионуклидов цезия. Различие между второй и третьей группами может быть объяснено неодинаковым соотношением доз внешнего и внутреннего облучения. Это подтверждается анализом изменения со временем источников и путей дозообразования (рисунок 4).

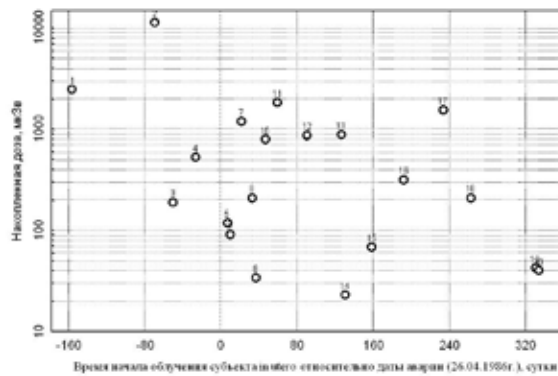
Действительно, сначала абсолютно доминирует, а затем быстро снижается доза за счет радиойода. Вклад в дозу изотопов цезия, конкурируя с радиойодом, со временем возрастает, и, со середины лета 1986 года, доза полностью формируется за счет этих радионуклидов, в последующем практически не меняясь. При этом вклад дозы внешнего облучения преобладает (медиана ~75 %).

Отношение дозы «субъект/мать»

Отношение медиан накопленных доз субъект/мать (210/470 мкЗв) равно ~0,45. Однако корректная оценка (медиана отношений) дает значение, равное 0,75, что можно интерпретировать как коэффициент защиты ребенка.

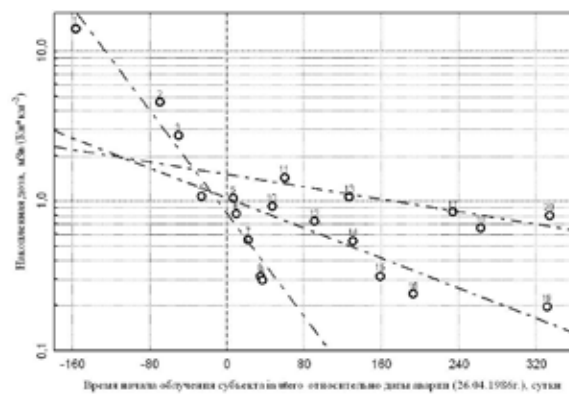
Оценка дозы по критерию лейкомогенного порога

Придерживаясь принципа консервативного подхода, в качестве лейкомогенного порога при облучении *in utero* примем нижнее значение рекомендуемого диапазона, равное 20 мЗв [7]. Рассчитанное нами медианное значение дозы для исследованной группы субъектов, равное 0,185 мЗв, оказывается на два порядка меньше пороговой величины. Лишь случай с максимальной дозой (~11 мЗв) близок к порогу.



0 – 26.04.1986 г.

Рисунок 2 – Распределение накопленной дозы относительно времени начала облучения субъекта *in utero*



0 – 26.04.1986 г.

Рисунок 3 – Нормированная накопленная доза относительно времени начала облучения субъекта *in utero*

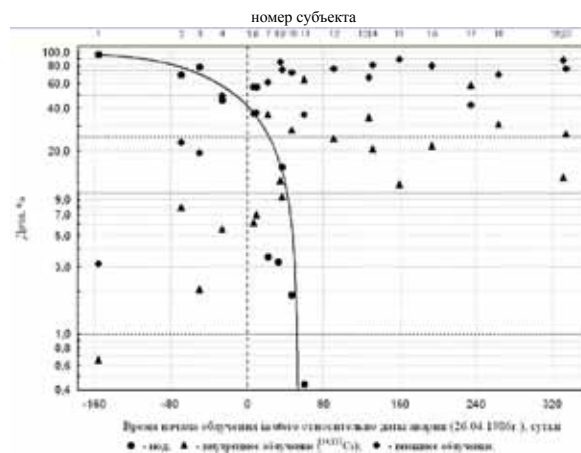


Рисунок 4 – Относительная роль источников и путей облучения субъектов во времени

Достигается ли в условиях чернобыльского радиоактивного загрязнения порог лейкомогенной дозы? Если при 15 КБк/м² (0,4 Ки/км²) создается доза 0,21 мЗв, тогда пороговая плотность загрязнения территории

^{137}Cs составит около 1430 кБк/м^2 ($\sim 40 \text{ Ки/км}^2$). Как известно, население, реально проживавшее на этих территориях в Беларуси, получило наибольшие дозы облучения, и было в разное время переселено. Следовательно, по дозовому критерию вероятность возникновения дополнительных случаев врожденных лейкозов существовала.

Выводы

- С учетом данных по радиологической характеристике мест рождения детей (топонимов) и времени рождения реконструированы индивидуализированные накопленные дозы за время внутриутробного и постнатального периода облучения;

- Медианное значение групповой накопленной дозы составило $0,21 \text{ мЗв}$, из которого 88% приходится на облучение *in utero*;

- Отношение медиан суммарных доз у ребенка и матери составило $\sim 0,75$ (коэффициент защиты ребенка);

- Тренд снижения накопленной дозы в основном обусловлен изменением радиологической обстановки, которая в ранние сроки определяется радиоiodом и короткоживущими радионуклидами ($T_{1/2} - 35$ суток), позже, начиная со середины лета, изотопами цезия, при этом преобладает фактор внешнего облучения над внутренним ($0,75/0,25$). Соотношение этих факторов позволяет выделить две группы населенных пунктов – с $T_{1/2}$ 119 и 289 суток;

- Реконструированные величины доз относятся к разряду сверхмалых и составляют $\sim 1/100$ от лейкомогенного порога дозы облучения *in utero*. Из этого следует, что рассмотренные случаи врожденного лейкоза, по-видимому, не связаны с дополнительным чернобыльским облучением. Дозиметрическая экспертиза подтверждает выводы эпидемиологов.

Остается непонятным, почему все случаи врожденного лейкоза в Беларуси зарегистрированы на территории с низкими уровнями выпадений (около нижней границы загрязненной зоны). Расчет показывает, что лейкомогенная плотность выпадений (по ^{137}Cs) составляет $\sim 40 \text{ Ки/км}^2$. На этих терри-

ториях до эвакуации и отселения проживало 135 тысяч человек, получивших средние дозы в лейкомогенном диапазоне – и ни одного случая заболевания врожденным лейкозом в 1986-1987 годах не было зарегистрировано.

Библиографический список

1. Hall, P. Health consequences after irradiation in utero-human data in effect of in utero exposure to ionizing radiation during the early phases of pregnancy / P. Hall // Proceeding of a seminar in Luxemburg. – 2001. – P. 37-58.

2. Infant leukemia in Belarus after the Chernobyl accident / E.P. Ivanov [et al.] // Radiation Environment Biophysics. – 1998. – P. 37.

3. Infant leukemia after the Chernobyl accident / J. Michaelis [et al.] // Nature. – 1997. – P. 387.

4. Infant leukemia in utero exposure to radiation from Chernobyl / E. Petridou [et al.] // Nature. – 1996. – P. 382.

5. Childhood leukemia in Belarus, Russia and Ukraine following the Chernobyl power station accident: results from an international collaborative population-based case-control study / Davis S. [et al.] // Int. J. Epidemiol. – 2005.

6. Рекомендации Международной Комиссии по радиологической защите от 2007 года. Публикация 103 МКРЗ. – М. – 2009.

7. Булдаков, Л.А. Радиоактивное излучение и здоровье / Булдаков Л.А., Калистратова В.С. – М.: Информ-Атом. – 2003.

8. Реконструкция среднегрупповых и коллективных накопленных доз облучения жителей населенных пунктов Беларуси, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Методические указания / В.Ф. Миненко [и др.]. – 2002.

9. Определение поглощенных доз облучения щитовидной железы жителей населенных пунктов Республики Беларусь. Методические указания: утв. 20.03.2003г. / В.Ф. Миненко [и др.]. – Минск. – 2003. – 22 с.

10. Zhuchenko, Y.M. Private communication.

11. ICRP. Doses to the embryo and fetus from intakes of radionuclides by the mother.

ICRP Publication 88. – 2001. – Ann ICRP, 31 (1-3).

12. ICRP. Doses to infants from ingestion of radionuclides in mother milk. ICRP Publication 95. – 2004. – Ann ICRP, 34 (3-4).

13. NRPB. Guidance on the application of dose coefficients for the embryo and fetus

from intakes of radionuclides by the mother. – 2005. – Doc NRPB, 16 (2).

14. HPA. Guidance on the application of dose coefficients for the embryo, fetus and breastfed infant in dose assessments for members of the public. Documents of the Health Protection Agency, RCE-5. – March 2008.

A.M. Skrjabin, N.N. Savva, Yu.A. Belsky, A.N. Mataras

RETROSPECTIVE POPULATION-BASED STUDY OF IRRADIATION EXPOSURE IN INFANT LEUKEMIA CASES REGISTERED WITHIN THE EARLY PERIOD AFTER CHERNOBYL ACCIDENT (RECONSTRUCTION OF THE INDIVIDUALIZED ACCUMULATED DOSES)

Individualized ionizing radiation doses in all cases of infant leukemia developed after Chernobyl accident within the years 1986 and 1987 in residents of Belarus have been reconstructed. Totally, 20 children were included into this population-based study. The median cumulative dose was 0,21 mSv. It was below the recommended threshold for radioinduced leukemia as minimum as two logarithms.

Key words: *Chernobyl accident, infant leukemia irradiation dose, doseformation factors, leukogenesyc dose equivalent*

Поступила 12.07.11