

**АНАЛИТИКО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ 2`2003**

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
АСПЕКТЫ АВАРИИ  
НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

---

**БЕЛОРУССКИЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ,  
ИНФОРМАТИКИ, УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
МИНЗДРАВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

---

■ **Основные направления деятельности:**

- ✓ научное обеспечение реформы здравоохранения и реализации основных положений Концепции развития здравоохранения и медицинской науки;
- ✓ разработка программ, концепций, положений, организационных технологий, нормативно-правовой и медико-экономической базы деятельности органов и учреждений здравоохранения;
- ✓ эпидемиологический мониторинг заболеваемости населения Республики Беларусь;
- ✓ исследования социально-гигиенических условий формирования здоровья населения;
- ✓ изучение медицинских последствий катастрофы на ЧАЭС;
- ✓ выполнение комплекса работ по информатизации отрасли.

■ **БЕЛЦМТ сегодня это:**

- ✓ головное научно-исследовательское учреждение по проблемам организации и экономики здравоохранения, разработки и внедрения рациональных методов управления отраслью, информатики, анализа и прогноза состояния здоровья населения;
- ✓ центр научной проработки методов обоснования и механизмов формирования программ укрепления здоровья;
- ✓ центр по разработке научно обоснованных предложений по оптимизации системы здравоохранения и оказанию медицинской помощи населению;
- ✓ организация, ответственная за ведение Белорусского Государственного регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС, других профильных регистров;
- ✓ учредитель журналов “Вопросы организации и информатизации здравоохранения” и “Медико-биологические аспекты аварии на ЧАЭС”.

---

**220600, г. Минск, ГСП, ул. П. Бровки, 7а  
тел. (+375-17) 232-30-80, факс (+375-17) 232-30-94,  
e-mail: belcmt @ belcmt.belpak. minsk. by**

---



# МЕДИКО- БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

*Рецензируемый аналитико-информационный бюллетень*

---

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

---

Издается Белорусским центром медицинских технологий, информатики,  
управления и экономики здравоохранения с 1992 г.

---

Главный редактор

---

Н. Н. ПИЛИПЦЕВИЧ

---

Редакционный совет:

---

А.А. Гракович (зам. главного редактора)  
Ю.Е. Демидчик  
В.К. Иванов (Российская Федерация)  
Э.К. Капитонова  
Е.Ф. Конопля  
Н.А. Крысенко  
И.В. Малахова (зам. главного редактора)  
В.В. Мартыновский  
Т.В. Мохорт  
В.П. Руденко  
А.Н. Стожаров  
Н.Е. Хейфец (отв. секретарь)  
В.Е. Шевчук

---

Адрес редакции:

---

220013, Минск, ул.П. Бровки, 1

Лаборатория информационного сопровождения реформ в здравоохранении БЕЛЦМТ

Тел.(017) 239-37-44; e-mail: infomed@belcmt.by

© Белорусский центр медицинских технологий, информатики, управления и экономики  
здравоохранения Минздрава Республики Беларусь (БЕЛЦМТ), 2003

# В номере

## Проблемные статьи и обзоры

Мельнов С.Б., Корытько С.С., Шиманец Т.В., Рыбальченко О.А., Адерихо А.К. Оценка радиочувствительности у ликвидаторов и их детей методом микроядерного теста .....	3
Мельнов С.Б., Кручинский Н.Г., Лебедева Т.В., Акулич Н.В. Состояние генома соматических клеток у детей и подростков, проживающих в условиях экологического неблагополучия .....	8
Гракович А.А. Оценка влияния некоторых факторов на формирование показателей смертности в отдельных регионах Республики Беларусь .....	12
Копыток А.В. Характеристика первичной инвалидности населения Республики Беларусь в связи с катастрофой на Чернобыльской АЭС .....	17
Гракович А.А. Оценка первичной инвалидности в Республике Беларусь в связи с катастрофой на Чернобыльской АЭС вследствие ишемической болезни сердца по данным многолетнего проспективного наблюдения (1992—2002 гг.) .....	20
Кручинский Н.Г., Тепляков А.И., Теплякова Д.В., Прокопович А.С., Ковалева Л.Н., Хохлова В.Л. Хроническое профессиональное и экологическое низкоуровневое радиационное воздействие при ишемической болезни сердца и мозга. Сообщение 1. Состояние реологических свойств крови и структурно-функциональных параметров эритроцитов .....	29
Кручинский Н.Г., Теплякова Д.В., Тепляков А.И., Хохлова В.Л., Ковалева Л.Н., Прокопович А.С. Хроническое профессиональное и экологическое низкоуровневое радиационное воздействие при ишемической болезни мозга. Сообщение 2. Изменение реологических свойств крови и структурно-функциональных параметров эритроцитов в ответ на проводимую терапию .....	35
Голуб В.В., Корбут Н.А., Лаптенко С.А., Моцук К.В., Мухлаев А.А. Анализ распределения удельной активности Cs <sup>137</sup> в коровьем молоке и биологических тканях человека .....	39

## Нормативные документы

О межведомственной комиссии по отнесению граждан к категории пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС (постановление Комитета по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь от 1 сентября 2003 г. №1) .....	42
Положение о Межведомственной комиссии по отнесению граждан к категории пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС .....	43
Положение о базовом детском реабилитационно-оздоровительном центре Комитета по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь .....	44
Инструкция о смотре-конкурсе работы детских реабилитационно-оздоровительных центров Комитета по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь .....	44
Критерии оценки работы детских реабилитационно-оздоровительных центров Комитета по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь .....	45

## Реферативный раздел

1. Общие вопросы радиационной биомедицины .....	50
2. Медицинские аспекты ядерных аварий .....	54
3. Клинические аспекты воздействия радиационного излучения на человека .....	83

## СОСТОЯНИЕ ГЕНОМА СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ

С.Б.Мельнов, Н.Г.Кручинский, Т.В.Лебедева, Н.В.Акулич

*РНПЦ радиационной медицины и экологии человека, г. Гомель  
НИИ экологической и профессиональной патологии, г. Могилев  
Международный государственный экологический  
университет имени А.Д.Сахарова, г. Минск*

Начавшаяся в XIX веке промышленная революция вследствие неконтролируемой эксплуатации природных ресурсов и быстрого развития различных отраслей экономики положила начало глобальной атаке человечества на окружающую среду. Особо значимые эффекты имели место в случае техногенных катастроф, к которым относится и самая крупная авария в истории человечества — катастрофа на ЧАЭС [1]. В результате значительная часть территории Беларуси оказалась загрязненной радиоактивными веществами, выброшенными из разрушенного реактора в окружающую среду, а население подверглось (и продолжает подвергаться) дополнительному низкоуровневому радиационному воздействию. При этом сельское население территорий, пострадавших от аварии на ЧАЭС, относится к категории, получившей наибольшее облучение [2, 11]. Это обусловлено особенностями социального уклада жизни на селе — более длительным пребыванием вне

помещений и потреблением недостаточно контролируемых продуктов питания собственного производства.

Темп нарастания антропогенного давления не дает человеку достаточной возможности (во временном аспекте) адаптироваться к новым условиям существования [3]. Это приводит к срыву адаптации, росту заболеваемости различными видами патологии [2, 4, 8, 10, 12], а также к увеличению частоты мутаций [13], наследственных и врожденных заболеваний [1, 2]. Установлено, что даже низкодозовые радиационные воздействия могут вызывать выраженные нарушения гомеостаза в организме [1, 4, 10—12]. Так, по данным Р.В.Ставицкого, при использовании специального математического аппарата представляется возможным выявить реакцию периферической крови даже на рентгеноскопическое исследование желудка и пищевода [9].

При оценке мутационных эффектов следует учитывать возраст пострадавших [13]. В на-

стоящее время можно считать общепринятым факт, что детская популяция в силу физиологических особенностей растущего организма является наиболее чувствительной к радиационному воздействию. Более того, ряд авторов указывает на увеличение уровня цитогенетических аномалий в группах детей с разным уровнем жизни, проживающих в регионах с различной экологической напряженностью [4, 13].

Приведенные выше рассуждения свидетельствуют о потенциальной опасности низкоуровневых мутагенных воздействий в отношении довольно широкого спектра патологии как для нынешнего, так и для последующих поколений, а анализ цитогенетического статуса может служить весьма информативным показателем нарастания экологического неблагополучия.

Все это указывает на необходимость проведения масштабного генетического мониторинга пострадавшего населения, и, в первую очередь, детей и подростков как группы повышенного экологического риска.

*Цель настоящего исследования* – оценить частоту соматических мутаций на примере мутантных Т-хелперов у детей и подростков, проживающих в регионах с различным уровнем мутационного давления.

#### Материалы и методы

Объект исследований — дети и подростки, проживающие в регионах Республики Беларусь с различным уровнем антропогенной нагрузки. Обследовано 360 человек.

Оценку частоты мутантных Т-хелперов проводили методом проточной цитофлуориметрии на аппарате FACSVantage (Becton Dickensen, USA). Фракция лимфоцитов гейтирована по переднему и боковому светорассеянию, окно для TCR-мутантов было ограничено по ширине границами популяции CD4<sup>+</sup> клеток, а по высоте — 1/25 нормального уровня экспрессии CD3 в зрелых CD4<sup>+</sup> клетках. Мечение проводили стандартными наборами моноклональных антител (антиCD3 и антиCD4, меченными FITC и фикоэритрином) фирмы «Becton Dickensen».

Частота мутантов рассчитывалась из соотношения количества мутантных клеток в выделенном окне к общему числу CD3<sup>+</sup>/CD4<sup>+</sup> клеток из расчета на 10000 клеток. Число событий в анализе — 100000.

#### Результаты и обсуждение

Нормальное функционирование любого органа или ткани определяется функциональной

полноценностью их структурной единицы — клетки, что в свою очередь зависит от интегральной и функциональной полноценности ее генома.

Мутационный процесс стохастичен по своей природе. Поэтому частота мутаций по какому-то определенному локусу в определенном типе соматических клеток может служить индикатором мутационного процесса и на уровне целостного организма. Особенно эффективны в этом отношении гены гипервариабельных зон, к числу которых относятся и гены, обуславливающие TCR-мутации.

На начальном этапе нами проведен региональный анализ частоты TCR мутантов у детей и подростков, проживающих в различных экологических условиях. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1.

Как видно из приведенной таблицы, у детей, проживающих в различных регионах республики, частота мутантных Т-хелперов варьировала в достаточно широких пределах — от 0 до 0,53 /10000 клеток.

При этом минимальный средний уровень ( $0,21 \pm 0,04 / 10000$  клеток) был отмечен у детей из Минской области — региона, наименее пострадавшего от последствий аварии на ЧАЭС, и на основании этого рассматриваемого как регион сравнения.

В то же время в регионах выраженного экологического неблагополучия этот показатель был существенно выше и составил для Брестской области  $0,46 \pm 0,04$  (по критерию Мана-Уитни  $P < 0,05$  для всех случаев относительно региона сравнения), а для Гомельской —  $0,31 \pm 0,04$  ( $P < 0,1$ ).

Заслуживает внимания также существенный сдвиг доверительного интервала в основных группах относительно условного контроля.

Кроме того, можно отметить факт наличия относительно более высокого уровня соматических мутаций у детей и подростков Брестской области. Возможно, объяснение этого факта заключается в особенностях почвенно-климатического статуса указанного региона, которые обеспечивают быструю миграцию радионуклидов по пищевым цепям и их хроническое накопление в организме человека.

Полученные нами данные позволяют сделать заключение о генетической опасности хронических низкоуровневых радиационных воздействий (в основном за счет инкорпорированных

Таблица 1

Уровень мутантных Т-хелперов у детей, проживающих в различных областях Беларуси ( $\bar{X} \pm S_x$ )

Параметр		Область		
		Брестская	Гомельская	Минская
n		209	26	100
Возраст		12,16 $\pm$ 1,17	11,98 $\pm$ 0,58	10,51 $\pm$ 0,57
Частота мутантных Т-хелперов		0,46 $\pm$ 0,04	0,31 $\pm$ 0,07	0,21 $\pm$ 0,04
95% доверительный интервал	Минимум	0,39	0,16	0
	Максимум	0,53	0,45	0,29
Стандартное отклонение		0,51	0,41	0,38

радионуклидов) даже в отдаленные сроки после аварии на ЧАЭС.

Принимая во внимание неравномерный (пятнистый) характер распределения радионуклидов даже в пределах одного региона, нами был проведен анализ уровня соматических мутаций в отдельных населенных пунктах Брестской области, представленный в табл. 2.

Результаты, представленные в этой таблице, показывают, что даже в пределах одного региона частота соматических мутаций варьирует в достаточно широких пределах (от 0,16 $\pm$ 0,02 до 0,53 $\pm$ 0,06).

Примечательно, что наиболее высокий уровень мутантных Т-хелперов (0,53 $\pm$ 0,06) наблюдается в населенном пункте Ольманы – зоне с загрязнением по  $^{131}\text{I}$ . Относительно равный уровень соматических мутаций наблюдается в д. Вулька (0,44 $\pm$ 0,09), г. Пинске (0,44 $\pm$ 0,13) и д. Теребежово (0,29 $\pm$ 0,08). Наименьший уровень мутантных Т-хелперов был отмечен в д. Богдановка (0,16 $\pm$ 0,02).

Таким образом, даже на относительно локальной территории частота мутантных Т-хелперов варьирует в достаточно широких пределах, что, несомненно, отражает общий уровень мутационного давления и, как следствие, свидетельствует о различном уровне антропогенной нагрузки в регионе обследования. Особо следует отметить, что частота мутантных Т-хелперов у обследованных нами детей в большинстве случаев (за исключением д. Богдановка) значительно превышает таковую ( $P < 0,05$ ) в группе сравнения (Минская область).

Кроме того, особо примечательным являются результаты обследования лиц, проживающих в Могилевской области. Объект исследований — группа детей и подростков (26 человек) из поселка Майский Чериковского района Могилевской области, загрязненность территории которого по  $^{137}\text{Cs}$  составляет 5—7 Ки/км<sup>2</sup>. Во время аварии на ЧАЭС и до ноября 1989 г. они проживали на наиболее загрязненных радионуклидами территориях Че-

Таблица 2

Уровень мутантных Т-хелперов в различных населенных пунктах Брестской области Беларуси ( $\bar{X} \pm S_x$ )

Параметры		Населенный пункт				
		Богдановка	Вулька	Теребежов	Ольманы	Пинск
n		42	13	7	72	18
Возраст		10,83 $\pm$ 0,28	11,78 $\pm$ 0,53	10,89 $\pm$ 0,73	12,92 $\pm$ 0,29	11,42 $\pm$ 0,78
Частота мутантных Т-хелперов		0,16 $\pm$ 0,02	0,44 $\pm$ 0,09	0,29 $\pm$ 0,08	0,53 $\pm$ 0,06	0,44 $\pm$ 0,13
95% доверительный интервал	Минимум	0	0	0,1	0	0
	Максимум	0,57	1,21	0,58	2,72	1,81
Стандартное отклонение		0,16	0,34	0,2	0,51	0,56

риковского района (деревни Чудяны, Малиновка, Боровая, Холмы), где контаминация почвы по  $^{137}\text{Cs}$  варьировала от 10 до 40 Ки/км<sup>2</sup>. 14 детей обследовались дважды. Результаты проведенных исследований в этой группе представлены в табл. 3.

Анализ данных, представленных в этой таблице, свидетельствует о явно повышенном уровне мутантных Т-хелперов у пациентов основной группы относительно группы сравнения. Однако биологический эффект радиационного воздействия выражен в этой группе меньше, чем у «детей-накопителей» Брестской области, где максимальные значения доходили до  $0,53 \pm 0,06$  ( $0,37 \pm 0,04$  в пос. Майский и до  $0,21 \pm 0,04$  в группе сравнения;  $P < 0,05$ ).

Этот факт косвенно указывает на различную

эффективность острого и хронического воздействия, а также может быть связан с эффектом короткоживущих изотопов (в частности,  $^{131}\text{I}$ ).

Таким образом, учитывая вышеизложенное, можно констатировать, что в ряде регионов Беларуси даже в отдаленные периоды после аварии на ЧАЭС сохраняется достаточно высокий уровень мутационного давления, проявляющийся в существенном увеличении частоты генных мутаций в соматических клетках. При этом выраженность изменений экологической ситуации значительно варьирует даже в пределах небольших регионов, а обследованная нами группа детского населения является группой повышенного генетического риска и нуждается в особом внимании и постоянном мониторинге.

Таблица 3

Уровень мутантных Т-хелперов у детей и подростков, проживающих в Могилевской области ( $X \pm S_x$ )

Населенный пункт	Возраст	Частота мутантных Т-хелперов	95 % доверительный интервал		Стандартное отклонение
			Минимум	Максимум	
п. Майский	$11,23 \pm 0,52$	$0,37 \pm 0,04$	0,05	1,04	0,207
Группа сравнения	$10,51 \pm 0,57$	$0,21 \pm 0,04$	0	0,29	0,38
P		<0,05			

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дорошенко В.Н. Анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями детей Брянской области за 1981—2000 гг. // Экологическая антропология. Ежегодник. — Минск, 2003. — С.103—106.
2. Здравоохранение в Республике Беларусь. Официальный статистический сборник. — Минск: БелЦНМИ, 1997. — 341 с.
3. Зербино Д.Д. Экологическая патология и экологическая нозология: новое направление в медицине // Арх. патол. — 1996. — Т.58. — №3. — С.10—15.
4. Коваленко А.Н. Влияние малых доз ионизирующего излучения на здоровье человека // Врач. дело. — 1990. — №7. — С.79—82.
5. Лещенко Я.А., Мильников И.В., Маркелова Л.Г. и др. Мониторинг врожденных пороков развития у новорожденных в крупном промышленном городе // Педиатрия. — 2001. — №3. — С.77—81.
6. Лягинская А.М., Осипов В.А., Смирнова О.В. и др. Функция воспроизводства у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и здоровье их детей // Мед. радиол. радиац. безопасность. — 2002. — №1. — С.5—10.
7. Пелевина И.И., Алещенко А.В., Антошина М.М. и др. Уровень спонтанных и индуцированных облучением цитогенетических повреждений в лимфоцитах крови детей в зависимости от возраста и уровня жизни // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2001. — Т.41, №5. — С.573—579.
8. Сердюк А.М. Медико-экологические последствия Чернобыльской катастрофы // Врач. дело. — 1997. — №1. — С.3—9.
9. Ставицкий Р.В., Гуслистый В.П., Беридзе А.Д. и др. Определение малых доз радиационного воздействия путем аналитической обработки показателей крови // Мед. радиол. радиац. безопасность. — 1998. — Т.43, №1. — С.58—65.
10. Ушаков И.Б., Давыдов Б.И., Солдатов С.К. Отдаленные последствия при условно малых дозах облучения (обзор литературы) // Медицина труда и пром. экология. — 2000. — №1. — С.21—25.
11. Федорцева Р.Ф., Степанов Р.П., Бычковская И.Б.



- К проблеме отдаленных последствий аварии на ЧАЭС. Необычные эффекты малых доз радиации // Межд. журнал радиац. мед. – 2001. – Т.3, №1–2 (Спецвыпуск). – 306 с.
12. Ярмоленко С.П. Низкие уровни излучения и здоровье: радиобиологические аспекты. Аналитический обзор // Мед. радиол. радиац. безопасность. — 2000. — Т.45, №3. — С.5—23.
13. Dubrova Y.E., Nesterov V.N., Krouchinsky N.G. et al. Human minisatellite mutation rate after the Chernobyl accident // Nature. – 1996. – Vol. 380. – P.683—686.