



ЧОРНОБИЛЬ: ЕКОЛОГІЯ І ЗДОРОВ'Я

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЗБІРНИК

За загальною редакцією професора Ю. І. Бандажевського

Випуск 8

**Дніпро
«Середняк Т.К.»
2019**

УДК 614.876(082)
ББК 51.265я43
Ч-49

проф. Ю. І. Бандажевський

Науково-практичний збірник «Чорнобиль: екологія і здоров'я» Іванків: ПУ Координаційний аналітичний центр «Екологія і здоров'я», — Дніпро: Середняк Т.К., 2019, — 77 с.

ISBN 978-617-7599-66-0

Видання збірника № 8 «Чорнобиль: екологія і здоров'я» пов'язано з проектом Європейської Комісії в Україні «Оздоровчі та екологічні програми, пов'язані з Чорнобильською зоною відчуження. Підготовка, навчання та координація проектів з охорони здоров'я» та з ініціативами асоціації «Діти Чорнобиля» (Франція). Він містить матеріали з питань захисту здоров'я людей, які проживають на території, що постраждала від аварії на Чорнобильській атомній електростанції. Збірник розрахований на медичних працівників та населення, яке мешкає на радіоактивно забрудненій території внаслідок аварії на атомній електростанції.

Редакційна колегія

Головний редактор: д.мед.н., професор Ю.І. Бандажевський
Заступники головного редактора: к.мед.н., ст.н.с. Н.Ф. Дубова, Д.І. Петренко
Члени редакційної колегії: О.М. Кадун, к.мед.н., доцент Г.С. Бандажевська,
М.Я. Шелест, Бенедікт Бельгасем, О.В. Савенко

Адреса редакції:

ПУ «Координаційний аналітичний центр «Екологія і здоров'я»,
вул. Поліська, 65, смт. Іванків, Київська область, Україна, 07200
Тел.: +38 (093) 560 30 18; e-mail: DNF.uk380@gmail.com.

Комп'ютерне упорядкування, редагування та випуск: А.П. Пархоменко

ISBN 978-617-7599-66-0

УДК 614.876(082)
ББК 51.265я43
Ч-49

© ПУ Координаційний аналітичний центр
«Екологія і здоров'я», 2019
© Бандажевський Ю. І., 2019
© Колектив авторів, 2019

ЗМІСТ

Оригінальні дослідження

Бандажевский Ю. И., Дубовая Н. Ф., Кадун О. Н.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}CS В ОРГАНИЗМЕ ДЕТЕЙ ИВАНКОВСКОГО И ПОЛЕССКОГО РАЙОНОВ КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ УКРАИНЫ СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ4

Бандажевский Ю. И., Дубовая Н. Ф.

СВЯЗЬ ПРОЦЕССОВ ИНКОРПОРАЦИИ В ОРГАНИЗМ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}CS С ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПОЛИМОРФИЗМОМ MTHFR:C677T И ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНАХ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ 11

Дубовая Н. Ф., Бандажевский Ю. И.

ОСОБЕННОСТИ ДОМАШНЕГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКИХ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ, В ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПЕРИОД23

Бандажевский Ю. И., Дубовая Н. Ф.

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ ПРИ ИНКОРПОРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}CS СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ31

Бандажевский Ю. И., Дубовая Н. Ф.

СВЯЗЬ ИНКОРПОРИРОВАННЫХ В ОРГАНИЗМ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}CS С АРТЕРИАЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНАХ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ45

Бандажевский Ю. И., Дубовая Н. Ф.

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}CS И АКТИВНОСТЬ ТРАНСАМИНАЗ СЫВОРОТКИ КРОВИ У ДЕТЕЙ ИВАНКОВСКОГО И ПОЛЕССКОГО РАЙОНОВ КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ УКРАИНЫ СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.52

Бандажевский Ю. И.

РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ, ПОСТРАДАВШЕЙ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ. ...64

Відомості про авторів і членів редакційної колегії 76

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs В ОРГАНИЗМЕ ДЕТЕЙ ИВАНКОВСКОГО И ПОЛЕССКОГО РАЙОНОВ КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ УКРАИНЫ СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажеский Ю.И., Дубовая Н.Ф., Кадун О.Н.

Спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции, почвы пострадавших территорий, остаются загрязненными радиоактивными элементами [1, 2]. Это представляет опасность для здоровья населения, употребляющего в пищу сельскохозяйственные продукты местного производства, лесные ягоды и грибы, мясо диких животных [3, 4]. В связи с этим, важным элементом профилактической медицины является контроль за содержанием радиоактивных агентов в организме людей разных возрастных групп, проживающих в условиях постоянного радиационного риска, на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Это, несомненно, поможет выявлению причинно-следственных механизмов заболеваний, широко распространенных в районах, загрязненных радиоактивными элементами.

Целью настоящего исследования явилось определение содержания радионуклидов ^{137}Cs в организме детей разного возраста, проживающих в Иванковском и Полесском районах Киевской области Украины спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Материал и методы исследования. Исследование выполнено в рамках реализации в Украине проекта Европейской комиссии «Оздоровительные и экологические программы, связанные с Чернобыльской зоной отчуждения. Подготовка, обучение и координация проектов по охране здоровья», 2013-2017 гг.).

Регистрация радионуклидов ^{137}Cs осуществлялась у 3752 детей, проживающих в Иванковском и Полесском районах Киевской области, расположенных вблизи Чернобыльской атомной электростанции (плотность загрязнения грунтов ^{137}Cs 0,17 — 1,9 Ки/км² [5]).

Измерение удельной активности ^{137}Cs в детском организме проводилось, на протяжении 10 минут, на 3-х детекторном спектрометре излучения человека «СИЧ-АКП-3» (ООО НПП «АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР», Украина), с письменного согласия родителей.

Автоматическая обработка спектров, расчет удельной активности радиоактивных элементов и сохранение полученной информации проводились с помощью программного обеспечения прибора «AKWin».

Обследуемые дети были разделены, согласно их возрасту на момент обследования, на три группы: младшая (№ 1) — 2,0-5,11 лет (n = 323), средняя (№ 2) — 6,0 -11,11 лет (n = 1888), старшая (№ 3) — 12,0-18,0 лет (n = 1541).

В ходе настоящего исследования проводилось определение связи между инкорпорацией радионуклидов ^{137}Cs и возрастом детей с применением методов статистического и корреляционного анализа.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы IBM SPSS Statistics 22 (США). Для анализируемых показателей рассчитывались среднеарифметическая (M) $\pm$ стандартная ошибка средней (m), доверительный интервал среднего значения (95 % ДИ), медиана (Me), интерквартильный размах (ИКР), минимальные и максимальные значения параметров, процентиля. Была проведена проверка гипотезы о виде распределений (критерий Колмогорова-Смирнова). Все исследуемые параметры не соответствовали закону нормального распределения, в связи с чем, для сравнения значений был использован непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Оценку статистической значимости показателей проводили, определив уровень значимости p с помощью статистической программы.

Связь между показателями удельной активности ^{137}Cs и возраста детей, определялась с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_{xy}). Силу корреляционной связи оценивали по традиционной шкале: слабая — от 0 до 0,299; средняя — от 0,3 до 0,699; сильная — от 0,7 до 1,0.

Результаты исследований и их обсуждение. В общей группе детей ($n = 3752$) среднее значение удельной активности ^{137}Cs составило 3,48 Бк/кг, медиана — 2,12; ИКР — 1,66-2,62. В организме детей младшей группы удельная активность ^{137}Cs достоверно больше, чем в организме детей средней и старшей групп. В свою очередь удельная активность ^{137}Cs в организме детей средней группы больше, чем у детей старшей группы (табл.1, 2).

Таблица 1

Статистические характеристики удельной активности ^{137}Cs (Бк/кг) в организме обследованных детей по возрастным группам

Показатели	Младшая группа		Средняя группа		Старшая группа	
	Me	ИКР	Me	ИКР	Me	ИКР
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	3,00	2,79 -3,31	2,41	2,06 — 2,62	1,63	1,51 — 1,85

Между удельной активностью ^{137}Cs в организме детей и их возрастом определялась обратная корреляционная связь, как в общей группе, так и в отдельных возрастных группах. При этом, в старшей группе сила связи была наименьшей (табл. 3).

Таким образом, в ходе проведенных исследований, выявлен возрастной фактор в инкорпорации радионуклидами ^{137}Cs детей, проживающих в рай-

онах, расположенных вблизи Чернобыльской атомной электростанции. Чем меньше ребенок, тем большая концентрация радионуклидов ^{137}Cs определялась в его организме (рисунок).

Таблица 2

Результаты статистически значимых различий удельной активности ^{137}Cs в группах детей

Показатели	Группы сравнения	Численность группы сравнения	Средний ранг	Значение U — критерия, уровень значимости p
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	1	323	1834,23	U = 69693,0; p = 0,0001
	2	1888	981,41	
	1	323	1521,07	U = 58765,0; p = 0,0001
	3	1541	809,13	
	2	1888	2220,05	U = 501170,0; p = 0,0001
	3	1541	1096,22	

Таблица 3

Результаты корреляционного анализа между возрастом и удельной активностью ^{137}Cs в организме обследованных детей

Группы детей	Коэффициент корреляции	Параметры	
		Возраст, лет	Удельная активность ^{137}Cs в организме, Бк/кг
Общая группа	Спирмена, r_{xy}	-0,658**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	3752	
Младшая группа	Спирмена, r_{xy}	-0,472**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	323	
Средняя группа	Спирмена, r_{xy}	-0,576**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	1888	
Старшая группа	Спирмена, r_{xy}	-0,241**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	1541	

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости углубленного изучения причин инкорпорации радионуклидов ^{137}Cs в организм людей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

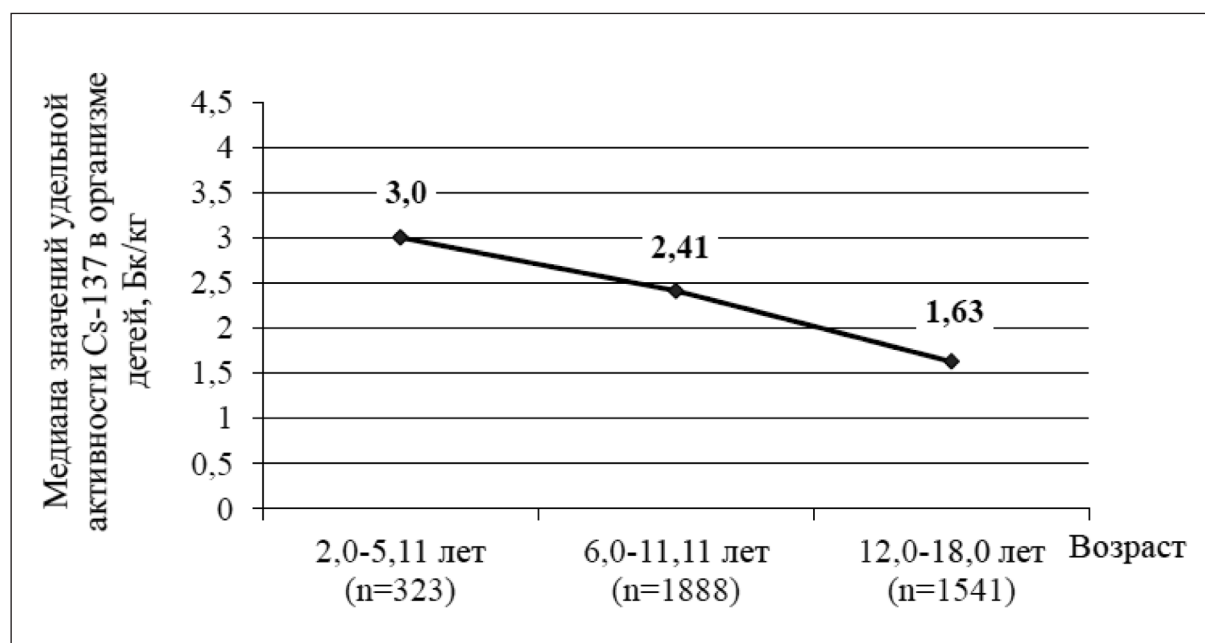


Рисунок. Распределение удельной активности ^{137}Cs в организме детей Украины.

При этом, необходимо обратить внимание на алиментарный путь поступления радионуклидов в организм, учесть анатомические и физиологические особенности организма детей разного возраста, определить роль генетической компоненты.

Выводы. 1. Определена связь между инкорпорацией радионуклидов ^{137}Cs и возрастом детей, проживающих в Иванковском и Полесском районах Киевской области Украины спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

2. Дети младшего школьного возраста подвергаются большему радиоактивному воздействию, по сравнению с детьми старшего школьного возраста.

3. При выявлении причин инкорпорации радионуклидов ^{137}Cs в организм людей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, необходимо обратить внимание на алиментарный путь поступления радионуклидов в организм, учесть анатомические и физиологические особенности организма детей разного возраста, определить роль генетической компоненты.

Литература.

1. Kadun O.N. Ivankov and Polesky districts implementation of socio-medical project of the European commission «Health and environmental programs around the Chernobyl exclusion zone» // Scientific and practical collection «Chernobyl: ecology and health», — Issue 6, General addition by prof. Yu.I. Bandazhevsky. — Ivankov: PI Coordination and Analytical Center «Ecology and health», — Dniro: Serednyak T.K., 2017. — P. 4-11.
2. Атлас современных и прогностических аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия-Беларусь) / Под ред. Ю.А. Израэля, И.М. Богдевича. — М.: Фонд «Инфосфера» — НИА-Природа; Минск: Белкартография, 2009. — 140 с:
3. Чернобыль 25 лет: инкорпорированные радионуклиды Cs-137 и здоровье людей / Под ред. проф. Ю.И. Бандажевского. — К.: Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», 2011. — 156 с.
4. Bandazhevsky Yu.I. Improvement of quality of life in the population of Ivankov and Polesie districts by preventing conditions associated with the impact of environmental factors // Scientific and practical collection «Chernobyl: ecology and health». — Issue 6. — Ivankov: PI Coordination and Analytical Center «Ecology and health», — Dniro: Serednyak T.K., 2017. — № 6. — P. 12-15.
5. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Дані за 2011 р. Збірка 14. — К.: МОЗ України, НАМНУ України, МНС України, ДАЗВ, ДУ «ННЦРМ НАМН України», НД ІРЗ АТН України, 2012. — 99 с.

AGE-SPECIFIC FEATURES OF ¹³⁷CS CONCENTRATIONS IN CHILDREN FROM IVANKOVSKY AND POLESSKY RAIONS IN KIEV OBLAST, UKRAINE, 30 YEARS AFTER THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

Bandazhevsky Yu.I., Dubovaya N.F., Kadun O.N.

An important element of preventive medicine is monitoring of levels of radioactive agents in the population of different age groups living in conditions of constant radiation risk in areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

The aim of this study was to measure ¹³⁷Cs levels in children of different ages living in Ivankovsky and Polesky districts, Kiev region, Ukraine, 30 years after the Chernobyl nuclear power plant accident.

Research methods. Radiometric, anthropometric, mathematical and statistical.

Results. We have identified an association between ^{137}Cs incorporation and age of children living in Ivankovsky and Polessky districts, Kiev region, 30 years after the Chernobyl nuclear power plant accident.

Children of primary school age are exposed to more radiation compared to those of older school age. When identifying causes of ^{137}Cs incorporation in the population living in areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident, it is necessary to pay attention to the fact that radionuclides can enter the human body through ingestion, take into account the anatomical and physiological characteristics of children of different ages and determine the role of a genetic component.

Keywords. Age of children, association, ^{137}Cs radionuclides, radiation-contaminated areas.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs В ОРГАНИЗМЕ ДЕТЕЙ ИВАНКОВСКОГО И ПОЛЕССКОГО РАЙОНОВ КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ УКРАИНЫ СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажеский Ю.И., Дубовая Н.Ф., Кадун О.Н.

Контроль за содержанием радиоактивных агентов в организме людей разных возрастных групп, проживающих в условиях постоянного радиационного риска, на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, является важным элементом профилактической медицины.

Целью настоящего исследования явилось определение содержания радионуклидов ^{137}Cs в организме детей разного возраста, проживающих в Иванковском и Полесском районах Киевской области Украины спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Методы исследования. Радиометрический, антропометрический, математико-статистический.

Результаты. Определена связь между инкорпорацией радионуклидов ^{137}Cs и возрастом детей, проживающих в Иванковском и Полесском районах Киевской области Украины спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Дети младшего школьного возраста подвергаются большему радиоактивному воздействию, по сравнению с детьми старшего школьного возраста. При выявлении причин инкорпорации радионуклидов ^{137}Cs в организм людей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атом-

ной электростанции, необходимо обратить внимание на алиментарный путь поступления радионуклидов в организм, учесть анатомические и физиологические особенности организма детей разного возраста, определить роль генетической компоненты.

Ключевые слова. Возраст детей, корреляционная связь, радионуклиды ^{137}Cs , радиоактивно загрязненная территория.

СВЯЗЬ ПРОЦЕССОВ ИНКОРПОРАЦИИ В ОРГАНИЗМ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs С ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПОЛИМОРФИЗМОМ MTHFR:C677T И ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНАХ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажеский Ю.И., Дубовая Н.Ф.

Спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции для населения Украины и Республики Беларусь остается актуальной проблема радиационного воздействия [1, 2].

Исследования, проведенные в Украине, на протяжении 2013-2017 гг., в рамках проектов Европейской Комиссии и региона Рон-Альп (Франция), в Иванковском и Полесском районах Киевской области, расположенных вблизи Чернобыльской атомной электростанции, выявили большое число детей с повышенным содержанием в крови гомоцистеина — продукта незаменимой аминокислоты метионина [3, 4]. Учитывая это, важно определить связь между содержанием радионуклидов ^{137}Cs в организме, состоянием генома, ответственного за синтез ферментов фолатного цикла (ФЦ), и физическим развитием детей.

Целью работы явилось определение связей между уровнем радионуклидов ^{137}Cs в организме и генетическим полиморфизмом MTHFR:C677T, ответственным за синтез метилентетрагидрофолатредуктазы — одного из основных ферментов фолатного цикла, а также, физическим развитием у детей разного возраста, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Материал и методы исследования. Исследование было выполнено в Украине, в связи с инициативами ассоциации «Дети Чернобыля» (Франция).

Лабораторному и инструментальному обследованию было подвергнуто 67 детей (26 мальчиков и 41 девочка) из Полесского и Иванковского районов Киевской области, расположенных вблизи Чернобыльской атомной электростанции, территория которых, согласно данных дозиметрической паспортизации населенных пунктов, до настоящего времени остается радиоактивно загрязненной после аварии на ЧАЭС (плотность загрязнения грунтов ^{137}Cs 0,17 — 1,9 Ки/км²) [5].

Обследуемые дети были разделены, согласно их возрасту на момент обследования, на две группы: младшую — 8,0 — 11,11 лет, и старшую — 12,0 — 17,0 лет. В младшую группу вошли 33 ребенка, в старшую группу — 34.

Средний возраст детей на момент обследования составил $11,7 \pm 0,33$ (95 % ДИ 11,02-12,35 лет).

У всех детей, считающихся здоровыми, утром натощак производился забор крови из локтевой вены. Исследования образцов крови проводились в лаборатории, сертифицированной по стандартам качества, и были согласованы с родителями.

При генетическом исследовании ФЦ определялись аллельные варианты С677Т и А1298С гена MTHFR (синтез фермента метилентетрагидрофолатредуктаза), А2756G гена MTR (синтез фермента B_{12} -зависимая метионин-синтаза), А66G гена MTRR (синтез фермента метионин-синтаза редуктаза). Использовался метод: ПЦР в режиме Real-time. Анализатор и тест-система детектирующий амплификатор «ДТ-96»; «ДНК-Технология» (Россия).

Для оценки физического развития (ФР) детей использовались унифицированные в Украине антропометрические методики измерения [6], с соблюдением правил биоэтики и подписанием протоколов информированного согласия родителей на каждого испытуемого [7, 8]. В качестве критерия оценки состояния ФР и обмена веществ ребенка выбран массо-ростовой индекс Рорера (ИР), не зависящий от возраста и пола — частное от деления массы тела в килограммах на длину тела в метрах, возведенную в куб [9].

Величина ИР позволяет оценить степень соответствия массы человека и его роста. Гармоничное ФР определяется при значении ИР от 10,7 до 13,7 кг/м³, дисгармоничное ФР детей с недостаточной массой тела при значении ИР менее 10,7 кг/м³, дисгармоничное ФР детей с избыточной массой тела при значении ИР более 13,7 кг/м³. В соответствии со значениями ИР в группе детей Иванковского района были выделены три подгруппы:

- «1» — дисгармоничного (низкого) ФР, показатель ИР < 10,7;
- «2» — гармоничного ФР, показатель ИР в интервале $\leq 13,7$ и $\geq 10,7$;
- «3» — дисгармоничного (высокого) ФР, показатель ИР > 13,7.

Среди всех обследованных детей (n = 67) показатель ИР в интервале $\leq 13,7$ и $\geq 10,7$ определился в 47 случаях (70,15 %), в подгруппе детей в возрасте до 12 лет — в 24 случаях (72,72 %), в подгруппе детей в возрасте 12,0-17,0 лет — в 23 случаях (67,65 %).

Измерение удельной активности ¹³⁷Cs в организме детей проводили, в день забора крови, на 3-х детекторном спектрометре излучения человека «СИЧ-АКП-3» (ООО НПП «АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР», Украина), в течение 10 минут. С помощью программного обеспечения прибора «AKWin» произведена автоматическая обработка спектров, расчет удельной активности радиоактивных элементов и сохранение полученной информации.

Результаты статистического анализа индивидуального удельного содержания инкорпорированного ¹³⁷Cs в организме детей из Иванковского и Полесского районов Киевской области представлены в таблице 1.

В ходе исследований проводилась сравнительная оценка корреляционных связей между показателями ФР и содержания радионуклидов ¹³⁷Cs в организме детей — носителей различных генотипов ФЦ, с учетом возрастного критерия.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы IBM SPSS Statistics 22 (США). Для анализируемых показателей рассчитывались среднеарифметическая (M) ± стандартная ошибка средней (m), доверительный интервал среднего значения (95 % ДИ), медиана

(Me), интерквартильный размах (ИКР), минимальные и максимальные значения параметров, процентиля. Была проведена проверка гипотезы о виде распределений (критерий Колмогорова-Смирнова). Все исследуемые параметры не соответствовали закону нормального распределения, в связи с чем, для сравнения значений был использован непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Оценку статистической значимости показателей проводили, определив уровень значимости p с помощью статистической программы.

Таблица 1

Результаты статистического анализа индивидуального удельного содержания инкорпорированного ^{137}Cs в организме детей из Иванковского и Полесского районов Киевской области

Название группы	Удельное содержание инкорпорированного ^{137}Cs , Бк·кг ⁻¹			
	Среднее содержание	Медиана	ИКР*	Максимальное значение
Вся группа (n = 67)	4,15 ± 0,76	2,35	1,98 — 3,0	37,21
$^{137}\text{Cs} > 5,0 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$	21,99 ± 4,0	17,7	15,1 — 32,3	37,21

Примечание. *ИКР — интерквартильный размах (интервал значений признака, содержащий центральные 50 % наблюдений выборки, т.е. интервал между 25-м и 75-м процентилями).

Для сравнения относительных показателей был использован t-критерий Стьюдента. Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы (p) принят за 0,05. Связь между показателями удельной активности ^{137}Cs , ИР, возраста детей, определялась с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_{xy}). Силу корреляционной связи оценивали по традиционной шкале: слабая — от 0 до 0,299; средняя — от 0,3 до 0,699; сильная — от 0,7 до 1,0.

Результаты исследований и их обсуждение. При сравнении уровней удельной активности ^{137}Cs детей в группе младших школьников (возраст 8,0 — 11,11 лет) медиана показателя составила 2,82 Бк/кг (ИКР 2,44-3,25; $n = 33$), а в группе старшеклассников (возраст 12,0 — 17,0 лет) — 2,07 Бк/кг (ИКР 1,88-2,21; $n = 34$). Непараметрический U-критерий Манна-Уитни равнялся 175,0. Различия показателей были статистически значимы ($p = 0,0001$). Значение среднего ранга показателя в первой группе было выше, чем во второй, что указывало на более высокие измеренные уровни удельной активности ^{137}Cs в организме детей в возрасте 8,0 — 11,11 лет (табл. 2, 3).

Показатель ФР по ИР в младшей и старшей группах не имел статистических различий (табл. 3).

Между возрастом детей и содержанием радионуклидов ^{137}Cs в их организме обнаружена обратная корреляционная связь средней силы (табл. 4).

Таблиця 2

Статистические характеристики анализируемых показателей обследованных детей

Показатели	Группа детей в возрасте 8-11,11 лет			Группа детей в возрасте 12,0-17,0 лет		
	n	Me	ИКР	n	Me	ИКР
Возраст, лет	33	9,1	8,1-10,1	34	14,1	12,8-15,1
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	33	2,82	2,44-3,25	34	2,07	1,88-2,21
ИР	33	12,4	11,7-13,5	34	12,5	11,3-13,9

Таблиця 3

Результаты статистически значимых различий при сравнении показателей повозрастной удельной активности ^{137}Cs в организме обследованных детей

Показатели	Группы сравнения	Число лиц	Средний ранг	Значение U — критерия, уровень значимости p
Возраст, лет	1 ¹	33	17,00	U = 0,0001; p = 0,0001
	2 ²	34	50,50	
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	1 ¹	33	45,70	U = 175,00; p = 0,0001
	2 ²	34	22,65	
ИР	1 ¹	33	34,00	U = 561,00; p = 1,00
	2 ²	34	34,00	

Примечание. ¹ — группа 1 (возраст 8,0-11,11 лет); ² — группа 2 (возраст 12,0-17,0 лет).

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что дети младшего школьного возраста подвергаются большему радиоактивному воздействию, по сравнению с детьми старшего школьного возраста. С чем это связано?

Учитывая характер питания сельских жителей Полесского и Иванковского районов, данное явление можно связать с большим потреблением детьми младшего школьного возраста, в сравнении со старшими детьми, молока и молочных продуктов, получаемых на радиоактивно загрязненных почвах. Однако, при этом, нельзя исключать влияние генетического фактора на активность ферментов, и определяющего уровень процессов обмена веществ в развивающемся организме. В этой связи, в первую очередь следует рассматривать ферменты ФЦ, регулирующие основные процессы обмена веществ в организме.

Таблица 4

Результаты корреляционного анализа между возрастом и результатами измерения удельной активности ^{137}Cs в организме обследованных детей

Параметр	Коэффициент корреляции	Параметр	
		Возраст, лет	Удельная активность ^{137}Cs в организме, Бк/кг
Возраст, лет	Спирмена, r_{xy}	1,000	-0,617**
	Знач. (2-х сторонняя), p	.	0,0001
	N	67	67
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	Спирмена, r_{xy}	-0,617**	1,000
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	67	67

Примечание. ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

В общей группе детей носительство аллели Т полиморфизма MTHFR:C677T, ответственного за синтез метилентетрагидрофолатредуктазы ФЦ, было обнаружено в 36 случаях (53,7 % от числа обследованных детей). При этом, в данной подгруппе, как, и в подгруппе детей, не являющихся носителями данной аллели, между показателями удельной активности ^{137}Cs и возраста детей отмечалась обратная корреляционная связь средней силы (табл. 5).

Таблица 5

Результаты корреляционного анализа между значениями удельной активности ^{137}Cs и возрастом в группах детей с различными полиморфизмами

Генотип	Коэффициент корреляции	Параметры
		^{137}Cs и возраст, лет
C/T + T/T MTHFR:677	Спирмена	-0,545**
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,001
	N	36
C/C MTHFR:677	Спирмена	-0,699**
	Знач. (2-х сторонняя), p	,0001
	N	31

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Статистические различия между показателями удельной активности ^{137}Cs и ИР между подгруппами с генотипами C/C MTHFR:677 и C/T + T/T MTHFR:677 не выявлены. Аналогичная ситуация регистрировалась в подгруппе

детей в возрасте 12,0 — 17,0 лет, при этом, носительство указанной аллели встречалось в 17 случаях (50,0 % от числа детей в подгруппе).

В младшей подгруппе детей носительство аллели Т регистрировалось в 19 случаях (57,6 % от числа детей в подгруппе). Выявлено повышенное содержание ^{137}Cs и сниженный индекс ФР (ИР) в подгруппе детей с генотипами С/Т + Т/Т MTHFR:677, по сравнению с подгруппой детей с генотипом С/С MTHFR:677 (табл. 6, 7).

Таблица 6

Статистические характеристики показателей метаболических процессов в крови и физического развития у обследованных детей младшей группы

Показатели	Группа детей с генотипом С/С MTHFR:677			Группа детей с генотипами С/Т + Т/Т MTHFR:677		
	n	Me	ИКР	n	Me	ИКР
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	14	2,52	2,39-2,83	19	3,07	2,75-3,29
ИР	14	13,3	12,38-14,23	19	11,90	11,50-13,30

Таблица 7

Результаты статистически значимых различий при сравнении показателей метаболических процессов в крови и физического развития у обследованных детей младшей группы

Показатели	Группы сравнения	Численность группы сравнения	Средний ранг	Значение U-критерия, уровень значимости p
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	1	14	13,14	U = 79,0; p = 0,05
	2	19	19,84	
ИР	1	14	21,43	U = 71,0; p = 0,024
	2	19	13,74	

Примечание: группа «1» — группа детей с генотипом С/С MTHFR:677; «2» — группа детей с генотипами С/Т + Т/Т MTHFR:677.

Данные различия проявились в условиях более высокого уровня радионуклидов ^{137}Cs в организме детей младшей группы, по сравнению с детьми старшей группы.

Таким образом, у детей, являющихся носителями аллели Т полиморфизма MTHFR:677, повышенное содержание радионуклидов ^{137}Cs в организме сопровождалось снижением массы тела по отношению к длине туловища. Это подтверждают результаты корреляционного анализа.

Обратная связь средней силы между значениями удельной активности ^{137}Cs в организме и ИР регистрировалась не только в подгруппе, где представительство аллели Т составило 100 %, но и в генетической подгруппе А/А MTHFR:1298, где носительство аллели Т было наибольшим среди всех остальных анализируемых генетических подгрупп (табл. 8, 9).

Таблица 8

Результаты корреляционного анализа между значениями ^{137}Cs и ИР в группах детей с различными полиморфизмами

Генотип	Коэффициент корреляции	Параметры
		^{137}Cs и ИР
A/G MTR:2756 + G/G MTR:2756	Спирмена	-0,242
	Знач. (2-х сторонняя), p	p = 0,215
	N	28
A/A MTR:2756	Спирмена	-0,202
	Знач. (2-х сторонняя), p	p = 0,217
	N	39
A/C MTHFR:1298+ C/C MTHFR:1298	Спирмена	-0,035
	Знач. (2-х сторонняя), p	p = 0,826
	N	43
A/A MTHFR:1298	Спирмена	-0,435*
	Знач. (2-х сторонняя), p	p = 0,033
	N	24
C/T MTHFR:677+ T/T MTHFR:677	Спирмена	-0,330*
	Знач. (2-х сторонняя), p	p = 0,049
	N	36
C/C MTHFR:677	Спирмена	0,114
	Знач. (2-х сторонняя), p	p = 0,541
	N	31
A/G MTRR:66+ G/G MTRR:66	Спирмена	-0,233
	Знач. (2-х сторонняя), p	p = 0,084
	N	56
A/AMTRR:66	Спирмена	0,094
	Знач. (2-х сторонняя), p	p = 0,784
	N	11

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя);
** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Таблиця 9

Удельный вес случаев с аллелью Т полиморфизма MTHFR:C677T среди исследованных генетических групп

Генотип	Число случаев	Число случаев носительства аллели Т полиморфизма MTHFR:C677T	
		Абсолютное число	%
A/G MTR:2756 + G/G MTR:2756	28	16	57,1
A/A MTR:2756	39	20	51,3
A/C MTHFR:1298+ C/C MTHFR:1298	43	20	46,5
A/A MTHFR:1298	24	16	66,7
C/T MTHFR:677+ T/T MTHFR:677	36	36	100
C/C MTHFR:677	31	0	0
A/G MTRR:66+ G/G MTRR:66	56	31	55,4
A/AMTRR:66	11	5	45,5

Таким образом, носительство полиморфизма аллели Т MTHFR:C677T предопределяет к большему накоплению радионуклидов ^{137}Cs в организме.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что процессы инкорпорации радионуклидов ^{137}Cs тесно связаны с геномом ФЦ. Точечная мутация 677 гена MTHFR, влияющая на активность метилентетрагидрофолатредуктазы, способствует увеличению содержания радионуклидов ^{137}Cs в организме детей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Однако, данная способность, проявляется в условиях поступления в организм достаточно больших количеств радионуклидов. В данном случае речь идет о младшей группе детей в возрасте 8,0-11,11 лет, тесно связанной, в вопросах питания, с продуктами местного производства, прежде всего, молока и молочных продуктов, содержащих, как показывают последние исследования, высокие уровни радиоактивных элементов [10].

При этом, между показателями удельной активности ^{137}Cs и ФР детей устанавливается обратная корреляционная связь, что свидетельствует о подавлении процессов обмена веществ инкорпорированными радионуклидами ^{137}Cs .

Присутствие в организме ^{137}Cs у обследуемых детей, свидетельствует о содержании радиоактивных элементов ^{137}Cs в продуктах питания, получаемых в Иванковском и Полесском районах Киевской области. Снижение

уровней внутреннего содержания ^{137}Cs в организме жителей этих территорий возможно, в первую очередь, при условии тщательного отбора продуктов питания и их кулинарной обработки. Недопустимо употребление в пищу лесных ягод и грибов, продуктов местного производства без проведения предварительного радиационного контроля. Недопустимо сжигание в печах домов проживания людей древесины из зоны радиоактивного загрязнения, а также, недопустимо использовать древесную золу из печей в качестве удобрений на участках выращивания сельскохозяйственных растений. В связи с этим, важна постоянная информационная работа с населением о соблюдении радиационно-гигиенических правил проживания на территориях, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Выводы. 1. Удельная активность радионуклидов ^{137}Cs в организме детей из районов Киевской области Украины, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, входящих в младшую возрастную группу (8,0 — 11,11 лет) выше, чем в организме детей, составивших старшую возрастную группу (12,0 — 17,0 лет). Между возрастом детей и содержанием радионуклидов ^{137}Cs в их организме существует обратная корреляционная связь.

2. У детей младшей группы с генотипами C/T + T/T MTHFR:677 содержание радионуклидов ^{137}Cs в организме выше, а индекс физического развития ниже, чем у детей этой же группы, имеющих генотип C/C MTHFR:677.

3. Точечная мутация 677 гена MTHFR, снижающая активность метилентетрагидрофолатредуктазы фолатного цикла, способствует увеличению содержания радионуклидов ^{137}Cs и подавлению процессов обмена веществ в организме детей младшей возрастной группы, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

4. Дети, являющиеся носителями аллели T генетического полиморфизма MTHFR:C677T, составляют группу риска в отношении инкорпорации радионуклидов ^{137}Cs , поступающих в организм алиментарным или воздушным путем.

5. Полученные результаты могут быть использованы при осуществлении мероприятий, направленных на снижение степени радиационного воздействия на различные группы населения, проживающие в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Литература.

1. Bandazhevsky Yu. I. Comparative assessment of metabolic processes in children living in the areas affected by the Chernobyl Nuclear Power plant accident / Yu. I. Bandazhevsky, N. F. Dubova // *Environment&Health*. — 2017. — № 4. — С. 27-30.
2. Bandazhevsky Yu. I. Assessment of folate metabolism functioning in terms of prevention of breast cancer in the population living in areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident / Yu. I. Bandazhevsky, N. F. Dubova //

Collected scientific works of employees of NMAPE named after P. L. Shupik. — 2017. — Вип. 27. — С. 215-225.

3. Bandazhevsky Yu. I. Hyperhomocysteinemia and B₁₂-folic deficiency in children living in an area contaminated with radionuclides as a result of the Chernobyl nuclear power plant accident / Yu. I. Bandazhevsky, N. F. Dubovaya // Pediatrics. Eastern Europe. — 2017. — Volume 5, №. 1. — P. 25-32.

4. Bandazhevsky Yu. I. Genetic polymorphisms and blood homocysteine levels in children and their mothers from areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident / Yu. I. Bandazhevsky, N. F. Dubovaya // Pediatrics. Eastern Europe. — 2017. — Vol. 5, № 2. — P. 130-139.

5. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Дані за 2011 р. Збірка 14. — К.: МОЗ України, НАМНУ України, МНС України, ДАЗВ, ДУ “ННЦРМ НАМН України”, НД ІРЗ АТН України, 2012. — 99 с.

6. Стандарти для оцінки фізичного розвитку школярів (випуск 3) / Під заг. редакцією акад. АМНУ, д.м.н., проф. Сердюка А. М. — К.: ТОВ «Казка», 2010. — 60 с.

7. Баранов А. А. Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге : Руководство для врачей /А. А. Баранов, В. Р. Кучма, Ю. А. Ямпольская и др. / Под ред. акад. РАМН А. А. Баранова и проф. В. Р. Кучмы. — М.: Союз педиатров России, 1999. — 226 с.

8. Івахно О. П. Методи оцінки фізичного розвитку і здоров'я дитячого населення : Навчальний посібник / О. О. Івахно, І. П. Козярін, Ю. В. Нємцева. — К.: НМАПО ім. П.Л. Шупика, 2012. — 129 с.

9. Кашкевич Е. И. Экологические особенности физического развития детей и подростков Красноярского края: монография / Е. И. Кашкевич. — Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева, 2013. — 188 с.

10. Labunska I. Current radiological situation in areas of Ukraine contaminated by the Chernobyl accident: Part 1. Human dietary exposure to Caesium-137 and possible mitigation measures / I. Labunska, V. Kashparov, S. Levchuk at al. // Environment International. — 2018. — № 117.- P. 250–259.

ASSOCIATIONS BETWEEN PROCESSES OF ^{137}Cs INCORPORATION INTO HUMAN BODY, MTHFR:C677T GENETIC POLYMORPHISM AND PHYSICAL GROWTH IN CHILDREN LIVING IN RAIONS AFFECTED BY THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

Bandazhevsky Yu.I., Dubovaya N.F.

A large number of children have been found to have elevated blood levels of homocysteine, a product of metabolism of an essential amino acid methionine, in districts located near the Chernobyl nuclear power plant. It is important to identify associations between concentrations of radioactive elements, state of folate metabolism and physical growth in children.

The purpose of the paper was to determine associations between ^{137}Cs levels in the body and the MTHFR:C677T genetic polymorphism responsible for the synthesis of methylenetetrahydrofolate reductase — one of the key folate metabolism enzymes, as well as physical growth in children of different age living in districts affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

Research methods. Radiometric, immunochemical, anthropometric, mathematical and statistical.

Results. ^{137}Cs specific activity levels are higher in children from districts of Kiev region, Ukraine, affected by the Chernobyl nuclear power plant accident that comprise the younger age group (8.0-11.11 years) than in the children from the older age group (12.0 — 17.0 years). There is an inverse association between the age of children and their ^{137}Cs levels.

The 677 point mutation in the MTHFR gene which decreases the activity of methylenetetrahydrofolate reductase involved in folate metabolism contributes to the increase in ^{137}Cs levels and suppression of metabolic processes in children from the younger age group living in districts affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

The children who are carriers of the T allele of the MTHFR:C677T genetic polymorphism comprise a risk group with respect to incorporation of ^{137}Cs radionuclides entering the human body through the digestive system, as well as by inhalation.

The results obtained can be used in the implementation of initiatives aimed at reducing the degree of radiation effect on various population groups living in districts affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

Keywords. Association, ^{137}Cs radionuclides, folate metabolism, methylenetetrahydrofolate reductase, T allele, genetic polymorphisms, physical growth, radiation-contaminated areas.

СВЯЗЬ ПРОЦЕССОВ ИНКОРПОРАЦИИ В ОРГАНИЗМ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs С ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПОЛИМОРФИЗМОМ MTHFR:C677T И ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНАХ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажевский Ю.И., Дубовая Н.Ф.

В районах, расположенных вблизи Чернобыльской атомной электростанции, выявлено большое число детей с повышенным содержанием в крови гомоцистеина — продукта незаменимой аминокислоты метионина. Важно определить связь между содержанием радиоактивных элементов в организме, состоянием фолатного цикла и физическим развитием детей.

Целью работы явилось определение связей между уровнем радионуклидов ^{137}Cs в организме и генетическим полиморфизмом MTHFR:C677T, ответственным за синтез метилентетрагидрофолатредуктазы — одного из основных ферментов фолатного цикла, а также, физическим развитием у детей разного возраста, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Методы исследования. Радиометрический, иммунохимический, антропометрический, математико-статистический

Результаты. Удельная активность радионуклидов ^{137}Cs в организме детей из районов Киевской области Украины, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, входящих в младшую возрастную группу (8,0 — 11,11 лет) выше, чем в организме детей, составивших старшую возрастную группу (12,0 — 17,0 лет). Между возрастом детей и содержанием радионуклидов ^{137}Cs в их организме существует обратная корреляционная связь. Точечная мутация 677 гена MTHFR, снижающая активность метилентетрагидрофолатредуктазы фолатного цикла, способствует увеличению содержания радионуклидов ^{137}Cs и подавлению процессов обмена веществ в организме детей младшей возрастной группы, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Дети, являющиеся носителями аллели Т генетического полиморфизма MTHFR:C677T, составляют группу риска в отношении инкорпорации радионуклидов ^{137}Cs , поступающих в организм алиментарным или воздушным путем.

Полученные результаты могут быть использованы при осуществлении мероприятий, направленных на снижение степени радиационного воздействия на различные группы населения, проживающие в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Ключевые слова. Корреляционная связь, радионуклиды ^{137}Cs , фолатный цикл, метилентетрагидрофолатредуктаза, аллель Т, генетические полиморфизмы, физическое развитие, радиоактивно загрязненная территория.

ОСОБЕННОСТИ ДОМАШНЕГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКИХ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ, В ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПЕРИОД

Дубовая Н.Ф., Бандажеский Ю.И.

Употребление сельскими детьми, проживающими на радиоактивно загрязненных территориях (РЗТ), продуктов местного производства, как основного источника питания, до сих пор приводит к повышенному поступлению радионуклидов в организм и увеличению дозы внутреннего облучения, что обуславливает существенные морфофункциональные нарушения многих органов и систем организма, а также физического развития, которое в определенной степени отражает уровень их здоровья [1-7].

Среди пищевых продуктов-носителей ^{137}Cs и ^{90}Sr — основных дозообразующих радионуклидов в отдаленном периоде после Чернобыльской аварии, важную роль играют и «дары леса». Удельная активность ^{137}Cs в пробах исследованных грибов и ягод, собранных в радиоактивно загрязненном лесу, зачастую превышает предельно допустимые уровни (ДУ-2006) и по-прежнему регистрируются случаи высокоактивных проб [8, 9].

В условиях проживания на РЗТ важно не только, чтобы продукты питания не содержали радиоактивных агентов. Рацион питания должен быть полноценным, сбалансированным, разнообразным и экологически чистым, способствовать сохранению и поддержанию здоровья.

До недавнего времени, дети, проживающие в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в условиях детских дошкольных и школьных учреждениях, при трехразовом питании, получали примерно 75-80 % суточного рациона. В настоящее время большую часть суточного рациона школьники вынуждены получать в домашних условиях, так как государство полностью, или частично прекратило финансировать питание в школьных учреждениях.

С целью изучения особенностей домашнего питания детей, проживающих на РЗТ, было проведено анкетирование 346 жителей сельских населенных пунктов Иванковского и Полесского районов Киевской области. В исследовании приняли участие 109 родителей, имеющих детей младшего возраста (5,0-11,11 лет), и 237 учеников в возрасте 12,0-17,0 лет. В ходе анкетирования особое внимание уделялось выяснению вопроса о частоте употребления и происхождении основных продуктов питания, за счет которых формируется доза внутреннего облучения на РЗТ в отдаленном периоде после аварии.

Молоко и молочные продукты — основной источник жизненно необходимых нутриентов для развивающегося организма, в том числе, животного белка, незаменимых аминокислот, витаминов, микроэлементов [10]. В частности, для обеспечения суточной потребности ребенка в кальции необходимо потреблять не менее 500 мл коровьего молока или кисломолоч-

ных продуктов. Невыполнение нормы потребления молока и творога ведет к недостаточному содержанию в организме данного макроэлемента, и как следствие, к нарушению формирования костной и других жизненно важных систем [11].

Кальций, также, является антагонистом ^{90}Sr . Включение в рацион питания этого элемента в количестве в 1,5-2 раза превышающем физиологические потребности, существенно снижает всасывание ^{90}Sr в желудочно-кишечном тракте (до 15 % от его содержания в пище) [12].

Согласно результатам опроса, 91,6 % всех детей употребляют в пищу молоко и молочные продукты (рис.). При этом, в младшей возрастной группе этот показатель составил 95,4 %, в старшей — 89,9 %. Упомянутый пищевой продукт присутствует в домашнем рационе детей с разной частотой. Так, на ежедневный прием молока указали 104 респондента — 30,1 % всех опрошенных (43 или 39,5 % детей в возрасте 5,0-11,11 лет и 61 человек, или 25,7 % старшей возрастной группы); 3-4 раза в неделю включают молоко в состав домашнего меню 87 человек — 25,1 % респондентов (34 ребенка из младшей возрастной группы (31,2 %) и 53 — старшего возраста (22,4 %)); 1-2 раза в неделю употребляют молоко и блюда из него — 20,8 % (72 из 346 сельских детей): 11,9 % младших (13 человек) и 24,9 % старших (59 человек). 29 детей, или $\frac{1}{12}$ часть от числа всех опрошенных, ответили, что не употребляют данный продукт по разным причинам.

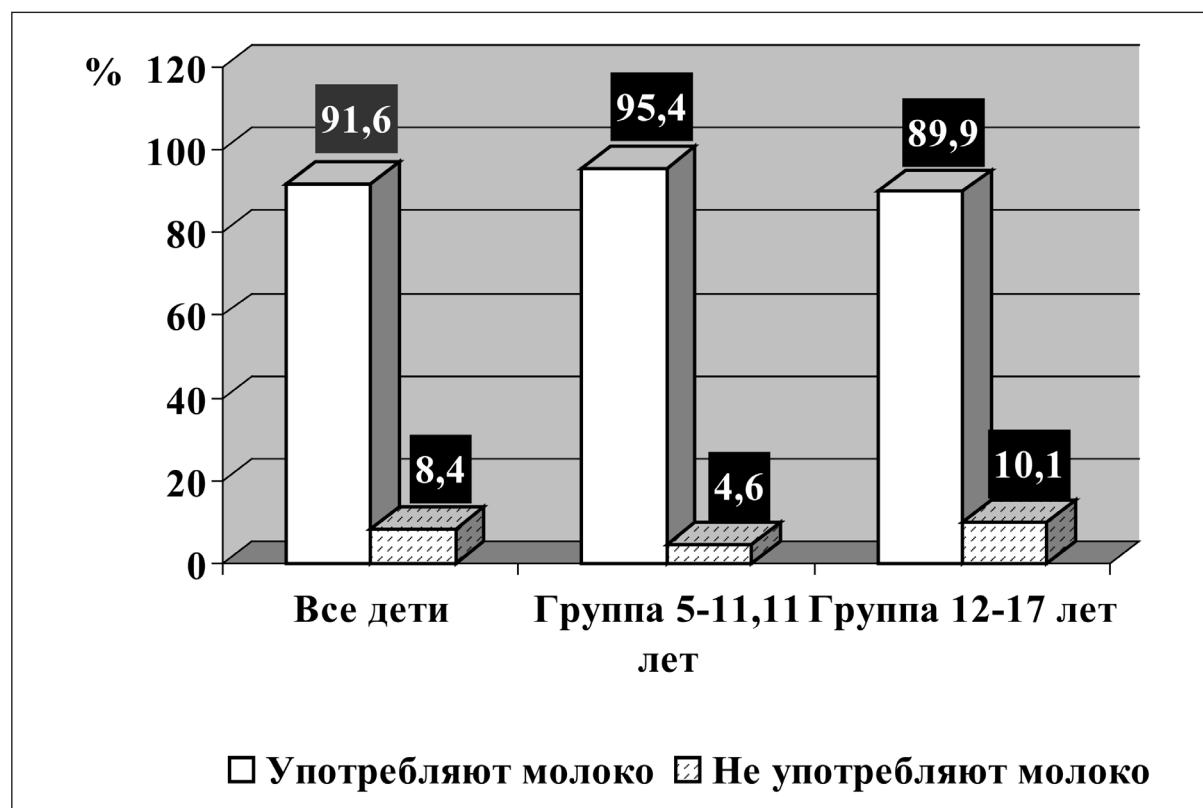


Рис. Распределение утвердительных ответов респондентов на вопрос об употреблении молока местного производства в пределах каждой возрастной группы детей.

Таким образом, выявлено то, что дети в возрасте 5,0-11,11 лет статистически достоверно чаще ($t = 2,50$; $p = 0,013865$) употребляют молоко, по сравнению с детьми в возрасте 12,0-17,0 лет, и среди них значимо меньше лиц, которые не употребляют молоко ($t = 2,80$; $p = 0,01018$).

Мясо, также, содержит очень важные для организма нутриенты — фосфор, магний, железо, калий, витамины. Однако, следует иметь в виду то, что мясо и внутренние органы (сердце, печень, почки, легкие) сельскохозяйственных животных, выращенных в частных хозяйствах на РЗТ с несоблюдением правил содержания и кормления, а также, диких животных, добытых на охоте, могут содержать повышенные концентрации радионуклидов [13].

Анализ утвердительных ответов на вопрос о включении мяса в рацион домашнего питания детей показал, что 93,7 % (324 опрошенных) употребляют данный вид пищевого продукта с разной периодичностью (103 ребенка младшей возрастной группы (94,5 %) и 221 школьников старшей возрастной группы (93,2 %)). С частотой 3 раза и более в неделю мясо едят 42,2 % респондентов (146 детей), 1-2 раза в неделю — 40,2 % (139 детей) и редко — 11,3 % (39 детей). На отсутствие мяса в домашнем питании сообщили 2,6 % школьников (9 человек), а 3,8 % или 13 детей — среди вариантов ответа выбрали «другое», что может свидетельствовать об эпизодическом употреблении мяса и изделий из него.

Интерес вызвали ответы на вопрос о том, мясо каких животных чаще всего используется в питании детей. Среди опрошенных 113 человек (32,7 %) ответили, что это — свинина, причем данный продукт чаще встречался в домашнем питании младших школьников (41,3 %), по сравнению с более старшими детьми (28,7 %). Второе место по частоте потребления занимает мясо домашней птицы (26,6 %), третья позиция принадлежит говядине (9,3 %). Лишь 2,0 % респондентов указали на преимущественное употребление мяса кроликов. В рацион домашнего питания 3,8 % учеников включалось мясо диких животных и птиц, а около 22,0 % опрошенных в своем ответе на вопрос указали на употребление с одинаковой частотой 2-х или 3-х видов мяса. При этом 1,2 % детей не смогли однозначно ответить на вопрос и выбрали вариант ответа «другое».

В условиях современной критической экономической ситуации, сложившейся на РЗТ, для большинства ее сельских жителей дары леса — это важный источник питания. Установлено то, что вклад природных пищевых продуктов в дозу внутреннего облучения растёт с каждым годом и может достичь 70 % [14].

Результаты анкетирования показали, что лесные грибы и ягоды постоянно присутствуют в рационе домашнего питания у 8,1 % опрошенных, а в сезон их появления — потребляются большей половиной респондентов (62,1 %). Редко употребляли дары леса 15,9 % детей, и совсем не употребляли — 13,0 %. 3 человека из 346 (0,9 %) затруднились

определить периодичность, с которой они используют в питании дикорастущие грибы и ягоды.

Проведенный сравнительный анализ использования дикорастущей продукции выявил, что статистически достоверно чаще употребляют грибы и ягоды в сезон их появления дети младшего возраста, по сравнению со старшими детьми ($t=3,59$; $p=0,0004$). Удельный вес лиц, которые отрицали употребление данного вида продуктов, в младшей возрастной группе детей составил 6,4 %, и был достоверно ($p<0,05$) меньше, чем среди детей в возрасте 12,0-17,0 лет (16,03 %).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что сельские жители РЗТ в своем домашнем рационе преимущественно используют местные сельскохозяйственные и природные пищевые продукты питания. В связи с этим, в организм детей ежедневно поступают радиоактивные элементы, оказывающие негативное воздействие на процессы обмена веществ и функционирование жизненно важных органов.

Выводы. 1. Рацион питания детей из семей, проживающих в сельской местности, загрязненной радиоактивными элементами вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в большей мере составляют продукты местного производства, а также дикорастущие грибы и ягоды.

2. В группе детей в возрасте 5,0-11,11 лет регистрировалась большая частота потребления молочных продуктов, а также дикорастущих ягод и грибов, в сравнении с группой детей в возрасте 12,0-17,0 лет.

3. Мясо диких животных употребляет в пищу ограниченная часть сельских детей. Однако, принимая во внимание высокие уровни радиоактивного загрязнения дичи, эта часть населения должна рассматриваться, в первую очередь, как критическая группа, наряду со взрослыми жителями, активно потребляющими в пищу дикорастущую продукцию.

4. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости обеспечения питания детей, проживающих в сельской местности, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, экологически чистыми, полезными для здоровья продуктами.

Литература.

1. Левчук С.Є. Сучасний стан із забрудненням ^{137}Cs молока коров у північних регіонах України / С.Є. Левчук, М.М. Лазарєв, В.В. Павлюченко // Ядерна фізика та енергетика. — 2016. — № 17, (1). — С. 69-75.
2. Labunska I. Current radiological situation in areas of Ukraine contaminated by the Chernobyl accident: Part 1. Human dietary exposure to Caesium-137 and possible mitigation measures / I. Labunska, V. Kashparov, S. Levchuk, D. Santillo, P. Johnstona and al. // Environment International. — 2018. — № 117. — P. 250-259.

3. Бандажевский Ю.И. Чернобыль 25 лет: инкорпорированные радионуклиды Cs-137 и здоровье людей / Ю.И. Бандажевский, Н.Ф. Дубовая, Г.С. Бандажевская и др. — К.: Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», 2011. — 156 с.

4. Бандажевский Ю.И. Патологические аспекты состояния сердечно-сосудистой системы у детей, проживающих на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции / Ю.И. Бандажевский, Н.Ф. Дубовая, Г.С. Бандажевская // Сборник научных трудов сотрудников НМАПО имени П.Л. Шупика. — Вып. 24, Кн. 3. — К.: НМАПО им. П.Л. Шупика, 2015. — С. 430-436.

5. Бандажевский Ю.И. Гипергомоцистеинемия и B_{12} -фолиевый дефицит у детей, проживающих на территории, загрязненной радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции / Ю.И. Бандажевский, Н.Ф. Дубовая // Педиатрия. Восточная Европа. — 2017. — Том 5, № 1. — С. 25-32.

6. Bandazhevsky Yu.I. Comparative assessment of hyperhomocysteinemia in view of genetic differences in children living in areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident / Yu.I. Bandazhevsky, N.F. Dubovaya // Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П. Л. Шупика. — 2018. — Вип. 30. — С. 531-545.

7. Дубовая Н.Ф. Оценка физического развития детей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, с учетом генетического фактора / Н.Ф. Дубовая, Ю.И. Бандажевский // Науково-практичний збірник «Чорнобиль: екологія і здоров'я»: під заг. ред. проф. Ю.І. Бандажевського. — Вип. 7. — Іванків: ПУ Координаційний аналітичний центр «Екологія і здоров'я», — Дніпро: Середняк Т.К., 2018. — С. 81-90.

8. Пікта В.О. Рівні споживання основних продуктів харчового раціону мешканців радіоактивно забруднених територій Київської області / В.О. Пікта, О.Ю. Манюков, В.В. Василенко, Л.О. Литвинець та інші. // Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення : Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції (м. Житомир, 26-27 квітня 2018 р.). — Житомир: ЖНАЕУ, 2018. — С. 343-347.

9. Мартенюк Г.М. Моніторинг радіаційного забруднення харчових продуктів в Житомирській області / Г.М. Мартенюк // Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення : Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції (м. Житомир, 26-27 квітня 2018 р.). — Житомир: ЖНАЕУ, 2018. — С. 324-329.

10. Подригало Л.В. Нутрициология : учебное пособие / Л. В. Подригало, Г. Н. Даниленко, Ж. В. Сотникова-Мелешкина и др. — Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2015. — 300 с.

11. Снигур М.И., Корешкова З.Т. Питание детей / М.И. Снигур, З.Т. Корешкова. — К.: Радянська школа, 1988. — 702 с.
12. Корзун В.Н. Гигиеническая проблема профилактики внутреннего облучения организма при хроническом алиментарном поступлении радионуклидов цезия и стронция: Автореф. дис. докт. мед. наук. — К., 1995. — 40 с.
13. Гусак Л.М. Анализ забруднення радіонуклідами цезію-137 основних видів харчових продуктів Житомирської області за період 2013-2017 рр. / Л.М. Гусак, З.В. Малімон, Т.О. Прокопенко, Л.М. Давиденко та інш. // Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення : Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції (м. Житомир, 26-27 квітня 2018 р.). — Житомир: ЖНАЕУ, 2018. — С. 255-264.
14. Кадука М.В. Радиоактивное загрязнение природных пищевых продуктов в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / М.В. Кадука, В.Н. Шутов, К.В. Ворфоломеева // Гигиенические аспекты обеспечения радиационной безопасности населения на территориях с повышенным уровнем радиации: сб. тезисов междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 15-17 сентября 2008 г. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский НИИ РГ им. П.В. Рамзаева, 2008. — С. 73-74.

PECULIARITIES OF HOME DIETS OF RURAL CHILDREN LIVING IN RADIATION-CONTAMINATED AREAS IN THE POST-CHERNOBYL PERIOD

Dubovaya N.F., Bandazhevsky Yu.I.

Changes in the organisation of school nutrition for rural school children living in radiation-contaminated areas (RCAs) have led to an increase in the contribution of home meals to the daily ration of children. Uncontrolled foods lead to increased intake of radionuclides and an increase in the internal radiation dose, causing significant morphofunctional disorders of many organs and body systems, as well as physical growth.

The purpose of this work was to study the peculiarities of home diets of children living in RCAs in the remote period after the Chernobyl accident.

Research methods. Questionnaire, mathematical and statistical.

Results. 346 residents of rural localities in Ivankovsky and Polessky raions of Kiev oblast filled questionnaires. Among them there were 109 parents who had children of younger age (5.0-11.11 years) and 237 school children aged 12.0–17.0 years. During the survey, we tried to clarify issues on the frequency of consumption and the origin of foods which contribute to the formation of the internal

radiation dose in RCAs in the present time. It was found that the home diet of families living in rural areas mainly consisted of locally produced foods, as well as wild mushrooms and berries. At the same time, the children aged 5.0–11.11 years consumed milk and “forest gifts” statistically significantly ($p<0.05$) more often compared to the age group of 12.0–17.0 years. 3.8 % of respondents said that they consumed meat of wild animals. Taking into account high levels of radioactive contamination of the meat, this part of the population should be viewed, first of all, as a critical group along with the residents who consume wild foods more actively. The findings indicate that there is a need to provide children living in RCAs with safe and healthy food products.

Keywords. Children, home diet, rural areas, radiation-contaminated areas.

ОСОБЕННОСТИ ДОМАШНЕГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКИХ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ, В ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПЕРИОД

Дубовая Н.Ф., Бандажевский Ю.И.

Изменения в организации питания сельских школьников, проживающих на радиоактивно загрязненных территориях (РЗТ), привело к увеличению вклада домашнего питания в суточном рационе детей. Неконтролируемые продукты питания приводят к повышенному поступлению радионуклидов в организм и увеличению дозы внутреннего облучения, что обуславливает существенные морфофункциональные нарушения многих органов и систем организма, а также физического развития.

Целью работы было изучение особенностей домашнего питания детей, проживающих на РЗТ, в отдаленный период после Чернобыльской аварии.

Методы исследования. Анкетный, математико-статистический.

Результаты. Проанкетировано 346 жителей сельских населенных пунктов Иванковского и Полесского районов Киевской области, из них — 109 родителей, имеющих детей младшего возраста (5,0-11,11 лет), и 237 учеников в возрасте 12,0-17,0 лет. В ходе анкетирования выяснялся вопрос о частоте употребления и происхождении продуктов питания, которые вносят основной вклад в формирование дозы внутреннего облучения на РЗТ в настоящее время. Установлено, что рацион домашнего питания семей в сельской местности преимущественно составляют продукты местного производства, а также дикорастущие грибы и ягоды. При этом дети в возрасте 5,0-11,11 лет статистически достоверно ($p<0,05$) чаще употребляют местное молоко и «дары леса» в сравнении с возрастной группой 12,0-17,0 лет. 3,8 % респондентов указали на употребление мяса диких животных. Принимая во

внимание высокие уровни радиоактивного загрязнения дичи, эта часть населения должна рассматриваться как критическая группа наряду с жителями, активно потребляющими в пищу дикорастущую продукцию. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости обеспечения питания сельских детей, проживающих на РЗТ, экологически чистыми и полезными для здоровья продуктами.

Ключевые слова. Дети, домашнее питание, сельская местность, радиоактивно загрязненная территория.

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ ПРИ ИНКОРПОРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажеский Ю.И., Дубовая Н.Ф.

Значительная часть населения стран бывшего СССР, в том числе, Украины, Республики Беларусь, Российской Федерации, на протяжении более полувека находится в условиях постоянного радиационного воздействия, обусловленного испытанием ядерного оружия и аварией на Чернобыльской атомной электростанции [1-3].

В основном, это связано с радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr , проникающими в организм с воздухом или в составе пищевых продуктов [1, 4].

Учитывая негативную тенденцию заболеваемости и смертности, а также, в целом, демографической ситуации, в наблюдаемый период, важно провести комплексную оценку влияния радиационного фактора на процессы жизнедеятельности организма, прежде всего детского.

В этой связи, целесообразным является выявление связи между радионуклидами, инкорпорированными в организм ребенка, и его физическим развитием, представляющим собой совокупность морфологических и функциональных признаков, характеризующих процессы роста и биологического созревания.

Целью настоящего исследования явилось определение связи между инкорпорированными в организм радионуклидами ^{137}Cs и физическим развитием детей, спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Материал и методы исследования. Исследование выполнялось в рамках реализации в Украине проекта Европейской комиссии «Оздоровительные и экологические программы, связанные с Чернобыльской зоной отчуждения. Подготовка, обучение и координация проектов по охране здоровья», с соблюдением правил биоэтики и подписанием протоколов информированного согласия родителей на каждого испытуемого.

Было обследовано 1656 детей (838 мальчиков и 818 девочки) из Полесского и Иванковского районов Киевской области, расположенных вблизи Чернобыльской атомной электростанции. Территория этих районов, согласно данных дозиметрической паспортизации населенных пунктов, до настоящего времени остается радиоактивно загрязненной после аварии на ЧАЭС (плотность загрязнения грунтов ^{137}Cs в населенных пунктах варьировала от 0,17 до 1,9 Ки/км² [5].

Дети на момент обследования, были разделены, согласно их возрасту, на три группы: младшая — 2,0–5,11 лет ($n = 150$), средняя — 6,0–11,11 лет ($n = 782$), старшая — 12,0–18,0 лет ($n = 724$).

Оценка физического развития (ФР) детей проводилась с помощью антропометрических методик измерения, унифицированных в Украине [6, 7, 8]. В

качестве критерия оценки состояния ФР и обмена веществ ребенка выбран массо-ростовой индекс Рорера (ИР) — частное от деления массы тела в килограммах на длину тела в метрах, возведенную в куб. [9].

Величина ИР позволяет оценить степень соответствия массы человека и его роста. Гармоничное ФР определяется при значении ИР от 10,7 до 13,7 кг/м³, дисгармоничное ФР детей с недостаточной массой тела при значении ИР менее 10,7 кг/м³, дисгармоничное ФР детей с избыточной массой тела при значении ИР более 13,7 кг/м³. В соответствии со значениями ИР в группе детей Полесского и Иванковского районов были выделены три подгруппы: «1» — дисгармоничного (низкого) ФР, показатель ИР $\leq 10,7$; «2» — гармоничного ФР, показатель ИР в интервале $\leq 13,7$ и $> 10,7$; «3» — дисгармоничного (высокого) ФР, показатель ИР $> 13,7$.

Определение содержания эритроцитов и гемоглобина в крови детей осуществляли на гематологическом анализаторе Pentra XL80&ACCESS&454086 (25x1200 pcs) France&Germany.

Регистрацию удельной активности ¹³⁷Cs в организме детей проводили в день проведения антропометрических измерений и взятия крови, на 3-х детекторном спектрометре излучения человека «СИЧ-АКП-3» (ООО НПП «АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР», Украина), на протяжении 10 минут. С помощью программного обеспечения прибора «AKWin» производилась автоматическая обработка спектров, расчет удельной активности радиоактивных элементов и сохранение полученной информации.

В ходе проводимых исследований была осуществлена сравнительная оценка статистических показателей содержания радионуклидов ¹³⁷Cs в организме детей из различных возрастных групп, а также, оценка корреляционных связей между значениями удельной активности радионуклидов ¹³⁷Cs в организме и показателями физического развития, содержания эритроцитов и гемоглобина в крови.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы IBM SPSS Statistics 22 (США). Для анализируемых показателей рассчитывались среднеарифметическая (М) $\pm$ стандартная ошибка средней (m), доверительный интервал среднего значения (95 % ДИ), медиана (Me), интерквартильный размах (ИКР), минимальные и максимальные значения параметров, процентиля. Была проведена проверка гипотезы о виде распределений (критерий Колмогорова-Смирнова). Все исследуемые параметры не соответствовали закону нормального распределения, в связи с чем, для сравнения значений был использован непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Оценку статистической значимости показателей проводили, определив уровень значимости p с помощью статистической программы.

Для сравнения относительных показателей был использован t-критерий Стьюдента. Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы (p) принят за 0,05. Связь между показателями удельной активности ¹³⁷Cs, ИР, возраста детей, гемоглобина и эритроцитов, определялась с по-

мощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_{xy}). Силу корреляционной связи оценивали по традиционной шкале: слабая — от 0 до 0,299; средняя — от 0,3 до 0,699; сильная — от 0,7 до 1,0.

Результаты исследования. Проведенные исследования показали то, что удельная активность ^{137}Cs в организме обследуемых детей составила $4,36 \pm 0,27$ Бк/кг.

Между возрастом детей и удельной активностью ^{137}Cs в их организме определялась обратная корреляционная связь (табл. 1).

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа между возрастом и удельной активностью ^{137}Cs в организме обследованных детей

Группы детей	Коэффициент корреляции	Параметры	
		Возраст, лет	Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг
Общая группа	Спирмена	-0,603**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	1656	
Младшая группа	Спирмена	-0,513**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	150	
Средняя группа	Спирмена	-0,573**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	782	
Старшая группа	Спирмена	-0,224**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	724	

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Значения показателей удельной активности ^{137}Cs и ИР у детей младшей группы были достоверно выше, чем у детей средней и старшей групп (табл. 2, 3, 4). Между этими значениями в общей группе выявлялась слабая прямая корреляционная связь, в младшей группе корреляционная связь отсутствовала, в то время, как в старшей группе присутствовала обратная корреляционная связь средней силы (табл. 5), при отсутствии связи между возрастом и ИР (табл. 6).

Значения показателей удельной активности ^{137}Cs детей старшей группы в подгруппе с $\text{ИР} \leq 10,7$, были выше, чем в подгруппах детей с $\text{ИР} > 10,7$ и $\leq 13,7$, и с $\text{ИР} > 13,7$ (табл. 7, 8).

Таблица 2

Статистические характеристики анализируемых показателей обследованных детей

Показатель	Младшая группа (n = 150)		Средняя группа (n = 782)		Старшая группа (n = 724)	
	Me	ИКР	Me	ИКР	Me	ИКР
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	3,01	2,79-3,27	2,48	2,15-2,68	1,68	1,54-1,96
ИР	15,08	13,74-16,02	12,73	11,82-13,66	12,17	11,19-13,44

Таблица 3

Результаты статистически значимых различий удельной активности ^{137}Cs в группах детей

Показатель	Группы сравнения	Численность группы сравнения	Средний ранг	Значение U — критерия, уровень значимости p
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	1	150	739,01	U = 17773,000; p = 0,0001
	2	782	414,23	
	1	150	691,51	U = 16198,000; p = 0,0001
	3	724	384,87	
	2	782	976,12	U = 108996,000; p = 0,0001
	3	724	513,05	

Примечание. Группа № 1 — младшая группа; № 2 — средняя группа; № 3 — старшая группа.

Таблица 4

Результаты статистически значимых различий показателя физического развития (индекс Рорера) в группах детей

Показатель	Группы сравнения	Численность группы сравнения	Средний ранг	Значение U — критерия, уровень значимости p
ИР	1	150	717,02	U =21072,5; p = 0,0001
	2	782	418,45	
	1	150	689,89	U=16442,0; p=0,0001
	3	724	385,21	
	2	782	814,80	U=235143,5; p=0,0001
	3	724	687,28	

Примечание. Группа № 1 — младшая группа; № 2 — средняя группа; № 3 — старшая группа.

Таблица 5

Результаты корреляционного анализа между ИР и удельной активностью ^{137}Cs в организме обследованных детей

Группы детей	Коэффициент корреляции	Параметры	
		ИР	Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг
Общая группа	Спирмена	0,070**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,005	
	N	1656	
Младшая группа	Спирмена	0,120	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,144	
	N	150	
Средняя группа	Спирмена	-0,094*	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,009	
	N	782	
Старшая группа	Спирмена	-0,326**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	724	

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Таблиця 6

Результаты корреляционного анализа между возрастом и ИР в группах обследованных детей

Группы детей	Коэффициент корреляции	Параметры	
		Возраст, лет	ИР
Общая группа	Спирмена	-0,325**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	1656	
Младшая группа	Спирмена	-0,511**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	150	
Средняя группа	Спирмена	-0,320**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	782	
Старшая группа	Спирмена	0,023	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,532	
	N	724	

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя);
** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Таблиця 7

Удельная активность ^{137}Cs (Бк/кг) у детей старшей группы (12-17 лет) с различным уровнем ИР

Показатель	Подгруппы детей с различным уровнем ИР					
	1-я подгруппа (n = 102)		2-я подгруппа (n = 474)		3-я подгруппа (n = 148)	
	Ме	ИКР	Ме	ИКР	Ме	ИКР
^{137}Cs (Бк/кг)	1,80	1,65-2,08	1,70	1,56-1,97	1,53	1,43-1,70

Примечание: Номер подгруппы: 1-я подгруппа — показатель ИР $\leq 10,7$; 2-я подгруппа — показатель ИР в интервале $\leq 13,7$ и $> 10,7$; 3-я подгруппа — показатель ИР $> 13,7$.

Таблица 8

Результаты сравнения показателей по количественному признаку (непараметрический анализ) у детей старшей группы (12,0-17,0 лет) с различным уровнем ИР

Показатель	Номер группы	Иванковский район		
		Число случаев	Средний ранг	U Манна-Уитни, значимость p
^{137}Cs (Бк/кг)	1	102	326,29	U=20319,5; P=0,011
	2	474	280,37	
	1	102	161,35	U= 3891,0; P=0,0001
	3	148	100,79	
	2	474	339,95	U= 21588,5; P=0,0001
	3	148	220,37	

Примечание. Номер подгруппы: 1-я подгруппа — показатель ИР $\leq 10,7$; 2-я подгруппа — показатель ИР в интервале $\leq 13,7$ и $> 10,7$; 3-я подгруппа — показатель ИР $> 13,7$.

Таким образом, в старшей группе, при отсутствии влияния возрастного фактора, прослеживается связь между ИР и количеством радионуклидов ^{137}Cs в организме ребенка. Большая удельная активность ^{137}Cs сопровождается уменьшением ИР (рис. 1).

Проведенные исследования показали то, что показатель отношения массы тела к его длине в виде ИР, у детей младшего возраста в изучаемой группе больше, чем у детей старшей возрастной группы (рис. 2), т.е. на единицу длины тела содержится больше клеточных и межклеточных элементов.

Это логично сочетается с большей удельной активностью ^{137}Cs группы (рис. 3). Однако, между удельной активностью ^{137}Cs и ИР не выявлено положительной корреляционной связи в отдельных возрастных группах, лишь в общей группе появляется слабая корреляция. Таким образом, повышенное накопление радионуклидов ^{137}Cs в организме детей младшей группы, в сравнении с детьми старшей, не может быть связано только с физиологическими возрастными особенностями.

Более реальным является то, что дети младшего возраста, в большей мере, чем старшие дети, связаны с употреблением в пищу молочных продуктов (коровье и козье молоко), получаемых на территории, загрязненной радионуклидами. Даже относительно небольшие количества радионуклидов ^{137}Cs , содержащиеся в продуктах питания, способны вызвать нарушения функционирования жизненно важных органов в развивающемся организме ребенка [10, 11].

Отсутствие связи между возрастом и ИР в старшей группе детей позволяет определить влияние инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs на процессы обмена веществ. Отрицательная корреляционная связь между показателями

удельной активности ^{137}Cs и ИР, а также, статистические различия содержания радионуклидов ^{137}Cs в группах с различным ИР, свидетельствуют о подавлении процессов клеточного обмена в условиях внутренней радиационной экспансии.

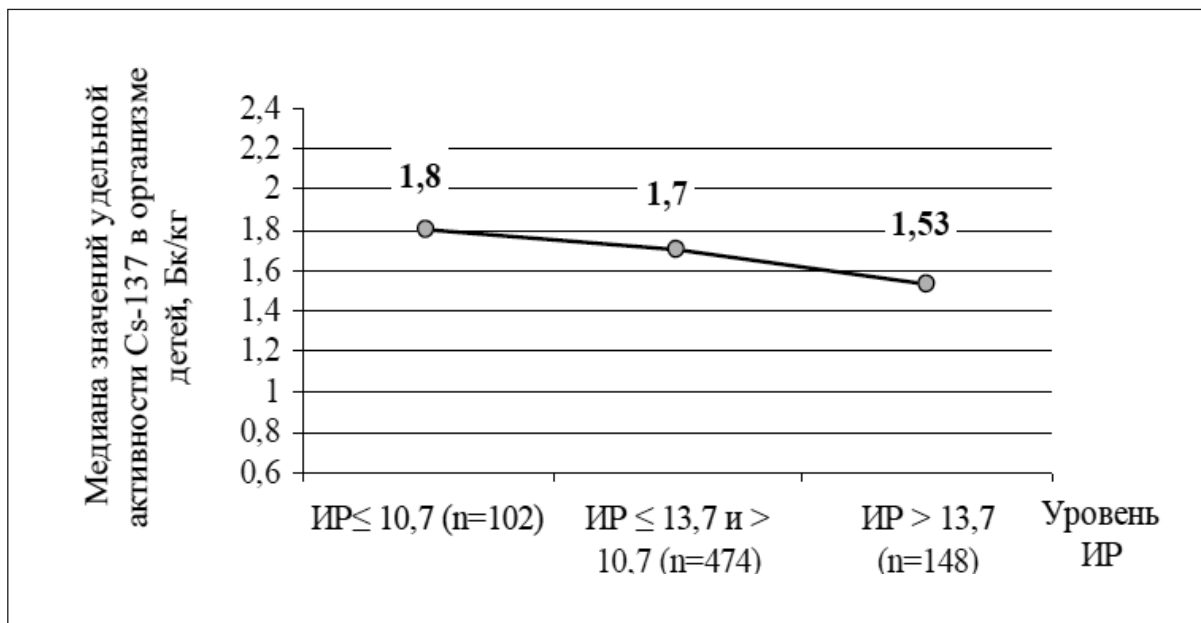


Рисунок 1. Распределение медиан значений удельной активности ^{137}Cs в организме детей старшей группы с различным уровнем физического развития (индекс Рорера).

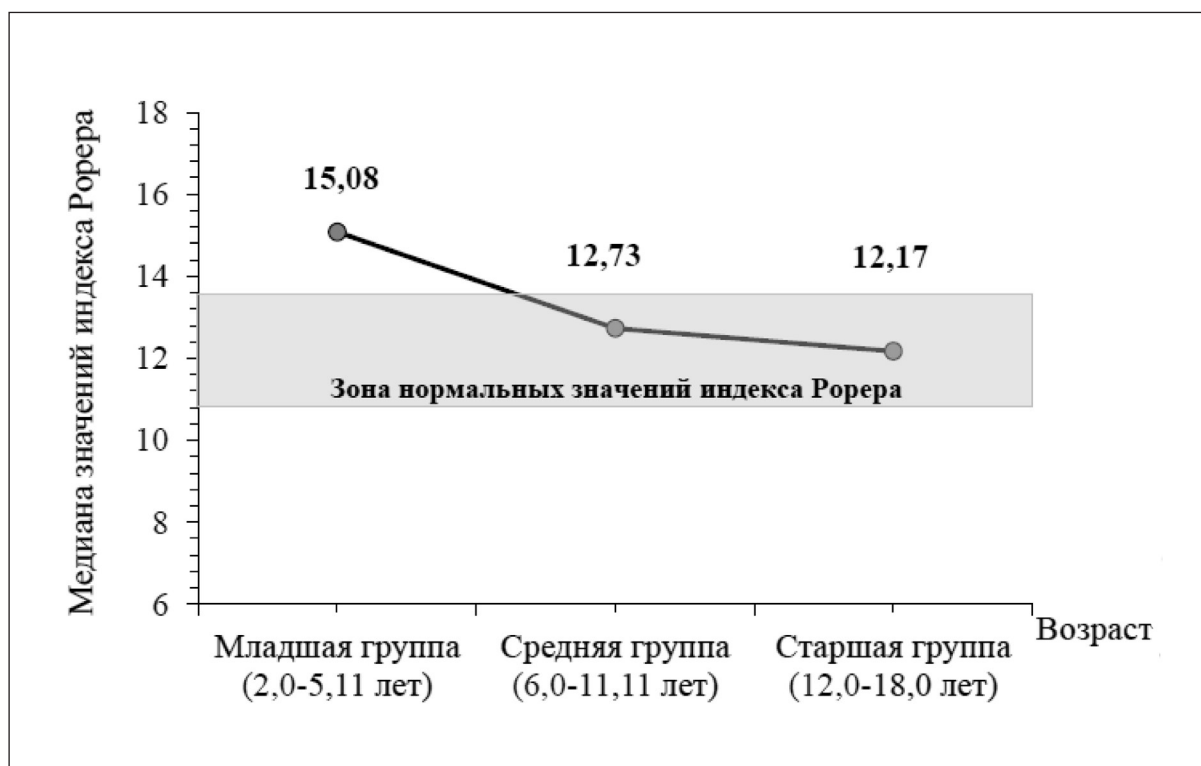


Рисунок 2. Распределение медиан значений индекса Рорера у детей разного возраста.

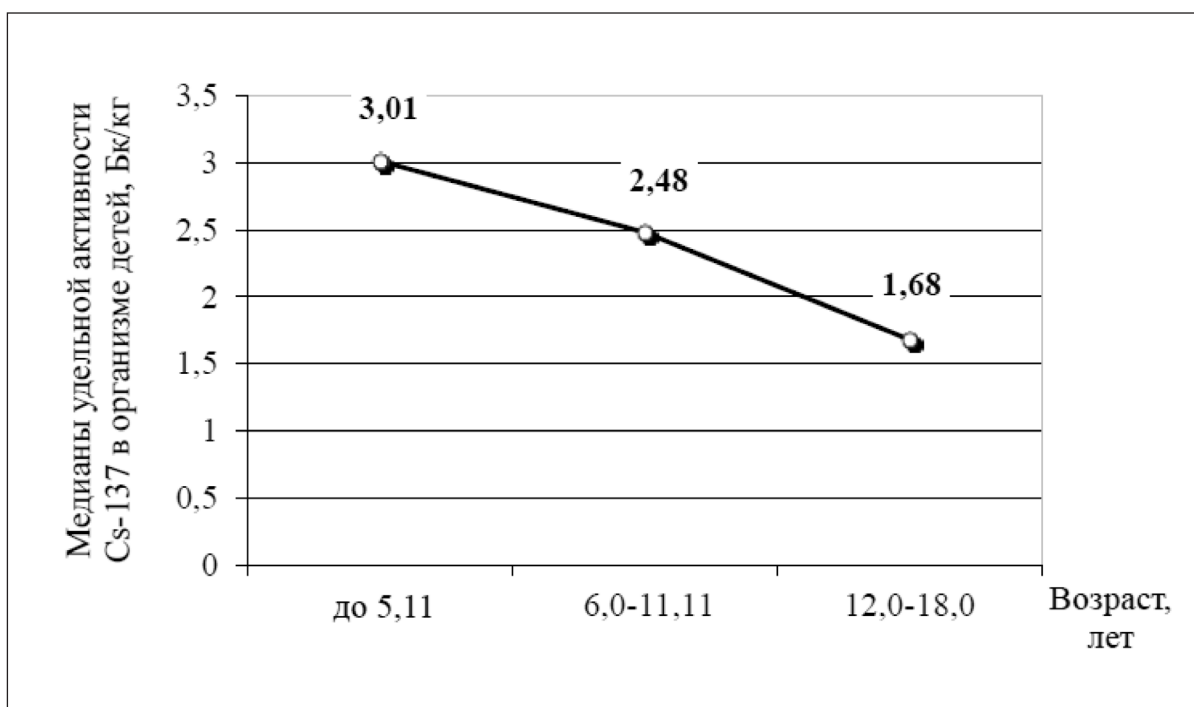


Рисунок 3. Распределение медиан значений удельной активности Cs-137 в организме детей различных возрастных групп.

ФР ребенка тесно связано с состоянием жизненно важных систем организма, в том числе, кроветворной системы. С возрастом ребенка количество эритроцитов и гемоглобина в его периферической крови увеличивается, о чем свидетельствует положительная корреляционная связь (табл. 9).

Таблица 9

Результаты корреляционного анализа между возрастом, содержанием гемоглобина, количеством эритроцитов и удельной активностью ^{137}Cs у детей общей группы

Параметр	Коэффициент корреляции	Параметры			
		Кол-во эритроцитов, $10^{12}/\text{л}$	Нб, г/л	Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	Возраст, лет
Возраст, лет	Спирмена	0,196**	0,364**	-0,599**	1,000
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	0,0001	0,0001	.
	N	1606	1606	1601	1607
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	Спирмена	-0,170**	-0,312**	1,000	-0,599**
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	0,0001	.	0,0001
	N	1600	1600	1601	1601

Закінчення табл. 9

Параметр	Коефіцієнт кореляції	Параметры			
		Кол-во эритроцитов, $10^{12}/л$	Нб, г/л	Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	Возраст, лет
Нб, г/л	Спирмена	0,715**	1,000	-0,312**	0,364**
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	.	0,0001	0,0001
	N	1605	1606	1600	1606
Кол-во эритроцитов, $10^{12}/л$	Спирмена	1,000	0,715**	-0,170**	0,196**
	Знач. (2-х сторонняя), p	.	0,0001	0,0001	0,0001
	N	1604	1605	1600	1606

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя). Нб — гемоглобин.

Подавление процессов клеточной пролиферации под влиянием инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs отражает обратная корреляционная зависимость между показателями удельной активности ^{137}Cs и количеством эритроцитов и гемоглобина в крови, выявленная в общей группе (табл. 9). Данное положение подтверждается у детей в возрасте 12,0-18,0 лет, когда отсутствует выраженное влияние возрастного фактора на процессы гемопоэза (табл. 10). Проведенные исследования свидетельствуют о чувствительности детского организма даже к относительно небольшим количествам радионуклидов ^{137}Cs .

Таблица 10

Результаты корреляционного анализа между содержанием гемоглобина, количеством эритроцитов и удельной активностью ^{137}Cs у детей в возрасте 12,0-18,0 лет

Параметр	Коефициент кореляции	Параметры		
		Кол-во эритроцитов, $10^{12}/л$	Нб, г/л	Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	Спирмена	-0,075*	-0,174**	1,000
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,044	0,0001	.
	N	721	721	721

Закінчення табл. 10

Параметр	Коэффициент корреляции	Параметры		
		Кол-во эритроцитов, $10^{12}/л$	Нб, г/л	Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг
Нб, г/л	Спирмена	0,739**	1,000	-0,174**
	Знач. (2-х сторонняя), р	0,0001	.	0,0001
	N	721	721	721
Кол-во эритроцитов, $10^{12}/л$	Спирмена	1,000	0,739**	-0,075*
	Знач. (2-х сторонняя), р	.	0,0001	0,044
	N	721	721	721

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Выводы. В результате проведенных исследований выявлена зависимость показателей удельной активности ^{137}Cs и физического развития, и их корреляционных связей, от возраста детей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

У детей из возрастной группы 2,0 — 5,11 лет значения удельной активности ^{137}Cs и ИР были наибольшими, в сравнении с другими группами, обратная корреляционная связь между возрастом и ИР была средней силы, а связь между значениями удельной активности ^{137}Cs и ИР не определялась.

В группе детей в возрасте 12,0 — 18,0 лет между значениями удельной активности ^{137}Cs и ИР установлена обратная корреляционная связь средней силы, связь между возрастом и ИР отсутствовала.

Между значениями удельной активности ^{137}Cs и количеством эритроцитов и гемоглобина в крови обследуемых детей установлена обратная корреляционная связь.

Полученные результаты свидетельствуют о негативном влиянии инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs на процессы обмена веществ детского организма.

Возрастная динамика показателей инкорпорации радионуклидов ^{137}Cs , связана не столько с особенностями физического развития детей, сколько с алиментарным фактором. Дети младшего возраста потребляют в больших количествах, по сравнению с детьми старшего возраста, коровье и козье молоко, получаемое на территории, загрязненной радионуклидами.

Литература.

1. Марей А.Н. Глобальные выпадения Cs-137 и человек / А.Н. Марей, Р.М. Бархударов, Н.Я. Новикова. — М.: Атомиздат, 1974. — 168 с.
2. Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident / Luxembourg, office for official publications of the European Communities, 1998. — 71 p.
3. Атлас современных и прогностических аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия-Беларусь) / Под ред. Ю.А. Израэля, И.М. Богдевича. — М.: Фонд «Инфосфера» — НИА-Природа; Минск: Белкартография, 2009. — 140 с.
4. 20 years after Chernobyl Catastrophe. Future outlook: National Report of Ukraine. — К.: Atika, 2006. — 216 p.
5. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Дані за 2011 р. Збірка 14. — К.: МОЗ України, НАМНУ України, МНС України, ДАЗВ, ДУ «ННЦРМ НАМН України», НД ІРЗ АТН України, 2012. — 99 с.
6. Стандарти для оцінки фізичного розвитку школярів (випуск 3) / Під заг. редакцією акад. АМНУ, д.м.н., проф. Сердюка А. М. — К.: ТОВ «Казка», 2010. — 60 с.
7. Баранов А.А. Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге : Руководство для врачей / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Ю.А. Ямпольская и др. / Под ред. акад. РАМН А.А. Баранова и проф. В.Р. Кучмы. — М.: Союз педиатров России, 1999. — 226 с.
8. Івахно О.П. Методи оцінки фізичного розвитку і здоров'я дитячого населення : Навчальний посібник / О.О. Івахно, І.П. Козярін, Ю.В. Нємцева. — К.: НМАПО ім. П.Л. Шупика, 2012. — 129 с.
9. Кашкевич Е.И. Экологические особенности физического развития детей и подростков Красноярского края: монография / Е.И. Кашкевич. — Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2013. — 188 с.
10. Bandazhevsky Y.I. Chernobyl 25 years: incorporated radio nuclides Cs-137 and human health / Y.I. Bandazhevsky, N.F. Dubovaya, G.S. Bandazhevskaya, O.N. Kadun, A.M. Perepletchikov, L. Gerbaud / Ed. Prof. YI Bandazhevsky. — Kiev: Coordinating and Analytical Center "Ecology and Health"; 2011. — 156 p. [Russian].
11. Bandajevsky Y.I, Dubovaya N.F, Bandazhevskaya G.S, Kadun O.N. *Tchernobyl 25 ans après situation démographique et problèmes de santé dans les territoires contaminés*. Gap. : Ed Yves Michel; 2011. — 77 p.

PHYSICAL GROWTH OF CHILDREN IN THE PRESENCE OF ^{137}Cs INCORPORATION 30 YEARS AFTER THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

Bandazhevsky Yu.I., Dubovaya N.F.

Taking into account negative trends in morbidity and mortality, as well as the demographic situation as a whole in areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident, it is important to carry out an assessment of the effect of the radiation factor on vital processes of the human body, and this, first of all, relates to children.

The purpose of this study was to identify associations between ^{137}Cs radionuclides incorporated into the body and physical growth in children 30 years after the Chernobyl nuclear power plant accident.

Research methods. Radiometric, anthropometric, haematological, mathematical and statistical.

Results. The dependence of ^{137}Cs specific activity, physical growth index and their associations on the age of children living in districts affected by the Chernobyl nuclear power plant accident has been found.

Children from the age group of 2.0 — 5.11 years had the highest values of ^{137}Cs specific activity and RI compared to other groups, an inverse association between age and RI was of moderate strength, and there was no association between ^{137}Cs specific activity and RI values.

A moderate inverse association was found between ^{137}Cs specific activity and RI values in the group of children aged 12.0 — 18.0 years, and there was no link between age and RI.

The age dynamics of ^{137}Cs incorporation values is associated not so much with specific aspects of physical growth in children as with the alimentary factor. Children of younger age consume cow's and goat's milk produced in areas contaminated with radionuclides in larger quantities compared with children of older age.

An inverse association was observed between ^{137}Cs specific activity values and blood erythrocyte and haemoglobin concentrations in the children examined.

The results obtained show that there is a negative effect of incorporated ^{137}Cs radionuclides on metabolic processes in the child's body.

Keywords. Age of children, association, physical growth index, ^{137}Cs radionuclides, radiation-contaminated areas.

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ ПРИ ИНКОРПОРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажевский Ю.И., Дубовая Н.Ф.

Учитывая негативную тенденцию заболеваемости и смертности, и в целом, демографической ситуации на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, важным является оценка влияния радиационного фактора на процессы жизнеспособности организма, прежде всего детского.

Целью настоящего исследования явилось определение связи между инкорпорированными в организм радионуклидами ^{137}Cs и физическим развитием детей, спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Методы исследования. Радиометрический, антропометрический, гематологический, математико-статистический.

Результаты. Выявлена зависимость показателей удельной активности ^{137}Cs и физического развития, и их корреляционных связей, от возраста детей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

У детей из возрастной группы 2,0-5,11 лет значения удельной активности ^{137}Cs и индекса Рорера (ИР) были наибольшими, в сравнении с другими группами, обратная корреляционная связь между возрастом и ИР была средней силы, а связь между значениями удельной активности ^{137}Cs и ИР не определялась.

В группе детей в возрасте 12,0-18,0 лет между значениями удельной активности ^{137}Cs и ИР установлена обратная корреляционная связь средней силы, связь между возрастом и ИР отсутствовала.

Возрастная динамика показателей инкорпорации радионуклидов ^{137}Cs , связана не столько с особенностями физического развития детей, сколько с алиментарным фактором. Дети младшего возраста потребляют в больших количествах, по сравнению с детьми старшего возраста, коровье и козье молоко, получаемое на территории, загрязненной радионуклидами.

Между значениями удельной активности ^{137}Cs и количеством эритроцитов и гемоглобина в крови обследуемых детей установлена обратная корреляционная связь.

Полученные результаты свидетельствуют о негативном влиянии инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs на процессы обмена веществ детского организма.

Ключевые слова. Возраст детей, корреляционная связь, индекс Рорера, радионуклиды ^{137}Cs , радиоактивно загрязненная территория.

СВЯЗЬ ИНКОРПОРИРОВАННЫХ В ОРГАНИЗМ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs С АРТЕРИАЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНАХ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажеский Ю.И., Дубовая Н.Ф.

Проживание на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в условиях постоянного присутствия радиационного фактора, негативно сказывается на состоянии здоровья детского и взрослого населения [1].

В первое десятилетие после Чернобыльской трагедии, среди детей Гомельской и Могилевской областей Республики Беларусь регистрировалось большое число случаев нарушений процессов вегетативной регуляции, проявляющихся, как повышением, так, и снижением артериального давления [2, 3].

Однако, оценка только абсолютных значений показателей артериального давления не является информативной при определении влияния радиационного фактора на состояние сердечно-сосудистой системы. Большее значение имеет определение корреляционных связей между показателями удельной активности ^{137}Cs и основными параметрами артериального давления у детей в пределах отдельных возрастных групп.

Целью работы явилось оценка корреляционных связей между показателями удельной активности ^{137}Cs и артериального давления у детей отдельных возрастных групп, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Материал и методы исследования. Исследование выполнялось в рамках проекта Европейской комиссии «Оздоровительные и экологические программы, связанные с Чернобыльской зоной отчуждения. Подготовка, обучение и координация проектов по охране здоровья», реализованного в Украине в районах, прилегающих к Чернобыльской атомной электростанции.

Всего было обследовано 1474 ребенка (742 мальчика и 732 девочки) из Полесского и Иванковского районов Киевской области, расположенных вблизи Чернобыльской атомной электростанции. Были соблюдены правила биоэтики, при этом, на каждого испытуемого было получено письменное согласие родителей. Территория указанных районов, согласно данных дозиметрической паспортизации населенных пунктов, до настоящего времени остается радиоактивно загрязненной после аварии на ЧАЭС (плотность загрязнения грунтов ^{137}Cs 0,17 — 1,9 Ки/км² [4]).

Дети на момент обследования, были разделены, согласно их возрасту, на две группы: младшая — 6-11,11 лет ($n = 755$), старшая — 12,0-18,0 лет ($n = 719$).

Определение артериального давления проводилось на мониторе артериального давления и ЭКГ (Cord (X) plore, Hungary).

Регистрацию удельной активности ^{137}Cs в организме детей проводили на протяжении 10 минут, на 3-х детекторном спектрометре излучения человека «СИЧ-АКП-3» (ООО НПП «АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР», Украина).

Перед этим детей взвешивали и определяли их рост. С помощью программного обеспечения прибора «AKWin» производилась автоматическая обработка спектров, расчет удельной активности радиоактивных элементов и сохранение полученной информации.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы IBM SPSS Statistics 22 (США). Для анализируемых показателей рассчитывались среднеарифметическая (M) $\pm$ стандартная ошибка средней (m), доверительный интервал среднего значения (95 % ДИ), медиана (Me), интерквартильный размах (ИКР), минимальные и максимальные значения параметров, процентиля.

Связь между показателями удельной активности ^{137}Cs и артериального давления, определялась с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_{xy}). Силу корреляционной связи оценивали по традиционной шкале: слабая — от 0 до 0,299; средняя — от 0,3 до 0,699; сильная — от 0,7 до 1,0. Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы (p) принят за 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. Средний возраст детей младшей группы составил $8,6 \pm 0,06$ лет, старшей группы — $13,9 \pm 0,05$ лет. Уровень удельной активности ^{137}Cs в организме детей варьировал в пределах от 1,1 Бк/кг до 199,0 Бк/кг. Абсолютные значения определяемых показателей представлены в таблице 1.

В ходе проведенных исследований, в возрастных группах 6,0-11,11 и 12,0-18,0 лет, выявлена обратная корреляционная связь между значениями удельной активности ^{137}Cs в диапазоне 1,1 Бк/кг до 199,0 Бк/кг, и периферического артериального давления, более выраженная в отношении показателя систолического артериального давления (табл. 2, 3).

Между значениями удельной активности ^{137}Cs и частоты сердечных сокращений в младшей возрастной группе регистрировалась прямая корреляционная связь слабой силы (табл. 2).

Исходя из этого, можно сделать заключение о том, что повышение содержания радионуклидов ^{137}Cs в диапазоне 1,1-199,0 Бк/кг в организме детей сопровождается снижением артериального давления и увеличением частоты сердечных сокращений.

Полученные результаты согласуются с результатами обследования студентов Гомельского государственного медицинского института [5], а также, экспериментальных исследований, проведенных сотрудниками IRSN на лабораторных животных [6].

В тоже время, при выраженной инкорпорации радионуклидов ^{137}Cs в организм, в первые десять лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в группе детей из пострадавших районов Гомельской области

Республики Беларусь, регистрировалась высокая частота случаев пограничной артериальной гипертензии и артериальной гипертензии [5].

Таблица 1

Статистические характеристики анализируемых возрастных показателей обследованных детей

Показатель	Младшая группа (6,0-11,11 лет)		Старшая группа (12,0-18,0 лет)	
	Me	ИКР	Me	ИКР
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	2,47	2,14-2,67	1,68	1,54-1,96
САД, мм.рт.ст.	114,0	107,0-121,0	126,0	118,0-133,0
ДАД, мм.рт.ст.	69,0	62,0-75,0	70,0	63,0-77,0
ПД, мм.рт.ст.	45,0	38,0-52,0	55,0	47,0-64,0
ЧСС, ударов в минуту	90,0	81,0-100,0	81,0	72,0-91,0

Примечание. САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПД — пульсовое давление; ЧСС — частота сердечных сокращений в минуту.

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа между значениями удельной активности ^{137}Cs , артериального давления и частоты сердечных сокращений у обследуемых детей в возрасте 6,0-11,11 лет из районов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции

Параметр	Коэффициент корреляции, r_{xy}	Параметры			
		САД мм.рт.ст.	ДАД мм.рт.ст.	ПАД, мм.рт.ст.	ЧСС, ударов в 1 мин.
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	Спирмена	-0,326**	-0,081*	-0,228**	0,126**
	p	0,0001	0,026	0,0001	0,001
	N	755	755	755	755

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что под влиянием инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs в жизненно важные органы, в том числе, головной мозг, сердце и эндокринные органы [7], у детей и молодых людей возникает дисфункция вегетативной нервной, связанная с эндокринной системой, в том числе, гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной осью.

Таблица 3

Результаты корреляционного анализа между значениями удельной активности ^{137}Cs , артериального давления и частоты сердечных сокращений у обследуемых детей в возрасте 12,0-18,0 лет из районов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции

Параметр	Коэффициент корреляции, r_{xy}	Параметры			
		САД, мм.рт.ст.	ДАД, мм.рт.ст.	ПАД, мм.рт.ст.	ЧСС, ударов в 1 мин.
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	Спирмена	-0,318**	-0,098**	-0,228**	-0,043
	p	0,0001	0,008	0,0001	0,249
	N	719	719	719	719

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Выводы. 1. В группах детей в возрасте 6,0-11,11 и 12,0-18,0 лет из районов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции, с содержанием в организме радионуклидов ^{137}Cs в диапазоне 1,1-199,0 Бк/кг, регистрируются обратные корреляционные связи между значениями удельной активности ^{137}Cs и систолического, диастолического артериального давления, а также показателями пульсового давления.

2. У детей младшей возрастной группы между значениями удельной активности ^{137}Cs и частотой сердечных сокращений определялась прямая корреляционная связь слабой силы.

3. Полученные результаты свидетельствуют о нарушении вегетативной регуляции у детей, пребывающих в условиях радиационного риска, связанного с инкорпорацией радионуклидов ^{137}Cs в организм.

Литература.

1. Чернобыль 25 лет: инкорпорированные радионуклиды Cs-137 и здоровье людей / Под ред. проф. Ю. И. Бандажевского. — К.: Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», 2011. — 156 с.
2. Бандажевский Ю.И. Патология инкорпорированного радиоактивного излучения. — Минск: БГТУ, 1999. — 136 с.
3. Бандажевский Ю.И. Патологические процессы в организме при инкорпорации радионуклидов. — Минск: Белрад, 2002. — 142 с.
4. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Дані за 2011 р. Збірка 14. — К.: МОЗ України, НАМНУ України, МНС України, ДАЗВ, ДУ «ННЦРМ НАМН України», НД ІРЗ АТН України, 2012. — 99 с.
5. Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов / Под редакцией проф. Ю. И. Бандажевского. — Гомель, 1997. — 152 с.
6. Guéguen Y. Chronic contamination of rats with ^{137}Cs radionuclide: impact on the cardiovascular system / Y. Guéguen, P. Lestaevel, L. Grandcolas, C. Baudelin, S. Grison, J.R. Jourdain, P. Gourmelon, M. Souidi // *Cardiovasc Toxicol.* — 2008. — № 8(1). — P. 33-40.
7. Bandazhevsky Yu. I. Chronic Cs-137 incorporation in children's organs // *Swiss Medical Weekly.* — 2003.- Vol. 133. — P. 488-490.

ASSOCIATIONS BETWEEN ^{137}Cs RADIONUCLIDES INCORPORATED INTO THE HUMAN BODY AND BLOOD PRESSURE IN CHILDREN LIVING IN RAIONS AFFECTED BY THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

Bandazhevsky Yu.I., Dubovaya N.F.

The identification of associations between ^{137}Cs specific activity values and the main parameters of blood pressure will be of great importance when determining the effect of the radiation factor on the state of the cardiovascular system.

The purpose of this work was to assess associations between ^{137}Cs specific activity and blood pressure values in children of separate age groups living in raions affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

Research methods. Radiometric, anthropometric, mathematical and statistical.

Results. Inverse associations were detected between ^{137}Cs specific activity, systolic and diastolic blood pressure values, as well as pulse pressure values in the

groups of children aged 6.0-11.11 and 12.0-18.0 years from districts affected by the Chernobyl nuclear power plant accident with ^{137}Cs levels in the range of 1.1-199.0 Bq/kg.

A weak direct association was identified between ^{137}Cs specific activity and heart rate values in the children from the younger age group.

The results obtained suggest that there is an abnormal autonomic regulation in children being under conditions of radiation risk associated with the ^{137}Cs incorporation into the body.

Keywords. Age groups of children, association, ^{137}Cs radionuclides, systolic and diastolic blood pressure, radiation-contaminated area.

СВЯЗЬ ИНКОРПОРИРОВАННЫХ В ОРГАНИЗМ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}CS С АРТЕРИАЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНАХ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажеский Ю.И., Дубовая Н.Ф.

При определении влияния радиационного фактора на состояние сердечно-сосудистой системы у детей, большое значение будет иметь определение корреляционных связей между показателями удельной активности ^{137}Cs и основными параметрами артериального давления.

Цель работы — оценка корреляционных связей между показателями удельной активности ^{137}Cs и артериального давления у детей отдельных возрастных групп, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Методы исследования. Радиометрический, антропометрический, математико-статистический.

Результаты. В группах детей в возрасте 6,0-11,11 и 12,0-18,0 лет из районов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции, с содержанием в организме радионуклидов ^{137}Cs в диапазоне 1,1-199,0 Бк/кг, регистрируются обратные корреляционные связи между значениями удельной активности ^{137}Cs и систолического, диастолического артериального давления, а также показателями пульсового давления.

У детей младшей возрастной группы между значениями удельной активности ^{137}Cs и частотой сердечных сокращений определялась прямая корреляционная связь слабой силы.

Полученные результаты свидетельствуют о нарушении вегетативной регуляции у детей, пребывающих в условиях радиационного риска, связанного с инкорпорацией радионуклидов ^{137}Cs в организм

Ключевые слова. Возрастные группы детей, корреляционная связь, радионуклиды ^{137}Cs , систолическое и диастолическое артериальное давление, радиоактивно загрязненная территория.

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs И АКТИВНОСТЬ ТРАНСАМИНАЗ СЫВОРОТКИ КРОВИ У ДЕТЕЙ ИВАНКОВСКОГО И ПОЛЕССКОГО РАЙОНОВ КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ УКРАИНЫ СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажеский Ю.И., Дубовая Н.Ф.

Население, проживающее в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, проживает, на протяжении последних 30 лет, в условиях постоянного радиационного риска [1, 2].

В этой связи, важно определить влияние радиационных элементов, инкорпорированных в организм, на состояние жизненно важных органов и систем.

Индикатором клеточного повреждения может служить активность трансаминаз: аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) в сыворотке крови [3, 4].

Целью настоящего исследования явилось определение связи между активностью сывороточных трансаминаз и содержанием радионуклидов ^{137}Cs в организме детей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Материал и методы исследования. В ходе проекта Европейской комиссии в Украине «Оздоровительные и экологические программы, связанные с Чернобыльской зоной отчуждения. Подготовка, обучение и координация проектов по охране здоровья», исследованию было подвергнуто 1320 детей (666 мальчиков и 654 девочки), проживающих в Полесском и Иванковском районах Киевской области, расположенных вблизи Чернобыльской атомной электростанции. Территория этих районов, согласно данных дозиметрической паспортизации населенных пунктов, до настоящего времени, остается радиоактивно загрязненной после аварии на ЧАЭС (плотность загрязнения грунтов ^{137}Cs 0,17 — 1,9 Ки/км²) [5].

Для каждого испытуемого ребенка было получено письменное согласие родителей.

Дети на момент обследования, были разделены, согласно их возрасту, на три группы: младшая — 2,0-5,11 лет ($n = 91$), средняя — 6,0-11,11 лет ($n = 580$), старшая — 12,0-18,0 лет ($n = 649$).

Определение удельной активности ^{137}Cs в организме детей проводили в течение 10 минут на 3-х детекторном спектрометре излучения человека «СИЧ-АКП-3» (ООО НПП «АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР», Украина). С помощью программного обеспечения прибора «AKWin» производилась автоматическая обработка спектров, расчет удельной активности радиоактивных элементов и сохранение полученной информации.

У всех обследуемых детей, считающихся здоровыми, утром натощак, в день обследования, производился забор крови из локтевой вены.

Определение активности АСТ и АЛТ в сыворотке крови проводилось на спектрофотометре XL640 with ISE&PC (Germany). Референтные значения для сывороточной АСТ составили 5,0-34,0 У/л, для сывороточной АЛТ — 4,0-36,0 У/л.

В ходе проводимых исследований проводилась сравнительная оценка показателей удельной активности ^{137}Cs , АСТ, АЛТ, коэффициента де Ритиса — частного от деления показателя АСТ на показатель АЛТ у каждого ребенка из разных возрастных групп, корреляционных связей между показателями удельной активности ^{137}Cs и значениями АСТ, АЛТ, АСТ/АЛТ.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы IBM SPSS Statistics 22 (США). Для анализируемых показателей рассчитывались среднеарифметическая (M) $\pm$ стандартная ошибка средней (m), доверительный интервал среднего значения (95 % ДИ), медиана (Me), интерквартильный размах (ИКР), минимальные и максимальные значения параметров, процентиля. Была проведена проверка гипотезы о виде распределений (критерий Колмогорова-Смирнова). Все исследуемые параметры не соответствовали закону нормального распределения, в связи с чем, для сравнения значений был использован непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Оценку статистической значимости показателей проводили, определив уровень значимости p с помощью статистической программы.

Для сравнения относительных показателей был использован t-критерий Стьюдента. Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы (p) принят за 0,05. Связь между показателями удельной активности ^{137}Cs и активности трансаминаз в возрастных группах детей определялась с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_{xy}). Силу корреляционной связи оценивали по традиционной шкале: слабая — от 0 до 0,299; средняя — от 0,3 до 0,699; сильная — от 0,7 до 1,0.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведенных исследований выявлено то, что в общей группе обследованных детей удельный вес случаев, когда активность фермента превышала референтные значения, для сывороточной АСТ составил 37,5 %, для сывороточной АЛТ — 1,2 % (табл. 1).

Таблица 1

Удельный вес случаев превышения референтных значений активности трансаминаз и коэффициента де Ритиса в группах обследуемых детей

Группы	Число детей	АСТ > 34,0 У/л		АЛТ > 36,0 У/л		АСТ > 34,0 У/л - АСТ/АЛТ > 2,0	
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Младшая	91	48	52,8 $\pm$ 5,2	3	3,30 $\pm$ 1,9	43	47,25 $\pm$ 5,2
Средняя	580	271	46,7 $\pm$ 2,1	6	1,03 $\pm$ 0,4	181	31,21 $\pm$ 1,9
Старшая	649	176	27,1 $\pm$ 1,8	7	1,08 $\pm$ 0,4	123	18,95 $\pm$ 1,5
Общая	1320	495	37,5 $\pm$ 1,3	16	1,21 $\pm$ 0,3	347	26,29 $\pm$ 1,2

Зареєстрована залежність удільного ваги випадків підвищеної активності сировоточної АСТ від віку дітей. Удільний вага випадків активності АСТ вище рівня 34,0 U/л, у дітей молодшої групи, в порівнянні з дітьми старшої групи, був більший (табл. 1, 2).

Таблиця 2

Результати статистично значимих відмінностей в групах дітей

Групи порівняння	Показатель	Значення t критерію, рівень значимості, p	Показатель	Значення t критерію, рівень значимості, p
1	АСТ>34,0 U/л	t = 1,09; p=0,277545	АСТ > 34,0 U/л - АСТ/АЛТ > 2,0	t = 2,88; p = 0,004381
2				
1	АСТ>34,0 U/л	t = 4,67; p=0,0001	АСТ > 34,0 U/л - АСТ/АЛТ > 2,0	t = 5,19; p = 0,0001
3				
2	АСТ>34,0 U/л	t = 7,09; p = 0,0001	АСТ > 34,0 U/л - АСТ/АЛТ > 2,0	t = 4,98; p = 0,0001
3				

Примечание. Група № 1 – молодша група; № 2 — середня група; № 3 — старша група.

Удільний вага випадків перевищення активності сировоточної АЛТ рівня 36,0 U/л не мав достовірних відмінностей в окремих вікових групах.

Не зареєстровано випадків активності АСТ нижче рівня 5,0 U/л. Зниження активності АЛТ нижче рівня 4,0 U/л виявлено в 4 випадках (0,3 % від числа обстежених дітей).

АЛТ є цитозольним ферментом, присутнім в основному в цитоплазмі клітин печінки [6]. Більша частина АСТ міститься в мітохондріях клітин з високим рівнем енергетичного обміну, зокрема, в кардіомиоцитах і гепатоцитах [3]. В нормі активність сировоточної АСТ знаходиться на низькому рівні [7]. Однак, при пошкодженні клітин і розвитку окислювального стресу відбувається некроз клітин і мітохондріальний розпад, в результаті чого АСТ виділяється в кров. Виходячи з цього, сировоточна активність АСТ може служити індикатором важкого пошкодження високоенергетичних клітин [4]. Враховуючи те, що у значущої частини дорослих і дітей присутня велика варіабельність рівнів активності АСТ і АЛТ в крові, для оцінки ступеня вираженості клітинного пошкодження застосовується коефіцієнт де Рітиса — частинне відношення значень АСТ до АЛТ. Його можна використовувати при проведенні порівняльного аналізу клітинного пошкодження у дітей різних вікових груп.

Цей показник є простим, швидким і достатньо надійним предиктором результату як при захворюваннях печінки [8, 9], так і серцево-сосу-

дистой системы [10]. Однако, при изолированном повышении активности АСТ, без повышения активности АЛТ, коэффициент де Ритиса указывает на внепеченочный источник АСТ.

Сывороточные АЛТ и АСТ могут использоваться в качестве независимых предикторов ишемической болезни сердца [11].

В проведенном исследовании значение коэффициента де Ритиса превышало значение 2,0 (этот уровень является верхней физиологической границей для детей) в 26,29 % случаев от числа детей, у которых уровень АСТ был выше 34,0 U/л (табл. 1). При этом, определялась возрастная зависимость данного показателя (табл. 1, 2).

Таким образом, можно предположить то, что у значительной части детей исследуемой группы происходит повреждение клеток с высоким уровнем энергетики. При этом, у детей младшей группы, удельный вес случаев такого рода нарушений, больше, чем у детей старшей группы.

Показатели удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и активности сывороточной АСТ в организме у детей младшей группы были, также, больше, чем у детей средней и старшей групп, у детей средней группы больше, чем у детей старшей группы (табл. 3-5). Аналогичная зависимость касается и коэффициента де Ритиса, рассчитываемого для всех обследуемых детей, независимо от активности АСТ (табл. 3, 6).

Таблица 3

Статистические характеристики анализируемых показателей обследованных детей

Показатель	Младшая группа (n = 91)		Средняя группа (n = 580)		Старшая группа (n = 649)	
	Ме	ИКР	Ме	ИКР	Ме	ИКР
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	3,0	2,8-3,2	2,5	2,1-2,7	1,7	1,5-2,0
АСТ, U/л	34,5	31,4-39,3	33,3	28,1-39,4	28,5	22,3-34,5
АЛТ, U/л	12,8	10,4-16,1	15,3	12,2-18,8	14,2	11,3-17,2
АСТ/АЛТ	2,7	2,2-3,2	2,3	1,9-2,7	2,0	1,7-2,4

В общей группе детей выявлена прямая корреляционная связь между показателями удельной активности ^{137}Cs и активности АСТ, удельной активности ^{137}Cs и коэффициента де Ритиса. Связь между удельной активностью ^{137}Cs и активностью АЛТ отсутствовала (табл. 7).

В младшей группе детей сила указанной связи была более выраженной, по сравнению с общей группой, а также, со средней и старшей возрастными группами (табл. 7-9).

Полученные результаты свидетельствуют о повреждении клеток с высоким энергетическим уровнем у значительного числа (26,29 %) детей, про-

живаючих в районах України, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции. При этом, существует зависимость данных нарушений от возраста детей — у детей младшей группы частота проявлений и показатели активности фермента больше, чем в более старших группах.

Таблица 4

Результаты статистически значимых различий удельной активности ^{137}Cs в группах детей

Показатель	Группы сравнения	Численность группы сравнения	Средний ранг	Значение U — критерия, уровень значимости p
Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	1	91	540,7	U = 7762,5; p = 0,0001
	2	580	303,9	
	1	91	600,6	U = 8593,5; p = 0,0001
	3	649	338,2	
	2	580	816,3	U = 71467,5; p = 0,0001
	3	649	4354,1	

Примечание. Группа № 1 — младшая группа; № 2 — средняя группа; № 3 — старшая группа.

Таблица 5

Результаты статистически значимых различий значений активности АСТ в группах детей

Показатель	Группы сравнения	Численность группы сравнения	Средний ранг	Значение U — критерия, уровень значимости p
АСТ, U/л	1	91	377,5	U = 22611,0; p = 0,028
	2	580	329,5	
	1	91	528,9	U = 15111,5; p = 0,0001
	3	649	348,3	
	2	580	717,9	U = 128552,5; p = 0,0001
	3	649	523,1	

Примечание: группа № 1 — младшая группа; № 2 — средняя группа; № 3 — старшая группа. АСТ — АСТ — аспартатаминотрансфераза.

В исследуемой группе детей зарегистрирована зависимость удельной активности ^{137}Cs от возраста детей. В организме детей младшей группы уровень этой активности выше, чем в организме более старших детей.

Таблица 6

Результаты статистически значимых различий значений коэффициента де Ритиса в группах детей

Показатель	Группы сравнения	Численность группы сравнения	Средний ранг	Значение U — критерия, уровень значимости p
АСТ/АЛТ	1	91	450,6	U = 15960,5; p = 0,0001
	2	580	318,0	
АСТ/АЛТ	1	91	543,6	U = 13782,0; p = 0,0001
	3	649	346,2	
АСТ/АЛТ	2	5680	672,0	U = 155166,5; p = 0,0001
	3	649	564,1	

Примечание. Группа № 1 — младшая группа; № 2 — средняя группа; № 3 — старшая группа.

Таблица 7

Результаты анализа корреляционных связей между значениями удельной активности ^{137}Cs (Бк/кг) и активности трансаминаз сыворотки крови обследуемых детей общей группы (n = 1320)

Параметр	Коэффициент корреляции	Параметры			
		^{137}Cs	АСТ	АЛТ	АСТ/АЛТ
^{137}Cs	Спирмена	1,000	0,295**	- 0,027	0,285**
	Знач. (2-х сторонняя), p	.	0,0001	0,328	0,0001
	N	1320	1320	1320	1320
АСТ, У/л	Спирмена	0,295**	1,000	0,412**	0,366**
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	.	0,0001	0,0001
	N	1320	1320	1320	1320
АЛТ, У/л	Спирмена	- 0,027	0,412**	1,000	-0,606**
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,328	0,0001	.	0,0001
	N	1320	132	1320	1320
АСТ/АЛТ	Спирмена	0,285**	0,366**	-0,606**	1,000
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	0,0001	0,0001	.
	N	1320	1320	1320	1320

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Таблиця 8

Результаты анализа корреляционных связей между значениями удельной активности ^{137}Cs и активности АСТ в возрастных группах

Группы детей	Коэффициент корреляции	Параметры	
		Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	АСТ, У/л
Младшая группа	Спирмена	0,306**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,003	
	N	91	
Средняя группа	Спирмена	0,101*	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,015	
	N	580	
Старшая группа	Спирмена	0,207**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	649	

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Таблиця 9

Результаты анализа корреляционных связей между значениями удельной активности ^{137}Cs и коэффициента де Ритиса в возрастных группах

Группы детей	Коэффициент корреляции	Параметры	
		Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	АСТ/АЛТ
Младшая группа	Спирмена	0,334**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,001	
	N	91	
Средняя группа	Спирмена	0,297**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	580	
Старшая группа	Спирмена	0,187**	
	Знач. (2-х сторонняя), p	0,0001	
	N	649	

Примечание. * — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Выявлена прямая корреляционная связь между показателями удельной активности ^{137}Cs и активности АСТ, как в общей, так и в отдельных возрастных группах детей.

Аналогичная связь прослеживается между показателями удельной активности ^{137}Cs и значениями коэффициента Де Ритиса. Между показателями удельной активности ^{137}Cs и активности АЛТ корреляционная связь отсутствовала.

Полученные данные свидетельствуют о том, что у детей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, происходит, под влиянием инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs , повреждение митохондрий клеток сердца, с выходом в кровь АСТ.

Данное заключение подтверждают результаты экспериментальных исследований с инкорпорацией радионуклидов ^{137}Cs в организм лабораторных животных [12], а также результаты радиометрических исследований внутренних органов жителей Гомельской области, произведенных при аутопсии в 1996-1998 годах [13].

Начиная с 60-х годов прошлого столетия [14], радионуклиды ^{137}Cs постоянно проникали и проникают в организм детей, проживающих на территории, почвы которой содержат радиоактивные элементы, в результате чего повреждаются митохондриальные структуры высокоспециализированных клеток, вызывая гибель последних. При отсутствии возможности полного клеточного восстановления поврежденного органа, создается база для развития тяжелых патологических процессов. В детском и юношеском возрасте это не всегда возможно выявить без применения специальных методов исследования.

В более зрелом возрасте развиваются заболевания, являющиеся причиной смертности и инвалидности. Это, в частности, различного рода нарушения сердечного ритма, кровоснабжения головного мозга, миокарда, внутренних органов, процессов нервной и эндокринной регуляции.

Выводы. 1. Удельный вес случаев, когда активность фермента превышала референтные значения, для сывороточной АСТ составил 37,5 %, для сывороточной АЛТ — 1,2 %.

2. Превышение значения коэффициента де Ритиса значений 2,0 (верхняя физиологическая граница для детей) в группе детей, у которой уровень АСТ был выше 34,0 U/л, регистрировалось в 26,29 % случаев.

3. У детей младшей группы относительные и абсолютные показатели активности сывороточной АСТ, а также коэффициента де Ритиса больше, чем у детей старших групп.

4. Уровень активности ^{137}Cs в организме детей младшей группы выше, чем в организме детей старших групп.

5. Между показателями удельной активности ^{137}Cs и активности АСТ, удельной активности ^{137}Cs и значениями коэффициента де Ритиса, определялась прямая корреляционная связь. Сила указанной связи в младшей воз-

растной группе детей была более выраженной, по сравнению с общей группой, а также со средней и старшей возрастными группами.

Между показателями удельной активности ^{137}Cs и активности АЛТ корреляционная связь отсутствовала.

6. У детей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, относительно небольшие количества инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs , вызывают повреждение митохондрий клеток сердца, с выходом в кровь АСТ.

Литература.

1. Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident / Luxembourg, office for official publications of the European Communities, 1998. — 71 p.
2. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього: Національна доповідь України. — К. : КІМ, 2011. — 356 с.
3. Okabe H. Aspartate aminotransferase // Nihon Rinsho. — 1995. — Vol. 53. — P. 1141–1145.
4. Miura Y. Aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) // Nihon Rinsho. — 1999. — Vol. 57(Suppl). — P. :320-325.
5. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Дані за 2011 р. Збірка 14. — К.: МОЗ України, НАМНУ України, МНС України, ДАЗВ, ДУ «ННЦРМ НАМН України», НД ІРЗ АТН України, 2012. — 99 с.
6. Дорофейков В.В. Лабораторная диагностика лекарственно-индуцированных поражений печени при беременности / В.В. Дорофейков, И.В. Борисова, М.А. Тарасова, Н.В. Жесткова, Т.В. Вавилова // Трансляционная медицина. — 2017. — № 4 (3). — С. 35–44.
7. Yoneda K. A homogeneous assay system of aspartate aminotransferase iso-enzymes using proteases and application for clinical evaluation of myocardial infarction / K. Yoneda, Y. Katayama, T. Koike, I. Tanimizu // J Clin Lab Anal. — 1992. — № 6. — P. 362-367.
8. Gurung R.B. The ratio of aspartate aminotransferase to alanine aminotransferase (AST/ALT): the correlation of value with underlying severity of alcoholic liver disease / R.B. Gurung, B. Purbe, P. Gyawali., P. Risal // Kathmandu Univ Med J (KUMJ). — 2013. — № 11. — P.233–236.
9. Lazo M. The epidemiology of nonalcoholic fatty liver disease: a global perspective / M. Lazo, J.M. Clark // Seminars in Liver Disease. — 2008. — Vol. 28, № 4. — P. 339-350.
10. Rief P. The AST/ALT (De-Ritis) ratio: A novel marker for critical limb ischemia in peripheral arterial occlusive disease patients / P. Rief, M. Pichler,

R. Raggam, F. Hafner, A. Gerger, P. Eller, M. Brodmann, T. Gary // *Medicine (Baltimore)*. — 2016 Jun. — Vol. 95(24). — P.38-43.

11. Shen J. Correlation of serum alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase with coronary heart disease / J. Shen, J. Zhang, J. Wen, Q. Ming, J. Zhang, and Y. Xu // *Int J Clin Exp Med*. — 2015. — Vol. 8(3). — P. 4399–4404.

12. Чернобыль 25 лет: инкорпорированные радионуклиды Cs-137 и здоровье людей / Под ред. проф. Ю. И. Бандажевского. — К.: Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», 2011. — 156 с.

13. Bandazhevsky Yu. I. Chronic Cs-137 incorporation in children's organs // *Swiss Medical Weekly*. — 2003. — Vol. 133. — P. 488-490.

14. Marey A.N., Barkhudarov R.M., Novikova N. Ya. Global Cs-137 fallout and the human / A.N. Marey, R.M. Barkhudarov, N.Ya. Novikova. — Moscow: Atomizdat, 1974. — 168 p.

¹³⁷CS CONCENTRATIONS AND ACTIVITY OF SERUM TRANSAMINASES IN CHILDREN FROM POLESSKY AND IVANKOVSKY RAIONS, KIEV OBLAST, UKRAINE, 30 YEARS AFTER THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

Bandazhevsky Yu.I., Dubovaya N.F.

It is important to determine a relationship between the radioactive substances incorporated into the body and the state of vital systems of the human body in areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

The activity of serum transaminases — AST and ALT, can serve as a marker of cell damage.

The purpose of this study was to identify associations between the activity of serum transaminases and ¹³⁷Cs concentrations in the bodies of children living in raions affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

Research methods. Radiometric, spectrophotometric, mathematical and statistical.

Results. The proportion of cases when enzyme activity exceeded the reference values was 37.5 % for serum AST and 1.2 % for serum ALT.

The AST/ALT ratio values above 2.0 (the upper physiological limit for children) were detected in 26.29 % of cases in the group of children whose AST levels were above 34.0 U/L.

The relative and absolute values of serum AST activity, as well as AST/ALT ratio are higher in children from the younger group than in those from the older groups. ¹³⁷Cs activity levels are higher in the bodies of children from the younger group than in those from the older groups.

Direct associations were identified between ¹³⁷Cs specific activity and AST activity values, and between ¹³⁷Cs specific activity and AST/ALT ratio values. The strength

of the above associations was more pronounced in the younger group of children compared with the total group, as well as with the middle and older groups.

There was no association between ^{137}Cs specific activity and ALT activity values. Relatively small amounts of incorporated ^{137}Cs radionuclides cause damage to mitochondria of heart cells, with AST being released into the blood, in children living in raions affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

Keywords. Children, association, ^{137}Cs radionuclides, AST, ALT, AST/ALT ratio, radiation-contaminated areas.

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs И АКТИВНОСТЬ ТРАНСАМИНАЗ СЫВОРОТКИ КРОВИ У ДЕТЕЙ ИВАНКОВСКОГО И ПОЛЕССКОГО РАЙОНОВ КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ УКРАИНЫ СПУСТЯ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажевский Ю.И., Дубовая Н.Ф.

На территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, важно определить связь между инкорпорированными в организм радиоактивными элементами и состоянием жизненно важных систем организма человека.

Индикатором клеточного повреждения может служить активность трансаминаз: АСТ и АЛТ в сыворотке крови.

Целью исследования явилось определение связи между активностью сывороточных трансаминаз и содержанием радионуклидов ^{137}Cs в организме детей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Методы исследования. Радиометрический, спектрофотометрический, математико-статистический.

Результаты. Удельный вес случаев, когда активность фермента превышала референтные значения, для сывороточной АСТ составил 37,5 %, для сывороточной АЛТ — 1,2 %.

Превышение значения коэффициента де Ритиса значений 2,0 (верхняя физиологическая граница для детей) в группе детей, у которой уровень АСТ был выше 34,0 У/л, регистрировалось в 26,29 % случаев.

У детей младшей группы относительные и абсолютные показатели активности сывороточной АСТ, а также коэффициента де Ритиса больше, чем у детей старших групп.

Уровень активности ^{137}Cs в организме детей младшей группы выше, чем в организме детей старших групп.

Между показателями удельной активности ^{137}Cs и активности АСТ, удельной активности ^{137}Cs и значениями коэффициента де Ритиса, определялась прямая корреляционная связь. Сила указанной связи в младшей возрастной

группе детей была более выраженной, по сравнению с общей группой, а также со средней и старшей возрастными группами.

Между показателями удельной активности ^{137}Cs и активности АЛТ корреляционная связь отсутствовала.

У детей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, относительно небольшие количества инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs , вызывают повреждение митохондрий клеток сердца, с выходом в кровь АСТ.

Ключевые слова. Корреляционная связь, радионуклиды ^{137}Cs , АСТ, АЛТ, коэффициент де Ритиса, радиоактивно загрязненная территория.

РИСК ВОЗНИКНОВЕННЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТИХ ЗАБОЛЕВАНЬ У НАСЕЛЕННЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ, ПОСТРАДАВШЕЙ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажевский Ю.И.

Проблема кардиоваскулярной патологии является одной из самых значимых в системе здравоохранения. Ежегодно по причине болезней сердца и сосудов в мире умирает огромное количество людей. При этом, наиболее высокие показатели смертности регистрируются на территории, загрязненной радиоактивными элементами вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в том числе, среди лиц трудоспособного возраста [1, 2, 3].

Мировое сообщество впервые столкнулось с радиационным воздействием более 70 лет назад. С тех пор, представители атомной энергетики делали, и делают все от них зависящее, чтобы скрывать негативное воздействие на человека радиоактивных элементов, загрязнивших биосферу всей Земли, в результате испытания ядерного оружия и техногенных катастроф. Это, в частности, подтверждают следующие факты. В научной монографии Мареев А.Н., Бархударова Р.М., Новиковой Н.Я. «Глобальные выпадения Cs-137 и человек», опубликованной Московским издательством Атомиздат в 1974 году, приводится карта загрязнения радиоактивным цезием территории белорусско-украинского Полесья в 60-е годы 20-го века, задолго до аварии на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 году [4]. Однако, в настоящее время в Российской Федерации эта книга официально не существует. Она исчезла из многих библиотек СССР после аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Только в одной маленькой библиотеке Гомельской области Республики Беларусь нам удалось ее обнаружить.

После Чернобыльской аварии степень радиоактивного загрязнения территории Украины, Республики Беларусь, Российской Федерации была очень большой [5-8]. В тоже время, это не останавливало руководство СССР от того, чтобы использовать мясо сельскохозяйственных животных, содержащее огромные количества радиоактивных элементов (в частности, $1,1 \times 10^{-7}$ — $1,0 \times 10^{-6}$ Ки/кг), для производства колбасных изделий, консервов и мясных полуфабрикатов, смешивая его в соотношении один к десяти с нормальным мясом (Из текста послания председателя агропромышленного комитета СССР В.С. Мураховского в Политбюро ЦК КПСС). Радиоактивные элементы с продуктами питания, водой, в составе воздушных масс, распространились и продолжают распространяться на огромные расстояния от эпицентра аварии. Таким образом, вся жизнь многих поколений жителей стран бывшего СССР, да и не только, проходила, проходит и будет проходить в тесной связи с радиоактивными агентами.

Трагизм создавшейся ситуации заключается еще и в том, что физиологические эффекты в организме человека и животных, которые были открыты в последние полвека, трудно отделить от радиационной составляющей, так как радиоактивные элементы присутствуют везде. Не позволительно пытаться выдавать это явление за некий естественный радиационный фон, так как целый ряд радионуклидов, в том числе, ^{137}Cs , в природных условиях не образуется.

После аварии на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 году радиоактивная завеса была приоткрыта. В связи с отсутствием медицинских кадров на пострадавших территориях Гомельского и Могилевской областей, в 1990 году было принято решение о создании Гомельского государственного медицинского института. И уже в 1992 году на его базе начались поисковые научные исследования, целью которых было установить влияние радиационного фактора чернобыльского происхождения на состояние жизненно важных систем, в том числе, сердечно-сосудистой системы у детей, проживающих в городе Гомеле и Гомельской области — (по официальным данным — территория наибольшего загрязнения радиоактивными элементами [5-8]), а также в других городах Республики Беларусь, в частности, в г. Гродно). В качестве диагностического теста состояния сердечной деятельности была избрана электрокардиография. У всех детей определяли содержание радиоактивного цезия в организме. Безвыборочное исследование показало то, что наблюдению подвергались дети, в организме которых концентрации радионуклидов ^{137}Cs составляли десятки и сотни Бк на килограмм массы тела.

При этом у детей, также, проводилось определение показателей обмена веществ. Параллельно была осуществлена серия экспериментальных исследований с использованием естественной модели поступления радиоактивных элементов в составе пищевых продуктов в организм лабораторных животных [9-12]. Очень важным компонентом исследований, которые впоследствии получили широкий международный резонанс, явилось определение радиоактивных элементов в органах умерших детей и взрослых, проживавших на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции [11, 12, 13]. В результате проведенных исследований был сделан вывод о негативном воздействии радионуклидов, инкорпорированных в организм, на состояние жизненно-важных систем, в том числе сердечно-сосудистой, развивающегося организма. При этом, установлена зависимость между количеством инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs и частотой электрокардиографических изменений у детей.

Патоморфологические исследования аутопсийного материала взрослых и детей, экспериментальных животных, подтвердили связь между инкорпорированными элементами ^{137}Cs и морфо-функциональными изменениями со стороны сердечно-сосудистой системы [9-14]. Наибольшее раздражение

у защитников ядерной энергетики вызывает о том, что указанные патологические эффекты вызывают относительно небольшие, с их точки зрения, дозы радиоактивного воздействия. В июле 1999 года поисковые научные исследования, проводимые с 1990 года, в Гомельском медицинском институте по проблеме медицинских последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции, были неожиданно прекращены.

И только спустя много лет, в 2013-2017 гг., благодаря помощи европейских единомышленников, удалось запустить большой социальный проект Европейской Комиссии в Украине «Оздоровительные и экологические программы, связанные с Чернобыльской зоной отчуждения. Подготовка, обучение и координация проектов по охране здоровья», в рамках которого стали возможны научные исследования.

В ходе данного проекта была усовершенствована система диспансерного наблюдения всего детского населения Иванковского и Полесского районов Киевской области, непосредственно прилежащих к Чернобыльской атомной электростанции, что позволило выявить начальные стадии патологических процессов в жизненно важных органах и системах. При этом нарушения, регистрируемые в ходе мониторинга, рассматривались в совокупности, исходя из представлений о структурно-функциональной целостности организма.

Состояние сердечно-сосудистой системы у детей оценивалось с помощью современных диагностических комплексов, позволяющих точно определять частоту сердечных сокращений, уровень артериального давления, электрокардиографические изменения.

С помощью современного радиометрического оборудования, удалось установить связь между относительно небольшими количествами радионуклидов и изменениями в жизненно важных органах обследуемых детей, в том числе, сердечно-сосудистой системе [15].

Для определения патогенетических механизмов выявленных нарушений, были осуществлены генетические исследования фолатного цикла — одного из основных метаболических циклов организма человека, с определением содержания в крови гомоцистеина — продукта незаменимой аминокислоты метионина [15-26].

С учетом полученной информации, сделано заключение о том, что население, проживающее на территории, загрязненной радиоактивными агентами вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции, находится в условиях большого риска возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. При этом, характер возникающих патологических процессов может быть различным: входить в разряд стохастических эффектов, или относиться к детерминированным состояниям. Нам удалось показать то, что патологические процессы в сердечно-сосудистой системе, как, и в других, жизненно важных органах и системах, берут начало в детском возрасте и тесно связаны с нарушением обмена веществ, возникающим

под влиянием инкорпорированных в организм радиоактивных элементов [27-30].

Таким образом, на основании результатов многолетних исследований (1992-2018 гг.), можно сделать вывод о том, что радиоцезий вызывает кардио-о-эффекты при длительном постоянном воздействии.

Полученные нами результаты расходятся с заключением участников одномоментного популяционного исследования, проведенного международной группой исследователей из Франции (IRSN, Department of Cardiology Bichat Hospital, Paris) и Российской Федерации (Отдел кардиологии Брянского диагностического центра) в 2009-2013 гг. в Брянской области Российской Федерации [31].

Как свидетельствует текст официально опубликованной статьи, на основании оценки результатов обследования 17697 детей в возрасте от 2,0 до 18,0 лет этими исследователями не была установлена связь между аритмией сердца и уровнем загрязнения почв ^{137}Cs в Брянской области Российской Федерации, пострадавшей от аварии на Чернобыльской АЭС. Предполагаемое увеличение числа аритмий сердца у детей, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, не подтверждается [31]. В связи с этим, газета Le Monde 11 июля 2018 года опубликовала статью «Les maladies cardiaques et Tchernobyl», в которой объяснила французским читателям суть и выводы проведенных исследований. Заключение статьи звучит безапелляционно — «Солидный уровень проведенного исследования позволяет сделать сильный вывод. Текущие загрязнения не вызывают сердечных аритмий. И предыдущие обратные заявления (с учетом упоминания в тексте статьи, я думаю, что имеются в виду работы Бандажевского Юрия и Бандажевской Галины — автор.) были получены на основании плохо проведенных наблюдений. Таким образом, основным прямым последствием для детей (до 18,0 лет) радиоактивного загрязнения во время аварии остается почти 7000 случаев рака щитовидной железы, наблюдавшихся в конце 1980-х и начале 1990-х годов».

В связи с данным заключением, я вынужден был провести рецензирование статьи, опубликованной сотрудниками IRSN и Брянского диагностического центра [31].

Методическая часть является основной частью научного исследования. В этой связи, следует отметить ряд принципиальных аспектов:

Среди обследованных детей $2/3$ составили городские дети, таким образом, в Брянской области проводилось выборочное исследование, так как дети сельских районов, находящиеся в условиях непосредственного контакта с радионуклидами, не вошли в данное исследование. Да это и понятно, намного легче организовать обследование городских детей, чем выезжать для обследования в маленькие населенные пункты. Однако, следует учитывать различные социально-экономические условия проживания городских и сельских жителей.

Городские дети, в существующих, в настоящее время, условиях, менее подвержены радиоактивному воздействию, даже проживая, на радиоактивно загрязненных территориях, так как, имеют намного больше возможностей потреблять радиоактивно чистые продукты питания, по сравнению с сельскими детьми, которые, в условиях тотальной бедности, вынуждены постоянно употреблять в пищу продукты местного производства — молоко коров и коз, овощи, выращенные на почве, загрязненной радионуклидами, мясо диких животных, рыбу из местных водоемов, лесные ягоды и грибы [15].

В связи с тем, что для отопления домов и приготовления пищи в сельской местности используются лесные деревья, сельские дети вынуждены постоянно дышать воздухом, содержащим продукты горения древесины, в том числе, радиоактивные элементы.

Поэтому высокий уровень содержания радионуклидов в организме сельских детей отличается стабильностью и постоянством. Однократное радиометрическое обследование среди популяции сельских детей будет более объективно отражать ситуацию радиационной экспансии, чем среди городских детей, у которых уровень содержания радионуклидов может очень сильно меняться в зависимости от того, какие продукты питания потребляются. Поэтому, даже выделение в этой связи, подопытных и контрольных районов в зависимости от уровня загрязнения почвы не имеет смысла. Таким образом, принципиальной методической ошибкой в организации данного исследования является однократное обследование преимущественно городского, а не сельского детского населения.

Как контраргумент могу сказать, что в рамках проекта Европейской Комиссии мы делали акцент на результатах обследования сельских детей, так как именно они, потребляя продукты питания местного производства, подвергаясь большему радиационному воздействию, и реально отражают последствия радиационного воздействия спустя 30 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Если сравнивать анализируемую работу, с теми исследованиями, которые проводились в Гомельском государственном медицинском институте в 1992-1997 гг., то можно отметить следующее.

При проведении исследования по выявлению воздействия того или иного внешнесредового фактора на ту или иную систему, в данном случае сердечно-сосудистую, необходимо тщательно подбирать обследуемые группы. В частности, сравнительному анализу, как внутри группы, так и между групп, должны быть подвержены дети одного возраста, постоянно и длительно (большая часть времени суток) находящиеся в однотипных условиях, в том числе, получающие однотипное питание. В настоящее время на постсоветском пространстве это не реально осуществить. Нам удалось провести свои исследования в Республике Беларусь в 1992-1993 гг., когда еще существовала однотипная система общественной жизни, в частности, детские дошкольные и школьные учреждения. Население,

также, находилось, практически, в одинаковых социально-экономических условиях.

Для наших исследований, мы выбирали одинаковые по количеству детей, строению зданий и рационам питания, детские дошкольные учреждения в Гомельской области и г. Гродно. Дети в возрасте 3,0-7,0 лет, которых мы обследовали, считались здоровыми и посещали дошкольные учреждения. Они были лишены вредных привычек, не курили, не употребляли алкоголь и наркотические препараты, что очень важно при проведении исследований связи радиационного воздействия и состояния сердечно-сосудистой системы. В связи с существующими в то время социально-экономическими условиями (тотальная бедность постсоветского периода), дети в течение дня питались, согласно установленных государством однотипных рационов питания, продуктами, с приблизительно одинаковой степенью загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr , согласно республиканских допустимых уровней. Таким образом, обследовались официально здоровые дети, постоянно находящиеся в одинаковых условиях пребывания и питания, а также, выраженного радиационного воздействия.

Авторы рецензируемого исследования использовали для определения связи радиационного фактора и аритмий, городских детей, разного возраста, из семей с разными социально-экономическими возможностями, которые оказывают разнонаправленное влияние на состояние сердечно-сосудистой системы. Выявить истинную причину нарушений сердечно-сосудистой системы в данной ситуации невозможно. Ребенок может существовать в прекрасных условиях, лишенных радиоактивного воздействия, а накануне исследования, употребить в пищу продукты, содержащие радионуклиды. В результате, электрокардиографическое исследование не выявит нарушений, в то время, как радиологическое обследование выявит в организме радиоактивные элементы.

Очень сомнителен вывод о том, что при таком высоком уровне наркомании в России, дети в возрасте 12,0-18,0 лет из обследуемой группы, не курили, и не употребляли наркотические агенты. Опрос детей с помощью анкетирования в большинстве случаев не даст объективной информации.

Следующая проблема заключается в том, что проведенные исследования выявили радионуклиды ^{137}Cs в нескольких процентах случаев от общего числа обследованных детей. Радионуклиды ^{137}Cs не определялись в организме 78,6 % детей подопытной группы, и в организме 86,3 % детей контрольной группы.

Таким образом, дети, у которых выявлялись радионуклиды ^{137}Cs , составляют небольшую часть от числа обследованных детей.

Причиной тому может быть то, что в основном обследовались городские дети. Отчасти это связано с тем, что предел обнаружения радионуклидов в данном исследовании был определен на уровне 1200 Бк на тело ребенка. Было установлено то, что все, что ниже этого предела, не подлежит реги-

страции. Авторы проигнорировали определение меньших количеств в организме детей, и их связь с нарушениями обмена веществ и состоянием сердечно-сосудистой системы. А зря, исследования, которые мы провели 2013-2017 гг., в рамках проекта Европейской Комиссии, позволили выявить ряд зависимостей между относительно небольшой концентрацией радионуклидов и рядом физиологических показателей [15].

Все дети объединялись в группы по уровню удельной радиационной активности ^{137}Cs , без учета возраста. Таким образом, учитывались высокие уровни радионуклидов, и не учитывался возраст сравниваемых групп. Определять какое либо явление, в том числе, наличие нарушений сердечного ритма, в этой относительно малочисленной группе, в сравнении с общей группой, не правильно с методической точки зрения. В исследованиях, которые проводились в Гомельском медицинском институте в первые десять лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции, у всех обследованных детей регистрировались радионуклиды ^{137}Cs , так как все население Гомельской области, да и всей Беларуси, подверглось воздействию инкорпорированных радиоактивных элементов [9-12].

Этому, также, способствовала политика государственных структур по распространению продуктов, загрязненных радионуклидами, среди всех жителей страны.

Следующее замечание касается представляемого материала. В рецензируемой статье не были представлены различные виды нарушений сердечной деятельности, в том числе, в отдельных возрастных группах. Считаю, что смешивать все виды аритмий в одну группу — есть иллюстрация непрофессионального отношения к проблеме. Генез различных видов нарушений сердечного ритма различен. Среди аритмий существуют виды, которые можно оценивать, как стохастические эффекты. При этом, полученная организмом доза облучения определяет только вероятность их возникновения, но не их тяжесть. К таким аритмиям относится и неполная блокада правой ножки пучка Гиса, выявляемая нами в большом количестве у детей Гомельской области. Именно в отношении данного вид аритмий нами была установлена зависимость доза-эффект [12]. Следует отметить то, что в Республике Беларусь частота встречаемости данного вида аритмий значительно больше, чем в Украине [32]. К сожалению, авторы не представили статистику данного вида аритмий, как и отдельных видов, выявленных ими среди обследуемых детей Брянской области.

Существуют аритмии, входящие в группу детерминированных эффектов, которые предполагают наличие определенного минимального порога, ниже которого эффект от облучения полностью отсутствует, а выше — тяжесть эффекта зависит от полученной дозы. К такого рода аритмиям можно отнести брадикардию и тахикардию, в том числе, синусовую брадикардию и синусовую тахикардию. Авторы проведенного исследования, встречались с такими аритмиями, так как указывают их шифр среди анализируемого ма-

териала, «отклонения от нормы сердечного ритма — R00.0 Тахикардия неуточненная и R00.1 Брадикардия неуточненная». Однако, статистические данные по данному виду аритмий также отсутствуют. Однократность обследования детей не позволяет с достоверностью выявить случаи тахикардии и брадикардии, с учетом того, что причиной их возникновения могут быть различные патологические процессы.

В анализируемой статье обсуждался вопрос об эффективной дозе радиационного воздействия в 1 мЗв/год, однако в настоящее время это не верно! В последние годы в России для работников предприятий, связанных с радиационным воздействием, отмечается уровень 0,1 мЗв/год [33], а для населения, проживающего на пострадавшей территории, этот уровень должен быть еще меньше.

Таким образом, рецензируемая публикация отражает серьезные нарушения в проведении одномоментного популяционного исследования, проведенного международной группой исследователей из Франции (IRSN, Department of Cardiology Bichat Hospital, Paris) и Российской Федерации (Отдел кардиологии Брянского диагностического центра) в 2009-2013 гг. в Брянской области Российской Федерации [31].

Представленные данные заставляют усомниться в их достоверности и значимости. Можно только сожалеть о том, что из-за грубых методических ошибок, масштабное, исследование не имеет научной ценности. Организаторам такого рода исследований надо было бы более ответственно относиться к проблеме последствий техногенных катастроф, так как от этого зависит здоровье и жизнь многих миллионов людей.

На основании проведенного анализа опубликованного материала, можно сделать заключение о неправомерности заключения, сделанного авторами статьи «Is exposure to ionising radiation associated with childhood cardiac arrhythmia in the Russian territories contaminated by the Chernobyl fallout? A cross-sectional populationbased study» *Jean-Rene Jourdain, Geraldine Landon, Enora Clero, Vladimir Doroshchenko, Aleksandr Silenok, Irina Kurnosova, Andrei Butsenin, Isabelle Denjoy, Didier Franck, Jean-Pierre Heuze, Patrick Gourmelon* «Связано ли воздействие ионизирующего излучения с аритмией сердца у детей, проживающих на территориях России, загрязнённых после аварии на ЧАЭС?» об отсутствии связи между аритмией сердца и уровнем загрязнения почв цезием-137.

Литература.

1. Таблиці народжуваності, смертності та очікуваної тривалості життя // Статистичний бюлетень. — К., 2017. — 167 с.
2. Демографический ежегодник Республики Беларусь // Статистический сборник. — Минск, 2017. — 439 с.

3. Естественное движение населения по Республике Беларусь за 2017 год // Статистический бюллетень. — Минск, 2018. — 42 с.
4. Марей А.Н. Глобальные выпадения Cs-137 и человек / А.Н. Марей, Р. М. Бархударов, Н.Я. Новикова — М.: Атомиздат, 1974. — 168 с.
5. Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident / Luxembourg, office for official publications of the European Communities, 1998. — 71 p.
6. 20 years after Chernobyl Catastrophe. Future outlook: National Report of Ukraine. — К.: Atika, 2006. — 216 p.
7. Атлас современных и прогностических аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия-Беларусь) / Под ред. Ю.А. Израэля, И.М. Богдевича. — М.: Фонд «Инфосфера» — НИА-Природа; Минск: Белкартография, 2009. — 140 с.
8. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього: Національна доповідь України. — К.: КІМ, 2011. — 356 с.
9. Bandazhevsky Yu.I. Clinical and experimental aspects of the effect of incorporated radionuclides upon the organism / Yu.I. Bandazhevsky, V.V. Lelevich, V.V. Strelko, V.V. Shilo et al. // Ed. by Yu.I. Bandazhevsky, V.V. Lelevich. — Gomel, 1995. — 128 p.
10. Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов / Под ред. проф. Ю.И. Бандажевского. — Гомель, 1997. — 152 с.
11. Бандажевский Ю.И. Патология инкорпорированного радиоактивного излучения. — Минск: БГТУ, 1999. — 136 с.
12. Бандажевский Ю.И. Чернобыль 25 лет: инкорпорированные радионуклиды Cs-137 и здоровье людей / Ю.И. Бандажевский, Н.Ф. Дубовая, Г.С. Бандажевская и др. — К.: Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», 2011. — 156 с.
13. Bandazhevsky Yu.I. Chronic Cs-137 incorporation in children's organs // Swiss Medical Weekly. — 2003. — Vol. 133. — P. 488-490.
14. Bandazhevsky Y. Cardiomyopathies au Cesium-137 / Y. Bandazhevsky, G. Bandazhevskaya // Cardinale. — 2003. — Vol. XV. — P. 40-43.
15. Scientific and practical collection «Chernobyl: ecology and health / General addition by prof. Yu.I. Bandazhevsky. — Ivankov: PI Coordination and Analytical Center «Ecology and health», — Dnipro: Serednyak T.K., 2018. — Issue 8. — 77 p.
16. Bandazhevskiy Yu.I. Comparative assessment of metabolic processes in children living in the areas affected by the Chornobyl nuclear power plant accident / Yu.I. Bandazhevskiy, N.F. Dubova // Environment&Health. — 2017. — № 4(84). — P. 27-30.
17. Bandazhevskiy Yu.I. MTHFR: 677TT genotype and state of hyperhomocysteinemia in the children of regions suffered as a result of the accident at the Chornobyl nuclear power plant / Yu.I. Bandazhevskiy, N.F. Dubova // Environment&Health. — 2018. — № 2(86). — P. 10-15.

18. Bandazhevsky Yu. I. Assessment of folate metabolism functioning in terms of prevention of breast cancer in the population living in areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident / Yu.I.Bandazhevsky, N.F.Dubova // Collected scientific works of employees of NMAPE named after P.L.Shupik. — 2017. — Issue 27. — P. 215-225.

19. Bandazhevsky Yu.I. Genome of folate metabolism and folic acid deficiency in children living in areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident / Yu.I. Bandazhevsky, N.F. Dubovaya // Collected scientific works of employees of NMAPE named after P.L.Shupik. — 2018. — Issue 29. — P. 304-311.

20. Bandazhevsky Yu.I. Genetic defects in the presence of abnormal folate metabolism in children living in an area affected by the Chernobyl accident / Yu.I. Bandazhevsky, N.F. Dubovaya // Collected scientific works of employees of NMAPE named after P.L.Shupik. — 2016. — Vol. 25. — P. 93-98.

21. Bandazhevsky Yu.I. Evaluation of the hormonal status and state of folate cycle in children living in an area affected by the Chernobyl nuclear power plant accident / Yu.I.Bandazhevsky, N.F.Dubovaya / International Journal of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology. — 2015. — Vol. 8, No. 1. — P. 9.

22. Scientific and practical collection «Chernobyl: ecology and health / General addition by prof. Yu.I. Bandazhevsky. — Ivankov: PI Coordination and Analytical Center «Ecology and health», — Dnipropetrovsk: Serednyak T.K., 2015. — Issue 3. — 110 p.

23. Scientific and practical collection «Chernobyl: ecology and health / General addition by prof. Yu.I. Bandazhevsky. — Ivankov: PI Coordination and Analytical Center «Ecology and health», — Dnipropetrovsk: Serednyak T.K., 2016. — Issue 4. — 95 p.

24. Scientific and practical collection «Chernobyl: ecology and health / General addition by prof. Yu.I. Bandazhevsky. — Ivankov: PI Coordination and Analytical Center «Ecology and health», — Dnipro: Serednyak T.K., 2017. — Issue 5. — 95 p.

25. Scientific and practical collection «Chernobyl: ecology and health / General addition by prof. Yu.I. Bandazhevsky. — Ivankov: PI Coordination and Analytical Center «Ecology and health», — Dnipro: Serednyak T.K., 2017. — Issue 6. — 42 p.

26. Scientific and practical collection «Chernobyl: ecology and health / General addition by prof. Yu.I. Bandazhevsky. — Ivankov: PI Coordination and Analytical Center «Ecology and health», — Dnipro: Serednyak T.K., 2018. — Issue 7. — 92 p.

27. Scientific and practical collection «Chernobyl: ecology and health / General addition by prof. Yu.I. Bandazhevsky. — Ivankov: PI Coordination and Analytical Center «Ecology and health», — Dnipropetrovsk: Serednyak T.K., 2015. — Issue 2. — 89 p.

28. Bandazhevsky Yu.I. Pathophysiological aspects of the status of the cardiovascular system in children living in areas affected by the Chernobyl nuclear

power plant accident / Yu.I. Bandazhevsky, N.F. Dubovaya, G.S. Bandazhevskaya // Collected scientific works of employees of NMAPE named after P.L. Shupik. — Vol. 24, book 3. — Kyiv: NMAPE named after P.L. Shupik, 2015. — P. 430-436.

29. Bandazhevsky Yu.I. The state of the cardiovascular system of children living in an area affected by the Chernobyl nuclear power plant accident / Yu.I. Bandazhevsky, N.F. Dubovaya, G.S. Bandazhevskaya // International Journal of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology. — 2015. — Vol. 8, No. 1. — P. 9-10.

30. Bandazhevsky Yu.I. Laboratory screening in the detection of thyroid states in children from radiation-contaminated areas 30 years after the the Chernobyl nuclear power plant accident/ Yu.I. Bandazhevsky, N.F. Dubovaya // Collected scientific works of employees of NMAPE named after P.L. Shupik. — 2016. — Vol. 26. — P. 494-499.

31. Jourdain J-R. Is exposure to ionising radiation associated with childhood cardiacarrhythmia in the Russian territories contaminated by the Chernobyl fall-out? A cross-sectional populationbased study / J-R. Jourdain, G. Landon, E. Clero, V. Doroshchenko et al. // BMJ Open 2018 8: doi: 10.1136/bmjopen-2017-019031.

32. Бандажевський Ю.І. Сравнительная оценка состояния сердечно-сосудистой системы у детей из г. Минска и районов Украины, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции / Ю.І. Бандажевський, Г.С. Бандажевська, Н.Ф. Дубовая // За загальною редакцією проф. Ю.І. Бандажевського. — Іванків: ПУ Координаційний аналітичний центр «Екологія і здоров'я», — Дніпропетровськ: Середняк Т.К., 2015. — Вип. 3. — С. 34-47.

33. Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования / Методические указания. МУ 2.6.1.065-2014. Издание официальное. — М., 2014. — 46 с.

THE RISK OF CARDIOVASCULAR DISEASES IN THE POPULATION LIVING IN THE TERRITORIES AFFECTED BY THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

Bandazhevsky Yu.I.

The article is dedicated to the analysis of results of studies of the effect of incorporated ^{137}Cs radionuclides on the state of the cardiovascular system in children living in areas affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

Keywords: child's body, cardiovascular system, arrhythmias, incorporated ^{137}Cs radionuclides.

РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ, ПОСТРАДАВШЕЙ ОТ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Бандажевский Ю.И.

Статья посвящена анализу результатов исследований влияния инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs на состояние сердечно-сосудистой системы детей, проживающих на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Ключевые слова: детский организм, сердечно-сосудистая система, аритмии, инкорпорированные радионуклиды ^{137}Cs .

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ І ЧЛЕНІВ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Бандажєвський Юрій Іванович — доктор медичних наук, професор, за-снoвник і перший ректор Гoмeльськoгo державнoгo медичнoгo унiвeрситeтy (1990-1999 рр.), ключoвий екcпeрт прoєктy Єврoпeйськoї Кoмiсiї в Укрaїні «Oздoрoвчi та eкoлoгiчнi прoгрaми, пoв'язaні з Чoрнoбильськoю зoнoю вiдчужeння. Пiдгoтoвкa, нaвчaння та кooрдинaцiя прoєктiв з oхoрoни здoрoв'я», гoлoвний рeдaктoр збiрникa «Чoрнoбиль: eкoлoгiя i здoрoв'я».

Бeнeдiкт Бeльгacем — ключoвий екcпeрт прoєктy Єврoпeйськoї Кoмiсiї в Укрaїні «Oздoрoвчi та eкoлoгiчнi прoгрaми, пoв'язaні з Чoрнoбильськoю зoнoю вiдчужeння. Пiдгoтoвкa, нaвчaння та кooрдинaцiя прoєктiв з oхoрoни здoрoв'я», члeн рeдaкцiйнoї кoлeгiї збiрникa «Чoрнoбиль: eкoлoгiя i здoрoв'я».

Дубoвa Нaтaлiя Фeдoрiвнa — кaндидaт мeдичних нaук, старший нaукoвий cпiврoбiтник, дoцeнт кaфeдри грoмaдськoгo здoрoв'я Нaцioнaльнoї мeдичнoї aкaдeмiї пiслядиплoмнoї oсвiти iм. П. Л. Шyпикa МOЗ Укрaїни, екcпeрт прoєктy Єврoпeйськoї Кoмiсiї в Укрaїні «Oздoрoвчi та eкoлoгiчнi прoгрaми, пoв'язaні з Чoрнoбильськoю зoнoю вiдчужeння. Пiдгoтoвкa, нaвчaння та кooрдинaцiя прoєктiв з oхoрoни здoрoв'я», зaстyпник гoлoвнoгo рeдaктoрa збiрникa «Чoрнoбиль: eкoлoгiя i здoрoв'я».

Дубoвa Oльгa Сeргiївнa — пeрeклaдaч, викoнaвeць прoєктy Єврoпeйськoї Кoмiсiї в Укрaїні «Oздoрoвчi та eкoлoгiчнi прoгрaми, пoв'язaні з Чoрнoбильськoю зoнoю вiдчужeння. Пiдгoтoвкa, нaвчaння та кooрдинaцiя прoєктiв з oхoрoни здoрoв'я».

Кaдyн Oксaнa Микoлaївнa — гoлoвний лiкaр Iвaнкiвськoї цeнтрaльнoї рaйoннoї лiкaрнi, члeн рeдaкцiйнoї кoлeгiї збiрникa «Чoрнoбиль: eкoлoгiя i здoрoв'я».

Пeтрeнкo Дeнiс Iгoрeвич — зaстyпник гoлoвнoгo рeдaктoрa збiрникa «Чoрнoбиль: eкoлoгiя i здoрoв'я».

Сaвeнкo Oлeг Bacильoвич — гoлoвний лiкaр Пoлiськoї цeнтрaльнoї рaйoннoї лiкaрнi, члeн рeдaкцiйнoї кoлeгiї збiрникa «Чoрнoбиль: eкoлoгiя i здoрoв'я».

Шeлeст Мaрiя Яpoслaвiвнa — нaчaльник мeдичнoї чacтини Iвaнкiвськoї цeнтрaльнoї рaйoннoї лiкaрнi, члeн рeдaкцiйнoї кoлeгiї збiрникa «Чoрнoбиль: eкoлoгiя i здoрoв'я».

Наукове видання

ЧОРНОБИЛЬ: ЕКОЛОГІЯ І ЗДОРОВ'Я
НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЗБІРНИК

За загальною редакцією професора Ю. І. Бандажевського

Випуск 8

Головний редактор:
д. мед. н., професор Ю. І. Бандажевський

Комп'ютерне упорядкування та верстка: А.П. Пархоменко

Підписано до друку 29.12.2018. Формат 60×84 1/16.

Папір офсетний

Умовн. друк. арк. 4,1. Обл.-вид. арк. 4,2.

Зам. № 265.

Наклад 300 прим.

Видавець ФОП Середняк Т.К., 49000, Дніпро, 18, а/с 1212

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 4379 від 02.08.2012.

Ідентифікатор видавця в системі ISBN 7373

49000, Дніпро, 18, а/с 1212

тел. (096)-308-00-38, (056)-798-04-00

E-mail: 7980400@gmail.com,

www.isbn.com.ua