

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Педиатрия

Восточная Европа

№ 4 (08) 2014



ISSN 2307-4345



ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ
ИЗДАНИЯ

Бандажевский Ю.И.¹, Дубовая Н.Ф.², Швартау В.В.³, Козярин И.П.²

¹ Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», Иванков, Украина

² Национальная медицинская академия последиplomного образования имени П.Л. Шупика, Киев, Украина

³ Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, Киев, Украина

Bandazheuski Yu.¹, Dubova N.², Schwartzau V.³, Kozyarin I.²

¹ Coordination and Analytical Centre "Ecology and Health", Ivankov, Ukraine

² P.L. Shupyk National Medical Academy of Post-Graduate Education, Kyiv, Ukraine

³ Institute of Plant Physiology and Genetics, Kyiv, Ukraine

Изменения в системе кроветворения лабораторных животных под влиянием радиационно-химического фактора

Changes in the system of hematopoiesis in laboratory animals under the impact of radiation-chemical factor

Резюме

В ранее проведенных исследованиях показаны нарушения гемопоэза у детей в 1992–1995 гг., проживающих на радиоактивно загрязненной территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs 15–40 Ки/км², и в эксперименте – при кормлении лабораторных животных зерном овса с удельной активностью ^{137}Cs – 445,7 Бк/кг.

Целью настоящего исследования явилось изучение состояния гемопоэза у потомства лабораторных животных – сирийских хомячков, получавших в период беременности и лактации в составе пищевого рациона зерно овса, выращенное на радиоактивно загрязненной территории в 2011 г.

Методы исследования: радиометрический, физико-химический, гематологический, математико-статистический.

Результаты. Установлено достоверное снижение абсолютного числа эритроцитов, уровня содержания гемоглобина, увеличение относительного числа эозинофильных лейкоцитов в крови; 45-дневных детенышей подопытной группы по сравнению с контрольной, а также уменьшение содержания в печени этих животных ряда эссенциальных элементов, в том числе Fe, V и Se. Выявлена отрицательная корреляционная зависимость между количеством лейкоцитов в периферической крови и количеством Ва в печени животных подопытной группы ($r_s = -0,733$, $p < 0,05$).

Ключевые слова: радиационно-химический фактор, сирийские хомячки, гематологические показатели, радиоактивно загрязненные территории, авария на ЧАЭС.

Resume

Previous studies of 1992–1995 showed hematopoietic disorders in children residing in radiation-contaminated areas with the density of ^{137}Cs contamination of 15–40 Ci/km². The same disorders

were detected following an experiment with laboratory animals fed with oats with a ^{137}Cs specific activity of 445.7 Bq/kg.

The aim of this study was to examine the state of hematopoiesis, including to determine chemical element concentrations in the liver tissue, in the offspring of laboratory animals – Syrian hamsters that received oats grown in radiation-contaminated areas in 2011 as a part of a diet during the pregnancy and lactation period.

Methods. Radiometric, physico-chemical, haematological, mathematical and statistical.

Results. A significant reduction in the absolute number of erythrocytes, levels of hemoglobin and an increase in the relative number of eosinophils in the blood of the 45-day-old hamsters of the experimental group were found in comparison with the control group, as well as the reduction in the level of essential elements Fe, Se, B, P, V in the liver of animals from the experimental group. A negative correlation dependence between the number of leukocytes in the peripheral blood and the amount of Ba in the liver of animals from the experimental group ($r_s = -0.733$, $p < 0.05$) was revealed.

Keywords: radiation-chemical factor, Syrian hamsters, haematological indices, radiation-contaminated areas, Chernobyl nuclear power plant accident.

В первое десятилетие после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) на радиоактивно загрязненных территориях (РЗТ) нарушения со стороны кроветворной системы регистрировались как у взрослого, так и у детского населения [1, 2]. В частности, у детей, проживающих в районах жесткого радиационного контроля, средние показатели содержания эритроцитов и гемоглобина в периферической крови были достоверно снижены по отношению к норме [3]. Уменьшение количества эритроцитов в крови зарегистрировано у детей, проживающих на территории с плотностью загрязнения цезием-137 (^{137}Cs) 15–40 кБк/км^2 , при содержании в организме данного радионуклида в количестве $70,53 \pm 8,86$ Бк/кг и выше [4]. Схожий эффект был достигнут в экспериментальных исследованиях с помощью естественной пищевой модели – кормления лабораторных животных в течение 10 дней зерном овса, содержащим ^{137}Cs в количестве 445,7 Бк/кг [4]. Нарушения со стороны системы гемопозеза зарегистрированы и у 45-дневных потомков лабораторных животных, получавших в период беременности и лактации пищевые продукты, содержащие ^{137}Cs в значительных количествах [5]. Следует подчеркнуть, что в условиях энтерального поступления радиоактивных элементов в организм нарушения кроветворной системы сочетаются с нарушениями других органов и систем [6].

В отдаленный период после аварии на ЧАЭС существенно изменилась геохимическая картина почв РЗТ, в которых, помимо радионуклидов, содержатся продукты или распада (в частности для ^{137}Cs – барий), эссенциальные и неэссенциальные химические элементы. Сельскохозяйственные культуры, выращенные на РЗТ, накапливают данные элементы в значительных количествах и в различных сочетаниях. В связи с изложенным актуальным с научной и практической точек зрения является определение состояния кроветворной системы развивающегося организма в условиях воздействия радиационно-химического фактора, присутствующего в окружающей среде в настоящее время.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение состояния гемопоэза с учетом определения содержания химических элементов в ткани печени у потомства лабораторных животных – сирийских хомячков, получавших в период беременности и лактации в составе пищевого рациона зерно овса, выращенного на РЗТ в результате аварии на ЧАЭС.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент проводился на сирийских хомячках (*Mesocricetus auratus*), обладающих относительно коротким периодом беременности (16 сут.) и четко выраженным эстральным циклом. Диплоидный набор выбранных лабораторных животных, в отличие от остальных видов мышевидных грызунов, составляет 44 хромосомы [7].

Исследование включало определение гематологических показателей у 45-дневного потомства 11 самок сирийских хомячков (масса тела 70–100 г) подопытной группы, получавших в течение всего периода беременности и лактации стандартный пищевой рацион вивария, который включал зерно овса (20 г в сут. на каждое животное) урожая 2011 г., выращенное на РЗТ Иванковского района Киевской области (зерно № 1). Животные контрольной группы в количестве 9 самок (масса тела 70–100 г) при аналогичных условиях получали в составе стандартного рациона вивария зерно овса, выращенное в радиоактивно незагрязненном районе (зерно № 2).

Полученное потомство (по 69 детенышей в обеих исследуемых группах) после окончания лактационного периода содержали на стандартном пищевом рационе вивария, в который входило зерно овса из радиоактивно незагрязненного района. Из каждой группы потомков было отобрано по 10 детенышей, в крови которых определяли уровень содержания эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов, в том числе эозинофильных лейкоцитов, нейтрофильных сегментоядерных лейкоцитов, моноцитов, базофильных лейкоцитов, лимфоцитов, СОЭ согласно общепринятым методикам исследования.

В пробах зерна овса № 1 и 2 с помощью спектрометра энергий бета-излучения СЕБ 01–150 «АКП-С» была определена удельная активность радионуклидов ^{137}Cs и стронция-90 (^{90}Sr). Содержание в указанных пробах таких химических элементов, как барий (Ba), бор (B), ванадий (V), железо (Fe), кадмий (Cd), калий (K), кальций (Ca), кобальт (Co), кремний (Si), магний (Mg), марганец (Mn), медь (Cu), натрий (Na), никель (Ni), свинец (Pb), сера (S), стронций (Sr), хром (Cr), фосфор (P), цинк (Zn), устанавливалось методом ИСП-спектрометрии на эмиссионном спектрометре ICP6300 Duo МЕС (США) после предварительного измельчения зерен на мельнице с последующим их сжиганием в азотной кислоте с помощью микроволновой подготовки проб Multiwave 3000 фирмы Anton Paar (Австрия). Аналогичная методика была применена при определении уровня содержания Ba, B, V, Fe, Cd, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Na, Se, P, Zn в печени детенышей подопытной и контрольной групп.

Математическая обработка и статистический анализ результатов исследования выполнены с использованием таблиц Microsoft Excel 2010 и пакета прикладных программ STATGRAPHICS 8.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования установлено, что удельная активность ^{137}Cs в пробе зерна овса № 1 составила 49,8 Бк/кг, что в 3,95 раза выше, чем в пробе зерна № 2 (12,6 Бк/кг). Удельная активность ^{90}Sr в пробах зерна № 1 и 2 выявлена на уровне 17,6 Бк/кг и 13,5 Бк/кг соответственно. Проведенный спектрометрический анализ выявил также различия в содержании ряда химических элементов в исследуемых пробах зерна овса. В частности, в пробе зерна № 1 содержание Ва, Мп, Sr в 1,9–2,05 раза было выше содержания указанных элементов в пробе зерна № 2. Таким образом, по сравнению с контролем, беременные и лактирующие животные подопытной группы получали корм со значительным превышением уровня ^{137}Cs и химических элементов Ва, Мп, Sr.

Анализ гематологических показателей 45-дневных детенышей выявил достоверное снижение абсолютного числа эритроцитов, уровня содержания гемоглобина, а также относительного числа эозинофильных лейкоцитов в крови детенышей подопытной группы в сравнении с контролем (табл. 1).

У детенышей подопытной группы содержание в ткани печени Р, В, Fe, Se, V было достоверно меньше, чем у детенышей контрольной группы (табл. 2).

Проведенный корреляционный анализ выявил в подопытной группе отрицательную корреляционную зависимость между количеством лейкоцитов в периферической крови и количеством Ва в печени ($r_s = -0,733$, $p < 0,05$).

Проведенные исследования показали, что спустя 25 лет после аварии на ЧАЭС продолжается миграция ^{137}Cs из почвы в растения, в связи с чем содержание данного радионуклида в зерне овса, выращенном на РЗТ, еще значительно превышает данный показатель в чистых районах.

Кроме этого, в исследуемом зерне обнаружено значительное количество Ва, являющегося продуктом распада ^{137}Cs .

Таблица 1
Гематологические показатели у животных основной и контрольной групп

Показатель	Гематологические показатели экспериментальных животных	
	Подопытная группа (n=10)	Контрольная группа (n=10)
Эритроциты, млн/мкл	5,73±0,28*	7,28±0,28
Гемоглобин, г/л	125,1±6,91*	158,9±4,13
СОЭ, мм/ч	1,70±0,30	1,80±0,30
Лейкоциты, тыс./мкл	6,48±0,63	7,19±1,17
Эозинофилы, %	0,60±0,13*	0,20±0,13
Базофилы, %	0,10±0,10	0,40±0,16
Нейтрофилы сегментоядерные, %	28,80±3,31	28,60±2,53
Моноциты, %	5,00±0,56	8,60±2,16
Лимфоциты, %	65,20±3,06	62,20±4,46

Примечание: * – статистически достоверные различия ($p < 0,05$) в сравнении с соответствующим показателем у животных контрольной группы.

Таблица 2
Содержание химических элементов в печени исследуемых животных (мг/кг)

№ п/п	Элемент	Сравниваемые группы животных		t-критерий
		Подопытная группа	Контрольная группа	
1	B	1,82±0,42*	4,04±0,72	t=2,66, p<0,05
2	Ba	1,32±0,79	1,41±0,50	t=0,10, p>0,05
3	Fe	86,47±3,28*	57,36±3,77	t=2,18, p<0,05
4	Mn	2,07±0,26	3,48±0,88	t=1,55, p>0,05
5	P	2717,5±103,07*	3048,0±112,29	t=2,17, p<0,05
6	Se	0,047±0,007*	0,14±0,025	t=3,58, p<0,05
7	V	0,70±0,09*	1,06±0,05	t=3,53, p<0,05

Примечание: * – статистически достоверные различия (p<0,05) в сравнении с соответствующим показателем у животных контрольной группы.

Таким образом, испытуемое зерно овса содержало радиоактивные и химические элементы в количествах более высоких, в сравнении с зерном овса из контрольного района. Воздействие указанного радиационно-химического фактора в период беременности и лактации привело к достоверному уменьшению, в сравнении с контролем, количества эритроцитов и гемоглобина в периферической крови детенышей сирийских хомячков, перешедших на самостоятельное питание.

Обнаружено также достоверное увеличение относительного числа эозинофильных лейкоцитов. Выявленная отрицательная корреляционная связь между количеством лейкоцитов в периферической крови и количеством Ba в печени свидетельствует о негативном влиянии ¹³⁷Cs и продукта его распада (Ba) на гемопоэз развивающегося организма.

Уменьшение содержания эссенциальных элементов – Fe, Se, B, P, V в печени животных подопытной группы может быть связано с нарушением процессов их обмена в организме, в том числе на стадии поступления, учитывая патологические изменения, возникающие в желудочно-кишечном тракте и печени под воздействием радиационного фактора [5, 8]. В то же время недостаточность Fe, V, Se в организме является причиной патологических изменений в системе кроветворения [9].

Таким образом, радиационно-химическое воздействие в период внутриутробного и раннего постнатального развития организма способствует формированию полиэлементной недостаточности эссенциальных элементов во взрослом состоянии и, как следствие, нарушению функционирования жизненно важных органов и системы гемопоэза.

Следует подчеркнуть, что в отличие от исследования, проведенного в Гомельском государственном медицинском университете в 1992–1993 гг. [5], в настоящей работе было использовано зерно овса с относительно невысокой удельной активностью радионуклидов ¹³⁷Cs. Учитывая изложенное, в настоящее время актуальным является определение состояния кроветворной системы населения, потребляющего сельскохозяйственную продукцию, полученную на РЗТ. Особенно это важно при разработке лечебных и профилактических мероприятий для детского населения. Исходя из полученных результатов, следует отметить необходимость контроля за содержанием в продуктах питания, потребляемых беременными женщинами и детьми, не только радионуклидов, но

и химических элементов, являющихся продуктами их распада. Данное исследование может иметь большое практическое значение при разработке допустимых норм одновременного содержания радиоактивных и химических элементов в продуктах питания населения.

■ ВЫВОДЫ

У потомства сирийских хомячков, получавших в составе пищевого рациона в период беременности и лактации зерно овса, выращенное на территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС, и содержащее радиоактивные элементы, а также продукты их распада, наблюдалось уменьшение числа эритроцитов и количества гемоглобина в периферической крови, по сравнению с контролем.

Гематологические изменения сопровождались снижением содержания в печени Fe, V и Se – элементов, участвующих в процессах гемопоэза.

Полученные результаты ставят вопрос о необходимости контроля за содержанием радиоактивных и химических элементов в продуктах питания, потребляемых беременными женщинами и детьми.

■ ЛИТЕРАТУРА

1. Lenskaja R.V., Pivovarova R.V., Luk'janova A.G. i dr. (1995) Rezul'taty skringingovyh gematologicheskikh i citohimicheskikh issledovanij krovi 906 detej, prozhivajushhih v Brjanskoj oblasti v mestah s raznoj plotnost'ju zagrjaznenija pochvy ceziem-137 i stronciem-90 [The results of the screening of hematological and cytochemical studies of blood 906 children living in the Bryansk region in areas with different density of soil contamination with cesium-137 and strontium-90]. *Hematology and Blood Transfusion*, no 6, pp. 30–34.
2. Cyb A.F., Hant S.E., Matveenko E.G. i dr. (1996) Dinamicheskoe issledovanie pokazatelej krovi naselenija zagrjaznennyh radionuklidami territorij Kaluzhskoj oblasti i likvidatorov: 1986–1993 gg. [Dynamic study of blood parameters of the population of the contaminated areas of the Kaluga region and liquidators: 1986–1993]. *Medical Radiology and Radiation Safety*, no 4, pp. 3–7.
3. Kozarezova T.I., Slobozhanina E.I., Kozlova N.M. i dr. (1993) Kolichestvenno-funkcional'naja, metabolicheskaja i fiziko-himicheskaja harakteristika jeritrona u detej, podvergshihsj dejstvu jekzo- i jendogennoho ionizirujushhego izlucheniya v uslovijah Belarusi [Quantitative and functional, metabolic and physical-chemical characteristics erythron in children exposed to the action of exogenous and endogenous ionizing radiation in conditions of Belarus]. *Pediatrics*, no 4, pp. 74–77.
4. Bandazhevskij Ju.I., Vuevskaja I.V., Bandazhevskaja G.S. i dr. (1997) Immuno-gematologicheskie aspekty detskogo organizma pri vozdeystvii inkorporirovannyh radionuklidov [Immuno-hematological aspects of the child's body under the influence of incorporated radionuclides]. *Strukturno-funkcional'nye jeffekty inkorporirovannyh v organizm radionuklidov* [Structural and functional effects are incorporated into the body of radionuclides], Gomel': Gomel'skij gosudarstvennyj medicinskij institute, pp. 98–110.
5. Ju.I., Lelevich V.V., Strelko V.V. i dr. (1995) *Kliniko-jeksperimental'nye aspekty vlijaniya inkorporirovannyh radionuklidov na organizm* [Clinical and experimental aspects of effect of

- incorporated radionuclides on the body]. Gomel': Gomel'skij gosudarstvennyj medicinskij institute. (in Russian)
6. Bandazhevskij Ju.I. (2011) Sindrom inkorporirovannyh dolgozhivushhih radionuklidov [The syndrome of long-lived radionuclides incorporated]. [Chernobyl 25 years: incorporated radionuclides Cs-137 and human health], Kiev: Koordinacionnyj analiticheskij centr «Jekologija i zdorov'e», pp. 123-137.
 7. Shmidt E.F., Serov A.V. (2005) Tajny semejstva CRICETIDAE [Family secrets CRICETIDAE]. *Biomedical*, no 1, pp. 52-66.
 8. Bandazhevskij Ju.I., Fomchenko N.E. (1996) Patomorfologija pochek i pečeni u laboratornyh zhivotnyh pri vozdejstvii radionuklidov i jenterosorbent [Pathology kidney and liver in laboratory animals when exposed to radionuclides and enterosorbents]. *Chernobyl': Jekologija i zdorov'e*, no 3, pp. 49-52.
 9. Pokatilov Ju.G. (1993) *Biogeoхимija biosfery i mediko-biologičeskie problem* [Biogeochemistry of the biosphere and biomedical problems]. Novosibirsk: Nauka. (in Russian)

Поступила в редакцию 02.11.2014
Контакты: yuri.by375@gmail.com