

ГІГІЕНА І ЕКОЛОГІЯ

УКД 613.1;614.7

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

*Ю.И.Бандажевский, **Н.Ф.Дубовая, *В.В.Швартау,
**И.П. Козярин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ С ЛАБОРАТОРНЫМИ ЖИВОТНЫМИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА СИСТЕМУ КРОВЕТВОРЕНИЯ

*Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, г. Киев,

**Национальная медицинская академия последипломного образова-
ния имени П.Л. Шупика, г. Киев

Вступление. В ранее проведенных исследованиях показаны нарушения гемопоэза у детей в 1992-1995 гг., проживающих на РЗТ с плотностью загрязнения ^{137}Cs 15-40 $\text{Ки}/\text{км}^2$ и в эксперименте - при кормлении лабораторных животных зерном овса с удельной активностью ^{137}Cs - 445,7 $\text{Бк}/\text{кг}$.

Цель. 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, выращенное на РЗТ в 2011 г.

Методы. Радиометрический, физико-химический, гематологический, математи-
ко-статистический.

Результаты. Установлено достоверное снижение абсолютного числа эритроцитов, уровня содержания гемоглобина, увеличение относительного числа эозинофильных лейкоцитов в крови 45-дневных детенышей подопытной группы, в сравнении с контролем, а также уменьшение уровня эссенциальных элементов – Fe, Se, B, P, V в печени животных подопытной группы. Выявлена отрицательная корреляционная зависимость между количеством лейкоцитов в периферической крови и количеством Ba в печени животных ($r_s = -0,733$, $p < 0,05$) подопытной группы.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что 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 системы гемопоэза.

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

ВСТУПЛЕНИЕ

В первое десятилетие после аварии на Чернобыльской атомной станции (ЧАЭС), на радиоактивно загрязненных территориях (РЗТ), нарушения со стороны кроветворной системы, регистрировались как у взрослого, так и 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 Ки/км², 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 гемопозза 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 их распада (в частности для ^{137}Cs – барий), эссенциальные и неэссенциальные химические элементы. Сель-скохозияственные 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, находящегося в настоящее время в окружающей среде.

Цель работы - изучение состояния гемопозза, 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.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эксперимент проводился на сирийских хомячках (*Mesocricetus auratus*), обладающих относительно коротким периодом беременности (16 суток) 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 гр.) подопытной группы, получавших в течение всего периода беременности и лактации стандартный пищевой рацион вивария, который включал зерно овса (20 граммов в сутки 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 гр.), 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 ICP-спектрометрии на эмиссионном спектрометре ICA6300 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 ИХ 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 12,6 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 Ba, Mn, Sr составило 3,597 мг/кг; 96,63 мг/кг; 2,889 мг/кг, что в 1,9-2,05 раза было выше содержания указанных элементов в пробе зерна № 2 (1,867 мг/кг; 46,94 мг/кг; 1,473 мг/кг, соответственно). Таким образом, по сравнению с контролем, беременные и лактирующие животные подопытной группы получали корм со значительным превышением уровня ^{137}Cs и химических элементов Ba, Mn, 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 P, B, 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 Ba 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.

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/час | 1,70 ± 0,30 | 1,80 ± 0,30 |
| Лейкоциты, тыс./мкл | 6,48 ± 0,63 | 7,19 ± 1,17 |
| Эозинофилы, % | 0,80 ± 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

Содержанию 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* | 97,36 ± 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.

Кроме этого, в исследуемом зерне обнаружены значительные количества Ва, являющегося продуктом распада ^{137}Cs .

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 Ва в печени, свидетельствует о негативном влиянии ^{137}Cs , и продукта его распада (Ва), 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 т.ч. на стадии поступления, учитывая патологические изменения, возникающие в желудочно-кишечном тракте и печени под воздействием радиационного фактора [5, 8]. В тоже 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, в том числе системы гемопоэза [10].

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 ^{137}Cs . 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 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

1. 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.

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

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

Литература

1. Результаты скрининговых гематологических и цитохимических исследований крови 906 детей, проживающих в Брянской области в местах с разной плотностью загрязнения почвы цезием-137 и стронцием-90 / Р.В. Ленская, А.И. Пивоварова, А.Г. Лукьянова [и др.] // Гематология и трансфузиология. - 1995. - № 6. - С. 30-34.

2. Динамическое исследование показателей крови населения загрязненных радионуклидами территорий Калужской области и ликвидаторов: 1986-1993 гг. / А.Ф. Цыб, С.Е. Хант, Е.Г. Матвеевко [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. - 1996. - № 4. - С. 3-7.

3. Количественно-функциональная, метаболическая и физико-химическая характеристика эритронов у детей, подвергшихся действию экзо- и эндогенного ионизирующего излучения в условиях Беларуси / Т.И. Козарезова, Е.И. Слобожанина, Н.М. Козлова [и др.] // Педиатрия. - 1993. - № 4. - С. 74-77.

4. Иммуно-гематологические аспекты детского организма при воздействии инкорпорированных радионуклидов / Ю.И. Бандажевский, И.В. Вуевская, Г.С. Бандажевская [и др.] // Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов: под ред. проф. Ю.И. Бандажевского. - Гомель. - 1997. - С. 98-110.

5. Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм: монография / под ред. Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича. - Гомель. - 1995. - 173 с.

6. Бандажевский Ю.И. Синдром инкорпорированных долгоживущих радионуклидов/Ю.И. Бандажевский//Чернобыль 25 лет: Инкорпорированные радионуклиды Cs-137 и здоровье людей: под ред. проф. Ю.И. Бандажевского. - К.: Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», 2011. - С. 123-137.

7. Шмидт Е.Ф. Тайны семейства CRICETIDAE / Е.Ф. Шмидт, А.В. Серов // Биомедицина. - 2005. - № 1. - С. 52-66.

8. Бандажевский Ю.И. Патоморфология почек и печени у лабораторных животных при воздействии радионуклидов и энтеросорбентов / Ю.И. Бандажевский, Н.Е. Фомченко // Чернобыль: Экология и здоровье. - 1996. - № 3. - С. 49-52.

9. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия биосферы и медико-биологические проблемы / Ю.Г. Покатилов. - Новосибирск: Наука, 1993. - 168 с.

10. Процессы антенатального и постнатального развития сирийских хомячков в условиях воздействия радиационно-химического фактора в составе пищевого продукта – зерна овса, выращенного на территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС / Ю.И. Бандажевский, Н.Ф. Дубовая, В.В. Швартау, И.П. Козярин // Сб. научных трудов сотруд. НМАПО им. П.Л. Шупика. - К. - 2013. - С. 110-118.

Ю.І.Бандажевський, Н.Ф.Дубова, В.В.Швартау, І.П.Козярін

Використання експериментальної моделі з лабораторними тваринами для оцінки впливу радіаційно-хімічного фактору на систему кровотворення

**Інститут фізіології рослин та генетики НАН України,
Національна медична академія післядипломної освіти
імені П.Л.Шупика**

Вступ. У проведених раніше дослідженнях (1992-1995 рр.) були показані порушення гемопоезу у дітей, які мешкали на РЗТ зі щільністю забруднення ^{137}Cs 15-40 Ки/км², а також в експерименті - при годуванні лабораторних тварин зерном вівса з питомою активністю ^{137}Cs - 445,7 Бк/кг.

Мета. Вивчення стану гемопоезу, з урахуванням визначення вмісту хімічних елементів в тканині печінки, у потомства лабораторних тварин - сирійських хом'ячків, які отримували у період вагітності та лактації в складі харчового раціону зерно вівса, вирощене на РЗТ у 2011 р.

Методи. Радіометричний, фізико-хімічний, гематологічний, математико-статистичний.

Результати. Встановлено достовірне зниження абсолютного числа еритроцитів, рівня вмісту гемоглобіну, збільшення відносного числа еозинофілних лейкоцитів у крові 45-денних дитинчат піддослідної групи, у порівнянні з контролем, а також зменшення рівня есенціальних елементів - Fe, Se, B, P, V в печінці тварин піддослідної групи. Виявлено негативний кореляційний зв'язок між рівнем лейкоцитів у периферичній крові і кількістю Ba в печінці тварин ($r_s = - 0,733$, $p < 0,05$) піддослідної групи.

Висновки. Отримані результати свідчать про те, що вплив радіаційно-хімічного чинника у період внутрішньоутробного та раннього постнатального розвитку організму сприяє формуванню поліелементній недостатності есенціальних елементів в дорослому стані, і як наслідок - порушенню функціонування системи гемопоезу.

Ключові слова: радіаційно-хімічний фактор, сирійські хом'яки, гематологічні показники, радіоактивно забруднені території, аварія на ЧАЕС.

Yu. Bandazhevskiy, N. Dubova, V. Schwartz, I. Koziarin

Use of an experimental model with laboratory animals to evaluate the effect of a radiation-chemical factor on the hematopoietic system

Institute physiology plants and genetics NAS of Ukraine,

Shupyk National Medical Academy of postgraduate education

Introduction. 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 in 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, taking into account chemical element concentrations in the liver tissue of 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 of 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.

Conclusions. The obtained results testify that the radiation-chemical effect during the prenatal and early postnatal development of an organism contributes to multi-element deficiency of essential elements in adulthood and following hematopoietic system disorders.

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

Ведомости об авторах:

Бандажевский Юрий Иванович - д. мед. н., профессор, куратор научных программ координационного аналитического центра «Экология и здоровья» Института физиологии растений и генетики НАН Украины.

Дубовая Наталья Федоровна - к. мед. н., доцент кафедры гигиены питания, детей и подростков НМАПО имени П.Л. Шупика. Адресс: Киев, ул. Дорогожицкая, 9.

Швартау Виктор Валентинович - д. биол. н., член-корр. НАН Украины, заместитель директора Института физиологии растений и генетики НАН Украины. Адресс: Киев, ул. Васильковская, 31/17.

Козярин Иван Петрович - д. мед. н., профессор, зав. кафедрой гигиены питания и гигиены детей и подростков НМАПО имени П.Л. Шупика. Адресс: Киев, ул. Дорогожицкая, 9, тел.: (044) 205-49-92.

УДК 613.471:628.1.034:373

© КОЛЕКТИВ АВТОРІВ, 2014

*А.І.Бурлака**, *С.І.Гаркавий**, *М.М.Коршун**,
*О.В.Сурмашева***, *А.І.Міхійснкова***, *І.М.Філатова**

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЕПІДЕМІЧНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ ВОДИ ПЛАВАЛЬНИХ БАСЕЙНІВ ПРИ НАВЧАЛЬНО- ВИХОВНИХ ЗАКЛАДАХ

*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця,

**ДУ «Інститут гігієни та медичної екології імені О.М. Марзєєва НАМНУ»

Вступ. Першочергову роль у забезпеченні епідемічної безпеки води в плавальному басейні (ПБ) відіграє контроль за мікробіологічними показниками, при недотриманні яких підвищується ризик виникнення інфекційних захворювань серед відвідувачів.

Мета. Гігієнічна оцінка якості води ПБ при навчально-виховних закладах (НВЗ) за санітарно-мікробіологічними показниками епідемічної безпеки.

Матеріали та методи. Проведено поглиблене санітарне обстеження 5 ПБ при НВЗ з різними методами знезаражування води: хлорування, хлорування з озонуванням, хлорування з ультрафіолетовим (УФ) опроміненням та хлорування з бромуванням. Здійснено бактеріологічне дослідження якості води (40 проб з кожного ПБ) та статистичну обробку отриманих результатів.