

УДК 614.876+599+611.7

А.Ж. САИМОВА

Государственный медицинский университет, г. Семей, Республика Казахстан

## ИЗМЕНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПОСЛЕ БЕТА- И ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ



После ядерной аварии на Чернобыльской АЭС ликвидаторы подверглись воздействию радиации. Согласно показателям индивидуальных дозиметров, доза не превышала 0,25 Гр. У ликвидаторов наблюдались нейроэндокринные, неврологические, иммунные и психосоматические нарушения, но при этом лучевой болезни обнаружено не было. Нам известно, что во время ядерных испытаний, а также при авариях на АЭС после нейтронной активации частиц почвенной пыли образуются бета- и гамма-излучающие радионуклиды. С учетом периода полураспада элемента интерес представляли  $^{56}\text{Mn}$  и  $^{60}\text{Co}$ .

**Цель исследования.** Оценить двигательную активность млекопитающих после воздействия бета- и гамма-излучением.

**Материал и методы.** Данный эксперимент проводился на белых крысах породы "Wistar". Экспериментальные животные были поделены на 4 группы: I -  $^{56}\text{Mn}$ , II -  $\text{MnO}_2$ , III -  $^{60}\text{Co}$  и IV - контроль. Всего 16 крыс.  $^{56}\text{Mn}$  и  $\text{MnO}_2$  распыляли над экспериментальными животными. Доза внутреннего облучения группы  $^{56}\text{Mn}$  составила  $0.041 \pm 0.0075$  Гр. Третью группу подвергли прямому облучению  $^{60}\text{Co}$  в дозе 2 Гр, четвертая – интактная.

Был разработан новый метод определения локомоторной активности крыс, основанный на количественном подсчете движений. Полученные данные анализировались с помощью программы SPSS 20.

**Результаты и обсуждение.** Сравнимые пре- и пост-тесты показали следующие результаты. В группах  $^{56}\text{Mn}$  ( $Z = -0,841$ ,  $p = 0,4$ ),  $\text{MnO}_2$  ( $Z = -0,730$ ,  $p = 0,4$ ) и в контрольной ( $Z = -0,560$ ,  $p = 0,5$ ) изменения со стороны локомоторной активности не наблюдались. Достоверно значимые изменения были зарегистрированы в группе III- $^{60}\text{Co}$  ( $Z = -1,826$ ,  $p = 0,03$ ).

**Вывод.** Изменения в двигательной активности были обнаружены только в третьей группе после воздействия гамма-облучением ( $^{60}\text{Co}$ ) в сублетальной дозе.

**Ключевые слова:** эксперимент, ионизирующее излучение, двигательная активность, крысы.

Радиационное воздействие на живой организм происходит вследствие испытания ядерного оружия; аварии на АЭС; от выбросов радиоактивной промышленности, работающей с переработкой ядерных продуктов; диспергирование радиоактивных веществ.

Если дозу ионизирующего излучения (ИО) от выбросов промышленности человечество может контролировать, то дозу ИО вследствие аварии проконтролировать не удается [5].

Atsuki Niyaama и др. изучали воздействие малых доз ИО на постоянных обитателей префектуры Фукусима, голубых бабочек и пришли к выводу, что малые дозы значимо влияют на генетический аппарат и способствуют снижению выживаемости данного вида [6, 7, 8, 9].

После ядерной аварии на Чернобыльской АЭС ликвидаторы подверглись воздействию радиации. Согласно показателям индивидуальных дозиметров доза не превышала 0,25 Гр, что соответствует малым дозам облучения. У ликвидаторов наблюдались нейроэндокринные, неврологические, иммунные и психосоматические нарушения, но при этом лучевой болезни обнаружено не было [1].

Во время ядерных испытаний, а также при авариях на АЭС в результате нейтронной активации химических элементов в составе почвы в нижних слоях атмосферы об-

разуются бета- и гамма-излучающие радионуклиды [4]. С учетом периода полураспада элемента интерес представляли  $^{56}\text{Mn}$  и  $^{60}\text{Co}$  [4, 10].

Исходя из этого, цель исследования - оценить двигательную активность млекопитающих после воздействия бета- и гамма-излучением.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Данный эксперимент проводился в два этапа: 1) распыление активированного порошка, то есть моделирование атомной бомбы и 2) регистрация локомоторной активности.

В качестве материала использовали белые лабораторные крысы породы "Wistar". Экспериментальные животные были поделены на 4 группы: I -  $^{56}\text{Mn}$ , II -  $\text{MnO}_2$ , III -  $^{60}\text{Co}$ , IV - контроль. Всего 16 крыс.

$^{56}\text{Mn}$  и  $\text{MnO}_2$  распыляли над экспериментальными животными в специальном боксе.

$^{56}\text{Mn}$  был получен путем нейтронной активации порошкообразного  $\text{MnO}_2$  на ядерном реакторе ИВГ.1М (экспериментальная установка «Байкал -1», г. Курчатова).

Начальная активность активированного порошка  $^{56}\text{Mn}$  была равна  $2,74 \times 10^8$ , из-за принудительной вентиляции

**Контакты:** Саимова Айсулу Жумабаевна, PhD докторант ГМУ г. Семей, Тел.: + 7 777 749 99 46, e-mail: aisulu626@gmail.com

**Contacts:** Aisulu Zhumabaeva Saimova, PhD doctoral student of the State Medical University of Semey c. Ph.: + 7 777 749 99 46, e-mail: aisulu626@gmail.com

доза внутреннего облучения была равна  $0,041 \pm 0,0075$  [4, 10, 13].

Третья группа подверглась прямому облучению  $^{60}\text{Co}$  в дозе 2 Гр (табл. 1). Четвертая – интактная.

Таблица 1 - Распределение крыс в эксперименте

Группа	Дозы в Гр	Количество животных
I - $^{56}\text{Mn}$	$0,041 \pm 0,0075$	4
II - $\text{MnO}_2$	0	4
III - $^{60}\text{Co}$	2	4
IV - контроль	0	4

Был разработан новый метод определения локомоторной активности крыс, основанный на количественном подсчете движений [2, 3, 13]. Полученные данные анализировались с помощью программы SPSS 20, критерий Уилкоксона для связанных выборок. Статистически значимыми считали различия при значениях  $p < 0,05$ .

Перед началом эксперимента было получено одобрение Этического комитета Государственного медицинского университета г. Семей.

Во время проведения эксперимента были соблюдены все правила доклинических исследований (Приказ министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 29 мая 2015 года №415) [12], а также все требования Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18 марта 1986 г.). После окончания эксперимента млекопитающие были умерщвлены методом декапитации с применением «кетамина» [11].

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Сравниваемые пре- и пост-тесты показали следующие результаты. В группах  $^{56}\text{Mn}$  ( $Z = -0,841$ ,  $p = 0,4$ ),  $\text{MnO}_2$  ( $Z = -0,730$ ,  $p = 0,4$ ) и в контрольной ( $Z = -0,560$ ,  $p = 0,5$ ) изменения со стороны локомоторной активности не наблюдались. Достоверно значимые изменения были зарегистрированы в группе III- $^{60}\text{Co}$  ( $Z = -1,826$ ,  $p = 0,03$ ). Данные по двигательной активности показаны в графике 1.

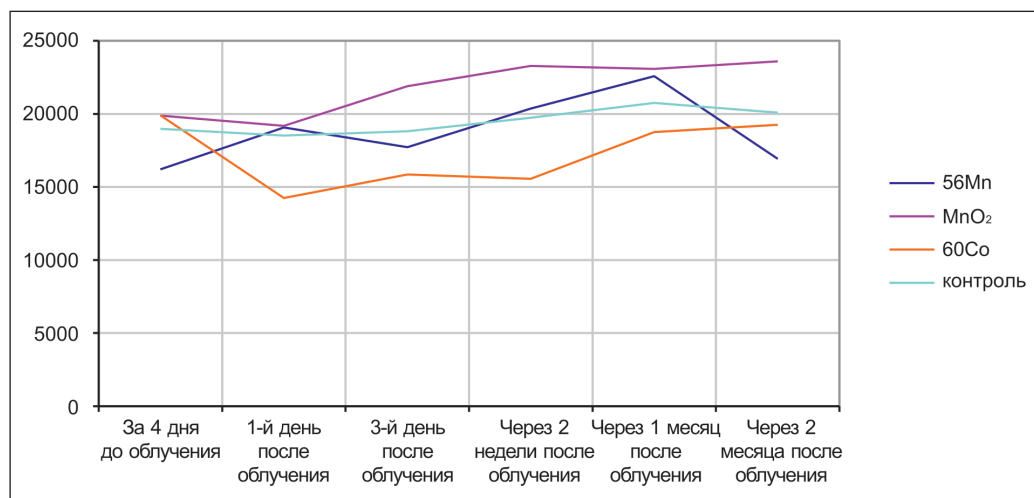


График 1 - Локомоторная активность млекопитающих

**ВЫВОД**

Изменения в двигательной активности были обнаружено только в третьей группе, после воздействия гамма-облучением ( $^{60}\text{Co}$ ) в сублетальной дозе.

*Прозрачность исследования*

Исследование не имело спонсорской поддержки. Автор несет полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

*Декларация о финансовых и других взаимоотношениях*

Автор не получал гонорар за статью.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Krasnov V., Kryukov V., Samedova E., Emelianova I., Ryzhova I. Early Aging in Chernobyl Clean-Up Workers: Long-Term Study // BioMed research international. – 2015. – Vol. 948473. doi: 10.1155/2015/948473
- 2 Степаненко В.Ф., Рахыпбеков Т.К., Каприн А.Д. и др. Облучение экспериментальных животных активированной нейтронами радиоактивной пылью: разработка и реализация метода – первые результаты международного многоцентрового исследования // Радиация и риск. – 2016. - №4(25). – С. 111-124
- 3 Саимова А.Ж., Жумадилов К.Ш., Чайжунусова Н.Ж. и др. Методика определения локомоторной активности крыс // Наука и Здравоохранение. – 2016. - №6. – С. 89-97
- 4 Рационализаторское предложение №224 «Способ определения локомоторной активности крыс», 2016. <http://ssmu.kz>
- 5 Степаненко В.Ф. Разработка и применение методов индивидуальной ретроспективной дозиметрии населения для оценки последствий крупномасштабных радиационных аварий: дисс. ... докт. биол. наук: 03.01.01. – Обнинск, 2009. – 371 с.
- 6 Hiyama A., Nohara C., Taira W., Kinjo S., Iwata M., Otaki J.M. The Fukushima nuclear accident and the pale grass blue butterfly: evaluating biological effects of long-term low-dose exposures // BMC evolutionary biology. – 2013. – No. 13. – P. 168. doi:10.1186/1471-2148-13-168
- 7 Hiyama A., Taira W., Nohara C., Iwasaki M., Kinjo S., Iwata M., Otaki J.M. Spatiotemporal abnormality dynamics of the pale grass blue butterfly: three years of monitoring (2011-2013) after the Fukushima nuclear accident // BMC evolutionary biology. – 2015. – Vol. 15. – P. 15. doi: 10.1186/s12862-015-0297-1
- 8 Hiyama A., Nohara C., Kinjo S., Taira W., Gima Sh., Tanahara A., Otaki J.M. The biological impacts

of the Fukushima nuclear accident on the pale grass blue butterfly // *Scientific reports*. – 2012. – No. 2. – P. 570. doi:10.1038/srep00570

9 Hiyama A., Taira W., Otaki J.M. Color-Pattern Evolution in Response to Environmental Stress in Butterflies // *Frontiers in genetics*. – 2012. – Vol. 3. – P. 15. doi:10.3389/fgene.2012.00015

10 Stepanenko V., Rakhypbekov T., Otani K. et al. Internal exposure to neutron – activated <sup>56</sup>Mn dioxide powder in Wistar rats: part 1: dosimetry // *Radiat Environ Biophys*. – 2017. – Vol. 56. – P. 47–54. DOI 10.1007/s00411-016-0678-x

11 Саимова А.Ж., Чайжунусова Н.Ж., Кайрханова Ы.О., Узбеков Д.Е., Хоши М. Влияние ионизирующего излучения на локомоторную активность и массу крыс // *Georgian Medical News*. – 2017. - №2(263). – С. 93-99

12 Закон об утверждении Правил проведения доклинических (неклинических) исследований биологически активных веществ. Утверждены приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 19 ноября 2009 года №745. URL: <http://egov.kz>

13 Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях. Парграф. <http://online.zakon.kz>

#### REFERENCES

1 Krasnov V, Kryukov V, Samedova E, Emelianova I, Ryzhova I. Early Aging in Chernobyl Clean-Up Workers: Long-Term Study. *BioMed research international*. 2015;948473. doi: 10.1155/2015/948473

2 Stepanenko VF, Rakhypbekov TK, Kaprin AD. Irradiation of laboratory animals by neutron activated dust: development and application of the method – first results of international multicenter study. *Radiatsiya i risk = Radiation and risk*. 2016;4(25):111-24 (In Russ.)

3 Saimova AZh, Zhumadilov KSh, Chaizhunusova NZh. et al. Methods of determining the locomotor activity of rats. *Nauka i Zdravookhranenie = Science & Healthcare*. 2016;6:89-97 (In Russ.)

4 *Ratsionalizatorskoe predlozhenie № 224 «Sposob opredelenie lokomotornoi aktivnosti krys»* [Efficiency suggestion № 224 Methods of determining the locomotor activity of rats]. 2016. Available from: <http://ssmu.kz>

5 Stepanenko VF. *Razrabotka i primeneniye metodov individual'noi retrospektivnoi dozimetrii naseleniya dlya otsenki posledstviy krupnomasshtabnykh radiatsionnykh avarii*. *Disser. dokt. biol. Nauk. 03.01.01*. [Development and application of methods for individual retrospective dosimetry of the population to assess the consequences of large-scale radiation accidents. The dissertation of the Doctor of Biological Sciences: 03.01.01.]. Obninsk; 2009. P. 371

6 Hiyama A, Nohara C, Taira W, Kinjo S, Iwata M, Otaki JM. The Fukushima nuclear accident and the pale grass blue butterfly: evaluating biological effects of long-term low-dose exposures. *BMC evolutionary biology*. 2013;13:168. doi:10.1186/1471-2148-13-168

7 Hiyama A, Taira W, Nohara C, Iwasaki M, Kinjo S, Iwata M, Otaki JM. Spatiotemporal abnormality dynamics of the pale grass blue butterfly: three years of monitoring (2011-2013) after the Fukushima nuclear accident. *BMC evolutionary biology*. 2015;15:15. doi: 10.1186/s12862-015-0297-1.

8 Hiyama A, Nohara C, Kinjo S, Taira W, Gima Sh, Tanahara A, Otaki JM. The biological impacts of the Fukushima nuclear accident on the pale grass blue butterfly. *Scientific reports*. 2012;2:570. doi:10.1038/srep00570

9 Hiyama A, Taira W, Otaki JM. Color-Pattern Evolution in Response to Environmental Stress in Butterflies. *Frontiers in genetics*. 2012;3:15. doi:10.3389/fgene.2012.00015

10 Stepanenko V, Rakhypbekov T, Otani K, et al. Internal exposure to neutron – activated <sup>56</sup>Mn dioxide powder in Wistar rats: part 1: dosimetry. *Radiat Environ Biophys*. 2017;56:47–54. DOI 10.1007/s00411-016-0678-x

11 Saimova AZh, Chaizhunusova NZh, Kairkhanova YO, Uzbekov DE, Khoshi M. Influence of ionizing radiation on the locomotor activity and body weight of rats. *Georgian Medical News*. 2017;2(263):93-9

12 *Zakon ob utverzhenii Pravit provedeniya doklinicheskikh (neklinicheskikh) issledovaniy biologicheskii aktivnykh veshchestv. Utverzhdenny prikazom Ministra zdravookhraneniya Respubliki Kazakhstan ot 19 noyabrya 2009 goda № 745* [The law on the approval of Rules of carrying out pre-clinical (non-clinical) research of biologically active substances. Approved by the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan 19/11/2009 № 745]. Available from: <http://egov.kz>

13 *Evropeiskaya konvetsiya o zashchite pozvonochnykh zhivotnykh, ispolzuemykh dlya eksperimentov ili v inykh nauchnykh tselyakh* [European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes]. Available from: <http://online.zakon.kz>

#### ТҰЖЫРЫМ

**А.Ж. САИМОВА**

*Мемлекеттік медицина университеті, Семей қ.*

#### **БЕТА- ЖӘНЕ ГАММА-СӘУЛЕЛЕНДІРУМЕН ӘСЕР ЕТКЕННЕН КЕЙІН СҮТҚОРЕКТИЛЕРДІҢ ҚОЗҒАЛЫС БЕЛСЕНДІЛІГІНІҢ ӨЗГЕРУІ**

Чернобыльдің атомдық электростанциясында болған апаттан кейін зардаптарын жоюшылар сәулеленуге тап болды. Олардың жеке дара дозиметрлерінің көрсеткіштеріне сәйкес доза 0,25 Гр-ден асқан жоқ. Ликвидаторларда нейроэндокринді, неврологиялық, иммундық және психосоматикалық бұзылыстар байқалды, бірақ сәуле ауруы анықталған жоқ. Бізге ядролық сынақтар мен атомдық реакторлардың апаттары кезінде топырақ шаңы нейтронды белсендірілгеннен кейін бета- және гамма-сәулелендіруші радионуклидтер пайда болатыны белгілі. Жартылай ыдырау кезеңін ескере отырып <sup>56</sup>Mn и <sup>60</sup>Co радиобелсенді элементтер қызығушылық танытты.

**Зерттеудің мақсаты.** Бета- және гамма-сәулелендірумен әсер еткеннен кейін сүтқоректілердің қозғалыс белсенділігіндегі өзгерістерді бақылап тіркеу.

**Материал және әдістері.** Бұл эксперимент “Wistar” тұқымдасты ақ егеуқұйрықтарға жүргізілді. Эксперименталді жануарлар 4 топқа бөлінді: I-<sup>56</sup>Mn, II-MnO<sub>2</sub>, III-<sup>60</sup>Co және IV -бақылау. Барлығы 16 егеуқұйрық қатысты. <sup>56</sup>Mn және MnO<sub>2</sub> ұнтағын жануарлардың үстінен тозаңдатты. <sup>56</sup>Mn ішкі сәулеленудің дозасы 0.041±0.0075 Гр тең болды. Үшінші топқа тікелей сәулелену жүргізілді, ал төртінші топ - интакты.

Егеуқұйрықтардың қозғалыс белсенділігін анықтау үшін, қозғалыс белсенділігін сандық талдау негізінде жаңа әдіс құрастырылды. Алынған мәліметтер SPSS 20 компьютерлік бағдарламаның көмегімен сарапталды.

**Нәтижелері және талқылауы.** Салыстырылатын алдын ала және кейінгі сынаулар келесідей нәтижелер көрсетті. <sup>56</sup>Mn (Z = -0,841, p = 0,4), MnO<sub>2</sub> (Z = -0,730, p = 0,4) және бақылау (Z = -0,560,

$p = 0,5$ ) топтарында қозғалғыштық жағынан ешқандай өзгеріс анықталған жоқ. Сенімді өзгерістер III- $^{60}\text{Co}$  тобында тіркелді ( $Z = -1,826$ ,  $p = 0,003$ ).

**Қорытынды.** Гамма-сәулеленудің ( $^{60}\text{Co}$ ) сублетальдық дозамен әсер еткеннен кейін тірек-қимыл қызметі жағынан өзгерістер байқалды.

**Негізгі сөздер:** эксперимент, иондалған сәулелену, қозғалғыштықтың белсенділігі, егеуқұйрықтар.

#### SUMMARY

**A.Zh. SAIMOVA**

*State Medical University, Semey c., Republic of Kazakhstan*

#### CHANGES OF LOCOMOTOR ACTIVITY OF MAMMALS AFTER EXPOSURE OF BETA- AND GAMMA-RADIATION

After the nuclear accident at the Chernobyl nuclear power plant, the liquidators were exposed to radiation. According to the indices of individual dosimeters, the dose did not exceed 0.25 Gy. The liquidators had neuroendocrine, neurological, immune and psychosomatic disorders, but radiation sickness was not found. We know that during nuclear tests, as well as in accidents at nuclear power plants, after neutron activation of particles of soil dust, beta and gamma-emitting radionuclides are formed. Taking

into account the half-life of the element was used  $^{56}\text{Mn}$  and  $^{60}\text{Co}$ .

Aim of the study observation of locomotor activity of mammals after exposure to beta- and gamma- radiation.

**Material and methods.** This experiment was conducted on white rats of the "Wistar" breed. Experimental animals were divided into 4 groups: I- $^{56}\text{Mn}$ , II- $\text{MnO}_2$ , III- $^{60}\text{Co}$  and IV-control. In total were 16 rats.  $^{56}\text{Mn}$  and  $\text{MnO}_2$  were sprayed over the experimental animals. The dose of internal irradiation in the group of  $^{56}\text{Mn}$  was  $0.041 \pm 0.0075$ . The third group was exposed to direct irradiation of  $^{60}\text{Co}$  in a dose of 2 Gy, fourth group was intact.

Was developed a new method to determine the locomotor activity of rats, what is based on quantitative counting of movements. The data were analyzed using the software of SPSS 20.

**Results and discussion.** Comparable pre- and post-tests showed the following results. The groups of  $^{56}\text{Mn}$  ( $Z = -0.841$ ,  $p = 0.4$ ),  $\text{MnO}_2$  ( $Z = -0.730$ ,  $p = 0.4$ ) and control ( $Z = -0.560$ ,  $p = 0.5$ ) were not observed changes of locomotor activity. Significantly changes were registered in the group of III- $^{60}\text{Co}$  ( $Z = -1.826$ ,  $p = 0.03$ ).

**Conclusions.** Changes in locomotor activity of rats were detected after influence with sublethal dose of gamma irradiation ( $^{60}\text{Co}$ ).

**Key words:** experiment, ionizing radiation, locomotor activity, rats.

Для ссылки: Саимова А.Ж. Изменения двигательной активности у млекопитающих после бета- и гамма-облучения // *Medicine (Almaty)*. – 2017. – No 6 (180). – P. 90-93

Статья поступила в редакцию 12.04.2017 г.

Статья принята в печать 12.06.2017 г.