

*Алдашукуров Ы.А., Станбаев О.Т.*

**РАДИОНУКЛИДТЕР МЕНЕН КЫЧКЫЛТЕК  
ЖЕТИШСИЗДИГИНИН ЖАНЫБАРЛАРДЫН БҮГҮҮЧҮ ЖАНА  
КАРМООЧУ РЕФЛЕКСТЕРИНЕ ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ**

*Алдашукуров Ы.А., Станбаев О.Т.*

**СОЧЕТАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИОНУКЛИДОВ  
И ГИПОКСИИ НА ХВАТАТЕЛЬНЫЕ И СГИБАТЕЛЬНЫЕ  
РЕФЛЕКСЫ ЖИВОТНЫХ**

*Y.A. Aldashukurov, O.T. Stanbaev*

**COMBINET EXPOSURE OF RADIONUCLIDES AND HYPOXIA  
TO FLEXIBLE AND SATURIOUS ANIMAL REFLEXES**

УДК: 616.61.130-616.8-053.2-084(07)

Макалада радиоэкология жана радиобиологиянын илимий жана практикалык маанидеги маселелери каралган. Уран калдыктары көмүлгөн шахталардын ордунда – курчап турган чөйрөнү булгоочу радиоактивдүү элементтер, аэрозоль түрүндө абага кошулуп, шамал аркылуу жер бетине таркайт. Натыйжада азыктануу чынжыры (суу → өсүмдүктөр → жаныбарлар → адам) аркылуу адам организмине түшүп, акырындык менен топтолуп ден-соолук үчүн терс таасирин тийгизет. Радиоактивдүү элементтер менен булганган Майлуу-Суу дарыясы Фергана өрөөнү аркылуу өтүп Кара-Дарыя жана Сыр-Дарыялар менен биригет. Изилдөөлөрдүн жыйынтыгында Кыргызстанда - 26 миң, Өзбекстанда - 2 млн дон ашуун, Казакстанда - 900 миң жана Тажикстанда - 700 миң адам экологиялык зыяндуу аймактарда отурукташкан. Жүргүзүлгөн изилдөөнүн негизинде урандын радиоактивдүү элементтеринин 10 мг/кг өлчөмүндө келемиштердин рефлектордук ишмердүүлүгүн төмөндөтүп баш мээсине ууландыруучу таасир берери аныкталды. Изилдөөнүн натыйжасында кычкылтектин жетишсиздиги же бийиктик организм үчүн радиациялык ууланудан коргоочу касиетке ээ экендиги далилденди.

**Негизги сөздөр:** радиоактивдүү элементтер, кычкылтектин жетишсиздиги, радиоэкология, бүгүүчү рефлекс, кармоочу рефлекс, жаныбарлар, таасири.

В данной статье рассмотрены проблемы радиоэкологии и радиобиологии, которые имеют большое научно-практическое значение. При ветровой эрозии уран попадает в виде аэрозолей в воздух, вымывается осадками (особенно кислотными) и попадает на те участки поверхности, где его раньше не было. К тому же в «хвостах» после извлечения урана оказывается

большая часть дочерних продуктов распада урана – опасных загрязнителей окружающей среды. В итоге радиоактивные элементы через пищевую цепочку: вода → растения → животные попадают в организм человека, и постепенно накапливаясь, оказывают отрицательное воздействие на его здоровье. Анализ показывает, что в зоне экологической угрозы находятся 26 тыс. человек в Кыргызстане, более 2 млн. человек в Узбекистане, 900 тыс. в Казахстане и 700 тыс. в Таджикистане, учитывая, что зараженные радионуклидами водотоки реки Майлуу-Суу протекают по Ферганской долине и соединяются с крупными реками Карадарья и Сырдарья. На основе проведенного исследования установлено, что радионуклиды урана из расчета 10 мг/кг обладают нейротоксическими свойствами, оказывая угнетающее действия на сгибательные и хватательные рефлексы лабораторных крыс. А также установлен выраженный защитный эффект гипоксии при попадании радионуклидов урана в организм животных.

**Ключевые слова:** радиоактивные элементы, гипоксия, радиоэкология, сгибательный рефлекс, хватательный рефлекс, животные, воздействие.

This article discusses the problems of radioecology and radiobiology, which are of great scientific and practical importance. During wind erosion, uranium enters the form of aerosols in the air, is washed away by precipitation (especially acidic) and falls on those parts of the surface where it was not there before. Moreover, in the "tails" after the extraction of uranium is a large part of the daughter products of the decay of uranium - dangerous environmental pollutants. As a result, radioactive elements through the food chain: water → plants → animals enter the human body and gradually accumulating have a negative impact on

his health. The analysis shows that there are 26 thousand people in Kyrgyzstan in the environmental threat zone, more than 2 million people in Uzbekistan, 900 thousand in Kazakhstan and 700 thousand in Tajikistan, given that the Mayлуу-Suu river streams contaminated with radionuclides flow through the Fergana Valley and connect with the major rivers Karadarya and Syr Darya. On the basis of the conducted research, it was established that the radionuclides of uranium at the rate of 10 mg/kg possess neurotoxic properties, having a suppressive effect on the flexor and prehensile reflexes of laboratory rats. Also a pronounced protective effect of hypoxia when uranium radionuclides enter the animal organism.

**Key words:** radioactive elements, pressure chamber hypoxia, radioecology, flexor reflex, prehensile reflex, animals, impact.

**Материалы и методы исследования. Характеристика материалов экспериментального исследования.** Исследование проведено в Центральной научно-исследовательской лаборатории Кыргызской Государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева. Для изучения морфофункционального изменения головного мозга у животных поставлен эксперимент на белых крысах линии «Вистар» при сочетании действия радионуклидов и гипоксии.

Лабораторные исследования выполнены на 32 беспородных крысах обоего пола. Масса животных к началу эксперимента составляла 150-220 граммов. Уход и содержание экспериментальных животных были стандартными – 12-часовой период освещения при комнатной температуре (18-20°C).

Продолжительность опыта составила 14 дней. В течение всего периода проведения экспериментов крысы содержались в пластмассовых контейнерах размером 60×30×20 по 8 животных в каждом [3,7]. В эксперименте использован 0,5% раствор урана. Содержание радионуклидов составляло 500 мг на 100 мл физиологического раствора. Моделирование острой гипоксии осуществлялось в барокамере. Подъем животных длился 15 минут, с постепенным повышением высоты до 6000 метров над уровнем моря со скоростью 5-6 метров в секунду [4].

Животные были подразделены на 4 группы: восемь крыс составили контрольную группу; во вторую группу вошли крысы получившие радионуклиды и гипоксию в комбинации; третья группа – это животные, подвергшиеся барокамерной гипоксии; в четвертую группу вошли крысы под радионуклидной нагрузкой с содержанием в обычных условиях.

Проведены 4 серии опытов с разными нагрузками:

- I. Контрольные животные (n=8).
- II. Комбинация радионуклидов и гипоксии (n=8).
- III. Гипоксия (n=8).
- IV. Радионуклиды (n=8).

Эксперименты проводились в первой половине дня с 10 до 12 часов, проверка производилась в течение пяти суток от начала эксперимента. Животных забивали под нембуталовым наркозом, декапитировали, извлекали мозг и помещали в морозильник на один день [5,9,10]. Обработку и заливку материала в парафин осуществляли по общепринятой патогистологической методике [5,10]. После этого выделяли срезы головного мозга [5,10].

**«Рефлекс сгибания».** Бережно поднимали животное за кожу спины и ущемляли пальцы задних конечностей пинцетом, укололи ступню иглой. Ступня немедленно отдергивалась, и сгибание сохранялось ненадолго. Этот рефлекс оценивали в баллах; если сгибание оставалось в течение 4-6 секунд –3 балла; 2-3 секунд –3 балла; медленное отдергивание -1-балл; при отсутствии реакции 0-баллов [3,8].

**«Рефлекс хватания».** Крысу держали на весу и дали ей слегка прикоснуться передней лапой к жесткой проволоке (диаметром 1 мм). Хватание осуществляется путем сгибания пальцев животного вокруг проволоки. Реакция усиливается при попытке убрать проволоку. Рефлекс оценивался в баллах: резкое хватание и усиление реакции при попытке убрать проволоку - 3 балла; средняя реакция – 2 балла; медленная реакция - 1 балл; отсутствие реакции - 0 баллов [3,8].

**Статистическая обработка результатов.** Результаты обрабатывали статистически с помощью пакета компьютерных программ STATISTICA 8.0 (Stat Soft Inc.) общепринятыми для медико-биологических исследований методами - расчет средней арифметической величины и ошибки среднего в исследуемых группах животных, сравнение средних значений выборки по критерию Стьюдента с достоверностью различий при  $p \leq 0,5$  [3,8,9]. В случае, когда распределение значений переменных отличалось от нормального, использовалась программа SPSS – STATISTICA, различия считались достоверными при  $p \leq 0,5$ .

**Результаты исследования и их обсуждение. Рефлекс сгибания.** При инъекции иглой в ступню у всех восьми крыс, составляющих I контрольную группу животных, ступня немедленно отдергивалась, и сгибание сохранялось 2-4 секунды [3]. Этот рефлекс оценивался в баллах, и общая сумма I серии составила 24 балла (рис. 1). На вторые сутки наблюдения этот рефлекс у животных с гипоксией и радионуклидной нагрузкой был меньше на 7,7% от нормы. Из

рисунка 1 видно, что при проверке через 48 часов у крыс второй группы отмечается уменьшение сгибательного рефлекса на 7 баллов, что соответствует 29,2%. Рисунок 1 также показывает, что при сравнении результатов четвертого дня у крыс контрольной серии исследуемый параметр на 70,2% выше, чем у группы животных с гипоксической и урановой нагрузкой.



Рис. 1

На второй день опыта 3 крысы с гипоксической нагрузкой, из восьми наблюдаемых, набрали по два балла. У III серии животных самые низкие показатели (17 баллов) отмечены на четвертые сутки, и это на 29,7% ниже от нормы. При сопоставлении II и III серии показатели достоверно не отличались. На четвертые сутки наблюдения у 3-ей серии количество баллов на 52,2% больше по сравнению со 2-ой группой.

На пятые сутки опыта, по сравнению с четвертыми сутками наблюдения, у животных с гипоксической нагрузкой замечается увеличение сгибательного рефлекса на 1 балл (4,1%), в то же время у II серии сгибательные реакции не отмечались.

На рисунке 1 видно, что на 3-й день эксперимента под действием радионуклидов отмечено резкое снижение рефлекса сгибания, так как отмечалось только медленное реагирование на инъекцию лишь у 3-х экспериментальных животных. На второй день количество баллов сгибательного рефлекса у крыс с радионуклидной нагрузкой в 1,5 раза меньше от контрольных, а на третьи сутки в 2,6 раза ниже от нормы. При

сопоставлении со второй и третьей группами эти показатели были на 20% и 24% ниже.

Таким образом, на основании приведенных данных можно полагать, что радионуклиды, начиная с момента отравления, уменьшают сгибательный рефлекс. При острой гипоксии значительное снижение выработки сгибательного рефлекса отмечается на четвертые сутки, с последующим восстановлением, так как на пятые сутки отмечается увеличение сгибательной реакции.

При острой гипоксии на 2-е и 3-е сутки отравления животных радионуклидами снижается поглощение ионизированных молекул. Замедляется образование свободных активных радикалов, способных к повреждению мембраны клеток. Отсюда можно предположить, что при отравлении радионуклидами в условиях гипоксии их токсическое действие значительно снижается.

**Рефлекс хватания.** На 2, 3, 4, 5 дни резкое хватание проволоки отмечалось у всех крыс контрольной серии. Из 8-ми наблюдений усиление реакции при попытке убрать проволоку

наблюдалось у восьми животных I серии, которое оценивалось в баллах, и составило 24 балла.

Результаты изучения комбинированного влияния радионуклидов и гипоксии на «рефлекс хватания» приведены на рисунке 2. Из приведенных данных следует, что на вторые сутки у II серии крыс реакция хватания сопровождается уменьшением на 17% по сравнению с контролем. Эти же показатели на третьи сутки уменьшались от нормы на 37%, а на четвертый день снизились до 70%, то есть существенно нарушалась выработка этого условного рефлекса.

На пятый день наблюдения только у двух крыс с урановой нагрузкой под воздействием гипоксии отмечалась медленная реакция, которая

оценивалась всего в 3 балла. Данные рисунка 2 показывают, что на вторые сутки при воздействии барокамерной гипоксии «рефлекс хватания» у крыс снижается незначительно (8,3%).

На третьи и четвертые сутки отмечается уменьшение этого показателя на 25% при сопоставлении с контрольной серией. На третьи сутки наблюдения при сравнении с животными, подвергнутым радиационной и гипоксической нагрузке, «рефлекс хватания» III серии крыс на 3 балла (12,5%) больше. А на четвертый день эти показатели составляют, соответственно, 18 и 7 баллов, то есть разница между ними получается 38,8%.



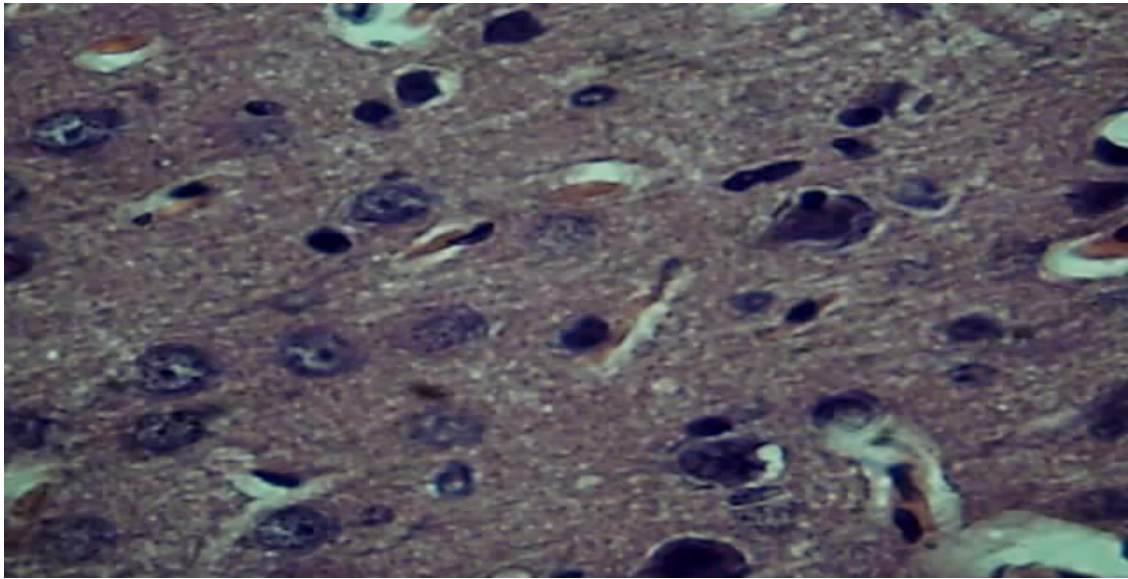
Рис. 2

На вторые сутки после введения радионуклидов резкая реакция хватания на проволоку наблюдалась у 3-х животных экспериментальной серии и в 5-ти наблюдениях отмечена медленная реакция. Рефлекс хватания крыс четвертой группы ниже на 25% от нормы, на 10% от II серии и на 18% ниже от животных, получавших острую гипоксию. При проверке через 48 часов число реакций оказалось на 33% меньше, чем у контрольных животных.

Вместе с тем отмечалось увеличение реакции на 1 балл при сравнении со второй группой и на 11,1% меньше от животных третьей серии. Как показывает рисунок 2, на четвертые сутки у животных IV серии отмечена медленная реакция в 4-х наблюдениях, и это составило 7 баллов, что на 70% ниже от нормы, на 61% ниже от 3 группы. Однако, на четвертые сутки эти показатели не отличались от II серии.

Анализируя полученные данные, можно сделать заключение, что введение крысам радионуклидов из расчета 10 мл/кг массы тела оказывает нейротоксическое действие со второго дня и на пятые сутки приводит к полному нарушению рефлекса хватания. При барокамерной гипоксии более выраженное угнетение «хватательного» рефлекса отмечается на четвертые сутки. Комбинированное воздействия урана и гипоксии существенно ухудшает процессы формирования условного рефлекса хватания со второго дня и приводит к полному нарушению выработки условного рефлекса хватания на пятые сутки опытов.

**Морфологические состояния коры головного мозга у крыс под воздействием радионуклидов и гипоксии.** Пирамидные и поперечные клетки молекулярного слоя коры полиморфны: неодинакового вида и размера с различными содержанием гранул в цитоплазме и ядре.



**Фото 1.** «Клетки тени». Кора головного мозга. Окраска Г+Э. Увеличениех 460.

При сопоставлении с контрольной группой у экспериментальной серии от клеток оставались лишь клеточные мембраны под названием «клетки тени» (фото 1). В отличие от нормы отмечается выраженный отек. Анализируя полученные данные, можно сделать заключение, что комбинированное воздействие радионуклидов и гипоксии поражает прежде всего размеры нейроцитов коры головного мозга и на содержание гранул, а на серое вещество коры до полного разрушения нейроцитов, от которых сохраняются только клеточные оболочки - так называемые клетки тени (фото 1).

**Литература:**

1. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности. - М., 1982.
2. Бердоносков С.С. Сапожников Ю.С. Ионизирующее излучение и окружающая среда. Химия. - М., 2001.
3. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения (перевод с английского). - 1991.
4. Быковченко Ю.Г, Быкова Э.И., Белеков Т., Кадырова А.И., Жунушов А.Т., Тухватшин Р., Юшида С. Техногенное загрязнение ураном биосферы Кыргызстана. - Бишкек, 2005.
5. Заречнева Н.Н. Описание микропрепаратов по курсу частной гистологии. - Бишкек: КРСУ, 2009. - С. 3-6.
6. Торгоев И.А., Алешин Ю.Г., Аширов Г.Э. Экологические проблемы в районах урановых рудников на территории Ферганской долины. - Бишкек, 2010.
7. Masterson, F.A, and Cempbell, B.A (1972) Techniques of electric shock motivation. In Methods in Psychobiology, Vol. 2, R. D. Myer (Ed.), New York, pp. 21-85.
8. Коренюк И.И., Минина. Е.Н., Белоусова Ю.В., Черетаев И.В. Влияние даларгина в малых дозах на болевую чувствительность у крыс. / Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». - Том 27(66). 2014. - No 4. - С. 43-51.
9. Филлипова Л.Г. Некоторые отдаленные последствия после введения обогащенного урана крысам. - Радиобиология. Вып №3. 1978. - Т. XVIII.
10. Хамилтон Л.У. Основы анатомии лимбической системы крысы. - М.: Изд. МГУ, 1984. - 184 стр.

**Рецензент: д.м.н. Шамшиев А.А.**