

© Ильичева В.Н., Ушаков Б.Н., 2012  
УДК 616.895.4:616.832-004.2

## ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

*В.Н. Ильичева, Б.Н. Ушаков*

Воронежская государственная медицинская академия  
им. Н. Н. Бурденко, г. Воронеж

**Изучались изменения активности ферментов энергетического метаболизма в коре головного мозга крыс после однократного облучения в дозе 0,5 Гр. Проведено сравнение гистохимических показателей в новой, старой и древней коре головного мозга.**

**Ключевые слова:** *активность ферментов, ионизирующее излучение, кора головного мозга, крыса, гистохимический метод, радиационный фон.*

В настоящее время внимание многих ученых обращено к изучению влияния ионизирующего излучения в диапазоне доз, превышающих естественный радиационный фон и вызывающих острое радиационное поражение организма (до 0,5 Гр ~ 50 сГр) [7-9].

Обследование персонала и ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС показало, что проявления острого лучевого поражения кроветворной и нервной систем начинались у ряда лиц, облученных дозами в 1,5-2 раза меньшими, чем 1,0 Гр (100 сГр). Последняя, согласно общепризнанному положению является пороговой для развития лучевой болезни [11-13].

Действие малых доз внешнего облучения существенно отличается по распределению энергии от такового при непосредственном влиянии радионуклидов на органоиды клетки в случае инкорпорированного облучения [3]. Вероятно поэтому Е.Б. Бурлакова и соавт. [2] не выявили строгую дозовую зависимость при воздействии малых доз радиации (до 25 сГр и выше 25 сГр) по количеству хромосомных aberrаций в лимфоцитах; авторы показали, что большее значение при таких дозах может иметь нарушение антиоксидантного статуса. Изучение

заболеваемости и смертности у ликвидаторов подтвердило результаты экспериментов на животных и показало наличие максимальных показателей при дозе 10-15 сГр, при минимальных значениях у лиц, получивших дозы порядка 25 сГр.

Таким образом, диапазон доз от значений естественного радиационного фона до 50-100 сГр (0,5-1,0 Гр), условно называемых «малыми ионизирующими дозами» (т.е. малые дозы ионизирующей радиации, превышающие природный радиационный фон, при которых ионизация превалирует над возбуждением, но не наступает острое радиационное поражение [3]), представляет большой интерес для выявления последствий радиационного воздействия.

Цель нашего исследования состояла в изучении действия ионизирующего излучения в дозе 0,5 Гр (мощность дозы – 50 сГр/ч) на различные в филогенетическом отношении зоны коры головного мозга крыс.

### Материалы и методы

Эксперимент спланирован и проведен на базе Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины МО РФ (г. Москва). В его основу положены данные о лучевой

нагрузке у военнослужащих-ликвидаторов аварии на ЧАЭС и состоянии их здоровья в ранние и отдаленные сроки пострадиационного периода. Эксперимент выполнен на 120 половозрелых крысах-самцах массой 200-230 г, в возрасте 1,5-2 месяцев (к началу эксперимента). В связи с методическими условиями животные были объединены в 20 групп по 6 крыс в каждой.

Содержание животных и выведение их из опыта проводилось согласно «Международным рекомендациям по проведению медико-биологических исследований с использованием животных» (1985), приказу МЗ РФ № 267 от 19.06.2003 г. «Об утверждении правил лабораторной практики».

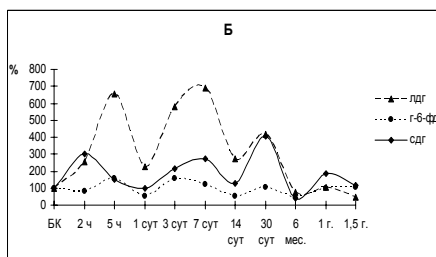
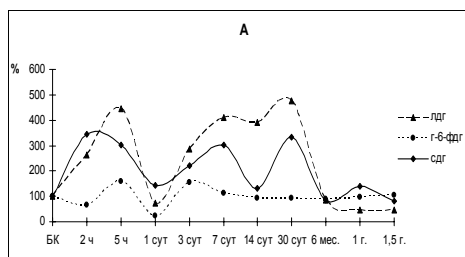
Крыс облучали однократно в дозе 0,5 Гр с мощностью дозы 50 сГр/ч. Дозиметрический контроль равномерности облучения осуществлялся клиническим дозиметром 27012, стержневая камера которого располагалась в поле облучения. Неравномерность дозового поля составила  $\pm 15\%$ . Животных выводили из эксперимента через 2 ч, 5 ч, 1 сут, 3 сут, 7 сут, 14 сут, 30 сут, 6 мес., 1 г. и 1,5 г.

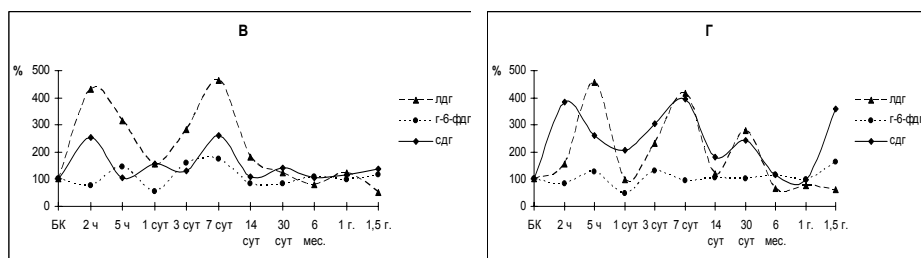
Материалом служила новая кора (верхняя лобная извилина и передняя лимбическая область), старая кора (гиппокамп: поля CA<sub>1</sub>–CA<sub>4</sub>, зубчатая фасция), древняя кора (пириформная зона). Выбор участков мозга осуществлялся на основании цитоархитектонических карт [4, 10].

Нефиксированные фрагменты мозга комбинировали в тканевые блоки [5] и замораживали в твердой углекислоте при

температуре  $-70^{\circ}\text{C}$ . В камере криостата при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  готовили срезы толщиной 10 мкм. Выявление активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) проводили тетразолийредуктазными методиками с использованием соответствующего субстрата и соли «нитро-СТ» в модификации Нахаласа [6]. Активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ) выявляли по методике [1]. Количественную оценку ферментов в микропрепаратах определяли по величине оптической плотности конечных продуктов гистохимических реакций в видимой части спектра с помощью программы «Видео-Тест-Морфо», (ООО «Иста-Видео-Тест», С.-Петербург).

Полученные данные обрабатывались с помощью программ «Microsoft Excel 2003», «Statistica 6.0» for Windows. Статистический анализ количественных переменных основывался на вычислении средней величины, дисперсии, среднего квадратичного отклонения, ошибки среднего арифметического, коэффициентов асимметрии и эксцесса. При этом учитывали характер закона распределения параметров: в условиях нормального распределения выборки для оценки вероятности различий использовали критерий Стьюдента, в остальных случаях – непараметрический критерий Вилкоксона. Объем материала, необходимого для исследования, определяли методом аккумулярованных средних. Достоверными при этом считались различия с вероятностью более 0,95 ( $P < 0,05$ ).





Активность ферментов в различных отделах коры головного мозга крыс при однократном облучении в дозе 0,5 Гр. Обозначения: по оси абсцисс – время после облучения, по оси ординат активность ферментов, выраженная в % к контролю; БК – биологический контроль; А – верхняя лобная извилина; Б – передняя лимбическая область; В – старая кора; Г – пириформная зона древней коры.

### Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования позволили установить ряд особенностей в динамике активности ферментов (рис. 1). В ранние сроки после облучения (2–5 ч), а так же с 7-х по 30-е сут во всех изучаемых отделах коры головного мозга регистрируется синхронное повышение активности ЛДГ и СДГ, сопровождающееся снижением активности Г-6-ФДГ. По прошествии 6 мес пострадиационного периода наблюдаемые показатели приближались к контрольным цифрам. В конце срока наблюдения в древней и старой коре обнаруживается достоверное повышение активности СДГ и Г-6-ФДГ на фоне снижения уровня ЛДГ по сравнению с контролем. Вместе с тем в структурах неокортекса – передней лимбической области и верхней лобной извилине отмечалось синхронное снижение активности всех изучаемых ферментов, а также приближение показателей к контрольному уровню.

### Выводы

При однократном сеансе облучения ионизирующим излучением в дозе 0,5 Гр все изучаемые отделы коры головного мозга крыс активно реагируют на повреждающий фактор. При этом можно выделить периоды активации как анаэробного, так и анаэробного метаболизма глюкозы – от 2 до 5 ч, а так же с 7 по 30 сут. Однако, в филогенетически более молодых отде-

лах коры головного мозга к концу срока наблюдений активность ферментов стабилизируется, приближаясь к уровню контрольных значений. В тоже время в филогенетически старых отделах коры метаболические изменения к концу срока наблюдений превышают уровень физиологических значений нормы.

### Литература

1. Берстон М. Гистохимия ферментов / М. Берстон. – М.: Мир, 1965. – 464 с.
2. Особенности биологического действия малых доз облучения / Е.Б. Бурлакова [и др.] // Последствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье человека / под ред. Е.Б. Бурлаковой. – М., 1996. – С. 149-182.
3. Малые радиационные воздействия и здоровье человека (очерки системного анализа) / И.В. Воронцов [и др.]. – М.; Воронеж: ВГУ, 2002. – 276 с.
4. Курепина М.М. Мозг животных / М.М. Курепина. – М.: Наука, 1981. – 148 с.
5. Петрухин В.Г. Методика комбинированных тканевых блоков для сравнительного патоморфологического изучения радиационной патологии / В.Г. Петрухин, Н.А. Гайдамакин // Радиационные аспекты реактивности организма в связи с космическим полетом. – М.: Наука, 1971. – Сер.: Проблемы космической биологии. – Т. 14. – С. 369-378.

6. Пирс Э. Гистохимия теоретическая и прикладная / Э. Пирс. – М.: Мир, 1962. – 962 с.
7. Радиационная безопасность. Рекомендации МКРЗ 1990 г. Пределы годового поступления радионуклидов в организм работающих, основанные на рекомендациях 1990 года: Публ. 60 МКРЗ: пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – Ч. 1. – 192 с.
8. Радиационная защита. Публикация МКРЗ № 26: пер. с англ. / под ред. А.А. Моисеева, П.В. Рамзаева. – М.: Атомиздат, 1978. – 88 с.
9. Рекомендации МКРЗ. Публикация 41. Дозовые зависимости нестохастических эффектов: пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 108 с.
10. Светухина В.М. Цитоархитектоника новой коры мозга в отряде грызунов (белая крыса) / В.М. Светухина // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1962. – Т. 42, № 1. – С. 31-45.
11. Чернобыль: радиационная психофизиология и экология человека / И.Б. Ушаков [и др.]. – М.: ГНИИИ АиКМ, 1997. – 247 с.
12. Экология человека после Чернобыльской катастрофы: радиационный экологический стресс и здоровье человека / И.Б. Ушаков [и др.]. – М.; Воронеж: ВГУ, 2001. – 723 с.
13. Ушаков И.Б. Человек в небе Чернобыля. Летчик и радиационная авария / И.Б. Ушаков, Б.И. Давыдов, С.К. Солдатов. – Ростов н/Д., 1994. – 171 с.

#### THE EFFECT OF SMALL DOSES OF IONIZING IRRADIATION ON HISTOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF RATS BRAIN CORTEX

*V.N. Ilicheva, B.N. Ushakov*

**Changes of activity of energetic metabolism enzymes were studied in rats brain cortex after a single exposure of irradiation in a dose of 0,5 Gy. The comparison of histochemical indicators in neocortex, archicortex and paleocortex has been carried out.**

**Key words:** *enzyme activity, ionizing radiation, the cerebral cortex, rat, histochemical-method, the background radiation.*

Ильичева Вера Николаевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной анатомии человека Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко.  
394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10, ВГМА.

Ушаков Борис Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, в.н.с. ФГУЗ «Всероссийский центр экстремальной и радиационной медицины им. Е.М. Никифорова» МЧС РФ.