

¹Гундарова О. П., ²Федоров В. П., ¹Маслов Н. В., ¹Кварацхелия А. Г.

**ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОНОВ МОЗЖЕЧКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
РЕЖИМАХ ОБЛУЧЕНИЯ В МАЛЫХ ДОЗАХ**

*¹ Воронежский государственный медицинский университет
им Н. Н. Бурденко, Россия*

² Воронежский государственный институт физической культуры, Россия

Установлено, что различные режимы радиационного воздействия в дозе 0,5 Гр (однократно, пролонгированно, однократно с разной мощностью дозы облучения) не вызывают значимых структурных изменений нейронов мозжечка крыс на протяжении всего пострadiационного периода. Однако ряд изменений у облученных животных носил более выраженный и не всегда однонаправленный

характер с изменениями в возрастном контроле. Это создает определенную нестабильность в структурно-функциональной организации нейронов и при увеличении дозы облучения или действии сопутствующих вредных и опасных факторов может явиться материальным субстратом для развития ряда отклонений со стороны ЦНС.

Ключевые слова: радиация, головной мозг, нейрон, радиационно-индуцированные изменения нейронов.

Gundarova O. P., Maslov N. V., Fyodorov V. P., Kvaratskheliya A. G.
CHANGES OF NEURONS OF THE CEREBELLUM AT DIFFERENT MODES
OF IRRADIATION IN SMALL DOSES

*Voronezh state medical University named after N. N. Burdenko, Russia,
Voronezh State Institute of Physical Training, Russia*

It was found, that different modes of radiation exposure at a dose of 0.5 Gy (once, prolonged, once with different dose rates) do not cause significant structural changes in the neurons of the cerebellum of rats throughout the entire damage period. However, a number of changes in irradiated animals were more pronounced and not always unidirectional with changes in age control. It creates instability in the structural and functional organization of neurons and with increasing radiation dose or the action of concomitant harmful and dangerous factors can be a material substrate for the development of a number of deviations in the central nervous system.

Key words: radiation; brain; neuron; radiation-induced changes of neurons.

У ликвидаторов последствий Чернобыльской радиационной аварии, получивших даже регламентированные дозы облучения, наблюдается значительный рост числа психоневрологических заболеваний [1, 2, 4]. Однако структурно-функциональная перестройка нейронов головного мозга в условиях различных режимов малых радиационных воздействий остается практически не изученной, что затрудняет оценку патогенеза и последствий этих заболеваний.

Цель работы: в модели радиобиологического эксперимента изучить морфологические изменения в нейронах мозжечка при различных режимах малых радиационных воздействий.

Материалы и методы. Исследование с соблюдением правил биоэтики выполнено на 180 половозрелых беспородных крысах-самцах в возрасте 4 мес. Животных подвергали внешнему однократному и фракционированному (равными порциями в течение 5 дней) облучению γ -квантами ^{60}Co на установке «Хизатрон» в суммарных дозах 0,5 Гр с мощностью дозы облучения 50, 100, 250 и 660 сГр/ч. Червь мозжечка забирали через 1 сутки, 6, 12, 18 и 24 месяцев пострадиационного периода. Каждой группе соответствовал адекватный возрастной контроль. После стандартной гистологической обработки оценивали изменения тинкториальных свойств грушевидных нейронов, их морфометрические показатели, содержание общего

белка и нуклеиновых кислот. Алгоритм обработки и исследования материала представлен в работе [3].

Результаты и обсуждение. Возрастная структурно-функциональная перестройка нейронов коры червя мозжечка заключалась в изменении соотношения нейронов нормо-, гипо- и гиперхромного типов, изменении их размеров, размеров цитоплазмы, ядра и ядрышка, в увеличении количества деструктивно измененных клеток к окончанию эксперимента. Прослеживается тенденция к снижению количества нейронов на единице площади, а также снижение содержания белка, нуклеиновых кислот. Это необходимо учитывать при анализе нейроморфологических изменений при малых радиационных воздействиях.

Исследование облученных животных показало, что клетки Пуркинье обладают высокой морфофункциональной чувствительностью к изучаемым режимам ионизирующего излучения и, в целом, достаточной устойчивостью нейронной популяции, белка и нуклеиновых кислот. Выявленные изменения неспецифичны, протекают волнообразно, не имеют линейной дозовой или временной зависимости с прогнозом восстановления до показателей возрастной нормы. При всех режимах радиационного воздействия и сроках пострadiационного периода преобладали изменения, отражающие различные варианты функциональной активности нейронов. Изменения встречались как в контрольных, так и облученных группах, отличаясь лишь процентным соотношением, гетероморфностью и гетерохронностью.

Нервно-клеточный индекс со временем снижался, что свидетельствует о гибели части нейронов, но без статистически значимого снижения их количества на площади. В пострadiационный период наблюдались фазные изменения размеров цитоплазмы, ядра и ядрышка нейронов, а также содержания в них белка и нуклеиновых кислот, которые у облученных животных носили более выраженный и не всегда однонаправленный характер с изменениями в возрастном контроле. Вследствие этого некоторые показатели в отдельные сроки наблюдения не соответствовали таковым у контрольных животных, что указывает на определенную нестабильность в структурно-функциональной организации нейронов.

Заключение. Ионизирующее излучение в малых дозах при различных режимах воздействия не вызывает значимых органических изменений в нейронах мозжечка. Однако выявленная нестабильность структурно-функциональной организации грушевидных нейронов при увеличении дозы облучения или действии сопутствующих вредных и опасных факторов может явиться материальным субстратом для развития ряда отклонений со стороны центральной нервной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гундарова, О. П. Оценка психоневрологического статуса ликвидаторов радиационных аварий / О. П. Гундарова, В. П. Федоров, Р. В. Афанасьев. Воронеж : Науч. книга, 2012. 232 с.

2. *Торубаров, Ф. С.* Неврологические аспекты острой лучевой болезни человека (клинические наблюдения) : руководство / Ф. С. Торубаров, З. Ф. Зверева. Москва : ФМБЦ им. А. И. Бурназяна, 2009. 208 с.

3. *Ушаков, И. Б.* Малые радиационные воздействия и мозг / И. Б. Ушаков, В. П. Федоров. Воронеж : Научная книга, 2015. 536 с.

4. *Ушаков, И. Б.* Воздействие факторов Чернобыльской аварии на психоневрологический статус ликвидаторов-вертолетчиков / И. Б. Ушаков, В. П. Федоров // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2018. Т. 63, № 4. С. 22–32.