

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕРЕПАРИРУЕМЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КЛЕТКАХ ГИППОКАМПА ПРИ ДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И ИХ ВЛИЯНИЙ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Батмунх М.¹, Баярчимэг Л.¹, Колесникова Е.А.¹, Бугай А.Н.^{1,2}, Лхагва О.³

¹Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория радиационной биологии
Россия, 141980, Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6, batmunkh@jinr.ru

²Государственный университет «Дубна», Россия, 141982, Дубна

³Монгольский государственный университет, Монголия, 210646, Улан-Батор

Исследование радиационных эффектов тяжелых заряженных частиц в функциональных структурах центральной нервной системы при длительных космических полётах и проведении лучевой терапии является очень важной составной частью фундаментальной проблемы современной радиобиологии. В связи со сложностью проведения соответствующих экспериментов на живых организмах для решения рассматриваемых проблем требуется развитие методов математического и компьютерного моделирования. Настоящая работа направлена на разработку методов компьютерного моделирования нейро- и радиобиологических процессов, протекающих в структурах нервной системы, в результате действия тяжелых заряженных частиц. Гиппокамп крысы, включающий пирамидные, зрелые и незрелые гранулярные клетки, клетки мшистых волокон и нервные стволовые клетки, был смоделирован начальным распределением молекулярных повреждений различной природы в чувствительных структурах клеток нервной системы, таких как ядерная ДНК и синаптические рецепторы после прохождения треков заряженных частиц [1]. Выявлено, что ионы железа с энергией 1 ГэВ/нуклон при малых дозах менее 0.2 Гр формируют сложные кластеры двунитевых разрывов ДНК в клеточном ядре, состоящие из 23 и более одонитевых разрывов ДНК, 40 и более различных повреждений оснований. Также показано, что большие значения локальных энерговыделений и продуктов радиолиза воды, возникающих в треках тяжёлых ионов, существенно снижают количество дендритных шипов и синаптических рецепторов [2]. Таких нерепарируемых повреждений не обнаружено при действии высокоэнергичных протонов и рентгеновских лучей в дозах более 10 Гр. Для изучения отдалённых последствий действия радиации была исследована динамика клеточной популяции гиппокампа и функционирования нейронных сетей в результате нейрогенеза [3]. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (17-29-01007).

Литература

1. Batmunkh M., et al. Optimized neuron models for estimation of charged particle energy deposition in hippocampus // *Phys. Med.* **57**, 2019. 88-94.
2. Bayarchimeg, L., et al. Evaluation of Radiation-Induced Damage in Membrane Ion Channels and Synaptic Receptors // *Phys. Part. Nucl. Lett.* **16**, 1, 2019. 54-62.
3. Kolesnikova E., et al. Modeling the influence of heavy ion beams on neurogenesis and functioning of hippocampal neural networks // *EPJ Web of Conf.* **204**, 2019. 04007.