

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОНОВ СРЕДНИХ СЛОЕВ КОРЫ ТЕМЕННОЙ ДОЛИ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.В. Маслов, А.Г. Кварацхелия, О.П. Гундарова, Н.В. Сгибнева
ГБОУ ВПО «Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко»
Минздрава России, г. Воронеж, Россия

В эксперименте на крысах с использованием нейроморфологических и гистохимических методик изучены структурно-функциональные изменения нейронов средних слоев коры теменной доли головного мозга при ионизирующем облучении в малых дозах. Показано, что изменения состояния нейронов средних слоев теменной коры практически не связаны с дозой облучения и временем пострadiационного периода.

Ключевые слова: теменная кора, нейрон, ионизирующее излучение.

© The authors, 2014

Structural and Functional Characterization Neurons of Middle Layers of the Cortex of Parietal Lobe of the Brain of Rats on Action of Low Doses of Ionizing Radiation

In an experiment on rats using by histochemical and neuromorphological methods studied the structural and functional changes in neurons of the middle layers of the cortex of parietal lobe of the brain during ionizing radiation in small doses. It is shown that the structural change of neurons of the parietal cortex secondary layers is almost not related to the dose of irradiation and postirradiation period.

Keywords: parietal cortex, neuron, ionizing radiation.

Введение

В связи с возросшим радиационным фоном и авариями на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима» радиобиологов все больше стали привлекать биологические эффекты малых доз радиации. Существующие взгляды об их влиянии на организм человека противоречивы. Между тем, медики с тревогой констатируют увеличение психических заболеваний, среди лиц, подвергшихся облучению [1, 4, 10, 11]. Поэтому выявление структурных изменений в центральной нервной системе под влиянием ионизирующего излучения является чрезвычайно важным. Особый интерес в этом плане представляет теменная кора головного мозга, являющаяся высшим интегративным центром сенсорной информации. При этом средние слои коры играют важную роль в осуществлении взаимной связи отдельных раздражителей [5, 7]. Определить наиболее радиочувствительные структуры и их дозо-временные зависимости объективно возможно только в экспериментах на животных, когда удастся исключить практически все посторонние факторы, оставив лишь радиационный и

использовать методики неприемлемые для человека.

Целью исследования явилось изучение структурно-функциональных изменений нейронов средних слоев коры теменной доли головного мозга крыс при воздействии общего однократного и фракционированного гамма-облучения в дозах 10, 20 и 100 сГр в ранние и отдаленные сроки пострadiационного периода.

Материал и методы исследования

Проведен эксперимент на 168 половозрелых беспородных крысах-самцах массой 200–220 г. Животные подвергались общему равномерному однократному и фракционированному (в течение 5 суток) гамма-облучению в дозах 10, 20, и 100 сГр. Взятие материала производилось через 1 сутки, 6, 12 и 18 мес после воздействия. Эвтаназия животных осуществлялась декапитацией под эфирным наркозом. Объектом исследования служили нейроны III и IV слоев теменной коры (поле РА^s) больших полушарий головного мозга крыс. Парафиновые и замороженные срезы обрабатывались нейрогистоло-

гическими и гистохимическими методами. Обзорные срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Детальную характеристику состояния нервных клеток получали при окрашивании препаратов по методу Ниссля. Проводили подсчет нейронов с различными типовыми формами морфологической изменчивости. Также измеряли площадь сечения нейронов, цитоплазмы, ядра и ядрышка с последующим расчетом соответствующих индексов. Общий белок выявляли по методу Бонхега, а нуклеиновые кислоты – по Ши. Основные окислительно-восстановительные ферменты (СДГ, ЛДГ и Г-6-ФДГ) выявляли тетразолий-редуктазными методами с использованием соответствующего субстрата и соли «нитро-СТ». Морфометрию и оценку содержания продукта реакции в гистохимических препаратах в виде значений яркости проводили с помощью компьютерного комплекса анализаторов изображений на базе Leica DMR с использованием компьютерной программы «Image J». Полученные данные обрабатывали статистически.

Результаты и их обсуждение

В проведенных исследованиях у животных контрольных групп во все сроки наблюдения происходили в основном изменения в соотношении тинкториальных свойств нейронов по нормо-, гипо- и гиперхромному типам. Встречались также единичные пикноморфные клетки и клеточные тени.

В группах облученных животных также происходили изменения в соотношении количества клеток, составляющих функциональную норму. Количество деструктивно измененных клеток незначительно увеличивалось через сутки после однократного облучения в дозах 10 и 100 сГр, а к 6 и 12 месяцам соотношение различных типов нейронов нормализовалось. К концу периода наблюдения количество клеток с деструктивными изменениями увеличивалось по отношению к контролю. При фракционированном облучении изменения тинкториальных свойств нейронов были менее выражены в начальные сроки наблюдения, а количество деструктивно измененных клеток увеличивалось с 12 месяца.

Изменения размеров нейронов при однократном и фракционированном облучении носили разнонаправленный ха-

рактер и не зависели от дозы облучения и длительности пострadiaционного периода, но к концу наблюдения размеры клеток восстанавливаются, за исключением той группы, животных которой облучали однократно в дозе 100 сГр.

Содержание общего белка увеличивалось после однократного воздействия облучения в дозах 20 и 100 сГр через 6 месяцев, а после фракционированного – через 12 месяцев наблюдения. К концу пострadiaционного периода наблюдается тенденция к снижению содержания белка при всех дозах облучения, причем в большей степени при фракционированном облучении.

Однонаправлено с размерами клеток изменяется и площадь сечения перикариона нейронов. Изменения содержания цитоплазматической РНК через сутки носят не истинный характер, поскольку ее увеличение происходит на фоне уменьшения размеров цитоплазмы и наоборот. Истинный характер изменений содержания РНК в сторону увеличения наблюдается при облучении в дозе 100 сГр после однократного воздействия через 6 и 12 месяцев, а после фракционированного облучения в дозах 20 и 100 сГр – через 12 месяцев наблюдения. Схожие изменения происходили с размерами ядер.

Размер ядрышек при однократном облучении в дозе 10 сГр через сутки увеличивался и оставался повышенным до конца периода наблюдения. При больших дозах облучения размеры ядрышек через сутки уменьшались, к 12 месяцам – увеличивались, а к концу наблюдения приближались к значениям в контроле. При фракционированном облучении изменения размеров ядрышек были более выраженными и не восстанавливались к концу наблюдения. При обоих режимах облучения показатель содержания РНК ядрышек после некоторых колебаний в конце пострadiaционного периода соответствовал контролю.

Одним из показателей стабильности нервной клетки является соотношение ее основных структур: цитоплазмы, ядра, ядрышка, о чем могут свидетельствовать соответствующие индексы. При всех дозах и режимах облучения значения этих показателей отличались высокой лабильностью и к концу сроков наблюдения не соответствовали возрастному контролю за исключением ядерно-цитоплазматического индекса после однократного об-

лучения в дозе 10 сГр и ядрышко-ядерного индекса после облучения в дозе 20 сГр.

Исследуемый фактор не вызывал существенных изменений окислительно-восстановительных процессов в средних слоях теменной коры. При однократном и фракционированном режимах облучения активность ферментов в большей степени изменялась через сутки после воздействия. С 6 месяца и до конца наблюдения активность дегидрогеназ при всех режимах облучения практически не отличалась от возрастного контроля. Только к концу пострadiационного периода наметилась тенденция к снижению активности окислительно-восстановительных ферментов.

Заключение

Таким образом, изменения состояния нейронов средних слоев теменной коры практически не связаны с дозой облучения и продолжительностью пострadiационного периода. Большинство показателей к концу сроков наблюдения соответствовали возрастному контролю, однако некоторые из них имели различия. Изменения касаются части структур и видимо не затрагивают клеточную популяцию в целом. Наблюдаемые эффекты зависят не только от дозы и режима облучения, времени пострadiационного периода, а также от рассматриваемого исследователем показателя. Выявленные нейроморфологические эффекты мало согласуются с данными о росте нейропсихологических нарушений в пострadiационном периоде у ликвидаторов аварии на ЧАЭС даже не получивших детерминированных доз облучения [1, 3, 4, 9–11]. Видимо, это обусловлено сочетанием радиационного воздействия и психотравмирующих факторов, возникающих в процессе работы на радиационно-загрязненной территории, профессиональными и бытовыми вредностями, радиофобией и эгоистически-рентными установками. Такого же мнения придерживаются и другие авторы, изучавшие состояние головного мозга при малых радиационных воздействиях [2, 6, 8].

Список литературы

1. Головенко С.В. О взаимоотношениях между психическими и соматически-

- ми расстройствами у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС / С.В. Головенко // Журнал невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 1994. Т. 94, № 2. С. 93–94.
2. Гундарова О.П. Оценка психоневрологического статуса ликвидаторов радиационных аварий: монография / О.П. Гундарова, В.П. Федоров, Р.В. Афанасьев. Воронеж: «Научная книга», 2012. 232 с.
3. Гуськова А.К. Актуальные вопросы клинической радиобиологии и пути их экспериментального разрешения / А.К. Гуськова // Радиационная биология. Радиоэкология. 1997. Т. 37, № 4. С. 604–612.
4. Гуськова А.К. Радиация и мозг человека / А.К. Гуськова // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2001. Т. 46, № 5. С. 47–55.
5. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга / А.Р. Лурия. М., 1969. 192 с.
6. Маслов Н.В. Морфофункциональное состояние теменной коры при действии малых доз ионизирующего излучения: монография / Н.В. Маслов, В.П. Федоров, Р.В. Афанасьев. Воронеж: «Научная книга», 2012. 228 с.
7. Маслов Н.В. Влияние малых доз радиации на содержание РНК в нейронах средних слоев теменной коры / Н.В. Маслов // Журнал анатомии и гистопатологии. 2012. Т. 1, № 2. С. 33–35.
8. Сгибнева Н.В. Морфологические изменения сенсомоторной коры крыс при различных режимах гамма-облучения: автореф. дис... канд. мед. наук / Н.В. Сгибнева. М., 2013. 26 с.
9. Торубаров Ф.С. Психологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС / Ф.С. Торубаров, О.В. Чинкина // Клин. медицина. 1991. Т. 69, № 11. С. 24–28.
10. Холодова Н.Б. Изменения центральной нервной системы у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС (по данным клиники и рентгенологического компьютерно-томографического исследования) / Н.Б. Холодова // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 1993. Т. 93, № 4. С. 74–77.
11. Холодова Н.Б. Изменения со стороны нервной системы в отдаленном периоде после облучения в малых дозах (участники ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986–1987 гг.) / Н.Б. Холодова, Л.А. Жаворонкова // VI съезд по радиаци-

онным исследованиям (Москва, 2010) : тезисы докладов. М.: РУДН, 2010. Т.1. С. 132.

Информация об авторах

Сгибнева Наталья Викторовна – канд. биол. наук, ассистент кафедры нормальной анатомии человека ГБОУ ВПО “Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко” Минздрава России. 394036 г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10.

Маслов Николай Владимирович – канд. мед. наук, ассистент кафедры нормальной анатомии человека ГБОУ ВПО “Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко”

Минздрава России. 394036 г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10.

Гундарова Ольга Петровна – ассистент кафедры нормальной анатомии человека ГБОУ ВПО “Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко” Минздрава России. 394036 г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10.

Кварацхелия Анна Гуладиевна – канд. биол. наук, ассистент кафедры нормальной анатомии человека ГБОУ ВПО “Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко” Минздрава России. 394036 г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10.

Поступила в редакцию 14.05.2014 г.