

УДК 611.84:616–001.28/.29  
© Н. А. Насонова, Д. А. Соколов, 2013

## СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРИОПАЛЛИДАРНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В МАЛЫХ ДОЗАХ

Н. А. Насонова, Д. А. Соколов

ГБОУ ВПО “Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко”  
Минздрава России, г. Воронеж, Россия

В эксперименте на белых беспородных крысах-самцах изучены морфологические и гистохимические показатели нейроцитов хвостатого ядра и бледного шара после сеансов однократного и фракционированного  $\gamma$ -облучения в дозе 0.5 Гр. Установлено, что фракционированный режим облучения вызывает в стриопаллидарной системе менее выраженные морфофункциональные изменения, чем однократный.  
*Ключевые слова:* хвостатое ядро, бледный шар, нейроны, ферменты энергетического обмена.

© N. A. Nasonova, D. A. Sokolov, 2013

Structural and Functional Characteristics of Striopallidar System after Ionizing Irradiation Exposure in Small Dozes

In experiment on white inbred male rats morphofunctional and histochemical parameters of neurocytes in nucleus caudatus and globulus pallidus have been studied after  $\gamma$ -irradiation sessions in a doze of 0.5 Gy. It was established that the fractionized regimen of irradiation causes more significant morphofunctional changes in striopallidar system than the single one.

*Keywords:* nucleus caudatus, globulus pallidus, neurons, energetic metabolism enzymes.

### Введение

Живые организмы всегда испытывали на себе воздействие ионизирующего излучения, исходящего из природных ресурсов, а так же из космоса в виде космического излучения [1–3]. Созданные человеком искусственные источники ионизирующего излучения привели к дополнительному воздействию радиации на организм человека и биосферу. Поэтому одним из наиболее актуальных направлений в радиобиологии является исследование воздействия малых доз ионизирующего излучения на анатомо-физиологические системы человека, в том числе и на нервную систему [4, 5, 6].

Стриопаллидарная система играет важную роль в регуляции моторики, контроле сложных психических процессов, а также в организации сложных форм поведения. Именно поэтому проблема оценки структурно-функционального состояния клеток стриопаллидарной системы в различные сроки после воздействия малых доз ионизирующего излучения имеет важное научно-практическое значение.

Целью настоящего исследования явилось изучение морфофункциональных изменений клеток стриопаллидарной системы при воздействии однократного и

фракционированного гамма-облучения в дозе 0.5 Гр в ранние и отдаленные сроки посттрадиционного периода.

### Материал и методы исследования

Эксперимент спланирован и выполнен в Государственном научно-исследовательском испытательном институте военной медицины МО РФ (г. Москва) на беспородных крысах-самцах массой 200–230 г, в возрасте 1.5–2 месяцев. В связи с условиями эксперимента животные были объединены в 8 групп по 6 крыс в каждой. Каждый срок исследования включал две группы животных: одно – с однократным, другую – с фракционированным ионизирующим облучением. При фракционированном облучении суммарная доза поглощалась в течение 5 сут. Мощность дозы облучения составляла 50 сГр/ч. Взятие материала производилось на 1 сут, 6 мес, 1 г. и 1.5 г. после воздействия. Объектом исследования явились нейроны хвостатого ядра и бледного шара, изучение которых производили на фронтальных срезах головного мозга крыс. Парафиновые и замороженные срезы обрабатывались нейрогистологическими и гистохимическими методиками.

Наиболее детальную характеристику состояния нервных клеток получали при

окрашивании препаратов толуидиновым синим по методу Ниссля. При этом производили подсчет нейроцитов с различными формами морфологической изменчивости, которые выявляли в соответствии с классификацией, разработанной на кафедре анатомии человека ВГМА им. Н.Н. Бурденко [7].

Для выявления щелочной фосфо- моноэстеразы (маркера трансэндотели- ального переноса) использовали реакцию азосочетания с  $\alpha$ -нафтилфосфатом и прочным синим РР. Активность ЩФ оце- нивалась с помощью стереологического метода точечного счета с встроенной в окуляр сеткой, при этом подсчитывали число пересечений с участками сосуди- стой сети, дающих положительную реак- цию.

Выявление активности сукцинатде- гидрогеназы (СДГ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ) на криостатных срезах прово- дили тетразолий-редуктазными методи- ками с использованием соответствующего субстрата и соли «нитро-СТ». Количес- твенное определение активности дегидро- геназ производили плаг-методом. Актив- ность ферментов определялась в едини- цах экстинции (е.э.).

### Результаты и их обсуждение

При фракционированном облуче- нии в дозе 0.5 Гр через одни сутки по сравнению с однократным лучевым воз- действием в той же дозе происходило из- менение в соотношении различных типов нейронов стриопалидарной системы. При этом виде облучения по сравнению с контролем количество нормохромных нейроцитов в хвостатом ядре повышалось на 8.4% ( $p < 0.01$ ), гипохромных – пони- жалось на 6.32% ( $p < 0.01$ ), а содержание гиперхромных клеток практически не от- личалось от численности нейроцитов, на- блюдавшихся при однократном воздей- ствии спустя одни сутки после облучения. В бледном шаре отмечалась иная ситуация. Количество нормохромных нейроцитов при фракционированном воздействии в дозе 0.5 Гр через одни сутки по сравне- нию с однократным воздействием в той же дозе было ниже на 5.0% ( $p < 0.01$ ), а ги- похромных – выше на 5.59% ( $p < 0.01$ ). Число гиперхромных нейроцитов не от- личалось от содержания нейронов после однократного воздействия в той же дозе

спустя 1 сут. Количество пикноморфных нейроцитов в бледном шаре превышало их содержание при однократном воздей- ствии в том же отделе стриопалидарной системы в 2 раза ( $p < 0.01$ ), а в хвостатом ядре отличалось незначительно и состав- ляло 1.3% ( $p < 0.05$ ) после однократного воздействия в дозе 0.5 Гр и 1.5% ( $p < 0.05$ ) – после фракционированного воздей- ствия в той же дозе. Численность клеточ- ных ядер в хвостатом ядре составила 0.84% и 0.62% соответственно однократному и фракционированному излучению, а в бледном шаре – 0.46% и 0.51% соответ- ственно. Через 6 мес. содержание норма- хромных нейроцитов в хвостатом ядре при фракционированном воздействии в дозе 0.5 Гр было выше на 9.79% ( $p < 0.01$ ) по сравнению с однократным воздействи- ем в той же дозе, а гипохромных – ниже на 8.41% ( $p < 0.01$ ) соответственно. Число гиперхромных нейроцитов при сравнении однократного и фракционированного воздействий в дозе 0.5 Гр изменялось не- значительно. Через 6 мес достоверных различий между содержанием различных типов нейронов бледного шара в сравни- ваемых группах эксперимента не выявля- лось. Спустя 1 и 1.5 г. численность раз- личных типов нейроцитов хвостатого яд- ра и бледного шара в сравниваемых груп- пах изменялась незначительно.

Активность ЩФ в ядрах стриопали- дарной системы достоверно не отлича- лась при воздействии однократного и фракционированного облучения через 1 сут и 6 мес пострадиационного периода. Спустя 1 г. и 1.5 г. после воздействия фракционированного излучения в дозе 0.5 Гр активность ЩФ была ниже на 12.6% ( $p < 0.01$ ) и 25.7% ( $p < 0.01$ ) соответ- ственно по сравнению с однократным облу- чением в той же дозе. Активность СДГ в хвостатом ядре спустя 1 сут, 6 мес и 1 г. после фракционированного воздействия в дозе 0.5 Гр была выше на 24.5% ( $p < 0.01$ ), 10.5% ( $p < 0.01$ ) и 13.2% ( $p < 0.01$ ) соответ- ственно по сравнению с однократным воз- действием в той же дозе, а в бледном ша- ре – на 29.2% ( $p < 0.01$ ), 10.9% ( $p < 0.01$ ) и 12.8% ( $p < 0.01$ ) соответственно. Спустя 1,5 г. различия активности ЩФ в нейронах сравниваемых группах были незначи- тельны.

Активность ЛДГ в сопоставляемых группах была иной. Спустя 1 сут и 6 мес после воздействия достоверных различий в активности ЛДГ между сравниваемыми

способами облучения не установлено. Через 1 г. после фракционированного облучения отмечалось повышение активности ЛДГ в хвостатом ядре и бледном шаре на 16% ( $p < 0.01$ ) и 30.7% ( $p < 0.01$ ) соответственно по сравнению с однократным воздействием в тот же период. Спустя 1.5 г. после фракционированного облучения отмечалось снижение активности ЛДГ в хвостатом ядре и бледном шаре на 35.4% ( $p < 0.01$ ) и 40.8% ( $p < 0.01$ ) соответственно по сравнению с однократным воздействием в той же дозе. Спустя 1 сут и 6 мес после фракционированного воздействия достоверных различий в активности Г-6-ФДГ в нейронах хвостатого ядра между сравниваемыми группами не обнаружено. Через 1 сут после фракционированного облучения в дозе 0.5 Гр отмечалось повышение активности Г-6-ФДГ бледного шара на 33.3% ( $p < 0.01$ ), а спустя 6 мес – на 10.2% ( $p < 0.01$ ) по сравнению с однократным воздействием в той же дозе. Спустя 1 г. после фракционированного облучения активность Г-6-ФДГ в хвостатом ядре и бледном шаре была выше на 12.2% ( $p < 0.01$ ) и 12.0% ( $p < 0.01$ ) соответственно, чем при однократном воздействии в тот же период. Через 1.5 г. после фракционированного облучения активность Г-6-ФДГ в хвостатом ядре и бледном шаре была ниже на 16.7% ( $p < 0.01$ ) и 11.2% ( $p < 0.01$ ) соответственно по сравнению с однократным облучением в той же дозе.

### Заключение

Таким образом, фракционированное облучение в дозе 0.5 Гр вызывает в стриопаллидарной системе менее выраженные структурно-функциональные изменения, чем однократное ионизирующее

воздействие, восстанавливающиеся к 6 мес пострадиационного периода.

### Список литературы

1. Антипов В. В. Проблемы космической медицины. М., 1964. С. 115–124.
2. Давыдов Б. И., Антипов В. В. Космические исследования. М., 1974. С. 285–297.
3. Григорьев Ю. Г. Космическая радиобиология. М.: Энергоиздат, 1982. 176 с.
4. Москалев Ю. И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений. М., 1991. 464 с.
5. Насонова Н. А., Соколов Д. А., Афанасьев Р. В. Гистоэнзимологическая характеристика стриопаллидарной системы при однократном воздействии ионизирующего излучения в дозе 0.5 Гр // Журнал анатомии и гистопатологии. 2012. Т. 1, № 4. С. 40–43.
6. Федоров В. П. Динамика патоморфологических изменений в головном мозге крыс в зависимости от дозы гамма-облучения // Радиобиология, 1989. Т. 30, № 3. С. 378–384.
7. Федоров В. П., Петров А. В., Степанян Н. А. Экологическая нейроморфология. Классификация типовых форм морфологической изменчивости ЦНС при действии антропогенных факторов // Журнал теоретической и практической медицины. 2003. Т. 1, № 1. С. 62–66.

### Информация об авторах

**Насонова Наталья Александровна** – к.м.н., ассистент кафедры нормальной анатомии человека ГБОУ ВПО «Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко» Минздрава России. 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10.  
**Соколов Дмитрий Александрович** – к.м.н., доцент кафедры нормальной анатомии человека ГБОУ ВПО «Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко» Минздрава России. 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10. E-mail: sokolov\_d@gambler.ru

Поступила в редакцию 11.02.2013 г.