

ГИСТОЭНЗИМОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРИОПАЛЛИДАРНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДОЗЕ 0.5 ГР

Н. А. Насонова, Д. А. Соколов, Р. В. Афанасьев*

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

*ФГУ “Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной
медицины” Министерства обороны РФ, г. Москва, Россия

В статье отражены результаты экспериментального исследования, выполненного на белых крысах-самцах, облученных однократно в дозе 0.5 Гр. В работе изучали гистоэнзимологические изменения, развивающиеся после облучения, в нейронах бледного шара и хвостатого ядра головного мозга. Установлено, что существенная роль в обеспечении функции стриопаллидарной системы в ранние сроки после гамма-облучения в дозе 0.5 Гр принадлежит мобилизации пентозо-фосфатного пути превращения углеводов. *Ключевые слова:* ионизирующее излучение, нейроны, стриопаллидарная система, ферменты энергетического обмена.

© N. A. Nasonova, D. A. Sokolov, R. V. Afanasyev, 2012

Histoenzymological Characteristics of Striopallidar System at Single Gamma-irradiation Exposure in a Doze of 0.5 Gy

The paper covers the results of experimental study, carried out on white male-rats, exposed once for ionizing irradiation in a doze of 0.5 Gy. Histoenzymological changes, developing after the exposure, in neurons of globulus pallidus and nucleus caudatus are studied. It's defined, that a significant role in maintenance striopallidar system's function at early terms after the exposure for gamma-irradiation in a doze of 0.5 Gy leads to mobilization of pentose-phosphate pathway glucose transformation.

Keywords: ionizing irradiation, neurons, striopallidar system, enzymes of energetic metabolism.

Введение

Одним из наиболее сложных и недостаточно изученных направлений в радиобиологии является исследование действия малых доз ионизирующего излучения. В ряде работ подробно рассматриваются морфогенетические механизмы патоморфологических изменений, наступающих в ЦНС, при воздействии летальных и сублетальных доз ионизирующей радиации [7, 8]. Однако, накопленные к настоящему времени данные, не объясняют в полной мере характер патологических изменений, развивающихся в нервной системе при малых радиационных воздействиях [1–5]. В связи с этим, важное значение для выявления гистометаболических механизмов воздействия малых доз радиации на ЦНС имеет выявление соотношения активности аэробных и анаэробных путей биоэнергетического обмена [6, 8].

Целью нашей работы явилось изучение динамики активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы

(Г-6-ФДГ) в структурах стриопаллидарной системы.

Задачи исследования включали изучение дозо-временной зависимости изменения активности СДГ, ЛДГ, Г-6-ФДГ стриопаллидарной системы при действии ионизирующего излучения в дозе 0.5 Гр.

Материал и методы исследования

Исследование проводилось на 60 белых беспородных крысах-самцах, подвергавшихся однократному общему гамма-облучению в дозе 0.5 Гр. Облучение животных производилось гамма-квантами ⁶⁰Со на установке “Хизатрон”. Материал забирала через 100 мин, 5 ч, на 1, 3, 7, 30 сут, через 6 мес., 1 г. и 1,5 г. после воздействия. Экспериментальным группам соответствовал адекватный контроль. Порядок проведения эксперимента составлен в соответствии с принципами биоэтики, приказом Минздрава СССР №755 от 12.08.1977 г. и Европейской конвенцией о защите позвоночных животных (Страсбург, 1985).

Объектом исследования служили нейроны бледного шара чечевицеобразного ядра и хвостатого ядра головного мозга. Выявление дегидрогеназ производили на криостатных срезах тетразолий-редуктазными методиками с использованием соли “нитро-СТ”. Определение активности дегидрогеназ производили плаг-методом с применением спектрофотометрической насадки СФН-10 к микроскопу Биолам-УИ и использованием зонда диаметром 0.3 см. Активность ферментов выражалась в единицах экстинции (е.э.). Полученные данные обрабатывались методами описательной статистики.

Результаты и обсуждение

Среди ферментов цикла трикарбонных кислот наибольшее значение имеет фермент СДГ, который в биохимии экстремальных состояний получил название адаптивного фермента.

Изменения уровня активности СДГ и ЛДГ носили фазный характер. Отмечалось увеличение активности СДГ с 1 до 14 сут, достигая $121.8 \pm 7.7\%$ ($p < 0.01$) и $118.4 \pm 8.1\%$ ($p < 0.01$) в хвостатом ядре и бледном шаре соответственно, и через 1 год после воздействия, которое продолжалось до 1.5 лет, составляя к этому сроку $104.5 \pm 3.2\%$ ($p < 0.01$) и $103.2 \pm 3.7\%$ ($p < 0.05$) в хвостатом ядре и бледном шаре стриопаллидарной системы, соответственно.

Активность СДГ в хвостатом ядре и бледном шаре снижалась, начиная со 100 мин и продолжалась до 1 сут, достигая значений $80 \pm 3.9\%$ ($p < 0.01$) и $72 \pm 5.8\%$ ($p < 0.01$), соответственно от уровня контроля (рис.). Кроме того, отмечалось снижение активности СДГ на 30 сут, которое продолжалось до 6 мес., составляя к этому сроку $96.2 \pm 3.8\%$ ($p < 0.01$) и $91.4 \pm 6.1\%$ ($p < 0.01$), соответственно в нейронах хвостатого ядра и бледного шара.

Активность ЛДГ через 100 мин после облучения в хвостатом ядре и бледном шаре снижалась по сравнению с контрольной группой до $82.3 \pm 8.1\%$ ($p < 0.001$) и $82 \pm 5.4\%$ ($p < 0.001$), соответственно. Так же отмечалось снижение активности названного фермента на 30 сут, достигая значений $86.2 \pm 1.1\%$ ($p < 0.01$) и $88.9 \pm 2.7\%$ ($p < 0.01$) в изучаемых отделах стриопаллидарной системы. Напротив, увеличение активности ЛДГ отмечалось через 5 ч после воздействия, составляя $107.1 \pm 11.3\%$

($p < 0.01$) в хвостатом ядре и $101.3 \pm 9.8\%$ ($p < 0.01$) в бледном шаре от уровня контроля. Возрастание активности ЛДГ также имело место, начиная с 1 сут, и продолжалось до 14 дня после воздействия, повышаясь до $125.0 \pm 6.8\%$ ($p < 0.05$) и $120.8 \pm 4.4\%$ ($p < 0.01$) в хвостатом ядре и бледном шаре соответственно (рис.). Дальнейшее повышение активности ЛДГ происходило через 6 мес. и продолжалось до 1,5 г. после облучения, увеличиваясь до $132.6 \pm 6.8\%$ ($p < 0.01$) в нейронах хвостатого ядра и $129.9 \pm 4.3\%$ ($p < 0.01$) в нейронах бледного шара, превышая таким образом уровень контроля.

Активность Г-6-ФДГ через 100 мин после облучения в хвостатом ядре и бледном шаре снижалась по сравнению с контрольной группой на $53.2 \pm 4.2\%$ ($p < 0.01$) и $57.9 \pm 3.7\%$ ($p < 0.01$), соответственно, а к 5 ч она возрастала в тех же отделах стриопаллидарной системы до $93.6 \pm 6.1\%$ ($p < 0.01$) и $84.1 \pm 10.8\%$ ($p < 0.001$), соответственно (рис.).

На 1 сут эксперимента отмечалось повышение активности Г-6-ФДГ в хвостатом ядре и бледном шаре до $102.5 \pm 3.1\%$ ($p < 0.01$) и $89.8 \pm 2.9\%$ ($p < 0.01$), соответственно. На 3 сут повышение активности этого фермента регистрировалось в клетках хвостатого ядра до $105.7 \pm 5.2\%$ ($p < 0.01$), а в бледном шаре, напротив, выявлялось понижение его активности до $48.8 \pm 4.1\%$ ($p < 0.001$) по сравнению с предыдущим сроком наблюдения.

На 7 сут активность Г-6-ФДГ в хвостатом ядре понижалась до $65.6 \pm 5.9\%$ ($p < 0.01$), а в бледном шаре – повышалась до $96.9 \pm 3.9\%$ ($p < 0.01$).

Начиная с 14 сут после воздействия, отмечено повышение активности Г-6-ФДГ в хвостатом ядре и ее понижение в бледном шаре, и к 30 сут она составляла в обоих отделах стриопаллидарной системы $93.1 \pm 4.9\%$ ($p < 0.01$) и $84.9 \pm 4.7\%$ ($p < 0.01$), соответственно, однако оставалась ниже контрольных значений.

Спустя 6 мес. после воздействия отмечалось заметное снижение активности Г-6-ФДГ в хвостатом ядре до $80.4 \pm 6.6\%$ ($p < 0.01$) и ее повышение в бледном шаре до $125 \pm 5.5\%$ ($p < 0.01$).

Через 1 г. после облучения наблюдалось значительное повышение активности фермента в хвостатом ядре и ее снижение в бледном шаре до $102,6 \pm 1,9\%$ ($p < 0.01$) и $109,4 \pm 4,8\%$ ($p < 0.01$), соответст-

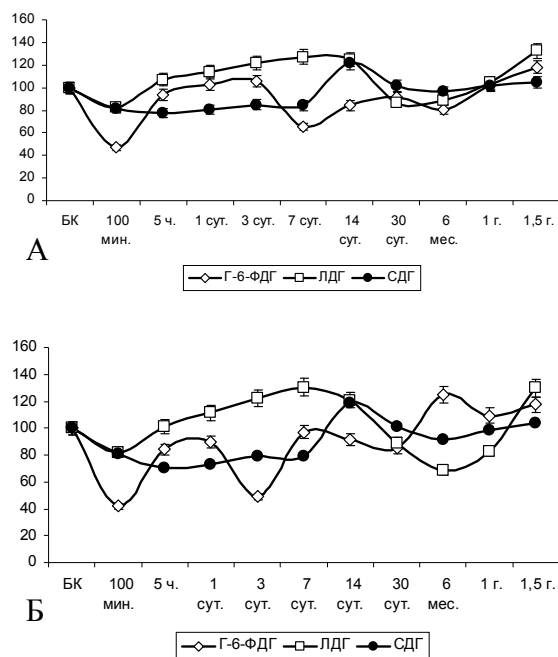


Рис. Активность ферментов энергетического обмена в нейронах хвостатого ядра (А) и бледного шара (Б) в различные сроки после облучения в дозе 0,5 Гр, в % к значениям биологического контроля. Обозначения: по оси абсцисс – сроки исследования; по оси ординат – активность фермента в %; БК – биологический контроль.

венно.

Активность Г-6-ФДГ через 1,5 г. после воздействия в хвостатом ядре и бледном шаре повышалась по сравнению с предыдущим сроком наблюдения до $118.2 \pm 7.7\%$ ($p < 0.001$) и $117.6 \pm 9.2\%$ ($p < 0.001$), соответственно, превышая значения контрольного уровня.

Таким образом, изменение активности ферментов в пострadiационном периоде в различных отделах стриопаллидарной системы носило фазный характер. Динамика активности СДГ и ЛДГ в стриопаллидарной системе характеризовалась периодами одновременного снижения через 100 мин и 30 сут ниже исходного значения и относительного повышения через 5 ч, до 14 сут и к 1 г. пострadiационного периода. Снижение активности Г-6-ФДГ в стриопаллидарной системе сочеталась с понижением активности СДГ и ЛДГ через 100 мин после облучения. Причем, уменьшение активности Г-6-ФДГ было выражено в большей степени по сравнению с активностью других ферментов. Наиболее высокое значение активности Г-6-ФДГ в пострadiационном периоде, значительно превышающее уровень контроля, отмечалось через

1,5 г. К концу 1 года после облучения активность изученных ферментов в хвостатом ядре и бледном шаре восстанавливалась.

Заключение

Таким образом, можно предположить, что снижение активности ключевых ферментов биоэнергетического обмена, участвующих в извлечении энергии в цикле лимонной кислоты, наблюдающееся на протяжении пострadiационного периода в различных отделах стриопаллидарной системы, компенсируется на 1 и 3 сут увеличением активности пентозофосфатного пути превращения углеводов. Основываясь на данных о защитно-приспособительной роли гексозомонофосфатного шунта, направленной на предотвращение окислительного повреждения мембранных структур клеток, а также на доказательствах участия этого метаболического пути в доставке Д-рибозы и НАДФ·Н для биосинтеза нуклеиновых кислот, мы в праве полагать, что существенная роль в обеспечении функции стриопаллидарной системы в ранние сроки после гамма-облучения в дозе 0,5 Гр принадлежит мобилизации пентозо-фосфатного пути превращения углеводов.

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.: Энергоатомиздат, 1982. С. 176.
4. Ильчева В. Н. Сравнительная гистохимическая характеристика различных зон коры головного мозга крыс после облучения // Российский медико-биологический вестник им. академика И. П. Павлова. 2011. № 3. С. 8–12.
5. Маслов Н. В. Влияние малых доз радиации на содержание РНК в нейронах средних слоев теменной коры // Журнал анатомии и гистопатологии. 2012. Т. 1, № 2. С. 33–35.
6. Москалев Ю. И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений. М., 1991. С. 464.
7. Соколов Д. А., Федоров В. П. Некоторые морфогенетические механизмы восприятия времени // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2006. Т. 5, № 4. С. 681–686.

8. Федоров В. П. Динамика патоморфологических изменений в головном мозге крыс в зависимости от дозы гамма-облучения // Радиобиология, 1989. Т. 30, № 3. С. 378–384.

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@ Rambler.ru

Афанасьев Роман Владимирович – к.м.н., доцент, начальник отдела физических факторов ФГУ “Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины” Министерства обороны РФ.

Поступила в редакцию 5.11.2012 г.