

**Егорова Марина Владимировна, аспирант**

*Естественно-технологический факультет*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Мордовский государственный педагогический  
институт имени М. Е. Евсевьева»*

тел.: 89603333374

e-mail: [egorowa.marina@mail.ru](mailto:egorowa.marina@mail.ru)

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОЛЕКУЛЯРНОГО  
СЛОЯ КОРЫ ПОЛУШАРИЙ МОЗЖЕЧКА БЕЛЫХ КРЫС  
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АЦЕТАТА СВИНЦА И  
ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ**

**Аннотация:** В работе представлены данные морфометрических особенностей нейронов молекулярного слоя коры полушарий мозжечка головного мозга половозрелых белых крыс-самцов в норме, при воздействии ацетата свинца и черепно-мозговой травме.

**Ключевые слова:** молекулярный слой, корзинчатые клетки, звездчатые клетки, ацетат свинца, черепно-мозговая травма.

**Abstract:** The paper presents the results of morphometric characteristics of neurons in the molecular layer of the cortex of the hemispheres of the cerebellum of the brain of sexually Mature white rats-males in the norm, under the influence of lead acetate and traumatic brain injury.

**Keywords:** molecular layer, stone baskets cells, stellate cells, lead acetate, traumatic brain injury.

Среди токсических элементов, загрязняющих окружающую среду, всё более пристальное внимание привлекают тяжёлые металлы, и в первую очередь свинец, по данным ВОЗ, отнесённый к группе токсических металлов I класса опасности. Свинец является вредным производственным и неблагоприятным экологическим фактором, отличается высокой токсичностью, способностью поражать жизненно важные органы и системы. Токсическое действие соединений свинца является причиной развития патологических состояний всех без исключения органов и систем организма. Нервная система, как центральная, так и периферическая, одной из первых страдает при свинцовой интоксикации. При этом малые дозы свинца, под действие которых попадет огромное число людей, не менее опасны, чем острые отравления [1, 4]. Травматические повреждения головного мозга, являются одной из лидирующих причин смертности и инвалидизации лиц молодого и среднего возраста [2]. Известно, что после черепно-мозговой травмы (ЧМТ) в мозге инициируется сложный процесс, который сопровождается выраженными морфологическими нарушениями. По данным ряда авторов, вследствие травматического повреждения мозга запускаются каскадные необратимые морфофункциональные дистрофические и некротические процессы, которые во многом определяют выраженность моторных и когнитивных нарушений в посттравматическом периоде [3].

Считается, что именно морфологические изменения паренхимы мозга вследствие механического воздействия на его ткань во многом определяют характер и выраженность последствий ЧМТ [3–4]. Несмотря на определенные успехи в этой области, актуальность данной проблемы не снижается, поскольку сведений о влиянии черепно-мозговой травмы на строение коры мозга (мозжечка) в посттравматическом периоде в доступной печати недостаточны [1].

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния ацетата свинца и черепно-мозговой травмы на морфофункциональное состояние нейронов молекулярного слоя коры мозжечка головного мозга белой крысы.

**Материал и методы.** В работе использовали половозрелых белых беспородных крыс-самцов массой 200–250 г. Эксперимент произведен на 30 животных, содержащихся на общем режиме вивария. Контрольную группу составили 10 интактных животных. Опытную группу – 20 животных (10 животным наносилась черепно-мозговая травма легкой степени; 10 животным получали в течение 7 дней перорально ацетат свинца  $Pb(CH_3COOH)_2 \times 3H_2O$  в дозе 45 мг/кг/сутки (в перерасчете на свинец). Животные забивались путем декапитации под наркозом (эфир и хлороформом – 1:1) через 24 часа после нанесения черепно-мозговой травмы. Исследования проводились с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации, и в соответствии с требованиями правил проведения работ с использованием экспериментальных животных.

Материалом для исследования служили участки молекулярного слоя коры полушарий мозжечка головного мозга белых крыс. Для получения материала с полости черепа ножницами срезали кожно-мышечные покровы, обнажая костную ткань. Из черепной коробки мозжечок доставали путем отделения височной, теменной, лобной, затылочной, носовой, слезной, клиновидной и других костей, с последующим рассечением твердой и мягкой мозговых оболочек анатомическими ножницами [3].

Для гистологического исследования мозжечок фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, затем, его подвергали промывке в проточной воде, обезвоживанию путем помещения исследуемого материала в спирты возрастающей концентрации и заливали в парафин по общепринятой методике. Изготавливали фронтальные срезы толщиной 5–7 мкм (по 2 среза с каждого материала исследования). Срезы помещали на предметные стекла и окрашивали гематоксилином-эозином. На каждом срезе была проведена цитоархитектоническая дифференцировка коры полушарий мозжечка в соответствии с его характеристикой. С помощью цифрового микроскопа Axio Imager.M2 (ZEISS, Япония) с программным обеспечением для анализа

изображений AxioVision SE64 Rel. 4.8.3 и ZEN 2011 проводилось измерение толщины молекулярного слоя полушарий коры мозжечка (n=100, об. 40; ок. 10.). В этом же слое, в четырех полях зрения, измерялись следующие морфометрические параметры клеток: площадь клетки, минимальный и максимальный диаметры клетки, площадь ядра, минимальный и максимальный диаметры ядра, с видимым ядрышком (n=240, об. 100; ок. 10.). Был вычислен индекс удлиненности ядер клеток (E) – частное от деления максимального диаметра ядра на минимальный диаметр ядра. Объемы тел нейронов и их ядер вычислялся по формуле объема эллипсоида вращения [9]. Также была вычислена концентрация нейронов по формуле:

$$K = x \times 10^6 / 41500 \times n,$$

где x – количество клеток (не менее 100), n – количество полей зрения (не менее 4), 41500 – площадь каждого поля зрения, мкм<sup>2</sup>. Ядерно-цитоплазменное отношение (ЯЦО) рассчитывали по следующей формуле:

$$\text{ЯЦО} = V_{\text{ядра}} / V_{\text{перикариона}} - V_{\text{ядра}}$$

где  $V_{\text{ядра}}$  – объем ядра,  $V_{\text{перикариона}}$  – объем перикариона. Фотосъемка препаратов производилась при помощи цифрового микроскопа Axio Imager.M2 (ZEISS, Япония) с программным обеспечением для анализа изображений AxioVision SE64 Rel. 4.8.3 и ZEN 2011 [10].

Для статистической обработки полученных результатов применялся параметрический критерий t–Стьюдента. Распределения исследуемых показателей удовлетворяли двум обязательным условиям применения критерия t–Стьюдента: нормальность распределения в обеих группах сравнения и равенство двух генеральных дисперсий в группах сравнения. Статистическую обработку результатов исследования проводили по S. Hanz с вычислением ( $\bar{x} \pm s_x$ ), где  $\bar{x}$  – среднее арифметическое,  $s_x$  – среднее квадратическое отклонение при помощи программы Microsoft Excel. При оценке статистических гипотез принимался уровень значимости  $p < 0,05$ . [11].

**Результаты и обсуждение.** При интоксикации ацетатом свинца отмечены морфологические и морфометрические изменения в молекулярном слое коры

мозжечка экспериментальных животных. Уменьшалась концентрация перикарионов молекулярного слоя: корзинчатых нейронов на 50 %, а звездчатых нейронов на 30 %. При расчете ядерно-цитоплазматического отношения (ЯЦО) корзинчатых ( $1,19 \pm 0,06$ ) и звездчатых нейронов ( $1,25 \pm 0,06$ ) по сравнению с контролем произошло увеличение на 71 %, что свидетельствует о существенном понижении функциональной активности нейронов. Слой отличался мелкопористой структурой. Толщина слоя на 61 % превысила контроль. Минимальный диаметр корзинчатых нейронов увеличился на 27,3 %, максимальный диаметр увеличился на 29,7 %. Средняя площадь клеток увеличилась, также почти в два увеличился средний объем клеток. Минимальный диаметр ядра увеличился на 38 %, а максимальный увеличился на 41 %. Коэффициент удлиненности ядра (E) составил 1,21. Площадь ядра увеличилась на 38 %, объем ядра увеличился почти в два раза. У звездчатых нейронов статистически значимые изменения претерпевали минимальный диаметр ядра, увеличился на 18,6 %, максимальный диаметр увеличился на 16,9%, а также средняя площадь и средний объем ядра увеличились на 35,9 % и 63,3 %. Коэффициент удлиненности ядра (E) составил 1,39.

При морфометрическом исследовании молекулярного слоя при черепно-мозговой травме по сравнению с контролем отмечено значительное уменьшение концентрации его перикарионов: корзинчатых нейронов на 42 %, а звездчатых нейронов на 26 %. При этом ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО) корзинчатых нейронов ( $0,54 \pm 0,02$ ) по сравнению с контролем уменьшилось на 26 %, что свидетельствует о существенном повышении функциональной активности нейронов, а звездчатых нейронов ( $2,14 \pm 0,11$ ) произошло увеличение на 200 %, что свидетельствует о существенном понижении функциональной активности нейронов. Слой отличался мелкопористой структурой. Толщина слоя уменьшилась на 21 % по сравнению с контролем. Минимальный диаметр корзинчатых нейронов уменьшился на 20,3 %. Средняя площадь клеток уменьшилась на 43 %, также почти в полтора раза уменьшился средний объем клеток. Максимальный и минимальный

диаметры ядра уменьшились на 22 % и 21 %, соответственно. Коэффициент удлиненности ядра (E) составил 1,31. Площадь ядра увеличилась на 21 %, объем ядра уменьшился почти в два раза. У звездчатых нейронов статистически значимые изменения претерпевали минимальный диаметр ядра, увеличился на 23 %, средняя площадь ядра уменьшилась на 16 %, а средний объем ядра увеличился почти в два раза. Коэффициент удлиненности ядра (E) составил 1,21.

**Заключение.** Полученные данные свидетельствует о том, что воздействие ацетата свинца и черепно-мозговой травмы оказывает существенное влияние на морфометрическое состояние нейронов молекулярного слоя коры мозжечка, что может быть основой для объяснения механизмов патологических и компенсаторно-восстановительных реакций нервной ткани.

#### **Библиографический список:**

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство. М.: Медицина, 1990. – 384 с.
2. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Дж. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. Неврологический журнал. М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.
3. Ноздрачев А. Д. Анатомия крысы (Лабораторные животные) / А. Д. Ноздрачев, Е. Л. Поляков. – СПб. : Издательство «Лань», 2001. – 464 с.
4. Рыжавский Б. Я. Отдаленные последствия пренатального воздействия свинца на развитие головного мозга крыс / Б. Я. Рыжавский, О. А. Лебедько, Д. С. Белолубская и др. // Морфология. – 2007. – № 1. – С. 27-30.

Работа проводилась в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ» и ФГБОУ ВО «МГПИ») по теме «Морфофункциональные последствия постнатального воздействия свинца на головной мозг белых крыс».