

УДК 591.48:591.181 + 61-092.9

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ МЕДИОДОРСАЛЬНОГО ЯДРА ТАЛАМУСА И ГИППОКАМПА ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫСЫ БЕЛОЙ

<sup>1</sup>Березнева Е.Ю., <sup>2</sup>Александрова В.В.

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, Омск, e-mail: katerina\_358@mail.ru;

<sup>2</sup>БУЗОО «Областная клиническая больница», Омск

Проведен морфологический анализ нейронов латеральной части медиодорсального ядра таламуса и гиппокампа правого и левого полушарий головного мозга крысы белой. С помощью системы анализа изображений «ВидеоТест-Морфо» фирмы Иста-ВидеоТест определяли размеры нейронов и структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент. Несмотря на многочисленные связи, сложность организации и гетерогенность строения нейронных популяций различных полей гиппокампа нами не обнаружено межполушарных отличий. Выявлено преобладание численной плотности нейронов медиодорсального ядра в правом полушарии головного мозга, а площади ядер нервных клеток и сЯЦК в левом полушарии. Крупные размеры нейронов, преобладание объема ядра могут свидетельствовать о высокой функциональной активности всех изученных отделов мозга в обоих полушариях.

**Ключевые слова:** нейроны, медиодорсальное ядро, гиппокамп, ядерно-цитоплазматический коэффициент, межполушарная асимметрия

## THE MORPHOLOGICAL FEATURES OF NEURONAL POPULATIONS OF NUCLEI IN THALAMUS AND HIPPOCAMPUS OF THE BRAIN OF A RAT WHITE

<sup>1</sup>Berezneva E.Y., <sup>2</sup>Aleksandrova V.V.

<sup>1</sup>Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: katerina\_358@mail.ru;

<sup>2</sup>Regional clinical hospital, Omsk

The morphological analysis of neurons of lateral part of a mediodorsal nuclei of a thalamus and hippocampus of the right and left cerebral hemispheres of a rat white is carried out. Determined the sizes of neurons and structural nuclear-cytoplasmic coefficient by system of the analysis of images «Videotest-Morfo» of Ista-Videotest firm. Despite numerous communications, complexity of the organization and heterogeneity of a structure of neural populations of various areas of a hippocampus us it isn't revealed the interhemispheric differences. Prevalence of numerical density of neurons of a mediodorsal nuclei in the right cerebral hemisphere, and the area of nuclei of nervous cells and nuclear-cytoplasmic coefficient in the left hemisphere is revealed. The large sizes of neurons, prevalence of volume of a nucleus can testify to high functional activity of all studied departments of a brain in both hemispheres.

**Keywords:** neurons, nuclei in thalamus, hippocampus, nuclear-cytoplasmic coefficient, interhemispheric asymmetry

Гиппокамп и ассоциативный таламус участвуют в регуляции процессов запоминания. Латеральная часть медиодорсального ядра таламуса относится к ассоциативным ядрам таламуса. Различные поля гиппокампа (CA1 и CA3) могут в разной степени участвовать в процессах приобретения и консолидации следов памяти в зависимости от вовлечения разных нейромедиаторных систем [2]. К настоящему времени установлены основные закономерности ассоциативной пластичности нейронов различных структур мозга при привыкании, классическом и инструментальном условно-рефлекторном обучении, процессах памяти, проявляющихся на поведенческом уровне [6, 10]. Если раньше при изучении процессов нейропластичности основное внимание уделялось корковым структурам, то в настоящее время считается, что процессы пластич-

ности могут осуществляться на различных уровнях – как корковых, так и субкортикальных [8]. Увеличение размеров нервных клеток считают одним из проявлений компенсаторно-приспособительных процессов в нервной системе [7]. Достаточно продолжительная и интенсивная стимуляция сопровождается закономерным уменьшением размеров нейронов, что позволяет рассматривать уменьшение объема нервных клеток в качестве структурного проявления указанных форм активности [3]. Таким образом, размер нервных клеток зависит от активности животного и специфической функции определенной группы ядер.

**Цель** – определить морфологические особенности нейронов латеральной части медиодорсального ядра таламуса и гиппокампа правого и левого полушарий крысы белой.

### Материалы и методы исследования

Объекты исследования – крысы белые (36 особей). Идентификацию морфологических структур (латеральная часть медиодорсального ядра и поля гиппокампа) проводили с помощью стереотаксического атласа мозга взрослой крысы G. Paxinos, Ch. Watson [9]. Лабораторные животные содержались в виварии в условиях, регламентированных приказом МЗ СССР № 1179 от 10.10.1983 года. Исследования проводились в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.77 № 755) и рекомендациями Международного комитета по науке о лабораторных животных, поддержанных ВОЗ. Головной мозг фиксировали в жидкости Карнуа в течение 2–2,5 часов, подвергали гистологической проводке в спиртах возрастающей концентрации и заключали в парафин. На микротоме изготавливали срезы толщиной 5–7 мкм, с помощью жидкости Апати срезы наклеивали на предметные стекла толщиной 1,0–1,2 мм. Рассматривали только нейроны с сохранной структурой, у которых четко определялось ядрышко. С помощью системы анализа изображений «ВидеоТест-Морфо» фирмы Иста-ВидеоТест (согласно инструкции пользователя) определяли размеры нейронов и структурный ядерно-цитоплазматический коэффициент (сЯЦК). Полученные при работе количественные данные обработаны с помощью общепринятых в медико-биологических исследованиях методов статистического анализа с использованием программ «Microsoft Excel» и «Statistica 6.0».

### Результаты исследования и их обсуждение

Нейроны медиодорсального ядра правого полушария головного мозга были вытянутой или округлой формы с ядром, расположенным ближе к периферии. В ядре имелось одно базофильное ядрышко. Встречались единичные нейроны, содержащие два ядрышка. Численная плотность нейронов составила  $598,9 \pm 29,6/\text{мм}^2$ . Площадь цитоплазмы нейронов медиодорсального ядра правого полушария была равна  $46,7 \pm 9,0 \text{ мкм}^2$ , площадь ядра нейронов –  $36,0 \pm 6,3 \text{ мкм}^2$ , площадь тел нейронов –  $82,6 \pm 12,6 \text{ мкм}^2$ , а сЯЦК –  $0,79 \pm 0,18$ .

Видимых отличий по форме нейронов медиодорсального ядра в левом полушарии по сравнению с правым не наблюдалось. Площадь цитоплазмы преобладала над площадью ядра. Численная плотность составила  $577,4 \pm 24,1/\text{мм}^2$ . Площадь цитоплазмы нейронов медиодорсального ядра левого полушария была равна  $46,1 \pm 12,7 \text{ мкм}^2$ , площадь ядра нейронов –  $38,4 \pm 8,3 \text{ мкм}^2$ , площадь тел нейронов –  $84,5 \pm 18,6 \text{ мкм}^2$ , а сЯЦК –  $0,87 \pm 0,21$ .

У крысы белой наблюдалось преобладание численной плотности нейронов медиодорсального ядра в правом полушарии

головного мозга ( $p < 0,001$ ). Выявлено преобладание площади ядер нервных клеток ( $p < 0,05$ ) и сЯЦК ( $p < 0,01$ ) в левом полушарии.

В пирамидном слое гиппокампа четко определялись поля CA1, CA2, CA3 и CA4.

В поле CA1 отмечалась наибольшая численная плотность мелких, плотно расположенных в 3–4 ряда нейронов:  $3464,3 \pm 314,9/\text{мм}^2$  в гиппокампе правого полушария и  $3466,3 \pm 393,7/\text{мм}^2$  – в гиппокампе левого. Средний диаметр нейронов в правом полушарии составлял  $8,9 \pm 0,9$ , в левом –  $9,13 \pm 0,7 \text{ мкм}^2$ . Ядро нейронов светлое, округлое, гомогенное, содержало базофильное ядрышко и единичные полигональные мелкие глыбки и занимало в цитоплазме центральное положение. Встречались нейроны, имеющие 2–3 ядрышка. Объем перикариона в правом полушарии составлял  $2998,9 \pm 900,3 \text{ мкм}^3$ , в левом –  $3075,8 \pm 721,7 \text{ мкм}^3$ . Хроматофильная субстанция была расположена в цитоплазме равномерно. сЯЦК составлял  $0,93 \pm 0,2$  справа и  $0,84 \pm 0,2$  слева.

Поле CA3 образовано крупными нейронами ( $13,3 \pm 1,0 \text{ мкм}$  справа и  $13,1 \pm 1,0 \text{ мкм}$  слева). Объем их перикарионов почти в 3 раза превышал объем перикарионов нейронов поля CA1 и составлял  $9610,0 \pm 2247,1 \text{ мкм}^3$  в правом полушарии и  $9231,0 \pm 2289,6 \text{ мкм}^3$  в левом. Клетки располагались менее компактно, имели овальную форму, крупное светлое ядро с одним крупным ядрышком. Объем ядра был почти равен объему цитоплазмы. сЯЦК в нейронах гиппокампа правого полушария составлял  $0,59 \pm 0,1$ , в нейронах левого –  $0,57 \pm 0,1$ . Хроматофильная субстанция имела вид крупных глыбок и располагалась равномерно. По данным литературы, для нейронов поля CA3 характерно более высокое содержание веществ Ниссля и РНК, ферментативная активность и синтез белка по сравнению с нейронами поля CA1 [1].

Поле CA4 состояло из полиморфных нейронов, часто имевших вытянутую пирамидную форму. По данным М.С. Абдуллаходжаевой, поле CA4 образуют «модифицированные пирамидные клетки», имеющие большое количество шипиковых выростов на соме и дендритах и хорошо развитые органеллы. При электронной микроскопии часто обнаруживаются клетки веретенообразной формы с плотным матриксом перикариона, значительным содержанием полисом в цитоплазме и хроматина в ядре [1]. Большинство клеток крупные, диаметром

13,3 ± 1,5 мкм справа и 13,6 ± 1,7 мкм слева, содержали небольшое округлое светлое ядро с одним ядрышком. Объем перикариона составлял 9560,7 ± 3108,2 мкм<sup>3</sup> в правом полушарии и 10442,7 ± 4084,4 мкм<sup>3</sup> в левом. Объем цитоплазмы немного превышал объем ядра: сЯЦК 0,45 ± 0,09 справа и 0,44 ± 0,1 слева.

Статистически значимых отличий по разным параметрам нейронных популяций гиппокампа правого и левого полушарий мозга крысы белой не обнаружено.

### Заключение

Таким образом, нейроны гиппокампа и медиодорсального ядра таламуса формируют сложную структурно-функциональную систему, играющую важную роль в интегративно-пусковой деятельности мозга. Появление морфологической асимметрии в ассоциативных ядрах таламуса связано с общей кортикальной асимметрией [4]. Преобладание площади ядер нервных клеток в левом полушарии, вероятно, связано со специфической функцией данного ядра таламуса. Гиппокамп получает информацию от большинства структур ЦНС: посредством перфорантного пути через энторинальную кору от неокортекса, посредством волокон от медиального ядра септума и ядра диагонального пучка Брока от стволово-диэнцефальных структур. Эфферентные волокна гиппокампа связывают его с септумом, передними, медиальными и внутримышечными ядрами таламуса,

предоптической зоной, мамиллярными телами, дорсальным и медиальным гипоталамусом [5]. Несмотря на многочисленные связи, сложность организации и гетерогенность строения нейронных популяций различных полей гиппокампа нами не обнаружено межполушарных отличий. Крупные размеры нейронов, преобладание объема ядра могут свидетельствовать о высокой функциональной активности всех изученных отделов мозга в равной степени в обоих полушариях.

### Список литературы

1. Абдуллаходжаева М.С. Ультраструктура гиппокампа в норме и патологии. Атлас / М.С. Абдуллаходжаева, Л.Ю. Утепов. – Тбилиси: Медицина, 1981. – 171 с.
2. Виноградова О.С. Гиппокамп и память. – М.: Наука, 1975. – 333 с.
3. Гейнисман Ю.Я. Структурные и метаболические проявления функции нейрона. – М.: Наука, 1974. – 208 с.
4. Лютикова Т.М. Морфоцитохимический анализ нейронных популяций задней группы ядер таламуса крысы серой и крысы белой / Т.М. Лютикова, Е.Ю. Крысова // Морфологические ведомости. – 2009. – № 3–4. – С. 14–17.
5. Оленев С.Н. Конструкция мозга. – Л.: Медицина, 1987. – 208 с.
6. Тимофеева Н.О. Нейронные основы изменчивости индивидуального адаптивного поведения / Н.О. Тимофеева, И.И. Семикопная, Н.Ю. Ивлиева // Усп. совр. биол. – 1999. – Т. 119, № 3. – С. 311–320.
7. Хесин Я.Е. Размеры ядер и функциональное состояние клеток. – М.: Медицина, 1967. – 423 с.
8. Otte A. The plasticity of the brain // Eur. J. Nucl. Med. – 2001. – Vol. 28. – P. 263–265.
9. Paxinos G., Watson Ch.A. The rat brain in stereotaxic coordinates // Toronto: Acad. Press, 1982. – 90 p.
10. Weiller C. Learning, plasticity, and recovery in the central nervous system / C. Weiller, M. Rijntjes // Exp. Brain. Res. – 1999. – Vol. 128. – P. 134–138.