

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОНОВ В ФИЛОГЕНЕЗЕ

С. В. Лопатина, Ю. А. Высоцкий, Е. В. Тимофеева  
ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет»  
Минздравсоцразвития России, г. Барнаул, Россия

Проведено морфометрическое исследование нейронов спинного мозга и симпатических (паравертебральных) ганглиев у некоторых позвоночных животных (лягушка, ящерица, белая крыса, кролик, домашняя кошка), всего использовано 50 объектов. Определяли площадь сечения нейронов, ядра и ядрышка передних рогов спинного мозга и симпатических ганглиев. Площадь сечения нейрона возрастает в сравнительно-анатомическом ряду в передних рогах спинного мозга от  $220 \pm 12,40$  мкм<sup>2</sup> до  $988 \pm 29,8$  мкм<sup>2</sup>, в симпатических ганглиях от  $300 \pm 74,5$  мкм<sup>2</sup> до  $790 \pm 55,8$  мкм<sup>2</sup>. Величина ядра значительно колеблется вместе со значениями ядерно-клеточных индексов.

**Ключевые слова:** спинной мозг, симпатические нейроны, нейроны, морфометрия.

© S. V. Lopatina, Yu. A. Vysotskiy, Ye. V. Timofeyeva, 2012

Morphometric Characteristics of Neurons in the Phylogeny

A morphometric study of spinal cord neurons and sympathetic (paravertebral) neurons in some vertebrates (a frog, a lizard, a white rat, a rabbit, a domestic cat) is carried out. 50 objects are used. We determined the cross-sectional area of the neurons, nucleus and nucleolus in anterior horns of the spinal cord and sympathetic ganglia. The value of the cross-sectional area of the neuron increases from  $220 \pm 12.40$  μ<sup>2</sup> to  $988 \pm 29.8$  μ<sup>2</sup> in anterior horns of spinal cord and from  $300 \pm 74.5$  μ<sup>2</sup> to  $790 \pm 55.8$  μ<sup>2</sup> in sympathetic ganglia in comparative anatomical range. The value of the nucleus varies considerably the same as the nuclear-cellular indexes.

**Keywords:** spinal cord, sympathetic neurons, neurons, morphometry.

### Введение

Особенности строения нейрона – основной структурно-функциональной единицы нервной ткани – варьируют в зависимости от того, в каком отделе нервной системы он находится и какие имеет взаимосвязи с другими нервными элементами в данном нервном центре и за его пределами. Разнообразие в строении нейронов спинного мозга и симпатических ганглиев у животных обусловлено, прежде всего, той ролью, которая принадлежит различным нервным центрам и системам мозга в сложных механизмах нервной деятельности. Это определяет особенности цитоархитектоники строения данного центра и структуры составляющих его нервных клеток. Особенности распределения внутриклеточных компонентов, количество и характер ветвления дендритов, протяженность и разветвленность аксона у разных нейронов являются филогенетически обусловленным морфологическим отображением его функционального назначения.

К настоящему времени накопилось достаточное количество фактов, свидетельствующих о вариабельности структуры одного и того же типа нейронов в разных отделах нервной системы. Большин-

ством авторов этот факт расценивается как отражение различного функционального состояния нейронов.

### Материал и методы исследования

Для выявления морфометрических особенностей нервных структур изучено серое вещество спинного мозга и симпатические (паравертебральные) ганглии некоторых позвоночных животных: лягушка прудовая, *Rana esculenta*, ящерица прыткая, *Lacerta agilis*, белая крыса, *Mus rattus albinos*, кролик, *Lepus caninus*, кошка домашняя, *Felis domestica*, всего использовано 50 объектов. Животных декапитировали, в работе соблюдались требования Хельсинской декларации по гуманному обращению с животными. Использовались гистологические и гистохимические методы исследования. Для изучения брали фрагменты спинного мозга и ганглии симпатического ствола. Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина и изготавливали серийные парафиновые срезы, а также замороженные срезы, толщиной 10–15 мкм. В каждом случае изучали по 25–30 клеток. Применялись окраски гематоксилином и эозином, по Эйнарсону, Куприянову, Нисслию. Морфометрические исследе-

**Соотношение цитоплазмы, ядра и ядрышка в нейронах спинного мозга и ганглиев симпатического ствола у различных видов животных**

Вид	ЯЦИ		ЯЯИ	
	Нейроны спинного мозга	Нейроны симпатического ствола	Нейроны спинного мозга	Нейроны симпатического ствола
<i>Rana esculenta</i>	0.5	0.45	0.09	0.07
<i>Lacerta agilis</i>	0.2	0.2	0.1	0.1
<i>Mus rattus albinos</i>	0.45	0.1	0.07	0.1
<i>Lepus caninus</i>	0.25	0.1	0.07	0.09
<i>Felis domestica</i>	0.2	0.1	0.06	0.1

Обозначения: ЯЦИ – ядерно-цитоплазматический индекс, ЯЯИ – ядрышко-ядерный индекс.

дования проводили с использованием системы компьютерного анализа изображений, состоящей из микроскопа Leica DME, цифровой камеры Leica EC3 (“Leica Microsystems AG”, Германия), персонального компьютера Pentium 4 и программного обеспечения ВидиоТест – Морфология 5,2. Статистическую обработку материала проводили при помощи статистического пакета Statistica 6,0. При нормальном распределении данных применяли методы параметрической статистики (t-test Стьюдента), а если полученные данные не соответствовали критериям нормального распределения (критерий Шапиро–Уилка,  $W=0.89$ ,  $p<0.01$ ), то применяли методы непараметрической статистики: тест Колмогорова–Смирнова или U-тест Манна–Уитни. Данные считали достоверными при  $p<0.05$ . Анализ зависимости между признаками проводили с помощью г-критерия Пирсона.

**Результаты и их обсуждение**

Известно, что все составные части нейрона принимают участие в выполнении специфических функций.

Площадь сечения нейрона возрастает в сравнительно-анатомическом ряду. Средняя площадь сечения нейрона передних рогов спинного мозга лягушки равна  $220\pm 12.40$  мкм<sup>2</sup>, у ящерицы –  $350\pm 10.40$  мкм<sup>2</sup>, у крысы – составляет  $442.7\pm 12.0$  мкм<sup>2</sup>, у кролика –  $815\pm 21.93$  мкм<sup>2</sup>, у кошки не превышает  $988\pm 29.8$  мкм<sup>2</sup>. Средняя площадь сечения нейронов симпатических ганглиев у лягушки составляет  $300\pm 74.5$  мкм<sup>2</sup>, у ящерицы –  $500\pm 21.93$  мкм<sup>2</sup>, у крысы она равна  $800\pm 94.5$  мкм<sup>2</sup>, у кролика –  $850\pm 64.5$

мкм<sup>2</sup>, у кошки изучаемый показатель находился в пределах  $790\pm 55.8$  мкм<sup>2</sup>.

Ядро нейрона является важнейшим центром клеточного метаболизма, прежде всего ответственным за регуляцию белкового синтеза, интенсивность которого находится в тесной связи со специфической функцией нервных клеток. В нервной клетке обычно имеется одно ядро округлой формы с четко отграниченной от цитоплазмы ядерной мембраной. Ядро может занимать центральное или эксцентричное положение. Ядра крупных клеток бедны хроматином и поэтому выглядят светлыми. Величина ядра значительно колеблется, и отношение его площади к площади тела нейрона разное.

Средняя площадь сечения ядра двигательных нейронов спинного мозга у лягушки равна  $121\pm 12.49$  мкм<sup>2</sup>, у ящерицы –  $104.04\pm 10.4$  мкм<sup>2</sup>, у крысы она достигает  $201\pm 11.5$  мкм<sup>2</sup>, у кролика этот показатель не превышает  $204.8\pm 21.46$  мкм<sup>2</sup>, у кошки –  $201.9\pm 25.76$  мкм<sup>2</sup>. Средняя площадь сечения ядра симпатических ганглиев у лягушки находится в пределах  $135.3\pm 16.34$  мкм<sup>2</sup>, у ящерицы –  $105.81\pm 5.93$  мкм<sup>2</sup>, у крысы она не превышает  $128.51\pm 11.57$  мкм<sup>2</sup>, у кролика –  $137.48\pm 19.52$  мкм<sup>2</sup>, у кошки составляет  $132\pm 10$  мкм<sup>2</sup>.

Ведущую роль в образовании цитоплазматических белков принадлежит ядрышку, в котором из дезоксирибонуклеиновой кислоты формируются рибонуклеиновая кислота и рибосомы; в ядрышке сконцентрировано от 40 до 90% белка. Средняя площадь сечения ядрышка двигательных рогов спинного мозга у лягушки составила  $11.54\pm 0.56$  мкм<sup>2</sup>, у ящерицы –  $14.27\pm 0.74$  мкм<sup>2</sup>, у крысы она была равна  $14.87\pm 0.47$  мкм<sup>2</sup>, у кролика изучаемый

показатель не превышал  $15.33 \pm 0.58$  мкм<sup>2</sup>, у кошки –  $13.77 \pm 0.98$  мкм<sup>2</sup>. Средняя площадь сечения ядрышка симпатических нейронов у лягушки соответствовала  $10.43 \pm 0.22$  мкм<sup>2</sup>, у ящерицы –  $11.78 \pm 0.98$  мкм<sup>2</sup>, у крысы –  $13.91 \pm 0.77$  мкм<sup>2</sup>, у кролика она достигала  $13.69 \pm 0.33$  мкм<sup>2</sup>, у кошки –  $14.77 \pm 0.54$  мкм<sup>2</sup>. При проведении сравнительной характеристики нейронов учитывали ядерно-цитоплазматический и ядрышко-ядерный индексы.

### Заключение

Полученные данные позволяют сделать вывод, что между величиной ядрышка, ядра и площадью нейрона существует зависимость, математически выраженная индексом (табл.). Корреляция между данными параметрами и уровнем организации животного не обнаружена, но по мере усложнения нервной системы в ряду позвоночных отмечается увеличение площади изучаемых структур.

### Список литературы

1. *Ершова В.П.* Сравнительное исследование морфологии тигриды и размеров симпа-

2. *Грачева Н.Д.* Авторадиография синтеза нуклеиновых кислот и белков в нервной системе. Л., 1968. С. 229.
3. *Дьячкова Л.Н., Костюк П.Г., Погорелая Н.Х.* Нейронная организация наружной базиллярной области спинного мозга кошки // *Нейрофизиология.* 1972. Т. 4, № 3. С. 296–302.
4. *Попова Э.Н., Латин С.К., Кривицкая Г.Н.* Морфология приспособительных изменений нервных структур. М., 1976. С. 3–36.

### Информация об авторах

**Лопатина Светлана Владимировна** – к.м.н., доцент кафедры анатомии человека ГБОУ ВПО “Алтайский государственный медицинский университет” Минздравсоцразвития России. 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 40.

E-mail: [swetlana.lopatina2012@jandex.ru](mailto:swetlana.lopatina2012@jandex.ru)

**Высоцкий Юрий Александрович** – д.м.н., профессор, зав. кафедрой анатомии человека ГБОУ ВПО “Алтайский государственный медицинский университет” Минздравсоцразвития России.

**Тимофеева Евгения Владимировна** – к.м.н., доцент кафедры анатомии человека ГБОУ ВПО “Алтайский государственный медицинский университет” Минздравсоцразвития России.

Поступила в редакцию 07.02.2012 г.