

## МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРОТОНИНЕРГИЧЕСКИХ НЕРВНЫХ КОМПОНЕНТОВ У ПЛАНАРИЙ *GIRARDIA TIGRINA*

Крещенко Н. Д.<sup>1</sup>,

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,  
nkreshch@rambler.ru

Митьковский Д. Е.<sup>2</sup>,  
учащийся

Гребенщикова А. И.<sup>2</sup>,  
учащаяся

Выкиданец Г. Н.<sup>2</sup>,  
учитель биологии

Теренина Н. Б.<sup>3</sup>,  
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

### Аннотация

Иммуноцитохимическим методом показано присутствие серотонинергических компонентов в центральной и периферической нервной системе планарий *Girardia tigrina*. Для идентификации серотонина использовали тотальные препараты, что позволило извлечь максимум информации и провести количественный анализ морфометрических параметров серотонин-иммунопозитивных структур в разных зонах тела планарий. Нервная система планарий представлена головным ганглием в переднем отделе тела и парой хорошо выраженных брюшных нервных стволов, тянущихся вдоль туловища. Плотность расположения серотониновых компонентов наибольшая в головном отделе тела, что отражается в толщине дуги головного ганглия (123–94 мкм) и брюшных нервных стволов, которая плавно уменьшается по направлению от головного (111–97 мкм) к срединному (83–42 мкм) и хвостовому (64–28 мкм) отделам. Нервные узлы содержат от 4 до 10 серотониновых нейронов

---

<sup>1</sup> Институт биофизики клетки ФИЦ ПНЦБИ РАН (Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, д. 3)

<sup>2</sup> МБОУ СОШ № 1 (Пущино, Московская область, микрорайон В, д. 7а)

<sup>3</sup> Центр паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН (г. Москва, Ленинский пр-т, д. 33)

в разных областях тела и соединены немногочисленными поперечными комиссурами с расстоянием между ними от 70 до 145 мкм. Новые данные дополняют имеющиеся сведения и могут быть полезны для сравнительного анализа серотонинергических компонентов у свободноживущих и паразитических плоских червей.

**Ключевые слова:** планарии, *Girardia tigrina*, нервная система, серотонин, морфометрические измерения.

## MORPHOMETRIC STUDY OF SEROTONERGIC NERVOUS COMPONENTS IN PLANARIANS *GIRARDIA TIGRINA*

Kreshchenko N. D. <sup>1</sup>,

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher,  
nkreshch@rambler.ru

Mitkovskii D. E. <sup>2</sup>,

Student

Grebenshchikova A. I. <sup>2</sup>,

Student

Vykidanets G. N. <sup>2</sup>,

Biology teacher

Terenina N. B. <sup>3</sup>,

Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher

### Abstract

The serotonergic components in the nervous system of planarian *Girardia tigrina* was shown by immunocytochemical method. The whole-mounts are used to extract the maximum information and conduct a quantitative morphometric analysis of serotonin-immunopositive elements in different body regions. The planarian nervous system is represented by cephalic ganglion in the anterior body part and a pair of well-defined ventral nerve cords running along the body. The density of

---

<sup>1</sup> Institute of Cell Biophysics of Federal Research Center “Pushchino Scientific Center for Biological Research of the Russian Academy of Sciences” (3, Institutskaya st., Pushchino, Moscow Region)

<sup>2</sup> Municipal Budgetary General Education Institution “Secondary General School № 1” (7a, microdistrict B, Pushchino, Moscow region)

<sup>3</sup> A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of Russian Academy of Sciences, Center of Parasitology (33, Leninsky pr., Moscow)

serotonin components is greatest in the head region, which reflects in thickness of cephalic ganglion arch (123–94  $\mu\text{m}$ ) and of nerve cords, gradually decreasing from head (111–97  $\mu\text{m}$ ) to middle (83–42  $\mu\text{m}$ ) and tail (64–28  $\mu\text{m}$ ) zones. Nerve nodes contain 4–10 serotonergic neurons in different body regions and connected by a few transverse commissures with a distance from 70 to 145  $\mu\text{m}$ . Results supplement the available data and can be useful for comparative analysis of serotonergic components in free-living and parasitic flatworms.

**Keywords:** planarians, *Girardia tigrina*, nerve system, serotonin, morphometric measurements.

**Введение.** Настоящая работа является продолжением исследований по изучению и описанию серотонинергических компонентов в нервной системе свободноживущих планарий – ближайших родственников паразитических плоских червей. Имеются сведения о наличии серотонин-иммунопозитивных нейронов и их волокон у планарий *Bipalium kewense*, *Schmidtea mediterranea*, *Dugesia tigrina*. В исследованиях, проведенных на планариях *Girardia tigrina*, было продемонстрировано присутствие серотонина в центральных и периферических отделах нервной системы червей [1]. В нашей работе для идентификации серотонина впервые были применены тотальные препараты планарий, что позволило извлечь максимум информации о локализации серотонинергических компонентов в различных отделах нервной системы. В нашей предыдущей работе таких морфометрических измерений не проводили, за исключением подсчета числа серотониновых нейронов в разных зонах тела планарий *G. tigrina* [2]. Настоящее исследование призвано восполнить этот пробел.

**Материалы и методы.** Планарий *G. tigrina* (Turbellaria, Platyhelminthes) фиксировали 4% параформальдегидом и окрашивали антителами к серотонину (Immunostar, USA) с помощью непрямого иммуноцитохимического метода. Образцы ( $n=10$ ) анализировали с помощью флуоресцентного Leica DM6000 В и конфокального лазерного сканирующего Leica TCS SP5 микроскопов (Leica Microsystems, Германия). Измерения проводили на микрофотографиях окрашенных тотальных препаратов с помощью программы Leica LAS AF Lite (версия 2.4.6384.1; Leica Microsystems CMS GmbH). Для каждого морфологического параметра проводили от 3 до 12 измерений.

**Результаты исследований.** Иммуноцитохимическая окраска показала наличие серотонина у планарий *G. tigrina*. Надорзальной стороне головного отдела тела расположена пара просто устроенных глаз, расстоя-

ние от уровня расположения глаз до кончика головы около 417 мкм, размер глазной впадины от 45,7–60,8 до 72,2–108,2 мкм. Обнаружено обилие серотонин-иммунопозитивных клеток и нервных волокон в центральных и периферических отделах нервной системы планарий. Нервная система представлена головным ганглием, имеющим форму дуги в переднем отделе тела, и парой хорошо выраженных брюшных нервных стволов, тянущихся вдоль всего туловища. Плотность расположения серотониновых нейронов и их волокон наибольшая в головном отделе тела, что отражается в толщине нервных стволов, которая плавно уменьшается по направлению к хвостовой области, а также количестве серотониновых нейронов. Поперечные нервные комиссуры соединяют нервные узлы в составе противоположных нервных стволов. Нервные узлы содержат от 4 до 10 серотониновых нейронов в разных областях тела планарии. От каждого нервного ствола к боковому краю тела направляются серотонинергические нервные волокна, не являющиеся продолжением поперечных комиссур. Эти серотонин-иммунопозитивные волокна многократно разветвляются в толще мускулатуры тела планарии.

*Головной отдел.* Толщина дуги головного ганглия 94,0; 119,7; 118,6; 110,2; 111,8; 119,0; 123,4. Толщина нервных стволов в головном отделе тела – от 97,1; 101; 108,5; 111,5; 102,1 мкм (в узле) до 62,5; 65,7; 77,6 мкм – (вне узла), расстояние между стволами 368,5; 366,6; 400,1; 433,7 мкм. Брюшные нервные стволы залегают на расстоянии 267,5; 289,7; 306,9; 319,0 мкм от бокового края тела планарии. Стволы соединены тонкими нервными комиссурами. На переднем конце тела расстояния между нервными комиссурами 61,2; 77,3; 100,7; 104,8 мкм. Большинство тел серотониновых нейронов располагаются у *G. tigrina* по внутренней дуге головного нервного ганглия (или мозга). Размер серотониновых нейронов головного ганглия – 32,6; 23,7; 21,4; 16,4; 20,2 мкм. Число серотониновых нейронов в головном ганглии до первой комиссуры около 64, 70, 74, до 102. Нервные узлы содержат от 4–5 до 9–10 нейронов.

*Середина тела.* Толщина нервных стволов в среднем отделе тела – 61,9; 73,7; 60,7; 51,8; 51,2; 51,5; 42,6; 62,1; 69,1; 64,3; 77,7; 79,8; 83,7 мкм (больше – в узле). Расстояние между нервными узлами от 88,8; 129,9; 137,6; 145,4 до 158,6 мкм. В узле в центральной части тела находится по 4–5 до 7–8 серотониновых нейронов. Расстояние между нервными стволами 381,7; 350,9; 422,0; 377,5; 348,2; 381,9 мкм. Расстояние от бокового края тела до нервных стволов 292,9; 262,1; 250,6

до 105,9; 321,0; 322,7 мкм. Расстояние между поперечными нервными комиссурами 145,7; 88,5; 70,5 мкм. Размер тел биполярных и мультиполярных серотониновых нейронов в нервных стволах 16,0; 16,7; 15,0; 17,2; 17,4; 17,8; 19,2; 18,7; 17,0; 19,3; 24,1; 13,2; 11,9; 19,9; 22,1; 16,7; 24,6; 22,1; 23,6 мкм.

*Хвостовой отдел тела.* Хвостовой отдел тела планарий суживается, поэтому измеряемые параметры изменяются в зависимости от расстояния до кончика тела. В хвостовой области толщина нервных стволов составляет от 63,9; 64,6 мкм до 54,1; 46,2; 44,8; 38,7; 33,7; 41,0; 39,0; 32,1; 29,9; 28,8 мкм. Расстояние между нервными стволами от 288,7; 250,9; 251,4; 208,4 до 176,0; 145,5; 119,5; 108,1 мкм. Расстояние от бокового края тела до нервных стволов 167,9; 124,1; 142,0; 178,9 мкм до 181,2; 205,4 мкм. Расстояние между узлами нервных стволов в хвостовой области тела от 57,6; 72,3; 66,4; до 76,2; 85,1; 81,0; 87,5; 112,7 мкм. В узлах находятся 3–4 до 5–6 серотониновых нейронов. Нервные стволы связаны комиссурами, которые не параллельны друг другу, часто разветвлены и состоят из нескольких серотонинергических нервных волокон. Расстояние между соседними комиссурами варьирует от 50,7; 55,9; до 104,7 мкм. На расстоянии около 68,3; 74,7; 79,5; 81,6; 106,9 мкм от кончика хвоста находится нервное кольцо, диаметр которого около 111,5; 113,8; 130,0 мкм, состоящее из серотониновых нервных волокон, соединяющих нервные стволы в наиболее дистальной их части. Здесь между нервными стволами расположено от 12 до 18 серотониновых нейронов. Размер тел этих нейронов – 15,5; 15,3; 17,9; 10,4; 13,3 мкм.

**Заключение.** Новые данные получены с помощью современных иммуноцитохимических и морфометрических методов исследования, дополняют сведения о строении нервной системы и указывают на присутствие нейромедиатора серотонина в нервной системе планарий. Эти данные могут быть полезны при проведении сравнительного анализа распространения серотонин-иммунопозитивных структур в нервной системе свободноживущих и паразитических видов плоских червей и их морфометрических показателей.

*Поддержано РФФИ 18-04-0349а.*

---

### Литература

1. Крещенко Н.Д. Иммуноцитохимическая идентификация серотонинергических нейронов у планарий *Girardia tigrina* // Биологические мембраны. 2016. Т. 33. № 5. С. 353-362.
2. Крещенко Н.Д., Теренина Н.Б., Мочалова Н.В. Количественная оценка серотонинергических нервных элементов у планарий и трематод (Platyhelminthes) // Сб. науч. ст. по матер. докл. научн. конф. «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». 2018. № 19. С. 227–231.

### References

1. Kreshchenko N.D. Immunocytochemical identification of serotonergic neurons in planarians *Girardia tigrina*. *Biological membranes*. 2016; 33(5): 353-362. (In Russ.)
2. Kreshchenko N.D., Terenina N.B., Mochalova N.V. Quantitative assessment of serotonergic nervous elements in planarians and trematodes (Platyhelminthes). *Materials of the Scientific Conference "Theory and practice of parasitic disease control"*. 2018; 19: 227-231. (In Russ.)