

УДК 595.122; 577.175.823

<https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-9-9.2022.23.454-458>

## МУСКУЛАТУРА И НЕЙРОТРАНСМИТТЕРЫ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ТРЕМАТОД

**Теренина Н. Б.**<sup>1</sup>,

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник,  
terenina\_n@mail.ru

**Нефёдова Д. А.**<sup>1</sup>,

ведущий инженер

**Мочалова Н. В.**<sup>1</sup>,

младший научный сотрудник

**Крещенко Н. Д.**<sup>2</sup>,

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

**Богоявленская В. Ю.**<sup>3</sup>,

студент

**Мовсесян С. О.**<sup>1</sup>,

доктор биологических наук, главный научный сотрудник

### Аннотация

В работе анализируются результаты собственных и литературных данных, касающиеся наличия мышечных элементов в различных отделах репродуктивной системы трематод. Данные о присутствии серотонинергических и пептидергических (FMRFамидергических) нервных элементов свидетельствуют об иннервации отделов репродуктивной системы трематод указанными нейромедиаторами. Имеющиеся в литературе сведения дополнены результатами исследования, проведённого на представителе трематод сем. *Leposreadiidae* – *Prodistomum alaskense*, кишечном паразите глубоководных рыб (*Zaprora silenus* и *Aptocycclus ventricosus*). Локализацию серотонинергических и FMRFамидергических нерв-

---

<sup>1</sup> Центр паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук (119071, Россия, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 33)

<sup>2</sup> Институт биофизики клетки Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пушинский научный центр биологических исследований Российской академии наук» (142290, Россия, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 3)

<sup>3</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) (119991, Россия, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2)

ных структур определяли иммуноцитохимически, окраска мускулатуры проводилась с помощью TRITC (тетраметилродамин-изотиоцианат) меченого фаллоидина. Препараты исследовались с помощью флуоресцентного микроскопа и конфокального лазерного сканирующего микроскопа. Анализ полученных данных и имеющихся в литературе сведений даёт основание полагать, что мышечная система репродуктивной системы хорошо развита у трематод различных таксономических групп и представлена кольцевыми, продольными, а также иногда диагональными мышечными волокнами. Мускулатура органов репродуктивной системы трематод иннервируется серотонинергическими и пептидергическими (FMRФамидергическими) нейронами и их волокнами, которые могут принимать участие в регуляции сократительной активности различных отделов репродуктивного тракта трематод.

**Ключевые слова:** трематоды, репродуктивная система, нейротрансмиттеры, серотонин, FMRФамид

## MUSCULATURE AND NEUROTRANSMITTERS IN THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF TREMATODES

**Terenina N. B.** <sup>1</sup>,

Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher,  
terenina\_n@mail.ru

**Nefedova D. A.** <sup>1</sup>,

Leading Engineer

**Mochalova N. V.** <sup>1</sup>,

Junior Researcher

**Kreshchenko N. D.** <sup>2</sup>,

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher

**Bogojavlenskaja V. Ju.** <sup>3</sup>,

Student

**Movsesyan S. O.** <sup>1</sup>,

Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher

---

<sup>1</sup> A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Center of Parasitology (33, Leninsky pr., Moscow, 119071, Russia)

<sup>2</sup> Institute of Cell Biophysics of the Russian Academy of Sciences (3, Institutskaya st., Pushchino, Moscow Region, 142290, Russia)

<sup>3</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Sechenovskiy University) (8, Trubetskaya st., Bldg. 2, Moscow, 119991, Russia)

**Abstract**

The article analyzes own and published data concerning muscle elements present in various parts of the trematode reproductive system. The data on the presence of serotonergic and peptidergic (FMRFamidergic) nerve elements evidence the innervation of the trematode reproductive system departments by these neurotransmitters. The available literature information was supplemented by results of the study carried out on *Prodistomum alaskense*, a representative of the family Lepocreadiidae, an intestinal parasite of deep-sea fish (*Zaprora silenus* and *Aptocyclus ventricosus*). The localization of serotonergic and FMRFamidergic nerve structures was determined by immunocytochemistry. The musculature was stained using TRITC (tetramethylrhodamine-isothiocyanate) conjugated phalloidin. The slides were examined using a fluorescent microscope and a confocal laser scanning microscope. An analysis of the data and information in the literature suggest that the muscular system of the reproductive system is well developed in trematodes of various taxonomic groups and represented by circular, longitudinal, and, in some cases, by diagonal muscle fibers. The musculature of the trematode reproductive system is innervated by serotonergic and peptidergic (FMRFamidergic) neurons and their fibers which may be involved in regulating the contractile activity in various parts of the trematode reproductive system.

**Keywords:** trematodes, reproductive system, neurotransmitters, serotonin, FMRFamide

**Введение.** Мышечная система трематод хорошо развита и играет важную роль в жизнедеятельности паразита. В литературе имеются сведения о наличии мышечных элементов в репродуктивной системе трематод *Cryptocotyle lingua*, *Echinoparyphum aconiatum*, *Allocreadium isoporum*, *Paramphistomum cervi* [1], *Diplodiscus subclavatus* [3]. У *Rhipidocotyle campanula* определено наличие мышечных элементов в мешке цирруса [2]. У *Schistosoma mansoni* мышечные фибриллы выявлены в яйцевом, желточниках, оотипе и матке, у *Fasciola hepatica* – во всех отделах репродуктивной системы. Отмечено интенсивное развитие мышечных элементов репродуктивных структур в ходе развития метацеркарии *E. caproni* во взрослую форму. Мышечные элементы обнаружены в отделах репродуктивной системы у метацеркарий и взрослых форм *Bucephaloides gracilescens* [1]. Хорошо развитые мышечные волокна описаны в конечных отделах репродуктивной системы метацеркарий *Microphallus piriformis* [1]. Данные об иннервации различных отделов репродуктивной системы серотонинергическими и пептидергическими нервными элементами имеются в отношении нескольких видов трематод [1].

Целью работы явилось обобщение и анализ наших и литературных данных о наличии мышечных элементов в репродуктивной системе трематод, а также сведений об их иннервации серотонинергическими и FMRFамидергическими компонентами нервной системы. Сведения дополнены результатами наших исследований, проведённых на *Prodistomum alaskense*, кишечном паразите глубоководных рыб (*Zaprora silenus* и *Aptocyclus ventricosus*).

**Материалы и методы.** Трематод *P. alaskense* (Ward & Fillingham, 1934) Bray & Merrett, 1998 (сем. Leporeladiidae) из кишечника рыб – запроры (*Z. silenus*) и рыбы-лягушки (*A. ventricosus*), выловленных в северо-западной части Тихого океана, фиксировали в 4% параформальдегиде в 0,1 М фосфатном буферном растворе (рН 7,4) при 4°C, сохраняли в 10% сахарозе на 0,1 М фосфатном буфере. Локализацию серотонинергических и FMRFамидергических нервных структур определяли иммуноцитохимическим методом. Окраску мускулатуры проводили TRITC (тетраметилродамин изотиоцианат) меченым фаллоидином. Препараты исследовались с помощью флуоресцентного микроскопа Leica DM6000B и конфокального лазерного сканирующего микроскопа Leica TCS SP5 (Сектор Оптической микроскопии и спектrophотометрии ЦКП ФИЦ ПНЦБИ РАН).

**Результаты исследований.** Мышечная система репродуктивной системы хорошо развита у трематод различных таксономических групп и представлена кольцевыми и продольными мышечными волокнами. Наши результаты показали наличие серотонин-иммунопозитивных нейронов вблизи репродуктивного отверстия *P. alaskense*. Серотонин и FMRFамид иммунопозитивное окрашивание наблюдалось в различных отделах репродуктивной системы. Так, серотонин-позитивное окрашивание определено в области нижней границы вентральной присоски, что соответствует расположению дистальных отделов репродуктивной системы. Четыре серотониновых нейрона выявлены в области яичника и яйцепровода. FMRFамид-иммунопозитивное окрашивание идентифицировано в области проксимальных отделов матки.

**Закключение.** Анализ показывает, что у трематод репродуктивная система имеет хорошо развитые мышечные элементы, наиболее развитые в ее конечных отделах. Присутствие серотонинергических и FMRFамидергических нервных элементов вблизи мужских и женских отделов репродуктивной системы, а также генитальной поры свидетельствует об возможном участии исследованных нейромедиаторов в регу-

ляции мышечной активности репродуктивных протоков, а также процессов образования, развития и выделения яиц у паразитов.

Сравнительные данные, полученные в отношении различных представителей трематод, относящихся к различным таксономическим группам, имеющих различных хозяев и локализацию в нём подтверждают сходство и консерватизм в наличии мышечных элементов в репродуктивной системе и её иннервацию серотонинергическими и пептидергическими нервными элементами.

#### Список источников

1. Теренина Н. Б., Густафссон М. К. С. Функциональная морфология нервной системы паразитических плоских червей (трематоды, цестоды). Москва: КМК, 2014. 296 с.
2. Kreshchenko N., Terenina N., Nefedova D., Mochalova N., Voropaeva E., Movseyan S. The neuroactive substances and associated muscle system in *Rhipidocotyle campanula* (Digenea, Bucephalidae) from the intestine of the pike *Esox lucius* // Journal of Morphology. 2020; 281: 1047-1058.
3. Krupenko D. Y. Muscle system of *Diplodiscus subclavatus* (Trematoda: Paramphistomida) cercariae, pre-ovigerous, and ovigerous adults // Parasitol. Res. 2014; 113: 941-952.

#### References

1. Terenina N. B., Gustafsson M. K. S. The functional morphology of the nervous system of parasitic flatworms (trematodes, cestodes). Moscow, KMK Scientific Press LTD., 2014. 296 p. (In Russ.)
2. Kreshchenko N., Terenina N., Nefedova D., Mochalova N., Voropaeva E., Movseyan S. The neuroactive substances and associated muscle system in *Rhipidocotyle campanula* (Digenea, Bucephalidae) from the intestine of the pike *Esox lucius*. *Journal of Morphology*. 2020; 281: 1047-1058.
3. Krupenko D. Y. Muscle system of *Diplodiscus subclavatus* (Trematoda: Paramphistomida) cercariae, pre-ovigerous, and ovigerous adults. *Parasitol. Res.* 2014; 113: 941-952.