DOI: 10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.276-280
УДК 595.122; 577.175.823

RHIPIDOCOTYLE CAMPANULA (DIGENEA, BUCEPHALIDAE): МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА, ЛОКАЛИЗАЦИЯ СЕРОТОНИНА И НЕЙРОПЕПТИДА FMRFамида В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

Нефёдова Д. А. [1],
ведущий инженер

Мочалова Н. В. [1],
младший научный сотрудник

Теренина Н. Б. [1],
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

Воропаева Е. Л. [1],
младший научный сотрудник

Мовсесян С. О. [1],
доктор биологических наук, главный научный сотрудник

Кучин А. В. [2],
ведущий инженер

Крещенко Н. Д. [2],
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

Аннотация

Трематоды семейства Bucephalidae отличаются от других трематод рядом морфологических характеристик, включая строение их прикрепительного аппарата, пищеварительной и репродуктивной системы. В представленной работе исследованы мышечная система и нервные компоненты, содержащие нейромедиаторы серотонин и нейропептид FMRFамид у представителя сем. Bucephalidae – *Rhipidocotyle campanula*, паразита кишечника щуки. С помощью иммуноцитохимических методов и конфокальной сканирующей лазерной микроскопии получены данные о наличии и распределении серотонина и нейропептида FMRFамида в центральных и периферических отделах нервной системы *Rh. campanula*. При исследовании взаимоотношения нервных структур, содержащих исследуемые нейромедиаторы, с мышечными элементами паразита проводили окраску мышечных волокон, используя

[1] Центр паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33), terenina_n@mail.ru

[2] Институт биофизики клетки ФИЦ ПНЦБИ РАН (142290, г. Пущино, Московская область, Институтская, д. 3)

связаный с флуорофором фаллоидин. Приводятся сведения об организации мускулатуры тела, прикрепительного органа, отделов пищеварительной и репродуктивной системы. Полученные данные дают основание заключить, что серотонинергические и FMRFамидергические нервные структуры принимают участие в регуляции функции прикрепительного органа, а также отделов пищеварительной и конечных отделов репродуктивной системы *Rh. campanula*. Даётся сравнительный анализ полученных данных и соответствующих сведений, имеющихся в литературе в отношении других трематод.

Ключевые слова: трематоды, *Rhipidocotyle campanula*, нервно-мышечная система.

RHIPIDOCOTYLE CAMPANULA (DIGENEA, BUCEPHALIDAE): MUSCULAR SYSTEM, LOCALIZATION OF SEROTONIN AND NEUROPEPTIDE FMRFamide IN NERVOUS SYSTEM

Nefedova D. A. [1],
Leading Engineer

Mochalova N. V. [1],
Junior Researcher

Terenina N. B. [1],
Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher

Voropaeva E. L. [1],
Junior Researcher

Movsesyan S. O. [1],
Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher

Kuchin A. V. [2],
Leading Engineer

Kreshchenko N. D. [2],
Candidat of Biological Sciences, Leading Researcher

Abstract

Trematodes of the Bucephalidae family differ from all other trematodes by the number of morphological characteristics including the structure of their attachment organ as well as the digestive and reproductive systems. In this study, the muscular system and nerve components containing serotonin and neuropeptide FMRFamid were in-

[1] A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of Russian Academy of Sciences, Center of Parasitology (33, Leninsky Prospect, Moscow, 119071, Russia)

[2] Institute of Cell Biophysics of the Russian Academy of Sciences (3, Institutskaya st., Pushchino, Moscow Region, 142290, Russia)

vestigated in *Rhipidocotyle campanula* (Bucephalidae family) from the intestine of the pike. Using immunocytochemical methods and confocal scanning laser microscopy (CSLM), data on the presence and distribution of neurotransmitters serotonin as well as the neuropeptide FMRFamide in the central and peripheral nervous system of *Rh. campanula* were obtained. When studying the relationship of nerve structures containing the studied neurotransmitters, muscle fibers of the muscle elements of the parasite were stained using the phalloidin associated with the fluorophore. Information on the organization of the muscular system, attachment organ, digestive and reproductive systems is given. The data obtained suggest that serotonergic and FMRF-amidergic nerve structures are involved in the regulation of the function of the attachment organ, as well as the digestive and terminal departments of the reproductive system of *Rh. campanula*. A comparative analysis of the obtained results and related data available in the literature for other trematodes was carried out.

Keywords: trematodes, *Rhipidocotyle campanula*, neuromuscular system.

Введение. Трематоды семейства Bucephalidae (Poche, 1907) паразитируют у морских и пресноводных рыб и имеют широкое географическое распространение. Представители этого семейства характеризуются рядом специфических морфологических особенностей, включая строение их пищеварительной и репродуктивной систем, которые отличают их от других трематод. Кроме того, ротовая и брюшная присоски отсутствуют, но на переднем конце тела имеется мышечный прикрепительный орган – ринхус. Характеристика этого органа имеет большое таксономическое значение при диагностике трематод рода *Bucephalida* (Diesing, 1858).

Как известно, нервная система трематод хорошо развита и участвует в регуляции и координации различных функций паразита. В нервной системе трематод идентифицирован ряд нейрональных сигнальных веществ, в том числе серотонин (5-HT) и нейропептид FMRFамид (FMRFa) (Halton, Maule, 2004; Terenina, Gustafsson, 2014). Сведения о нервной и мышечной системе трематод семейства Bucephallidae очень ограничены.

В настоящей работе исследовали организацию мышечной системы и распределение нейромедиаторов – серотонина и нейропептида FMRFамида – в нервной системе трематоды *Rhipidocotyle campanula* (Dujardin, 1845) – представителя семейства Bucephalidae (Poche, 1907), паразита кишечника щуки.

Материалы и методы. В работе использовали трематод *Rhipidocotyle campanula*, собранных из кишечника щук, выловленных в р. Иртыш. Гельминтов фиксировали в 4% параформальдегиде в 0,1 М фосфат-

ном буферном растворе (pH 7,4) при 4 ^{0}C и затем сохраняли в 10% сахарозе, приготовленной на 0,1 М фосфатном буфере.

Локализацию серотонинергических и FMRFамидергических нервных структур определяли иммуноцитохимически. Окраска мускулатуры проводилась с помощью TRITC (тетраметилродамин изотиоцианат) меченого фаллоидина. Препараты исследовались с помощью флуоресцентного микроскопа Leica DM 1000 и конфокального сканирующего лазерного микроскопа Leica TCS SP5 (Сектор оптической микроскопии и спектрофотометрии ЦКП ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пущино).

Результаты исследований. Мускулатура стенки тела трематоды *Rh. campanula* представлена кольцевыми, продольными и диагональными мышечными волокнами. Прикрепительный орган – ринхус – состоит из двух отделов: переднего и заднего. Передний, относительно небольшой, состоит из частых радиальных мышечных волокон, тогда как задний отдел, занимающий бо̀льшую часть органа, представлен четырьмя парами продольных мышечных лент, состоящих из скрученных мышечных волокон. Стенка этой части ринхуса состоит из сильно развитых радиальных мышечных волокон.

В фаринксе, расположенном в средней части тела паразита, выявлены радиальные мышечные волокна, в оезофагусе – кольцевые, а в кишечнике, имеющем мешкообразную форму, – радиальные и кольцевые мышечные волокна. Мышечные волокна хорошо развиты также в конечном отделе половой системы – мешке цирруса, который у трематод семейства Bucephalidae расположен в задней части тела паразита.

Серотонин-иммунопозитивные клетки и нервные волокна обнаружены в парных головных ганглиях, мозговой комиссуре, в продольных нервных стволах и связывающих их комиссурах. К прикрепительному органу – ринхусу – от церебральных ганглиев идут парные серотонинергические нервные волокна (передние нервы). В центральной части тела *Rh. campanula* вблизи фаринкса расположены две клетки, волокна которых вероятно иннервируют отделы пищеварительной системы. В задней части тела трематоды находятся три пары 5-HT-иммунореактивных нервных клеток, отростки которых осуществляют иннервацию мускулатуры конечных отделов репродуктивной системы, расположенных в этой области.

Интенсивная FMRFамид иммунореактивность наблюдалась в продольных, особенно вентральных нервных стволах, а также в мозговой комиссуре, в волокнах, идущих к прикрепительному органу.

FMRFамид-иммунопозитивные нейроны видны в мозговом ганглии, вдоль вентрального нервного ствола, вблизи фаринкса. В конечном отделе тела *Rh. campanula* тонкие FMRFамид-иммунопозитивные волокна образуют кольцо. Возможно, что эта структура принимает участие в регуляции сокращений мышц конечных отделов экскреторной и/или репродуктивной системы.

Заключение. Анализ полученных и литературных данных свидетельствует о важной роли мышечных элементов в сократительной активности тела, а также в функционировании прикрепительных органов, отделов пищеварительной и репродуктивной системы у трематод различных таксономических групп, включая трематод семейства Bucephalidae, имеющих некоторые морфологические особенности.

В нервной системе представителя семейства Bucephalidae *Rhipidocotyle campanula*, как и других трематод, выявлены серотонинергические и пептидергические (FMRFамидергические) структуры. Локализация этих структур связана с центральными и периферическими отделами нервной системы. Полученные в отношении *Rh. campanula* данные дают основание заключить, что исследуемые нейромедиаторы принимают участие в регуляции функции прикрепительного органа, а также отделов пищеварительной и конечных отделов репродуктивной системы трематоды.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-04-00349а.

Литература

1. *Теренина Н.Б., Густафссон М.К.С.* Функциональная морфология нервной системы паразитических плоских червей (трематоды, цестоды). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 296 с.
2. *Halton D.W., Maule A.G.* Flatworm nerve-muscle: structural and functional analysis // Canadian Journal of Zoology. 2004. 82(2). С. 316–333. DOI: 10.1139/Z03-221

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. Halton D.W., Maule A.G. Flatworm nerve-muscle: structural and functional analysis. *Canadian Journal of Zoology*. 2004; 82(2):316–333. DOI: 10.1139/Z03-221