

УДК 593.99, 595.122.2

ПЕРВАЯ НАХОДКА ТРЕМАТОД (DIGENEA) В ГЛУБОКОВОДНЫХ КИШЕЧНОДЫШАЩИХ TORQUARATORIDAE (HEMICHORDATA, ENTEROPNEUSTA)

© 2022 г. О. В. Ежова^{1,*}, К. И. Белолобская¹, Д. Ю. Крупенко²,
А. И. Лукиных¹, академик РАН В. В. Малахов¹

Поступило 28.12.2021 г.
После доработки 15.01.2022 г.
Принято к публикации 15.01.2022 г.

Впервые описаны трематоды из кишечнодышащих полухордовых. Метацеркарии были найдены в туловищном, воротниковом и хоботковом целомах, а также в гломерулюсе глубоководной торквараториды *Quatuoralisia malakhovi*. Это первое обнаружение паразитов в гломерулюсе полухордовых. Высказаны предположения относительно систематической принадлежности обнаруженной трематоды.

Ключевые слова: дигенетические сосальщики, *Quatuoralisia malakhovi*, Enteropneusta, Torquaratoridae, Берингово море, гистология, морфология

DOI: 10.31857/S2686738922020081

Новое семейство кишечнодышащих Torquaratoridae, открытое лишь в 2005 г. [1], объединяет виды, обитающие на больших глубинах – от 350 до 4000 м [1–3]. Глубоководные кишечнодышащие из семейства Torquaratoridae значительно отличаются от мелководных представителей класса. Торквараториды обычно ведут эпибентосный образ жизни, медленно ползая по поверхности дна и не зарываясь в норки. Их хоботок короткий и не содержит мощной мускулатуры. Воротниковый отдел, наоборот, как правило, разрастается в стороны, формируя выраженные латеральные губы, которыми животные пользуются для сбора осадка с поверхности грунта [1–3].

Биология кишечнодышащих вообще, а тем более – глубоководных представителей этого класса, изучена слабо. В частности, имеется мало данных о паразитах и комменсалах Enteropneusta. Поражение кишечнодышащих различными эндопаразитами, как многоклеточными, так и од-

ноклеточными, на данный момент описано только для представителей семейства Ptychoderidae. В латеральных крыльях *Ptychodera flava* обитают сравнительно крупные копеподы [4]. Кокцидии на разных стадиях жизненного цикла и другие Apicomplexa обнаружены в туловищном целоме бранхиогенитального и печеночного отделов [5, 6], а также в кишечном эпителии [7–9] *Glossobalanus minutus*.

В литературе зафиксирован случай комменсализма или эктопаразитизма (предположительно, пиявки) на латеральных крыльях кишечнодышащего из семейства Torquaratoridae – *Allapasus isidis* [2]. Для другой торквараториды – *Torquarator bull-ocki* – отмечены комменсальные бескишечные турбеллярии в глотке и копеподы из отряда Nargasticoida в постпеченочном отделе кишечника, которые также могут быть паразитами или комменсалами [1]. Никаких сведений об обитании в кишечнодышащих таких распространенных паразитов как трематоды, до сих пор не было.

Quatuoralisia malakhovi найдена в северо-западной части Тихого океана в Беринговом море, на глубинах 1370–2470 м [3]. Материалом для работы послужили экземпляры, собранные на склонах Массива Вулканологов в 2016 и 2018 г. в ходе рейсов НИС “Академик М.А. Лаврентьев” (табл. 1), с применением ТПА “Команч 18”. Метацеркарии тре-

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия
*e-mail: olga.ejova@gmail.com

Таблица 1. Данные сборов изученных экземпляров кишечнодышащего *Quatuoralisia malakhovi*

| Рейс | Станция | Дата сбора | Координаты | Глубина, м | Кол-во изученных экземпляров |
|------|----------|------------|--|------------|------------------------------|
| 75 | LV 75-17 | 27.06.2016 | 55.4609 N 167.2688 E | 2289 | 3 |
| 82 | LV 82-9 | 18.06.2018 | 55.3451–55.3466 N 167.2750–167.2752 E | 1957–1933 | 4 |

Таблица 2. Положение найденных метацеркарий в теле *Quatuoralisia malakhovi*

| Коллекционный номер экземпляра <i>Q. malakhovi</i> | Орган | Количество найденных метацеркарий |
|--|--------------------|-----------------------------------|
| 2019-QM-04 | Туловищный целом | 1 |
| 2020-QM-05 | Туловищный целом | 2 |
| | Хоботковый целом | 7 |
| | Гломерулюс | 11 |
| 2020-QM-06 | Туловищный целом | 1 |
| | Воротниковый целом | 5 |

матод были обнаружены на гистологических срезах экземпляров *Q. malakhovi*, собранных в 2018 г. Материал для гистологического исследования был зафиксирован в 8%-ном формалине на морской воде.

Отмывка от фиксатора и дегидратация материала проводились по стандартной методике в спиртах восходящей концентрации. Подготовленные для гистологического исследования фрагменты были залиты в парапластовые блоки и разложены с помощью микротома “Leica RM 2125” на серии гистологических срезов толщиной 10 мкм. Срезы окрашивались гематоксилином Караччи и спиртовым раствором эозина. Съёмка срезов производилась с помощью микроскопа “Микмед-6” (ЛОМО, Санкт-Петербург, Россия, 2018) с цифровой камерой “МС-12”. Все гистологические работы осуществлены в студенческой лаборатории эволюционной морфологии животных (www.evolmorphan.ru) кафедры зоологии беспозвоночных биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Коллекции серий гистологических срезов хранятся там же; коллекционные номера приведены в табл. 2.

Нами было изучено 7 экземпляров *Q. malakhovi* (табл. 1). Трематоды были обнаружены в трех экземплярах *Q. malakhovi*. Максимальное число особей трематод (метацеркарий), найден-

ных в одном экземпляре хозяина, составляет 20. Отдельные метацеркарии встречаются у этого экземпляра в целоме бранхиогенитального отдела туловища, в хоботковом целоме, однако наибольшее число паразитов обнаружено в гломерулюсе *Q. malakhovi* – 11 особей (рис. 1а; табл. 2). На гистологических срезах других изучаемых экземпляров *Q. malakhovi* найдены метацеркарии в целоме бранхиогенитального отдела туловища (рис. 1в) и в воротниковом целоме (табл. 2).

Размеры метацеркарий составляют приблизительно 100–110 мкм в длину и около 90 мкм в поперечном диаметре (рис. 1а–1в). Каждая метацеркария снабжена двумя присосками – ротовой и брюшной (рис. 1а, 1в). Ротовая присоска ведет в глотку, за которой следует короткий пищевод (рис. 1а). Дорсальнее брюшной присоски лежит плотное скопление темных клеток – предположительно половой зачаток (рис. 1а). В передней трети метацеркарии расположено несколько пар одноклеточных желез (рис. 1а, 1б). Их протоки тянутся близ дорсальной стороны тела к его переднему концу (рис. 1б). В задней половине тела метацеркарии находится крупная светлая округлая полость – мочевой пузырек (рис. 1а). Тегумент метацеркарий тонкий, его толщина составляет около 3 мкм. В тегументе видны шипики (рис. 1г).

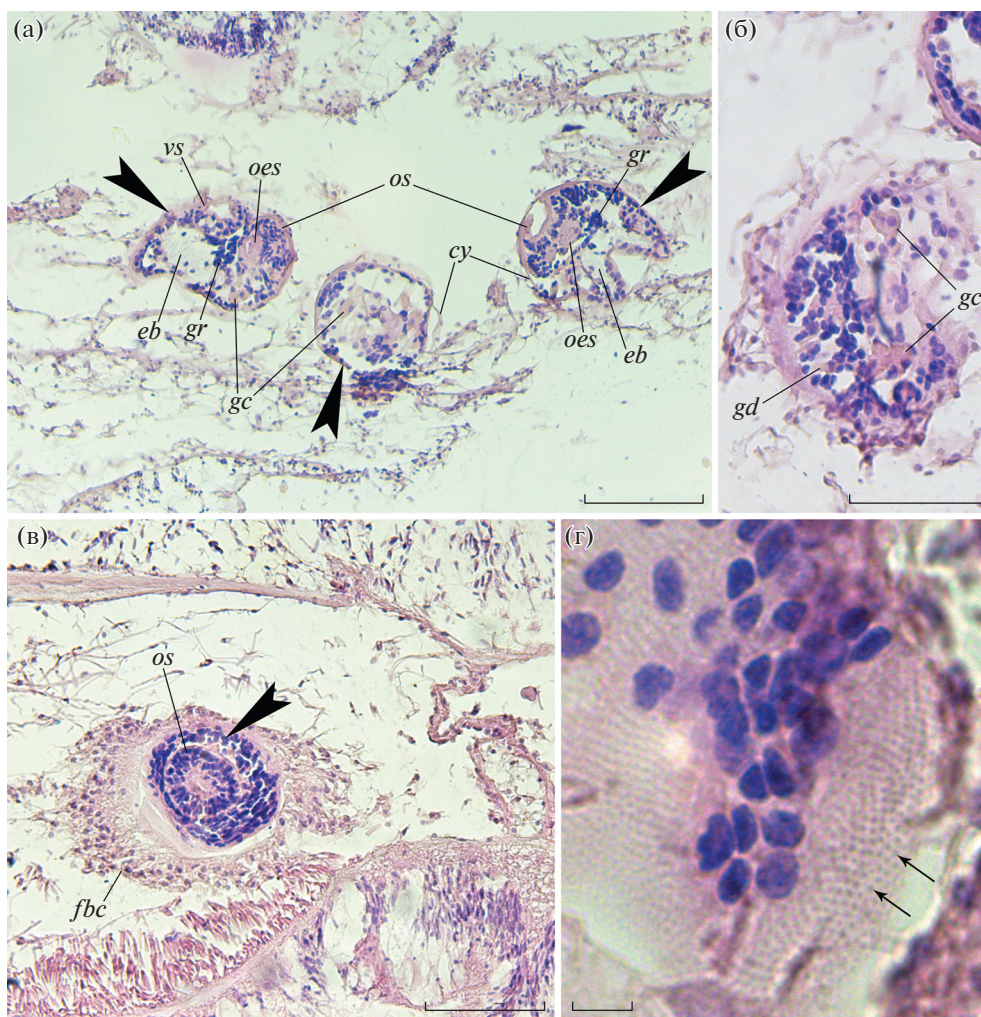


Рис. 1. Расположение метацеркарий (указаны наконечниками стрелок) в различных участках тела *Quatuoralisia malakhovi*: (а, б) в гломеруле, (в) в туловищном целоме; а также строение вооруженного шипиками тегумента исследуемых метацеркарий на тангенциальном срезе (г). Шипики в тегументе указаны стрелками. *cy* – оболочка цисты; *eb* – мочевого пузырька; *fbc* – соединительнотканная капсула из клеток хозяина; *gc* – одноклеточные железы; *gd* – протоки одноклеточных желез; *gr* – половой зачаток; *oes* – пищевод; *os* – ротовая присоска; *vs* – брюшная присоска. Масштаб (а, в) – 100 мкм, (б) – 40 мкм, (г) – 5 мкм.

Метацеркарии окружены тонкостенной цистой (рис. 1а), вокруг которой хозяин формирует капсулу из чешуевидных соединительнотканых клеток (фибробластов). В одном случае толщина оболочки капсулы, состоящей из нескольких слоев соединительнотканых клеток, достигала 100 мкм (рис. 1в).

Как известно, трематоды во взрослом состоянии паразитируют обычно у позвоночных животных. В данном случае окончательным хозяином могут быть глубоководные рыбы. В рыбах, обитающих на глубине около 2000 м и ниже, в настоящее время обнаружены представители всего восьми семейств Digenea [10, 11]: Derogenidae, Fellodistomidae, Gonocercidae, Hemiuridae, Lecithasteridae, Lepidapedidae, Opescoelidae и Zoogonidae. Представители еще нескольких семейств (Bivesiculidae, Hirudi-

nellidae, Ptychogonimidae, Sclerodistomidae и Syncoeliidae) описаны из глубоководных рыб, но без точных батиметрических данных. У Fellodistomidae, Gonocercidae, Hemiuridae, Lecithasteridae, Opescoelidae, Ptychogonimidae, Sclerodistomidae и Syncoeliidae в тегументе отсутствуют шипики [12, 13]. У единственного глубоководного представителя Gorgoderidae (*Degeneria halosauri*) Y-образный мочевого пузырька [14], а у Bivesiculidae – V-образный [12], а не округлый, как у обнаруженных нами метацеркарий. Кроме того, у Bivesiculidae отсутствуют ротовая и брюшная присоски. Мочевого пузырька у марит Lepidapedidae трубковидный, однако у их церкарий и метацеркарий он может быть округлым [13, 15]. Также округлым мочевого пузырьком обладают Zoogonidae [14]. Представители и Lepidapedidae, и Zoogonidae ха-

рактируются тонкими острыми шипиками в теле. Таким образом, возможно, обнаруженные нами метацеркарии относятся к семействам Zoogonidae или Lepidapedidae, хотя окончательную ясность в этом вопросе поможет внести молекулярное исследование.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность “Национальному научному центру морской биологии” ДВО РАН за организацию и проведение 75 и 82 рейсов НИС “Академик М.А. Лаврентьев”, а также ФАНО России за финансирование этих экспедиций. Особая благодарность пилотам и техникам, обеспечившим в рейсах работы с применением ТПА “Команч 18”. Авторы глубоко признательны сотрудникам Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук Е.М. Крыловой, С.В. Галкину и А.В. Гебрукуза предоставление материала и ценные советы при подготовке рукописи.

Все гистологические работы осуществлены в студенческой лаборатории эволюционной морфологии животных (www.evolmorph.ru) кафедры зоологии беспозвоночных биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФ 18-74-10025. Участие В.В. Малахова поддержано грантом РФФИ № 20-04-00909-а.

Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ имени М.В. Ломоносова № 121032300121-0.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

У авторов нет финансовых или каких-либо иных конфликтов интересов. Все авторы прочли финальную версию рукописи. Все применимые международные, национальные и институциональные принципы использования животных были соблюдены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Holland N.D., Clague D.A., Gordon D.P., et al. ‘Lophenteropneust’ hypothesis refuted by collection and photos of new deep-sea hemichordates // *Nature*. 2005. V. 434. P. 374–376.
- Priede I.G., Osborn K.J., Gebruk A.V., et al. Observations on torquaratorid acorn worms (Hemichordata, Enteropneusta) from the North Atlantic with descriptions of a new genus and three new species // *Invert. Biol.* 2012. V. 131. № 3. P. 244–257.
- Ezhova O.V., Lukinykh A.I., Galkin S.V., et al. Deep-sea acorn worms (Enteropneusta) from the Bering Sea with the description of a new genus and a new species of Torquaratoridae dominating soft-bottom communities // *Deep-Sea Research II*. 2022. V. 195. 105014.
- Tung C.H., Cheng Y.R., Lin C.Y., et al. A new copepod with transformed body plan and unique phylogenetic position parasitic in the acorn worm *Ptychodera flava* // *Biol. Bull.* 2014. V. 226. № 1. P. 69–80.
- Benito J., Fernández I. The ultrastructural identity of *Protoentospora ptychoderae* Sun, 1910 (Apicomplexa, Coccidia), a parasite of the body cavity of the enteropneust *Glossobalanus minutus* (Kowalewsky, 1866): Growing trophozoites // *Eur. J. Protistol.* 1989. V. 25. № 2. P. 168–171.
- Benito J., Fernández I. Ultrastructural observations on merogony of *Protoentospora ptychoderae* Sun, 1910 (Apicomplexa, Coccidia) from the enteropneust *Glossobalanus minutus* (Kowalewsky, 1866) // *Eur. J. Protistol.* 1990. V. 25. № 4. P. 338–344.
- Fernandez I., Benito J., Pardos F. Ultrastructure of the oocyst wall formation in *Eimeria? beauchampi* Leger and Duboscq, 1917, a coccidian parasite of *Glossobalanus minutus* (Kow.) (Enteropneusta, Hemichordata) // *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 1988. V. 63. № 4. P. 253–262.
- Fernández I., Arroyo N.-L., Pardos F., et al. Penetration into the gut cells of an enteropneust by the flagellate *Acrocoelus glossobalani* Fernández et al., 1999 // *Eur. J. Protistol.* 1999. V. 35. № 3. P. 255–263.
- Fernandez I., Pardos E., Benito J., et al. *Acrocoelus glossobalani* gen. nov. et sp. nov., a protistan flagellate from the gut of the enteropneust *Glossobalanus minutus* // *Eur. J. Protistol.* 1999. V. 35. № 1. P. 55–65.
- Bray R.A. The bathymetric distribution of the digenean parasites of deep-sea fishes // *Folia Parasitologica*. 2004. V. 51. P. 268–274.
- Bray R.A. Digenean parasites of deep-sea teleosts: A progress report // *Int. J. Parasitol. Parasites and Wildlife*. 2020. V. 12. P. 251–264.
- Gibson D.I., Jones A., Bray R.A. Keys to the Trematoda. Wallingford: CABI. 2002. V. 2.
- Jones A., Bray R.A., Gibson D.I. Keys to the Trematoda. Wallingford: CABI. 2005. V. 2. P. 733.
- Bray R.A., Gibson D.I., Jones A. Keys to the Trematoda. Wallingford: CABI. 2008. V. 3.
- Koie M. On the morphology and life-history of *Lepidapedon elongatum* (Lebour, 1908) Nicoll, 1910 (Trematoda, Lepocreadiidae) // *Ophelia*. 1985. V. 24. № 3. P. 135–153.

THE FIRST DISCOVERY OF TREMATODES (DIGENEA) IN DEEP-SEA ACORN WORMS TORQUARATORIDAE (HEMICHORDATA, ENTEROPNEUSTA)

**O. V. Ezhova^{a,#}, K. I. Belolubskaya^a, D. Y. Krupenko^b,
A. I. Lukinykh^a, and Academician of the RAS V. V. Malakhov^a**

^a*Lomonosov Moscow State University, Biological Faculty, Moscow, Russian Federation*

^b*Saint Petersburg State University, Biological Faculty, Saint Petersburg, Russian Federation*

[#]*e-mail: olga.ejova@gmail.com*

Trematodes from enteropneust hemichordates are described for the first time. The metacercariae are found in the trunk coelom, in the collar coelom, in the proboscis coelom, and in the glomerulus of the deep-sea torquaratorid *Quatuoralisia malakhovi*. It is the first find of parasites in the glomerulus of acorn worms. Assumptions about the taxonomic affiliation of the detected trematode are discussed.

Keywords: Digenea, *Quatuoralisia malakhovi*, acorn worms, Torquaratoridae, Bering Sea, histology, morphology