

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ
УЛЬТРАТОНКОГО СТРОЕНИЯ НЕЙРОНОВ
ЦЕСТОДЫ *PELICHNIBOTHRIUM SPECIOSUM*
(MONTICELLI, 1889)
(CESTODA: TETRAPHYLLIDEA)

А. И. Голубев и Л. А. Кашапова

Казанский государственный университет

В ганглиях сколекса плероцеркоида цестоды *Pelichnibothrium speciosum* обнаружены униполярные и мультиполярные нейроны, цитоплазма которых богата рибосомами. Мембраны гранулярного эндоплазматического ретикулума часто спрессованы в структуры, напоминающие отпечатки пальцев. Предполагается, что в них собраны рибосомы в функционально неактивном состоянии. Дается описание сома-соматических несиноптических контактов между соседними нейронами.

При поиске простейшей модели нейрона для решения вопросов эволюции ультраструктур нервных клеток одной из интереснейших групп животных могут оказаться цестоды. Они являются типичными представителями плоских червей, у которых впервые в ходе исторического развития появляется централизация нервного аппарата. Вместе с тем вся организация ленточных червей отмечена печатью глубокого паразитизма, который обычно приводит к явлениям вторичного упрощения как во внешней морфологии, так и в строении различных систем органов. Вполне вероятно, что этот процесс находит свое проявление и на клеточном уровне.

В ряде работ последнего десятилетия (Schardein and Waitz, 1965; Hart, 1967; Kralj, 1967; Shield, 1969, 1971 и др.) с помощью гистохимических методов исследования показаны сходные проявления химизма нейронов цестод и позвоночных животных. Полученные результаты строго специфичны и не могут быть использованы для теоретических построений на уровне ультраструктур. Они лишь отвечают представлениям о том, что становление характера метаболизма и хемодифференцировка клеток предшествуют дифференциации.

При изучении дифференцировки нервной системы на уровне ультраструктур цестодам, занимающим одну из ключевых филогенетических позиций, пока не уделено достаточное внимание. Известна всего лишь одна работа, специально посвященная этому вопросу (Morseth, 1967). Между тем начатые нами исследования говорят о том, что нейроны цестод имеют целый ряд интересных структурных особенностей, изучение которых может оказаться полезным в познании частных и общих закономерностей эволюции клетки. В настоящем сообщении дается описание тонкого строения нейронов сколекса плероцеркоида цестоды *Pelichnibothrium speciosum*, из наиболее древнего отряда *Tetraphyllidea*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Плероцеркоиды извлекались из кишечника и полости тела горбуши *Oncorhynchus gorbusha* (о. Сахалин). Сколексы отделялись в фосфатном буфере с добавлением 5%-й сахарозы (рН 7.3—7.4). Фиксация велась при температуре +4° сначала два часа в 6%-м растворе глутарового альдегида, а затем такое же время в 2%-м растворе OsO₄ на фосфатном буфере (рН 7.4). После дегидратации в спиртах и ацетоне кусочки ткани заливались в эпон. Ультратонкая резка проводилась на микротоме фирмы LKB. Срезы контрастировались 1.5 часа в 2%-м водном растворе уранил-ацетата при температуре +37° С и 40 минут цитратом свинца (Reynolds, 1963) при комнатной температуре, а затем просматривались на электронном микроскопе УЭМВ-100 К.

Для изучения общей морфологии ганглиозного скопления нервных клеток сколексов на ультрамикротоме изготавливались серии полутонких срезов толщиной 2—4 мк, которые окрашивались метиленовым синим, а затем изучались в световом микроскопе. С помощью этого метода выбирались и участки для ультратонкой резки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В сколексе плероцеркоида цестоды *Pelichnibothrium speciosum* световой микроскоп позволяет выделить два типа нейронов. Одни из них, униполярные, занимают центральную массу ганглиев, другие, наиболее подходящее определение которым многолопастные, размещаются на их периферии. Нейроплазма тех и других нейронов сильно изрезана глубокими внедрениями плазматической мембраны, нередко обрывающимися возле самого ядра. В нейронах второго типа нетронутой остается лишь узкая полоска клетчатого содержимого, прилегающего к наружной мембране ядерной оболочки; на срезах они выглядят набором профилей самых необычных очертаний, собранных вокруг перикариона (рис. 1). Униполярные нервные клетки в плоскости срезов имеют более целостный вид (рис. 2). Ядра нейронов обычно имеют овальную форму. Длина их достигает 10 мк. Количество ядрышек 1—2. Часто они находятся в прямом контакте с внутренней мембраной оболочки ядра (рис. 2). Нуклеоплазма густо заполнена глыбками, а иногда и целыми полями хроматина.

Нейроплазма выглядит структурно богатой, хотя количество отдельных органоидов невелико. Прежде всего это касается крупных гранулярных компонентов нейронов-митохондрий и лизосом, в размещении которых по нейроплазме не отмечается какой-либо закономерности. Длина митохондрий достигает 2 мк. Немногочисленные кристы имеют типичное строение. В отдельных участках нейронов встречаются небольшие скопления мембранно-ограниченных секреторных гранул диаметром до 0.2 мк. Содержимое их гомогенно и обычно более плотно в центральной части. Многолопастные нейроны периферических участков ганглиозных скоплений обладают большой секреторной активностью. В них секреторные гранулы встречаются чаще. Комплекс Гольджи представлен тремя-пятью диктиосомами, состоящими из небольшого числа уплощенных вакуолей. Количественно основным компонентом нейроплазмы являются частично диаметром 190—210 Å — рибосомы (рис. 3). Обилие их во многом затрудняет детальный анализ ультраструктурной организации нейронов. Рибосомы встречаются поодиночке, в виде полисом и, наконец, в контакте с мембранами эндоплазматического ретикулума. В изученных нейронах встречена необычная для нервных клеток форма организации этого органоида. Часто каналцы ретикулума, мембраны которых густо усеяны рибосомами, спрессованы в структуры, напоминающие отпечатки пальцев (рис. 4, 5). Такие образования особенно типичны для отростков мультиполярных (многолопастных) нейронов. Ширина каналцев ретикулума здесь не более 110 Å, щели шириною не более 50—60 Å отделяют их друг от друга. Между соседними рибосомами одного ряда четко вы-

раженных промежутков не отмечено. Функция структур, о которых идет речь, не вполне ясна. Трудно представить, как в стесненных условиях, вызванных подобной группировкой, рибосомы могут проявлять свою функциональную активность. Вполне вероятно, что в найденных образованиях собраны рибосомы, у которых способность к активному синтезу временно приостановлена.

Соседние нейроны часто образуют между собой характерные соединения. При небольшом разрешении зона контакта имеет вид пятислойной структуры общей толщиной до 190 Å. Она состоит из сближенных плазматических мембран и узкой электронноплотной полоски, залегающей между ними (рис. 6, 7). В некоторых деталях зона контакта напоминает хорошо известные структуры плотных электрических синапсов типа tight junction. Однако полное отсутствие синаптических пузырьков говорит о несинаптической природе отмеченных контактов.

Ультратонкое строение нейронов цестоды *Pelichnibothrium speciosum* во многом проще и примитивнее организации нервных клеток свободноживущих плоских червей (Morita and Best, 1965; Lentz, 1967; Storch and Abraham 1972, и др.). По целому ряду признаков (обилие свободных рибосом, сильная изрезанность поверхности и т. д.) они очень похожи на нервные клетки более низко организованных кишечнополостных (Lentz and Barrnett, 1965; Jha Raj and Mackil, 1967; Divis, 1972; Westfall, 1973, и др.).

Авторы склонны считать, что подобное упрощение является отражением паразитического образа жизни животных. Однако для окончательных выводов нужны дальнейшие исследования с привлечением широкого спектра видов.

Л и т е р а т у р а

- D a v i s L. E. 1972. Ultrastructural evidence for the presence of nerve cells in the gastrodermis of Hydra. Z. Zellforsch., 123 (1) : 1—17.
- H a r t J. L. 1967. Studies on the nervous system of tetrathyridia Cestoda : Mesocostoides. J. Parasitol., 53 (5) : 1032—1039.
- J h a R a j K. and M a c k i l G. O. 1967. The recognition, distribution and ultrastructure of hydrozoon nerve elements. J. Morphol., 123 (1) : 43—61.
- K r a l j N. 1967. Morphologic and histochemical studies on the nervous system of tapeworms revealed by the cholinesterase method (Taenia hydatigena, Dipylidium caninum and Moniezia expansa). Veterinarski arhiv, 37 (9—10) : 277—286.
- L e n t z T. L. 1967. Fine structure of nerve cells in a Planarian. J. Morphol., 121 (4) : 323—338.
- L e n t z T. L. and B a r r n e t t R. J. 1965. Fine structure of the nervous system of Hydra. Amer. Zoologist, 5 (3) : 341—356.
- M o r i t a M. and B e s t J. B. 1965. Electron microscopic studies on planaria. II. Fine structure of the neurosecretory system in the planarian Dugesia dorotocephala. J. Ultrastruct. Res., 13 (5—6) : 396—408.
- M o r s e t h D. J. 1967. Observations on the fine structure of the nervous system of Echinococcus granulosus. J. Parasitol., 53 (3) : 492—500.
- R e y n o l d s E. S. 1963. The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. J. Cell Biol., 17 (1) : 209—212.
- S c h a r d e i n J. L. and W a i t z J. A. 1965. Histochemical studies of esterases in the cuticle and nerve cords of four cyclophyllidean cestodes. J. Parasitol., 51 (3) : 356—363.
- S h i e l d J. M. 1969. Dipylidium caninum, Echinococcus granulosus and Hydatigera taeniaeformis: histochemical identification of cholinesterases. Exp. Parasitol., 25 (1—3) : 217—231.
- S h i e l d J. M. 1971. Histochemical localization of monoamines in the nervous system of Dipylidium caninum (Cestoda) by the formaldehyde fluorescence technique. Int. J. Parasitol., 1 (2) : 135—138.
- S t o r c h V. and A b r a h a m R. 1972. Elektronenmikroskopische Untersuchungen über die Sinneskante des terricolen Turbellars Bipalium kewense Moseley (Tricladida). Z. Zellforsch., 133 (2) : 267—275.
- W e s t f a l l J. A. 1973. Ultrastructural evidence for a granulecontaining sensory-motor interneuron in Hydra littoralis. J. Ultrastruct. Res., 42 (3) : 268—282.

SOME ULTRASTRUCTURAL PECULIARITIES OF NEURONS
IN THE CESTODE PELICHNIBOTHRIUM SPECIOSUM
(MONTICELLI, 1889) (CESTODA : TETRAPHYLLIDEA)

A. I. Golubev and L. A. Kashapova

S U M M A R Y

In the scolex ganglia of the cestode *Pelichnibothrium speciosum* uni- and multipolar neurons can be found. Their neuroplasm is rich in free ribosomes. The ergastoplasmas membranes are frequently arranged in compact finger print-like structures. The nerve cells processes form tight junctions which cannot be interpreted as synaptic contacts.

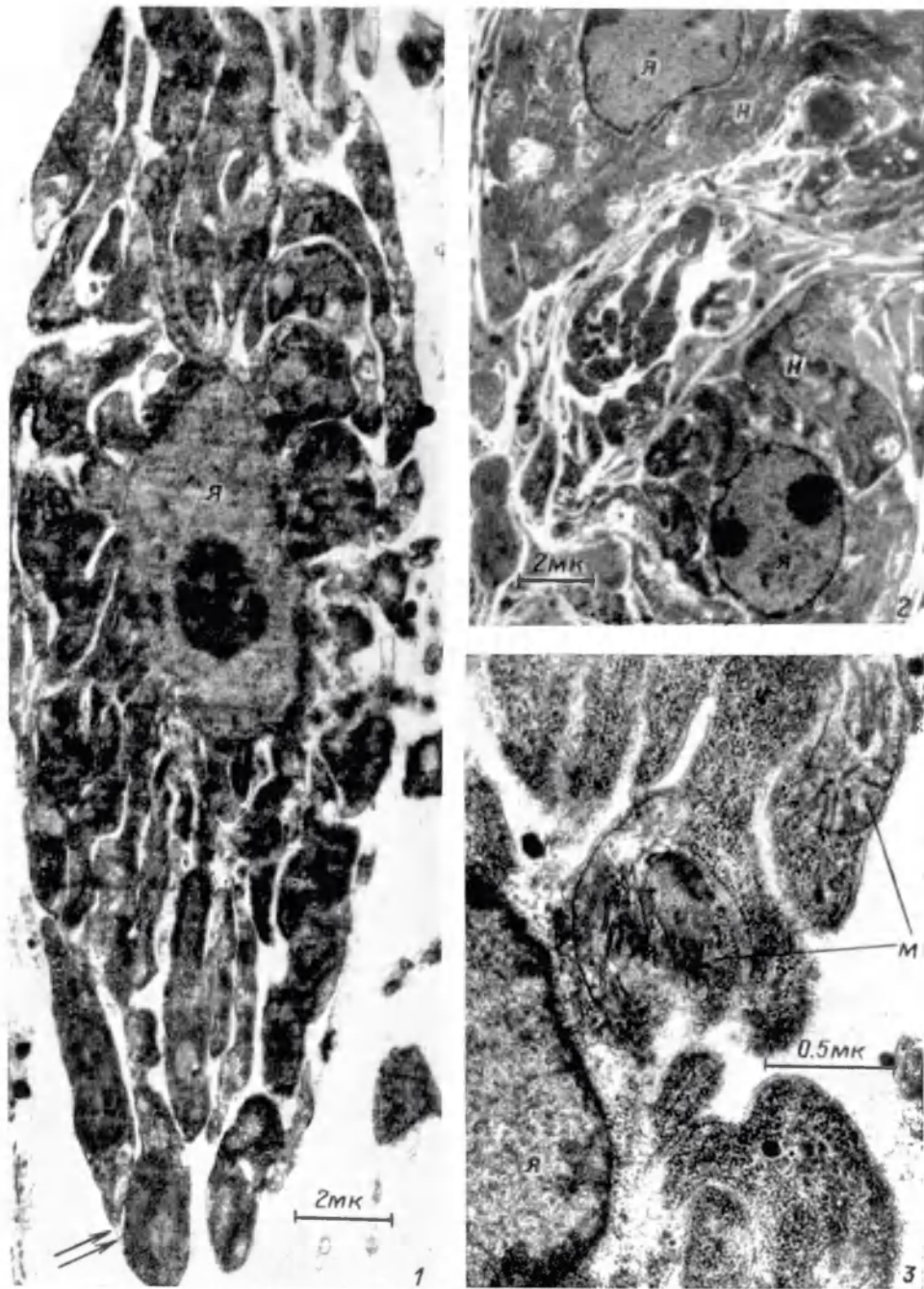


Рис. 1—3.

1 — мультиполярный нейрон. Стрелками показан участок, приведенный на рис. 5. Ув. 7 500; 2 — униполярные нейроны головного мозга цестоды. Ув. 5 000; 3 — перикарион нейрона. Нейроплазма густо заполнена рибосомами. Ув. 38 000. М — митохондрии, Н — тело нервной клетки, Я — ядро.

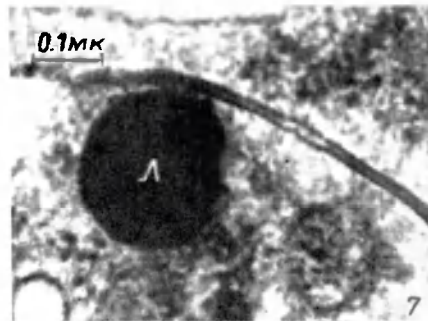
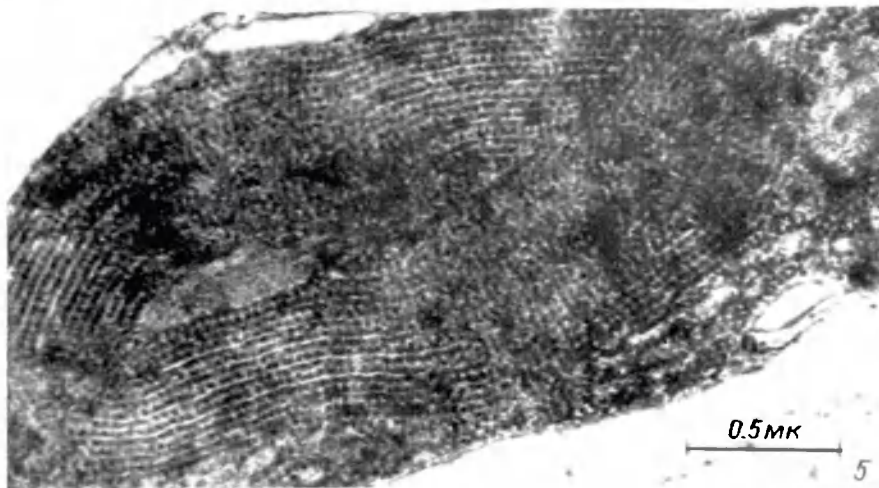


Рис. 4—7.

4 и 5 — структуры гранулярного эндоплазматического ретикулума, характерные для отростков мультиполярных нейронов. Ув. 18 000 и 44 000; 6 и 7 — плотные несинаптические контакты между отростками нейронов. Ув. 96 000, Л — лизосома.