

УЛЬТРАТОНКОЕ СТРОЕНИЕ ОТДЕЛА КИШЕЧНИКА
ГОЛОДАЮЩИХ НИМФ ORNITHODOROS PAPILLIPES
(ACARINA, ARGASIDAE)

Ю. С. Балашов, А. С. Райхель

Зоологический институт АН СССР, Ленинград

Изучена ультраструктура эпителия средней кишки голодных нимф *O. papillipes*. Показано, что в состав кишечного эпителия входят как резервные, так и пищеварительные клетки, находящиеся на разных стадиях переваривания крови.

Проблема взаимоотношений в системе возбудитель инфекции позвоночных животных—переносчик (кровососущие насекомые или клещи) в настоящее время занимает одно из центральных мест в паразитологии. В свою очередь она включает широкий круг вопросов, среди которых немаловажное значение имеют морфологические аспекты взаимоотношений кровососущих членистоногих с патогенными микроорганизмами. Работами многих исследователей с разной степенью детальности методами световой микроскопии изучены локализация и пути циркуляции большинства групп возбудителей инфекций позвоночных в насекомых и клещах. Исключение, к сожалению, представляет важнейшая в практическом отношении группа арбовирусов. Исследование локализации арбовирусов в членистоногих возможно только с помощью электронного микроскопа, а предварительным условием успеха подобных работ должно быть знание нормальной электронно-микроскопической цитологии переносчиков.

Особенно актуальны исследования локализации и циркуляции арбовирусов в иксодидных клещах, с которыми связаны многие из опаснейших трансмиссивных вирусных инфекций человека и животных. Нами была поставлена задача исследования ультраструктуры важнейших систем органов иксодидных клещей и в первую очередь их пищеварительного тракта, где наиболее часто локализуются возбудители.

Строение и особенности функционирования среднего отдела кишечника достаточно подробно исследованы различными методиками световой микроскопии у представителей обоих семейств иксодидных клещей: *Argasidae* и *Ixodidae* (Roesler, 1934; Hughes, 1954; Балашов, 1957, 1961, 1967; Chinery, 1964; Tatchell, 1964; Sonenshine a. Gregson, 1970; Gurgis, 1971; Khalil, 1971). Было выяснено, что основная роль в усвоении крови у них принадлежит внутриклеточному пищеварению. Кишечный эпителий у представителей обеих групп состоит из трех типов клеток: резервных, секреторных и пищеварительных, соотношение которых в пищеварительном цикле до конца не выяснено.

Электронномикроскопическое исследование среднего отдела кишечника *H. asiaticum* (*Ixodidae*) на разных фазах пищеварительного цикла позволило дать цитологическую картину внутриклеточного пищеварения, уточнить типы кишечных клеток и их соотношение в пищеварительном цикле (Балашов и Райхель, 1974, 1976а; Райхель, 1974а, 1974б, 1974в, 1975). Что же касается аргасовых клещей, то имеющиеся работы (Aeschlimann et Ryhiner, 1970; Grandjean a. Aeschlimann, 1973) содержат лишь отрывочные сведения об ультраструктуре их кишечника и не позволяют

решать отмеченные выше проблемы. Проведение подобных исследований важно, поскольку в процессах питания иксодид и аргазид имеют существенные различия. У иксодовых клещей в связи с многодневным кровососанием цикличность в функционировании пищеварительной системы имеет необратимый характер. У аргазид, питание которых занимает от нескольких минут до 1—2 часов, а количество поглощаемой крови много меньше, чем у иксодид, подобная цикличность выражена значительно слабее, а процессы пищеварения более лабильны.

Учитывая вышесказанное, мы предприняли электронномикроскопическое исследование среднего отдела кишечника голодающих нимф *Ornithodoros papillipes* Bir.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы нимфы второго возраста *O. papillipes* из лабораторной культуры через 6 мес. после линьки.

Фиксацию, заливку и изготовление ультратонких срезов производили по методике, описанной ранее (Балашов и Райхель, 1974, 1976б).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как показали электронномикроскопические исследования, в состав эпителия среднего отдела кишечника голодающих нимф *O. papillipes* входят клетки, четко различающиеся по своим ультраструктурным признакам. Ряд клеток (тип 1) имеет кубическую или уплощенную форму (рис. 1), ширина их варьирует в значительной степени. В некоторых местах эпителиальные клетки достигают ширины 0.2 мкм, приобретая вид тонкой пластинки. В центре каждой клетки располагается округлое или овальное ядро. Границы между отдельными клетками на срезе имеют сложную конфигурацию. Как и у *H. asiaticum*, в данном случае клетки кишечного эпителия соединены между собой септированной десмосомой, у апикальной поверхности переходящей в замыкающую пластинку. Вдоль клеточных границ располагаются, как правило, одиночные цистерны гранулярного эндоплазматического ретикулума. Цитоплазма клеток описываемого типа бедна включениями. В различных частях клеток имеются жировые включения, образующие в отдельных клетках целые скопления (рис. 2). По всей цитоплазме разбросаны группы гранул гликогена, морфологически сходных с описанными ранее в кишечных клетках *H. asiaticum* (Райхель, 1974а). Апикальная поверхность описываемых клеток очень извилиста и покрыта хорошо развитыми микроворсинками (длиной около 1—1.2, шириной 0.1 мкм), располагающимися на расстоянии около 0.2 мкм друг от друга. Пиноцитозные структуры (окаймленные пузырьки и трубчатые инвагинации) на поверхности данных клеток обнаружены не были. Инвагинации базальной плазматической мембраны в таких клетках выражены относительно слабо. Концентрация митохондрий в базальной зоне незначительна. Клетки 1-го типа располагаются преимущественно в области передних дивертикулов.

Подавляющее большинство клеток кишечного эпителия, обозначенных нами как клетки типа 2а, также обладают уплощенной или кубической формой и в основном сходны по строению с только что описанными. Однако для них характерно наличие большого числа различных включений. Их цитоплазма изобилует электронноплотными мембранограниченными включениями размером 0.4—0.6 мкм (рис. 3), сходными с гематиновыми гранулами в клетках кишечного эпителия *H. asiaticum* (Балашов и Райхель, 1974). Здесь же встречаются включения округлой или неопределенной формы размером около 1—2 мкм, в которых имеются одно или несколько округлых тел высокой электронной плотности (диаметр 0.5—1.5 мкм), морфологически сходных с гематиновыми гранулами, однако в отличие от последних не ограниченных собственной мембраной (рис. 6). Остальная часть подобного включения заполнена мелкозернистым веще-

ством низкой электронной плотности, в котором располагаются мембранограниченные пузырьки диаметром ~ 0.15 мкм. Как это видно на рис. 6, в некоторых включениях имеется большое количество округлых мембранограниченных телец диаметром около 0.1 мкм с центрально расположенным электронноплотным сгущением диаметром около 0.05 мкм.

В отдельных клетках имеются также мембранограниченные включения неопределенной формы, достигающие часто значительных размеров, заполненные мелкозернистым содержимым различной плотности, пузырьками и мембранами. Иногда мембранами ограничены отдельные участки цитоплазмы, несколько отличающиеся по плотности от окружающего матрикса (рис. 4). В этих же клетках встречаются округлые тела, мелкозернистое содержимое которых образует концентрические слои различной плотности. Как видно на рис. 5, на ограничивающей данное включение мембране располагаются рибосомы. Морфологически они идентичны телам B_6 у *H. asiaticum* (Балашов и Райхель, 1974, 1976a) и, по всей видимости, представляют собой кристаллы экскреторного характера. Ультраструктурные характеристики апикальной поверхности клеток типа 2a такие же, как у клеток 1-го типа. Строение же базальных зон существенно отличается от описанного ранее. В основании имеются глубокие складки, повторяемые толстой базальной мембраной, которая подстилает эпителиальные клетки (рис. 7). Базальная плазматическая мембрана в свою очередь образует узкие складки, заходящие в цитоплазму клеток на глубину до 3 мкм. У основания их ширина составляет около 0.1 мкм. В цитоплазматических отсеках, образованных складками плазматической мембраны, располагаются удлинённые митохондрии (рис. 8). Их длина может достигать 1.5—2 мкм при ширине 0.3—0.5 мкм. Они обладают пластинчатыми светлыми кристами, расположенными поперечно длинной оси митохондрии, и электронноплотным слегка зернистым матриксом. Митохондрии встречаются и в других частях клеток, однако заметное скопление они образуют у оснований клеток.

В состав кишечного эпителия, особенно задних дивертикулов, входят также крупные клетки, имеющие булавовидную форму (тип 2б). Многие из них глубоко вдаются в просвет кишечника (рис. 9). Нередко в просвете видны округлые клеточные фрагменты, не связанные со стенкой кишечника. Это могут быть как отшнуровавшиеся клетки, так и перерезанные верхние части булавовидных клеток. Апикальная поверхность клеток описываемого типа покрыта редко расположенными микроворсинками, между которыми имеются инвагинации плазматической мембраны. В апикальной зоне цитоплазмы располагаются окаймленные пузырьки и трубчатые инвагинации, ультратонкое строение которых соответствует этим пиноцитозным структурам у *H. asiaticum* (Райхель, 1974б). В просвете кишечника *O. rapillipes*, особенно в задних дивертикулах, длительное время сохраняется значительное количество лизированной крови и на исследуемой стадии содержимое кишечника имеет в электронном микроскопе высокую плотность (рис. 9, 10). Пузырьки и трубчатые инвагинации на поверхности многих клеток, расположенных в задних дивертикулах, также заполнены электронноплотным веществом (рис. 10). Их ультратонкое строение напоминает подобные структуры в пищеварительных клетках *H. asiaticum* во время поглощения гемоглобина (Райхель, 1974б; Балашов и Райхель, 1976a). В апикальной зоне цитоплазмы описываемых клеток располагаются округлые включения, многие из которых связаны с трубчатыми инвагинациями. Часть включений имеет мелкозернистое содержимое низкой электронной плотности, другие же заполнены электронноплотным веществом. Цитоплазма клеток типа 2б содержит большое число различных по размеру и содержанию мембранограниченных включений с различным по плотности веществом, кроме того, имеются гематиновые гранулы и другие включения, описанные для клеток 2a. В цитоплазме встречаются также жировые включения и гранулы гликогена, достигающие в отдельных клетках значительной концентрации. Гранулярный эндоплазматический ретикулум представлен овальными расширенными цистернами, беспоря-

дочно разбросанными по всей цитоплазме клеток. Количество цистерн широко варьирует от клетки к клетке. Комплексы Гольджи обладают хорошо выраженной полярностью и так же, как ретикулум, сходны с таковыми в пищеварительных клетках *H. asiaticum* в период питания (Райхель, 1975; Балашов и Райхель, 1976а). Распределение митохондрий и их строение подобно описанному в клетках типа 2а. В базальных зонах клеток располагается значительное число гематиновых гранул и ламеллярных кристаллических включений. Как и в клетках типа 2а, базальная плазматическая мембрана образует систему хорошо развитых складок.

В отдельных клетках, обладающих признаками, характерными для клеток типа 2б, обнаружены мембранограниченные включения округлой или неправильной формы, заполненные мелкозернистым веществом низкой электронной плотности. Размер включений этого типа может достигать 2 мкм. Изредка встречались клетки, содержащие сравнительно большое число подобных вакуолей (рис. 11). Описанные клетки обозначены нами как 2в.

Снаружи стенка кишечника окружена тонкой оболочкой, имеющей мелкозернистую структуру. Под ней располагаются мускульные клетки, в состав которых входят поперечно-полосатые мышечные волокна. Как видно на рис. 7, цитоплазма данных клеток с ядрами и органоидами лежит со стороны полости тела под мускульными волокнами.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ультраструктура клеток среднего отдела кишечника нимф *O. papillipes* в основных чертах сходна с таковыми *H. asiaticum* (Балашов и Райхель, 1974, 1976а; Райхель, 1974в). Как и у *H. asiaticum*, они обладают типичным для кишечных клеток планом строения: апикальные поверхности клеток покрыты микроворсинками, с базальной стороны они ограничены базальной мембраной. По сравнению с животными с высокоорганизованным полостным пищеварением (насекомые, позвоночные) (Smith, 1968; Toner, 1968) микроворсинки кишечных клеток *O. papillipes*, как и у *H. asiaticum*, развиты слабо. Слой гликокаликса на мембранах микроворсинок незначителен. Такое развитие поверхностных структур в кишечных клетках у исследованных видов иксодидных клещей, вероятно, объясняется доминированием у них внутриклеточного пищеварения.

В то же время в ультраструктуре средней кишки *O. papillipes* имеется целый ряд черт, отражающих специфические особенности питания аргасовых клещей. Это прежде всего касается состава кишечного эпителия. В отличие от нимф *H. asiaticum* у голодающих нимф *O. papillipes* в состав эпителия средней кишки входят клетки различных типов. Клетки 1-го типа, по всей видимости, представляют собой резервные клетки. На это, в частности, указывает почти полное отсутствие в них каких-либо включений и слабое развитие поверхностных структур. Сходное строение имеют резервные клетки средней кишки нимф *H. asiaticum* в начале питания (Балашов и Райхель, 1976а). Резервные клетки у *O. papillipes* сосредоточены главным образом в передних дивертикулах средней кишки, где ранее всего заканчивается процесс пищеварения.

Наиболее многочисленны в дивертикулах средней кишки пищеварительные клетки, находящиеся на самых разных стадиях пищеварительного цикла. Клетки типа 2а, по всей видимости, являются пищеварительными клетками, процессы переваривания крови в которых закончились или близки к завершению. На их поверхности уже отсутствуют какие-либо структуры, связанные с эндоцитозом, а цитоплазма изобилует различными типами остаточных тел, а иногда и пищевыми включениями. К первым прежде всего принадлежат гематиновые гранулы, остающиеся после переваривания гемоглобина крови хозяина. Морфологически они подобны таковым у *H. asiaticum* (Балашов и Райхель, 1974). К этому же классу включений следует отнести тела с гематиноподобными гранулами и мембранными структурами. Сходные образования отмечены в пищева-

рительных клетках *H. asiaticum* при активном переваривании крови (Балашов и Райхель, 1976а).

Многие клетки типа 2а претерпевают дегенерацию. Для них характерны окруженные мембранами разрушенные участки цитоплазмы. Последние, вероятно, представляют собой автофагосомы, в которых происходит дегенерация цитоплазмы и органоидов гипертрофированных пищеварительных клеток. Такие же структуры в большом числе отмечены в клетках кишечного эпителия голодающих нимф *H. asiaticum*. Как показано, подобные процессы протекают в клетках при длительном голодании, инволюции органов, метаморфозах (De Duve a. Wattiaux, 1966; Ericsson, 1969; Lockshin, 1969).

Клетки типа 2б в отличие от предыдущих, без сомнения, представляют собой активно функционирующие пищеварительные клетки. Как было отмечено ранее, по своим ультраструктурным характеристикам они подобны поглощающим гемоглобин пищеварительным клеткам 2-го типа *H. asiaticum*. Процессы пиноцитоза гемоглобина, дальнейшее его внутриклеточное переваривание вплоть до образования остаточных тел происходит совершенно идентично таковому у *H. asiaticum* (Райхель, 1974б, 1974в, 1975; Балашов и Райхель, 1976а).

Эти данные соответствуют сведениям, полученным при светооптическом исследовании среднего отдела кишечника аргазид. Столь значительная асинхронность в функционировании клеток кишечного эпителия последних объясняется сохранением больших количеств поглощенной крови в полости кишечника. Они представляют важный источник запасных питательных веществ на время голодания и постепенно усваиваются пищеварительными клетками. Главными депо непереваренной крови служат задние дивертикулы (Балашов, 1961, 1967; Tatchell, 1964; Sonenshine a. Gregson, 1970; Gurgis, 1971; Khalil, 1971), в которых у голодающих клещей обнаружено наибольшее число активно функционирующих пищеварительных клеток.

О более активном состоянии клеток средней кишки голодающих нимф *O. papillipes* свидетельствует и значительное развитие складчатости базальной плазматической мембраны и наличие здесь большого количества митохондрий. Подобное строение базальных зон клеток указывает на происходящий здесь активный транспорт (Smith, 1968; Berridge a. Oschman, 1969). Следует отметить, что в кишечных клетках голодающих нимф *H. asiaticum* базальный лабиринт не развит (Балашов и Райхель, 1974).

В эпителии средней кишки голодающих аргазид при светооптических исследованиях кроме резервных и пищеварительных отмечены клетки, имеющие в апикальных зонах включения мукопротеиновой природы. Некоторые авторы относят подобные клетки к секреторным (Балашов, 1961, 1967; Sonenshine a. Gregson, 1970). Другие, указывая на присутствие в этих клетках гематиновых гранул, считают их пищеварительными. Наличие же данных включений объясняют способностью клеток к одновременной секреторной активности (Tatchell, 1964; Gurgis, 1971; Khalil, 1971; Granjean a. Aeschlimann, 1973). При электронномикроскопических исследованиях не было обнаружено клеток, которые с достоверностью можно было бы отнести к секреторным. Заслуживают особого внимания клетки типа 2в, которые, с одной стороны, обладают признаками пищеварительных клеток, с другой — содержат включения, морфологически сходные с секреторными гранулами мукопротеиновой природы (Neutra a. Leblond, 1966). Секреторная природа данных включений требует дополнительных подтверждений, которые, возможно, могут быть получены при исследовании ультраструктуры кишечного эпителия в период усвоения крови.

Л и т е р а т у р а

- Балашов Ю. С. 1957. Гистологические особенности пищеварения у иксодовых и аргасовых клещей. Паразитол. сб. ЗИН АН СССР, 17 : 137—167.
Балашов Ю. С. 1961. Строение органов пищеварения и переваривание крови аргасовыми клещами. Паразитол. сб. ЗИН АН СССР, 20 : 185—225.

- Балашов Ю. С. 1967. Кровососущие клещи (Ixodoidea) — переносчики болезней человека и животных. Л.: 1—320.
- Балашов Ю. С. и Райхель А. С. 1974. Ультратонкое строение среднего отдела кишечника голодных нимф *Hyalomma asiaticum* (Acarina, Ixodidae). Зоолог. журн., 53 (8): 1161—1168.
- Балашов Ю. С. и Райхель А. С. 1976а. Ультратонкое строение эпителия среднего отдела кишечника нимф *Hyalomma asiaticum* (Acarina, Ixodidae) во время питания. Паразитолог., 10 (3): 201—209.
- Балашов Ю. С. и Райхель А. С. 1976б. Ультратонкое строение экскреторной системы аргасового клеща *Ornithodoros papillipes*. Паразитолог. 10 (5): 385—391.
- Райхель А. С. 1974а. Выявление полисахаридов на ультратонких срезах в кишечнике и мальпигиевых сосудах клеща *Hyalomma asiaticum*. Цитология, 16 (11): 1416—1418.
- Райхель А. С. 1974б. Электронномикроскопическое изучение эндоцитоза в кишечных клетках иксодового клеща. Цитология, 16 (12): 1499—1504.
- Райхель А. С. 1974в. Ультраструктурные особенности пищеварения у иксодового клеща *Hyalomma asiaticum*. Матер. VII съезда ВЭО, 1: 251.
- Райхель А. С. 1975. Электронномикроскопическое изучение внутриклеточного пищеварения в кишечных клетках иксодового клеща *Hyalomma asiaticum*. I. Образование первичных и вторичных лизосом. Цитология, 17 (7): 748—753.
- Aeschlimann A. et Rühner R. M. 1970. Note sur une particularité anatomique du système digestif chez *Ornithodoros moubata* Murray (Ixodoidea, Argasidae). Acta Tropica, 27: 191—192.
- Berridge M. J. and Oschman J. L. 1969. A structural basis for fluid secretion by malpighian tubules. Tissue and Cell, 1: 247—272.
- Chinery W. A. 1964. The mid-gut epithelium of the tick *Haemaphysalis spinigera* Neumann, 1897. J. Med. Ent., 1: 206—212.
- De Duve C. and Wattiaux R. 1966. Functions of lysosomes. Ann. rev. physiol., 28: 435—492.
- Ericsson J. L. E. 1969. Mechanism of cellular autophagy. In: Lysosomes in biology and pathology. Amsterdam, 2: 345—394.
- Grandjean O. and Aeschlimann A. 1973. Contribution to the Study of Digestion in Ticks: Histology and Fine Structure of the Midgut Epithelium of *Ornithodoros moubata*, Murray (Ixodoidea, Argasidae). Acta Tropica, 30: 193—212.
- Gurgis S. S. 1971. The subgenus *Persicargas* (Ixodoidea, Argasidae, Argas). 13. Histological studies on *A. (P.) arboreus* Kaise, Hoog. and Kohls. J. Med. Ent., 8: 648—667.
- Hughes T. E. 1954. Some histological changes which occur in the gut epithelium of *Ixodes ricinus* female during gorging and up to oviposition. Ann. Trop. Med. and Parasitol., 48: 397—404.
- Khalil G. M. 1971. Biochemical and physiological studies of certain ticks (Ixodoidea). Incorporation of tritiated tyrosine in the digestive system of nymphal *Argas (Persicargas) arboreus* (Argasidae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 64: 1149—1154.
- Lockshin R. A. 1969. Lysosomes in insects. In: Lysosomes in biology and pathology. Amsterdam, 1: 363—391.
- Neutra M. and Leblond C. P. 1966. Synthesis of the carbohydrate of mucus in the Golgi complex as shown by electron microscope radioautography of goblet cells from rats injected with glucose-3H. J. Cell. Biol., 30: 119—136.
- Roesler R. 1934. Histologische, physiologische und serologische Untersuchungen über die Verdauung bei der Zeckengattung *Ixodes*, Latr. Zeitschr. Morph. Okol. Tiere, 28: 297—317.
- Smith D. S. 1968. Insect cells. Their structure and function. Edinburgh: 1—372.
- Sonenshine D. E. and Gregson G. D. 1970. A contribution to the internal anatomy and histology of the bat tick *Ornithodoros kelleyi* Cooley a. Kohls, 1941. 1. The alimentary system, with notes on the food channel in *Ornithodoros denmarki* Kohls, Sonenshine and Clifford, 1965, J. Med. Ent., 7: 46—64.
- Tatchell R. G. 1964. Digestion in the tick *Argas persicus*, Oken. Parasitology, 54: 423—440.
- Toner P. G. 1968. Cytology of intestinal epithelial cells. Int. Rev. Cytol., 24: 233—324.

ULTRAFINE STRUCTURE OF THE MIDGUT OF HUNGRY NYMPHS
OF ORNITHODOROS PAPILLIPES (ACARINA, ARGASIDAE)

Yu. S. Balashov, A. S. Raikhel

S U M M A R Y

Studies were carried out of the ultrafine structure of the midgut epithelium of hungry nymphs of *O. papillipes*. The intestinal epithelium has been shown to consist of both reserve and digestive cells which are at different stages of blood digestion. The former are characterized by a poor development of surface structures and by the absence of inclusions. On the contrary, the digestive cells abound in inclusions most of which are associated with intracellular blood digestion. On the surface of such cells there are specialized pinocytosis structures: coated vesicles and tubular invaginations. A number of cells possess vacuoles which are, apparently, secretory in their nature.

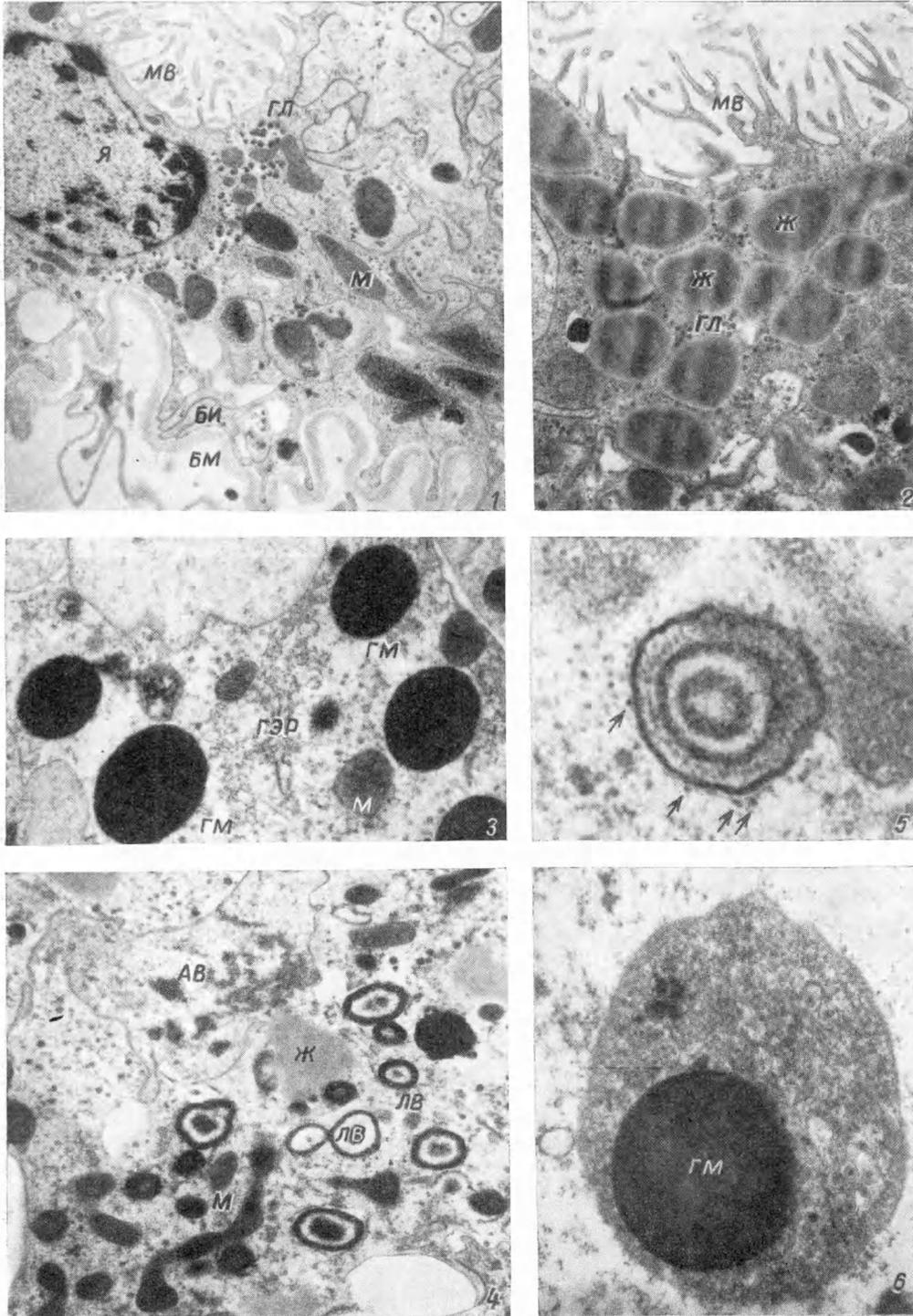


Рис. 1—6. Ультраструктура среднего отдела кишечника голодной нимфы *O. papillipes*.

1 — эпителиальная резервная клетка, увел. 12 000; 2 — клетка с жировыми включениями, увел. 12 000; 3 — участок цитоплазмы с гематиновыми гранулами, увел. 18 000; 4 — участок цитоплазмы пищеварительной клетки, увел. 15 000; 5 — кристаллическое включение, увел. 50 000; 6 — остаточное тело с гематиновой гранулой, увел. 25 000. АВ — автофагическая вакуоль; БИ — базальные инвагинации; БМ — базальная мембрана; ВНИ — включения неизвестной природы; ГЛ — гликоген; ГМ — гематиновые гранулы; ГЭР — гранулярный эндоплазматический ретикулум; ГФ — гетерофагосомы; Ж — жировое включение; ЛВ — ламеллярное включение; М — митохондрия; МВ — микроворсинки; МШ — мышечные волокна; ПП — пиноцитозные пузырьки; ПРК — просвет кишечника; Я — ядро. Стрелки на рис. 5 указывают на рибосомы на мембране, окружающей ламеллярное включение.

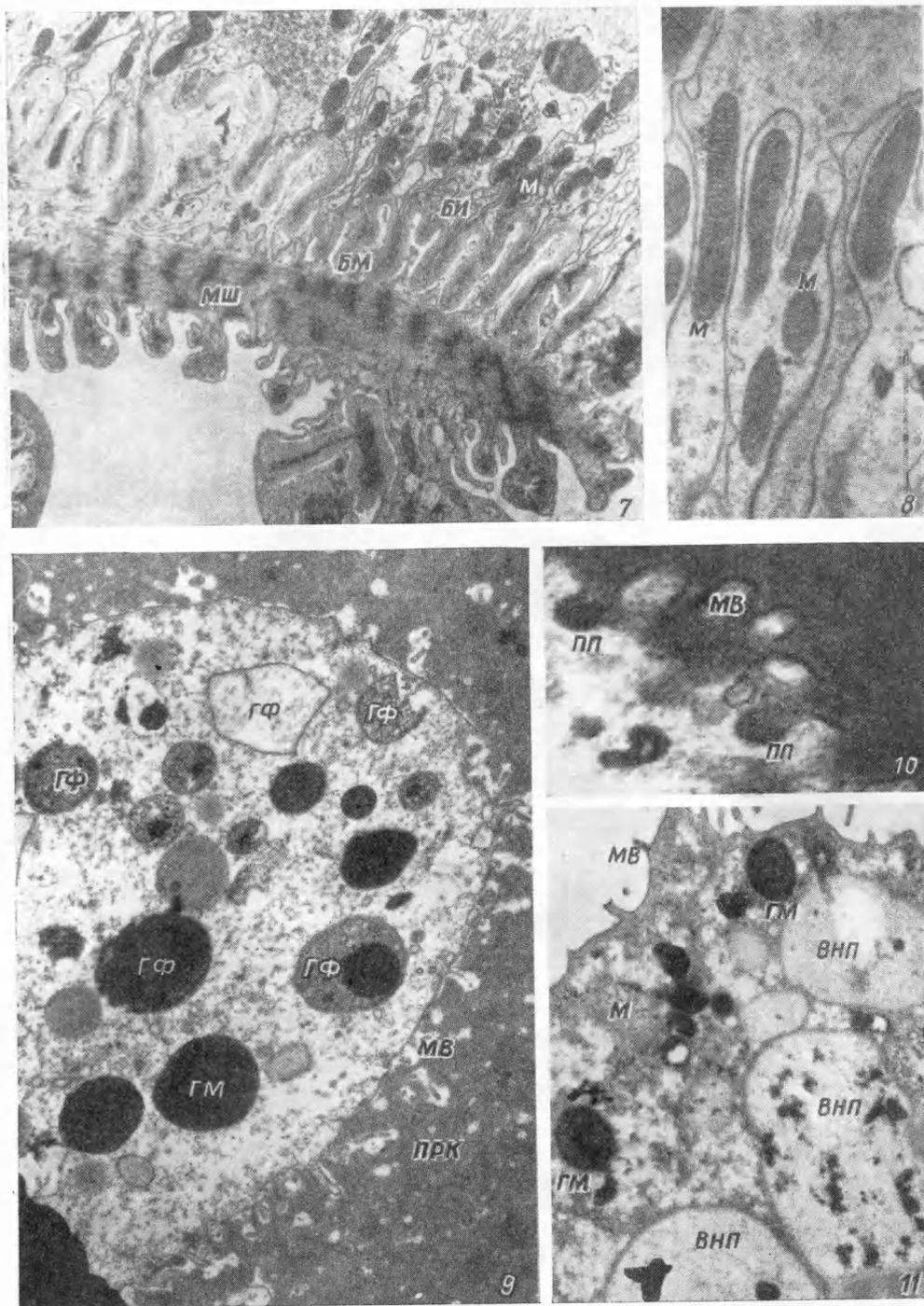


Рис. 7—11. Ультраструктура среднего отдела кишечника *O. papillipes*.

7 — базальная зона эпителиальных клеток, увел. 7000; 8 — митохондрии в базальном лабиринте, увел. 20 000; 9 — пищеварительная клетка, увел. 6000; 10 — пиноцитозные пузырьки на поверхности пищеварительной клетки, увел. 50 000; 11 — клетка с включениями, возможно, секреторной природы, увел. 12 000. Обозначения такие же, как и на рис. 1—6.