

## 中华绒螯蟹幼体中肠的超微结构\*

陈炳良 堵南山

(华东师范大学生物系, 上海 200062)

**提要** 于 1986, 1987 两年的 3—6 月, 在浙江平湖水产试验场和华东师大培育池, 采集中华绒螯蟹, 利用透射电子显微镜观察其五期溞状幼体和一期大眼幼体。结果表明,  $Z_1$  和  $Z_2$  中肠上皮细胞呈椭圆形,  $Z_3$  以后逐渐转呈柱状; 细胞游离面密生微绒毛, 毛的基部具微纤丝。早期幼体阶段的中肠上皮细胞中, 还另有囊状细胞和有分泌颗粒的细胞; 上皮细胞中具线粒体、高尔基复合体、内质网、溶酶体等其它胞器。根据这些细胞的结构, 可见中肠具营养物质的吸收和渗透调节的功能。除上皮细胞外, 肠壁还有基膜、纵肌层和环肌层。

**关键词** 中华绒螯蟹幼体 中肠 超微结构

国内外学者对经济甲壳动物曾作了不少组织学与超微结构的研究, 但迄今未涉及中华绒螯蟹的幼体<sup>[1,3,4-6,9-11,14]</sup>。对中华绒螯蟹幼体消化系统的形态发生已进行了研究<sup>[2]</sup>, 本文则通过电镜观察研究, 进一步揭示作为物质吸收、离子传递以及渗透调节的幼体中肠, 在不同发育阶段的超微结构, 并探讨其生理机制, 为中华绒螯蟹的人工育苗提供系列理论依据。

### 一、材料与方 法

中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 孵化后, 需经过五期溞状幼体方能发育成大眼幼体 (M), 幼体  $Z_1$ — $Z_5$  (依次代表 1—5 期溞状幼体) 和 M 期材料于 1986, 1987 年的 3—6 月, 采自浙江平湖水产试验场和本校培育池。这些材料分别以 2.5% 戊二醛和 2% 锇酸双固定, 酒精系列脱水, 丙酮转换, 用 Epon 812 包埋剂包埋。超薄切片用醋酸铀和柠檬酸铅双重染色, 日产 TEM-100CX 透射电镜观察。

### 二、结 果

在各期幼体中, 中肠始终是消化道最发达的部分, 其长度平均占消化道全长的 53.63%。就  $Z_1$  和  $Z_2$  中肠横切面观察, 可见其肠壁上皮明显排列成四组<sup>[2]</sup>, 各组均含有三种类型不同的细胞: (1) 椭圆形细胞 (图版 I: 1A) 内具一个胞核, 核内核仁丝较多, 染色质扩散于整个核质中, 但多密集在核膜旁 (图版 I: 1, 3, 5)<sup>[4,3]</sup>。细胞质电子密度高。细胞游离面被有微绒毛, 微绒毛伸向肠腔。在核与微绒毛基部间充满线粒体 (图版 I: 3, 4, 5M),

\* 国家自然科学基金赞助, 38570453 号。  
接受日期: 1990 年 6 月 23 日。

线粒体呈椭圆形,或长条形,或环形,或一端膨大的棒形;线粒体的嵴并不完全通过基质腔,也有内膜折成管状而呈Y形的。(2)囊状细胞(图版 I:1B)通常位于椭圆形细胞内,紧靠肠壁肌肉层,数目不多,而胞核大。细胞器以内质网为主,并有大小不等的多数分泌泡。(3)具分泌小泡的细胞(图版 I:1,5C),一般位于四组肠壁上皮细胞间,形状显得短小,其游离面也有微绒毛。细胞内具有内质网、高尔基复合体以及为数不少的分泌颗粒;这些颗粒靠近微绒毛基部分布。

从  $Z_3$  开始,椭圆形细胞逐渐变成狭长的柱状细胞,细胞排列紧密(图版 I:6)。作为质膜突起物的微绒毛略带毛茸状,但尚未组成刷状缘 (brush border),微绒毛毛根基部显出梯状纹纤维丝,伸向细胞体内(图版 I:2)。其它两种细胞逐渐消失。 $Z_4$  的中肠上皮细胞与  $Z_3$  基本相同。

$Z_5$  和M中肠上皮细胞与前四期幼体相比,胞器明显增多,其中以线粒体、内质网和高尔基复合体最为显著。由三类膜构成的高尔基复合体,即扁平膜围成的池、致密小泡和大泡均可被观察到。大眼幼体柱状细胞中的胞核,可视作核胞器的附着点,其染色质纤维附着核膜内,成为厚约 200—300 Å 的纤丝状板,部分甚至厚达 500 Å 以上;这层增厚的纤丝层也就是核仁纤丝区(图版 I:7Nfc),同时核膜外又围有核糖体的粗糙内质网所分泌的多数内质网液泡。

各期幼体中肠的肠壁除上皮细胞外,由内到外依次还有基膜、纵肌层和环肌层(图版 I:8Bm, Lm, Cm)。基膜凹凸褶折于上皮细胞中,根据电镜观察,由二层组成,内层电子密度高,外层电子密度稀。在横切面上,纵肌层呈颗粒状。环肌层相当厚;在放大 27000 倍的电镜照片上,明显可以看到环肌丝的A带和H带(图版 I:8A, H)。

### 三、讨 论

据我们观察研究,  $Z_1$  和  $Z_2$  的中肠上皮细胞可分三种,但没有见到 Briggs 在研究 *Paranthesius anemonias* 的中肠时发现的变形细胞<sup>[9]</sup>。从  $Z_3$  开始,囊状细胞和有分泌小泡的细胞都消失,而椭圆形细胞也均变为柱状细胞。从核质比值分析,囊状细胞或可认为系分生组织的细胞,因此仅存在于早期幼体阶段。至于具分泌小泡细胞的消失,是否其机能完全被柱状细胞所代替,还是另有原因,值得进一步研究。而肠腔肠壁上皮排列成四组的形状,如同其它甲壳动物幼体的肠腔,也如同其它甲壳动物幼体肝胰管的管腔<sup>[7,13]</sup>。

柱状细胞游离面密生微绒毛,我们与 Copenhaver 等人的意见<sup>[8]</sup>一致,也认为某些离子与分子的传递就在微绒毛膜上进行,但我们没有发现类似于他们在脊椎动物和螯虾中所见的粘多糖-蛋白质复合物 (mucopolysaccharide glycocalyx)<sup>[12]</sup>。Talbot 在研究褐对虾 *Penaeus aztecus* 幼体消化道时指出,微绒毛具微丝外被 (filamentous coat),这种微丝外被很可能形成或分泌形成围食膜<sup>[14]</sup>。我们所见的微绒毛虽无外被,却有少量丝状毛茸突起,很可能将在仔蟹中形成围食膜。Hootman 等在研究卤虫 (*Artemia salina*) 幼体中肠时虽未发现蛋白质复合体的微绒毛外被,却见到微绒毛基部的顶网结构<sup>[11]</sup>。中华绒螯蟹各期幼体中肠上皮细胞的微绒毛,有伸向细胞体内的梯状纹纤维丝,组成胞膜下的端网结构 (terminal web)。这些结构既对微绒毛起了支架作用,同时又便于微绒毛的收缩摆动而有利于物质的吸收<sup>[12,15]</sup>。

线粒体位于微绒毛基膜下(图版 I:3,4,5M),较长的竟与细胞核等长。中华绒螯蟹幼体在水温 25℃ 条件下,平均 3—4 天即变态一次,大量的线粒体对提高中肠细胞的活力和增强其代谢强度无疑地起了积极的作用。正如 Talbot 所述那样,线粒体是中肠上皮细胞活力的源泉。

内质网(图版 I:4,5ER)在中肠上皮细胞中具有特别重要的意义。就其形态而言,光滑内质网多于粗糙内质网,二者交织分布,伸展宽广。它们与高尔基复合体(图版 I:5 中的箭头所示)连在一起,组成“管系统”,运送蛋白质和调节渗透压。中肠上皮细胞还负有运输脂类的特殊功能。大眼幼体期,中肠上皮细胞的核被膜分离出来的许多小泡,与高尔基器同时也是形成含有水解酶的初级溶酶体的场所。来自内质网与高尔基器的这些溶酶体,在中肠上皮细胞中起着消化与防御的功能。这些内膜系统的存在对大眼幼体而言,意义更为重要,它提高了物质转运率,以适应机体的重大变化。

中肠凹凸褶折的基膜增强了肠壁的力度,有利于消化道的收缩和蠕动。

### 参 考 文 献

- [1] 堵南山,1958,绒螯蟹的变态,生物学教学,2: 22—25。
- [2] 堵南山等,1992,中华绒螯蟹幼体消化系统发育的研究,海洋与湖沼,23(1): 79—83。
- [3] 梁象秋等,1974,中华绒螯蟹的幼体发育,动物学报,1: 61—75。
- [4] Bettica, A. et al., 1987, Ultrastructure of the foregut-hindgut junction in *Porcellio scaber* Latreille, *J. Crust. Biol.*, 7(4): 619—623.
- [5] Briggs, R. P., 1977, Structural observations on the alimentary canal of *Paranthesius anemonias*, a copepod of the snakelocks anamone *Anemonia sulcata*, *J. Zool. Lond.*, 182: 353—368.
- [6] Bunt, A. H., 1967, An ultrastructural study of the hepatopancreas of *Procambarus clarkii* (Girard) (Decapoda, Astacidea), *Crustaceans*, 15: 282—288.
- [7] Clifford, B. and Witkus, E. R., 1971, The fine structure of the hepatopancreas of the Woodlouse, *Oniscus ascellus*, *J. Morph.*, 135: 335—350.
- [8] Copenhave, W. M. et al., 1978, Bailey's Textbook of Histology, Composed and printed at the Waverly Press Inc., pp. 454—549.
- [9] Factor, J. R., 1981, Development and metamorphosis of the digestive system of larval Lobsters, *Homonus americanus* (Decapoda: Nephropidae), *J. Morph.*, 169: 225—242.
- [10] Graf, F. and Michant, P., 1980, Fine structure of the midgut posterior caeca in the Crustacean *Orchestia* in intermolt: Recognition of two distinct segments, *J. Morph.*, 165: 261—242.
- [11] Hootman, S. R. and Conte, F. P., 1974, Fine structure and function of the alimentary epithelium in *Artemia salina* nauplii, *Cell. Tissue Res.*, 155: 423—436.
- [12] Podesta, R. B., 1982, Membrane physiology of invertebrates, Morcel Dekker. Inc., pp. 261—330.
- [13] Stanier, J. E. et al., 1966, The fine structure of the hepatopancreas of *Carcinus maenas* (Decapoda, Brachyura), *Crustaceana*, 14: 56—66.
- [14] Talbot, P. et al., 1972, Fine structure of the midgut epithelium in the developing Brown shrimp *Penaeus aztecus*, *J. Morph.*, 138: 476—486.
- [15] Vernon, G. M. et al., 1974, Fine structure of the digestive tract epithelium in the terrestrial Isopod, *Armadillidium vulgare*, *J. Morph.*, 144: 337—360.

## ULTRASTRUCTURE OF MIDGUT EPITHELIUM IN *ERIOCHEIR SINENSIS* LARVAE (CRUSTACEA: DECOPODA)

Chen Bingliang and Du Nanshan

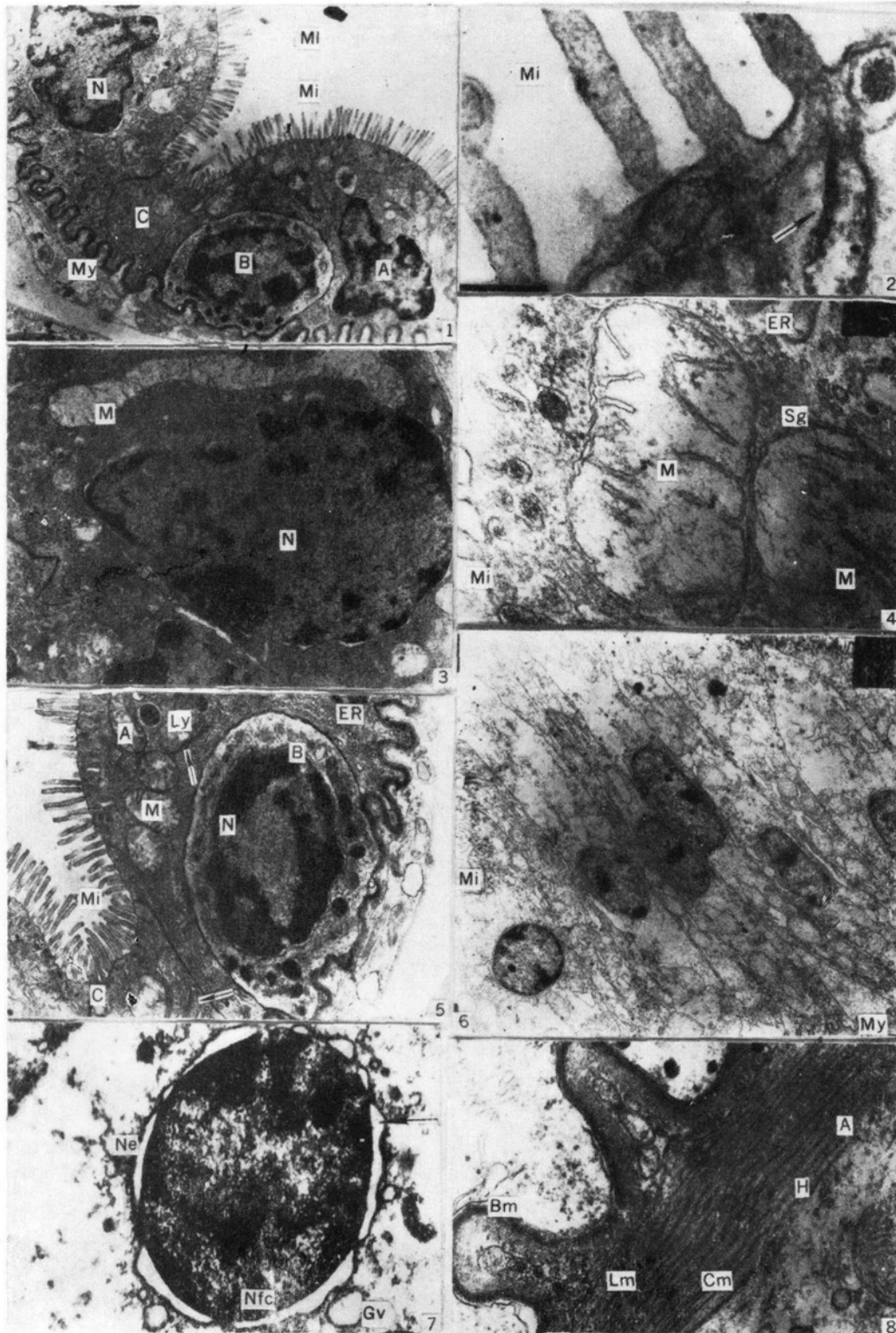
(Department of Biology, East China Normal University, Shanghai 200062)

### ABSTRACT

Chinese Mitten-hand Crab (*Eriocheir sinensis*) passes through six larval stages. First-fifth (I—V) zoeal stages ( $Z_1$ — $Z_5$ ) and a megalopal stage (M) samples of each stage were obtained from the Zhejiang Aquatic Products Station in March—June 1986, 1987. Observations with transmission electron microscope showed three cell types in the first and second stage zoeae. The elliptic cells numerous microvilli. The cystoid cells contained most secretory granules. Secretory cells were found between the above two cell types. From the third stage on to megalopa the epithelial cells were columnar in shape and covered with apical microvilli. The electron density of the cytoplasm was different in each kind of cells. Mitochondria, Golgi bodies, endoplasmic reticulum and lysosome could be found in the cytoplasm. The cystoid cells contained a great number of secretory bodies and dark granules. All these fine structures demonstrated activities in synthesizing proteins and cellular transport in these larvae. Study of the ultrastructure of larval midgut in *Eriocheir sinensis* indicated that the larvae could deal successfully with the more substantial food particles available in the aquatic environment. The midgut ultrastructure is well adapted to its important role in absorption and osmoregulation.

The basal lamina in the midgut is composed of two structurally different layers. The layer next to the epithelial cell membrane has higher electron density than the other. Below the basal lamina is a layer of longitudinal striated muscle and a layer of circular striated muscle. The muscular structures strengthen the mechanical properties of the midgut.

**Key words** Larvae of *Eriocheir sinensis*, Midgut, Ultrastructure.



1. I 期溞状幼体中肠横切； 2. 柱状上皮细胞顶端微绒毛，箭头示微绒毛伸向细胞体内； 3. 电子密度较高的上皮细胞； 4. 柱状上皮细胞中的线粒体； 5. II 期溞状幼体中肠横切，箭头示高尔基复合体； 6. III 期溞状幼体中肠横切，示柱状细胞； 7. 大眼幼体中肠细胞核，箭头示核周池； 8. III 期溞状幼体中肠肠壁肌横切，A 为 A 带。

A 椭圆形细胞； B 囊状细胞； C 具分泌小泡的细胞； ER 内质网； Gv 高尔基小泡； H 肌原纤维中的 H 带； M 线粒体； Mi 微绒毛； Ml 中肠肠腔； My 肠壁肌肉层； N 细胞核； Ne 核被膜； Nfc 核仁纤维区； Ly 溶酶体； Bm 基膜； Lm 肠壁纵肌； Cm 肠壁环肌； Sg 分泌颗粒。