

## 3种珍珠贝的外套膜小片 外表皮细胞的超微结构

杜晓东 邓陈茂 叶富良

(湛江海洋大学珍珠研究室, 524025)

**摘要** 用透射电子显微镜对合浦珠母贝(*Pinctada fucata*)、大珠母贝(*Pinctada maxima*)和企鹅珍珠贝(*Pteria penguin*)的外套膜小片外表皮超微结构进行比较观察,发现都是单层柱状表皮,由3类细胞构成,即柱状表皮细胞、粘液细胞和嗜酸性粒分泌细胞。柱状表皮细胞是贝壳和珍珠组份的主要合成和转运者,据其结构和功能的差异可细分为A、B、C3型。粘液细胞和嗜酸性粒分泌细胞呈杯状或不规则,体积巨大,细胞质稀少,核的形态亦不固定,前者的胞体全由电子透明泡占据,后者含有大量嗜酸性的电子稠密颗粒。这2类细胞的主要功能是参与物质转运,它们在邻近表皮的结缔组织中也有分布,可作变形运动穿越基膜进入上皮层。

**关键词** 珍珠贝,超微结构,外套膜小片,外表皮细胞

贝壳和珍珠形成的机制一直是国内外学者感兴趣的问题,围绕这一问题对珍珠贝的组织学和细胞学进行了许多研究<sup>[1-12]</sup>,但有关超微结构的研究不多,尤其是对几种贝外套膜小片的比较研究迄今未见报道,有不少细胞形态和功能方面的问题有待澄清。选取我国3种主要的海产珍珠贝,即合浦珠母贝(*Pinctada fucata*)、大珠母贝(*Pinctada maxima*)和企鹅珍珠贝(*Pteria penguin*)的外套膜小片,对其壳侧的表皮细胞进行超微结构的比较观察,拟为揭示细胞形态与功能的确切关系及珍珠形成机制提供参考资料。

### 1 材料与方 法

于1994年和1995年在海南省陵水县湛江海洋大学珍珠试验站取材,贝龄2~3年。外套膜小片于4℃下2.5%的戊二醛(磷酸缓冲液配制,蔗糖调节渗透压900 mOsm)中固定,1.0%的四氧化锇后固定,丙酮逐级浓度脱水,环氧树脂812浸透包埋,LKB2088型超薄切片机制片,醋酸铀-柠檬酸铅双染,JEM-100CXII型透射电镜观察并摄影。

收稿日期:1997-04-18

## 2 观察结果

电镜下可见3种珍珠贝外套膜小片的外(壳侧)表皮细胞为单层柱状,它们呈现起伏不平的簇状排列,簇顶部的表皮细胞一般为高柱状,底部为矮柱状。根据超微结构的差异以及与之相应的功能状态,可把表皮细胞归为3大类,即柱状表皮细胞、粘液细胞和嗜酸性粒分泌细胞。

### 2.1 柱状表皮细胞

该类细胞的共同特征是切面呈柱状,一般高 $18.0\sim 25.0\ \mu\text{m}$ ,宽 $2.5\sim 5.0\ \mu\text{m}$ 。游离端着生发达的微绒毛,胞质中有丰富的线粒体和内质网,大多数细胞含有大小不等的电子致密泡和电子透明池。细胞核呈柱状、椭圆或不规则形,一般位于细胞的中下部。该类细胞在3种贝中有些差异,根据内质网发达的程度、细胞核着色等情况可细分为A、B、C3型。合浦珠母贝3~5个柱状上皮细胞构成1个簇,簇之间在细胞的中下部紧密相连,细胞的中上部皆为密生微绒毛的游离端。A型细胞核的常染色质和异染色质着色分明,核周腔明显。胞质中有十分发达的内质网,内质网腔显著膨大,透明池体积较小,数量也较少,邻近核上部的胞质中还常含有高尔基体和大而明显的电子稠密粒。B型细胞的核呈弥散性染色,核周腔不明显。胞质中内质网很少,线粒体亦明显较少,无高尔基体,有较多较大的透明池和深染的稠密粒。C型细胞数量很少,核为深染的椭圆形,往往显固缩态。整个细胞充满了各种不同电子密度的小泡、板层小体和残存的线粒体。大珠母贝通常由7~8个柱状细胞构成1簇,最长达12个,细胞核柱状或椭圆形。细胞的结构类似于合浦珠母贝的同类细胞,即A型细胞核染色较深,往往有1个核仁,粗面内质网发达,该类细胞约占1/3。B型细胞核往往染色正常,细胞中有发达的光面内质网,透明池数量多,体积亦较大,在细胞的基底部形成显著的膜迷路,其中常见线粒体、各种小泡和电子透明池。不同的是这2类细胞中的电子稠密粒和透明池都比合浦珠母贝的小。C型细胞与合浦珠母贝的基本相同。企鹅珍珠贝的表皮细胞亦呈簇排列,每簇一般7~9个、最长达15个细胞,细胞中有发达的内质网和较多的线粒体,但透明池的数量和体积是3种贝中最少的。A型细胞的粗面内质网特别发达,但内质网腔无明显膨大,致使整个细胞都呈电子稠密状。B型细胞的粗面内质网相对较少,常在细胞的中上部构成环状或具同心圆的片层结构。与上述2种贝不同的是该类细胞核不出现弥散性电子染色,细胞核常见明显的凹凸。C型细胞亦类似于这2种贝(图版-1~7)。

### 2.2 粘液细胞

该类细胞体积巨大,为一般表皮细胞的2~3倍,除含1个不规则的细胞核和少量细胞质外,整个细胞由电子透明泡( $2.2\times 1.6\ \mu\text{m}$ )所充塞(合浦珠母贝和大珠母贝)或为透明的空腔(企鹅珍珠贝)。电子透明泡实际上并不完全透明,其中分布有染色较浅的纤维状物。在企鹅珍珠贝的粘液细胞中,偶尔也能见到一些深染的板层小体(图版-8~9)。这类细胞占合浦珠母贝和大珠母贝表皮细胞总数的1/10~1/20,企鹅珍珠贝略少。

### 2.3 嗜酸性粒分泌细胞

该类细胞在组织学研究中具有强烈嗜伊红染料特性,故名。电镜下它们也呈柱状,其体积是表皮细胞的1~3倍,细胞核形状不规则,除在核周围有少量细胞质外,整个细胞由直径 $0.6\sim 2.5\ \mu\text{m}$ 的电子稠密粒所充满,在电子稠密粒的缝隙中有时可见残存的线粒体和核糖体。这类细胞在3种贝的外套膜小片中约占细胞总数的1/10~1/20,其结构都是类似的,只

是合浦珠母贝的电子稠密粒中央区常较透明(图版·10)。

上述2类分泌细胞在邻近表皮的结缔组织中也有分布,常见它们作变形运动并进入表皮层。另外,在企鹅珍珠贝的小片表皮和结缔组织中还观察到1种由小电子稠密粒构成的运输泡(图版-12)。3种贝表皮层下的基板厚度各不相同,合浦珠母贝和大珠母贝的较薄,为2~17  $\mu\text{m}$ ;企鹅珍珠贝的较厚,一般为12~28  $\mu\text{m}$ 。在基板中常见来自结缔组织细胞的一些小泡和透明池向表皮层迁移(图版-11)。

### 3 讨论

已有的研究<sup>[1~5,7,8,12]</sup>表明,外套膜壳侧表皮细胞的结构和代谢状况对珍珠层的形成起决定作用。本实验结果也表明细胞形态与功能间的密切关系。

(1)3种贝的外套膜小片壳侧表皮细胞的组成和结构基本相似,具有旺盛的生物合成和物质转运能力。表皮细胞A、B、C3型实际上代表了细胞的不同发育阶段。A型细胞为发育早期,此时的生物合成能力最旺盛,发达的线粒体、内质网和核糖体就可证明。B型细胞为发育中期,合成能力有所下降,而对物质(来自结缔组织)的转运能力显著增强,结构上表现为胞质中出现大量的小泡和电子透明池,大珠母贝还形成发达的基底膜迷路结构。C型细胞为发育晚期,已基本失去生物合成和转运能力,核已呈固缩状态,细胞内充满各种小泡和板层小体可以认为是细胞自溶的结果。

(2)物质转运除了细胞对自身合成的物质转运外,还包括细胞对来自结缔组织的物质运输。这种物质的交流既有看不见的分子运动,也有各种可见的小泡运输及细胞运输,基板中的小泡便是例证。杜晓东等<sup>[4,5]</sup>阐述了褶皱冠蚌的珍珠囊中结缔组织所起的重要作用,当时所说的结缔组织“细胞碎片”,实为参与物质运输的小泡或池,由此可见这种小泡转运方式在双壳类具有普遍性。可能这种运输方式的效率与表皮层下基板的厚度有关,合浦珠母贝和大珠母贝的基板较薄,运输小泡或池的数量较多,体积也较大;大珠母贝还以其发达的膜迷路来增加细胞的表面积,从而提高物质交换效率;企鹅珍珠贝的基板较厚,其小泡数量和体积都是最小的。不过,在企鹅珍珠贝的小片中可见到1种由很小的深染颗粒构成的转运泡从结缔组织向表皮层转运。

(3)关于粘液细胞和嗜酸性粒分泌细胞在珍珠层形成过程中的作用还无统一看法,其命名也较混乱。实际上,这2类细胞在本文所研究的3种贝的外套膜具有广泛分布,在大珠母贝的中央膜甚至成群分布,而正是中央膜使得贝壳珍珠层增厚。它们分别是在H.E.染色后的不着色(或略嗜碱性)颗粒细胞和嗜伊红粒细胞(或大分泌颗粒细胞)。一些研究说明至少粘液细胞在珍珠囊中存在,只不过称呼不一致,如“类结缔组织钙细胞”<sup>[4]</sup>、“电子密度低的大分泌泡细胞”<sup>[1]</sup>等。从分布的普遍性来看,它们在贝壳和珍珠的形成中是不可或缺的。传统观点认为这2类细胞位于结缔组织<sup>[8,12]</sup>,在表皮层有细小的开口进行分泌活动。从本实验结果来看,上述说法值得商榷,这2种细胞确实起源于结缔组织,它们不断进行变形运动,不是在表皮层开口,而是整个细胞移向表皮层(边缘膜区)并滞留一定时期,最终以全浆分泌方式释放内含物。企鹅珍珠贝的粘液细胞的内容物不以小泡的形式包裹,有别于另2种贝。

## 参 考 文 献

- 1 石安静, 张 兵. 三角帆蚌外套膜细胞的超微结构. 水生生物学报, 1987, 11(3): 236~240
- 2 石安静, 等. 三角帆蚌珍珠囊形成的研究. 水产学报, 1985, 9(3): 247~253
- 3 余豪祥. 三角帆蚌外套膜及珍珠囊的组织学初步观察. 动物学杂志, 1985, (1): 1~3
- 4 杜晓东, 许国领. 褶纹冠蚌珍珠囊发育的超微结构观察. 水产学报, 1990, 14(3): 212~218
- 5 杜晓东, 等. 褶纹冠蚌珍珠囊发育的研究. 水生生物学报, 1991, 15(3): 227~233
- 6 熊大仁, 等. 河蚌无核珍珠形成的研究. 湛江水产学院学报, 1980, (2): 1~7
- 7 蒙钊美, 黎学章. 大珠母贝外套膜细胞小片的移植和珍珠囊形成的研究. 贝类学论文集(第一辑). 北京: 科学出版社, 1983, 97, 101
- 8 Beedham G E. Observation on the mantle of the *Lamellibranchia*. Proc Zool Soc Lond, 1965, 145: 181~197
- 9 Dix T G. Histology of the mantle and pearl sac of the pearl oyster *Pinctada maxima* (*Lamellibranchia*). J Malac Soc Aust, 1972, 2: 365~374
- 10 Kawakami K. Studies on pearl-sac formation I. On the regeneration and transplantation of the mantle piece in the pearl oyster. In: Report of the Nippon Institute for Scientific Research on Pearls, 1952, (29): 1~6
- 11 Li Zhenchang, et al. SEM and TEM observation on pearl sac cells of *Pinctada fucata* (Gould). In: Xu Gongzhao, Brian Merton (eds.). Proceedings on marine biology of the South China Sea. Beijing, China: China Ocean Press, 1988, 83~86
- 12 Ojima Y. Histological studies of the mantle of pearl oyster (*Pinctada martensii* Dunker). Cytologia, 1952, 17: 134~143

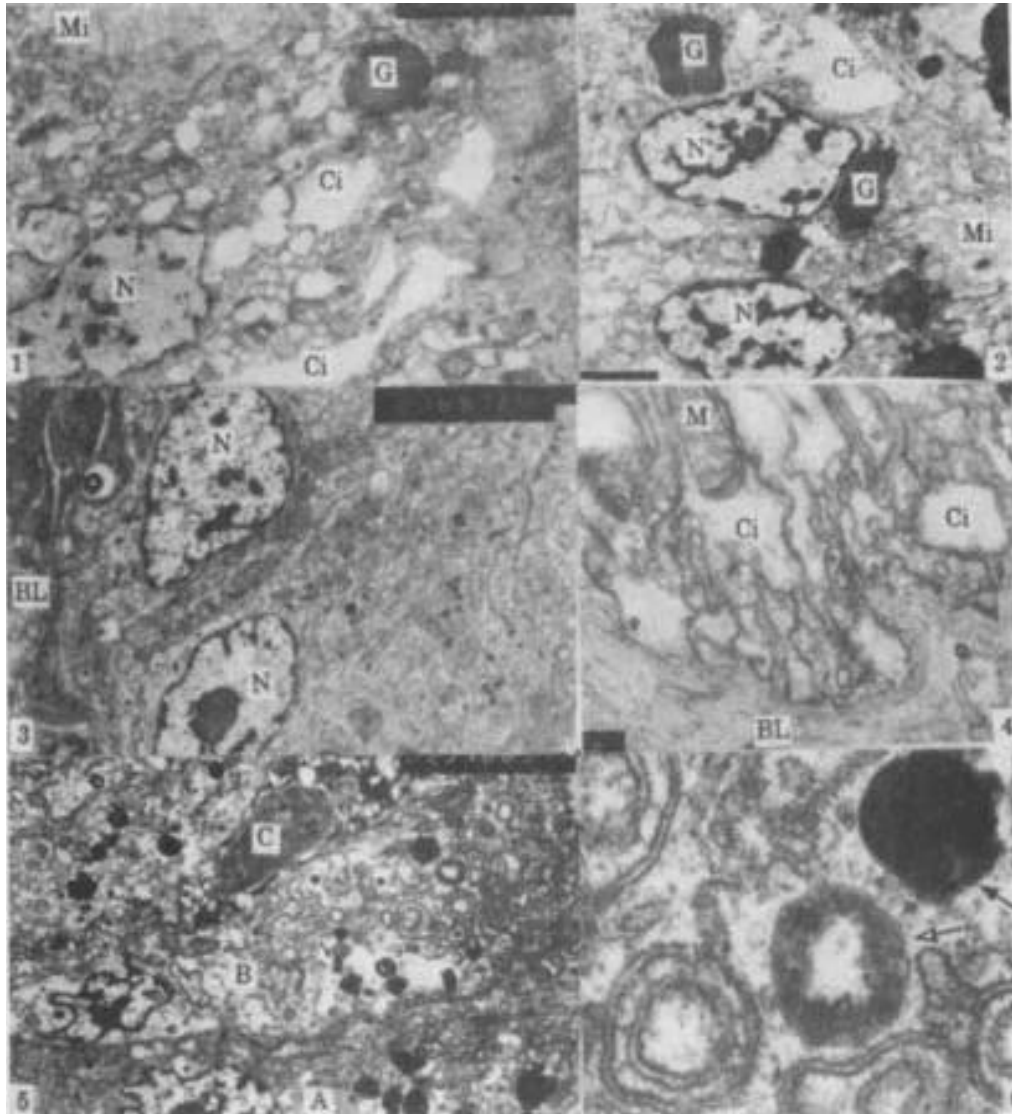
## Ultrastructure of the outer epithelial cells in mantle pieces of 3 species of pearl oysters

Du Xiaodong Deng Chenmao Ye Fuliang

(Laboratory for Pearl Studies, Ocean University of Zhanjiang, 524025)

**Abstract** Ultrastructure of the outer epithelial cells in the mantle piece of pearl oysters *Pinctada fucata*, *Pinctada maxima* and *Pteria penguin* was observed under a transmission electron microscope. The results show that epithelial cells consist of 3 types of cells which are columnar epithelial cell, mucous cell and acidophilic granular secretory cell. According to their differences in structures, the columnar epithelial cells can be further divided into 3 types of A, B and C. The mucous cell and acidophilic granular secretory cell have irregular or goblet shapes and large volumes in which there are few cytoplasm and nucleus with fixed shape. The mucous cell body is occupied by quantities of electron-transparent vesicles, while the later has abundant acidophilic electron-dense granules. Both kind of cells above also distribute in the connective tissues near the outer epithelium. They are constantly observed to migrate across the epithelium with amoeboid locomotion.

**Key words** pearl oyster, ultrastructure, mantle piece, outer epithelial cell



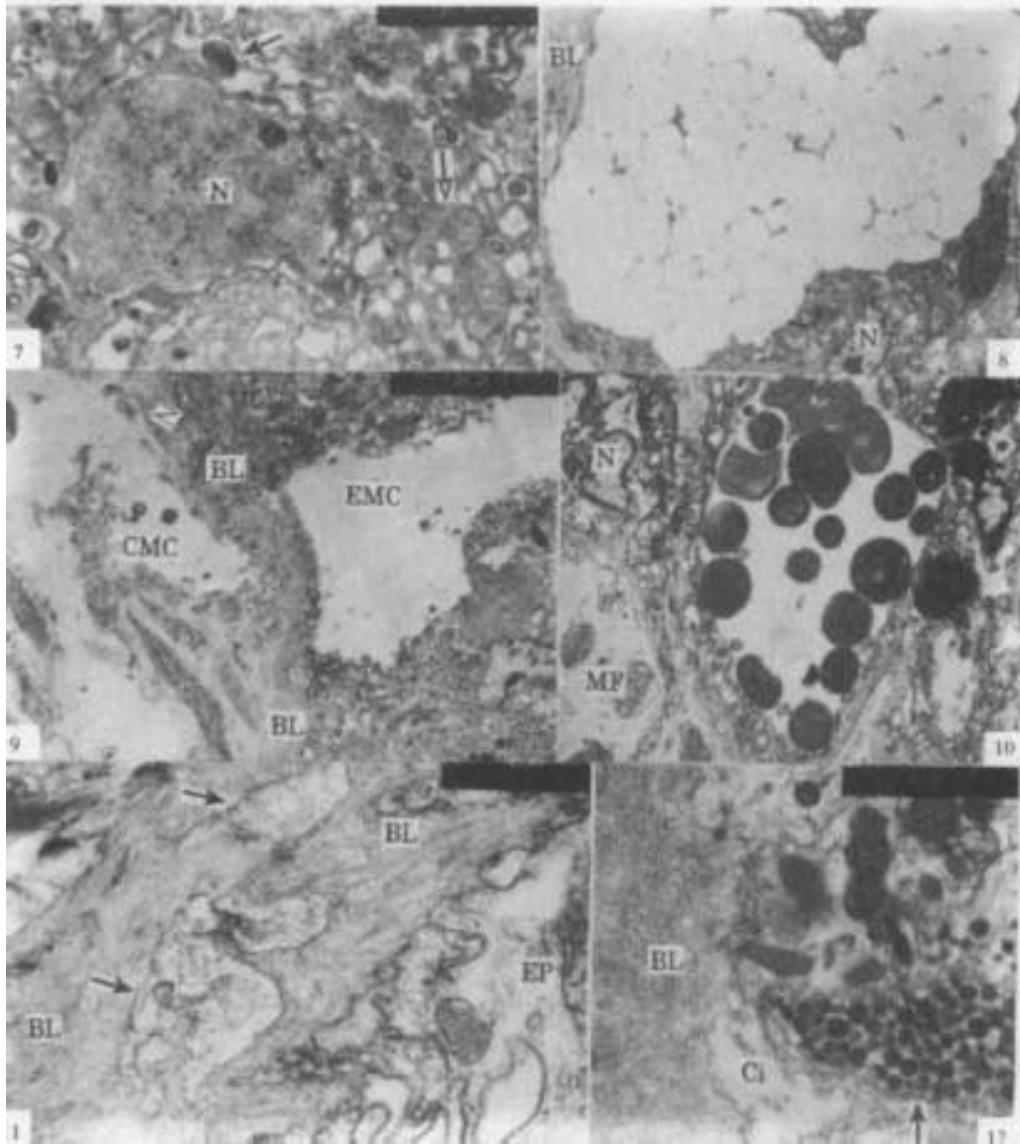
图版 Plate

1. 合浦珠母贝 B 型表皮细胞。×7 520 Type B cell of *P. fucata*.
2. 合浦珠母贝 A 型表皮细胞。×5 360 Type A cell of *P. fucata*.
3. 大珠母贝 A 型表皮细胞。×6 080 Type A cell of *P. maxima*.
4. 大珠母贝 B 型表皮细胞的基底迷路结构。×16 000 The membranous labyrinth of type B cell of *P. maxima*.
5. 企鹅珍珠贝 A、B、C 3 型表皮细胞。×4 240 Type A, B and C cell of *P. penguin*.
6. 企鹅珍珠贝 B 型细胞中的同心圆内质网层。∪示正在形成的电子稠密粒, ↑示成熟的电子稠密粒。×22 400

The concentric-circular endoplasmic reticulum of type B cell of *P. penguin*. The hollow arrow indicates the beginning of an electron-dense granule ∪; and the arrow, a completed one ↑.

A. A 型细胞(type A cell), B. B 型细胞(type B cell), BL. 基板(basal lamina), C. C 型细胞(type C cell), Ci. 电子透明池(electron-lucent cisterna), CT. 结缔组织(connective tissue), EP. 表皮(epithelium), G. 电子稠密粒(electron-dense granule), Mi. 微绒毛(microvillus), MF. 肌纤维(muscle fiber), N. 细胞核(nucleus).





7. 企鹅珍珠贝 C 型表皮细胞。示呈固缩态的细胞核(N)、各种小泡、板层小体(↑)和残存的线粒体(∩)。×7 520  
Type C cell of *P. penguin*. Show a pyknotic nucleus(N), various kinds of vesicles, lamellar bodies (arrow) and remnant mitochondria (hollow arrow).
8. 大珠母贝表皮层中的粘液细胞。×2 720 Mucous cell of *P. maxima*.
9. 企鹅珍珠贝表皮的粘液细胞(EMC)和结缔组织中的粘液细胞(CMC)。×2 160 Mucous cells in the epithelium(EMC) and connective tissue(CMC) of the mantle piece of *P. penguin*.
10. 合浦珠母贝表皮层中的嗜酸性粒细胞。×3 200 Acidophilic granular secretory cell of *P. fucata*.
11. 大珠母贝来自结缔组织的电子透明池(箭头)正在跨越基板并向表皮迁移。Electron-lucent cisternae (arrow) from the connective tissue of mantle piece of *P. maxima* are moving across the basal lamella to the epithelium.
12. 企鹅珍珠贝表皮细胞基部的小电子稠密粒(箭头)。×10 400 Small electron-dense granules (arrow) pile up in the base of the epithelium of *P. penguin*.