

三角帆蚌外套膜细胞的超微结构*

石 安 静 张 兵

(四川大学生物系, 成都)

提 要

用透射电镜观察了三角帆蚌 (*Hyriopsis cumingii* Lea) 外套膜细胞的超微结构。外套膜内表皮细胞中, 有具纤毛的柱状细胞, 顶端具小分泌泡的杯状细胞, 胞质中含大分泌泡以及线粒体聚集成群的柱状细胞四类。各类表皮细胞的细胞质电子密度和内含物均有差异。细胞核呈椭圆或棒形。线粒体和高尔基体多分布在细胞核上方细胞的游离端。各类细胞游离表面都密生微绒毛, 其中内表皮的柱状细胞还着生有纤毛, 但无分泌泡。其余几种表皮细胞在细胞顶部都具有大小不等, 电子密度不同的分泌泡。在外表皮中只观察到一般的柱状表皮细胞和胞质中具有成群线粒体的细胞两类。另外, 外表皮细胞中具有较多的溶酶体。

从三角帆蚌外套膜表皮细胞超微结构来看, 内、外表皮都具有分泌和吸收机能。内表皮的纤毛柱状细胞有运动功能, 而外表皮细胞有较强的消化吸收功能。

关键词 三角帆蚌, 外套膜细胞, 超微结构。

贝类的外套膜能形成珍珠。国内外研究者对海产贝类外套膜作了组织学^[1]、组织化学^[2]、物质代谢^[3]、组织培养^[4]等研究。对人工育珠河蚌的外套膜也进行了组织学^[1, 2]、组织化学^[3]、染色体^[2]等方面的研究。然而对贝类外套膜细胞进行超微结构的研究却不多。从细胞的超微结构来探明表皮细胞结构与珍珠质分泌功能的关系, 将有助于进一步弄清贝类形成珍珠的机理及探讨促进珍珠质分泌的因素和条件。为此, 作者对三角帆蚌外套膜细胞进行了超微结构的观察, 期望能为提高珍珠质量和产量提供必要的参考资料。

材 料 和 方 法

实验是使用的我国淡水育珠最优良的三角帆蚌 (*Hyriopsis cumingii* Lea) 为材料。用削膜法先将内、外表皮分开, 从蚌的腹缘中部, 分别剪取小块组织, 以生理盐水^[4]配制的 2% 戊二醛及 1% 四氧化锇固定 (pH 6.8—7.0) 后, 经丙酮逐级浓度脱水, 环氧树脂 618 浸透包埋, 置 LKB-V 型超薄切片机切片, 醋酸铀一柠檬酸铅双染。日立 H 600-4 型电子显微镜观察及摄影, 加速电压 60 KV。

* 本文主要材料由四川医学院电镜室摄制, 在此特表谢意。

1986 年 6 月 4 日收到。

观 察 结 果

(一) 外套膜细胞一般超微结构

1. 内表皮 在三角帆蚌外套膜内表皮中, 观察到四种不同类型的表皮细胞:

(1) 具纤毛 (Ci) 的柱状表皮细胞(图版 I: 1.B; 4)。细胞核 1 个, 大而呈椭圆形, 核内异染色质少(图版 I: 1. N₁)。细胞质基质电子密度较低。细胞游离表面密生着短的微绒毛(图版 I: 4. Mi) 和具有较稀疏而长的纤毛(图版 I: 4. Ci)。细胞中未见分泌泡。

(2) 具大分泌泡的柱状细胞(图版 I: 1. C)。此种细胞游离端着生微绒毛, 细胞顶部有少量细胞质电子密度较高。在电子密度低的胞质中含有几个至几十个大小不等的分泌泡。分泌泡多数呈圆形或椭圆形, 一般大分泌泡(图版 I: 1. SV) 直径约 5—10 微米, 电子密度较低。小的分泌泡电子密度较高。

(3) 具有成堆线粒体的柱状细胞。细胞顶端有少量细胞质电子密度较高, 其中含有许多大小不同的分泌小泡(图版 I: 2. 箭头所指), 除此之外的细胞质几乎都被密集的线粒体充满, 此种线粒体其基质电子密度较低, 噬电子密度较高(图版 I: 2. M)。在这些线粒体群之间, 有少量粗面内质网和基质电子密度高而嗜电子密度低的一般的线粒体(与其它细胞中线粒体相同)。此类细胞的核呈多形性, 多具有长的突起和深的凹陷, 核内异染色质较丰富(图版 I: 2. N)。

(4) 具长脚的杯状细胞(图版 I: 1. A)。此种细胞插于其它几种柱状表皮细胞之间。细胞核 1—多个, 呈长棒状, 核表面凹突不平, 核内异染色质极丰富(图版 I: 1. N₂)。细胞质电子密度在几种表皮细胞中最高。细胞游离端密生微绒毛, 细胞顶部的胞质中有许多电子密度高的小分泌泡(图版 I: 1. SG)。

内表皮的表皮细胞的共同特征是各类细胞游离端都密生微绒毛, 除纤毛细胞以外, 其余几类细胞在细胞顶端都具有小分泌泡。

2. 外表皮 在外表皮中只见到两类柱状表皮细胞:

(1) 一般的柱状表皮细胞。细胞的游离端也密生微绒毛。整个细胞电子密度均匀, 细胞质中游离的多聚核糖体很多。线粒体基本上都分布在细胞的游离端。与内表皮细胞比较最明显的特征是细胞顶部未见分泌小泡和细胞质中有很多溶酶体(图版 II: 7. Ly)。

(2) 具有成堆线粒体的柱状细胞。此类细胞与内表皮中见到的很相似, 只是细胞顶部未见分泌小泡, 其次是数量不及内表皮中的多。

3. 外套膜内外单层表皮细胞下为结缔组织, 其中也存在胞质中具大分泌泡的细胞和具成堆线粒体的细胞, 还有具少量细胞质的成纤维细胞及呈不同走向的肌细胞。肌细胞膜包围着许多束肌原纤维(图版 I: 3. M_m)。肌细胞的线粒体位于细胞边缘, 数量不多, 线粒体基质电子密度较高(图版 I: 3. 箭头所指)。在肌细胞之间可见到很多排列间隔较整齐的微丝(图版 I: 3. MF₁ 为纵切面, MF₂ 为横切面)。

结缔组织中的细胞, 其细胞核也具多形性, 有椭圆、葫芦、分叶状等, 有一个核仁。一般椭圆形的核中异染色质少, 分布较均匀, 而其它形状的核异染色质丰富, 且多附在核膜上。

(二) 表皮细胞的微细结构

三角帆蚌外套膜内外表皮细胞游离表面都着生指状微绒毛(图版 I: 2., 4. Mi), 长约2微米, 直径约0.3微米, 长短较一致, 排列整齐, 是表皮细胞质突出围以细胞膜构成。微绒毛多为单根, 也有少数呈对称性分枝。中央能见到从顶部直达基部的微丝。

内表皮柱状细胞游离端着生的纤毛, 长度约为5—10微米。纤毛中有平行轴丝构成的中柱, 从底部直达顶部, 不分支(图版 I: 4. Ci)。横切面可看到周围有9条二联管环绕, 中央有2条微管, 呈9+2图形。在表皮细胞质膜下的胞质中, 能看到稍膨大的基体, 外围有9条三联管, 没有中央微管, 呈9+0图形。纤毛根部呈梯状横纹(图版 I: 4. 小箭头所指), 根部伸向细胞深处, 由粗变细呈发瓣状。纤毛根部附近有数量较多、基质电子密度高的线粒体(图版 I: 4. M), 这可能为纤毛的运动, 提供大量的能量。

表皮细胞中的线粒体多呈长棒或短棒状, 峭多为小管状, 少数为板层状, 峭的走向不规则。有两种电子密度不同的线粒体: 一种是基质电子密度高, 峭电子密度低(图版 I: 3., 4.; 图版 II: 5., 6., 8. M)。另一种是基质电子密度低, 峭电子密度高(图版 I: 2. M)。前者分散分布, 后者成群分布于分泌活动很旺盛的表皮细胞中。

表皮细胞中的高尔基体, 由4—6层弓形的扁平囊堆叠起来, 周围有很多大泡、小泡, 弓形的形成面(凸面)和成熟面(凹面), 在细胞中的方向是不定的, 即成熟面有的向着细胞核(图版 II: 5. GO₁), 有的背着细胞核, 也有与核垂直或成一定角度(图版 II: 5. GO₂), 一般成熟面的1—2层扁平囊电子密度较低, 形成面扁平囊电子密度较高。

高尔基体多分布于表皮细胞核的上方, 细胞的游离端。

三角帆蚌外套膜表皮细胞中的粗面内质网较发达, 呈管道系统(图版 II: 6. RER), 或囊泡型(图版 II: 5. RER)。囊腔中含有中等致密物质, 内质网膜上附的核糖体排列较紧密。光面内质网和游离的核糖体都较少, 游离的核糖体有单体也有多聚体。

外套膜外表皮细胞中含有大量的溶酶体。次级溶酶体常成群分布于细胞的游离端, 其中含有许多被消化的物体(衰变物), 致使它内部呈现电子密度不同的大小空泡(图版 II: 7. Ly)。

三角帆蚌外套膜表皮细胞之间的连接, 主要为隔壁联结, 相邻细胞膜的间隙较宽, 间隙中有象梯子一样的横隔(图版 II: 8. 箭头所指)。

在两细胞相连的游离端口, 都以类似桥粒的板状结构连接, 胞质中板状结构电子密度高, 长而明显(图版 I: 4. 大箭头所指)。此种结构除将两细胞游离端口固定在一起外, 还可能对物质出入细胞游离表面的调控及纤毛的协同活动起作用。

讨 论

一、河蚌外套膜的表皮细胞, 作者曾在光学显微镜下观察到有粘液及粘液排除后的空泡细胞、大颗粒细胞、粘液大颗粒混合细胞三种腺细胞夹在柱状的表皮细胞之间^[1]。俞豪祥观察到外表皮的柱状细胞中夹有空虚状细胞; 内表皮中夹生着粘液细胞, 大分泌颗粒细胞, 具粘液的大颗粒细胞, 小分泌颗粒细胞^[2]。

在电镜下作者观察到内表皮中有四种细胞。从结构特点来看，具大分泌泡的柱状细胞(图版 I: 1. c)，就是在光学显微镜下看到的大颗粒细胞。电镜下具纤毛的柱状细胞，由于纤毛在一般染色的切片上看不见(相差显微镜下曾作活体观察能看到)，在光学显微镜下见到为一般的柱状表皮细胞。在光学显微镜下看到的粘液细胞和粘液排除后的空泡细胞(空虚状细胞)，作者认为就是在电镜下观察到的具成堆线粒体的柱状细胞。这些成堆的线粒体与分散存在的线粒体相比，其基质电子密度很低，呈细线状的嵴电子密度稍高(图版 I: 2. M)，致使整个细胞除边缘外，电子密度都低。同时用一般组织学的固定剂固定，常规染色时，线粒体对苏木精-伊红类染料(染细胞核和细胞质)又不着色，所以在光学显微镜下观察，则为胞质浅淡的细胞或呈空泡状(空虚状)细胞。在电镜下见到的顶部有小分泌泡的杯状细胞，可能是向外套腔分泌小颗粒、一端呈喇叭口的细胞^[7]。

二、日本北野康(1955)等研究者认为外套膜壳侧表皮面和内侧表皮面都有分泌粘液的能力^[11]。本文作者曾用 Best 的胭脂法显示过河蚌外套膜的粘多糖物质(呈红色颗粒)，在光学显微镜下观察，主要都集中在内、外表皮的胞质浅淡的细胞及空泡状细胞中。在外套膜的超微结构观察中，看到内、外表皮中都具有粘液细胞(具成群线粒体的细胞)和粘液排除后的空泡细胞。也表明内、外表皮都有分泌粘液的能力。只是内表皮中粘液细胞数量很多，分泌粘液的能力更强。可见电镜下的超微结构与组织学和组织化学研究的内、外表皮的功能是互相吻合的。

一些研究者认为，以软骨素硫酸为主体的粘液物质是珍珠质(角壳蛋白)的先驱物质^[9,11]。作者在电镜下只观察到三角帆蚌外套膜的外表皮，一种分泌粘液的细胞，未见到象内表皮中那样的具大分泌泡和小分泌泡的细胞。同时作者在三角帆蚌珍珠囊形成的研究时^[3]，在珍珠囊的上皮细胞中，也只见到一般的柱状上皮细胞和胞质浅淡的细胞或空泡细胞。由此可见，粘液的确可能是珍珠质的前身物质。

三、在电镜下观察到三角帆蚌内、外表皮中各类细胞游离表面都密生微绒毛，表明三角帆蚌的各类表皮细胞都具有吸收的作用。

一般认为，高尔基体的形状和分布都具有极性，即它的形成面(凸面)向着核膜或内质网一侧，成熟面(凹面)向着质膜一侧。在分泌细胞中，它分布于核和分泌蛋白质的那一极^[8,10]。作者在三角帆蚌表皮细胞中观察到，高尔基体都分布于核的上方，细胞的游离端，表现出细胞活动的“极性”。但在形状上的极性却不显著，即形成面有正向、背向及侧向核膜及内质网的(图版 II: 5)。而且高尔基体的形态和大小，即使在同一细胞中也有差异。通过观察，我们认为高尔基体的形态、大小和极性，是随细胞类型、细胞发育过程以及高尔基体本身的功能阶段而有所不同。这一观察与汤雪明^[6]的观察结果是相同的。

溶酶体是细胞内的“消化器官”，含有几十种水解酶，能分解一切生物大分子，溶酶体的标志酶是酸性磷酸酶。我们在电镜下观察到外套膜的外表皮细胞中的溶酶体显著比内表皮细胞中多。而我们在三种河蚌外套膜酶的组织化学研究^[3]中得知，外表皮细胞中的酸性磷酸酶比内表皮细胞中的强。可见电镜下观察到的表皮细胞的超微结构与组织化学方法显示的细胞生化特点是一致的。由此表明，河蚌外套膜的外表皮细胞不仅有分泌珍珠质的功能，而且还有较强的吸收和消化功能。

参 考 文 献

- [1] 石安静, 1981。我国淡水育珠蚌外套膜的组织学研究。淡水渔业, (4): 2—5。
- [2] 石安静, 1980。我国几种淡水珍珠蚌染色体的研究。四川大学学报, (4): 169—175。
- [3] 石安静等, 1985。三种淡水育珠河蚌外套膜酶的组织化学研究。水产科学, (2): 1—6。
- [4] 石安静, 1983。河蚌外套膜的组织培养。水产学报, 7(2): 153—157。
- [5] 石安静, 1985。三角帆蚌珍珠囊形成的研究。水产学报, 9(3): 247—253。
- [6] 汤雪明, 1984。高尔基体的结构与功能(一)。细胞生物学杂志, (4): 145—148。
- [7] 俞豪祥, 1985。三角帆蚌外套膜及珍珠囊的组织学初步观察。动物学杂志, (1): 1—3。
- [8] 郑国锠, 1980。细胞生物学。162—171。人民教育出版社。
- [9] 张元培, 1975。淡水珍珠养殖技术。34—37。湖南人民出版社。
- [10] 郝水, 1983。细胞生物学教程。93—100。高等教育出版社。
- [11] 熊大仁译(小林新二郎、渡部哲光著), 1966。珍珠的研究。189—204。农业出版社。
- [12] 和田浩爾, 1973。外套膜の酵素組織化学による研究。国立真珠研究所報告 17: 2059—2073。
- [13] 河合清三, 1957。アコヤガイの物質代謝に関する研究—III 組織呼吸について。日水誌, 22: 626—630。
- [14] 町井 昭, 1957。真珠の培養研究。組織培養, 3(4): 96—105。
- [15] Ojima, Y., 1952. Histological studies on mantle of pearl oyster. *Cytologia*, 17.(1) 134—143.

ULTRASTRUCTURE OF MANTLE CELLS OF *HYRIOPSIS CUMINGII*

Shi Anjin and Zhang Bing

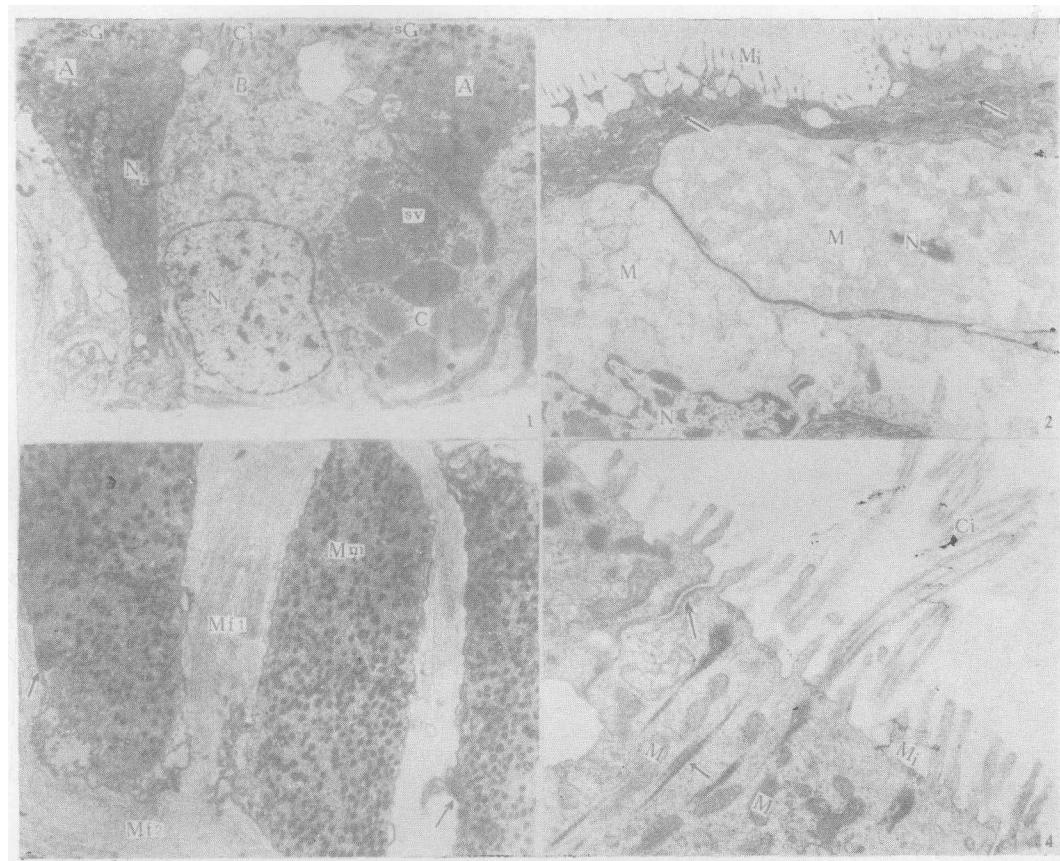
(Department of Biology, Sichuan University, Chengdu)

Abstract

Ultrastructure of mantle cells in *Hyriopsis cumingii* Lea was observed with transmission electron microscope. In the endocuticle, there are 4 kinds of cells; columnar cells with cilia, cupulate cells having small secretory vacuoles in apiculus, columnar cells having large secretory vacuoles in cytoplasm, and columnar cells with piles of mitochondria. The electronic density of cytoplasm and the endocyte of each kind of cells are different, but the nuclei of these cells are ellipsoid or bar-shaped. Generally, mitochondria and Golgi bodies are distributed at free-end. On the free-surface of all kinds of cells, microvilli grow densely. In ciliated columnar cells, there are no secretory vacuoles. On the other hand, cells without cilia have secretory vacuoles of different sizes and electronic density at their apiculus. In exocuticle, only two kinds of cells were observed: common columnar epithelioid cells and cells with piles of mitochondria. Moreover, there are more lysosomes in the exocuticle cells.

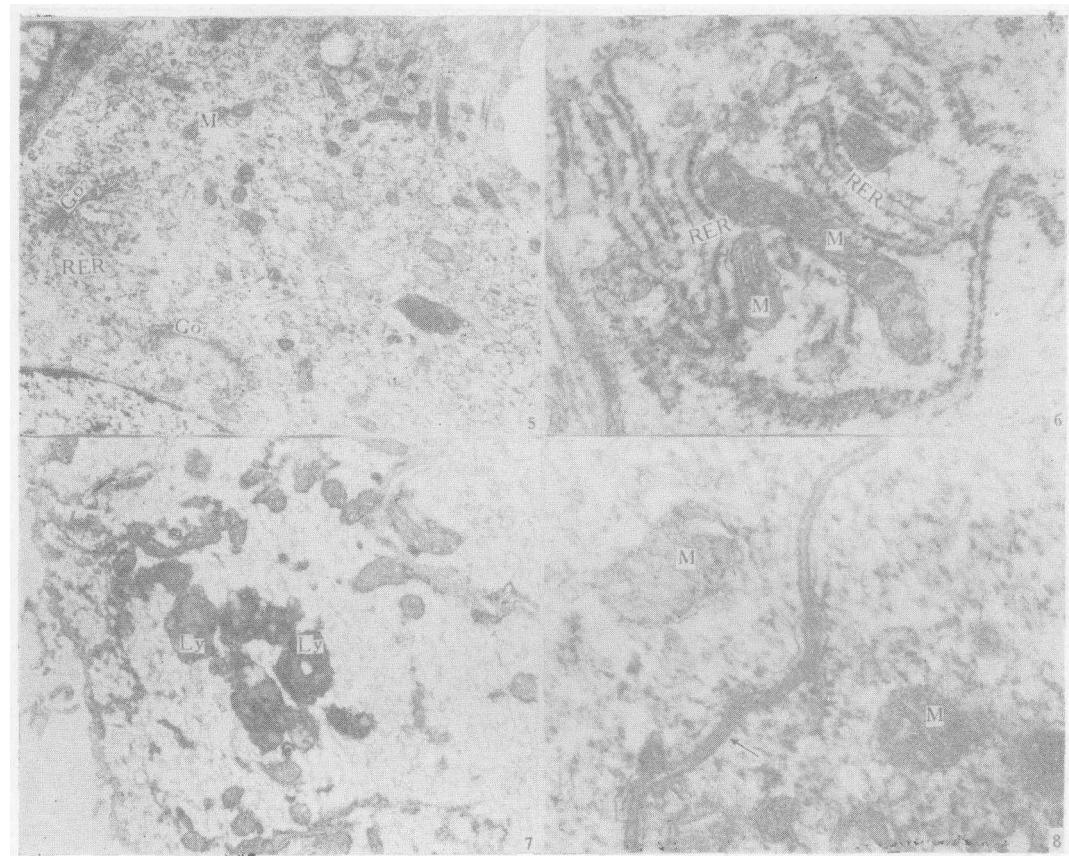
The ultrastructure of mantle epithelioid cells of *Hyriopsis cumingii* indicates that both endocuticle and exocuticle cells have secretory and absorptive functions. Endocuticle ciliated columnar cells have motive function in addition. Stronger digestion and absorption are shown in exocuticle cells.

Key words Ultrastructure, mantle, epithelioid cell, *Hyriopsis cumingii*



1. 内表皮中三种细胞的形态, A 顶端具有小泡 (SG) 的杯状细胞, B 具纤毛的 (Ci) 柱状细胞 C 具大分秘泡 (SV) 的柱状细胞, N 细胞核, $\times 10\ 200$; 2. 胞质中有成群线粒体的柱状细胞 (箭头所示电子密度较高的分泌泡及分泌物): M 线粒体, N 细胞核, Mi 微绒毛, $\times 18\ 000$; 3. 结缔组织中的肌细胞 (箭头所示线粒体): Mn 肌原纤维, Mf₁ 微丝纵切面, Mf₂ 微丝横切面, $\times 33\ 000$; 4. 内表皮柱状细胞的纤毛, Ci 纤毛 (小箭头示纤毛根部), M 线粒体, Mi 微绒毛(大箭头示类似桥粒的细胞联结(上皮栏)), $\times 41\ 400$ 。

1. Morphology of three kinds of cells of endocuticle: A Cupulate cell having small secretory vacuoles (SG) in apiculus, B Ciliated columnar cell, C Columnar cell having large secretory vacuoles, N Nucleus, $\times 10\ 200$; 2. Columnar cells with many mitochondria forming piles: M Mitochondria, N Nucleus; Mi Microvilli; $\times 18\ 000$; 3. Myocyte of connective tissue; Mn Myofibril, Mf₁ vertical section of microfilaments, Mf₂ Cross section of microfilaments, $\times 11\ 000$; 4. Cilia of columnar cells of endocuticle (little arrow shows root segment of cilia): M Mitochondria, Mi Microvilli, $\times 41\ 400$, (bigger arrow shows cell junction which is analogous of desmosome)



5. 表皮细胞中的高尔基体: Go_1 成熟面向着细胞核的高尔基体, Go_2 成熟面与细胞核成一定角度的高尔基体, M 线粒体, RER 囊泡型内质网, $\times 39\ 000$; 6. 表皮细胞中的粗面内质网; RER 管道型粗面内质网, M 线粒体 $\times 78\ 000$; 7. 外表皮细胞中的溶酶体: Ly 溶酶体, $\times 28\ 200$; 8. 表皮细胞间的隔壁联结(箭头所示): M 线粒体, $\times 142\ 800$ 。

5. Golgi bodies of columnar epithelioid cells; Go_1 Golgi body of which the maturing front faces to the nucleus, Go_2 Golgi body of which the maturing front is at an angle with the nucleus, M Mitochondrion, RER Vesiculate endoplasmic reticulum, $\times 39\ 000$; 6. Rough endoplasmic reticulum of epithelioid cells; RER Cast type rough endoplasmic reticulum, M Mitochondrion; 7. Lysosome of endocuticle: Ly Lysosome, $\times 28\ 200$; 8. Septate junction of exocuticle cells (indicated by arrow): M Mitochondria, $\times 142\ 800$.