

单环刺螈消化道组织学和细胞学

邵明瑜¹, 张志峰¹, 康庆浩², 马卓君¹, 王开顺¹

(1. 中国海洋大学 海洋生命学院, 山东 青岛 266003;

2. 丽水国立大学校 水产生命科学部, 韩国 丽水 550749)

摘要:对单环刺螈(*Urechis unicinctus* VonDrasche)消化道的结构进行了组织学和细胞学观察。单环刺螈消化道可分为咽、食道、嗦囊、砂囊、胃、中肠、呼吸肠、直肠和排泄腔。咽、食道和直肠管壁由内向外分为粘膜层、粘膜下层、肌层和外膜,嗦囊、砂囊、胃、中肠和呼吸肠壁仅由粘膜层和外膜组成。除食道外,胃之前的消化道及直肠上皮细胞均有发达的纤毛,中肠和呼吸肠上皮主要为微绒毛。消化道上皮主要分为3类细胞,第1种为柱状上皮细胞;第2种为粘液细胞;第3种为分泌细胞。粘液细胞和分泌细胞散布于柱状上皮细胞之间,且结构和数量随部位而异;粘液细胞在咽、食道、嗦囊、胃、中肠和直肠上皮中有较多的分布,分泌细胞在砂囊、胃、中肠和呼吸肠中数量较多。

关键词:单环刺螈;消化道;结构

中图分类号:Q954.58

文献标识码:A

文章编号:1005-8737-(2003)04-0265-06

消化道作为动物进行食物消化和吸收的场所,一直受到研究者的重视,加强有关方面的研究将为深入探讨动物的消化生理、营养学等提供理论依据。

单环刺螈(*Urechis unicinctus* VonDrasche)属刺螈科(Urchidae)动物,主要分布在中国、日本、韩国和俄罗斯等沿海潮间带下区及潮下带浅水区,是一种常见的底栖动物群落^[1-2]。目前有关刺螈科动物消化道的研究,仅见Menon等^[3]在研究美洲刺螈(*U. caupo*)代谢有毒物质时,对其消化道结构进行了初步报道,而有关单环刺螈消化道结构方面的研究,目前尚未见报道。本实验采用光镜和电镜方法对单环刺螈消化道的结构进行了初步的研究,旨在深入探讨其消化生理、开展单环刺螈的人工增殖,以及探讨其耐硫机制等方面提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 材料

单环刺螈购自青岛四方路海产品市场,体长20~30 cm,5尾。

1.2 方法

解剖虫体,根据李凤鲁等^[1]关于单环刺螈消化道的划分规则,取咽至排泄腔各段。光镜材料用Bouins液固定24 h,梯度酒精脱水,石蜡包埋,切片厚度为7 μm,HE染色,Olympus BH-2显微镜观察、拍照。电镜材料用2.5%戊二醛预固定,1%锇酸后固定,Epon-812包埋,NOVA超薄切片机超薄切片,常规铀、铅双染色,日立H-7000型透射电镜上观察并照像。

2 结果

2.1 消化道管壁的组织结构

根据解剖观察,单环刺螈消化道约为体长的5倍,折叠盘曲于体腔中。可依次分为咽、食道、嗦囊、砂囊、胃、中肠、呼吸肠、直肠和排泄腔。光镜下可见,其咽、食道、直肠和排泄腔由内向外可分为粘膜、粘膜下层、肌层和外膜4部分;嗦囊、砂囊、胃、中

收稿日期:2002-01-04; 修订日期:2003-04-17.

基金项目:高等学校骨干教师资助计划项目(CG-707-10423-2028);国家自然科学基金资助项目(30271039).

作者简介:邵明瑜(1979-),男,硕士生,从事海洋动物胚胎学研究.
E-mail: shaomingyu1979@hotmail.com

通讯作者:张志峰. Tel: 0532-2031647. E-mail: zzf107@ouc.edu.cn

肠和呼吸肠缺少粘膜下层和肌层。

2.1.1 咽 咽短而壁厚。光镜下,粘膜上皮主要为单层柱状纤毛上皮,细胞核位于胞体的下1/3或基部,呈椭圆或长椭圆形,核仁1个。固有层极不发达。粘膜肌纵行,很薄且肌纤维排列松散。粘膜和发达的粘膜下层向腔面突起形成数个很大的纵行褶皱,大小不一,在大的褶皱内结缔组织相当发达(图版I-1)。肌层分内环行和外纵行两层,为薄而松散的平滑肌,并伸出数条斜肌与体壁相连。外膜为纤维膜。

电镜下,粘膜上皮主要为纤毛柱状上皮细胞,微绒毛较少见,纤毛基部分布有大量的线粒体(图版I-2)。胞质中含大量大小不一的泡状结构,同时伴有少量颗粒。粘液细胞游离面以微绒毛为主,纤毛少见,此细胞胞器极少(图I-3)。上皮细胞间主要为间隙连接,在即将排放或正在排放的粘液细胞间可见桥粒连接。

2.1.2 食道 食道细长。光镜下,其粘膜上皮细胞亦为单层柱状上皮,整个食道上皮嗜酸性较咽部增强,细胞核近基部,呈卵圆或椭圆形,核仁1个。食道粘膜纵行褶皱较咽部发达。褶皱下的粘膜肌为较薄而致密的环肌。粘膜下层不很发达。肌层也由平滑肌组成,分两层,内环肌很厚,外纵肌较薄。外膜为浆膜(图版I-4)。

电镜下,食道的柱状细胞游离面具有相当发达的微绒毛,但未见纤毛。胞质中有大量线粒体和泡状结构及少量溶酶体样颗粒(图版I-5)。上皮中分散有粘液细胞和少量分泌细胞,后者在游离面具有相当发达的微绒毛,细胞基质密度较高,其中分布有一定数量的不同致密度的颗粒(图I-6)。食道上皮中偶尔出现充满颗粒的细胞,近上皮顶端排列,细胞体积较小,具有微绒毛,胞质中可见大量均质的颗粒和纵向排列的微管(图版I-7),另外还分布有粗面内质网和少量线粒体。

2.1.3 喉囊 光镜下,喉囊的粘膜上皮主要为假复层上皮,上皮细胞呈柱状或梭形,细胞长度不一。胞核位置不一,卵圆或椭圆形,核仁明显。喉囊腔内亦形成数量不等的褶皱,固有层很薄。粘膜肌分内环肌和外纵肌(较薄),肌层极薄或缺少,外膜为浆膜(图版I-8)。

电镜下,上皮细胞游离端以纤毛为主,分散有微绒毛。喉囊纤毛上皮细胞的纤毛相当发达,纤毛根插入的位置相当深,接近胞体的1/3~1/2,纤毛不

同区段结构不同(图版I-9)。在某些电子致密度高的细胞中可见有较明显的糖原分布。另有粘液细胞和少量分泌细胞分散于其中。

2.1.4 砂囊 砂囊壁以其环形条纹而具特征。光镜下,上皮细胞为单层,细胞核位于近基底处,卵圆形,核仁明显。砂囊腔面没有纵行皱褶,固有层极不发达。粘膜肌由较厚的内层环肌和很薄的外层纵肌组成。缺少肌层。外膜为浆膜(图版I-10)。

电镜下,砂囊腔内可见大量分泌物和一些破损的细胞(图版I-11)。主要细胞为上皮细胞,另外还有分泌细胞和较少的粘液细胞,细胞内可见一定数量的颗粒分布于细胞顶端或中部(图版I-12)。

2.1.5 胃 较短,光镜下上皮为单层,其粘膜纵行褶皱形状类似喉囊,粘膜肌亦分为内环肌和较薄的外纵肌,无肌层,具浆膜(图版II-1)。

电镜下,胃的柱状上皮游离面主要为纤毛,3种上皮细胞(纤毛上皮细胞、分泌细胞和粘液细胞)明显可见,纤毛上皮细胞内质网发达,分泌细胞和粘液细胞经常可见外排现象(图版II-2、3)。

2.1.6 中肠 中肠最长,约占消化道长度的60%。光镜下,中肠上皮细胞为细长的柱状上皮,排列紧密,细胞核位于细胞中部或中下部,卵圆或椭圆形,核仁1个。中肠腔面纵行褶皱发达,其他各层均与胃相似(图版II-4)。

电镜下,上皮细胞游离面具微绒毛和少量纤毛(1~2根)。主要可见2种柱状上皮细胞,1种为基质浅亮,称浅亮细胞,细胞顶部有大量线粒体,细胞中有大量均质颗粒(图版II-5);另1种基质较暗,称暗细胞,其中有大量大小不一的泡状结构和少量颗粒分散于其中(图版II-6)。此2类细胞内均分布有线粒体和内质网等胞器。另有较多的分泌细胞和粘液细胞分布。

2.1.7 呼吸肠 呼吸肠管径最大,约为中肠管径的5倍,壁薄,呈半透明状。光镜下,上皮细胞亦为单层,细胞核位置不一,卵圆形,核仁明显。呼吸肠纵行皱褶相当丰富。粘膜肌较厚而松散,分内环肌、中纵肌和外环肌3层,内外环肌较薄,中纵肌较厚。缺少肌层。外膜为浆膜(图版II-7)。

电镜下,粘膜上皮细胞主要为微绒毛上皮细胞,另有少量具纤毛细胞和粘液细胞。纤毛数量较中肠多,但比其他部位少。柱状上皮细胞基质较发达,细胞质中除含一定量的泡状结构以外,还富含高尔基器、粗面内质网和线粒体等,在某些此类细胞中还可

见到一定数量的糖原颗粒(图版 II-8)。另外在某些分泌细胞中,其胞质除含有颗粒外,更多的是髓样结构(图版 II-9)。粘液细胞类似于咽中所描述的结构。呼吸肠上皮之间顶端多数为桥粒连接,但桥粒的大小不同细胞间不同。

2.1.8 直肠和排泄腔 光镜下,粘膜上皮为单层柱状纤毛上皮,上皮细胞核为椭圆或长椭圆形,核仁1~3个。由粘膜和发达的粘膜下层形成的纵行褶皱很大。粘膜肌环行、较厚,但肌纤维排列松散(图版 II-10)。肌层由厚而松散的环肌组成,在排泄腔处有数条斜肌伸出,并与体壁相连。直肠为浆膜,排泄腔为纤维膜。

电镜下,上皮细胞游离面仅为丝状纤毛,几乎不见微绒毛。纤毛柱状上皮细胞中分布有大量线粒体及一定数量的颗粒和高尔基器(图版 II-11)。另有较多的粘液细胞。

3 讨论

单环刺螈生活于泥砂底的U形洞穴内,为滤食性,以水体中悬浮性颗粒状有机物为食,对食物颗粒无选择性^[2]。与其食性相适应,消化道长而迂回,约占体长的5倍,且分段较多,以延长食物在体内的消化和吸收时间;消化道各段,如咽、食道、嗦囊、胃和中肠等粘膜腔面都有大小、形态各异的褶皱,便于大量吞食食物、暂时储存食物及增大与食物的接触面积,使食物的消化和吸收更完全。

消化道大部分区段的粘膜上皮都有纤毛,咽、嗦囊、砂囊和胃部的纤毛摆动起到运输食物的功能;直肠和排泄腔等部位的纤毛摆动利于粪便的及时排出。在这些纤毛的基部均分布有大量的线粒体,为纤毛的运动提供必要的能量。这对肌层不甚发达的动物极为重要^[4-6]。咽至嗦囊管壁均向腔内产生许多褶皱,加之咽和食道发达的肌层,这些结构均与它们的吞食功能密切相关。砂囊腔内可见许多破损细胞,说明此段有磨碎食物的功能。

中肠上皮细胞主要为微绒毛,虽在此处未发现明显的微胞饮现象,但细胞内有大量泡状结构和细胞顶部分布有大量的线粒体,均显示出与消化食物吸收有关的细胞特征。这些特征初步可以证明中肠是单环刺螈物质吸收的场所。中肠上皮细胞的另一特征是胞内含大量高电子密度的均质颗粒,其中有一些类似酶原样颗粒,且观察到成熟颗粒在有的细胞游离面处大量集中。张志峰等^[7]曾在中国对

虾幼体中肠上皮细胞中观察过这类含酶原颗粒,它们是一类进行细胞内消化的细胞。崔龙波等^[8]对皱纹盘鲍消化道的研究也表明,皱纹盘鲍食道侧囊、嗦囊和肠中后段粘膜的微绒毛细胞具有分泌消化酶的作用。据此推测这些颗粒可能参与细胞内消化。

呼吸肠是单环刺螈消化道较为特殊的部分,它前与中肠相连,后与直肠相连,解剖虫体时可见食物在此处初步形成粪便。它既是物质运输的通道,又可接受从直肠压来的海水进行呼吸^[1,9]。从组织学结构看,其管径最大,纵行褶和肌层发达,伸缩性好,可容纳水量大。充水后壁薄,利于气体在水与体腔液间的迅速交换,游离面的微绒毛可进一步增大与水体的接触面积,细胞内大量线粒体为其进行水气交换提供能量,这些都是与其呼吸作用相适应的。Zhang^[10]等在单环刺螈耐硫机制的研究中发现其上皮细胞的结构与体壁的上皮细胞有相似之处,如胞质电子密度较高,粗短的微绒毛,近游离面处分布大量线粒体及多泡体,高尔基体发达;进一步在上皮细胞中还可可见大量的髓样结构(也可能是次级溶酶体),这种结构在其体腔细胞中也发现,有关研究认为,体腔细胞在代谢硫化物中起到一定的作用^[11]。鉴于呼吸肠与水体有频繁的物质交换及上述的结构特点,推测它除了参与呼吸以外,在代谢硫化物的毒害方面也具有一定的作用。

单环刺螈消化道粘膜上皮中均分布有粘液细胞和分泌细胞,但它们在消化道的不同部位分布不同。粘液细胞在咽、食道、嗦囊、胃、中肠和直肠中较多,可分泌粘液混合食物团及润滑消化道以便于食物的运送。分泌细胞在砂囊、胃、中肠和呼吸肠中大量分布,其分泌物的性质和功能尚需进一步的组织化学和生物化学研究加以证明。电镜下,不同分泌细胞内的物质结构和性质不同,由于该动物没有专门的消化腺,其消化吸收等生理功能将由这些不同性质和结构的细胞来承担,这与其消化道上皮细胞结构复杂化相一致。

参考文献:

- [1] 李凤鲁,王 玮,周 红. 我国黄渤海螈类动物(螈类动物门)的研究[J]. 青岛海洋大学学报, 1994, 24(2): 203-210.
- [2] 李 诺,宋淑莲,唐永政. 单环刺螈[J]. 生物学通报, 1998, 33(8): 12-14.
- [3] Menon J, Arp A J. Ultrastructural evidence of detoxification in the alimentary canal of *Urechis caupo* [J]. Invertebrate Biol, 1998, 117(4): 307-317.

- [4] 崔龙波, 陆瑞华, 常国全. 皱纹盘鲍消化道粘膜上皮的扫描电镜研究[J]. 海洋学报, 2000, 22(5): 141-144.
- [5] 崔龙波, 刘传琳, 刘迅, 等. 皱纹盘鲍嗦囊和胃的超微结构和功能[J]. 水产学报, 2000, 24(1): 7-10.
- [6] 崔龙波, 周雪莹, 陆瑞华. 皱纹盘鲍食道的结构功能[J]. 水产学报, 2002, 26(1): 7-14.
- [7] 张志峰, 马英杰, 廖承义, 等. 中国对虾幼体中肠的超微结构观察[J]. 海洋与湖沼, 1999, 30(2): 145-149.
- [8] 崔龙波, 刘传琳, 刘迅, 等. 皱纹盘鲍肠粘膜上皮的结构和功能[J]. 动物学报, 2001, 47(3): 324-328.
- [9] Julian D, Passman W E, Arp A J. Water lung and body wall contributions to respiration in an echiuran worm [J]. *Respir Physiol*, 1996, 106(2): 187-198.
- [10] Zhang Z, Shao M, Kang K, et al. Studies on the tolerating mechanism for sulfide in *Urechis unicinctus* (Echiura: Urechidae) - Cytological observation on *Urechis unicinctus* in different sulfide environment [J]. *Chinese J Oceanol Limnol*, 2003, 21(1): 86-90.
- [11] Arp A J, Menon J G, Julian D. Multiple mechanisms provide tolerate to environmental sulfide in *Urechis caupo* [J]. *Amer Zool*, 1995, 35(2): 132-144.

Histology and cytology of digestive tract in *Urechis unicinctus* VonDrasche

SHAO Ming-yu¹, ZHANG Zhi-feng¹, KANG Kyoung-ho², MA Zhuo-jun¹, WANG Kai-shun¹

(1. College of Marine Life Sciences, Ocean University of China, Qingdao 266003, China

2. Division of Aqua Life Science, Yosu National University, Yuso 550749, Korea)

Abstract: The structure of digestive tract was observed with light microscope and electron microscope in *Urechis unicinctus* VonDrasche. The digestive tract can be divided into pharynx, esophagus, craw, gizzard, stomach, mid-gut, aspiratory intestines, rectum, and cloacae. The walls of pharynx, esophagus and rectum are composed of mucosa, submucosa, muscularis and adventitia. The muscularis and submucosa are absent in craw, gizzard, stomach, mid-gut and aspiratory intestines. Ahead of the stomach the epithelium is almost composed of ciliated and mucus cells with developed microvilli and mucus cells except the esophagus. In the midgut and aspiratory intestines, the epithelium is composed of microvillate and secretory cells. Three kinds of cells are distinguished in the epithelia of digestive tract that one kind is mainly column epithelia, and the second is mucous cell and the third is secretory cell. The last two kinds of cells intersperse among the epithelia, and the quantity is different at different parts. The mucous cells are much more distributed in pharynx, esophagus, craw, stomach and rectum than in the other sections while the secretory cells are more in gizzard, stomach, midgut and aspiratory intestines.

Key words: *Urechis unicinctus* VonDrasche; digestive tract; structure

Corresponding author: ZHANG Zhi-feng. E-mail: zzfp107@ouc.edu.cn

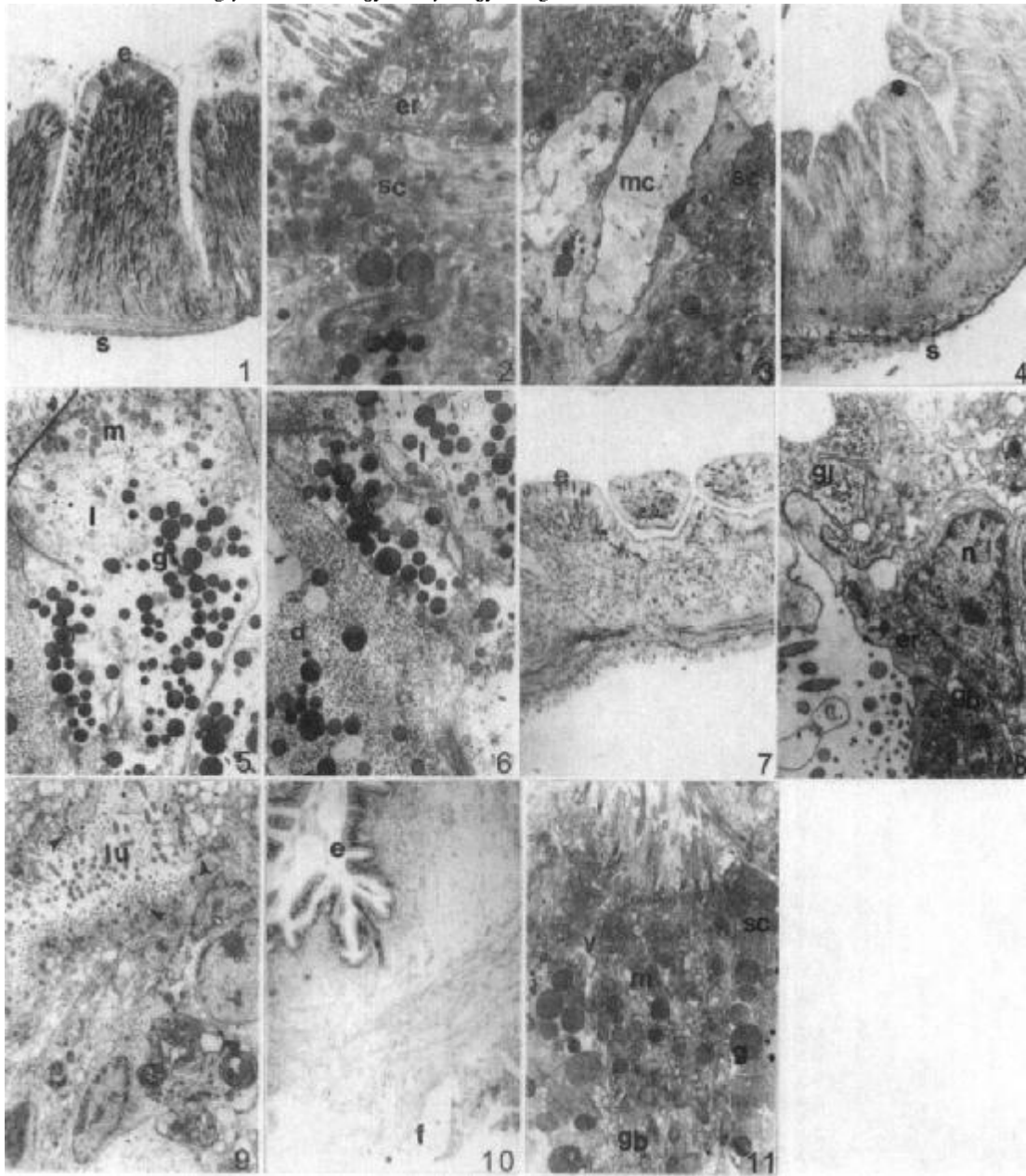
图版 I、图版 II 图标说明 Legend explanation for Plate I and Plate II

c: 纤毛; cr: 纤毛根; ct: 结缔组织; e: 上皮; er: 内质网; f: 纤维膜; g: 颗粒; gb: 高尔基器; gl: 糖原; lu: 腔; m: 线粒体; mc: 粘液细胞; mu: 肌层; mv: 微绒毛; my: 髓样结构; n: 细胞核; s: 浆膜; sc: 分泌细胞; se: 分泌物; t: 微管; v: 胞质小泡; →: 桥粒连接

c: Cilia; cr: Cilia rootlet; ct: Connective tissue; e: Epithelium; er: Endoplasmic rectivulum; f: Fibrosa; g: Granular; gb: Golgi apparatus; gl: Glycogen; lu: Lumn; m: Mitochodria; mc: Mucus cell; mu: Muscle layer; mv: Microvilli; my: Myelinefigure; n: Nucleus; s: Serosa; sc: Secretory cell; se: Secretion; t: Microtube; v: Plasmic; →: Desmosome

邵明瑜等：单环刺螠消化道组织学和细胞学

SHAO Ming-yu et al: Histology and cytology of digestive tract in *Urechis unicinctus* VonDrasche



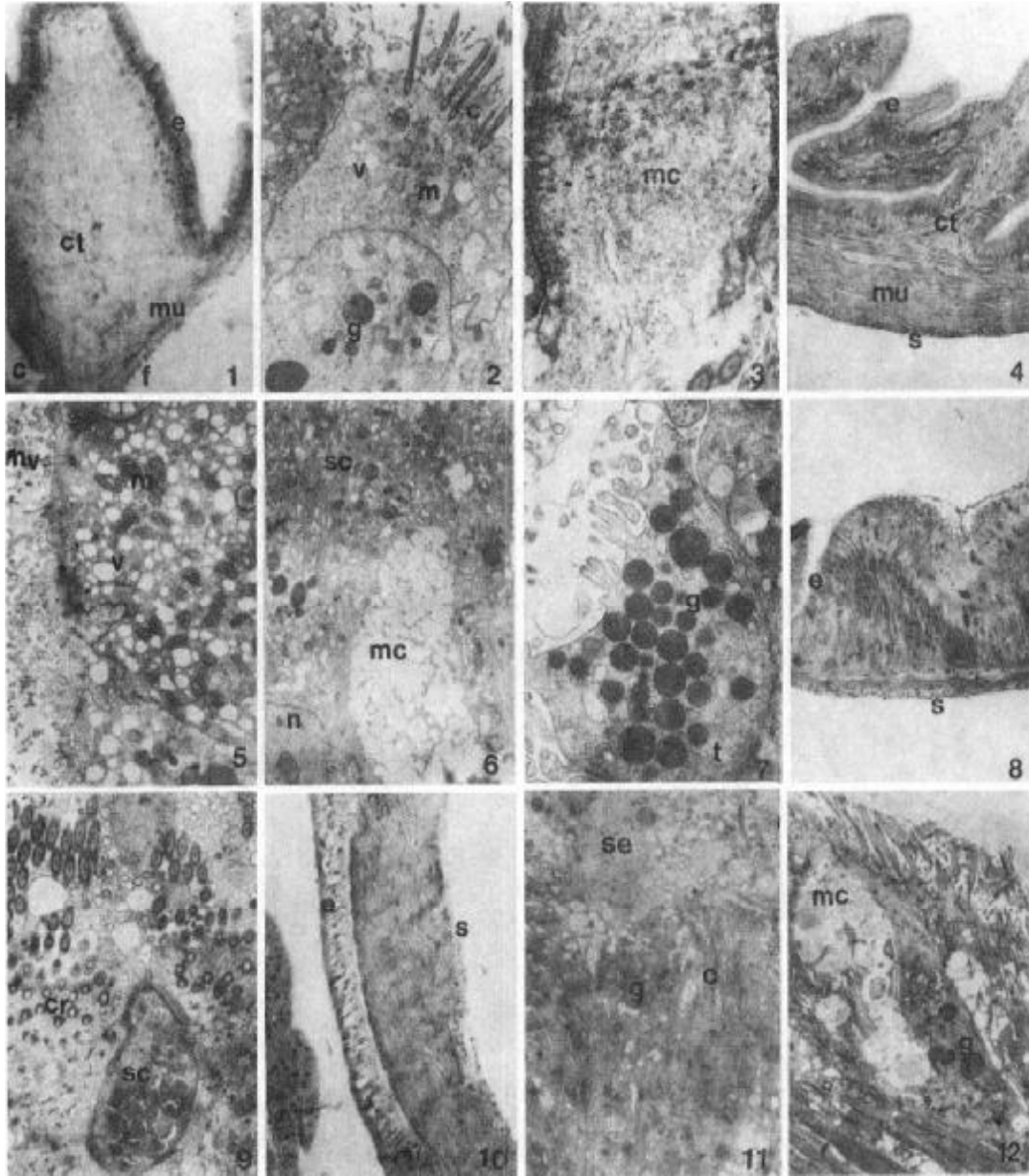
图版I Plate I (图标说明见文末 Legend explanation at the end of the text)

1. 咽, $\times 270$; 2. 咽纤毛上皮细胞, $\times 4\ 050$; 3. 咽正在排放的粘液细胞, $\times 13\ 500$; 4. 食道, $\times 270$; 5. 食道微绒毛上皮细胞, $\times 7\ 200$; 6. 食道分泌细胞和粘液细胞, $\times 2\ 700$; 7. 食道富含颗粒细胞, $\times 13\ 500$; 8. 嗦囊, $\times 270$; 9. 嗦囊上皮细胞, $\times 7\ 200$; 10. 砂囊, $\times 270$; 11. 砂囊上皮细胞及分泌物, $\times 3\ 375$; 12. 砂囊上皮细胞, $\times 3\ 600$.

1, Pharynx, $\times 270$; 2, Ciliated cell of pharynx, $\times 4\ 050$; 3, Mucus cell of pharynx, $\times 13\ 500$; 4, Esophagus, $\times 270$; 5, Microvillate cell of esophagus, $\times 7\ 200$; 6, Secretory cell and mucus cell of esophagus, $\times 2\ 700$; 7, Rich granular cell of esophagus, $\times 13\ 500$; 8, Gizzard, $\times 270$; 9, Epithelia of gizzard, $\times 7\ 200$; 10, Gizzard, $\times 270$; 11, Epithelium and secretory cell of gizzard, $\times 3\ 375$; 12, Epithelium of gizzard, $\times 3\ 600$.

邵明瑜等：单环刺螠消化道组织学和细胞学

SHAO Ming-yu et al: Histology and cytology of digestive tract in *Urechis unicinctus* VonDrasche



图版 II Plate II (图标说明见文末 Legend explanation at the end of the text)

1. 胃, $\times 270$; 2. 胃纤毛上皮细胞和正在外排的分泌细胞, $\times 5\ 400$; 3. 胃正在外排的分泌细胞, $\times 2\ 700$; 4. 中肠, $\times 270$;
 5. 中肠浅亮上皮细胞(l), $\times 2\ 025$; 6. 中肠上皮暗细胞(d)和浅亮细胞, $\times 2\ 700$; 7. 呼吸肠, $\times 270$; 8. 呼吸肠上皮细胞,
 $\times 4\ 500$; 9. 呼吸肠颗粒细胞, $\times 2\ 700$; 10. 直肠, $\times 270$; 11. 直肠上皮细胞, $\times 3\ 600$ 。
 1. Stomach, $\times 270$; 2. Epithelium and mucus of stomach, $\times 5\ 400$; 3. Mucus cell of stomach, $\times 2\ 700$; 4. Midgut, $\times 270$; 5. Light cell
 of midgut(l), $\times 2\ 025$; 6. Dark cell(d) and light cell of midgut, $\times 2\ 700$; 7. Aspiratory intestines, $\times 270$; 8. Epithelium of aspiratory
 intestines, $\times 4\ 500$; 9. Granular cell of aspiratory intestines, $\times 2\ 700$; 10. Rectum, $\times 270$; 11. Apex of the epithelium in the rectum, $\times$
 $3\ 600$.