

可口革囊星虫消化道的形态及组织学结构

应雪萍 童莉里 黄晓雷

(温州师范学院生命与环境科学学院 温州 325027)

摘要:对可口革囊星虫(*Phascolosoma esculenta*)消化道各部分结构进行了形态学和组织学观察,表明可口革囊星虫消化道由翻吻、咽、食道、肠、直肠和肛门组成。翻吻收缩性很强,肠道极长,沿纺锤肌螺旋缠绕成肠索。消化道管壁由内向外分为粘膜层、粘膜下层、肌层和外膜。粘膜上皮主要由柱状细胞组成。除肠外,消化道上皮细胞均有发达的纤毛,肠上皮细胞主要具发达的微绒毛,粘膜下层及肌层的发达程度因消化道的部位不同而异。

关键词:可口革囊星虫,消化道,组织学,形态学

中图分类号:Q954.58 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2005)05-14-07

The Morphological and Histological Characteristics of Digestive Tract in *Phascolosoma esculenta*

YING Xue-Ping TONG Li-Li HUANG Xiao-Lei

(School of Life and Environmental Sciences, Wenzhou Normal College, Wenzhou 325027, China)

Abstract: Morphological and histological observation on the digestive tract of *Phascolosoma esculenta* was conducted with light microscopy. The digestive tract can be divided into introvert, pharynx, esophagus, intestine, rectum and anus. The introvert is contractible and the long intestine coils around a long, slender, central spindle muscle to form the "intestine loop". The wall of digestive tract is composed of mucosa, submucosa, muscularis and adventitia. The epithelium of the mucosa membrane is mainly composed of columnar cells with developed microvilli except for the intestine part. In the intestine, the epithelium cells have developed microvilli, but the development of submucosa and muscularis is different at different portions.

Key words: *Phascolosoma esculenta*; Digestive tract; Histology; Morphology

可口革囊星虫(*Phascolosoma esculenta*)俗称“泥蒜”,隶属于星虫动物门(Sipunculoidea),星虫纲(Sipuncula),革囊星虫属(*Phascolosoma*)。该种为我国特有种,也是我国星虫中种群数量较大的一个种,分布于我国东南沿海,广布于广西、广东、海南岛、福建和浙江^[1]。可口革囊星虫因其抗逆性强、生长快,以底栖藻类及有机碎屑为食,且自然分布密度大,活动范围小,是发展增养殖的理想品种。但由于目前对革囊星虫的基本生物学知识了解甚少,在普及人工养殖方面还存在一定困难。革囊星虫基本生物学的研究将对保护自然资源和发展增养殖等,有极

为重要的意义。

星虫种类较多,据报道,全世界目前已发现350余种,全部是海洋性种类^[2]。关于星虫类的分类^[1-6]、生理^[7]和生态^[8]方面的内容,国内外已有一定数量的报道,但就消化系统形态学、组织学的研究,却鲜少出现或较为浅显,尤其是我国特有种可口革囊星虫,其消化系统形态学、

基金项目 温州市科技局科研项目(No. S2003A003);

第一作者介绍 应雪萍,女,硕士研究生,副教授,主要从事海洋动物形态与发育生殖生物学研究;E-mail: xyping2000@tom.com

收稿日期:2004-08-09,修回日期:2005-07-12

组织学更未有人涉足。本文旨在通过对可口革囊星虫消化道结构形态学与组织学的研究, 以为可口革囊星虫消化生理的研究及其增殖提供理论依据。

1 材料与方法

新鲜的星虫(图 1) 采自浙江省乐清市西门口, 自 2004 年 2~5 月, 每月采集 1 次, 每次取 5 条。通过活体解剖, 按图 2 所示分离消化道的各部分结构, 剪成 1~2 mm 左右的小段, 在 2.5% 戊二醛固定液中固定, 系列酒精脱水, 二甲苯透明, 常规石蜡包埋, 切片厚度为 7 μ m, H.E 染色, Olympus BX40 光学显微镜下观察组织形态并对图像拍照。

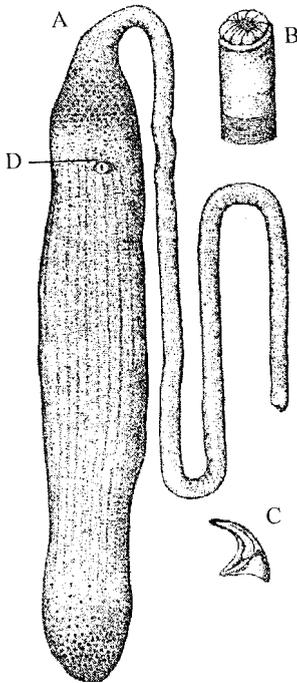


图 1 可口革囊星虫

Fig.1 *Phascolosoma esculenta*

A. 整体背面观(比例尺 = 7 mm); B. 陷入吻前端的触手和钩(比例尺 = 0.35 mm); C. 钩正面观(比例尺 = 0.08 mm); D. 肛门。

A. the outlook of dorsal feature (the scale bar = 7 mm); B. the tentacles and hook which immersed in the introvert (the scale bar = 0.35 mm); C. the front look of hook (the scale bar = 0.08 mm); D. the anus.

2 结果

2.1 可口革囊星虫消化道的形态学特点 可口革囊星虫消化道包括翻吻(introvert)、咽(pharynx)、食道(esophagus)、肠(intestine)、直肠(rectum)和肛门(anus)(图 2)。

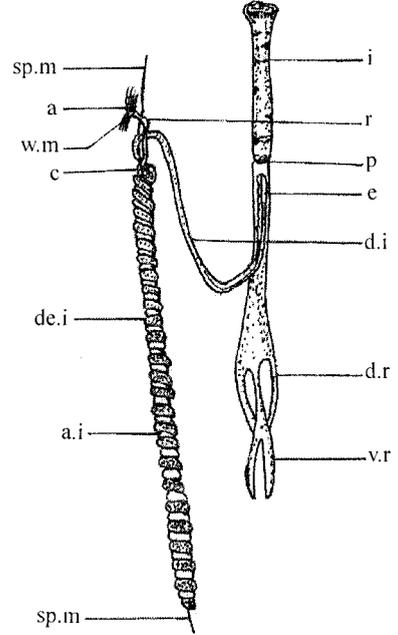


图 2 可口革囊星虫背面剖开图(比例尺 = 5 mm)

Fig.2 Dorsal dissection of *Phascolosoma esculenta* (the scale bar = 5 mm)

i. 翻吻; p. 咽; e. 食道; d. r. 背收吻肌; v. r. 腹收吻肌; sp. m. 纺锤肌; a. 肛门; w. m. 翼状肌; d. i. 游离肠; de. i. 降肠; a. i. 升肠; r. 直肠; c. 盲囊。

i. introvert; p. pharynx; e. esophagus;

d. r. dorsal retractor muscle; v. r. ventral retractor muscle;

sp. m. spindle muscle; a. anus; w. m. wing muscle;

d. i. dissociative intestine; de. i. descending intestine;

a. i. ascending intestine; r. rectum; c. caecalsac.

2.1.1 翻吻(introvert) 可口革囊星虫的吻细长, 可缩入体腔, 翻吻基部稍粗, 由躯体前端骤然变细延伸而成。收吻肌连于吻端, 当收吻肌完全舒张时, 在放大镜下观察, 吻前端口背面及两侧有一圈 8~13 条马蹄形排列的指状触手, 每条触手的外侧都有一条纵行的裂缝(图 1: B)。触手主要的功能是摄食, 同时也是主要的

呼吸器官。触手圈向内成半圆形下陷,下陷区背面有一对唇状突起,似腺体。在距口约 20 mm 处的吻上有环状排列的棕黄色角质钩,约 40~72 圈,每钩基部稍宽,游离端锐利。显微镜下观察为棕黄色,中间一部分较透明(图 1:C)。

2.1.2 咽(pharynx)和食道(esophagus) 咽很短,外有一环状的结构围绕,直接开口于翻吻前端中心的口(图 2:p)。咽末端收缩,形成狭长的食道。食道紧贴在收吻肌上,最前端嵌入收吻肌(图 2:e)。

2.1.3 肠(intestine) 可口革囊星虫的肠很长,分离游离段和附着段(图 2)。游离肠呈淡黄色,附着段为肠的主体部分。附着段肠的形态较特殊,首先沿固着的纺锤肌(spindle muscle)一端固着于肛门附近,另一端则固着于体腔末端,螺旋缠绕至体腔末端,形成降肠,然后沿原路返回绕到前端,形成升肠。整段肠沿着纺锤肌缠绕形成肠索(intestine loop)。根据肠索颜色的变化,可将其划分为 4 段:降肠的上段、降肠下段、升肠的上段、升肠下段。上段由 28~30 对肠环(每对肠环包括一个降肠环和一个升肠环)组成,其颜色(淡黄色)相对于下段较浅。下段由 28~32 对肠环组成,为亮黄色,其肠径相对较大,且较透明。

2.1.4 直肠(rectum) 直肠始于升肠末端,止于前背中线的肛门处。直肠在肛门后 7 mm 处有一椭圆形的盲囊(图 2:c),末端有辐射出去的翼状肌(图 2:w.m)固定于体壁上。

2.1.5 肛门(anus) 肛门开孔于躯体前端的背面(距吻之基部约 10 mm),在一疣状突起的上方成直裂状(图 1:D,图 2:a)。

2.2 消化道组织结构特点 消化道管壁可分为 4 层,由内而外依次是:粘膜层(mucosa memberane)、粘膜下层(submucosa)、肌肉层(lamina mucularis)和外膜(adventitia)(图版 I:1,5)。但在消化道的不同部位,其横切面各层比例有所不同。

2.2.1 翻吻(introvert) 由于翻吻较长,故取翻吻的前、中、后 3 段进行观察。

前段吻的吻壁粘膜层细胞排列疏松,粘膜

和粘膜下层向吻腔内突形成褶皱,粘膜上皮细胞外均套有一个长几丁质套。肌肉层发达,内为环肌,外为纵肌,纵肌的厚度约为环肌的 2~3 倍。最外层为浆膜(图版 I:1)。吻腔的一侧存在一些具有细胞结构的物质。

中段吻粘膜层细胞排列紧密,向游离腔突起,形成褶皱。肌肉层增厚,环肌结构完整,纵肌围绕在环肌之外,约为环肌的 3~4 倍。最外层与前段相比无明显不同(图版 I:2)。

后段吻粘膜层由单层纤毛柱状细胞组成,纤毛伸向翻吻游离腔,且每一纤毛上均套有一个长几丁质套。环肌增厚,排列较整齐、紧密,直接位于单层柱状细胞之外。后段吻部分区域出现分层现象(2~3 层),层与层之间互相游离,呈条带状(图版 I:3)。纵肌明显增厚,排列紧密,部分区域的纵肌与环肌之间联系不紧密,常可见一些小型的空隙。最外层为浆膜,较厚(图版 I:3,4)。

2.2.2 食道(esophagus) 食道横切面的粘膜层、粘膜下层、肌层、外膜 4 层结构清晰可见。粘膜层为单层纤毛上皮细胞,细胞核近基部,呈圆形或椭圆形。食道粘膜纵行褶皱呈长指状,较咽部发达。粘膜下层为疏松结缔组织,肌肉层较厚,主要为斜肌。外膜相对较厚,结构完整(图版 I:5)。

2.2.3 肠(intestine) 游离肠的粘膜上皮为假复层上皮,上皮细胞呈柱状或梭形,胞核位置不一,圆形或椭圆形。上皮细胞游离面具有相当发达的微绒毛。粘膜下层为疏松结缔组织,连接着粘膜层与肌肉层。游离肠的肌肉层比吻及食道的肌肉层要薄得多,但比附着肠的肌肉层要厚,主要由环肌组成。外膜为浆膜(图版 I:6)。

附着肠分为降肠和升肠,通过形态学及组织学比较,上段肠与下段肠相比肠壁厚,肠腔和肠径都小(图版 II:1,3)。上段降肠的粘膜层由柱状上皮细胞紧密排列而成,间有杯状细胞,上皮细胞的游离面具发达的微绒毛。粘膜层向内突起形成大波浪形的褶皱,粘膜下层结缔组织较发达,细胞数量较多。肌肉层薄,主要为环

肌外膜很薄。上段降肠的肠腔内有一团块状具细胞结构的物质(图版 II:1, 2)。

下段降肠肠腔大, 肠壁极薄(图版 II:3)。该段肠仅由内层的单层柱状上皮细胞、薄的肌肉层及外膜组成。上皮细胞层的细胞核圆形, 位于细胞的中央, 顶端具微绒毛(图版 II:3)。

下段升肠肠壁结构厚薄不一(图版 II:4)。粘膜层为单层柱状细胞所构成, 细胞核圆形或椭圆形, 位于细胞的中央, 粘膜下层较发达, 主要为疏松结缔组织, 具颗粒细胞, 外为极薄的肌肉层, 外膜薄, 较松散(图版 II:4)。

上段升肠肠腔变小。粘膜层的柱状上皮细胞紧密排列而成波浪形的褶皱, 细胞核圆形, 上皮细胞游离端有大量的绒毛。粘膜下层不发达, 环肌在高倍镜下可辨别出来。外膜增厚(图版 II:5)。

2.2.4 直肠 (rectum) 直肠粘膜层为单层纤毛柱状细胞所构成, 且向肠腔内突起形成长指状。指状突内的空腔为粘膜下层。肌肉层薄, 结构不紧密, 直接连于粘膜层。外膜薄(图版 II:6)。

3 讨论

可口革囊星虫生活在潮湿泥质的洞穴中, 多居表土 30 cm 以内。为滤食性, 以底栖藻类及有机碎屑为食^[3]。与其食性相适应, 消化道长而迂回, 约为体长的 6 倍多。从解剖标本中发现星虫无专门的消化腺, 消化道可分为吻、咽、食道、肠、直肠和肛门。吻的结构较特殊, 收缩能力强。肠是星虫消化道的主体部位。肠道极长, 附着段的肠沿固着的纺锤肌缠绕形成肠索, 且分段较多, 以延长食物在体内的消化和吸收的时间, 这在一定程度上也弥补该种动物缺乏专门消化腺的不足。不同种类的星虫肠索环数量不一, 陈义等^[3]曾报道可口革囊星虫的肠索数量约为 76 对, 但本实验解剖 20 条星虫发现, 其消化道肠索环数量在 58 对左右。这是否由于时隔 50 余年, 环境因子发生了变化, 该种的形态结构也发生适应性的变化所致, 或是由于地理位置不同或计算误差等原因所致, 有待于进一步探索。

李凤鲁^[4]对光裸方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 进行研究时发现, 该种在距肛门 5 ~ 6 mm 处有一对簇腺 (tufted organs), 该腺体由肠系膜连接直肠和背收吻肌的基部, 但没有阐明该腺体的功能。可口革囊星虫近肛门处无簇腺, 但吻前端触手圈下陷区有一腺体, 这与陈义等^[3]的研究结果一致, 同时前端吻的组织结构也显示其腔中有细胞团的存在, 这可能为该切片切到了吻前端触手圈下陷区的腺体所致。此外, 我们在降肠上段的肠腔中同样发现有细胞的存在, 邵明瑜等^[9]在单环刺螠虫的砂囊腔内也发现一些破损的细胞, 并认为此段有磨碎食物的功能。但星虫肠腔中这类细胞的性质与功能有待于进一步研究。

组织结构显示可口革囊星虫消化道的起始位置——翻吻的结构特殊, 肌肉层特别发达, 内层环肌, 外层纵肌, 纵肌厚于环肌, 这与吻的伸缩运动有关。翻吻前端的吻上有触手, 有助于食物的摄取。前端翻吻壁具有指状突起, 指状突上纤毛的摆动对于分选和运送食物具有重要的意义。后端翻吻壁肌肉层次明显, 且各层联系不紧密, 翻吻收缩时各层肌肉在小范围内滑动, 从而协助翻吻完全陷入体腔内。纤毛上皮细胞表面均套有一几丁质套或钩, 可能相当于单环刺螠虫的嗦囊及砂囊的功能^[9], 一方面起保护自身组织的作用; 另一方面可能对食物进行碾磨, 起初步消化食物作用。

肠壁横切面结构由粘膜层、粘膜下层、肌肉层、外膜层组成。但肠道各段的组织结构均有所不同, 肠腔的大小也不一。肠壁的肌肉层很薄, 因此, 其消化管蠕动能力很弱。在肠的不同断面还分布着少量的杯状细胞、颗粒细胞等, 这些细胞通过分泌粘液, 起到粘合食物颗粒和润滑消化道以便于食物的运送。降肠下段肠壁仅由单层柱状细胞构成, 肠腔达最大, 从而大大增加了容量, 起到部分类似于胃的功能, 既吸收营养物质, 又有储存食物的作用。消化道大部分区段的粘膜上皮都有纤毛, 吻、食道处纤毛的摆动起运送食物颗粒的作用, 而直肠处纤毛的摆动有利于粪便的及时排除^[10]。这对肠壁肌层

不发达的动物极为重要。肠上皮特别是下段肠上皮细胞均具有发达的微绒毛,说明此处可能为物质吸收的场所。

直肠有明显密集的指状突起,以至肠腔空间明显变小。但腔内表面积却显著增大。指突的存在起着栅栏的作用,防止肠腔内物质的过快外流,同时扩大了重吸收的表面积,对到达直肠前未被吸收的营养物质进行重吸收的作用。

总之,可口革囊星虫与营泥砂底生活的单环刺螠^[9]的消化道结构较相似,均无专门的消化腺,消化道长且结构复杂,消化道粘膜层向腔内突起产生许多褶皱,加之咽和食道发达的肌肉,这些结构均与他们的吞食功能密切相关。邵明瑜等^[9]发现单环刺螠消化道粘膜上皮中均分布有粘液细胞和分泌细胞,以此来弥补没有专门消化腺的不足。星虫消化管内的食物运送工作,在吻部、食道区主要靠发达的肌肉收缩及纤毛的摆动来进行,肠区也分布着少量的杯状细胞、颗粒细胞等,但这些细胞能否起消化吸收作用有待于进一步研究。

参 考 文 献

[1] 李凤鲁.中国沿海革囊星虫属(星虫动物门)的研究.青

岛海洋大学学报,1989,19(3):78~90.

[2] Meglitsch P A, Schram F R. Invertebrate Zoology. New York, Oxford :Oxford University Press, 1991 283~288.

[3] 陈义,叶正昌.我国沿海桥虫类调查志略.动物学报, 1958, 10(3) 265~278.

[4] 李凤鲁.广东大鹏湾星虫类的初步调查研究.山东海洋学院学报,1985,15(3) 59~66.

[5] 李凤鲁.中国沿海方革星虫属(星虫动物门)的研究.青岛海洋大学学报,1990,20(1) 93~99.

[6] 李凤鲁.西沙群岛星虫类研究 I. 山东海洋学院学报, 1982, 12(3) 57~71.

[7] Edward E R, Mary E R. Functional organization of dermal coelomic canals in *Sipunculus nudus* (Sipuncula) with a discussion of respiratory designs in *Sipunculus*. *Invertebrate Biology*, 1995, 114(1) 51~637.

[8] Portner H O, Kreutzer U, Siegmund B, et al. Metabolic adaptation of the intertidal worm *Sipunculus nudus* to functional and environmental hypoxia. *Marine Biology*, 1984, 79 237~247.

[9] 邵明瑜,张志峰,康庆浩等.单环刺螠消化道组织学与细胞学.中国水产科学, 2003, 10(4) 265~268.

[10] Boer H H, Kits K S. Histochemical and ultrastructural study of the alimentary tract of the freshwater snail *Lymnaea stagnalis*. *J Morph*, 1990, 205 97~111.

图 版 I 说 明

- 1. 翻吻前部横切,示吻腔及吻壁×10; 2. 翻吻中部横切×10; 3. 翻吻后部横切,示吻腔及分层现象×4; 4. 翻吻后部横切放大×40; 5. 食道横切局部放大×40; 6. 游离段肠横切局部放大×40.

Explanation of Plate I

- 1. transverse section of the front introvert, showing the introvert cavity and introvert wall × 10; 2. transverse section of the middle introvert × 10; 3. transverse section of the end introvert, showing introvert cavity and the phenomenon of dislocation × 4; 4. magnification of transverse section of the end introvert × 40; 5. magnification of transverse section of part esophagus × 40; 6. magnification of transverse section of part dissociative intestine × 40.

图 版 II 说 明

- 1. 降肠上段横切,示肠腔×10; 2. 降肠上段横切局部放大×40; 3. 降肠下段横切局部放大×40; 4. 升肠下段横切局部放大×40; 5. 升肠上段横切局部放大×40; 6. 直肠横切×10.

Explanation of Plate II

- 1. transverse section of upper descending intestine, showing intestine cavity × 10; 2. magnification of transverse section of part upper descending intestine × 40; 3. magnification of transverse section of part under descending intestine × 40; 4. magnification of transverse section of part under ascending intestine × 40; 5. magnification of transverse section of part upper ascending intestine × 40; 6. transverse section of rectum × 10.

Ad :外膜; CMF 环肌; CCC 柱状上皮细胞; FG 指状突; GC 杯状细胞; GdC :颗粒细胞; IntC 肠腔; IntrC 吻腔; LM 肌肉层; LMF :纵肌; PP 褶皱部; Su 粘膜下层; Sh 套; Vi 绒毛。

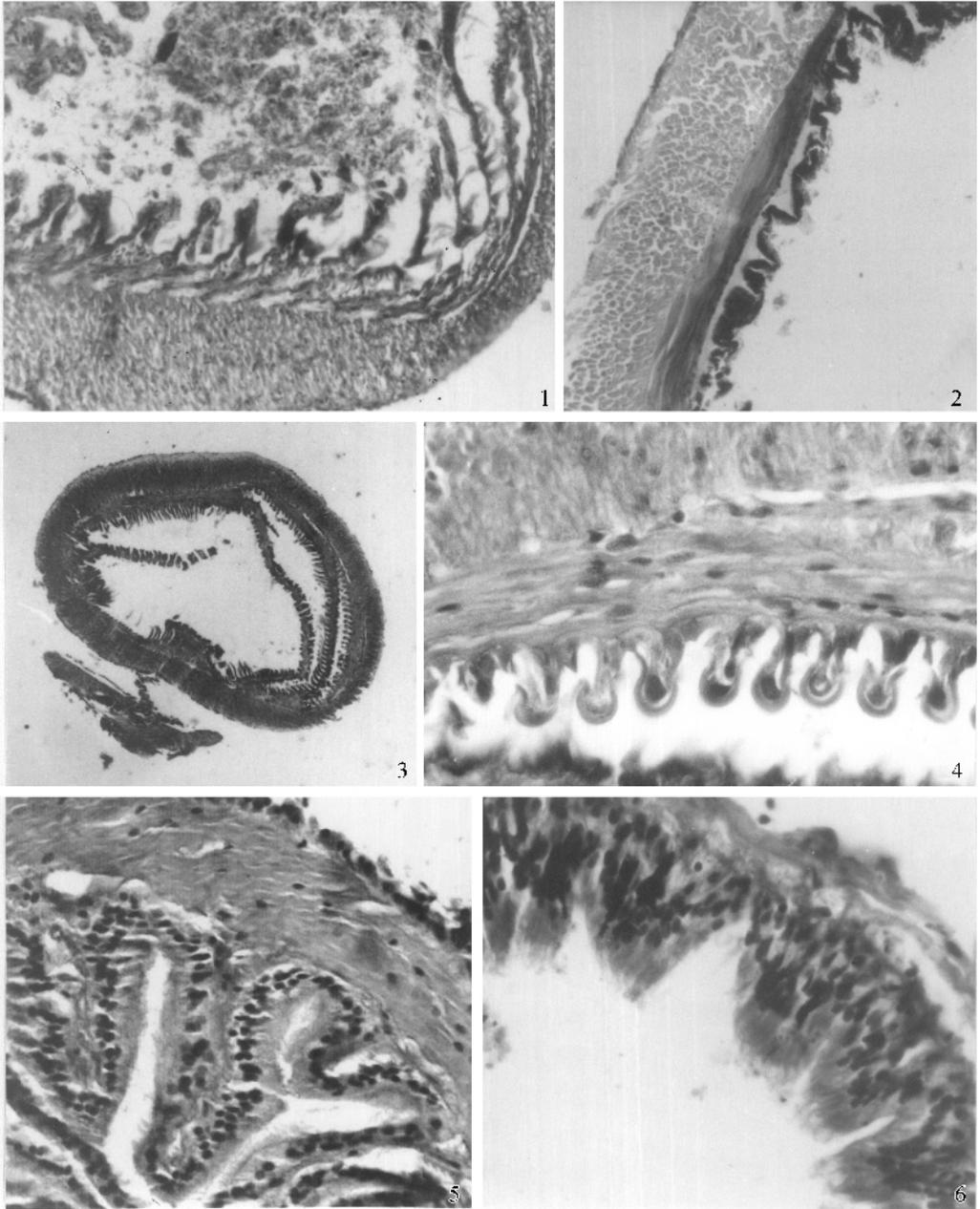
Ad :adventitia; CMF :circular muscle fibers; CCC :cilia columnar cells; FG :finger gibbosity; GC :goblet cell; GdC :granular cell; IntC :intestine cavity; IntrC :introvert cavity; LM :lamina muscularis; LMF :longitudinal muscle fibers; PP :plicate part; Su :submucosa; Sh :sheath; Vi :villus.

应雪萍等 :河口革囊星虫消化道的形态及组织学结构

图版 I

YING Xue-Ping *et al.* : The Morphological and Histological Characteristics
of Digestive Tract in *Phascolosoma esculenta*

Plate I



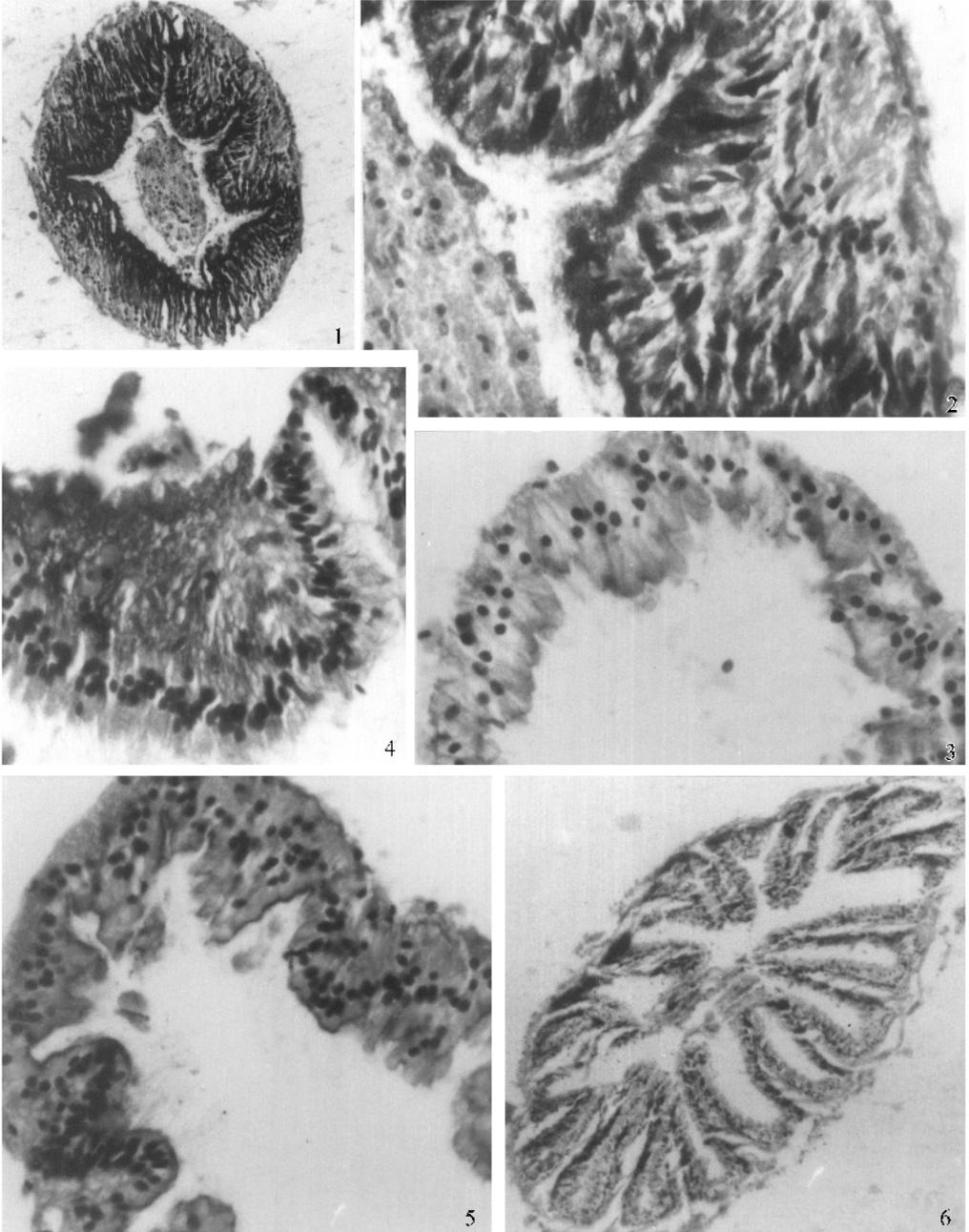
图版说明见文后

应雪萍等 : 可口革囊星虫消化道的形态及组织学结构

图版 II

YING Xue-Ping *et al.* : The Morphological and Histological Characteristics
of Digestive Tract in *Phascolosoma esculenta*

Plate II



图版说明见文后