

缢蛏肠的结构与功能

许星鸿^{1,2}, 郑家声²

(1. 淮海工学院 海洋与水产学院, 江苏 连云港 222042;

2. 中国海洋大学 海洋生命学院, 山东 青岛 266003)

摘要:运用组织学、组织化学及透射电镜观察方法研究缢蛏(*Sinonovacula constricta*)肠的结构,并探讨其功能。结果表明,肠壁由内向外可分为粘膜层和粘膜下层,缺乏肌层,其中粘膜层包括粘膜上皮和粘膜肌层。粘膜上皮为单层上皮,由纤毛柱状细胞、微绒毛柱状细胞和分泌细胞构成。纤毛柱状细胞除了能运输食物外,还具有细胞内消化、贮存能量及细胞外消化的功能;微绒毛柱状细胞具活跃的吸收、细胞内消化和贮存能量的功能;分泌细胞以顶浆分泌方式分泌酶原和粘液,其分泌的酸性和中性混合粘液物质可起到润滑肠道、保护粘膜的作用,分泌的消化酶参与肠腔中进行的细胞外消化。粘膜肌层为薄层环行的平滑肌。粘膜下层为丰富的疏松结缔组织。肠道具有消化脂类的能力,还参与钙、铁等无机盐代谢。

关键词:缢蛏;肠;组织学;组织化学

中图分类号:Q959.215

文献标识码:A

文章编号:1005-8737-(2003)04-0271-06

缢蛏(*Sinonovacula constricta* Lamarek)隶属于软体动物门、瓣鳃纲、帘蛤目、竹蛏科,广泛分布于我国各海区,被称为四大养殖贝类之一^[1],是目前贝类综合生态系养殖中的重要成员^[2]。对缢蛏消化系统尚缺乏系统的研究,仅见有关其大体解剖的描述^[3]。本研究运用组织学、组织化学及透射电镜观察等方法分析缢蛏肠的结构,并初步探讨其功能,以期为缢蛏的消化生理、组织病理等研究提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

缢蛏购自青岛市台东水产品市场,共28个,壳长40~68 mm,壳高12~26 mm。

1.2 方法

1.2.1 组织学研究 活体解剖取出含有肠的组织块,用Bouin's液固定,石蜡包埋,连续切片,切片厚6~7 μm ,苏木精-伊红染色,Olympus BH-2显微镜观察、照相。

1.2.2 透射电镜观察 活体解剖取出肠,用2.5%戊二醛预固定(4 $^{\circ}\text{C}$),1%锇酸后固定,梯度乙醇脱水,Epon812环氧树脂包埋。LKB-Nova超薄切片机切片,醋酸铀和柠檬酸铅双染色,日立H-7000透射电子显微镜观察、照相。

1.2.3 组织化学研究 根据需要,组织块分别置于Bouin's液或Carnoy's液固定,石蜡包埋,切片厚5~7 μm ,进行如下染色:过碘酸席夫(PAS)反应以显示多糖、粘多糖、粘蛋白;爱先蓝(Alcian Blue)-PAS反应(AB/PAS)以显示中性、酸性粘多糖;硝酸银法显示钙;滕氏蓝反应显示铁。酶制片材料用80%丙酮于4 $^{\circ}\text{C}$ 下固定,用Gomori氏钙钴法、硝酸铅法、醋酸 α -萘酯法、吐温80法分别显示碱性磷酸酶、酸性磷酸酶、非特异性酯酶和脂酶,对照片用90 $^{\circ}\text{C}$ 蒸馏水处理10 min^[4]。

2 结果与分析

缢蛏的肠在脏团中迂回曲折,接近胃的部分较粗大,后段逐渐变细。

2.1 组织学研究

缢蛏的肠管壁可分为粘膜层和粘膜下层,无肌层。肠管较粗的部分形成1个大的肠嵴和2个肠

收稿日期:2002-12-30; 修订日期:2003-04-03.

作者简介:许星鸿(1970-),女,讲师,硕士,主要从事海洋生物学研究。E-mail: xhx119@163.com

沟,而肠管较细的部分只形成小的纵行褶皱(图版 I-1)。

肠管粘膜层包括粘膜上皮和粘膜肌层。肠粘膜上皮为单层上皮,由纤毛柱状细胞、微绒毛柱状细胞和分泌细胞构成。嵴上的细胞较高,约 45 μm ,沟底的细胞高度仅 15 μm 左右,细胞核位于基底部。纤毛柱状细胞数量最多,纤毛长约 5 μm ;微绒毛柱状细胞数量较少,游离面只具细小的微绒毛;分泌细胞内含物嗜碱性,HE 染色呈蓝灰色,有些细胞因内含物排出而呈空泡状。粘膜肌层较薄,紧贴着粘膜上皮的基底面,由排列紧密的环行的平滑肌纤维构成。粘膜下层为丰富的疏松结缔组织,其中有少量散在的平滑肌纤维(图版 I-2)。

2.2 透射电镜观察

电镜下发现肠粘膜上皮中除了纤毛柱状细胞、微绒毛柱状细胞、分泌细胞以外,还存在着 1 种电子密度很低的浅亮细胞。

纤毛柱状细胞游离面具有长而密集的纤毛,带横纹的纤毛小根深插入细胞内部。纤毛之间密布着微绒毛,纤毛及微绒毛之间有微胞饮液泡(图版 II-1)。大量的线粒体密集于纤毛小根之间,圆形或椭圆形。发达的管状内质网交织在胞质中。细胞中含有很多液泡,从细胞顶端至中部的液泡直径逐渐增大,由于拥挤而使多数液泡的形状不规则。脂肪滴和糖原粒多在细胞中部、核的上方聚集成群,或分散在细胞质中。细胞中含有单层膜包围的酶原颗粒和次级溶酶体。核椭圆形,位于细胞基部,核仁很大,染色质散布在核中。细胞游离端可看到外排细胞质的现象(图版 II-2,3)。

微绒毛柱状细胞的游离面只具密集、纤细的微绒毛,无纤毛,微绒毛之间有时具有椭圆形的单层膜包围的空泡。和纤毛柱状细胞相比,微绒毛柱状细胞上部的液泡较大且数量多,而线粒体较少;核长柱状,染色质呈块状分布,无明显核仁。两类细胞的其他结构相似(图版 II-2)。

分泌细胞内含大量具有不同电子密度的分泌小泡,分泌小泡以顶浆分泌方式排于细胞外。细胞的下部胞质稀疏,电子密度很低,胞质中有少量的线粒体。核内染色质多贴着核膜内侧分布(图版 II-3)。

浅亮细胞内含很多大小不等的形态不规则的液泡,多数电子密度较低,致使整个细胞看起来很明亮,明显区别于其他细胞(图版 II-2)。细胞中部

有少量线粒体,内嵴短且少。一些电子致密的糖原样颗粒散布于胞质中。核长圆形,核内染色质少而分散。核的上方有 2 个高尔基体,小管状粗面内质网密集成束,围绕着核膜分布,游离核糖体很多(图版 II-4)。

细胞之间的顶端侧面以桥粒相连接(图版 II-2,3)。细胞基底面常形成质膜内褶,在细胞基部与基膜之间有神经分布(图版 II-5)。

2.3 组织化学研究

2.3.1 PAS 反应 肠管的粘膜层、粘膜下层均呈 PAS 阳性,表明含多糖、粘多糖或粘蛋白。

2.3.2 AB/PAS 反应 肠粘膜层的分泌细胞中含有酸性和中性混合粘液物质。

2.3.3 硝酸银法 粘膜上皮细胞内和粘膜下层中有棕黑色颗粒,表明含有钙。

2.3.4 滕氏蓝反应 粘膜下层中含有少量的蓝色颗粒,表明含有少量的铁。

2.3.5 钙钴法 纤毛柱状细胞和微绒毛柱状细胞的顶端及纤毛处呈黑色,具有很强的碱性磷酸酶活性,肠腔内含物和粘膜下层中也含有较多的棕黑色颗粒(图版 I-3)。

2.3.6 硝酸铅法 纤毛柱状细胞和微绒毛柱状细胞呈棕黑色,以游离面染色最深,表明酸性磷酸酶活性较强,肠腔内含物和粘膜下层中也含有棕黑色沉淀(图版 I-4)。

2.3.7 醋酸 α -萘酚法 纤毛柱状细胞和微绒毛柱状细胞的顶端细胞质呈棕黑色,显示较强的非特异性酯酶活性,粘膜下层中也含有棕黑色沉淀(图版 I-5)。

2.3.8 吐温 80 法 只有部分的纤毛柱状细胞和微绒毛柱状细胞内有棕黑色沉淀,表明具较弱的脂酶活性,粘膜下层中含有细小的棕黑色颗粒(图版 I-6)。

3 讨论

缢蛏的主要饵料是硅藻类和有机碎屑^[3],植物性成分较多,所以肠长而迂曲,食物在小肠中停留的时间较长,可以得到充分的消化和吸收;缢蛏的肠壁缺乏肌层,食物的运输主要是依靠粘膜上皮游离面的纤毛的摆动来完成的。

纤毛柱状细胞的游离面具有浓密的纤毛,纤毛小根之间分布着大量的线粒体,可为纤毛的运动提供充足的能量。纤毛之间有密集的微绒毛和微胞饮

液泡、细胞内含有次级溶酶体和大量液泡等结构表明细胞具有很强的吸收功能,进行旺盛的细胞内消化^[5-6]。从细胞顶端至中部液泡逐渐变大,可能是由于胞饮小泡相互合并所致。细胞将多余的能量贮存于脂肪滴和糖原粒中。细胞游离端有外排细胞质的现象,且外排出去的细胞质中含有细小的致密颗粒,说明细胞以顶浆分泌的方式外排酶原^[7]和代谢废物^[8]。所以纤毛柱状细胞除了能运输食物外,还具有细胞内消化、贮存能量及细胞外消化的功能。

微绒毛柱状细胞的游离面无纤毛,只有密集的微绒毛,所以不需要供应很多的能量,细胞上部的线粒体数量较少,但液泡大而多,表明其吸收功能更强。微绒毛之间常出现较大的单层膜包围的椭圆形空泡,泡内无明显结构,从其形态上看应该是分泌泡,所以微绒毛柱状细胞除了有很强的吸收作用外,还进行旺盛的分泌活动。

组织化学研究表明,纤毛柱状细胞和微绒毛柱状细胞都具有很强的碱性磷酸酶活性和较强的酸性磷酸酶活性,而碱性磷酸酶与物质的跨膜运输有关,它的存在说明细胞具有吸收功能^[9];丰富的酸性磷酸酶活性表明了细胞具活跃的吸收和细胞内消化功能^[9-10],和电镜研究结果相一致。这两类细胞还存在较强的非特异性酯酶活性及较弱的脂酶活性,表明其具有消化脂类的能力^[4,11]。

分泌细胞内的分泌小泡差异显著,具有不同的电子密度和体积,说明它可以分泌多种物质,包括酶原和粘液。分泌方式为顶浆分泌型,即分泌时细胞顶端的细胞质也变成了分泌物。其分泌的混合粘液物质可起到润滑肠道、保护粘膜的作用;分泌的消化酶参与肠腔中进行的细胞外消化。在肠腔内含物中检测到较多的碱性磷酸酶和酸性磷酸酶,这些消化酶来源于肠上皮细胞。

浅亮细胞的胞质稀疏,和分泌细胞的下部胞质相似,所以浅亮细胞可能是分泌后的分泌细胞。浅亮细胞内大量的液泡表明细胞正在合成新的分泌物。

肠粘膜上皮基底面的质膜内褶可扩大细胞表面积,有利于细胞内外的物质交换。基底面与基膜之间分布的神经纤维表明肠粘膜上皮的活动受到神经的调控。在贝类消化道的粘膜上皮基底面有神经纤维分布^[5-6,12],说明贝类消化道上皮的活动,包括纤毛的摆动、细胞的吸收作用和分泌作用等大都是在神经的调控下进行的^[5]。

在缢蛏肠的粘膜上皮和粘膜下层中检测到了钙的存在,粘膜下层中还含有少量的铁,说明肠道还参与对钙、铁等离子的吸收作用。在皱纹盘鲍^[13]、栉江珧^[14]等的肠上皮细胞中含有铁,而在栉江珧^[14]和田螺(*Viviparus ater*)^[15]的结缔组织中有钙分布,所以在不同种类的贝类体内的无机盐代谢情况不同。

致谢:中国海洋大学测试中心刘晚云、姜明老师对本工作给予了大力支持和帮助,谨表谢忱。

参考文献:

- [1] 王如才,王昭萍,张建中. 海水贝类养殖学[M]. 青岛:青岛海洋大学出版社,1993. 72-379.
- [2] 田相利,李德尚,董双林,等. 对虾-罗非鱼-缢蛏封闭式综合养殖的水质研究[J]. 应用生态学报,2001,12(2):287-292.
- [3] 潘星光. 缢蛏的生态观察与食性分析[J]. 动物学杂志,1959,3(8):355-357,349.
- [4] 芮菊生,杜慧琴,陈海明. 组织切片技术[M]. 北京:高等教育出版社,1980. 171-290.
- [5] Boer H H, Kits K S. Histochemical and ultrastructural study of the alimentary tract of the freshwater snail *Lymnaea stagnalis* [J]. J Morphol, 1990, 205: 99-111.
- [6] Franchini A, Ottaviani E. Intestinal cell types in the freshwater snail *Planorbis cornus*: histochemical, immunocyto-chemical and ultrastructural observation [J]. Tissue and Cell, 1992, 24 (3): 387-396.
- [7] James O H, Christopher M B, Greg B M. Characterization of the digestive tract of greenlip abalone, *Haliotis laevis* Donovan I. morphology and histology [J]. J Shellfish Res, 1998, 17(4): 979-988.
- [8] Owen G. Digestion [M]. London: Academic Press, 1966. 53-96.
- [9] 郑国佩. 细胞生物学[M]. 北京:高等教育出版社,1992. 68-301.
- [10] Johnson M A, Pulet Y M, Donval A, et al. Histology, histochemistry and enzyme biochemistry in the digestive system of the endosymbiont-bearing bivalve *Loripes lucinalis* (Lamarck) [J]. J Exper Mar Biology Ecology, 1996, 197: 15-38.
- [11] Hirji K N, Courtney W A M. Non-specific carboxylic esterase activity in the digestive tract of the perch, *Perca fluviatilis* L [J]. J Fish Biol, 1983, 22: 1-7.
- [12] Jamieson J D, Palade G E. Synthesis intracellular transport and discharge of secretory proteins in stimulated pancreatic exocrine cells [J]. J Cell Biol, 1971, 50: 135-158.
- [13] 崔龙波,刘传琳,刘 迅,等. 皱纹盘鲍肠粘膜上皮的组织和功能[J]. 动物学报,2001,47(3):324-338.
- [14] 绳秀珍,任素莲,王德秀,等. 栉江珧消化系统组织学和组织化学的研究[J]. 水产学报,2001,25(4):294-297.
- [15] Rebecchi B, Franchini A, Fantin A M B. The digestive gland of *Viviparus ater* (Mollusca, Gastropoda, Prosobranchia): an ultrastructural and histochemical study [J]. Tissue and Cell, 1996, 28 (6): 731-739.

Structure and function in intestine of *Sinonovacula constricta* Lamarck

XU Xing-hong¹, ZHENG Jia-sheng²

(1. College of Marine Science and Aquaculture, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang 222042, China;

2. College of Marine Life Sciences, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Using electronic microscope, the intestine of *Sinonovacula constricta* ($n = 28$, shell length 40 – 68 cm) was studied by histological and histochemical methods. The results show that the intestinal wall consists of mucous membrane and submucosa lamina, and the former is composed of epithelial lining and lamina muscularis mucosae. The epithelial lining is simple epithelium composed of ciliated columnar cells, columnar cells with microvilli and secretory cells. The ciliated columnar cells have the function of food transportation, as well as intracellular and extracellular digestion and energy storage in lipid drops and glycogen particles. The columnar cells with microvilli participated in the intracellular digestion and energy reserve. The secretory cells can secrete digestive enzymes and mucus mixtures that the former can participate in extracellular digestion of intestinal lumen and the later play an important role in lubricating lumen, cohering food particles and protecting mucosa. The lamina muscularis mucosae is composed of thin – layer circular smooth muscle. The submucosa lamina is formed by loose connective tissue with little smooth muscle cell. The intestine has the function of digesting lipid and absorbing inorganic salt including calcium and iron.

Key words: *Sinonovacula constricta*; intestine; histology; histochemistry

欢迎订阅 2004 年《中国水产科学》

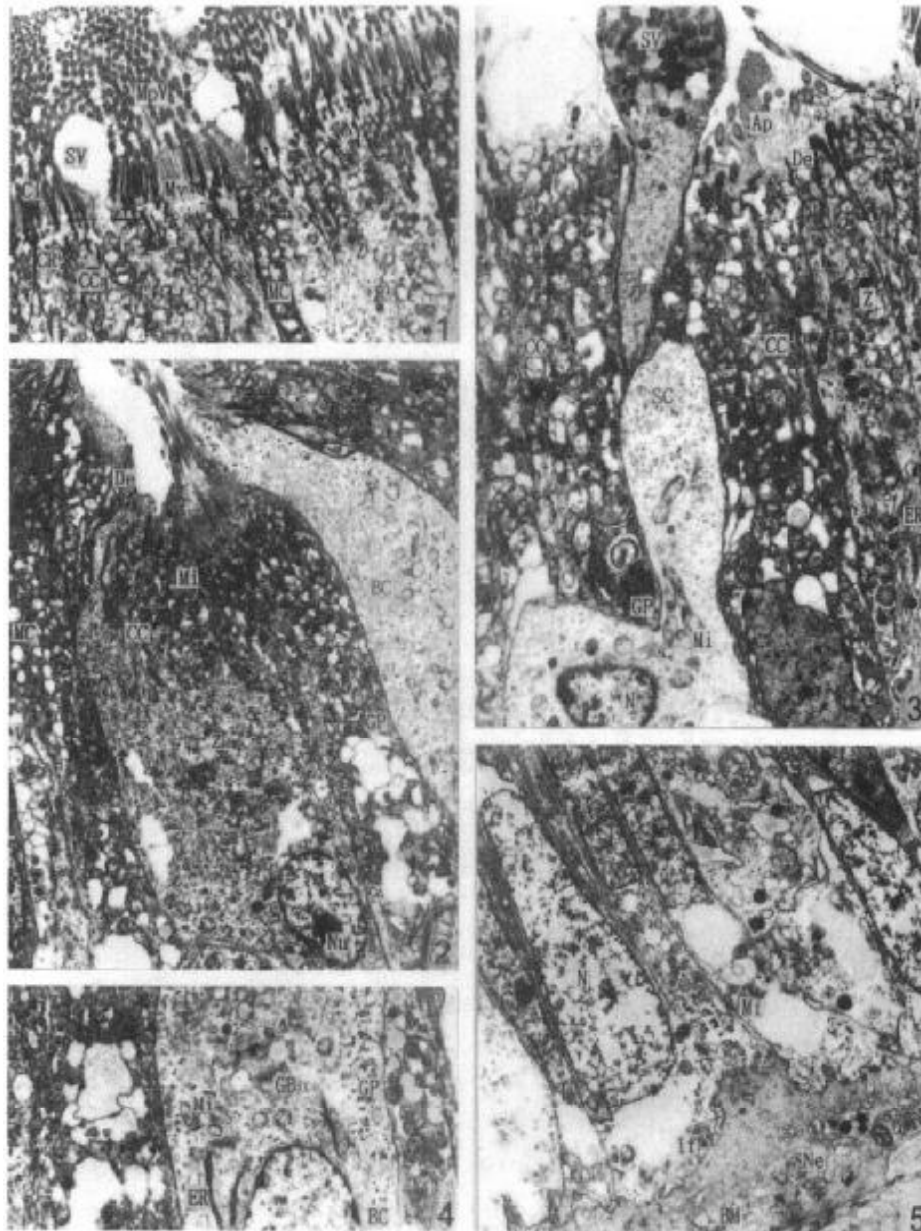
《中国水产科学》是中国水产科学研究院主办的国家级学术期刊,主要报道水产生物学基础研究、水产生物病害及其防治、水产生物营养及饲料、渔业生态保护及渔业水域环境保护、水产养殖与增殖、水产资源、海淡水捕捞以及水产品保鲜、加工与综合利用等方面的最新进展、最新成果、最新技术和方法。主要服务对象是科研、教学、科技管理人员以及大专院校师生。是反映水产科研创新成果的窗口和培养人才的园地。它面向水产业,为水产业的持续发展和水产经济建设服务。

本刊为双月刊,A4 开本,每期 88 页,双月出版,国内外公开发行。国内定价 14 元/期,全年 84 元(含邮费)。邮发代号:18 – 250,国内统一刊号:CN11 – 3446/S,国际标准刊号:ISSN1005 – 8737,国外代号 4639Q。全国各地邮电局(所)办理订阅手续(可破季订阅)。漏订或补订当年和过期期刊,请直接向编辑部订阅。另备有少量合订本,欢迎购买。

编辑部地址:北京市丰台区青塔村 150 号,邮政编码:100039,联系电话:010 – 68673921,传真:010 – 68673931;E – mail: jfishok@publica.bj.cninfo.net

许星鸿等：缢蛏肠的结构与功能

XU Xing-hong et al: Structure and function in intestine of *Sinonovacula constricta* Lamarck



图版 I

Plate I

1.肠横切面HE, × 40。2.肠横切面HE, × 400。3.示肠的碱性磷酸酶活性(↑), 钙钴法, × 670。4.示肠的酸性磷酸酶活性(↑), 硝酸铅法, × 670。5.示肠的非特异性酯酶活性(↑), 醋酸-萘酯法, × 670。6.示肠的脂酶活性(↑), 吐温80法, × 670。

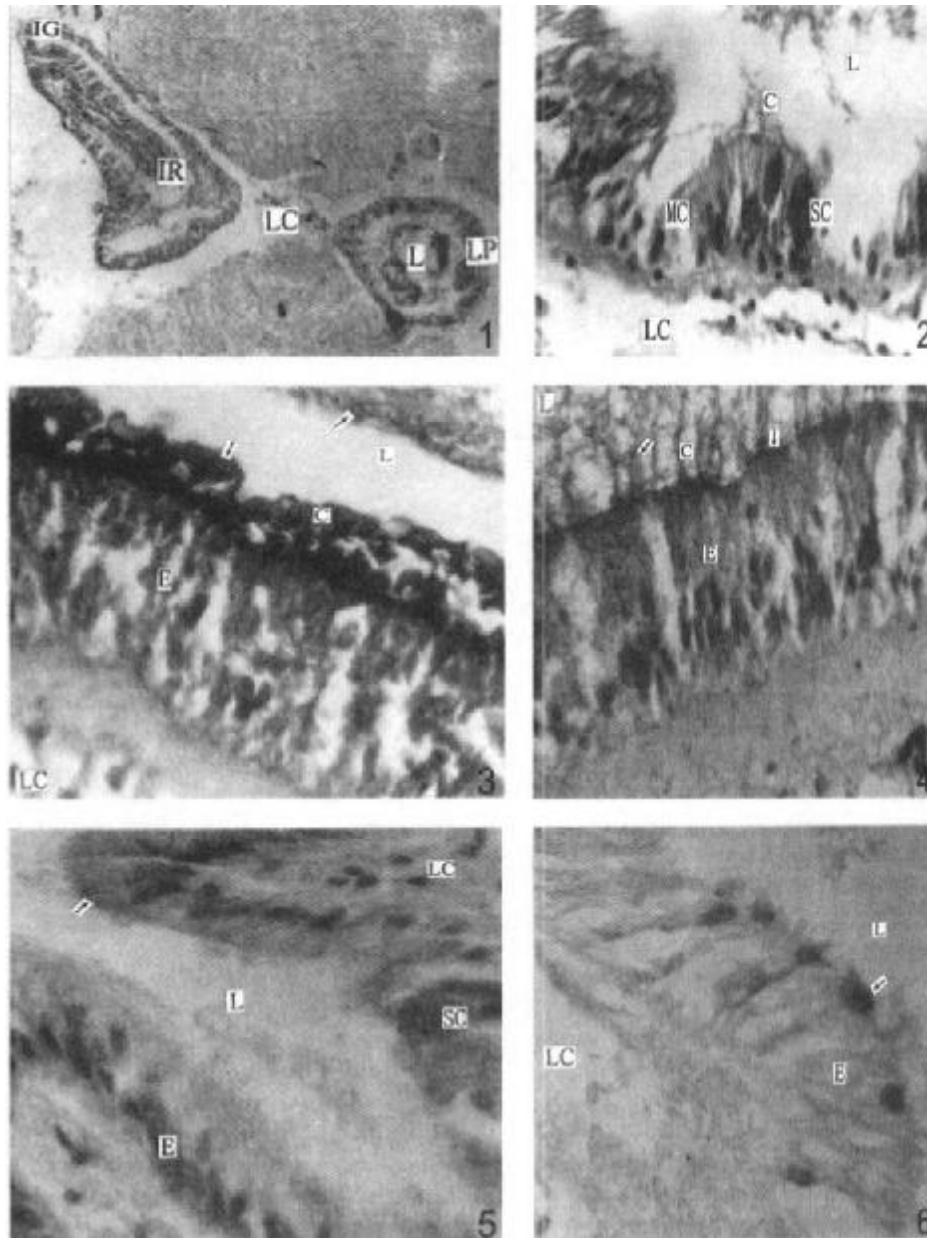
C-纤毛; CC-纤毛柱状细胞; E-上皮; IG-肠沟; IR-肠峭; L-管腔; LC-疏松结缔组织; LP-纵行褶皱; MC-微绒毛柱状细胞; SC-分泌细胞

1, Cross section of the intestine, × 40. 2, Cross section of the intestine, × 400. 3, Showing alkaline phosphatase activity of the intestine (↑), × 670. 4, Showing acid phosphatase activity of the intestine (↑), × 670. 5, Showing non-specific esterase activity of the intestine (↑), × 670. 6, Showing lipase activity of the intestine (↑), × 670.

C-Cilia; CC-Ciliated columnar cell; E-Epithelium; IG-Intestinal groove; IR-Intestinal ridge; L-Lumen; LC-Loose connective tissue; LP-longitudinal placcation; MC-Columnar cell with microvilli; SC-Secretory cell

许星鸿等：缢蛏肠的结构与功能

XU Xing-hong et al: Structure and function in intestine of *Sinonovacula constricta* Lamarek



图版 II

Plate II

1.肠上皮游离端, × 2 000。2.肠上皮顶端, × 3 000。3.纤毛柱状细胞和分泌细胞, × 4 500。4.浅亮细胞中部, × 4 500。
5.肠上皮基底端, × 3 000。

Ap-顶浆分泌, BC-浅亮细胞, BM-基膜, CC-纤毛柱状细胞, Ci-纤毛, CR-纤毛小根, Dc-桥粒, ER-内质网, GB-高尔基体,
GP-糖原粒, If-质膜内褶, Li-脂肪滴, MC-微绒毛柱状细胞, Mi-线粒体, MpV-微胞饮液泡, Mv-微绒毛 Microvilli,
N-细胞核, Ne-神经, Nu-核仁, SC-分泌细胞, SL-次级溶酶体, SV-分泌泡, V-液泡, Z-酶原颗粒

1, The apex of the epithelial cells in the intestine, × 2 000. 2, The apex of the epithelial cells in the intestine, × 3 000. 3, Ciliated columnar cell and secretory cell, × 4 500. 4, The middle region of the bright cell, × 4 500. 5, The basal region of the epithelial cells in the intestine, × 3 000.

Ap-Apocrine; BC-Bright cell; BM-Basement membrane; CC-Ciliated columnar cell; Ci-Cilia; CR-Ciliary rootlet; De-Desmosome;
ER-Endoplasmicreticulum; GB-Golgi body; GP-Glycogen particles; If-Infolding; Li-Lipid; MC-Columnar cell with microvilli; Mi-Mitochondrion;
MpV-Micropinocytotic vesicle; Mv-Microvilli; N-Nucleus; Ne-Nerve; Nu-Nucleolus; SC-Secretory cell; SL-Secondary lysosome; SV-Secretory vacuole;
V-Vacuole; Z-Zymogen granule.