

虾蛄消化系统的组织学和组织化学研究

崔龙波 周雪莹 钱雪莲 陆瑶华

(烟台大学生化系, 烟台 264005)

摘要 虾蛄(*Squilla oratoria*)的消化系统由消化道和中肠腺组成,前者包括口、食道、贲门胃、幽门胃、中肠和中肠盲囊、后肠以及肛门。中肠腺甚为发达,为复管状腺,腺管上皮由分泌细胞、储存细胞、吸收细胞和胚细胞4种类型细胞组成。分泌细胞的顶端有一明显的分泌囊泡,呈现蛋白酶、非特异性酯酶和脂酶活性,可通过分泌囊泡外排或顶端细胞质崩解而向腺腔分泌水解酶类,后者进入消化道对食物进行细胞外消化。吸收细胞细胞质内含丰富的RNA和蛋白质,表明该细胞具有旺盛的蛋白质合成功能。储存细胞含有糖原和脂类,其基部质膜显示碱性磷酸酶活性,表明储存细胞可将细胞内的营养物质转运至腺管间的血窦。胚细胞体积较小,胞质嗜碱性,但细胞核大而圆。消化道粘膜上皮主要为柱状细胞,贲门胃和幽门胃上皮细胞表面有几丁质层覆盖。贲门胃肌层发达,主要起机械研磨食物的作用。幽门胃的几丁质层特化形成间壶腹脊和壶腹上脊,两者相互配合而起过滤作用。中肠粘膜上皮细胞表面无几丁质层,上皮细胞呈现蛋白酶、非特异性酯酶和脂酶活性,表明中肠也能分泌消化水解酶。中肠上皮细胞具有微绒毛,亦表明中肠可能参与食物的吸收。后肠肠腔虽宽大,但其上皮细胞仅呈现较弱的非特异性酯酶活性,故后肠可能只具有暂时贮存和排泄粪便的作用。食道粘膜下层分布有食道腺,腺细胞呈锥形,分泌酸性粘多糖。

关键词 虾蛄, 消化系统, 组织学, 组织化学

虾蛄(*Squilla oratoria* De Hean)隶属甲壳纲、口足目。分布于全国各海区的近岸带,以黄、渤海的产量最大,是深受人们喜爱的一种食用性海洋动物。虽然近年来人们对虾蛄的开发与利用不断加强,但对虾蛄各组织器官特别是消化系统的形态、结构及机能等方面尚缺乏深入的研究。目前对甲壳动物消化系统的研究主要集中在十足目^[1~3]。作为口足目动物的代表,虾蛄消化系统的特征在一定程度上也反应了口足目的特征。本文对虾蛄的消化系统进行了大体解剖、组织学和组织化学观察,以期研究虾蛄乃至口足目动物的消化生理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

新鲜虾蛄 27 只,取自烟台海滨,体长 10~16

cm。

1.2 方法

1.2.1 大体解剖 剥除甲壳,仔细分离和观察虾蛄消化系统的组成、各部位的形态及结构特点。

1.2.2 组织切片制备及观察 消化系统各段分别置于 Bouin 氏液或 Zenker 氏液固定,石蜡包埋,切片厚 5~8 μm ,苏木素-伊红染色。显微镜下观察并拍照。

1.2.3 组织化学切片及观察 依染色方法的不同,组织块分别置于 10% 福尔马林液、Bouin 氏液、Zenker 氏液或 Carnoy 氏液固定,石蜡包埋,切片厚 5~8 μm 。切片分别进行如下染色: PAS 反应显示多糖,唾液消化后 PAS 反应显示糖原, Alcian 蓝 - PAS 反应区分中性与酸性粘多糖, 醛品红 - Alcian 蓝法区分硫酸化与羧基化粘多糖, 汞溴酚蓝法显示蛋白质, 甲基绿派洛宁法显示 DNA 和 RNA。

新鲜组织块直接在恒冷冰冻切片机上切片,切

收稿日期: 1999-01-04

片厚 6~10 μm 。进行如下染色: Cunningham 氏明胶薄膜法显示蛋白酶, 酸性乙酸- α -萘酯-六偶氮对品红法显示非特异性酯酶, Gomori 氏吐温(40 和 80)法显示脂酶, Gomori 氏钙钴法显示碱性磷酸酶, Gomori 氏硝酸铅法显示酸性磷酸酶, 以及苏丹黑 B 法显示脂类。

以上组织化学方法见文献^[4]。以上各类染色切片均在显微镜观察并照相。

2 结果

2.1 解剖学特征

虾蛄的消化系统由消化道和中肠腺组成, 前者又包括口、食道、胃(贲门胃和幽门胃)、中肠和中肠盲囊、后肠以及肛门。

口位于头胸甲腹面前端。食道是连接口与贲门胃的短管。贲门胃为前窄后宽的囊状结构, 幽门胃较窄小, 位于贲门胃后方。中肠为一较细直管, 起始于头胸甲后端, 延伸到第 5 腹体节。幽门胃与中肠交界处的背壁突出形成一对中肠盲囊。中肠从第 6 腹体节开始膨大, 成为后肠, 后肠末端开口于尾扇腹面的肛门。中肠腺十分发达, 起始于头胸甲中后区, 终止于尾扇末端, 将幽门胃、中肠和后肠包埋于其中。同时在每一体节连接处, 中肠腺又向左右延伸至身体侧缘。

2.2 组织学观察

2.2.1 食道 粘膜上皮细胞呈柱状, 上皮表面有几丁质层覆盖。粘膜下层中含有食道腺, 腺细胞呈锥形, 腺管横切面呈菊花状。

2.2.2 贲门胃 胃壁向胃腔内形成众多不规则的褶皱, 其粘膜上皮细胞呈立方状或柱状, 排列稀疏(图版 I-1)。上皮表面覆盖薄的几丁质层。肌层较发达, 环肌、纵肌、斜肌均有, 但肌纤维束较松散, 肌束之间充盈血液。贲门胃后壁的几丁质层增厚形成盾形的角质板, 其两侧有刚毛排列。幽门胃腔可分为背室和腹室, 背室粘膜上皮为高柱状细胞, 表面由薄的几丁质层覆盖; 腹室的腹侧上皮为低柱状细胞, 与粘膜下层一起向胃腔突出, 其表面的几丁质层的加厚特化形成鱼脊柱骨样的间壶腹脊(图版 I-2)。腹室的背侧上皮为高柱状细胞, 其表面的几丁质层稍加厚, 并从几丁质层向胃腔发出平行排列的刚毛, 与间壶腹脊相对, 此结构又称为壶腹上脊。幽门胃的肌层主要为环肌。

2.2.3 中肠 肠壁呈明显的纵行褶皱(图版 I-

3), 中肠上皮细胞为柱状, 排列整齐且紧密, 细胞游离缘有短微绒毛。上皮细胞通过薄的结缔组织与中肠腺相连。中肠上皮细胞表面无几丁质层。中肠盲囊的组织学构造与中肠相同。后肠壁的纵行褶皱比中肠更为明显, 后肠腔亦比中肠腔宽大。后肠上皮细胞为柱状。

2.2.4 中肠腺 为复管状腺, 即由多级分支的小管组成, 各级腺管由结缔组织连接在一起, 结缔组织中有血窦。根据其组织学结构特点, 腺管上皮可分为 4 种类型: 分泌细胞、储存细胞、吸收细胞和胚细胞(图版 I-4)。分泌细胞的体积依其分泌时相的不同有所差异, 分泌细胞的特征是在细胞顶端有一个明显的大囊泡, 囊泡内含有少量细颗粒。可见到囊泡破裂或分泌细胞顶端崩解。储存细胞, 体积亦大小不等, 其特点是细胞质内含有多个中等大小的囊泡, 囊泡内含均质物质。吸收细胞, 呈圆柱状, 细胞质嗜碱性, 细胞核大而圆, 核仁明显。胚细胞, 胞质亦嗜碱性, 细胞核大而圆, 但该细胞体积较小, 其细胞顶端多不达管腔。吸收细胞和胚细胞的数量远少于分泌细胞和储存细胞。末端腺管相互融合, 最终形成两条大的初级腺管, 平行排列于中肠和后肠两侧, 初级腺管上皮主要是分泌细胞和储存细胞。在幽门胃和中肠交界处, 两侧的初级腺管与消化道直接相连通(图版 I-5)。

2.3 组织化学观察

2.3.1 PAS 反应 食道腺腺细胞和中肠腺储存细胞呈紫红色, 表明含多糖类物质。

2.3.2 唾液消化后 PAS 反应 中肠腺储存细胞胞质的紫红色消退, 表明该细胞含糖原。

2.3.3 Alcian 蓝-PAS 反应 食道腺腺细胞的细胞质呈蓝色, 表明其分泌酸性粘多糖。

2.3.4 醛品红-Alcian 蓝法 食道腺腺细胞的细胞质呈紫色, 表明其分泌弱硫酸化酸性粘多糖。

2.3.5 汞溴酚蓝法 消化系统各组成细胞的细胞质均呈蓝色, 表明含有蛋白质。其中中肠腺吸收细胞和胚细胞的细胞质呈深蓝色, 表明蛋白质含量丰富。

2.3.6 甲基绿派洛宁法 中肠腺吸收细胞和胚细胞的细胞质及核仁呈红紫色, 表明含丰富的 RNA。

2.3.7 明胶薄膜法 中肠腺分泌细胞的游离端、腺管腔、初级腺管腔, 以及中肠上皮细胞的游离端和中肠腔呈透明空斑, 表明具有蛋白酶活性(图版 I-6)。

2.3.8 酸性乙酸- α -萘酯-6 偶氮对品红法 中肠腺除胚细胞以外的其它 3 种细胞以及整个消化道粘膜上皮细胞的游离端细胞质均呈现不同程度的红棕色, 表明具有非特异性酯酶活性(图版 I-7, 8), 但食道、胃与后肠活性较弱。

2.3.9 吐温法 中肠腺分泌细胞和中肠上皮细胞的细胞质中有棕色颗粒, 表明具有脂酶活性。

2.3.10 钙钴法 中肠腺储存细胞的基底部质膜呈黑色, 表明具碱性磷酸酶活性(图版 I-9)。

2.3.11 硝酸铅法 消化系统各部位均呈阴性, 表明不具有酸性磷酸酶活性。

2.3.12 苏丹黑 B 法 中肠腺储存细胞细胞质有大量的黑色颗粒, 表明含脂类。

3 讨论

与甲壳纲十足目动物的中肠腺只局限在幽门胃和小部分中肠的周围^[1,2,5]相比较, 虾蛄的中肠腺甚为发达。它起始于头胸甲中后区, 终止于尾扇末端, 包绕着幽门胃、中肠和后肠。但其组织学结构却与十足目动物的中肠腺相似, 腺管上皮由分泌细胞、储存细胞、吸收细胞和胚细胞 4 种类型细胞组成。Barker 和 Gibson^[6]认为甲壳动物的消化主要是细胞外的, 所涉及的酶由中肠腺分泌。对虾蛄的研究表明, 中肠腺在机体的消化生理中发挥着重要的作用, 每种细胞都具有特殊的功能。中肠腺的分泌作用主要是由分泌细胞来行使的, 分泌细胞呈现蛋白酶、非特异性酯酶和酯酶等水解酶的活性, 通过分泌囊泡外排或顶端细胞质破裂分泌到腺管腔内的各种消化酶由肝孔进入消化道, 从而对内吞进来的食物进行细胞外消化。吸收细胞细胞质内含丰富的 RNA 和蛋白质, 表明吸收细胞具有旺盛的蛋白质合成功能。Barker 和 Gibson^[3]认为, 十足目动物的中肠腺、消化酶由吸收细胞合成, 再由吸收细胞转变为分泌细胞而释放消化酶。储存细胞以将吸收细胞吸收的营养物质和矿物质储存起来而得名^[2]。虾蛄储存细胞含糖原和脂类。储存细胞基底部质膜具有碱性磷

酸酶活性, 而碱性磷酸酶与物质的跨膜运输有关^[7], 表明储存细胞可将细胞内的营养物质转运至腺管间的血窦。胚细胞是一种未分化的原始细胞, 它可以转化为吸收细胞^[2]。

本研究表明, 虾蛄消化道的组成及结构与十足目动物^[1,2,5]基本上一致。贲门胃主要起机械研磨食物的作用。幽门胃的结构特征是其几丁质层特化形成间壶腹脊和壶腹上脊, 两者相互配合, 阻止过大的食物颗粒进入中肠而具有过滤作用。中肠粘膜上皮细胞显示蛋白酶、非特异性酯酶和酯酶活性, 表明除中肠腺所分泌的消化酶外, 中肠本身也能够分泌消化水解酶进行细胞外消化。此外, 中肠粘膜上皮细胞具有微绒毛, 表明中肠可能参与食物的吸收。虾蛄后肠肠腔虽宽大, 但其上皮细胞仅呈现较弱的非特异性酯酶活性, 因此后肠可能只具有暂时贮存和排泄粪便的作用。

参 考 文 献

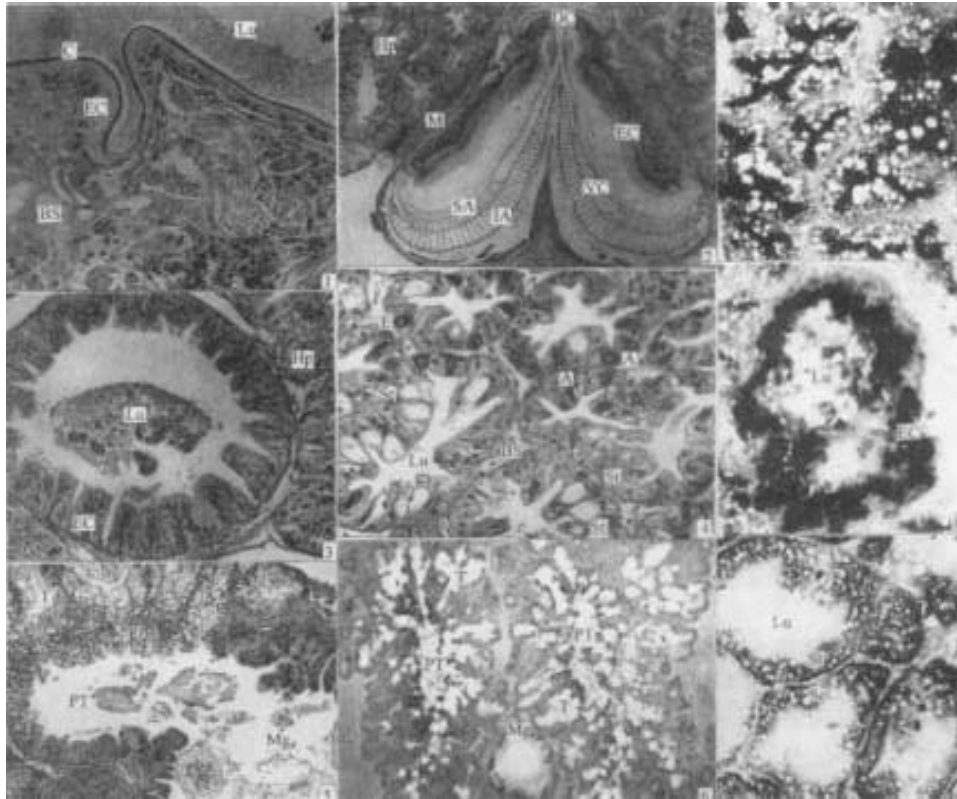
- 1 李太武, 苏秀榕, 张 峰. 三疣梭子蟹消化系统的组织学研究. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 1994, 17(3): 230~237
- 2 Babu D E, K Shyamasundari, K H Rao. Studies on the digestive system of the crab *Menippe rumpffii* (Fabricius) (Crustacea: Brachyura). J Exp Mar Biol Ecol, 1982, 58: 175~191
- 3 Barker P L, R Gibson. Observations on the structure of the mouthparts, histology of the alimentary tract, and digestive physiology of the mud crab *Scylla serrata* (Forsk.) (Decapoda: Portunidae). J Exp Mar Biol Ecol, 1978, 32: 177~196
- 4 Pearse A G E. Histochemistry, theoretical and applied. 4th edition. London: Churchill Livingstone, 1983
- 5 陈宽智, 鲍 鹰, 何伟宏. 东方对虾消化系统解剖和组织学研究. 山东海洋学院学报, 1988, 11(1): 43~54
- 6 Barker P L, R Gibson. Observations on the feeding mechanism, structure of the gut, and digestive physiology of the European Lobster *Homarus gammarus* (L.) (Decapoda: Nephropidae). J Exp Mar Biol, 1977, 26: 297~324
- 7 Fontaine N. Alkaline phosphatase and calcium-binding properties in the intestine of the rat. Arch Internat Physiol Biochem, 1981, 89: 207~216

Histological and histochemical studies on the digestive system of *Squilla oratoria*

Cui Longbo Zhou Xueying Qian Xuelian Lu Yaohua
(Department of Biochemistry, Yantai University, Yantai 264005)

Abstract The digestive system of *Squilla oratoria* De Hean was studied by histological and histochemical methods. The digestive system includes digestive tract and hepatopancreas. The former consists of mouth, esophagus, stomach(cardiac stomach and phloric stomach), midgut and midgut caecum, hindgut and anus. The hepatopancreas is well developed. It is a multitubular gland. The tubular epithelium consists of secretory cells, storage cells, absorptive cells and embryonic cells. There is an obvious secretory vesicle in the apical region of secretory cells. The cells show activity of proteinase, non-specific esterase and lipase. They may secrete the enzymes into tubular lumina by exocytosis of the secretory vesicles and integration of the apical region of the cells. The enzymes are transported into digestive tract and play a role in the extracellular digestion. The absorptive cells are rich in RNA and protein, which shows that the cells can synthesize protein actively. The storage cells contain lipid and glycogen, and show alkaline phosphatase activity in the basal plasma membrane. The results show that the cells can transport nutritive materials into blood space among tubules. The embryonic cells are small. The cytoplasm is basophilic and the nuclei are large. The mucosa epithelium of the digestive tract consists mainly of columnar cells. The epithelial surface of the stomach is covered by cuticle. The cardiac stomach has well-developed muscular layer. It may grind food mechanically. The cuticle in the phloric stomach is specialized into infra ampullary ridge and supra ampullary ridge which can filter food. The epithelial surface of the midgut is covered by no cuticle. The epithelial cells show activity of proteinase, non-specific esterase and lipase, which shows that the midgut may also secrete digestive enzymes. The microvilli in the epithelial cells indicate the midgut may absorb food. The lumen of the hindgut is large, while the epithelial cells show weak activity of non-specific esterase and no activity of proteinase and lipase. So the hindgut may play a role only in storage and excretion of feces. The esophageal gland locates in submucosa of the esophagus. The gland cells which are pyramidal in shape secrete acid mucopolysaccharides.

Key words *Squilla oratoria*, digestive system, histology, histochemistry



图版说明

1 贛门胃横切面, $\times 160$ 。Transverse section of the cardiac stomach. 2 幽门胃横切面, $\times 80$ 。Transverse section of the phloric stomach. 3 中肠横切面, $\times 160$ 。Transverse section of the midgut. 4 中肠腺, $\times 200$ 。The hepatopancreas. 5 中肠腺和中肠, $\times 40$ 。The hepatopancreas and midgut. 6 中肠腺和中肠, $\times 20$ 。The hepatopancreas and midgut. 7 中肠腺, $\times 160$ 。The hepatopancreas. 8 中肠横切面, $\times 160$ 。Transverse section of the midgut. 9 中肠腺, $\times 160$ 。The hepatopancreas.

A - 吸收细胞 absorptive cell. BS - 血窦 blood space. C - 几丁质 cuticle. DC - 背室 dorsal chamber. E - 胚细胞 embryonic cell. EC - 上皮细胞 epithelial cell. Hp - 中肠腺 hepatopancreas. IA - 间壶腹脊 infra ampullary ridge. Lu - 腔 lumen. M - 肌束 muscles. Mg - 中肠 midgut. PT - 初级腺管 primary tubule. SA - 壶腹上脊 supra ampullary ridge. Se - 分泌细胞 secretory cell. St - 储存细胞 storage cell. T - 腺管 tubule. VC - 腹室 ventral chamber.