

# 三种鲤科鱼类肠道内分泌细胞的初探

潘黔生 方之平

(华中农业大学水产系, 武汉)

## 提 要

使用 Grimelius 嗜银染色法对草鱼、鲤、翘嘴红鲌 3 种不同食性的鲤科鱼的肠道内分泌细胞进行了研究。在 3 种鱼的整个肠道上均发现有内分泌细胞的分布。在前肠前段中, 内分泌细胞分布最多, 愈向后分布愈少。在肠褶各处均有内分泌细胞分布, 以基部分布最密。内分泌细胞几乎都为开放型, 位于上皮细胞和杯状细胞之间, 将胞突伸向肠腔。有极少数内分泌细胞兼有开放型和封闭型细胞的特点, 在它们顶端胞突伸向肠腔的同时, 基部也伸出突起将分泌物送入邻近细胞或细胞间隙中。肠上皮中还发现一种与内分泌细胞具有同样嗜银特性的圆形颗粒。

**关键词** 嗜银性, 内分泌细胞, 肠上皮细胞, 胞突, 肠腔, 吞噬体

早在 1952 年, Erspamer、Feyrter 等发现胃肠粘膜中广泛分布着具有还原银盐(亲银性, argentaffin) 或能摄入并保留银盐, 最后被还原剂所还原(嗜银性 argyrophillia) 等特性<sup>[3]</sup>。直到能采用免疫组织化学方法进行直接地细胞化学定位之后, 才确定它们属于内分泌细胞<sup>[3]</sup>。

脊椎动物胃肠道中的嗜银细胞的内分泌作用已普遍为人们所接受<sup>[17]</sup>。尽管对哺乳动物肠内分泌细胞已做了大量精细的研究, 然而, 探索鱼类肠内分泌细胞的工作还不十分成功, 近三十年来, 外人仅在几种鱼类中发现肠嗜银细胞<sup>[7, 8, 14, 21, 22]</sup>。这样, 在某些鱼类中是否存在肠内分泌细胞的问题就引起了关注<sup>[15, 16]</sup>。在我国关于鱼类肠道内分泌细胞方面的研究工作更为罕见, 直到 1984 年还未将鱼类消化道内分泌系统的研究列入鱼类内分泌学研究之中<sup>[5]</sup>。

由于鲤科鱼类无胃, 在肠壁中无外分泌腺体, 因此特别适合用于研究肠内分泌系统。我们选择了 3 种不同食性的鲤科鱼, 草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*)、鲤 (*Cyprinus carpio*)、翘嘴红鲌 (*Erythroculter ilishaeformis*) 作为本研究的对象。

## 材 料 和 方 法

草鱼 6 尾、鲤 6 尾、翘嘴红鲌 4 尾, 于 1985 年 12 月取自武汉市南湖渔场。活体剖腹取

出肠道,按倪达书等对鲤科鱼类肠道的分段法<sup>[6]</sup>,分别取前肠前段、前肠后段、中肠、后肠前段、直肠等5个部位,立即入 Bouin 氏液固定16小时,石蜡包埋,切片 $5\mu\text{m}$ 。

使用 Grimelius 银浸染色法<sup>[4]</sup>染色,具体步骤:切片脱蜡至水后,将银液预热至 $60^{\circ}\text{C}$ ,切片入银液3小时( $60^{\circ}\text{C}$ ),取出洗净后入 $45^{\circ}\text{C}$ 还原液内1小时,洗净后脱水,透明,封片。随机取样,于光镜下观察切片。任意取10个视野,用接目网形测微计( $1/2\text{mm}$ )进行内分泌细胞的计数。以每平方毫米内平均出现的细胞数目,来表示每种鱼各肠段中内分泌细胞密度。

## 结 果

3种鱼的肠道中均有内分泌细胞(嗜银细胞)的分布(表1,图1),以前肠前段分布最多,沿肠道向后分布逐步递减,鲤和翘嘴红鲌在直肠处分布极少。在前5个部位中,以鲤的平均分布密度最大,草鱼次之,翘嘴红鲌最小。在直肠处,草鱼肠内分泌细胞的分布密度不仅比鲤和翘嘴红鲌高,而且比其自身的后肠前段有所增高。

表1 三种鱼肠道中内分泌细胞的分布和密度

Tab. 1 Distribution and density of endocrine cells in the intestine of three cyprinids (Cells/ $\text{mm}^2$ )

| 鱼 类<br>Fish species                 | 肠道部位 Part of the gut                   |   |               |  |               |
|-------------------------------------|--|---|---------------|--|---------------|
|                                     | 前肠前段<br>Foregut<br>anterior<br>segment | 前肠后段<br>Foregut<br>posterior<br>segment | 中 肠<br>Midgut | 后肠前段<br>Hindgut<br>anterior<br>segment | 直 肠<br>Rectum |
| 草鱼<br>( <i>C. idellus</i> )         | 149.4                                  | 97.6                                    | 58.6          | 45.9                                   | 57.9          |
| 鲤<br>( <i>C. carpio</i> )           | 295.6                                  | 156.4                                   | 89.3          | 72.4                                   | 2.5           |
| 翘嘴红鲌<br>( <i>E. ilishaeformis</i> ) | 110.1                                  | 57.9                                    | 26.1          | 16.6                                   | 0.8           |

草鱼肠道中的内分泌细胞多分布于肠褶基底部,而鲤的整个肠褶处均有分布(图版 I:1),翘嘴红鲌的肠内分泌细胞多夹在肠上皮的杯状细胞和上皮细胞之间,将分泌物送入肠腔(图版 I:2)。

3种鱼的肠内分泌细胞几乎全为开放型细胞(open-type cell)(图版 I:1, 3—5),其色深褐,形态多样,呈长梭形(图版 I:4, 5)、花瓶形(图版 I:3)、蝌蚪形(图版 II:9)、角锥形(图版 II:8),但以长梭形最为典型。细胞在胞核处较膨大,胞体常伸出长长的胞突进行分泌活动。当胞核位于上皮基底处时,细胞顶端的细长胞突伸向肠腔;当胞核位于粘膜上皮层中部时,细胞两端相对伸出胞突,分别将分泌物送入肠腔和基膜。有的内分泌细胞夹在肠上皮细胞和杯状细胞之间;有的内分泌细胞在分泌激素的同时,将激素贮于胞突之中,使胞突膨大成囊状(图版 II:6);有的内分泌细胞基部较宽并伸出一个长突起通向基膜邻近的肠上皮细胞或细胞间隙(图版 II:6, 7)。多数内分泌细胞的基部较窄,中部较宽,顶端伸出一个狭长的突起通向肠腔。有极少数的内分泌细胞兼有封闭型细胞(close-type

cell) 的特征,不但它们的顶端胞突伸向肠腔,而且相对一端的胞突伸向基膜和邻近的细胞或细胞间隙(图版 II:6)。

在 3 种鱼的肠上皮细胞中还发现有一种呈阳性反应的嗜银圆形小颗粒,它们的分布密度大,集中在肠上皮细胞的中部,颜色深褐。

## 讨 论

鲤科鱼类缺少胃,因此缺少胃腺,肠道中的上皮细胞和内分泌细胞对消化的作用就更为重要<sup>[10,20]</sup>。肠道中的内分泌细胞很可能与促胰泌素和胆囊收缩素-促胰酶素的产生有关,也许还存在 A 细胞所产生的肠高血糖素<sup>[17]</sup>。然而这些还应作进一步的探讨。3 种鱼的肠内分泌细胞明显地集中于前肠(表 1),有人称之为肠球<sup>[6,18]</sup>。前肠兼有贮存和消化的双重功能<sup>[6]</sup>,其中内容物最多,由于食物对肠上皮中内分泌细胞的机械刺激,因此前肠中内分泌细胞的分布密度必然较大<sup>[18]</sup>。3 种鱼中又以鲤的内分泌细胞分布的变化幅度最大,在前肠前段中,鲤的肠内分泌细胞的数量大约是草鱼和翘嘴红鲌的 2 倍,而在鲤的直肠中,内分泌细胞的分布极少。Kapoor 等对硬骨鱼类消化道的研究得出:一般杂食性的鱼类可发现其消化道具有多变性的特征<sup>[21]</sup>。鲤属杂食性鱼类,其肠上皮中内分泌细胞分布的变化幅度较大,这种消化系统内分泌细胞的变化性也表现了杂食性鱼类消化道的多变性。从表 1 还看出草鱼和翘嘴红鲌的肠内分泌细胞在各肠段中分布的变化幅度比较接近,只是草鱼肠道每个部位的内分泌细胞的分布密度均高于翘嘴红鲌。草鱼是典型的草食性鱼类,翘嘴红鲌为肉食性鱼类,它们的食性相对较单一,内分泌细胞的分布方式相对近似,而与鲤相比则有相对较大的差异。王志均等研究得出:消化道内分泌细胞所分泌的激素不仅只是参与调节食物在消化道内的消化和吸收过程,并对摄食行为具有控制作用<sup>[1]</sup>。这一结论似乎与我们的研究结果具有一致性,即不同食性的鲤科鱼由于食性和摄食行为的不同,其肠道中内分泌细胞的分布密度、变化幅度等均具有一定的差异。

3 种鱼的肠内分泌细胞绝大多数是开放型的。它们将激素释放到肠腔之中,是一种外分泌的分泌方式<sup>[2]</sup>。这种开放型的内分泌细胞也许是感觉受体,其基部刺激或抑制分泌作用的顶部接受特殊的化学信息<sup>[9]</sup>。同时肠腔也许能够提供给这种开放型的内分泌细胞关于所通过肠道的物质的信息<sup>[16]</sup>。因此可以认为,大多数的肠内分泌细胞可能是直接受到来自肠腔的刺激<sup>[11]</sup>,同时肠道也会因为这些肠内分泌细胞释放激素的作用更好地发挥其功能。

这 3 种鱼的肠道中有极少数内分泌细胞兼有开放和封闭型两种形态特征。Rombout 在贝鲃 (*Barbus conchoni*) 的肠道中也发现有封闭型的内分泌细胞<sup>[17]</sup>,与我们的结果相似。Fujita & Kobayashi 提出假设,认为这种封闭型的内分泌细胞是由物理刺激如挤压、张力、温度等而被激发<sup>[9]</sup>。本研究发现的肠内分泌细胞很可能还具有旁分泌 (paracrine) 作用,它们的底部胞突伸向基膜和邻近细胞的组织中,通过细胞外液间隙,将激素弥散至邻近的靶细胞以传递局部信息。这是一种区别于通过血液循环以传递信息至较远较广的靶细胞的传统的真正的内分泌方式<sup>[2]</sup>。

3 种鱼的肠上皮细胞中存在着 1 种类似于肠内分泌细胞染色特性的嗜银颗粒。Ro-

mbout 在贝鲃的肠道中也发现 1 种嗜银颗粒,他确认是一种自动吞噬小体<sup>[17]</sup>。肠道上皮细胞中持续存在着自动吞噬小体的现象在硬头鲈 (*Salmo gairdneri*) 中已被描述过<sup>[13]</sup>。这种现象出现在硬骨鱼类中看来是正常的<sup>[17]</sup>。在圆口类的肠道中所发现的小而散布的荧光铅苏木精阳性组织也许是自动吞噬体<sup>[14]</sup>。本研究中所发现的嗜银颗粒是否是吞噬体,有待进一步的研究。

从本研究中对草鱼、鲤和翘嘴红鲌 3 种鲤科鱼类肠道中内分泌细胞的分布、数量、形态学的研究结果来看,鲤科鱼类肠道中的内分泌系统几乎与哺乳动物的是一样复杂<sup>[19]</sup>。消化道不仅是体内重要的消化器官,也是体内最大的内分泌器官<sup>[1]</sup>。不同食性鲤科鱼类消化道中内分泌细胞的种类、分布和形态学特征还需用免疫细胞化学的方法作进一步的研究。

### 参 考 文 献

- [1] 王志均、梅懋华、朱文玉, 1985. 胃肠激素。1—369 页。科学出版社。
- [2] 王志均, 1983. 关于内分泌概念的相对性和发展。生理科学进展, 14(3): 196—198。
- [3] 邓孔昭, 1980. 胃肠道内分泌细胞及其激素。生理科学进展, 11(2): 113—118。
- [4] 杜卓民, 1981. 实用组织学技术。217—218。人民出版社。
- [5] 林浩然, 1984. 鱼类内分泌学研究的动向。水生生物学集刊, 8(3): 363—370。
- [6] 倪达为、洪雪峰, 1963. 草鱼消化道组织学的研究。水生生物学集刊, (3): 1—25。
- [7] Erspamer, V., 1954. Pharmacology of indolealkylamines. *Pharmacol. Rev.*, 6: 425—487。
- [8] Erspamer, V., 1958. Occurrence and distribution of 5-hydroxytryptamine(enteramine) in the living organism. *Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch.*, 9: 74—96。
- [9] Fujita, T. and Kobayashi, S., 1974. The cells and hormones of the GEP-endocrine system. The current of studies. In: Gastroentero-pancreatic endocrine system. A cell-biological approach, 1st ed. pp. 1—6. Stuttgart: George Thieme.
- [10] Gauthier, G. F. and Landis, S. C., 1972. The relationship of ultrastructural and cytochemical features to absorptive activity in the goldfish intestine. *Anat. Rec.*, 172: 675—701。
- [11] Grube, D. and Forssmann, W. G., 1979. Morphology and function of enteroendocrine cells. *Horm. Res.*, 11: 589—606。
- [12] Kapoor, B. G., Smit, H., Verighina, I. A., 1975. The alimentary canal and digestion in teleosts. *Adv. Mar. Biol.*, 13: 109—239。
- [13] Kimura, N., 1973. Fine structure of the epithelial cells in the pyloric caecum of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Jap. J. Ichthyol.*, 20: 13—24。
- [14] Östberg, Y., Van Noorden, S., Pearse A. G. E. and Thomas, N. W., 1976. Cytochemical immunofluorescence and ultrastructural investigations on polypeptide hormone containing cells on the intestinal mucosa of a cyclostome, *Myxine glutinosa*. *Gen. comp. Endocr.*, 28: 213—227。
- [15] Pentilla, A., 1966. Histochemical reactions of the enterochromaffin cells and the 5-hydroxytryptamine content of the mammalian duodenum. *Acta. Physiol. Scand.*, 69, Suppl., 281: 1—77。
- [16] Reifel, C. W. and Linden, R. D., 1983. Endocrine cells in the gastrointestinal tracts of 3 teleostean species. *Anat. Anz. Jena.*, 154: 413—418。
- [17] Rombout, J. H. W. M., 1977. Enteroendocrine cells in the digestive tract of *Barbus conchoni* (Teleostei, Cyprinidae). *Cell Tissue Res.*, 185: 435—450。
- [18] Rombout, J. H. W. M., 1982. An immunocytochemical and electron-microscopical study of endocrine cells in the gut and pancreas of a stomachless teleost fish, *Barbus conchoni* (Cyprinidae). *Cell Tiss. Res.*, 227: 577—593。
- [19] Rombout, J. H. W. M., 1985. Function and origin of endocrine cells in gut and pancreas of teleosts. *Acta. Microscopica*, 8(3): 329—335。
- [20] Stroband, H. J. W., 1977. Growth and diet structural adaptations of the digestive tract in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Cyprinidae). *J. Fish Biol.*, 11: 167—174。
- [21] Van Noorden, S., Greenberg J. and Pearse, A. G. E., 1972. Cytochemical and immunofluorescence in-

vestigations on polypeptide hormone localization in the pancreas and gut of larval lamprey. *Gen. Comp. Endocr.*, 19: 192—199.

- [22] Van Noorden, S. and Pearse, A. G. E., 1974. Immunoreactive polypeptide hormones in the pancreas and gut of the lamprey. *Gen. Comp. Endocr.*, 23: 311—324.

## PRELIMINARY STUDY ON ENDOCRINE CELLS IN THE GUT OF THREE CYPRINID FISHES

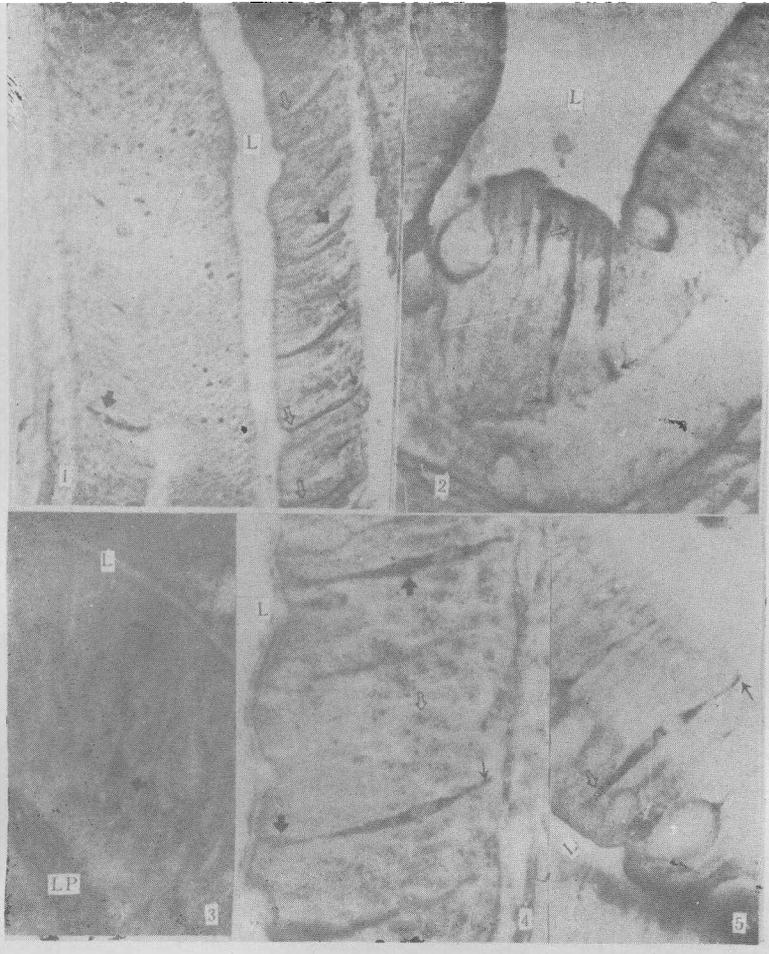
Pan Qiansheng and Fang Zhiping

(Department of Fishery, Central China Agricultural University, Wuhan)

### Abstract

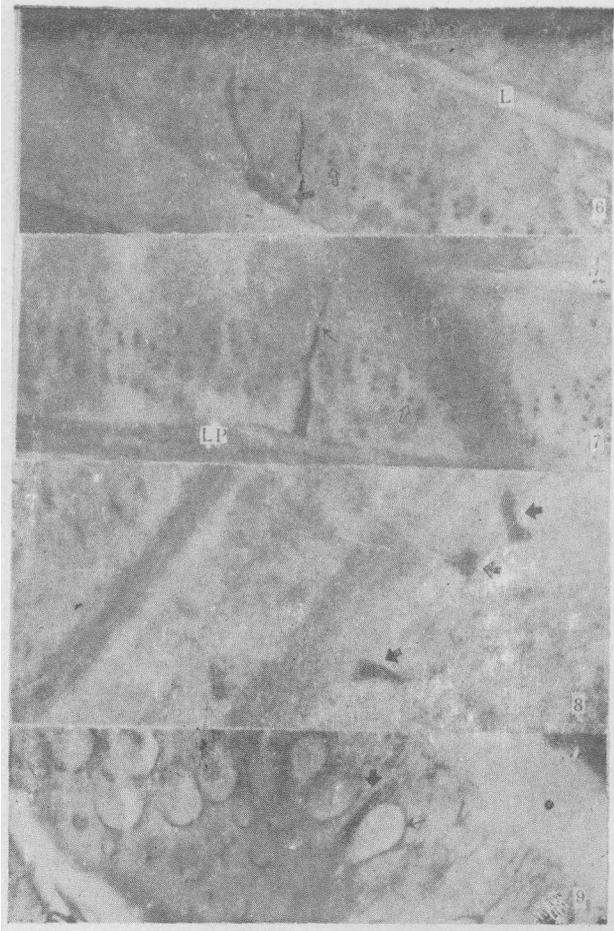
By using the Grimelius argyrophil staining method, an investigation was made into the endocrine cells in the gut of three cyprinids with different feeding habits, grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*), common carp (*Cyprinus carpio*) and whitefish (*Erythroculter ilishaeformis*). Endocrine cells are detected throughout the gut of all three species. The number of endocrine cells is most in the anterior segment of the foregut, and decreases towards the posterior end. Endocrine cells are seldom found in the rectum of *C. carpio* and *E. ilishaeformis*. But in *C. idellus*, the number of endocrine cells is slightly larger in the rectum than in the anterior segment of the hindgut. Endocrine cells are distributed in every part of the gut folds and are most abundant at the base of the folds. Most endocrine cells seem to be of the open type. They lie between the intestinal epithelial cells and goblet cells, and their cytoplasmic processes extend to the lumen of gut. Only a small number of endocrine cells have the feature of both open and close types; the basilar cytoplasmic process extends to the adjacent cells or intercellular space while the apical cytoplasmic process extends to the lumen of gut. In the intestinal epithelium, there is a group of round granules that show similar argyrophil staining characteristics as the enteroendocrine cells.

**Key words** Argyrophillia, Endocrine cells, Intestinal epithelial cells, Cytoplasmic process, The lumen of gut, Phagosomes



1. 鲤鱼肠上皮组织中内分泌细胞的分布及形态。示内分泌细胞(粗箭头), 伸向肠腔的胞突(空箭头)和伸向基膜方向的胞突(细箭头)。×120; 2, 5. 翘嘴红鲌肠上皮组织中内分泌细胞的形态。示伸向肠腔的胞突(空箭头)和伸向基膜处的胞突(细箭头), 注意胞突顶端膨大。×240; 3. 草鱼肠上皮组织中内分泌细胞的形态。示宽大的基底部(粗箭头), 伸向肠腔的细长突起(细箭头)和肠上皮细胞中的嗜银颗粒(空箭头)。×240; 4. 鲤鱼肠上皮组织中内分泌细胞的形态。示伸向肠腔的胞突及胞突上的囊状膨大处(粗箭头), 伸向基底处胞突(细箭头)和肠上皮细胞中的嗜银颗粒(空箭头)。×240。

Fig. 1. Showing the endocrine cells (thick arrows), the cytoplasmic process extending to the lumen of gut (open arrows), and cytoplasmic process extending to the basement membrane (small arrows). ×120; 2, 5. Showing the cytoplasmic process extending to the lumen of gut (open arrows), and the cytoplasmic process extending to the basement membrane (small arrows). Note the expansion of cytoplasmic process at the apex. ×240; 3. Showing the broad base (thick arrow), the long narrow project extending to the lumen of gut (small arrow), and the argyrophil granules in the intestinal epithelial cells (open arrow). ×240; 4. Showing the cytoplasmic process extending to the lumen of gut and the pocket-shaped expansion (thick arrows), the cytoplasmic process extending to the base (small arrow) and the argyrophil granules in the intestinal epithelial cells (open arrow). ×240.



6. 草鱼肠上皮组织中内分泌细胞的形态。示伸向肠腔的胞突, 上有囊状的膨大(细箭头), 伸向基膜的胞突, 沿着基膜将胞突伸向邻近的肠上皮细胞和细胞间隙(粗箭头), 肠上皮细胞中的嗜银颗粒(空箭头)。×200 7. 草鱼肠上皮组织中内分泌细胞形态。示伸向肠腔的胞突(细箭头); 肠上皮细胞中的嗜银颗粒(空箭头)。×240 8. 鲤鱼肠上皮组织中角锥形的内分泌细胞。×200 9. 翘嘴红鲌肠上皮细胞与杯状细胞之间的内分泌细胞。示蝌蚪形内分泌细胞(粗箭头)和杯状细胞。×240。

在以上图中: L——肠腔, LP——固有膜层。

Fig. 6. Showing the cytoplasmic process extending to the lumen of gut with a pocket-shaped expansion (small arrow), the cytoplasmic process extending to the basement membrane, and into adjacent intestinal epithelial cells and intercellular space along the basement membrane (thick arrow), and argyrophil granules in the intestinal epithelial cells (open arrow). ×240; 7. Showing the cytoplasmic process extending to the lumen of gut (small arrow) and the argyrophil granules in the intestinal epithelial cells (open arrow). ×240; 8. The pyramid shaped endocrine cells in the gut of *C. carpio*. ×240; 9. Showing a tadpole-shaped endocrine cell (thick arrow) and a goblet cell (small arrow). ×240.