

鲤、青鱼肠粘膜内分泌细胞的免疫组织 化学鉴别和定位*

方之平 山田纯三** 潘黔生

(华中农业大学, 武汉 430070)

提 要

使用过氧化物酶——抗过氧化物酶 (PAP) 的免疫组织化学染色技术, 用 10 种哺乳动物激素培育出的抗血清对鲤、青鱼肠道粘膜中内分泌细胞的鉴别表明, 它们的肠道粘膜上皮中存在有胃泌素、P 物质、牛胰多肽、亮氨酸脑啡肽、胰高血糖素样免疫反应物、抑胃多肽等 6 种免疫活性内分泌细胞; 而五羟色胺、胆囊收缩素和神经降压素没有免疫活性反应。在鲤的肠粘膜中存在生长抑素免疫活性内分泌细胞; 青鱼中则未见到这种细胞。两种鱼的各种免疫活性内分泌细胞多数在前肠的分布密度较大; 但青鱼肠粘膜中 P 物质和亮氨酸脑啡肽两种免疫活性内分泌细胞却在直肠中分布最多; 胰高血糖素样免疫活性内分泌细胞在中肠分布最多。P 物质和胃泌素免疫活性内分泌细胞大多数分布于肠褶顶部; 其他各种免疫活性内分泌细胞则主要分布于肠褶的中、底部。本文比较了鲤、青鱼的肠内分泌细胞在各肠段中的分布密度, 并对其形态学及分布特点进行描述和讨论。

关键词 鲤, 青鱼, 免疫组织化学, 免疫活性内分泌细胞, 肠褶, 细胞突起

近 20 年来对胃肠内分泌研究的进展表明, 消化道粘膜是体内最大, 最复杂的内分泌器官^[1]。鱼类消化道的内分泌系统几乎与哺乳动物的是一样地复杂^[7, 22]。人类和哺乳动物的消化道内分泌系统已有系统报道^[8, 9, 12]。有 18 种类型的内分泌细胞及激素被鉴别出^[18, 19, 26]; 而鱼类消化道内分泌系统的研究工作做得很少^[18, 20]。国外学者利用哺乳动物培育出的抗血清, 以免疫组织化学方法研究了某些鱼类消化道内分泌系统^[11, 13, 15, 18, 27], 并有所发现^[7]。我们亦曾使用 PAP 免疫组织化学染色技术, 用 10 种抗哺乳动物血清对草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*) 肠道内分泌细胞进行了鉴别和定位^[3]。并对几种鲤科鱼肠道中的胃泌素、高血糖素等免疫活性内分泌细胞进行过研究^[6, 7]。本研究用 10 种不同抗血清检查了与草鱼食性不同的鲤 (*Cyprinus carpio*)、青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*) 肠道中存在的内分泌细胞, 并比较草食、杂食、肉食 3 种不同食性鱼类肠道的内分泌细胞, 试图从内分泌学的角度为研究鱼类的食性提供理论依据, 为鱼类内分泌学研究的系统化提供资料。

* 国家自然科学基金资助项目。

** 日本帝产畜产大学。

1988 年 11 月 29 日收到。

材料和方法

青鱼 3 尾, 体长 45 cm; 鲤 3 尾, 体长 40 cm (1986 年 6—7 月取自武昌南湖渔场)。活鱼时剖腹取出前肠前、后段、中肠、后肠前段、直肠等 5 个部位^[3,6], 立即投入无冰醋酸的 Bouin 氏液中固定 24h, 经递增乙醇系列脱水, 二甲苯透明, 石蜡包埋, 纵、横切片均厚 5 μm 。然后用 PAP 免疫组织化学方法处理^[3,27], 镜检和计数^[2,6], 得出平均每平方毫米出现的内分泌细胞数目, 以此表示每种鱼各肠段中各种免疫活性内分泌细胞的分布密度。

各种抗血清及其工作浓度见表 1。

结 果

(一) 鲤、青鱼肠道中免疫活性内分泌细胞的种类及其分布

两种鱼的肠道中免疫活性内分泌细胞的种类、分布及密度分别如图 1、图 2 所示。

1. 胃泌素 (Gastrin, GAS) 免疫活性内分泌细胞在两种鱼的肠道中除直肠部位外其余各段中均有分布。密度最高处为前肠前段; 青鱼为 77 个细胞/ mm^2 ; 鲤鱼为 24 个细胞/ mm^2 , 在两种鱼肠道中这种内分泌细胞的分布密度从前至后均呈递减趋势。

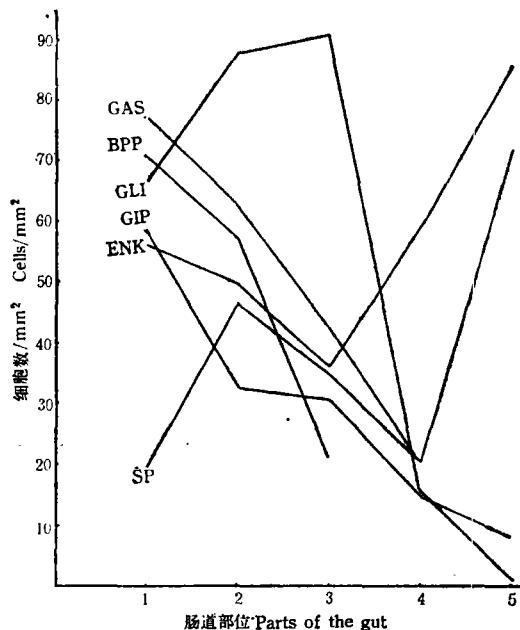


图 1 六种免疫活性内分泌细胞在青鱼肠道中的分布及密度

Fig. 1 Distribution and density of 6 kinds of immunoreactive endocrine cells in the gut of black carp (*M. piceus*)

1. 前肠前段 Anterior segment of foregut; 2. 前肠后段 Posterior segment of foregut; 3. 中肠 Midgut; 4. 后肠前段 Anterior segment of hindgut; 5. 直肠 Rectum

表 1 所使用抗血清的详细情况
Tab. 1 Detailed account of the antisera used

Antisera raised against	工作浓度 Working dilutions	代号 Code	特 性 Specificities	来 源 Sources
胃泌素 (GAS)	1:5 000	GP-1304	与 CCK-8 无交叉反应	Dr. N. Yanaihara 赠(日本, 静冈)
抑胃多肽 (GIP)	1:10 000 (G/R 34-11D)		与胰高血糖素无交叉反应	Guildhay, Surry, Sera 实验室(英国)
胰高血糖素样免疫反应物 (GL)	1:1 000	RPN. 1602	与胰和肠高血糖素全部交叉反应	Amersham International Pl. (英国, 阿默舍姆)
牛胰多肽 (BPP)	1:12 000	615-R-110-146-16	与人胰多肽具交叉反应	Dr. R. E. Chance 赠(美国, 印第安那波利斯)
亮氨酸脑啡肽 (ENK)	1:80 000	1671		UCB-生物制品公司(比利时, 布鲁塞尔)
P 物质 (SP)	1:2 000	MAS 035B		DAKO 公司(丹麦, 哥本哈根)
生长抑素 (SOM)	1:3 000			Dr. S. Ito 赠(日本, 新泻)
天然猪胆囊收缩素 (CCK-33)	1:3 000		与 CCK-11-20 具交叉反应, 与 GAS 无交叉反应	Dr. N. Yanaihara 赠(日本, 静冈)
五羟色胺 (5-HT)	1:10 000	Lot. 16302		免疫中心公司(美国, 斯蒂尔沃特)
神经降压素 (NT)	1:1 000	R-3501		Dr. N. Yanaihara 赠(日本, 静冈)
PAP 复合物(兔中培育)	1:100	Z-113		Polyscience, Warrington (沃灵顿)
PAP 复合物(豚鼠中培育)	1:200	24699		Polyscience, Warrington (沃灵顿)
羊抗兔 IgG 抗血清				
羊抗豚 IgG 抗血清				

* 除 GAS 抗血清在豚鼠中培育外, 所有其他种类的抗血清都在兔中培育
All antisera were raised in rabbits except that against gastrin which was raised in guinea pigs.

2. 牛胰多肽 (Bovine pancreatic polypeptide, BPP) 免疫活性内分泌细胞存在于青鱼的前肠和中肠, 在前肠前段中的分布密度最高, 为 71 个细胞/ mm^2 , 其分布密度从前向后呈递减趋势。鲤鱼仅于前肠中有分布, 在前肠后段分布较多, 密度为 12 个细胞/ mm^2 , 中肠及以后各段肠褶上未见有分布。

3. 胰高血糖素样免疫反应物 (Glucagon-like immunoreactants, GLI) 免疫活性内分泌细胞在青鱼的整个肠道中均有分布, 以中肠分布最多, 密度为 91 个细胞/ mm^2 。鲤鱼则仅见于前肠后段和中肠处有分布, 中肠处分布最密, 为 10 个细胞/ mm^2 。

4. 抑胃肽 (Gastric inhibitory peptide, GIP) 免疫活性内分泌细胞在青鱼的整个肠道中都有分布, 以前肠前段最密, 为 58 个细胞/ mm^2 , 并沿肠道向尾部方向递减。鲤鱼中则仅分布在前肠, 前肠前段相对分布较多, 密度为 3 个细胞/ mm^2 , 前肠以后的各部位均未见分布。

5. P 物质 (Substance, P, SP) 免疫活性内分泌细胞在青鱼整个肠道中均有分布, 在直肠部位分布最多, 密度为 72 个细胞/ mm^2 , 而在前肠前段则相对较少。从前肠前段至后肠前段分布密度呈较平稳的递减趋势。在鲤鱼的前肠前段和直肠部位未见分布, 而仅在肠道中部有分布, 其中肠处分布最多, 密度为 30 个细胞/ mm^2 。

6. 亮氨酸脑啡肽 (Leucine enkephalin, ENK) 免疫活性内分泌细胞在青鱼整个肠道中均有分布, 其中以直肠部位分布最密, 密度为 86 个细胞/ mm^2 。中肠处分布最少。鲤鱼则在前肠后段分布最多, 密度为 39 个细胞/ mm^2 。并沿肠道向尾部方向分布密度递减, 但在直肠处没有发现这类免疫活性内分泌细胞。

7. 生长抑素 (Somatostatin, SOM) 抗血清在鲤鱼前肠和中肠部位均可见到免疫组化阳性反应, 免疫活性内分泌细胞在前肠前段中分布较多, 密度为 13 个细胞/ mm^2 。但在青鱼肠道的所有部位中均未发现有免疫活性反应。

综上所述, 两种鱼肠道中 GAS、BPP、GLI、GIP、SP、ENK 等 6 种免疫活性内分泌细胞的分布密度青鱼全部大于鲤鱼。

青鱼肠粘膜中的 6 种、鲤鱼中的 7 种免疫活性内分泌细胞分布在整個肠道的不同肠段以及肠褶的不同部位。其中 GAS 和 SP 免疫活性内分泌细胞常集中位于肠褶的顶部近肠腔处 (图版 I: 1、图版 II: 14), 偶见于肠褶中部。其他几种免疫活性内分泌细胞则大多数位于肠褶的中部和底部 (图版 I: 5、8、11, 图版 II: 16), 在肠褶顶端极少见到分布。

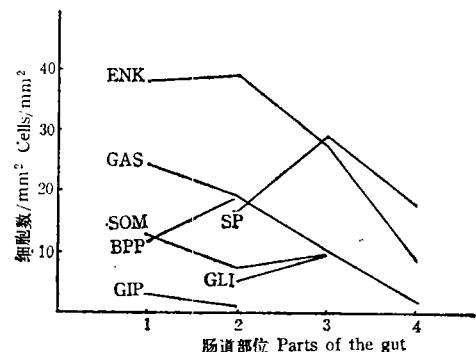


图 2 七种免疫活性内分泌细胞在鲤鱼肠道中的分布及密度

Fig. 2 Distribution and density of 7 kinds of immunoreactive endocrine cells in the gut of common carp (*C. carpio*)

1—5 图注同图 1

(二) 形态学特征

各种免疫活性内分泌细胞在 PAP 免疫组织化学染色, 以 DAB 为底物的切片上均呈深褐色, 明显区别于肠粘膜层中其他上皮细胞。它们均散在地分布于肠上皮细胞和杯状细胞之间, 具有独特的形态。胞体较大并有 1 个或 2 个相对发出的长胞突, 通向肠腔的突起较长, 通向基膜的突起较短并与基膜相接触、部分接触处的胞突形状有如突触样(图版 I: 3、4、8、10、12), 有时在细胞顶端仅见到 1 个通向肠腔的突起(图版 I:2, 图版 II:13, 15, 17), 有时顶端的胞突膨大如囊, 体积甚至超过胞体(图版 II: 13, 18) 或形似串珠并伸向肠腔(图版 I:9, 图版 II:15, 17)。少量的内分泌细胞仅见到伸向基膜和邻近细胞的基底端胞突(图版 I: 9、10, 图版 II:16); 有些内分泌细胞未见胞突, 呈椭圆形(图版 I:6、7、11,)。这些胞突的有无及形态或许是由于不同切面之故。总之, 两种鱼的各种免疫活性内分泌细胞的形态特征均具有上述表现, 差别不明显。

讨 论

除 SOM 外, 鲤、青鱼肠粘膜中所见到的 6 种免疫活性内分泌细胞与草鱼的肠内分泌细胞的研究结果相同^[3]。其中 GAS、BPP、ENK、SP 和 GLI 等 5 种免疫活性内分泌细胞与 Rombout 对贝鲃 (*Barbus conchonius*) 的肠内分泌细胞的研究结果也大致相似^[20-23]。在贝鲃肠粘膜中存在 CCK 和 NT 内分泌细胞, 而在鲤、青鱼肠粘膜中却未发现。Rombout 认为, SOM 免疫活性内分泌细胞仅存在于有胃硬骨鱼的胃中^[21,22], 我们的研究证实这种细胞同样存在于鲤鱼的前肠内。

两种鱼肠粘膜中的 6 种免疫活性内分泌细胞较集中分布于前肠和中肠, 后肠分布较少。鲤鱼的直肠肠褶上未见到任何一种抗血清的免疫活性反应, 这与草鱼肠内分泌细胞的研究结果一致^[3], 也与 Rombout 对贝鲃的研究结果相似^[20,21]。然而却与哺乳类和鸟类消化道内分泌细胞的分布方式有差别^[9,12,26]。这几种鱼的前肠至后肠的肠腔中, 食物随消化过程逐渐减少, 到直肠处的食物颗粒几乎不存在而被颗粒细而柔软的粪便所取代。由于食物颗粒对前肠及中肠的机械刺激, 使其中内分泌细胞的活动加剧引起激素分泌^[1,5,22]。特别是对分布在肠褶顶端的内分泌细胞, 它们更容易接受到来自食物对它们的刺激和直接从肠腔中受到一些刺激^[8,18]。

SP 和 ENK 两种内分泌细胞在青鱼直肠处分布最多, 可能是 SP 具有刺激平滑肌收缩的功能以及 ENK 象神经递质那样起调节的作用^[1]。SP 和 ENK 细胞的分泌作用无疑有利于排泄机能的正常进行。

鲤鱼肠道中各种内分泌细胞的数量明显少于青鱼的可能与食性不同有关。肠内食物的化学成分及 pH 值的不同, 内分泌细胞释放激素量亦不同^[1]。以往及本次实验证明, 不同品种的鱼, 其消化道内分泌细胞的种类、数量及分布必然有大小不同的差异。

两种鱼的肠道免疫活性内分泌细胞属于开放型细胞。它们具有较长的胞突将激素直接送入肠腔(腔内分泌)^[1], 同时这些细胞胞突上微绒毛感受食物或消化液, 从而调节自身的分泌率^[1]。胞突上的囊状与串珠状的膨大, 表明这些内分泌细胞分泌激素并非随时或

一次性释放的, 而是贮存在胞突膨大的囊中, 待机体需要时分次排出。还有极少呈椭圆形无胞突无微绒毛的内分泌细胞和无通向肠腔胞突的锥形内分泌细胞, 过去被称为闭合型^[2]。但目前看来, 这种细胞所缺少的胞突很可能是由于切片所致。实际上, 几乎所有的肠内分泌细胞都属于开放型^[4]。有时可见到一些内分泌细胞, 它们通向基膜和邻近细胞的胞浆突起与基膜或邻近细胞之间的接触处形成突触样, 这种特殊的细胞间的接触, 从形态学上提供了肠道内分泌细胞的旁分泌或神经内分泌的依据。认为一种肽类可以既具有激素机能, 也具有神经递质机能^[4]。

近 10 多年来, 胃肠生理学研究中的一个重大进展是发现了许多在脑和肠均有分布的肽类激素 (SP、ENK、SOM、CCK 和 NT 等), 这些双重分布的肽类激素被称为脑-肠肽 (brain-gut peptide)。在鱼类的肠粘膜中发现有 SP 等免疫活性内分泌细胞的存在为脑-肠肽这一概念提供了新的证据。SP 是脑肽中最先研究也是最多的一种, 它在脑中 30 处以上的地方存在^[4,14]。它是哺乳动物中第一个被证实的双重分布的脑-肠肽。其他的神经肽如 ENK、SOM、CCK 和 NT 等都在哺乳动物中被证实为双重分布的脑-肠肽^[4]。在鲤、青鱼、草鱼、贝类等鱼类的肠道中也发现分别存在 SOM、ENK、CCK 和 NT 免疫活性内分泌细胞。它们在鱼类中的双重分布需作进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] 王志均等, 1985。胃肠激素。科学出版社。
- [2] 方之平、李克平, 1988。水牛胃肠胰 (GEP) 内分泌系统中高糖素免疫反应细胞的分布及形态学研究。华中农业大学学报, 7(1): 85—89。
- [3] 方之平、山田纯三、潘黔生, 1988。草鱼肠道内分泌细胞中肽激素的免疫组织化学定位。华中农业大学学报, 7(2): 169—175。
- [4] 朱文玉, 1982。脑-肠肽研究的进展。生理科学进展, 13(1): 15—19。
- [5] 吕清浩、郭燕世, 1980。胃泌素研究的进展。生理科学进展, 11(4): 319—323。
- [6] 潘黔生、方之平, 1988。四种鲤科鱼肠道中胃泌素免疫活性细胞的免疫组织化学定位及比较。华中农业大学学报, 7(3): 238—242。
- [7] 潘黔生、方之平, 1988。鱼类 GEP 内分泌细胞研究的进展。华中农业大学学报, 7(4): 384—389。
- [8] Buchan, A. M. J. & Polak, J. M., 1980. The classification of the human gastroentero-pancreatic endocrine cells. *Invest. Cell Pathol.*, 3: 51—71.
- [9] Calingasan, N. Y., Kitamura, N., Yamada, J., Oomori, Y. & Yamashita, T., 1984. Immunocytochemical study of the gastroenteropancreatic endocrine cells of the sheep. *Acta. Anat.*, 118: 171—180.
- [10] Grube, D., & Forssmann, W. G., 1979. Morphology and function of enteroendocrine cells. *Horm. Res.*, 11: 589—606.
- [11] Holmgren, S., Vaillant, C. & Dimaline, R., 1982. VIP-, substance P-, gastrin/CCK-, bombesin-, somatostatin- and glucagon-like immunoreactivities in the gut of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Cell Tissue Res.*, 223: 141—153.
- [12] Kitamura, N., Yamada, J., Calingasan, N. Y. & Yamashita, T., 1984. Immunocytochemical distribution of endocrine cells in the gastrointestinal tract of the horse. *Equine Vet. J.*, 16(2): 103—107.
- [13] Kitamura, N., Yamada, J., Calingasan, N. Y. & Yamashita, T., 1985. Histologic and immunocytochemical study of endocrine cells in the gastrointestinal tract of the cow and calf. *Am. J. Vet. Res.*, 46(6): 1381—1386.
- [14] Langer, M., Van Noorden, S., Polak, J. M. & Pearse, A. G. E., 1979. Peptide hormone-like immunoreactivity in the gastrointestinal tract and endocrine pancreas of eleven teleost species. *Cell Tissue Res.*, 199: 493—508.
- [15] Noaillac-Depeyre, J. & Hollande, E., 1981. Evidence of somatostatin, gastrin and pancreatic polypeptide-like substances in the mucosa cells of the gut in fishes with and without stomach. *Cell Tissue Res.*, 216: 193—203.

[16] Noorden, S. van & Polak, J. M., 1980. Hormones of the alimentary tract. In: Barrington EJW (ed) Hormones and evolution. pp. 791—828. Academic Press, New York.

[17] Polak, J. M. & Bloom, S. E., 1980. Neural and cellular origin of gastrointestinal hormonal peptides in health and disease. In: Jerzy Glass GB (ed) Gastrointestinal hormones. pp. 19—51. Raven Press, New York.

[18] Reifel, C. W. & Linden, R. D., 1983. Endocrine cells in the gastrointestinal tracts of 3 teleostean species. *Anat. Anz., Jena.*, **154**: 413—418.

[19] Rombout, J. H. W. M., 1977. Enterendoctrine cells in the digestive tract of *Barbus conchonius* (Teleostei, Cyprinidae). *Cell Tissue Res.*, **185**: 435—450.

[20] Rombout, J. H. W. M. & Taverne-Thiele, J. J., 1982. An immunocytochemical and electronmicroscopical study of endocrine cells in the gut and pancreas of a stomachless teleost fish, *Barbus conchonius* (Cyprinidae). *Cell Tissue Res.*, **227**: 577—593.

[21] Rombout, J. H. W. M. & Reinecke, M., 1984. Immunohistochemical localization of (neuro-) peptide hormones in endocrine cells and nerves of the gut of a stomachless teleost fish, *Barbus conchonius* (Cyprinidae). *Cell Tissue Res.*, **237**: 57—65.

[22] Rombout, J. H. W. M., 1985. Function and origin of endocrine cells in gut and pancreas of teleost. *Acta. Microscopica*, **8**(3): 329—335.

[23] Rombout, J. H. W. M., Van der Grinten, C. P. M., Peeze Binkhorst, F. M., Taverne-Thiele, J. J. & Schooneveld, H., 1986. Immunocytochemical identification and localization of peptide hormones in the gastroentero-pancreatic (GEP) endocrine system of the mouse and a stomachless fish, *Barbus conchonius*. *Histochemistry*, **84**: 471—483.

[24] Solcia, E., Capella, C., Buffa, R., Frigerio, B., Usellini, L. & Fiocca, R., 1980. Morphological and functional classification of endocrine cells and related growth in the gastrointestinal tract. In: Jerzy Glass GB (ed) Gastrointestinal hormones. pp. 1—17. Raven Press, New York.

[25] Sternberger, L. A., 1979. Immunohistochemistry. 2nd edn., John Wiley and Sons, New York.

[26] Yamada, J., Kitamura, N. & Yamashita, T., 1985. The relative frequency and topographical distribution of somatostatin-, GRP-, APP-, glucagon-, 5-HT-, and neurotensin-immunoreactive cells in the proventriculus of seven species of birds. *Arch. Histol. Jap.*, **48**(3): 305—314.

[27] Yoshida, K., Iwanaga, T. & Fujita, T., 1983. Gastro-Entero-Pancreatic (GEP) endocrine system of the flatfish, *Paralichthys olivaceus*: An immunocytochemical study. *Arch. Histol. Jap.*, **46**(2): 259—266.

IMMUNOHISTOCHEMICAL IDENTIFICATION AND LOCALIZATION OF ENDOCRINE CELLS IN THE INTESTINAL MUCOSA OF COMMON CARP AND BLACK CARP

Fang Zhiping Junzo Yamada* and Pan Qiansheng

(Agricultural University of Central China, Wuhan 430072)

Abstract

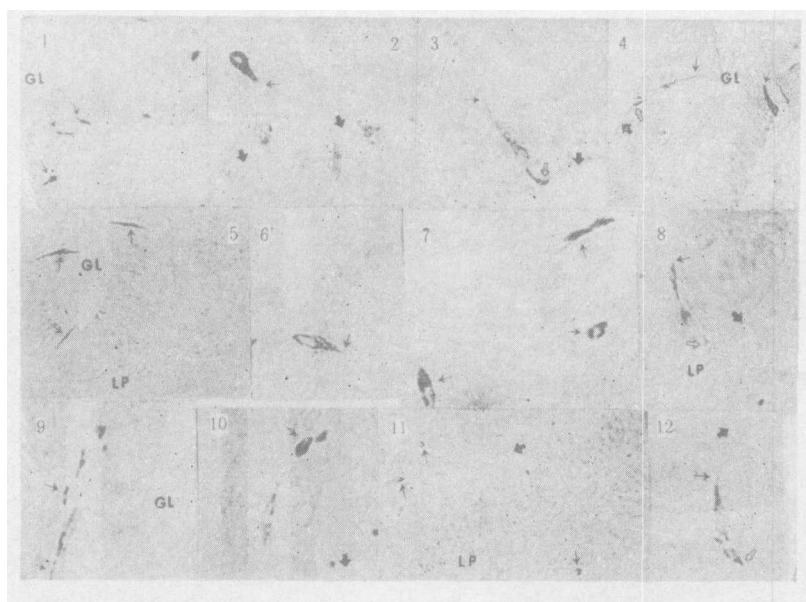
Using immunohistochemical staining technique of the peroxidase-anti-peroxidase (PAP), 10 kinds of antisera raised against mammalian hormones were investigated with regard to the identification and distribution of endocrine cells in the intestinal mucosa of common carp (*Cyprinus carpio*) and black carp (*Mylopharyngodon piceus*). Endocrine cells in the intestinal mucosa of common carp reacting with antisera against 7 different mammalian polypeptide hormones were localized, and 6 kinds of antisera were localized in black carp. Positive reactions were obtained with antisera against gastrin(GAS), substance P(SP), bovine pancreatic polypeptide(BPP), leucine enkephalin(ENK), glucagon-like immunoreactants(GLI), gastric inhibitory peptide (GIP), and somatostatin(SOM). No immunoreactivities were found with antisera against meiotensin(NT), 5-hydroxytryptamine(5-HT) and cholecystokinin(CCK) in the gut of common carp and black carp, or with antisera against somatostatin(SOM) in the gut of black carp.

Most kinds of the immunoreactive endocrine cells had the highest distribution density in the anterior segment of the foregut of common carp and black carp. But in the gut of black carp, SP and ENK endocrine cells had the highest distribution density in the rectum, while GLI endocrine cells had the highest distribution density in the midgut. In common carp, BPP and ENK endocrine cells had the highest distribution density in the posterior segment of foregut, SP and GLI endocrine cells had the highest distribution density in the midgut, and none of the immunoreactive endocrine cells was found in the rectum. GAS and SP endocrine cells were mostly located in the top of the gut folds; the rest were mostly located in the basal and middle parts of the gut folds. Almost all kinds of immunoreactive endocrine cells were of the open type. In some endocrine cells, the basilar cytoplasmic process extended to the basement membrane and adjacent cells, and formed synapse-like contact with basement membrane. This phenomenon provided morphological evidence for neuroendocrine and paracrine secretion of enteroendocrine cells. It is noteworthy that SP, ENK and SOM are neural peptides, their immunoreactive endocrine cells were found in the intestinal mucosa of fishes. This phenomenon provides new evidence for the concept of brain-gut peptides.

In the present paper, the morphological characteristics of immunoreactive endocrine cells were described. Their distribution density in all intestinal segments of common carp and black were compared. Their distribution characteristics, the possible way of secretion and function were discussed.

Key words *Cyprinus carpio*, *Mylopharyngodon piceus*, Immunohistochemistry, Immunoreactive endocrine cells, Gut fold, Cytoplasmic process

* Department of Veterinary Anatomy, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Japan

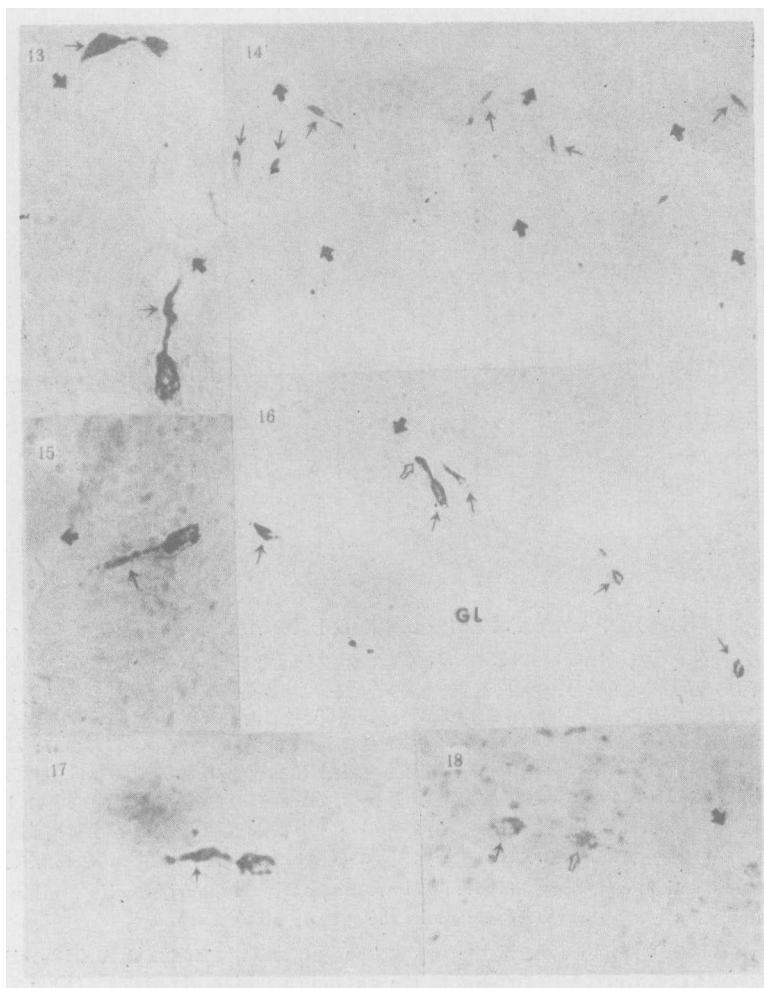


青鱼肠道中各种免疫活性内分泌细胞(以下简称细胞)的分布及形态

1. GAS 细胞(箭头)分布于肠褶顶端, $\times 40.2$;
2. GIP 细胞, 伸向肠腔(粗箭头)的胞突(细箭头), $\times 160.8$;
3. SP 细胞, 伸向肠腔的胞突(细箭头), 伸向基膜(粗箭头)的胞突与基膜呈突触样接触(空箭头), $\times 160.8$;
4. GAS 细胞, 伸向肠腔的胞突(细箭头), 伸向基膜(粗箭头)的胞突(空箭头), $\times 160.8$;
5. GIP 细胞(箭头)分布于肠褶基部, 细胞两端相对发出胞突, $\times 80.4$;
6. SP 细胞胞突(箭头)伸向肠腔, $\times 160.8$;
7. GIP 细胞(箭头), 呈椭圆形和长梭形, $\times 160.8$;
8. BPP 细胞伸向肠腔的胞突(细箭头)膨大如囊, 伸向基膜(粗箭头)的胞突(空箭头)呈突触状, $\times 160.8$;
9. ENK 细胞, 伸向基膜和邻近细胞的胞突(箭头)呈串珠状, $\times 160.8$;
10. GLI 细胞, 伸向基膜的胞突(细箭头)膨大如囊, $\times 160.8$;
11. BPP 细胞(细箭头)分布于肠褶基底部, 肠腔(粗箭头), $\times 80.4$;
12. ENK 细胞, 伸向肠腔(粗箭头)的胞突(细箭头), 伸向基膜的胞突(空箭头), $\times 160.8$

Distribution and morphology of various immunoreactive endocrine cells (following abbreviated cells) in the gut of black carp

1. GAS-cells (arrows) are located in the top of the gut folds, $\times 40.2$;
2. A GIP-cells, the cytoplasmic process (thin arrow) extended to the gut lumen (thick arrows), $\times 160.8$;
3. A SP-cell, the cytoplasmic process (thin arrow) extended to the basement membrane (thick arrow) formed synapse-like contact (empty arrow) with the basement membrane, $\times 160.8$;
4. GAS-cells, the cytoplasmic process (thin arrows) extended to the gut lumen, the cytoplasmic process (empty arrow) extended to the basement membrane (thick arrow), $\times 160.8$;
5. GIP-cells (arrows) are located in the basal part of the gut folds, the cytoplasmic process stretched oppositely from both ends of the cell body, $\times 80.4$;
6. A SP-cell, the cytoplasmic process (arrow) extended to the gut lumen, $\times 160.8$;
7. GIP-cells (arrows) are oval and long shuttle shape, $\times 160.8$;
8. A BPP-cell, the cytoplasmic process (thin arrow) extended to the gut lumen in the shape of an expanded pocket, the cytoplasmic process (empty arrow) extended to the basement membrane (thick arrow) in a synapse-like shape, $\times 160.8$;
9. ENK-cell, the cytoplasmic process extended to the basement membrane and adjacent cells are in the shape of string beads (arrows), $\times 160.8$;
10. A GLI-cell, the cytoplasmic process (thin arrow) extended to basement membrane in the shape of an expanded pocket, $\times 160.8$;
11. BPP-cells (thin arrows) are located in the basal part of the gut folds, gut lumen (thick arrow), $\times 80.4$;
12. A ENK-cell the cytoplasmic process (thin arrow) extended to the gut lumen (thick arrow) and the cytoplasmic process (empty arrow) to the basement membrane, $\times 160.8$



鲤肠道中各种免疫活性内分泌细胞(以下简称细胞)的分布及形态

13. GAS 细胞, 伸向肠腔的胞突(细箭头)膨大如囊, $\times 212.4$; 14. SP 细胞(细箭头)分布在肠褶顶端, $\times 107.2$; 15. ENK 细胞, 伸向肠腔的胞突(细箭头)呈串珠状, $\times 212.4$; 16. ENK 细胞(细箭头)分布在肠褶基部, 未见顶端胞突, 基底端胞突(空箭头)伸向基膜, 膨大如囊状, 基膜(粗箭头), $\times 107.2$; 17. SOM 细胞, 伸向肠腔呈串珠状的胞突(细箭头), $\times 212.4$; 18. SOM 细胞(细箭头), 伸向肠腔膨大如囊的胞突(空箭头), $\times 212.4$
GL (肠腔,粗箭头)

Distribution and morphology of various immunoreactive endocrine cells (following abbreviated cells) in the gut of common carp

13. GAS-cells, the cytoplasmic process (thin arrows) extended to the gut lumen in the shape of an expanded pocket, $\times 212.4$; 14. SP-cell (thin arrows) are located in the top of the gut folds, $\times 107.2$; 15. A ENK-cell (thin, the cytoplasmic process extended to gut lumen in the shape of string beads (thin arrow), $\times 212.4$; 16. ENK-cell (thin arrows) are located in the basal part of the gut folds, the cytoplasmic process are not found in the top end. The cytoplasmic process (empty arrow) extended to the basement membrane (thick arrow) is in the shape of an expanded pocket, $\times 107.2$; 17. A SOM-cell, the cytoplasmic process extended to the gut lumen in the shape of string beads (thin arrow), $\times 212.4$; 18. A SOM-cell (thin arrow), the cytoplasmic process (empty arrow) extended to the gut lumen (thick arrow) in the shaped an expanded pocket, $\times 212.4$