

## 生长抑素在齐口裂腹鱼消化道和脑中的定位

方 静 樊均德 何 敏

(四川农业大学动物科技学院,雅安 625014)

**摘要:**采用链霉亲合素-生物素-过氧化物酶复合物免疫组化法研究生长抑素 (Somatostatin, Som) 在齐口裂腹鱼 (*Schizothorax prenanti*) 脑和消化道中的定位。在消化道中,口咽腔和食道为阴性反应;肠道有 Som 强阳性细胞,其中前肠密度最高,中肠次之,后肠最低。这些 Som 阳性细胞多分布于黏膜上皮,形态多样。肠道巨噬细胞呈 Som 强阳性反应。Som 广泛分布于各脑区的神经元或神经纤维中,呈弱或强阳性反应,其中下丘脑下叶乳头体内 Som 阳性细胞密度最高,背嗅核、侧嗅核、原始纹体、视前核、内嗅沟旁、缰核下区、前丘脑核、前圆核、下丘脑中叶室、下丘脑下叶、中脑室侧次之;小脑分子层和延脑 VIV 核较少。端核和脑上腺有阳性神经纤维。这说明 Som 在肠道中的分布与该鱼食性、消化道结构和功能密切相关;Som 在下丘脑中的分布特点为鱼类 GH 调控提供了形态学证据;Som 在脑中广泛分布,提示可能作为一种神经递质或调质,发挥更为广泛的生理功能。

**关键词:**生长抑素;齐口裂腹鱼;消化道;脑;免疫组织化学

**中图分类号:** S917 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2009)03-0478-06

从哺乳类下丘脑中发现生长抑素 (Somatostatin, Som) 至今已 30 余年。业已证实, Som 不仅存在于下丘脑,而且广泛分布于下丘脑以外的中枢神经系统、胃肠道、肾脏及多种腺体中,是一种具有双重分布特性的典型脑肠肽<sup>[1]</sup>。Som 可抑制生长激素的释放,也抑制其他多种激素的释放,同时还具有广泛的免疫抑制效应和多种药理和细胞保护作用<sup>[1]</sup>。故对它在动物体内分布的研究不仅具有重要的理论意义,还有潜在的应用价值。齐口裂腹鱼 (*Schizothorax prenanti*) 地方名“雅鱼”,属鲤科,裂腹鱼亚科,主要分布于大渡河、青衣江水系上游,是产区名贵经济鱼类。随着捕捞强度的增大和自然生态环境的破坏,其资源量急剧下降。目前,有关齐口裂腹鱼形态学的研究主要集中在消化道和端脑的一般组织结构方面<sup>[2-4]</sup>,而有关 Som 在其脑和消化道中的分布未见报道。本文采用链霉亲合素-生物素-过氧化物酶复合物 (Strept Avidin-Biotin-Peroxidase complex, SABC) 免疫组织化学技术对齐口裂腹鱼脑和消化道内 Som 的分布进行研究,为其可能参与调节消化、神经内分泌活动提供形态学证据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 抗血清及主要试剂 第一抗体:兔抗人 Som

抗血清 (工作浓度 1:100), 正常山羊血清 (1:10), 生物素化二抗 (1:100), DAB 显色剂 (0.05:100), SABC (1:100), 以上试剂均购于武汉博士德生物工程公司。

**1.2 标本制作** 齐口裂腹鱼 5 尾, 体长 30—40 cm, 体重 600—1200 g, 置清水中暂养 24 h 后, 活体解剖, 取出前肠前段和后段、中肠、后肠前段和后段, 立即投入 Bouin's 液中固定 18—24 h, 常规脱水透明, 石蜡包埋, 切片 6  $\mu$ m, 贴片, 37  $^{\circ}$ C 烘干备用。同时取全脑, -20  $^{\circ}$ C 保存, 连续冰冻切片, 切片 20  $\mu$ m。

**1.3 SABC 免疫组织化学染色** 石蜡切片脱蜡至水后, 以 3%  $H_2O_2$  灭活内源性过氧化物酶 10 min, 置于正常山羊血清中, 室温孵育 20 min, 再进入一抗 4  $^{\circ}$ C 孵育 17 h, 又分别在生物素化二抗和 SABC 复合物 37  $^{\circ}$ C 中孵育 20 min, 最后以 DAB 显色, 苏木精轻度复染。以上各步骤均用 PBS 冲洗, 全部过程均在蒸馏水配制的湿盒中进行。冰冻切片, 复温后以 0.6%  $H_2O_2$  甲醇溶液代替 3%  $H_2O_2$ , 其余步骤同石蜡切片。对照片以 PBS 替代一抗, 其余步骤同实验片。

**1.4 观察及测定** 在 Olympus 显微镜下观察切片,

用江苏捷达 801 形态分析软件对阳性细胞进行分析,每条鱼每个部位随机选取 5 张切片,测量阳性细胞的数密度和光密度值,实验数据以  $\bar{x} \pm s$  表示。光密度表示免疫阳性反应的强度,0.3 以上为强阳性反应,0.3 以下为弱阳性反应。

## 2 结 果

### 2.1 Som 阳性细胞在消化道中的分布

口咽腔和食道为阴性反应,肠道为阳性反应(表 1),阳性颗粒定位于细胞质,呈棕褐色。Som 阳性细

胞在前肠前段和后段数量最高(图版 -1),阳性反应强;中肠数量略有减少,阳性反应变化不大;后肠前段和后段数量明显减少,阳性反应减弱(图版 -2)。Som 阳性细胞多分布于黏膜上皮之间,形态多样,呈圆形、卵圆形(图版 -3)、三角形、锥形和长梭形。呈梭形的 Som 阳性细胞有两个胞突,一个伸向肠腔,一个伸向基膜,有的胞突膨大呈串珠状(图版 -4)。阳性颗粒细小,充满胞浆和突起。此外,肠黏膜中的巨噬细胞呈强阳性反应,胞质中有粗大的强阳性颗粒,其光密度值达  $0.39 \pm 0.03$ (图版 -5)。

表 1 Som 阳性细胞在齐口裂腹鱼消化道和脑中的数密度(个/mm<sup>2</sup>)和光密度  
Tab. 1 The number density(number/mm<sup>2</sup>) and optical density of Som-positive cells in the digestive tract and brain of *S. Prenati*

| 分布部位<br>Location   |                                                          | 数密度<br>Number density | 光密度<br>Optical density |
|--------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 消化道 Digestive tube | 前肠前段 Anterior segment of foregut                         | 58.20 ± 10.97         | 0.38 ± 0.03            |
|                    | 前肠后段 Posterior segment of foregut                        | 57.34 ± 8.12          | 0.38 ± 0.04            |
|                    | 中肠 Midgut                                                | 46.17 ± 12.99         | 0.38 ± 0.04            |
|                    | 后肠前段 Anterior segment of hindgut                         | 21.36 ± 7.25          | 0.33 ± 0.03            |
|                    | 后肠后段 Anterior segment of hindgut                         | 13.64 ± 4.24          | 0.33 ± 0.10            |
| 端脑 Telencephalon   | 背嗅核 Dorsal olfactory nucleus                             | 795.67 ± 67.12        | 0.20 ± 0.01            |
|                    | 侧嗅核 Lateral olfactory nucleus                            | 740.52 ± 87.38        | 0.19 ± 0.02            |
|                    | 原始纹体 Primordial striatum                                 | 278.34 ± 12.14        | 0.21 ± 0.01            |
|                    | 视前核 Preoptic nucleus                                     | 283.60 ± 89.13        | 0.31 ± 0.02            |
|                    | 内嗅沟 Latero-rhinal fissure                                | 299.36 ± 78.61        | 0.28 ± 0.03            |
| 间脑 Diencephalon    | 缰核 Nucleus habenulae                                     | 346.63 ± 83.12        | 0.24 ± 0.01            |
|                    | 前丘脑核 Nucleus anterior thalami                            | 173.31 ± 23.54        | 0.25 ± 0.02            |
|                    | 前圆核 Nucleus prerotundus                                  | 199.57 ± 32.80        | 0.22 ± 0.02            |
|                    | 下丘脑中叶 Medium lobe of hypothalamus                        | 101.31 ± 21.45        | 0.23 ± 0.03            |
|                    | 下丘脑中叶室 Diverticulum of hypothalamus inferiors lobes      | 217.43 ± 39.23        | 0.22 ± 0.02            |
| 中脑 Metencephalon   | 下丘脑下叶乳头体 Corpus mammillare of hypothalamus inferior lobe | 1496.80 ± 233.42      | 0.20 ± 0.01            |
| 小脑 Metencephalon   | 中脑室两侧 The bilateral parts of the mesencephalon chamber   | 346.63 ± 105.76       | 0.31 ± 0.03            |
| 延脑 Myelencephalon  | 小脑瓣分子层 Molecular layer of cerebella valvula              | 91.48 ± 11.14         | 0.25 ± 0.01            |
|                    | VI 核 The nucleus VI                                      | 47.27 ± 15.76         | 0.32 ± 0.03            |
|                    | V 核 The nucleus V                                        | 78.78 ± 13.79         | 0.23 ± 0.01            |

### 2.2 Som 阳性细胞在脑中的分布

Som 特异性定位在齐口裂腹鱼各脑区的神经元胞质或神经纤维中,呈棕褐色,其中以端脑、间脑中阳性细胞数量最多,中脑、延脑较少,小脑中最少(表 1)。

端脑 由嗅球、嗅束和大脑半球构成。端脑两半球由背部的外套膜和两个基叶(原始纹体)组成。两基叶被中间的纵沟分开,两基叶向后腹部彼此相连部分称端极。每一基叶又被 Y 状沟、梨状沟和内嗅沟等大致分为不同的区域。端脑中连前核、侧嗅核、背嗅核、视前核等较为显著。大脑半球端极中有 Som 阳性神经纤维分布(图版 -6、图版 -6a)。背

嗅核 Som 阳性细胞数量多,阳性反应弱,多呈较淡的圆环状,少数可见细的胞突(图版 -7)。侧嗅核中也有较多的梨形或椭圆形 Som 弱阳性细胞。原始纹体中部 Som 阳性细胞较分散,细胞呈近圆形或锥形,阳性反应较弱。视前核中的大细胞呈 Som 强阳性反应,多为圆形或椭圆形,可见胞突伸出(图版 -8)。内嗅沟旁 Som 阳性细胞集合成群,细胞形态梨形或椭圆,阳性反应较弱(图版 -9)。

间脑 间脑包括上丘脑、丘脑及下丘脑。上丘脑主要由脑上腺、缰核组成。丘脑位于上丘脑腹面,主要有侧膝核、前丘脑核、圆核、前圆核、后丘脑核。下丘脑紧接在丘脑腹侧,包括中叶、左右两下叶与脑

下垂体。缰核有较多的锥形或椭圆形的 Som 弱阳性细胞。Som 强阳性神经纤维环绕脑上腺细胞基部 (图版 -10)。前丘脑核和前圆核中 Som 阳性细胞多为梨形、角锥形、椭圆形,数量呈中等密度,阳性较弱 (图版 -11)。下丘脑中叶的 Som 阳性细胞分散在该核团其他细胞之间。下丘脑下叶室的 Som 阳性细胞则呈小颗粒状,少量为梨形或锥形,呈弱阳性反应 (图版 -12)。下丘脑下叶乳头体中的 Som 阳性细胞数量最多,达  $1496.80$  个细胞/ $\text{mm}^2$ ,细胞密集且小,近圆形,阳性反应弱 (图版 -13)。脑下垂体为阴性反应。

**中脑** 中脑由背面的视叶和腹面中脑基部组成,视叶中间有中脑室。中脑室两侧有一较密集的 Som 强阳性细胞区,细胞形态不规则 (图版 -14)。

**小脑** 位于中脑视盖后方,向前小脑瓣突入中脑视盖。小脑瓣分子层中有少量 Som 阳性细胞呈弱阳性反应,多为圆环状或椭圆形,胞体大,可见明显的胞突 (图版 -15)。

**延脑** 在延脑两侧及腹面有多对脑神经发出。腹侧的第 V 和第 V 神经核中均有少量 Som 阳性细胞,细胞椭圆或锥形,有较细长的胞突,其中前者免疫阳性反应强,后者较弱 (图版 -16)。

### 3 讨论

#### 3.1 有关 Som 在消化道中的分布

Rambout 曾做过大量研究并认为 Som 阳性细胞仅存在于有胃真骨鱼类的胃中<sup>[5]</sup>。随后在乌鳢、短盖巨脂鲤、河鲈和云斑鲮的研究证实了 Rambout 的观点<sup>[6]</sup>;近年有资料表明尼罗罗非鱼、鳊鱼、鲮鱼等有胃鱼的胃和肠中均有 Som 阳性细胞分布<sup>[6]</sup>;Som 阳性细胞不仅分布在花鲈<sup>[7]</sup>、黄鳝<sup>[8]</sup>的胃中,还存在于食道中。Som 阳性细胞在无胃鱼消化道中存在较少,目前仅见鲤鱼前肠<sup>[9]</sup>、重口裂腹鱼整个肠道中有分布<sup>[10]</sup>。本文检测到齐口裂腹鱼消化道中 Som 阳性细胞仅分布于各段肠道,其密度在前肠最高、中肠次之,后肠明显减少,其分布型与重口裂腹鱼相似。这些研究结果说明 Som 阳性细胞在鱼类消化道中的分布存在多样性。本研究显示 Som 阳性细胞不仅在前、中肠数量较多,且阳性反应强,后肠也有一定数量分布,提示 Som 在齐口裂腹鱼肠道内所发挥的作用较大。在消化系统中, Som 对胃、肠、胰有普遍的抑制作用,可抑制几乎所有胃肠激素的释放,胃液、胃蛋白酶、胆汁和胰外分泌的分泌,抑制胃肠运动等功能,但在一定程度上对胃肠黏膜细

胞和胰腺 B 细胞也具有保护作用<sup>[11]</sup>。齐口裂腹鱼为植食性鱼类,其肠道较长,比肠长 (肠子长度/体长) 达  $4.03$ <sup>[12]</sup>,较大的肠上皮面积和相应较多的 Som 阳性细胞,推测其分泌物可有效地抑制肠激素分泌及肠蠕动,降低食物排空速度,通过抑制胰外分泌功能来控制胰腺各消化酶对食物的分解,同时使营养物质的吸收明显减慢。这些作用的综合效应保证了营养物质能缓慢、平和地进入血液循环,有利于进食后机体内环境的相对稳定,这对肠道分泌与抑制活动达到动态平衡无疑起着重要的调节作用。

作者曾报道齐口裂腹鱼肠道黏膜上皮中的巨噬细胞呈圆形或卵圆形,在 H.E 染色中,胞质内有大小不等的嗜酸性颗粒,在电镜下为形态各异的溶酶体<sup>[3]</sup>。本文观察到这类细胞胞质中的颗粒呈 Som 强阳性反应,但由于本文只进行了免疫组织化学的研究,未进行原位杂交,因此还不能肯定巨噬细胞中的阳性产物是由该细胞合成还是巨噬细胞吞噬所致,对此尚需进一步研究。

#### 3.2 有关 Som 在脑中的分布

迄今对 Som 在脑中分布方面的研究,主要集中在高等脊椎动物和禽类<sup>[11,12]</sup>。在哺乳类, Som 神经元胞体主要存在于下丘脑<sup>[11]</sup>。也有资料显示哺乳动物脑中所含的 Som 不是来自下丘脑,而是由神经元合成并释放<sup>[13]</sup>。在大脑皮质较深层、中央灰质、尾状核、新纹状体、海马 (HC) 的齿状回、CA3 各层、CA1 区始层和锥体细胞层等处富含 Som 神经元<sup>[13]</sup>。中枢神经系统 Som 神经元的分布大致为:大脑皮层 49%、脊髓 30%、脑干 12%、下丘脑 7%、嗅球 1% 和小脑 1%<sup>[14]</sup>。鸡和哺乳动物下丘脑中 Som 神经元分布不同,前者主要分布在外侧和腹内侧核,而后者则主要分布于视前区 - 下丘脑室周核<sup>[12]</sup>。位于下丘脑中的 Som 可抑制垂体 GH 的基础分泌,也抑制垂体 TSH 的基础及 TRH 诱发分泌<sup>[11]</sup>。在鱼类, Som 在脑中的分布研究报道较少。黄颡鱼和鲢鱼脑中 Som 细胞广泛分布于下丘脑、脑室周围、中脑、延脑、端脑和小脑,其中以下丘脑的核团和脑室周围含量高,其次是中脑和延脑的网状核<sup>[15]</sup>。草鱼的中脑、前脑垂体中均发现 Som 免疫活性内分泌细胞<sup>[16]</sup>。1983 年, Cook 报道 Som 可以抑制金鱼、鲤鱼等在体和离体的脑垂体释放 GH<sup>[17]</sup>,也能抑制由其他分泌因子刺激的 GH 释放<sup>[18]</sup>。林信伟等<sup>[19]</sup>在鲤鱼体外研究发现 Som 能显著抑制 GnRH 和 GnRH 类似物诱导的基础 GH 的释放。这些结果为 Som 在鱼类中作为 GH 释放抑制因子功能的假说提供了证据。本

研究检测到下丘脑中 Som 阳性细胞数量多,这与罗立廷研究的黄颡鱼和鲶鱼相似。但罗立廷的论文没有显示出 Som 阳性细胞在下丘脑中分布的具体位置<sup>[15]</sup>。我们发现 Som 阳性细胞集中分布在下丘脑乳头体内,其数量高达  $(1496.80 \pm 233.42)$  个细胞/ $\text{mm}^2$ ,占脑阳性细胞总数的 27.23%,这种分布特点为 Som 对鱼类 GH 等的调控提供了形态学证据,同时也表明 Som 在齐口裂腹鱼下丘脑中的分布位置与哺乳动物和禽类不同。本文观察到 Som 阳性神经元不仅分布于下丘脑区,在背嗅核、侧嗅核有较高密度的阳性细胞;原始纹体、视前核、内嗅沟旁,缰核,前丘脑核、前圆核、中脑室侧有中等密度的阳性细胞;在小脑分子层和延脑 V I、V 神经核也有少量阳性细胞,此外,在端核和脑上腺有阳性神经纤维分布。这说明与黄颡鱼、鲶鱼以及哺乳动物相似, Som 在齐口裂腹鱼脑中广泛分布,提示 Som 并不只是在下丘脑 垂体调节中起作用,可能作为一种神经递质或调质,作用于不同的靶细胞,发挥其更为广泛的生理功能。我们在齐口裂腹鱼的垂体中未发现 Som 阳性反应,这与草鱼不同<sup>[16]</sup>。这是否与种类有关,尚需进一步研究。

综上所述, Som 广泛分布于齐口裂腹鱼肠道和脑中,进一步证实 Som 是一种双重分布的脑肠肽。但本文研究仅对 Som 细胞在齐口裂腹鱼消化道和脑的分布提供形态学证据,至于它的真正生理功能有待进一步研究。

## 参考文献:

- [ 1 ] Xie Q W. Neuropeptides [M]. The Publish House of Fudan University. 2004, 93—96 [谢启文. 神经肽. 复旦大学出版社. 2004, 93—96]
- [ 2 ] Fang J, Zhou Y. Morphological and histological studies on the digestive tracts of *Schizothorax Prenati* and *Schizothorax davidi* [J]. *J. Sichuan Agric Univ*, 1995, 13 (1): 101—106 [方静, 周毅. 齐口裂腹鱼和重口裂腹鱼消化道形态和组织结构的观察. 四川农业大学学报, 1995, 13 (1): 101—106]
- [ 3 ] Fang J, Zhou Y. Ultrastructure observation on the epithelium of intestine of *Schizothorax prenati* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1997, 21 (1): 71—74 [方静, 周毅. 齐口裂腹鱼肠黏膜上皮透射电镜观察. 水生生物学报, 1997, 21 (1): 71—74]
- [ 4 ] Pan K C, Fang J. Study on the telecephalon of morphology and histology of *Schizothorax prenati* [J]. *J. Sichuan Agric Univ*, 2002, 20 (2): 144—147 [潘康成, 方静. 齐口裂腹鱼端脑形态和组织学研究. 四川农业大学学报, 2002, 20 (2): 144—147]
- [ 5 ] Rambout J H W M, Tavemini J J. An immunocytochemical and electron microscopical study of endocrine cells in the gut and pancreas of a stomachless teleost fish, *Barbus conchoni* (Cyprinidae) [J]. *Cell Tiss Res*, 1982, 227: 577—593
- [ 6 ] He M, Fang J. Perspective of secretory cells of digestive tracts in fishes [J]. *Fish Eries Science*, 2005, 24 (6): 46—48 [何敏, 方静. 鱼类消化管内分泌细胞的研究进展. 水产科学, 2005, 24 (6): 46—48]
- [ 7 ] Lin S G, Huang X H, Wu D F. Localization and identification of endocrine cells in the alimentary canal of *Lateolabrax japonicus* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2005, 29 (1): 7—12 [林树根, 黄小华, 吴德峰. 花鲈消化道内分泌细胞的鉴别和定位. 水生生物学报, 2005, 29 (1): 7—12]
- [ 8 ] Fang Z P, Pan Q S, Zhao Y X. The distribution and characteristic of five peptides hormones in the endocrine cells in the digestive tract of *Monopterus albus* [J]. *Acta Anatomica Sinica*, 2003, 34 (5): 560—563 [方之平, 潘黔生, 赵雅心. 5种肽激素在黄鳝消化道内分泌细胞中的分布特征. 解剖学报, 2003, 34 (5): 560—563]
- [ 9 ] Fang Z P, Junzo Y M, Pan Q S. Localization and identification of endocrine cells in the intestinal mucosa of common carp and black carp [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1991, 15 (3): 212—217 [方之平, 山田纯三, 潘黔生. 鲤、青鱼肠黏膜内分泌细胞的免疫组织化学鉴别和定位. 水生生物学报, 1991, 15 (3): 212—217]
- [ 10 ] Fang J, He M. Localization and identification of endocrine cells in the digestive tract of *Schizothorax davidi* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2007, 31 (5): 108—111 [方静, 何敏. 重口裂腹鱼消化道内分泌细胞的免疫组织化学鉴别和定位. 水生生物学报, 2007, 31 (5): 108—111]
- [ 11 ] Johansson O T, Hokfelt E, Elde R. P. Immunohistochemical distribution somatostatin-like neuron in the central nervous system of the adult rat [J]. *Neuroscience*, 1984, 13 (2): 265—339
- [ 12 ] Yang Q, Zhao R Q, Chen J. A comparative study of the distribution of somatostatin-immunoreactive neurons in the hypothalamus of Layer and Brouler Chickens [J]. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2002, 33 (4): 356—358 [杨倩, 赵茹茜, 陈杰. 蛋鸡和肉鸡下丘脑中生长抑素神经原分布的比较研究. 畜牧兽医学报, 2002, 33 (4): 356—358]
- [ 13 ] Wang G Q, Jiang Y P. Somatostatin in the central nervous system [J]. *Foreign Medicine: The Disease of Brain Blood Vessel*, 1997, 5 (1): 7—10 [王国强, 姜燕平. 中枢神经系统的生长抑素. 国外医学: 脑血管疾病分册, 1997, 5 (1): 7—10]
- [ 14 ] Rulf F, Perex J, Hoyer D, et al. Differential expressions of five somatostatin receptor subtypes, SST1-5 in the CNS and peripheral tissue [J]. *Digestion*, 1994, 55 (suppl 3): 846—853
- [ 15 ] Luo L T. Study on the immunocytochemistry and in situ hybridizes of GnRH and related hormones in the fish of two kinds of *Siluriformes* before and after sex maturation [D]. Thesis for Master Degree, Huazhong Agricultural University. 2003 [罗立廷. 两种鲶形目鱼类性成熟前后体内 GnRH 及其相关激素的免疫细胞化学和原位杂交研究. 硕士论文, 华中农业大学. 2003]
- [ 16 ] Fang Z P, Pan Q S, Chen S L, et al. Immunocytochemical localization of nine teleosts using monoclonal antibody of grass carp

- growth hormone [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1998, 22(4): 355—360 [方之平, 潘黔生, 陈松林, 等. 草鱼 GH 单克隆抗体对 9 种硬骨鱼的免疫细胞化学定位. 水生生物学报, 1998, 22(4): 355—360]
- [17] Cook A F. The effects of somatostatin on serum growth hormone levels in the goldfish, *Carassius auratus* [J]. *Gen Comp Endocrinol*, 1984, 54: 109—113
- [18] Peng C, Peter R E. Neuroendocrine regulation of growth hormone secretion and growth in fish [J]. *Zoological Studies*, 1997, 36(2): 79—89
- [19] Lin X W, Lin H R, Richard E P. Growth hormone and Gonadotropin secretion in the common carp: *In vitro* interactions of Gonadotropin-releasing hormone, somatostatin and the dopamine agonist apomorphine [J]. *General and Comparative Endocrinology*, 1993, 89: 62—71

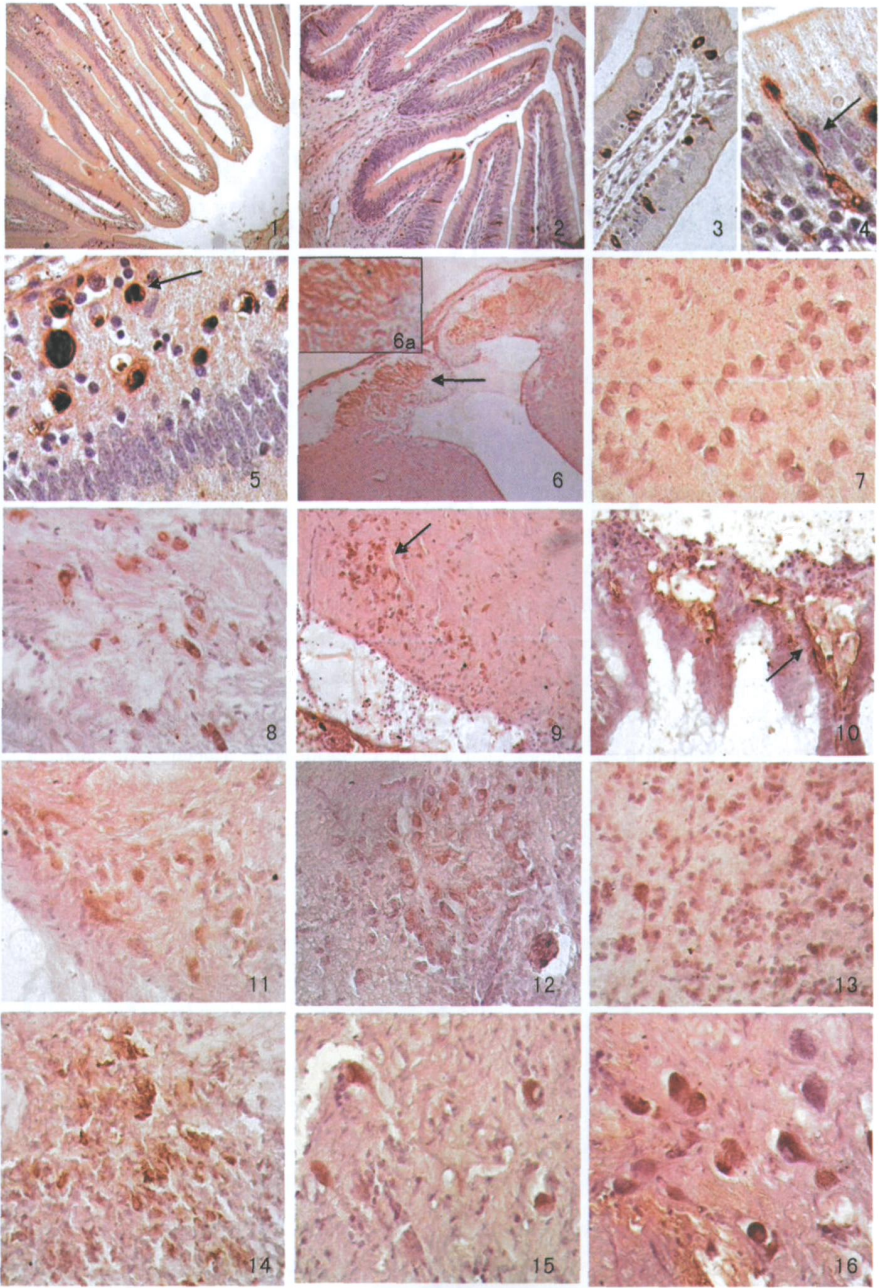
## THE DISTRIBUTIVE PATTERNS OF SOMATOSTATIN IN THE DIGESTIVE TRACT AND BRAIN OF SCHIZOTHORAX PRENANTI

FANG Jing, FAN Jun-De and HE Min

(College of Animal Science, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014)

**Abstract:** In order to provide the morphological evidence for further researches in the regulation of digestive and neuroendocrine activities, the distributive patterns of somatostatin (Som) in the digestive tract and brain of *Schizothorax prenanti* were studied. Strept avidin-biotin-peroxidase complex (SABC) immunocytochemical method associated with image analysis was used to observe Som positive reactions in the different parts of *Schizothorax prenanti*'s digestive tract and brain. There was no Som-positive reaction in the oropharyngeal cavity and esophagus. Som-positive cells with strong intensity were detected in the intestine, being the highest in the foregut (anterior segment:  $58.20 \pm 10.97$  number/mm<sup>2</sup>; posterior segment:  $57.34 \pm 8.12$  number/mm<sup>2</sup>), medium in the midgut ( $46.17 \pm 12.99$  number/mm<sup>2</sup>), and lower in the hindgut (anterior segment:  $21.36 \pm 7.25$  number/mm<sup>2</sup>; posterior segment:  $13.64 \pm 4.24$  number/mm<sup>2</sup>). Som-positive cells in the intestine were often distributed in the mucosal epithelium, presenting various kinds of forms such as ovoid, globular, triangle, elongated or spindle-shaped aspects. The macrophages located in the intestine showed strong Som-positive reaction. Som-positive reaction with weak or strong intensity was widely located in the neurons and nerve fibers of the brain. Reaching  $1496.80 \pm 233.42$  number/mm<sup>2</sup>, most of Som-positive cells were greatly distributed in the corpus mammillare of inferior lobe in the hypothalamus. The number densities of Som-positive cells were medium in the dorsal olfactory (795.67  $\pm$  67.12 number/mm<sup>2</sup>) and lateral olfactory nuclei (740.52  $\pm$  87.38 number/mm<sup>2</sup>), the primordial striatum (278.34  $\pm$  12.14 number/mm<sup>2</sup>), preoptic nucleus (283.60  $\pm$  89.13 number/mm<sup>2</sup>), latero-rhinal fissure (299.36  $\pm$  78.61 number/mm<sup>2</sup>), nucleus habenulae (346.63  $\pm$  83.12 number/mm<sup>2</sup>), nucleus anterior thalami (173.31  $\pm$  23.54 number/mm<sup>2</sup>), nucleus prerotundus (199.57  $\pm$  32.80 number/mm<sup>2</sup>), medium lobe of hypothalamus (101.31  $\pm$  21.45 number/mm<sup>2</sup>), Diverticulum of hypothalamus inferior lobes (217.43  $\pm$  39.23 number/mm<sup>2</sup>), the bilateral parts of the mesencephalon chamber (346.63  $\pm$  105.76 number/mm<sup>2</sup>), lower in the molecular layer of cerebella valvula (91.48  $\pm$  11.14 number/mm<sup>2</sup>), the nuclei VI and V of myelencephalon (nucleus VI: 47.27  $\pm$  15.76 number/mm<sup>2</sup>; nucleus V: 78.78  $\pm$  13.79 number/mm<sup>2</sup>). In addition, Som-positive nerve fibers were observed in the lamina terminali and epiphysis. Our study has further confirmed that Som is a kind of brain-gut peptide. The distributive patterns of the Som-positive cells in the digestive tract of *Schizothorax prenanti* are greatly related to its feeding habits, intestinal functions and structures as well, indicating that Som may play an important role in the modulation of the secretive and suppressive activities of intestine. The distributive characteristics of Som-positive cells in the hypothalamus of *Schizothorax prenanti* provide the morphological evidence for the regulation of GH in the fish. Som is widely distributed in the different parts of the brain, suggesting that Som not only plays a role in the regulation of the physiological activities in the hypothalamus-hypophysial axis, but also has wide functions as a nervous transmitter, or regulator by affecting different target cells.

**Key words:** Somatostatin; *Schizothorax prenanti*; Digestive tract; Brain; Immunocytochemical method



图版 Plate

1. 前肠前段 Som 阳性细胞,  $\times 100$ ; 2. 后肠前段 Som 阳性细胞,  $\times 200$ ; 3. 前肠中呈圆形或锥形的 Som 阳性细胞,  $\times 400$ ; 4. 中肠中 Som 阳性细胞胞突膨大呈串珠状 (箭头),  $\times 1000$ ; 5. 肠黏膜上皮中巨嗜细胞, 其胞质中有粗大的阳性颗粒 (箭头),  $\times 1000$ ; 6. 端极 Som 阳性神经纤维 (箭头)  $\times 100$ ; 6a: 端极 Som 阳性神经纤维放大,  $\times 400$ ; 7. 背嗅核 Som 阳性细胞,  $\times 400$ ; 8. 视前核 Som 阳性细胞,  $\times 400$ ; 9. 内嗅沟旁 Som 阳性细胞 (箭头),  $\times 100$ ; 10. 脑上腺中 Som 阳性神经纤维 (箭头),  $\times 400$ ; 11. 前圆核 Som 阳性细胞,  $\times 400$ ; 12. 下丘脑下叶室 Som 阳性细胞,  $\times 400$ ; 13. 下丘脑下叶乳头体 Som 阳性细胞,  $\times 400$ ; 14. 中脑室两侧 Som 阳性细胞,  $\times 400$ ; 15. 小脑瓣分子层 Som 阳性细胞,  $\times 400$ ; 16. 延脑第 V 核 Som 阳性细胞,  $\times 400$
1. Som-positive cells in the anterior segment of foregut,  $\times 100$ ; 2. Som-positive cells in the anterior segment of hindgut,  $\times 200$ ; 3. Round or pyramid-shaped Som-positive cells in the foregut,  $\times 400$ ; 4. The Som-positive cell with beading-like process in the midgut (arrow),  $\times 1000$  (arrow); 5. The large granules with strong immuno-reaction in the macrophages of the mucosal epithelium, (arrow)  $\times 1000$ ; 6. Som-positive nerve fibers in the lamina terminalis (arrow)  $\times 100$ ; 6a. Magnification of Som-positive nerve fibers in the lamina terminalis,  $\times 400$ ; 7. Som-positive cells in the dorsal olfactory nucleus,  $\times 400$ ; 8. Som-positive cells in the preoptic nucleus,  $\times 400$ ; 9. Som-positive cells in the latero-rhinal fissure (arrow),  $\times 100$ ; 10. Som-positive nerve fibers in the epiphysis (arrow),  $\times 400$ ; 11. Som-positive cells in the nucleus pretectus,  $\times 400$ ; 12. Som-positive cells in hypothalamus diverticulum of hypothalamus inferior lobes,  $\times 400$ ; 13. Som-positive cells in the corpus mammillare of the inferior lobes,  $\times 400$ ; 14. Som-positive cells in the bilateral parts of the mesencephalon chamber  $\times 400$ ; 15. Som-positive cells in the molecular layer of cerebella valvula,  $\times 400$ ; 16. Som-positive cells in the nucleus V of myelencephalon,  $\times 400$