

文章编号: 1000 - 5463(2003)04 - 0093 - 07

三角鲂(*Megalobrama terminalis*) 脑垂体的超微结构

林国辉¹, 方展强², 林爱薇²

(华南师范大学 1. 分析测试中心; 2. 生命科学学院, 广东广州 510631)

摘要: 研究三角鲂(*Megalobrama terminalis*) 脑垂体的超微结构. 脑垂体由神经垂体和腺垂体构成. 神经垂体组织中存在 A₁、A₂ 和 B 型神经分泌纤维和一种脑垂体细胞. 腺垂体由促肾上腺皮质激素分泌细胞(ACTH)、催乳激素分泌细胞(PRL)、生长激素分泌细胞(GH)、促甲状腺激素分泌细胞(TSH)、促性腺激素分泌细胞(GTH)、促黑色素分泌细胞(MSH)、PAS - 反应细胞和一种非分泌类型的星状细胞(SC)构成. 并讨论三角鲂神经垂体和腺垂体的结构特点.

关键词: 超微结构; 腺垂体; 神经垂体; 三角鲂

中图分类号: Q959.8 **文献标识码:** A

ULTRASTRUCTURE OF THE PITUITARY IN MEGALOBRAMA TERMINALIS

LIN Guo - hui¹, FANG Zhan - qiang², LIN Ai - wei²

(1. Center of Analysis and Test, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

2. School of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: The ultrastructure of the pituitary was examined in *Megalobrama terminalis*. The pituitary gland consists of neurohypophysis and adenohypophysis. Three types of neurosecretory fibres (A₁, A₂ and B) and one pituicyte have been recognized in neurohypophysis. The adenohypophysis is mainly composed of Adrenocorticotrophic cells, Prolactin cells, Growth hormone cells, Thyrotrophs cells, Gonadotrophic hormone cells, Melanophore - stimulating hormone cells, Periodic acid - Schiff - positive cells and one non - secretory cell type - stellate cells. The ultrastructural characteristics of neurohypophysis and adenohypophysis in *Megalobrama terminalis* are also discussed.

Key words: ultrastructure; neurohypophysis; adenohypophysis; *Megalobrama terminalis*

鱼类作为脊椎动物中种类最多、分布最广的类群,对其脑垂体结构的研究已有数十年的历史,其研究成果对阐明鱼类繁殖内分泌调节作用机理起了一定的作用,特别是对一些有重要经济价值的鱼类的研究,已在生产实践中产生了巨大的效益^[1]. 三角鲂(*Megalobrama terminalis*)

收稿日期: 2003 - 04 - 11

基金项目: 广东省科委科技攻关资助项目(2KB05402N)

作者简介: 林国辉(1960 -),男,广东揭阳人,华南师范大学高级实验师.

是分布于我国东北、东南及南方各省的江河湖泊的淡水经济鱼类,是我国一种重要的水产资源.对同属另一种类团头鲂其性腺、胚胎发育等方面的研究已有报道^[2],但对三角鲂脑垂体超微结构的研究尚未见报.本文从亚显微结构水平揭示三角鲂脑体各类分泌细胞的类型及超微结构特点,为鱼类繁殖生物学提供有价值的参考资料.

1 材料与方法

1.1 实验动物

性成熟的三角鲂雌鱼 10 尾,体长 15~20 cm,体质量 250~300 g,取自华南师范大学生命科学学院鱼类研究室实验鱼塘.

1.2 电镜样品制备

剖开颅骨,迅速摘取垂体样品,经 0.2 mol/L 磷酸缓冲液(pH 7.4)漂洗,投入质量分数为 4%的戊二醛中低温(4℃)固定 5 h,再置质量分数为 1%锇酸中固定 3 h,逐级乙醇脱水,环氧丙烷透明,Epon 812 包埋,先用 LKB 超薄切片机制备各为 1 μm 厚切片,以质量分数为 1%甲苯胺蓝染色作定位用,再切成 40~60 nm 超薄切片,醋酸双氧铀及 Reynolds 柠檬酸铅液复染,最后置 H-300 型透射电镜观察及拍照.

2 结果

2.1 脑垂体的一般形态结构

性成熟的三角鲂垂体腺近椭圆形,位间脑腹面并与下丘脑灰白结节相连,形成垂体柄,脑垂体近球形,背面形成两团隆起,腹面宽,中部稍尖.

2.2 脑垂体的超微结构

脑垂体由神经垂体(Neurohypophysis, NH)和腺垂体(Adenophypophysis, AH)两部分构成.电镜下观察到神经垂体有丰富的神经分泌纤维(Neurosecretory)及散布于它们之间的一些脑垂体细胞(Pituitocyte);腺垂体中观察到各种类型的激素分泌细胞和非分泌细胞类型.

2.2.1 神经垂体 神经垂体主要由发自下丘脑神经元轴突构成的神经纤维束(大部分为无髓鞘神经分泌纤维)、脑垂体细胞及微血管等组成.神经垂体形成多个指状分支分别进入腺垂体前外侧部(Rostralis pars distalis, RPD)(图版 I-1)、中外侧部(Proximal pars distalis, PPD)与腺细胞联系,形成神经垂体前部(Anterioneurohypophysis, ANH);其主干则穿过 PPD 伸入中间部(Pars intermedia, PI),并形成众多分支深入腺组织,形成神经垂体后部(Posterioneurohypophysis, PNH)(图版 I-2).神经垂体分布较多的脑垂体细胞,其胞质内不含分泌颗粒,但显示具有众多纤维结构的特征.

神经分泌纤维 观察到两类无髓鞘神经分泌纤维的轴突终端,按其轴突内所含的神经分泌颗粒的结构和直径的大小不同,可以区分为两个主要类型,即 A 型和 B 型. A 型还可分为 A₁、A₂ 两种类型. A₁ 型纤维含有的分泌颗粒直径在 160~200 nm 之间,电子密度高,为“基本分泌颗粒”;A₂ 型纤维含有的分泌颗粒直径在 120~160 nm 之间,除含有许多基本分泌颗粒外,另有一种呈晕圈状的分泌颗粒,其分泌颗粒的分布不及 A₁ 型致密,另外突触型小泡和线粒体比

A₁型纤维为丰富(图版 I- 2,3)。A型纤维其轴突终端和前外侧部的催乳激素分泌细胞有直接接触(图版 I- 1),并和垂体细胞和中间部的PAS-反应细胞有直接联系(图版 I- 2)。在神经垂体、腺垂体前外侧部之间A型纤维数量较多。B型纤维轴突终端直径一般较A型纤维小,所含的分泌颗粒直径为80~120 nm之间,其分泌颗粒多数呈晕圈状,电子密度小(图版 I- 1,2)。可观察到其轴突终端和脑垂体细胞、腺垂体前外侧部的促肾上腺皮质激素分泌细胞和催乳激素分泌细胞、中间部的PAS-反应细胞发生直接联系(图版 I- 1)。

赫令氏体 在神经纤维束主干及其延伸到腺垂体前外侧部、中外侧部的腺细胞群之间,可见分布有赫令氏体(Herring bodies),其内包含着分布十分致密的圆球状无被膜的分泌内含物(图版 I- 3)。

脑垂体细胞 是一类不含内分泌颗粒的细胞,起源于神经垂体,主要分布于神经分泌纤维之间,也见于腺细胞群之间。胞体近于圆形,胞质电子密度大,核延长,具较大的核/质比率,胞质包围和支持不同类型的神经分泌纤维,并与神经分泌纤维的轴突终端有直接的突触联系(图版 I- 1)。

血管网 脑垂体血管分布致密,血管进入神经垂体和腺垂体后构成许多毛细血管,分布在神经分泌纤维的轴突终端、脑垂体细胞及腺细胞群之间,形成血窦(sinoid)。毛细血管由内皮细胞(endothelium cell)形成,其核扁平,胞质少,围成极不规则的毛细血管腔。在内皮细胞外侧有双层很薄的基板(basal lamina)包围,并与内含物构成基膜(Basement membrane)结构(图版 I- 1)。

垂体柄 发现有髓鞘神经纤维;也可见分布有一类吞噬细胞,胞质内含有呈不规则大型电子密度高的颗粒。

2.2.2 腺垂体各类激素分泌细胞类型 根据各部分所组成的腺细胞类型的不同,腺垂体明显地分为前外侧部、中外侧部和中间部等3部分。前外侧部的细胞排列紧密,与中外侧部界限明显,分布两类腺细胞,数量占优势的是催乳激素分泌细胞(Prolactin cells, PRL细胞);另一类数量较少,分布于神经垂体与前外侧部交界处附近的促肾上腺皮质激素分泌细胞(Adrenocorticotrophic cells, ACTH细胞);此外还有一类非分泌细胞,为星状细胞(Satellite cell, SC细胞)(图版 I- 4)。中外侧部分布3种不同类型的激素分泌细胞,包括生长激素分泌细胞(Growth hormone cells, GH细胞);另一类大型细胞为促性腺激素分泌细胞(Gonadotrophic hormone cells, GTH细胞),小型细胞为甲状腺激素分泌细胞(Thyrotrophs cells, TSH细胞);在中外侧部也发现一类非分泌细胞。GH细胞多位于与神经垂体相邻处,GTH细胞多分布于中外侧部腹面,而TSH细胞则多分布于中外侧部背中部位置(图版 I- 3)。中间部分布两类腺细胞,一类在数量上占优势,为促黑色素分泌细胞(Melanophore-stimulating hormone cells, MSH细胞),另一类其功能尚未明了,为PAS-反应细胞(Periodic acid-Schiff-positive cells, PAS细胞);中间部也分布非分泌类型的星状细胞(图版 I- 2)。

前外侧部(RPD)

ACTH细胞 胞体长卵圆形,长径10~12 μm,短径5~7 μm;核大且圆,核径5~6 μm,细胞具有较高的胞核/胞质比率。胞质中除少数线粒体、小型内质网池和不发达的高尔基体外,且见具一至数个扩大的内质网池;另分布一类型具空晕状的被膜小型圆球状分泌颗粒,直径为260~330 nm之间,颗粒中心显得致密,形成一电子密度较大的核心,近界膜边缘则形成一圈清晰空隙,致使外周呈空晕状;其分泌颗粒较为稀疏。ACTH细胞常被星状细胞的胞质所包

围,使其不与 PRL 细胞发生直接接触(图版 I-4)。

PRL 细胞 胞体长梨形,长径 $11 \sim 13 \mu\text{m}$,短径 $5 \sim 8 \mu\text{m}$,核球形,有的具极浅缺刻,核偏于细胞一侧,核仁球形。胞质内分布有典型的呈波纹状粗面内质网池,分层围核排列;胞质内可见高尔基体,线粒体则多为杆状或呈“U”形状,数量较多。胞体分泌颗粒分布较均匀,平均直径在 $130 \sim 300 \text{ nm}$ 之间,其分布具极性,一般与核相对或靠近星状细胞、血管腔的界面,被星状细胞胞质所包围(图版 I-4)。

中外侧部(PPD)

GH 细胞 胞体大小介于 GTH 细胞和 TSH 细胞之间,胞径 $11 \sim 13 \mu\text{m}$,卵圆形,核球状,直径 $4 \sim 6 \mu\text{m}$,核仁居中或偏于一边。粗面内质网常呈小片段分散分布,一些形成小池状。线粒体球状或肾形。分泌颗粒较多,中等发达,电子密度较高,颗粒直径 $220 \sim 440 \text{ nm}$,大小较为一致(图版 I-3, I-5)。

GTH 细胞 胞体大,胞径 $14 \sim 22 \mu\text{m}$;核卵圆状,直径 $5 \mu\text{m}$;胞质内含有一些较大空泡,其中含有棉絮状无定形物质。其分泌颗粒有三种类型:即高电子密度呈规则的小分泌颗粒、高电子密度呈不规则的大分泌颗粒及低电子密度的大型球状体。小分泌颗粒直径 $36 \sim 110 \text{ nm}$,大分泌颗粒直径 $220 \sim 600 \text{ nm}$,大型球状体数量很少,直径达 $1550 \sim 1910 \text{ nm}$ (图版 I-3, I-6)。

TSH 细胞 胞体较小,胞径 $10 \sim 12 \mu\text{m}$ 。多数细胞毗邻血管,核球状或不规则变形, $3 \sim 5 \mu\text{m}$ 。粗面内质网扩张成众多小池分布,高尔基体常见,线粒体发达呈“U”形或亚铃状。分泌颗粒大致在 $110 \sim 200 \text{ nm}$ 之间,呈球形、棒形等形状(图版 I-3, I-5)。

中间部(PI)

MSH 细胞 多数细胞呈圆形,胞径 $10 \sim 12 \mu\text{m}$,核径 $3 \sim 4 \mu\text{m}$,位中央,胞质分泌颗粒分布密集,圆球状,直径 $230 \sim 300 \text{ nm}$,颗粒电子密度低,内含物呈颗粒状。少数颗粒呈晕圈状,具有致密的核心。粗面内质网呈小池状分布,高尔基体中等发育(图版 I-2)。

PAS- 反应细胞 胞体圆形,胞径 $10 \sim 13 \mu\text{m}$,核椭圆形,核仁不规则。分泌颗粒中等密度,较小,分布较为均匀,杆状或球状,直径 $120 \sim 180 \text{ nm}$,粗面内质网发达,成行排列围绕核分布,高尔基体不发达(图版 I-2)。

2.2.3 腺垂体非分泌细胞类型 SC 细胞:星状细胞不具分泌功能,胞体形成众放射状突起,不规则;核居中,核仁明显呈颗粒状,具很高的核/质比率,胞质内含有丰富的微丝和线粒体(图版 I-2, I-4),分布在腺垂体的前外侧部、中外侧部和中间部的腺细胞群中,它们都有相同的形态特征。SC 细胞胞突伸入腺细胞之间,形成网状系统,并与神经分泌纤维终端和微血管直接接触。

3 讨论

3.1 硬骨鱼类神经垂体中神经分泌纤维的类型和与腺细胞的联系方式

对三角鲂脑垂体电镜的初步观察,表明其超微结构与罗非鱼等其它硬骨鱼类基本相似^[3]。一般认为硬骨鱼类神经垂体中存在 A 型和 B 型两种神经分泌纤维:A 型纤维内含物能被 Gomori 的铬-明矾苏木精、AB、AF 和醛硫堇所染色,贮有基本分泌颗粒,直径在 $100 \sim 200 \text{ nm}$ 之间,A 型还可以进一步分为一些亚型;B 型纤维 Gomori 阴性,贮有 $60 \sim 100 \text{ nm}$ 的大颗粒囊泡。

在三角鲂的神经垂体中,观察到A型和B型两种神经分泌纤维,并根据A型分泌颗粒的特征、大小和电子密度再分为A₁和A₂两种类型,这与在尼罗罗非鱼所观察到的结果一样^[4]。

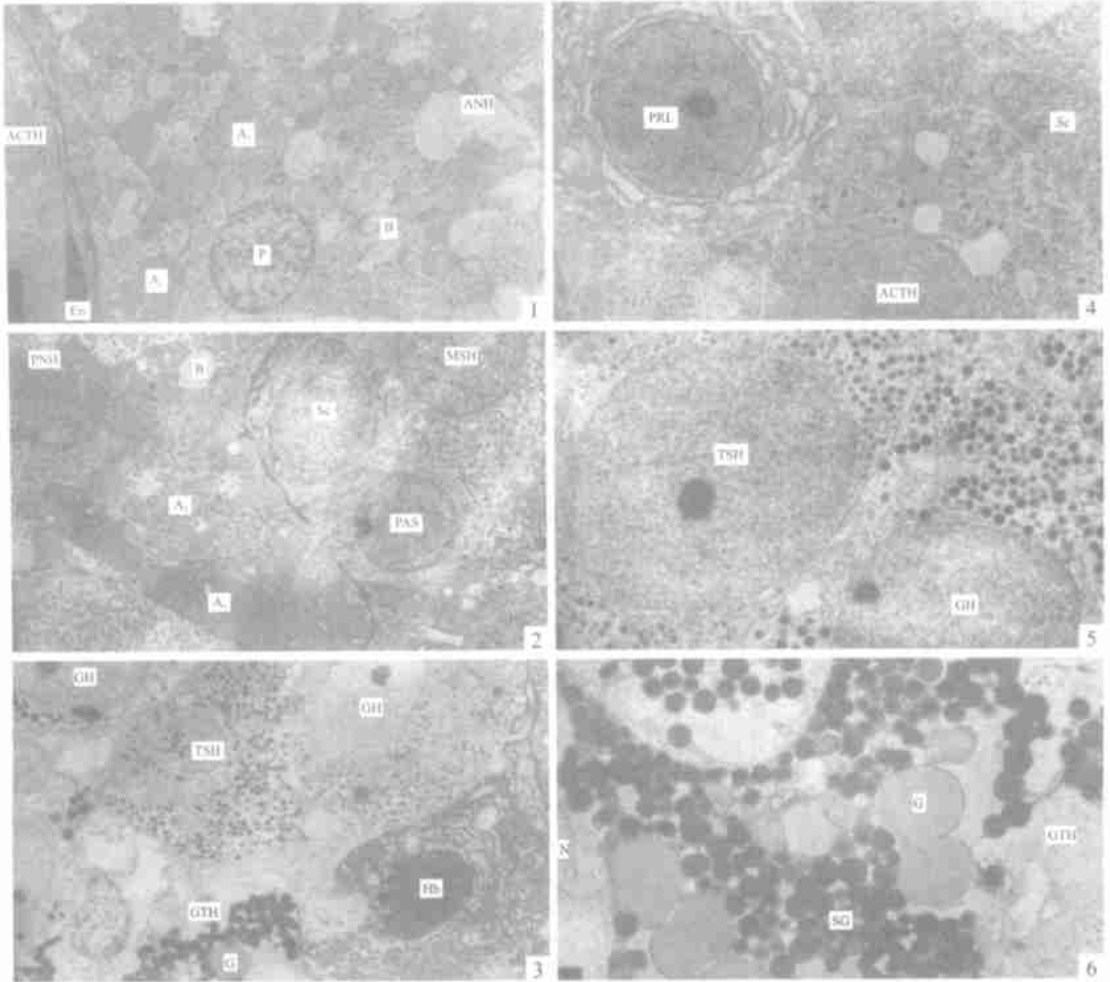
A型神经分泌纤维来源于视前核(NPO),在许多硬骨鱼类中,其纤维终端不与PRL细胞和ACTH细胞直接接触^[5],但本观察发现,一些A型神经纤维的轴突终端和PRL细胞在神经垂体和前外侧部交界处有直接接触联系,但多数A型神经纤维在前外侧部较少直接联系,而是通过一些组织间隔、基膜、脑垂体细胞、血管或星形细胞间接与PRL细胞或ACTH细胞发生联系。在中间部,可见A型纤维和PAS反应细胞发生直接联系。B型纤维来源于下丘脑之旁侧核(NLT)的轴突^[6],我们的观察结果表明,在前外侧部中B型纤维和PRL细胞和ACTH细胞发生直接联系。前人的研究认为A型、B型纤维或多或少地与腺细胞发生联系。A型纤维明显地在中间部(PI)中占优势,B型纤维则在所有腺垂体中均有分布,且两者也发生重叠,即形成所谓双重控制,作者观察的结果支持这一观点。A型纤维在神经垂体与前外侧部交界处明显减少且不发生直接接触,而在中间部中则相对数量较大,并与PAS反应细胞发生直接突触联系,在中外侧部中则相对减少。而在PI中,腺细胞受A、B型两型纤维的双重控制,已为许多学者所论及^[3]。可以推测,B型纤维在脑垂体中其功能具有广普性,起基本调控作用即“粗”调作用,而A型纤维则起到特异性,“精”调作用,这尚有待作进一步研究。

由此可见,硬骨鱼类神经分泌纤维和腺垂体的联系方式依种类而不同,主要有3种:直接的轴-腺突触联结;直接的轴-脑垂体细胞突触联结;神经分泌纤维和内分泌细胞为基底膜所分隔,神经分泌纤维把它的分泌产物释放于由基底膜包被的管道或微血管中,由此形成的间接联系^[4]。在三角鲂的脑垂体中可以观察到这3类联系方式。此外,一些研究认为罗非鱼脑垂体细胞可分为I型和II型两类,I型具有对各类神经分泌纤维轴突支持和营养的功能;II型脑垂体细胞则参与轴-腺间激素物质的运输活动^[4]。在三角鲂中仅观察到一种脑垂体细胞,其结构类似罗非鱼的I型脑垂体细胞,其胞突与神经分泌纤维的轴突有直接的接触。

3.2 硬骨鱼类腺垂体中腺细胞类型和结构特点

性成熟的三角鲂个体脑垂体腺细胞的分布在结构上呈现为背腹型,属典型的鲤科鱼类的结构形式。观察表明,三角鲂腺垂体前外侧部主要由ACTH细胞、PRL细胞和一种非分泌类型的星状细胞所构成;在中外侧部则由GH细胞、TSH细胞和GTH细胞和一种非分泌类型的星状细胞所构成;在中间部则由MSH细胞、PAS-反应细胞和一种非分泌类型的星状细胞所构成。各种激素分泌细胞其基本特征和分布与大多数已报道的硬骨鱼类十分相似,但某些细胞的超微结构则存在一些差异。这是由于一些腺垂体的分泌细胞在不同生活环境或在生活史的不同阶段会因其机能上的不同而表现出形态构造上的差别。例如,对冬季培育在普通池塘和温泉池塘的罗非鱼腺垂体前外侧部的超微结构比较观察表明,PRL细胞的超微结构有十分明显的区别^[7]。

对日本鳊脑垂体中TSH细胞的描述指出,胞质内质网较发达,常膨大而形成内质网池,呈迂回状^[8]。但在三角鲂脑垂体的TSH细胞中并未观察到这一点,只观察到其呈肾形的细胞核;也未见到罗非鱼脑垂体的TSH细胞胞质内存在的一种棒状体结构^[4],说明种间仍存在一些差异。已经证明硬骨鱼类腺垂体分泌2种促性腺激素,即GTH-I和GTH-II,GTH-I相当促卵泡素FSH;GTH-II则相当促黄体素LH,并且发现GTH-I和GTH-II分别由不同的GTH细胞分泌产生,即GTH-I分泌细胞和GTH-II分泌细胞,分布在腺垂体中外侧部的不同位置^[9,10]。三角鲂和团头鲂^[2]腺垂体中仅发现一种GTH细胞类型,在胞质内含有大、小两种分泌颗粒,还有一种典型的大型球状体,似乎属于GTH-II分泌细胞类型,尚有待作进一步的探讨。



图版说明 I: 1. 三角鲂神经垂体前部, $\times 4500$. Anterioneuohypophyysis of *Megalobrama terminalis*, $\times 4500$. 2. 三角鲂神经垂体后部, $\times 4500$. Posterioreuohypophyysis of *Megalobrama terminalis*, $\times 4500$. 3. 三角鲂腺垂体中外侧部, $\times 12525$. Adenohypophyseal proximal pars distalis of *Megalobrama terminalis*, $\times 12525$. 4. ACTH 细胞、PRL 细胞和星状细胞, $\times 7500$. Adrenocorticotrophic cell, Prolactin cell and Satellite cell, $\times 7500$. 5. GH 细胞和 TSH 细胞, $\times 9675$. Growth hormone cell and Thyrotrophs cell, $\times 9675$. 6. GTH 细胞, $\times 9675$. Gonadotrophic cell, $\times 9675$.

图版说明 II: A₁: A₁ 型神经分泌纤维 Type A₁ neurosecretory fibre; A₂: A₂ 型神经分泌纤维 Type A₂ neurosecretory fibre; ACTH: ACTH 细胞 adrenocorticotrophic cell; ANH: 神经垂体前部 Anterioneuohypophyysis; B: B 型神经分泌纤维 Type B neurosecretory fibre; En: 内皮细胞 Endothelium cell; G: 球状体 Globule; GH: GH 细胞 growth hormone cell; GTH: GTH 细胞 gonadotrophic cell; Hb: 赫令氏体 Herring body; MSH: MSH 细胞 melanophore - stimulating hormone cells; N: 细胞核 Nucleus; P: 脑垂体细胞 Pituitary; PAS: PAS - 反应细胞 periodoc acid - Schiff - positive cell; PNH: 神经垂体后部 posterioreuohypophyysis; PRL: PRL 细胞 prolactin cell; Sc: 星状细胞 satellite cell; SG: 分泌颗粒 Secretory granules; TSH: TSH 细胞 thyrotrophs cell

在腺垂体中间部分布的 PAS - 反应细胞,其细胞的功能仍不十分确定.对罗非鱼的研究表明,环境矿化度变化可能不对 PAS 细胞产生影响,由此表明 PAS 细胞不参与体内对环境相适应的内分泌调节活动^[11].三角鲂 PAS - 反应细胞在体内参与的内分泌调节作用仍有待作进一步的研究.非分泌类型的星状细胞似乎有促进 PRL 细胞分泌颗粒释放的功能,也有运输 PRL 细胞所释放的激素物质作用^[5].对三角鲂的观察发现,PRL 细胞其分泌颗粒具有极性,通常聚集于星状细胞和血管腔一端,支持了这些观点.此外,一些学者认为星状细胞可能是属于 II 型脑垂体细胞,以加强神经垂体和腺细胞之间的联系作用;但也有认为是参与分泌活动.因此,星状细胞与脑垂体细胞的关系值得进一步探讨.

参考文献:

- [1] 鲁双庆,刘少军.草鱼性成熟前后垂体组织学和超微结构[J].湖南师范大学学报(自然科学版),1996,19(3):76-83.
- [2] 王文,王精明,杜开河.团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)脑垂体促性腺激素分泌细胞的超微结构及其人工催产过程的变化[J].电子显微镜学报,1988,(3):19.
- [3] 方展强,何艾文,林国辉,等.尼罗罗非鱼腺垂体的显微和超微结构研究[J].华南师范大学学报(自然科学版),1990(2):113-117.
- [4] 方展强,何艾文.尼罗罗非鱼神经垂体的超微结构研究[J].动物学报,1990,36(4):352-359.
- [5] 方展强,何艾文.罗非鱼脑垂体结构研究 I.腺垂体前叶的超微结构[J].水生生物学报,1993,17(3):252-257.
- [6] POLENOV A L, BELENKYMA, KORNIENKO G G, et al. The hypothalamo - hypophysial system of the wild carp, *Cyprinus carpio* L. I. Structure and ultrastructure of the posterior neurohypophysis[J]. Cell Tissue Res, 1984, 237: 139 - 147.
- [7] 方展强.某些环境因子对罗非鱼脑垂体催乳激素分泌细胞活动的影响[J].海洋与湖沼,1991,22(3):221-225.
- [8] 林浩然,张梅丽,张素敏,等.鳊繁殖生物学研究:IV.人工催熟过程中下海鳊 GTH 分泌活动、性腺发育情况和脑垂体 GTH 细胞的超微结构[J].水生生物学报,1987,11(4):320-327.
- [9] SCHULS R W, BOGERD J, BOSMA P T, et al. Physiological morphological and molecular aspects of gonadotropins in fish with apecial reference to African catfish, *Clarias gariepinus*[A]. Proceedings of the 5th International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish[C]. Texas:Austin, 1995:2-6.
- [10] 方展强,何艾文.尼罗非鲫腺垂体中外侧部的超微结构[J].中国水产科学,2002,9(3):207-210.
- [11] 方展强,何艾文.某些环境因子对罗非鱼脑垂体 PAS 细胞活动的影响[J].华南师范大学学报(自然科学版),1991(生物学专刊):90-96.

【责任编辑 黄玉萍】