

# 团头鲂尾部神经分泌系统的超微结构及其在人工催产过程中的变化\*

徐根兴 朱洪文

(南京大学生物学系)

**提要** 在团头鲂尾部神经分泌系统的神经分泌细胞及其轴突中,可观察到三种不同类型的颗粒(即电子致密颗粒、电子致密度较低的颗粒和电子透明颗粒)。细胞质中线粒体、高尔基复合体和粗面内质网都比较发达,游离核糖体较多。在尾垂体的无髓神经纤维之间有时还可观察到桥粒结构。

在性腺III期至VI期,上述的细胞器变化不大,但三种颗粒的数量和分布却有明显的差别。根据团头鲂尾部神经分泌细胞和神经血管复合体超微结构的变化看来,人工催产有促进尾垂体电子致密颗粒中的分泌物向血管内释放的作用。

**主题词** 尾部神经分泌系统、超微结构、团头鲂、鱼类人工催产

尾部神经分泌系统是鱼类特有的一种神经——内分泌结构,对于它的功能,目前还不清楚。Bern等<sup>[1]</sup>提出尾部神经分泌系统可能和生殖有关。Dixit<sup>[2]</sup>认为,在性激素作用下,蟾胡子鲇(*Clarias batrachus*)的神经分泌细胞在形态上发生变化。有关尾部神经分泌系统同生殖的关系方面的形态学研究,目前还很少,且大多限于光镜水平。为此,我们在观察了鲫鱼尾部神经分泌系统的超微结构及其季节性变化<sup>(1)</sup>的基础上,对团头鲂在人工催产过程中尾部神经分泌系统的超微结构作了观察。目的在于了解人工催产过程中一些催产激素对该系统的影响。

## 材 料 和 方 法

取体重250—350克性腺处于IV期末的团头鲂(*Megalobrama amblycephala* Yih)进行人工催产。雌鱼每尾注射促黄体素释放激素类似物(LRH-A)5微克,8小时后每尾再注射绒毛膜促性腺激素(HCG)4毫克。雄鱼每尾注射2毫克HCG。然后分别在鱼产卵或排精期间,以及在产卵或排精后15小时取其尾部脊髓和尾垂体;另一部分材料取性腺处于III期和IV期末、未经催产处理的团头鲂尾部脊髓和尾垂体,分别按下述方法制成超薄切片:用磷酸盐缓冲液(pH7.2,含3%蔗糖)配制的2%戊二醛固定材料1.5小时,

\* 南京铁道医学院穆金同志协助超薄切片,南京大学刘智慧同志协助电镜观察,南京水产研究所刘家驹等同志,沙洲乡渔业养殖场协助取材。特此致谢。中国科学院学基金资助的课题。

(1) 朱洪文、徐根兴,1986。鲫鱼尾部神经分泌系统的显微和亚显微结构及其季节性变化。动物学报,32(印刷中)

用同一缓冲液洗涤,再用同一缓冲液配制的1%锇酸固定1小时,经各级丙酮脱水,Epon 812包埋,LKB超薄切片机切片,然后用醋酸铀和柠檬酸铅双染色,JEM-100S型电镜观察并照相。

## 观察结果

### 1. 团头鲂尾部神经分泌系统的一般结构:

团头鲂尾部神经分泌系统由神经分泌细胞(即 Dahlgren 细胞)及其轴突和神经血管复合体三部分组成。Dahlgren 细胞位于脊髓末端,它的轴突是无髓的,通常向腹面延伸,到达尾垂体。轴突末端形成 Herring 体样结构。尾垂体主要由 Dahlgren 细胞的轴突和毛细血管形成的神经血管复合体所组成。在 Dahlgren 细胞的细胞质和轴突中通常可观察到三种不同类型的颗粒(即电子致密颗粒、电子致密度较低的颗粒和电子透明颗粒)(图 1、2、3、4),但它们的数量和分布在不同性腺期有差异。至于细胞中一般的细胞器,如高尔基复合体、线粒体、粗面内质网和游离核糖体通常都很发达(图 1),即使在同性腺期,这些细胞器的数量和分布变化也不大。在尾部脊髓中,有时可观察到 Dahlgren 细胞的轴突和细胞体形成的轴一体式突触结构。突触囊泡的直径为 263—501Å,平均为 370Å。在尾垂体的无髓神经纤维间有时还可观察到桥粒结构。

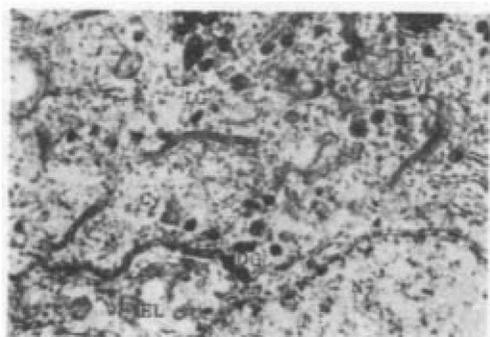


图 1 Dahlgren 细胞(性腺 V 期, ♀) × 14400

Fig. 1 A Dahlgren cell (a caudal neurosecretory cell, The gonads developed to stage V; ♀)

N—核; Cy—细胞质; M—线粒体; er—粗面内质网; G—高尔基体; r—游离核糖体; DG—电子致密颗粒; LG—电子致密度较低的颗粒; EL—电子透明颗粒; V—透明囊泡  
N—nucleus; Cy—cytoplasm; M—mitochondria; er—granular reticulum; G—Golgi complex; r—free ribosomes; DG—electron-dense neurosecretory granules; LG—less electron-dense neurosecretory granules; EL—electronlucent granules; V—Vesicles;

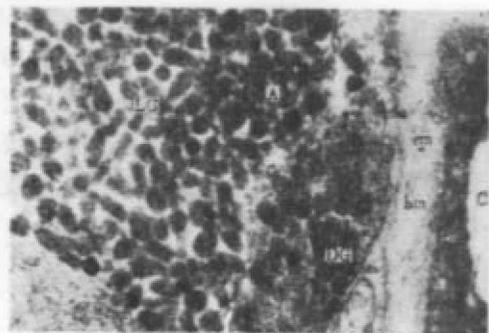


图 2 尾垂体中的神经血管区(性腺 IV 期末, ♀) × 28800

Fig. 2 The neurohemal area in the urophysis. (The gonads developed to stage IV; ♀)

A—Dahlgren 细胞的轴突; C—血管腔; em—电子致密物; bm—血管基膜; en—血管内皮细胞; 箭头指示血管内皮细胞吞噬小体; 图中其它字母含义见图 1。

A—axon of the Dahlgren cell; C—blood capillary; em—electron-dense materials; bm—basement membrane region; en—endothelium; Arrow points to pinocytotic vacuole in the endothelial cell of the capillary; Meaning of other letters in the figure see Fig. 1.

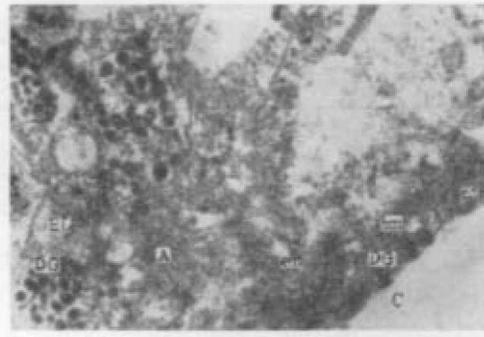


图3 尾垂体中的神经血管区  
(性腺V期, ♂) × 14400

Fig. 3 The neurohemal area in the urophysis. (The gonads developed to stage V; ♂)

图中字母含义见图1和图2  
Meaning of letters in the figure see Fig 1 and Fig 2

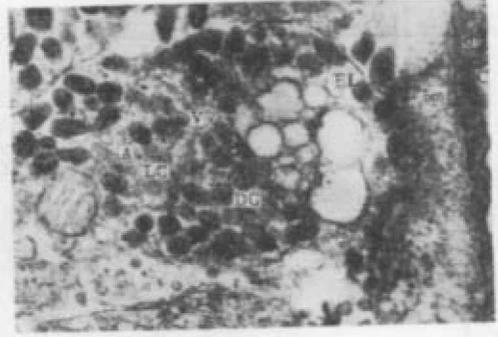


图4 尾垂体中的神经血管区  
(性腺VI期, ♀) × 23800

Fig. 4 The neurohemal area in the urophysis. (The gonads developed to stage VI; ♀)

图中字母含义见图1和图2  
Meaning of letters in the figure see Fig 1 and Fig 2

## 2. 不同性腺发育期 Dahlgren 细胞和神经血管复合体的结构变化:

在性腺 III 期至 VI 期的材料中,我们分别观察和测定了 Dahlgren 细胞的细胞质、轴突、血管的周围、血管基膜区和血管内皮细胞中的各种不同类型颗粒的数量和分布,其结果见表 1。

对于表 1 的结果在雌雄鱼中均可观察到,并且雌雄鱼间无明显差别。Dahlgren 细胞的细胞质中电子致密颗粒的直径从性腺 III 期至 VI 期有减低的趋势,血管周围的电子致密颗粒直径变化亦如此(图 5)。这可能是由于颗粒内充满分泌物时,直径较大,而这些直

表 1 不同性腺发育期 Dahlgren 细胞和神经血管复合体的结构变化  
Table 1 Ultrastructural changes of the Dahlgren cells and neurohemal area in different stage of the gonad development

观察部位 Observe position	观察内容 Observe contents	性腺发育期 Stage of the gonad development			
		III期	IV期末	V期	VI期
Dahlgren 细胞的细胞质和核 Cytoplasm and nucleus of the Dahlgren cell	电子致密颗粒 Electron-dense neurosecretory granules	很多 Many	少量 Little	少量 Little	极少 Few
	电子致密度低的颗粒 Less electron-dense neurosecretory granules	很多 Many	很少 A few	极少 Few	极少 Few
	电子透明颗粒 Electronlucent granules	无 Without	开始出现 Appearing	增加 Add	很多 Many

续表

观察部位 Observe position	观察内容 Observe contents	性腺发育期 Stage of the gonad development				
		III期	IV期末	V期	VI期	
Dahlgren 细胞的细胞质和核 Cytoplasm and nucleus of He Dahlgren cell	细胞表面和核表面 Superficies of the cell and nucleus	核表面较光滑 More smooth at the nucleus superficies	核常偏位, 细胞表面有伪足样突起 The nucleus often deviate, there are pseudopod-like blow-up at cell superficies	有核凹陷现象 Nucleus subside	核凹陷现象增多 More nucleous subside	
Dahlgren 细胞的轴突 Axon of the Dahlgren cell	电子致密颗粒 Electron-dense neurosecretory granules	较多 More	很多 Many	有的轴突中多, 有的轴突中无 Some with and some without	减少 Decrease	
	电子致密度较低的颗粒 Less electron-dense neurosecretory granules	很多 Many	很少 A few	很少 Few	极少 Few	
	电子透明颗粒 Electronlucent granules	极少 Few	增加 Add	很多 Many	很多 Many	
	轴带微管中电子致密物 Electron-dense materials in the microtubule of the axon	无 Without	有时可观察到 could be find some time	常观察到 could be find	无 Without	
神经血管复合体 neurohemal Compexes	在血管周围 Around the capillary	电子致密颗粒 Electron-dense neurosecretory granules	少量 Little	很多 Many	很多 Many	减少 Decrease
		电子透明颗粒 Electronlucent granules	无 Without	开始出现 Appearing	增加 Add	很多 Many
	血管基膜区和血管内皮细胞中 In basal membrane region and endothelium of the capillary	电子致密颗粒或电子致密物 Electron-dense neurosecretory granules or electron-dense materials	无 Without	少量 Little	增加 Add	无 Without
		电子透明颗粒 Electronlucent granules	无 Without	出现 Appear	增加 Add	较少 Less
		血管内皮细胞内的吞噬小体 Pinocytotic vacuole in the endothelial cell of the capillary	无 Without	较多 More	较多 More	很少 A few

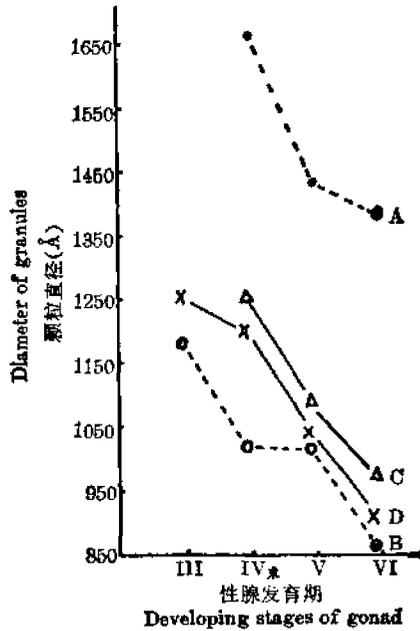


图5 在不同性腺期 Dahlgren 细胞和垂体神经血管区中颗粒直径的变化曲线

Fig. 5 Size distribution of granules of the Dahlgren cells and neurohemal area in different stage of the gonad development

虚线为细胞质内颗粒直径的变化曲线(A, ♂; B, ♀)

— Size distribution of granules of the Dahlgren cells

实线为神经血管区内颗粒直径的变化曲线(C, ♂; D, ♀)

— Size distribution of granules of the neurohemal area

径大的电子致密颗粒可能在性腺 IV—V 期时已向血管腔释放出内含物，所以直径变小。

## 讨 论

现根据表 1 的结果讨论如下：

1. 在性腺 III 期，Dahlgren 细胞的细胞质和轴突中有许多电子致密度较低的颗粒，而在性腺 IV—VI 期的材料中则较少，这种颗粒可能是一种还没有完全成熟的颗粒。

2. 电子透明颗粒的数量和分布在不同性腺期有很大的差别（图 2、3、4）。Oota 等<sup>[9]</sup>认为，电子透明颗粒可能是电子致密颗粒释放出内含物后剩下的残余物。我们也曾观察到在血管周围有排出一部分内含物的颗粒<sup>(1)</sup>。在这次实验中，我们又观察到这一现象。

3. 核凹陷的现象只有在性腺 V—VI 期时才能观察到，这可能是由于细胞质内缺乏分泌物所引起的<sup>(1)</sup>。此外，在核凹陷处还可见到一些神经原纤维。

4. 分泌物从 Dahlgren 细胞转送至轴突末梢时，转送方式通常有两种，一种以分泌

(1) 见 205 页脚注。

颗粒形式转运<sup>[4]</sup>,另一种可能是分泌物从颗粒内释放出后通过微管系统转运到轴突末端<sup>(1)</sup>。在性腺 IV-V 期,我们从 Dahlgren 细胞的轴突微管中也观察到一些电子致密物(图 3)。这可能表明分泌物正沿着轴突微管向轴突末端运输。

5. 在性腺 IV-V 期,在血管内皮细胞内以及血管基膜区,我们都观察到有电子致密颗粒或电子致密物存在(图 2、3),并且电子透明颗粒数量也有增加的趋势。在靠近血管腔面和靠近基膜区的血管内皮细胞的胞质中,沿着表面有一层吞噬小体(图 2)。这些现象可能表明分泌颗粒或分泌物正通过血管内皮细胞的内吞作用或通过内皮细胞之间的空隙进入血管腔<sup>(1)</sup>。根据以上分析,并从表一的结果看来,在性腺 III 期,分泌物一般累积在 Dahlgren 细胞的胞质及其轴突的 Herring 体中。在性腺 IV 期末,一些分泌物开始向血管腔释放,在性腺 V 期,一部分分泌物已排入了血管腔。在性腺 VI 期,分泌物基本上不再向血管腔排放,而处于恢复阶段。

6. 因为在池塘内饲养的团头鲂鱼不能自然繁殖,所以必须进行人工催产。现已知道,当 LRH-A 注入鱼体后,能诱发垂体分泌促性腺激素(LH·FSH),这些激素再作用于生殖腺。另外,LRH-A 也有垂体外活性,如可通过直接激活视前一下丘脑前复合区,提高动物的性行为<sup>[5]</sup>。而 HCG 则可直接作用于卵巢或精巢,促使其成熟。在人工催产过程中,往往涉及到中枢神经系统和一些酶及其它器官的协同作用,才能完成产卵或排精过程。但 LRH-A 是否也作用于尾部神经分泌系统,使该系统在催产过程中释放某些物质参与生殖行为,这目前还不太清楚。Berlind<sup>[6,7]</sup>曾报导尾部神经分泌系统的活性因子可引起泌尿生殖系统平滑肌收缩。Lederis<sup>[8]</sup>证明一种亚口鱼(*Catostomus commersoni*)尾垂体的尾垂体紧张素 II (Urotensin II)含量在产卵时最高,产卵期和产卵后下降。Dixit<sup>[2]</sup>认为,产卵引起蟾胡子鲇尾部神经分泌细胞直径增大。我们在团头鲂的催产过程中也观察到 Dahlgren 细胞和神经血管复合体在超微结构上有变化。

根据文献报导,目前已经知道尾部神经分泌系统中至少存在尾垂体紧张素 I、II、III、IV 四种活性肽,另外还有精氨酸—管催产素、乙酰胆碱、去甲肾上腺素等物质<sup>[9]</sup>,但究竟哪些物质与生殖有关,目前还不清楚,需要深入研究。但在本研究中,我们已观察到人工催产可引起尾部神经分泌系统超微结构的变化,从而证明,人工催产激素对尾部神经分泌系统是有影响的。

### 参 考 文 献

- [1] Bern, H. A. et al, 1965. The structure and function of the caudal neurosecretory system of fishes. Arch. Anat. Microsc. Morphol. Exp. 54: 217—238.
- [2] Dixit, V. P., 1971. The karyometric response of caudal neurosecretory cells in *Claria batrachus* to sex steroids. Gen. Comp. Endocrinol., 17: 561—591.
- [3] Oota, Y., 1963. Fine structure of the caudal neurosecretory system of the carp, *Cyprinus carpio*. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo. Sec., 4(10): 129—141.
- [4] Fridberg, G., 1963. Electron microscopy of the caudal neurosecretory system in *Leuciscus rutilus* and *Phoxinus phoxinus*. Acta. Zool., 244—267.
- [5] Moss, R. L. et al, 1973. Induction of mating behaviour rats by luteinizing hormone-releasing

(1) 见 205 页脚注。

- factor. *Science*, **181**: 177—179.
- [ 6 ] Berlind, A., 1972. Teleost caudal neurosecretory system: sperm duct contraction induced by urophysial material. *J. Endocrinol.*, **52**: 567—574.
- [ 7 ] Berlind, A., 1973. Caudal neurosecretory system: a physiologist's view. *Am. Zool.*, **13**: 759—770.
- [ 8 ] Lederis, K., 1970. Active substances in the caudal neurosecretory system of bony fishes. *Mem. Soc. Endocr.*, **18**: 465—484.
- [ 9 ] Zelnik, P. R. et al, 1973. Chromatographic separation of urotensin. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **20**: 392—400.

## THE ULTRASTRUCTUREAL CHANGES OF THE CAUDAL NEUROSECRETORY SYSTEM OF *MEGALOBRAMA* *AMBLYCEPHALA* DURING THE ARTIFICIALLY INDUCED SPAWNING

Xu Genxing and Zhu Hongwen

(*Department of Biology University of Nanjing*)

**ABSTRACT** In the neurosecretory cells of the caudal neurosecretory system of *Megalobrama amblycephala*, the mitochondria, Golgi complex, rough endoplasmic reticulum and free ribosome are well-developed. The caudal neurosecretory cells and their axons contain three major types of granules, namely electron-lucent granules, electron-dense and less electron-dense granules. The desmosome can be found occasionally between unmyelinated nerve fibres in the urophysis.

As the gonads develop from stage III to VI, the changes of organellas are not distinct morphologically. But there are significant differences in number and distribution of three kinds of granules. The ultrastructural changes of caudal neurosecretory cells and neurohemal regions show that the artificially induced spawning can accelerate releasing the secretory materials of electron-dense granules into the blood capillary.

**KEY WORDS** Caudal neurosecretory system, Ultrastructure, *Megalobrama amblycephala*, Artificially induced spawning