

# 唐鱼脑的组织形态学观察

方展强 陈丽玉 陈国柱

(华南师范大学生命科学学院 广州 510631)

**摘要:**应用光镜技术观察了唐鱼(*Tanichthys albonubes*)脑的形态学和组织学结构。结果表明,唐鱼脑基本结构与多数硬骨鱼类相一致,包括端脑、间脑、中脑、小脑及延脑五部分,端脑由嗅囊、嗅叶和大脑构成。脑的组织形态学特点为:嗅叶及嗅囊分化较明显,大脑呈长椭圆状,仍保留鲤科(Cyprinidae)鱼类脑的原始特征;间脑背面具一松果体,腹面中央有一心形漏斗,前端连接呈鸡心形的脑垂体;中脑视叶膨大,与视觉发达相关;小脑发达,与其活跃的生活习性相适应;延脑前部稍稍隆起。此外,对唐鱼脑保持硬骨鱼类较原始的结构特点及其生态学意义进行了探讨。

**关键词:**唐鱼;脑;组织学;形态学

**中图分类号:**Q954 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2006)02-24-05

## Observation on the Morphology and Histology of the Brain in *Tanichthys albonubes*

FANG Zhan-Qiang CHEN Li-Yu CHEN Guo-Zhu

(College of Life Sciences, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

**Abstract:** Morphology and histology of the brain were investigated with light microscopy in *Tanichthys albonubes*. The results indicate that the brain can be divided into five distinct parts: telencephalon, diencephalon, mesencephalon, cerebellum and myelencephalon, which is similar to the other teleosts. Telencephalon consists of the rhinencephalon, olfactory lobe and cerebrum. The olfactory lobe and rhinencephalon have differentiated and the cerebrum is long ellipse in shape, remaining the original characteristics of cyprinid fish. The conarium is located at the backside of the diencephalons, and the infundibulum, connecting with the hypophysis, is located at the abdomen of diencephalons. Correlated with its developed optic function, the mesencephalon is the biggest part. The myelencephalon has an apophysis at fore side. Thus, the brain of *T. albonubes* remains quit many original characteristics of teleosts. The ecological significance of *T. albonubes* brain structure is discussed in this paper.

**Key words:** *Tanichthys albonubes*; Brain; Histology; Morphology

神经系统与体液调节相互协作调控了鱼类生长、发育、繁殖、行为等一系列生命活动。对鱼类神经系统的研究历来是鱼类学研究中的一个重要方面,尤其有助于对鱼类繁殖等生命行为的理解。国内学者早期曾对鲤鱼(*Cyprinus carpio*)、白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)作过系统和细致地研究<sup>[1,2]</sup>,积累了大量的资料;最近对大银鱼(*Protosalanx hyalocranius*)脑结构的研究进一步丰富了同类研究内容,同时提出了具

有幼态成熟特点的大银鱼是一种良好的神经生物学研究材料的建议<sup>[3]</sup>。

唐鱼(*Tanichthys albonubes*)是华南地区的一种小型鲤科鱼类,属鲴亚科(Danioninae)唐鱼属(*Tanichthys*)<sup>[4]</sup>。目前的研究发现,唐鱼属一共

**基金项目** 广东省科技计划项目(No. 2004B40101015)资助;

**第一作者介绍** 方展强,男,教授;研究方向:水产养殖基础生物学;E-mail: fangzhq@sncu.edu.cn。

**收稿日期:** 2005-09-01, **修回日期:** 2006-01-26

有两个种,另一个种 *T. micagemmae* 分布在越南中部<sup>[5]</sup>。唐鱼为我国Ⅱ级保护动物,数年前曾被人们认为在野外已经灭绝,仅存人工养殖群体<sup>[6]</sup>。最近有报道相继指出,越南北部和中国广州从化的一个偏远地区尚存在着唐鱼的野生种群<sup>[7,8]</sup>,近年野外放流工作已取得了一定进展。即使如此,唐鱼处于濒危或稀有状态是不容置疑的,因此唐鱼的保护生物学研究意义重大。国外学者曾对唐鱼的集群行为作过细致研究<sup>[9]</sup>,对唐鱼核型也作过报道<sup>[10]</sup>,近年来,国内学者对唐鱼的养殖、胚胎发育的研究已有了报道<sup>[11,12]</sup>。研究指出,唐鱼具有连续产卵的特性,在短期时间内,平均每隔一天左右就产卵一次,这种繁殖策略的形成和调控机制及生态意义尚不清楚<sup>[12]</sup>。一般认为鱼类的繁殖行为是由神经及内分泌系统协调控制的,因此对鱼类脑结构的研究将有助于了解唐鱼的繁殖生物学特点。本文就唐鱼脑结构进行了组织形态学观察,以了解唐鱼脑组织结构特点,同时为上述研究的开展奠定基础,并为其保护工作进一步积累生物学基础资料。

## 1 材料与方法

**1.1 实验材料** 性成熟唐鱼(12月龄)取自华南师范大学生命科学学院鱼类实验鱼塘,雌性唐鱼体全长( $38.1 \pm 2.5$ )mm,雄性唐鱼( $35.4 \pm 1.7$ )mm。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 形态学观察** 将唐鱼从第3~4脊椎处剪断处死,把头部转移到体视显微镜下进行解剖。用尖镊子轻轻挑去脑颅上的肌肉,进一步剥离脑颅骨骼,将整个脑取出来置于解剖镜下,进行外部形态观察并摄影及按比例绘图。然后将其保存在5%的福尔马林液(含0.65% NaCl)中,以备重复观察和作进一步的描述。

**1.2.2 组织学观察** 部分唐鱼的脑置于波恩氏液固定24h,进行常规石蜡切片操作,切片厚度7  $\mu$ m, H.E染色,以作组织切片对照观察并作显微拍照。

## 2 结果

与其他硬骨鱼类相似,唐鱼分五部脑,包括端脑、间脑、中脑、小脑和延脑(图版I:1),各部分的划分、命名和描述根据唐鱼脑本身的构造特征并参照秉志等学者<sup>[3,13~15]</sup>的研究结果。

**2.1 端脑(telencephalon)** 端脑由嗅囊、嗅叶和大脑所组成。

**2.1.1 嗅囊(rhinencephalon)** 嗅囊呈长椭圆形,极微小,不易观察到,为唐鱼的嗅觉器官。

**2.1.2 嗅叶(olfactory lobe)** 嗅叶呈长三角形,但经固定后呈长椭圆形,紧接在大脑前端,左右各一,前端连有细小的嗅神经与嗅囊联系(图版I:2)约与大脑及中脑的长径相近。嗅叶的横切面显示,嗅叶外包一层很薄的大脑皮,前部神经元集中在中间部分,后部神经元则位于嗅叶后部,神经元排列较杂乱,但均集中在中央部位,染色较深(图版I:3)。

**2.1.3 大脑(cerebrum)** 大脑中央有纵沟将其分隔成两个半球,大脑半球呈长椭圆形,前端稍尖,中部较宽,后端稍钝圆,1.2 mm  $\times$  0.6 mm。大脑由背面的大脑皮及腹面的纹状体(基叶)(图版I:4,5)所组成。大脑皮为一薄层膜状物,又称脑表或外套膜(pallium),薄而透明,为上皮组织,无神经组织,主要由嗅神经细胞组成,因此又称古脑皮(paleopallium);腹部为两个较厚实的原始纹状体(primordial striatum),为许多神经细胞集中形成的脑组织所在处,从大脑切片可见,神经元多集中分布于背侧或内外侧。原始纹状体与大脑皮相连形成公共脑室。大脑是鱼类的嗅觉和运动调节中枢。

**2.2 间脑(diencephalon)** 背面观间脑由于中脑视叶极其发达而被完全遮盖,从腹面和侧面才能观察清楚。间脑可以分为上丘脑(epithalamus)、丘脑(thalamus)和下丘脑(hypothalamus)三部分。间脑腹面的下丘脑前部是视交叉(optic chiasma)(图版I:1,2),后方中央是突出的漏斗(infundibulum,即中叶),其前端被一鸡心形的脑垂体(hypophysis)所覆盖,中后部有缢痕,其后为乳头体,活体解剖时可见漏

斗后方有一小的红色血管,为血管囊(vascular sac)的结构,经福尔马林液固定后则区分不明显。其后两侧为一对下叶(inferior lobe),下叶内腔为下叶腔(侧隐窝)。间脑背面突出一脑上腺(epiphysis),又称松果体(pineal gland),其中有一斜纹,周围为大脑两半球和两视叶所围绕,内腔为第三脑室,第三脑室经后连合与第四脑室相通(图版 I 6, 7)。

**2.3 中脑(mesencephalon)** 中脑背面观可见为两个膨大的视叶(optic lobes),或称中脑半球,每一半球从背面观其面积约  $1.2 \text{ mm} \times 1.5 \text{ mm}$ ,占据脑背面观总面积约为  $1/3$ 。中脑半球呈椭圆形至近圆形,前接大脑,后接小脑,下接间脑。膨大的视叶突出,将其下的间脑全部遮盖。背部为视盖(optic tectum),又称中脑盖(mesencephalic tectum);腹部为中脑基部(tegmentum)也称被盖。视盖与被盖之间的腔为中脑室,小脑瓣由后突入中脑室。中脑的后部有纵枕(torus longitudinalis),是视盖的一部分,细胞呈颗粒状。纤维向视盖表面延伸,在视盖两部并未分离处形成了较厚的纵隔,独体;而后随着小脑瓣的突入将两视盖推向两侧,纵枕也分离成两部分。在中脑基部各一侧与视盖相界接处有一突起,名为中脑丘,在两丘间是中隆起,在中脑前部较显著,而往后即不甚明显(图版 I 5 ~ 8)。

**2.4 小脑(cerebellum)** 小脑位于中脑后背方,呈球状。唐鱼小脑较大,几乎与一侧视盖相当,后部遮盖了延脑的面叶(facial lobe)大部分。小脑无脑室,两侧突出,称为侧叶(auricles),此结构由小脑前端发出,其中颗粒细胞甚多,是小脑颗粒层的一部分,称之为颗粒隆起(eminentia granularis)。前方伸出小脑瓣(valvula cerebella)突入中脑室而把视叶挤向两侧,唐鱼小脑瓣发达。小脑腹部分子层内凹,行成小脑腹脊(ceresta cerebella)。唐鱼小脑纵切显示壁层明显,外层为分子层,特征是细胞极小,分布稀疏,纤维多;内层为颗粒层,又名内粒层,细胞多而密,呈颗粒状。蒲氏细胞层观察不甚清楚。小脑瓣的组织与小脑本身的各部分大致相同(图

版 I 9 ~ 13)。

**2.5 延脑(myelencephalon)** 延脑为脑的最后部分,位于脊髓前端,以头骨枕骨大孔为界。唐鱼延脑前宽后窄,呈三角形。背面有脉络膜丛,揭去后可见到第四脑室,第四脑室与脊髓的中心管相连。由背面观,延脑前部为小脑所遮盖。前部中间是面叶,发达。面叶为一独突(tuberculum impar),是头部与体部味觉及触觉的中心,通过周边的核层将感觉传递到延脑的运动中心。面叶的两侧是迷叶(vagal lobe),膨大,是口内味觉中心,与腭部味觉器官有关系(图版 I 9 ~ 13)。

### 3 讨论

唐鱼脑结构与一般硬骨鱼类相似,但也有与其他硬骨鱼类脑不同的特点:①嗅叶分化较明显,这与同属的鲤科鱼类嗅叶分化特点相同。硬骨鱼类的嗅脑结构大致分为两种类型<sup>[7]</sup>:一类是嗅叶分化成嗅球和嗅束,嗅球靠近嗅觉器官嗅囊,借细长的嗅束连在大脑上,如白鲢、鲤(*Cyprinus carpio*)、鲫鱼(*Carassius auratus*)等鲤科鱼类;另一类是嗅叶不分化,紧贴在大脑的前方,而嗅叶前方通过一对较长的嗅神经与嗅囊相连,如鲈鱼(*Lateolabrax japonicus*)、大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)等鲈形目(Perciform)鱼类。唐鱼属鲤科鱼,嗅叶分化较明显的特点与鲈形目鱼类有明显区别。②唐鱼大脑呈长椭圆到长条状。一般认为大脑成长条状属于较为原始的特征。实际上唐鱼在分类地位上处于较为原始的鲈亚科,比唐鱼较为进化的鲤科鱼类,如鲤鱼、鲫鱼等其大脑已经逐步收缩膨大。③唐鱼视叶膨大,在脑各部分中占的比例最大。视叶是鱼类的视觉中枢,上有视神经纤维末梢,将刺激从视网膜传递入脑细胞,形成视觉。同时,还具有控制鱼类位置和移动功能,一般而言,主要借视觉器官觅食的上层鱼类,其视叶较为发达。就形态解剖学上看,唐鱼眼径相当大,是视觉摄食鱼类,平常生活在水质较为清澈的水体中<sup>[8]</sup>,视叶的发达与其生活习性相适应。④唐鱼脑上腺(松果体)可见到明显的中央斜纹,表面观分

成两小瓣。⑤唐鱼小脑及小脑瓣发达。鱼类的小脑是身体活动的主要协调中枢,具有维持鱼体的平衡、活动的协调和肌肉张力的节制等作用。一般认为,小脑的大小随鱼类活动能力而有差异,如动作呆滞的鱼类,其小脑甚小;而活动激烈的鱼类,其小脑特别发达<sup>[7]</sup>。唐鱼小脑隆起,体积较大,可能与其生活在山涧等水流流速较快的水体环境相适应。一般而言,小脑瓣随着侧线器官的发展而膨大,唐鱼的小脑瓣极为发达,但其身体却没有侧线<sup>[4]</sup>,这是否有其他代替侧线功能的结构存在尚不清楚,将有待作进一步地探讨。

参 考 文 献

[ 1 ] 秉志. 鲤鱼解剖. 北京 科学出版社, 1960.  
[ 2 ] 孟庆闻, 苏锦祥. 白鲢的系统解剖. 北京 科学出版社, 1960.  
[ 3 ] 张善庆, 孙帼英. 大银鱼脑的结构. 解剖学杂志, 1998, 21( 4 ) 284 ~ 287.  
[ 4 ] 潘炯华, 钟麟, 郑慈英等. 广东淡水鱼类志. 广州 : 广东科技出版社, 1991, 77 ~ 78.  
[ 5 ] Freyhof J, Herder F. *Tanichthys micagemmae*, a new miniature cyprinid fish from Central Vietnam ( Cypriniformes : Cyprinidae ). *Ichthyol Explor Freshwaters*, 2001, 12( 3 ) : 215

~ 220.  
[ 6 ] 乐佩琦, 陈宜瑜, 张春光等. 中国动物红皮书 鱼类. 北京 科学出版社, 1998, 68 ~ 70.  
[ 7 ] Kottelat M. Freshwater Fishes of Northern Vietnam. A Preliminary Check-list of the Fishes Known or Expected to Occur in Northern Vietnam with Comments on Systematics and Nomenclature. World Bank, Washington, 2001, iii-140, 15pls.  
[ 8 ] 易祖盛, 陈湘舜, 巫锦红等. 野生唐鱼在广东的再发现. 动物学研究, 2004, 25( 6 ) 551 ~ 555.  
[ 9 ] Richardson Jean M L. Shoaling in White Cloud Mountain minnows, *Tanichthys albonubes* : effects of predation risk and prey hunger. *Animal Behaviour* London, 1994, 48( 3 ) : 727.  
[ 10 ] Howell W, Black D. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with protective colloidal developer : 1-step method. *Experientia*, 1980, 36 : 1 014 ~ 1 015.  
[ 11 ] 梁健宏, 连常平, 刘汉生等. 唐鱼全人工繁育试验. 水利渔业, 2003, 23( 6 ) 30 ~ 31.  
[ 12 ] 陈国柱, 方展强, 马广智. 唐鱼胚胎发育观察. 中国水产科学, 2004, 11( 6 ) : 489 ~ 496.  
[ 13 ] 孟庆闻, 苏锦祥, 李婉端. 鱼类比较解剖学. 北京 : 科学出版社, 1987, 285 ~ 297.  
[ 14 ] 孟庆闻, 缪学祖, 俞泰济等. 鱼类学. 上海 : 上海科技出版社, 1989, 137 ~ 141.  
[ 15 ] 孟庆闻, 张春波. 草鱼脑的发育和结构. 水生生物学报, 1989, 13( 2 ) 97 ~ 113.

图 版 说 明

1. 脑的外部形态( 背视、腹视和侧视 ) × 40 ; 2. 脑的外部形态示意图( 背视、腹视和侧视 ) × 36 ; 3. 嗅叶横切面 × 100 ; 4. 大脑前部横切面 × 100 ; 5. 中脑后部横切面 × 100 ; 6. 中脑中部横切面 × 100 ; 7. 中脑中部横切面 × 100 ; 8. 中脑前部横切面 × 100 ; 9. 延脑后部横切面 × 100 ; 10. 小脑中部横切面 × 100 ; 11. 延脑前部横切面 × 100 ; 12. 小脑纵剖面 × 400 ; 13. 延脑纵剖面 × 400。

Explanation of Plate

1. External view of the brain( dorsal view, ventral view and lateral view ) × 40 ; 2. Sketch map of the external view of the brain( dorsal view, ventral view and lateral view ) × 36 ; 3. Cross section of the olfactory lobe × 100 ; 4. Cross section of the anterior portion of cerebrum × 100 ; 5. Cross section of the posterior portion of mesencephalon × 100 ; 6. Cross section of the median portion of mesencephalon × 100 ; 7. Cross section of the median portion of mesencephalon × 100 ; 8. Cross section of the anterior portion of mesencephalon × 100 ; 9. Cross section of the posterior portion of myelencephalon × 100 ; 10. Cross section of the median portion of cerebellum × 100 ; 11. Cross section of the anterior portion of myelencephalon × 100 ; 12. Longitudinal section of the cerebellum × 400 ; 13. Longitudinal section of the melencephalon × 400.

方展强等:唐鱼脑的组织形态学观察

图版 I

FANG Zhan-Qiang *et al.*: Observation on the Morphology and Histology of the Brainin *Tanichthys albonubes*

# Plate I

