

大弹涂鱼松果体形态结构研究

连惠波, 洪万树*, 朱文博, 陈 原, 洪鹭燕, 张其永

(厦门大学海洋与环境学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 鱼类松果体是传达外界信息到体内的主要传感器之一, 其分泌的褪黑激素与鱼类生殖活动密切相关. 为了阐明大弹涂鱼松果体形态结构与其功能的关系, 运用组织细胞学方法研究了大弹涂鱼松果体的形态结构. 结果表明, 大弹涂鱼松果体位于端脑和中脑之间, 由松果体柄和终囊两部分组成, 具有背囊结构. 松果体柄细长, 细胞排列紧密, 柄中有空腔, 开口与第三脑室相通; 松果体终囊膨大成梨形, 且有空腔, 腔内有皱褶, 终囊顶部表面有黑色素细胞; 背囊位于终囊下方, 形状不规则, 其囊壁向囊腔内反复折叠, 形成许多复杂、盘旋曲折的内褶, 背囊内部可见血细胞. 研究结果为将来揭示大弹涂鱼半月周期产卵的机制提供了基础资料.

关键词: 大弹涂鱼; 松果体; 形态结构; 组织学

中图分类号: Q 136

文献标志码: A

文章编号: 0438-0479(2011)06-1087-04

大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)隶属于鰕虎鱼亚目(Gobioidei)、弹涂鱼科(Periopthalmidae)、大弹涂鱼属(*Boleophthalmus*), 为暖水广温广盐性鱼类, 生活于河口港湾潮间带淤泥滩涂及红树林区, 分布于中国、朝鲜、日本、越南和马来西亚, 我国产于江苏、浙江、福建、台湾、广东和广西等省沿海, 是一种具有市场前景的滩涂养殖经济鱼类^[1]. Hong 等在研究福建省东部沿海潮间带滩涂大弹涂鱼的生殖生态特征时发现, 生殖期间大弹涂鱼生殖群体呈现出有规律的半月周期产卵现象^[2]. 动物的周期性产卵是一种生理节律(生物钟), 这种生理节律受到环境因子(光照、温度、潮汐、盐度、季节和食物等)的调节. 影响动物周期性产卵的外界环境信息通过一定的途径(感受器)传入体内, 调节动物的神经内分泌活动, 从而引起动物的生理行为. 松果体是调控动物生理节律的器官, 是传达外界信息(尤其是光照强度信息)到体内的主要生物传感器之一^[3]. 松果体分泌的褪黑激素是光照信息同生殖系统协调关系中的重要激素信号, 鱼类褪黑激素含量的节律性变化与生殖产卵行为密切相关. Sokoyowska 等研究发现, 棘鱼(*Gasterosteus aculeatus*)产卵前褪黑激素的含量升高; 缩短光照周期时褪黑激素抑制性腺发育, 而延长光照周期时褪黑激素促进性腺发育^[4]. Takemura 等研究发现, 在上弦月产卵的星蓝子鱼

(*Siganus guttatus*), 其体内褪黑激素含量新月期比满月期高, 因此作者认为星蓝子鱼可能是通过感觉到月光强度的变化来调节褪黑激素的分泌活动^[5]. 大弹涂鱼半月周期产卵的现象是由潮汐或者月光刺激松果体导致褪黑激素产生周期变化目前还没有定论. 开展大弹涂鱼松果体形态结构研究, 为今后研究大弹涂鱼松果体的功能和半月周期产卵的机理提供基础资料.

1 材料与方法

1.1 实验用鱼

实验用的 16 尾大弹涂鱼于 2009 年 10 月采自福建省霞浦县福宁湾潮间带滩涂, 体长(15.60 ± 0.52) cm, 体质量(29.30 ± 2.43) g.

1.2 样品制备

切下大弹涂鱼头部, 剪去下颌, 去除脑颅周围的组织, 将脑颅迅速用 Bouin(波恩)氏液固定, 置于摇床上摇动, 以利固定液进入脑组织. 固定 24 h 后, 取出样品, 沿着颅腔由后向前将额骨剪去, 除去脑组织周围的结缔组织, 夹住延脑由后向前连同脑部一起上翻, 将整个脑取出, 保存于 70%(体积分数, 下同)的乙醇溶液中, 置于 4℃ 冰箱中保存.

1.3 组织切片及染色

将处理好的脑组织进行常规石蜡切片: 75%乙醇中过夜→85%乙醇(45 min)→95%乙醇(45 min)→无水乙醇(30 min)→1/2 无水乙醇+1/2 二甲苯(20

收稿日期: 2011-03-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(40976095); 福建省科技计划重点项目(2008N0041)

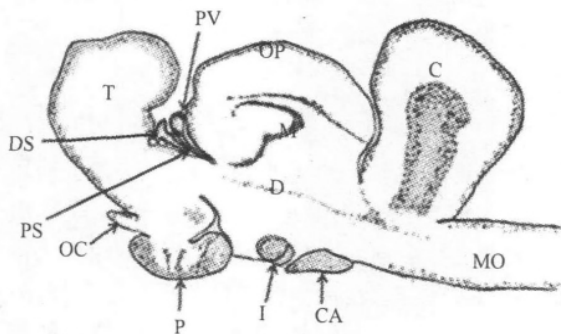
* 通信作者: wshong@xmu.edu.cn

min)→二甲苯(20 min)→1/2 二甲苯+1/2 石蜡(30 min)→石蜡 I (45 min)→石蜡 II (45 min)→包埋,连续切片,厚度为 5 μm , Ehrlich 氏苏木精和曙红 B 染色. Leica DM4500B 型光学显微镜观察, LeicaDF300 FX 型照相机拍照.

2 结 果

大弹涂鱼两眼之间后方的颅顶骨薄且较透明,称为松果体窗(pineal window),形状为菱形,颅顶骨将松果体窗分隔为左右对称的两部分,从这里可以看到位于脑颅内松果体的位置(图版 I-1).

大弹涂鱼松果体和脑各部分的形态结构特征如图 1 和图版 I 所示. 大弹涂鱼松果体位于端脑和中脑之间,由松果体柄(pineal stalk)和终囊(pineal vesicle)两部分组成,具有背囊(dorsal sac)结构. 松果体柄从间脑的顶部长出,在柄的终端膨大成为终囊,背囊位于终囊下方,是松果体与端脑之间的结构,它从间脑顶部向端脑背面延伸(图版 I-2). 松果体柄细长,其开口与第三脑室相通,可以看到后连合(posterior commissure)和亚连合(subcommissure organ)(图版 I-3),松果体柄细胞排列紧密,柄中有空腔(图版 I-6);终囊成梨状,顶部表面有黑色素细胞,终囊囊壁细胞分布不均匀,终囊顶部和终囊与松果体柄连接部位有较厚的细胞层,终囊囊壁内表层较平坦,有明显折皱,顶部有向腔内突起的细胞团,将松果体腔分为若干区域(图版 I-4);背囊形状不规则,其囊壁向囊腔内反复折叠,形成许多复杂、盘旋曲折的内褶(图版 I-5),还可以在背囊内部看到血细胞(图版 I-6).



C. 小脑; CA. 乳头体; D. 间脑; DS. 背囊; I. 漏斗体; M. 中脑; MO. 延髓; OC. 视交叉; OP. 视顶盖; P. 垂体; PS. 松果体柄; PV. 终囊; T. 端脑.

图 1 大弹涂鱼脑部纵切示意图

Fig. 1 Diagrammatic figure of vertical section through the brain of *B. pectinirostris*

3 讨 论

松果体窗已在鲮鱼(*Mugil cephalus*)、虹鳟(*Salmo irideus*)、香鱼(*Plecoglossus altivelis*)^[6]和斜齿圆罩鱼(*Cyclothone acclinidens*)^[7]等多种鱼类中发现,但有些鱼类,如青鳉(*Oryzias latipes*)和花鲈(*Lateolabrax japonicus*)^[6]等却没有这一结构. 松果体窗的存在,使得光线可以透过它而到达松果体. 已有实验证明,松果体可以调节色素细胞的分布,褪黑激素可引起色素颗粒聚集,色素细胞收缩,体色变浅^[8-9]. 大弹涂鱼松果体窗上的真皮下有色素沉积,色素颗粒细胞的分泌活动可由松果体分泌的褪黑激素控制,以调节松果体窗上色素细胞的浓集和分散,进而控制松果体窗的通光量. Charles 等根据松果体对光的不同反应,把鱼类分为 3 种类型:1) 没有组织覆盖着松果体的鱼类,这类鱼类对光有正反应;2) 松果体上有不透明覆盖物的鱼类,这类鱼类对光照呈副反应;3) 松果体上有色素颗粒控制的覆盖物的鱼类,这类鱼类可以借助对色素细胞的控制调节通光量,对光的反应可正可负^[10]. 大弹涂鱼松果体应属于第 3 种,松果体分泌的褪黑激素控制着色素细胞的活动,进而影响光线到达松果体的强弱.

松果体是调控动物生理节律的器官,是传达外界信息(尤其是光照强度信息)到体内的主要生物传感器之一^[3]. 虽然硬骨鱼的松果体在很早就被认为是光感受器官,但其是光感受器的直接证据是 Dodt 在对虹鳟的研究中发现的^[11]. 目前,电子显微镜下发现鱼类松果体细胞的主要成分与视网膜的圆锥形光感受器(cone photoreceptors)有许多相似的特征^[12-13]. 脊椎动物在进化过程中,松果体由光感受器官逐渐转变为一个内分泌器官^[14-16],即脊椎动物从低等到高等,感光功能逐渐退化,而内分泌功能却逐渐增强,到了哺乳动物则只存在内分泌功能了. 鱼类属于低等脊椎动物,松果体仍然具有感光功能,不过不同种类之间由于松果体结构的差异以及生活环境的不同,感光功能可能存在差异,有的鱼类松果体终囊没有空腔,松果体柄中也没有管道,这些种类的松果体感光功能可能有所退化,并向内分泌功能转化^[17]. 大弹涂鱼的松果体终囊有空腔,松果体柄也有管道,推测大弹涂鱼的松果体有较强的感光功能. 邓红权等认为中上层鱼类的松果体感光功能发达,中下层鱼类松果体感光功能有所退化^[18]. 然而,大弹涂鱼虽然为潮间带底层洞穴鱼类,但退潮时出洞穴在潮间带觅食,能够接触到较强的光线,其松果

体具有较强的感光功能是与生活习性相适应的。

大弹涂鱼具有松果体柄,并与第3室相通,这样脑脊液可以通过松果体柄内腔充满松果体终囊腔,维持了松果体腔的形状,松果体分泌物质也可以经脑脊液输送到第三脑室。

有研究表明,栖息水层较浅的鱼类往往没有背囊,有背囊的种类栖息的水层较深^[18]。显然,大弹涂鱼不属于这种情况,大弹涂鱼虽然生活于潮间带,但其具有形状不规则的背囊。邓红权等认为背囊具有支持、固定松果体终囊的作用^[19]。大弹涂鱼的背囊位于松果体终囊的下方,可能也具有支持和固定松果体终囊的作用。毛树坚等认为背囊有物质运输和化学修饰的功能^[20]。大弹涂鱼的背囊腔内有血细胞的存在,可以认为背囊是通过血液把物质运输到其他组织的。

目前,国内对松果体的研究较少。邓红权等研究了赤鼻棱鯉(*Thrissa purava*)松果体的显微结构,指出赤鼻棱鯉有松果体窗,并有发达的松果体,终囊为折褶型,并有圆而大的单层细胞构成的背囊结构^[19]。王典群报道了鲫鱼(*Carassius auratus*)松果体的显微和超微结构,指出鲫鱼的松果体与一般的硬骨鱼不同,松果体没有终囊与松果体柄之分,而是一根细长的管;松果体既是光感受器又有分泌功能^[21]。不同鱼类的松果体在结构和功能上存在差异。

参考文献:

- [1] 洪万树,张其永,戴庆年,等.大弹涂鱼的早期发育研究[J].热带海洋,1988,7(2):1-8.
- [2] Hong W S, Chen S X, Zhang Q Y, et al. Reproductive ecology of the mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2007, 26(4): 72-78.
- [3] 王蔼明,李美芝.神经内分泌讲座(五)——松果体及其褪黑激素[J].生物学通报,1999,34(3):25-27.
- [4] Sokoyowska E, Kalamarz H, Ewa Kulczykowska E. Seasonal changes in brain melatonin concentration in the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*): towards an endocrine calendar[J]. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, 2004, 139(3): 365-369.
- [5] Takemura A, Susilo E S, Rahman M D, et al. Perception and possible utilization of moonlight intensity for reproductive activities in a lunar-synchronized spawner, the golden rabbitfish[J]. Journal of Experimental Zoology, 2004, 301(10): 844-851.
- [6] Omura Y, Oguri M. The development and degeneration of the photoreceptor outer segment of the fish pineal organ [J]. Bull Jap Soci Sci Fish, 1971, 37(9): 851-860.
- [7] McNulty J A. A comparative light and electron microscopic study of the pineal complex in the deep-sea fishes, *Cydothone signata* and *C. accliniders* [J]. J Morphol, 1979, 162(1): 1-16.
- [8] 张培林.神经内分泌学[M].北京:人民卫生出版社,1979:120-132.
- [9] 王义强,黄世蕉,赵维信,等.鱼类生理学[M].上海:上海科学技术出版社,1990:227-230.
- [10] Bond C E. 鱼类生物学[M].王良臣,等译.天津:南开大学出版社,1989:122-419.
- [11] Dodt E. Photosensitivity of the pineal organ in the teleost, *Salmo irideus* (Gibbons) [J]. Cellular and Molecular Life Sciences, 1963, 19(12): 642-643.
- [12] Breucker H, Horstmann E. Elektronenmikroskopische untersuchungen am pinealorgan der regenbogenforelle (*Salmo irideus*) [J]. Progress in Brain Research, 1965, 10(1): 259-269.
- [13] Oksche A. Survey of the development and comparative morphology of the pineal organ [J]. Progress in Brain Research, 1965, 10(8): 3-28.
- [14] Oksche A. A ciba foundation symposium—the pineal gland [M]. London: J. & A. Churchill, 1971: 127-146.
- [15] Collin J P, Oksche A. Structural and functional relationships in the nonmammalian pineal gland [J]. Anatomy and Biochemistry, 1981, 1(2): 27-67.
- [16] Meissl H, Dodt E. Comparative physiology of pineal photoreceptor organs [J]. Development Endocrinology, 1981, 14(3): 61-80.
- [17] Ali M A, Klyne M A. Extraocular photoreceptors [M]// Vision in vertebrates. New York: Plenum Press, 1985: 231-240.
- [18] 邓红权,何大仁.棱鲮、英氏鲮、粗鳞鲮松果体的组织学和超微结构[J].厦门大学学报:自然科学版,1996,35(2):262-268.
- [19] 邓红权,何大仁.赤鼻棱鯉松果体显微结构研究[J].台湾海峡,1997,16(2):209-211.
- [20] 毛树坚,邱启任,孔玮玮,等.鲫鱼松果腺复合体的组织形态与超微结构[J].浙江大学学报:理学版,1981,8(4):430-434.
- [21] 王典群.鲫鱼松果体的显微和超微结构研究[J].水生生物学报,1994,18(1):23-25.

Observation on Morphological Structure of Pineal Organ of Mudskipper(*Boleophthalmus pectinirostris*)

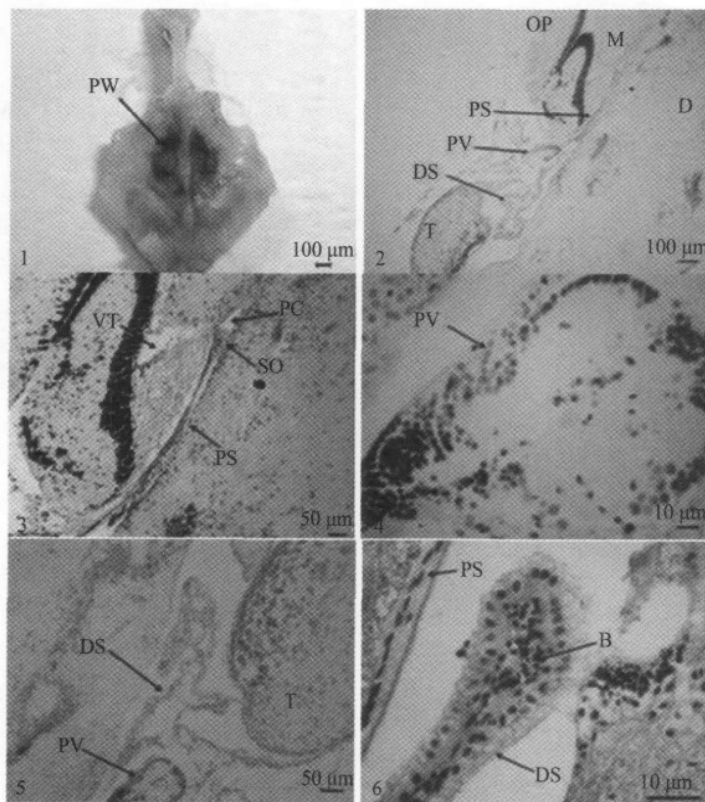
LIAN Hui-bo, HONG Wan-shu*, ZHU Wen-bo, CHEN Yuan,

HONG Lu-yan, ZHANG Qi-yong

(College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Pineal gland is a transducer that transmits environmental message to the brain in fishes. It produces melatonin to regulate fish spawning behaviors. In order to elucidate the relationship between the structure and functions of the pineal gland in the mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*), the morphological structure of pineal organ of the mudskipper was studied using histocytology. Results showed that pineal organ of the mudskipper located between telencephalon and midbrain, was composed of pineal stalk and pineal vesicle, and had a dorsal sac. The pineal stalk was long and thin in shape, the cells arrangement was tight, and there was a cavum in the middle of the stalk. The opening of pineal organ was connected with the ventriculus tertius. Pineal vesicle was expanded as a pear in shape and had a cavum with rugas inside. The top surface of the vesicle was covered by melanophore. The dorsal sac lied under the pineal vesicle and was irregular in shape with a cavum. The inner wall of the sac cavum had many complicated, spiral and tortuous emboses. The blood cells were visible inside the dorsal sac. The data from the present study will be useful to future research on the mechanisms of spawning with semilunar periodicity in the mudskipper.

Key words: *B. pectinirostris*; pineal organ; morphology; histology



1. 大弹涂鱼脑颅背面观:PW. 松果体窗;2. 大弹涂鱼松果体纵切图:D. 间脑,DS. 背囊,M. 中脑,OP. 视顶盖,PS. 松果体柄,PV. 终囊,T. 端脑;3. 大弹涂鱼松果体柄和第三脑室纵切图:PC. 后连合,PS. 松果体柄,SO. 亚连合,VT. 第三脑室;4. 大弹涂鱼终囊纵切图:P.V. 终囊;5. 大弹涂鱼背囊纵切图:DS. 背囊:P.V. 终囊,T. 端脑;6. 大弹涂鱼松果体柄和背囊内的血细胞:B. 血细胞,DS. 背囊,PS. 松果体柄。

图版 I 大弹涂鱼松果体及其附属结构

Plate I Pineal organ and its accessory structure of *B. pectinirostris*