

斑马鱼鳃的光镜和透射电镜观察

赵巧雅^① 王新栋^① 孙雪婧^① 王玲玲^① 王涛只^①
陈秋生^{①*} 林金杏^{②*}

① 南京农业大学动物医学院 南京 210095; ② 上海实验动物研究中心 上海 201203

摘要: 应用光学显微镜和透射电镜对斑马鱼 (*Danio rerio*) 鳃的组织结构及鳃丝、鳃小片超微结构进行了观察。结果表明, 斑马鱼有 4 对全鳃, 鳃耙呈长锥状, 鳃丝呈梳状排列在鳃弓上, 鳃小片均匀排列在鳃丝两侧。鳃小片由上皮细胞、柱细胞、内皮细胞和毛细血管网组成, 鳃小片基部和血管周围分布有泌氯细胞, 胞内有丰富的线粒体和排泄小泡, 根据线粒体形态特征和细胞质电子密度可将其分为两个亚型。黏液细胞通常与泌氯细胞对生存在, 并且有通外的开口。斑马鱼鳃组织结构与其他硬骨鱼鳃结构相似, 其结构和功能有密切的关系。

关键词: 斑马鱼; 鳃; 显微结构; 超微结构

中图分类号: Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2018) 01-92-07

Light and Transmission Electron Microscopic Observation on the Structure of Zebrafish (*Danio rerio*) Gill

ZHAO Qiao-Ya^① WANG Xin-Dong^① SUN Xue-Jing^① WANG Ling-Ling^① WANG Tao-Zhi^①
CHEN Qiu-Sheng^{①*} LIN Jin-Xing^{②*}

① *Laboratory of Animal Cell Biology and Embryology, College of Veterinary Medicine, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095;*

② *Shanghai Laboratory Animal Research Centre, Shanghai 201203, China*

Abstract: Optical microscopy and transmission electron microscopy were used to investigate the microstructure and ultrastructure of the gill and gill lamellae in Zebrafish (*Danio rerio*). There are four pairs of holobranches, and the gill rakers are prick-shaped, primary lamellae are arranged in a comb-like pattern on the gill arch, and secondary lamellae are evenly arranged on both sides of the primary lamella (Fig. 1). Secondary lamella consists of pillar cells, epithelial cells, endothelial cells and capillary network. Chloride cells are distributed mainly over the base of primary lamellae and perivascular area, and they contain abundant mitochondria and excretory vesicles. The cells can be divided into two subtypes according to their morphological characteristics and electron density. Mucus cells usually co-exist with chloride cells, and they often appear to be open at the surface between adjacent epithelial cells. The Zebrafish gill structure, which is

基金项目 上海市科委科研计划项目 (No. 16140904300, 15140901000);

* 通讯作者, E-mail: chenqsh305@njau.edu.cn, linjinxing83@163.com;

第一作者介绍 赵巧雅, 女, 硕士研究生; 研究方向: 组织胚胎学; E-mail:1983400529@qq.com。

收稿日期: 2017-05-06, 修回日期: 2017-08-10 DOI: 10.13859/j.cjz.201801012

closely related to its function, is similar with that of other teleost fish (Fig. 2).

Key words: Zebrafish, *Danio rerio*; Gill; Microstructure; Ultrastructure

斑马鱼 (*Danio rerio*) 属辐鳍亚纲鲤科短担尼鱼属, 一种热带淡水硬骨鱼, 是国际标准化组织认可的模式动物, 目前已被列为第三大实验动物, 广泛应用于发育生物学 (Jan et al. 2013)、遗传学 (Garnett et al. 2012)、环境监测 (刘辉等 2015)、肿瘤生物学 (谢菲等 2009) 和药物筛选 (Vliegenthart et al. 2014) 等领域, 因此, 建立其机体组织器官的形态标准, 完善斑马鱼生物学基础数据资料十分重要。

目前, 国内外关于斑马鱼正常组织结构的研究资料极少 (林金杏等 2013, 陈微等 2015), 大多是生物学和病理模型等方面的研究 (刘仪等 2016, 姚玉霄等 2016)。鳃是鱼类主要的呼吸器官, 是气体交换的场所, 某些鱼类的鳃还有滤食功能, 关于鳃形态结构及功能的研究也受到国内外学者的广泛关注 (黄建华等 2005, Monteiro et al. 2010, 陈飞飞等 2012)。本研究采用光学显微镜和透射电镜技术, 观察了斑马鱼鳃的组织学结构和超微结构, 旨在丰富斑马鱼的基础生物学资料, 为研究其结构和功能及其生活习性之间的适应性提供数据资料, 为相关病理毒理学研究等提供正常形态学参考。

1 材料与方法

1.1 实验动物

实验用 AB 系斑马鱼取自上海实验动物研究中心, 为人工繁育后代。实验时挑选生长良好、健康、摄食正常的斑马鱼共 6 尾, 雌雄各半。鱼龄为 6~8 个月, 平均体长为 (3.0 ± 0.3) cm, 体重为 (0.35 ± 0.05) g。

1.2 方法

1.2.1 鳃组织切片样品制备 将斑马鱼用 MS-222 麻醉后, 迅速取鳃用生理盐水漂洗干净, 放入多聚甲醛, 4℃固定 48 h 以上, 常规梯度酒精脱水, 然后二甲苯透明, 石蜡包埋, 切片厚度 5 μ m, 经苏木精-伊红染色, 中性树

胶封片后置于光学显微镜下观察并拍照。

1.2.2 透射电镜样品制备 活体麻醉后迅速取鱼鳃, 生理盐水漂洗后放入 2.5%戊二醛固定 24 h, 1%锇酸后固定 1 h, 梯度酒精脱水, 丙酮置换, 最后环氧树脂包埋, 定位、超薄切片, 醋酸铀及柠檬酸铅双重染色, 最后用日立 Hitach-7650 透射电镜观察、拍照。

2 结果

2.1 鳃的基本结构

斑马鱼具有 4 对全鳃, 位于头骨两侧, 呈梳状对称排列, 整个鳃呈弓形。每一全鳃由鳃弓和两片鳃瓣组成, 鳃弓是鱼鳃的主要骨架, 其横断面近似半圆形。鳃瓣由许多平行的鳃丝排列而成, 鳃丝的一端着生在鳃弓的凸面, 另一端游离, 每一条鳃丝的两侧伸出一排薄片形囊状鳃小片, 鳃弓的凹面着生锯齿状鳃耙 (图 1a)。

鳃耙 每个鳃耙呈三角锥状, 相邻鳃耙间距 0.15 ~ 0.18 mm。鳃耙表面上皮细胞个体较大, 排列紧密, 细胞呈椭圆形。鳃耙基部细胞个体较小, 形态多样而不规则。

鳃弓 鳃弓主要由鳃弓骨、结缔组织和复层上皮组成, 染色后表面有一层呈蓝色的黏膜, 鳃弓中靠近鳃耙一侧的是出鳃动脉, 靠近鳃丝一侧的是入鳃动脉, 入鳃动脉两侧靠近鳃丝处分布有软骨组织, 出鳃动脉和入鳃动脉之间有疏松结缔组织相隔 (图 1b)。

鳃丝 鳃丝呈长条状 (图 1c), 末端为膨大的盲囊, 相邻鳃丝间距为 0.10 ~ 0.13 mm 左右。鳃丝外覆鳃丝上皮, 鳃丝上皮由多层扁平上皮细胞组成, 与鳃小片呼吸上皮连续, 内有棒状的鳃丝软骨支持, 鳃丝软骨位于鳃丝内侧位置, 软骨外包有结缔组织。鳃丝的两侧靠近边缘处各有一根血管, 靠近外侧的是鳃丝静脉, 靠近内侧的是鳃丝动脉, 分别与鳃弓中的入鳃

动脉和出鳃动脉相通。入鳃动脉在每个鳃小片基部向鳃小片伸出分支，形成微毛细血管网，再经过出鳃丝动脉汇入出鳃动脉。

鳃小片 鳃小片为类似半圆形的囊状薄片（图 1d），最高处约为 57 μm，厚度为 6~9 μm，相邻鳃小片间距为 12~18 μm，鳃小片游离端一致弯向迎水侧。鳃丝两侧相邻鳃小片呈犬牙交错排列，血液由入鳃动脉流入鳃小片的入鳃小片血管，经血氧交换后由出鳃小片血管流入出鳃丝动脉，最后流出鳃丝。

2.2 鳃小片的超微结构

斑马鱼鳃小片由单层呼吸上皮细胞及毛细血管网和柱细胞构成（图 2a），扁平上皮细胞位于最外层，内部由柱细胞和毛细血管组成。毛细血管有内皮，细胞菲薄，毛细血管管腔很窄，仅容单层血细胞通过，窦状隙不明显。

上皮细胞 鳃丝上皮细胞排列紧密，核呈长梭形，细胞表面有略向外凸出的微嵴结构，且表面覆盖有一层黏液。近鳃小片区的上皮细胞表面较为平滑。鳃小片上皮细胞与鳃丝上皮相连，呈扁平状，细胞表面呈皱褶状，细胞核位于细胞中部，呈长棒状，胞内含内质网、高

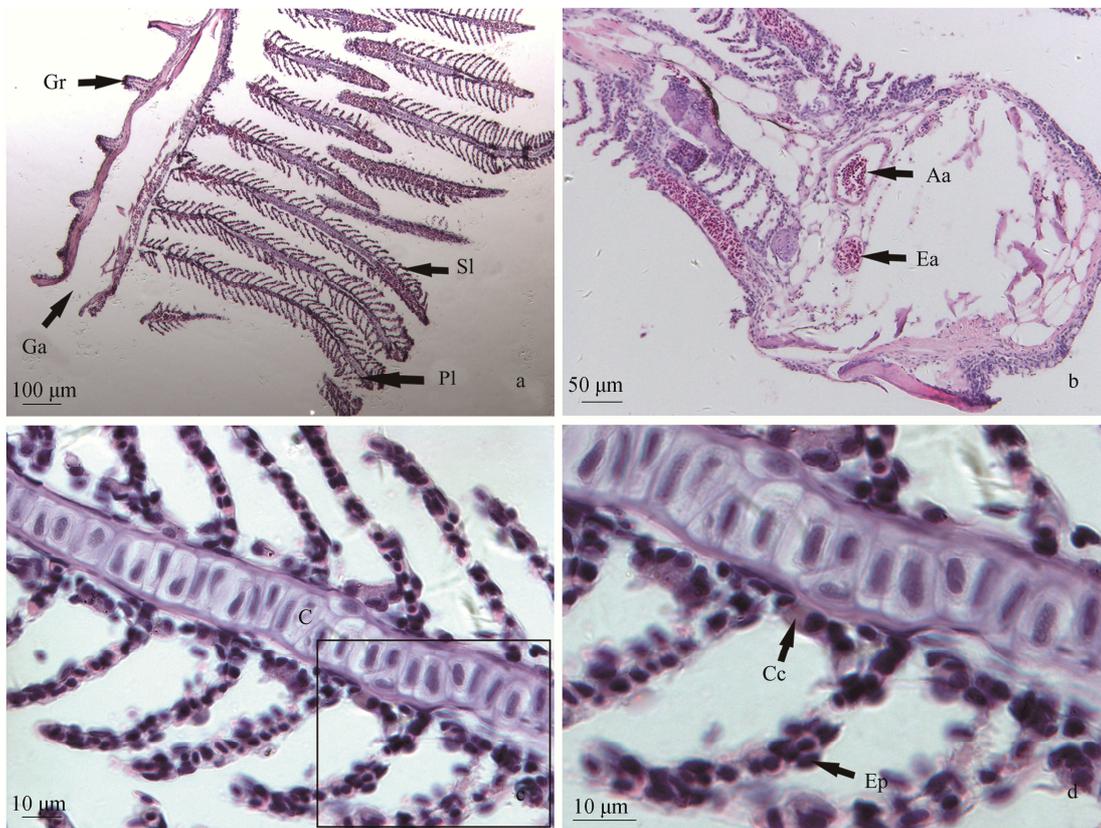


图 1 斑马鱼鳃的光镜结构观察

Fig. 1 Microstructure of gill in Zebrafish

a. 鳃纵切面；b. 鳃弓横切面；c. 鳃丝；d. c 中方框部分的放大，示上皮细胞、泌氯细胞。

a. Longitudinal section of gill; b. Cross section of gill arch tissue; c. Gill filament; d. Enlarge of the epithelia cell and chloride cell.

Aa. 入鳃动脉；C. 软骨细胞；Cc. 泌氯细胞；Ea. 出鳃动脉；Ep. 上皮细胞；Ga. 鳃弓；Gr. 鳃耙；Pl. 鳃丝；SI. 鳃小片。

Aa. Afferent artery; C. Chondrocyte; Cc. Chloride cell; Ea. Efferent artery; Ep. Epithelia cell; Ga. Gill arch; Gr. Gill raker; Pl. Primary lamella; SI. Secondary lamella.

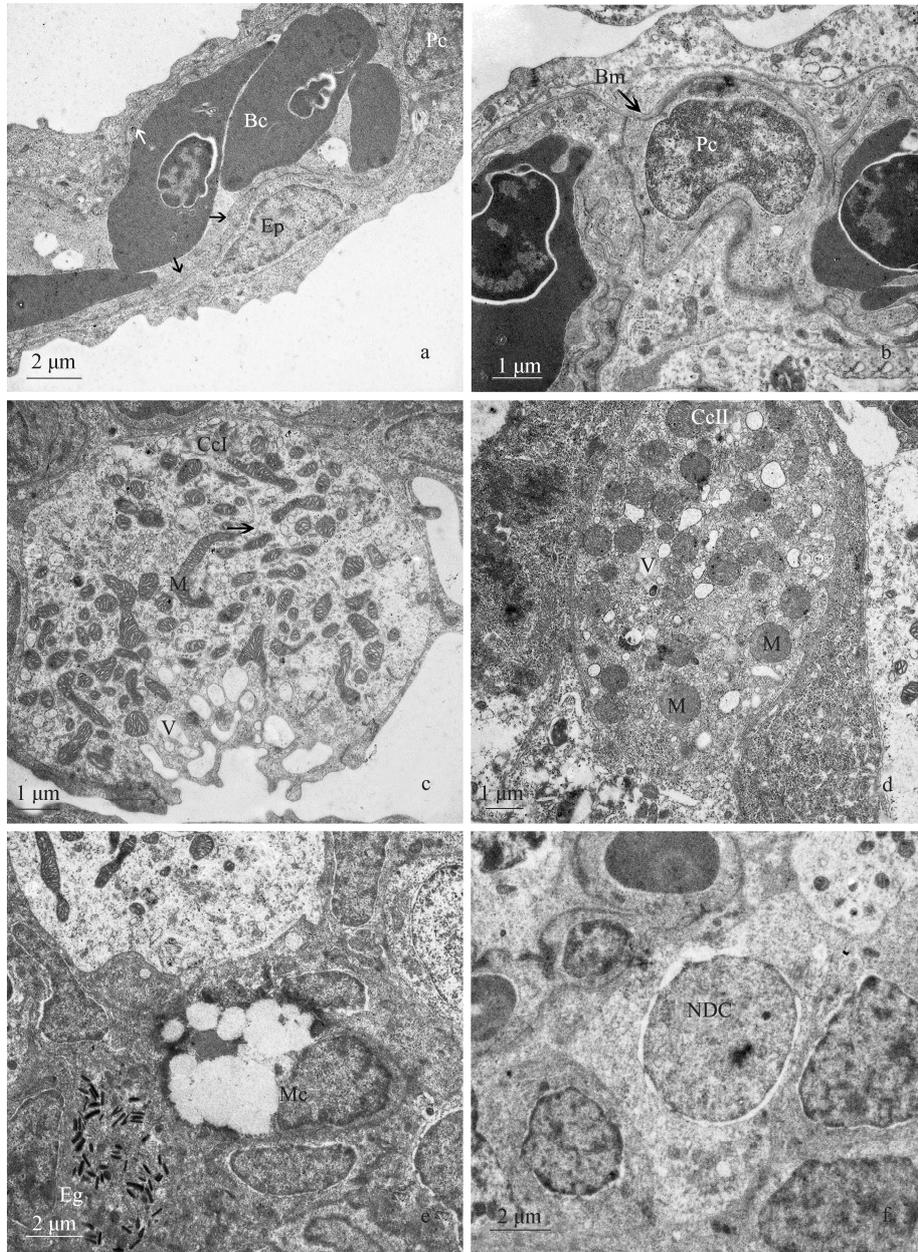


图 2 斑马鱼鳃小片内部超微结构观察

Fig. 2 Ultrastructure of the gill filaments on Zebrafish

a. 鳃小片的结构组成，箭头示内皮细胞；b. 支持细胞及基膜；c. I型泌氯细胞，箭头示微管；d. II型泌氯细胞；e. 黏液细胞及嗜酸性粒细胞；f. 未分化细胞。

a. Secondary lamella, arrow points to endothelial cell; b. Pillar cell and basement membrane; c. Chloride cell I, arrow points to tubular; d. Chloride cell II; e. Mucus cell and eosinophils; f. Non-differentiated cell.

Bc. 红细胞；Bm. 基膜；Cc I. I型泌氯细胞；Cc II. II型泌氯细胞；Eg. 嗜酸性粒细胞；Ep. 上皮细胞；M. 线粒体；Mc. 黏液细胞；NDC. 未分化细胞；Pc. 柱细胞；V. 囊泡。

Bc. Blood cell; Bm. Basement membrane; Cc I. Chloride cell I; Cc II. Chloride cell II; Eg. Eosinophilic granulocyte; Ep. Epithelial cell; M. Mitochondrion; Mc. Mucus cell; NDC. Non-differentiation cell; Pc. Pillar cell; V. Vacuoles.

尔基体、线粒体等细胞器(图 2a)。上皮细胞与柱细胞及毛细血管之间有一层较厚的基膜,构成特殊的水血屏障双层结构(图 2b)。

柱细胞 柱细胞核质比较大,细胞核形态多样,位于鳃小片中间,能够撑开上下层上皮细胞,维持鳃小片形状,起支撑作用,电镜下可看到柱细胞与血细胞相间分布(图 2b)。

泌氯细胞 泌氯细胞大多位于鳃小片基部及鳃丝外侧,鳃丝中的泌氯细胞往往被上皮细胞覆盖,开口于相邻上皮细胞连接处。胞体与胞核均较大,根据线粒体形态特征和细胞质电子密度,电镜下可将斑马鱼泌氯细胞分为两类,分别称为 Cc I 型(图 2c)和 Cc II 型(图 2d)。I 型泌氯细胞主要位于鳃丝边缘和鳃小片以及血管周围。电镜观察时, I 型泌氯细胞电子密度较低,线粒体呈圆形或长条形,个体较小,胞内含丰富微管系统及较大的排泄小泡,排泄小泡为大小不等的圆形或椭圆形。II 型泌氯细胞主要分布在鳃弓及鳃丝内部,细胞呈椭圆形或长棒状,电子密度较高,线粒体主要为圆形且个体较大的形态,胞内有较小的囊泡。

黏液细胞 黏液细胞往往和泌氯细胞对生存在,黏液细胞数量较少,呈长椭圆形,细胞核呈长棒状,细胞器数量较少,有内质网、线粒体和高尔基体。成熟黏液细胞内可见大量黏原颗粒,细胞核和细胞器被挤在细胞基部(图 2e)。黏液细胞可分泌黏液到上皮细胞表面,形成一层对鳃组织有保护作用的屏障。

未分化细胞 斑马鱼鳃中还有一类未分化细胞,位于鳃丝基部。未分化细胞是上皮细胞、泌氯细胞等其他功能细胞的母体。细胞核很大,呈圆形,核质比大,内有内质网、线粒体和囊泡等细胞器(图 2f)。

3 讨论

与大多硬骨鱼相同,斑马鱼有 4 对全鳃,每片鳃包括鳃弓、鳃耙、鳃丝。鳃耙有滤食和保护鳃丝的作用(范毛毛等 2009),其形态结构与鱼的食性有密切关系。鳃弓呈弓形,可以

有效缓冲水流压力。鳃丝密集排列在鳃弓上,鳃丝末端为膨大盲囊,占鳃丝长度 1/8 左右,鳃丝两侧伸出平行排列的鳃小片。有研究表明,鳃小片的高度、厚度、间距及数量是一个种的特征,其结构与生活模式有关(方展强等 2004),其高度越高,厚度越小,呼吸面积就越大,摄取氧的效率就越高。本研究表明,斑马鱼鳃小片的高度、厚度及片间距均较小,这是由于斑马鱼属于水体表层鱼类,呼吸面积比底栖鱼类小。鳃小片的结构虽然对水流阻力较大,但是相对面积增加,气体交换率也增加。而且由于鳃小片较薄,减小了水电屏障的距离,更加有利于气体交换。

上皮细胞是鳃表皮细胞数量最多的一个类型,约占鳃表面面积的 90%(Laurent et al. 1980)。上皮细胞包括鳃丝复层上皮和鳃小片扁平上皮,两者结构上相连续但形态上有一定差异。鳃丝上皮细胞表面有微嵴,鳃小片呼吸上皮细胞表面较平滑,呈皱褶状,没有微嵴,表面均附有一层黏液。这层黏液可以减轻水中悬浮颗粒对鳃的摩擦和损伤,并且能够在鳃暴露于空气中时保持湿润(Carmona et al. 2004)。微嵴结构可以大大增加细胞的表面积,提高交换效率;另一方面,微嵴可以固定表面的黏液。此外,还有学者认为,微嵴结构可以增强细胞的机械强度,减轻水流的机械损伤(廖光勇等 2011)。鳃小片上呼吸上皮细胞表面无微嵴,这与剑尾鱼(*Xiphophorus hellerii*, 方展强等 2004)及波纹唇鱼(*Cheilinus undulatus*, 廖光勇等 2011)等的观察结果相似。何永亮等(2009)通过驼背鲈(*Chromileptes altivelis*)鳃丝的研究,认为鳃小片上皮的表面结构能增大鳃丝表面阻力,促进水分子的机械吸附能力,有利于提高离子交换率。鳃丝上皮和鳃小片上皮结构不同,这验证了不同结构上皮细胞与其功能是密切相关的。

此外,鳃小片中毛细血管的血管壁与呼吸上皮共同参与形成了一层较厚的基膜,与波纹唇鱼(廖光勇等 2011)、大黄鱼(*Larimichthys*

crocea, 阮成旭等 2014) 相似, 鳃小片上皮细胞和毛细血管内皮细胞共同构成血管壁, 上皮细胞、内皮细胞、柱细胞和基膜形成水/血屏障双层结构。

泌氯细胞在海水硬骨鱼类中能够调节机体渗透压、调节体液 pH 及氨氮代谢, 淡水硬骨鱼中与 Cl^- 的代谢无关, 主要是离子内在化的场所, 离子通道为钠离子和氢离子通道, 因此被称为离子细胞, 因细胞内部线粒体丰富, 在有些报道中又被称为线粒体丰富细胞 (罗芬等 2011)。关于泌氯细胞的分类, Pisam 等 (1987) 根据电子密度和线粒体形态将泌氯细胞分为两个亚型, 也有学者根据细胞上的突起将其进行分类 (Lee et al. 2000)。本研究发现, 斑马鱼泌氯细胞的形态特征与黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*, 罗芬等 2011) 较为相似, 主要特征为: I 型泌氯细胞胞质电子密度低, 有丰富的微管系统, 线粒体形态多样; 而 II 型泌氯细胞电子密度较高, 线粒体大多呈圆形且较大, 胞质中有小囊泡。两类细胞分布位置和结构均有差异, 推测其可能有不同的功能。I 型泌氯细胞大多位于鳃丝及鳃小片基部, 且胞质内有丰富的微管系统, 微管系统上具有大量离子转运活性位点 Na^+/K^+ -ATP 酶, 推测其可能与离子调节密切相关; II 型泌氯细胞大多分布于鳃弓及鳃丝血管周围, 且胞内线粒体个体大、数量多, 推测其代谢活动旺盛, 可能与能量代谢相关。也有学者认为 II 型泌氯细胞的胞质电子密度高是所吸收钙离子沉积造成的 (Tsai et al. 1998)。关于泌氯细胞的具体分类标准和功能仍有待于进一步研究。

本研究对斑马鱼鳃的显微结构及鳃小片超微结构进行观察, 探讨了上皮细胞及泌氯细胞等的结构和功能之间的关系, 丰富了斑马鱼基础生物学资料。

参 考 文 献

- Carmona R, García-Gallego M, Sanz A, et al. 2004. Chloride cells and pavement cells in gill epithelia of *Acipenser naccarii*: ultrastructural modifications in seawater-acclimated specimens. *Journal of Fish Biology*, 64(2): 553–566.
- Garnett A T, Square T A, Medeiros D M. 2012. BMP, Wnt and FGF signals are integrated through evolutionarily conserved enhancers to achieve robust expression of Pax3 and Zic genes at the zebrafish neural plate border. *Development*, 139(22): 4220–4231.
- Jan K, Volker K, Francesca B, et al. 2013. Development and specification of cerebellar stem and progenitor cells in zebrafish: from embryo to adult. *Neural Development*, 8(1): 1–16.
- Laurent P, Dunel S. 1980. Morphology of gill epithelia in fish. *American Journal of Physiology*, 238(3): 147–159.
- Lee T H, Hwang P P, Shieh Y E, et al. 2000. The relationship between ‘deep-hole’ mitochondria-rich cells and salinity adaptation in the euryhaline teleost, *Oreochromis mossambicus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 23(2): 133–140.
- Monteiro S M, Fontainhasfernandes A, Sousa M. 2010. An immunohistochemical study of gill epithelium cells in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Folia Histochemica Et Cytobiologica*, 48(1): 112–121.
- Pisam M, Caroff A, Rambourg A. 1987. Two types of chloride cells in the gill epithelium of a freshwater-adapted euryhaline fish: *Lebistes reticulatus*; their modifications during adaptation to saltwater. *The American Journal of Anatomy*, 179(1): 40–50.
- Tsai J C, Hwang P P. 1998. Effects of wheat germ agglutinin and colchicine on microtubules of the mitochondria-rich cells and Ca^{2+} uptake in tilapia (*Oreochromis mossambicus*) larvae. *Journal of Experimental Biology*, 201(Pt 15): 2263–2271.
- Vliegenthart A D B, Tucker C S, Pozo J D, et al. 2014. Zebrafish as model organisms for studying drug-induced liver injury. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 78(6):1217–1227.
- 陈飞飞, 黄桂菊, 油九菊, 等. 2012. 合浦珠母贝鳃的显微与超微结构. *动物学杂志*, 47(6): 78–84.
- 陈微, 章琳俐, 刘仪, 等. 2015. 斑马鱼中脑微细结构及相关免疫组化反应. *畜牧与兽医*, 47(12): 89–93.
- 范毛毛, 常藕琴, 潘厚军, 等. 2009. 鳃的扫描电镜观察. *大连海洋大学学报*, (增刊 1): 81–83.
- 方展强, 邱玫, 王春风. 2004. 剑尾鱼鳃结构的光镜、扫描和透射电镜观察. *电子显微学报*, 23(5): 553–559.
- 何永亮, 区又君, 蔡文超, 等. 2009. 驼背鲈鳃丝的光镜、扫描和透射电镜观察. *华南农业大学学报*, 30(2): 86–89.

- 黄建华, 李加儿, 刘匆, 等. 2005. 鲢点石斑鱼和大眼鳊鳃的扫描电镜观察. *动物学研究*, 26(1): 82–88.
- 廖光勇, 区又君, 李加儿. 2011. 波纹唇鱼鳃丝的光镜、扫描和透射电镜观察. *动物学杂志*, 46(1): 7–15.
- 林金杏, 章琳俐, 姚一琳, 等. 2013. 斑马鱼肠道显微和超微结构的研究. *畜牧与兽医*, 45(3): 60–66.
- 刘辉, 戴家银. 2015. 斑马鱼在生态毒理学研究及环境监测中的应用. *中国实验动物学报*, 23(5): 529–534.
- 刘仪, 章琳俐, 初晓雅, 等. 2016. 不同温度条件下斑马鱼精巢 TLR2 和 TLR4 的表达分布. *畜牧与兽医*, 48(12): 65–67.
- 罗芬, 陈礼强, 康斌. 2011. 黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*) 鳃的超微结构研究. *海洋与湖沼*, 42(4): 488–494.
- 阮成旭, 吴德峰, 袁重桂. 2014. 大黄鱼幼鱼鳃结构的光镜和透射电镜观察. *解剖学报*, 45(1): 120–123.
- 谢菲, 陈晗, 李建明, 等. 2009. 斑马鱼在肿瘤研究中的应用. *中国热带医学*, 9(6): 1161–1164.
- 姚玉霄, 孙少阳, 费飞, 等. 2016. 模式生物斑马鱼在衰老生物学中的研究初探. *广东医学院学报*, 34(5): 443–446.

辽宁朝阳和大连发现噪鹛

Common Koel *Eudynamys scolopaceus* Found in Chaoyang and Dalian, Liaoning Province, China

噪鹛 (*Eudynamys scolopaceus*) 隶属于鹛形目 (Cuculiformes) 杜鹃科 (Cuculidae), 是一种专性巢寄生鸟类。在我国共分布有华南亚种 *E. s. chinensis* 和海南亚种 *E. s. harterti* 两个亚种, 海南亚种目前只分布于海南, 留鸟; 华南亚种分布比较广泛, 在北纬 35° 以南大部分地区都有分布, 为夏候鸟 (约翰·马敬能等 2000), 在河南、陕西南部、四川、重庆、贵州、湖北、湖南、安徽、江西、江苏、上海、浙江、福建、广东、香港、澳门、广西、台湾均有分布, 分布最北线为北京 (郑光美 2011)。除此之外, 米小其等 (2016) 曾报道过噪鹛在西藏地区的分布记录。辽宁老铁山国家级自然保护区曾于 2015 年秋季发现过噪鹛, 但并未见正式的学术报道。

噪鹛体型较大, 体长约 42 cm, 雌雄异型, 雄鸟通体黑色并具淡蓝色亮辉, 下体亮辉不显著; 雌鸟上体暗褐色, 略有金属绿色反光, 头部暗淡而显棕色, 整体密布白色点状斑, 在头部常集成纵纹状, 至尾部及飞羽上转为横斑状。虹膜红色, 嘴淡绿色, 脚灰色。鸣叫时发出嘹亮的 *kow-wow* 声, 特点极为鲜明, 辨识度极高。常借喜鹊 (*Pica pica*) 及红嘴蓝鹊 (*Cissa erythoryncha*) 的巢产卵 (赵正阶 2001)。

2017 年 5 月 28 日, 在辽宁省朝阳地区的凌源青龙河人工银白杨 (*Populus alba*) 林 (40°49'34.02"N, 119°05'35.53"E) 中观测到 2 只噪鹛雄性个体, 并录到其鸣声; 2017 年 6 月 25 日, 在距离第一次发现地 3.5 km 外的银白杨林 (40°48'11.91"N, 119°04'42.46"E) 再次听到噪鹛叫声。2017 年 6 月 19 日, 在辽宁省大连地区的庄河仙人洞国家级自然保护区小峪河的针阔叶混交林中 (40°00'55.11"N, 122°57'54.63"E) 听到噪鹛的叫声。结合噪鹛两个亚种已知的分布区来看, 本地区发现的噪鹛应为华南亚种 *E. s. chinensis*。另外, 在庄河地区有大量喜鹊分布, 而凌源地区有大量喜鹊及红嘴蓝鹊的分布, 这也为噪鹛的寄生提供了可能条件。

查阅《辽宁动物志·鸟类》(黄沐朋等 1989)、《中国鸟类分类与分布名录》(郑光美 2011) 和辽宁鸟类分布相关文献资料 (邱英杰等 2006), 确定噪鹛为辽宁省鸟类新分布记录。

张雷^① 董飞^① 付化瑞^② 张文文^③ 万冬梅^{①*}

① 辽宁大学生命科学学院, 辽宁省动物资源与疾病防治重点实验室 沈阳 110036;

② 北票市林业局 北票 122100; ③ 环境保护部南京环境科学研究所 南京 210042

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31071927, 31100271), 环境保护部生物多样性保护专项;

* 通讯作者, E-mail: wandongmei@lnu.edu.cn;

第一作者介绍 张雷, 男, 实验师; 研究方向: 鸟类生态学; E-mail: zhangl@lnu.edu.cn.

收稿日期: 2017-07-08, 修回日期: 2017-10-24 DOI: 10.13859/j.cjz.201801025