

# 红嘴相思鸟雏鸟间脑动眼神经核团的组织结构

吴邦元<sup>①</sup> 李小聪<sup>②#</sup> 彭西<sup>①\*</sup>

① 西华师范大学生命科学院, 西南野生动植物资源保护教育部重点实验室 南充 637009;

② 成都中牧生物药业有限公司 成都 610000

**摘要:** 本研究旨在探讨红嘴相思鸟 (*Leiothrix lutea*) 雏鸟间脑动眼神经核团的发育动态变化。采用甲苯胺蓝法染色, 光镜下观察 1、5 和 9 日龄红嘴相思鸟雏鸟间脑动眼神经核的组织学结构。结果显示, 红嘴相思鸟雏鸟间脑从浅层至深层依次排列有背外侧部、背内侧部、腹侧部 3 个亚核以及动眼神经副核。各核团亚区均主要由小型和大型细胞构成, 但是不同亚区大型和小型细胞数量、比例以及分布存在差异。随日龄增长, 神经细胞内尼氏体逐渐增多。从 1 日龄到 9 日龄, 各核团之间相对位置不变, 但间距增大, 且各核团横切面面积显著增大 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。结果表明, 随着红嘴相思鸟雏鸟日龄增长, 间脑动眼神经核结构逐渐发育成熟, 与其眼部肌肉运动的调控能力渐趋完善相适应。

**关键词:** 红嘴相思鸟; 间脑; 动眼神经核团; 组织学

**中图分类号:** Q954.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2018) 06-924-07

## Histological Observation on the Diencephalic Oculomotor Nucleus in *Leiothrix lutea* Nestling

WU Bang-Yuan<sup>①</sup> LI Xiao-Cong<sup>②#</sup> PENG Xi<sup>①\*</sup>

① *College of Life Science, China West Normal University, Key Laboratory of Southwest China Wildlife Resources Conservation, Nanchong 637009;* ② *Chengdu Zhongmu Biological Pharmacy Co., Ltd., Chengdu 610000, China*

**Abstract:** The purpose of this study was to investigate the developmental dynamic changes in histological structure of diencephalic oculomotor nucleus in *Leiothrix lutea* nestling at different days of age. The microstructure of diencephalic oculomotor nucleus at one, five and nine days after hatching were observed and a special staining method-toluidine blue staining (TBS) was employed. The significance among different ages was analyzed by one-way analysis of variance analysis, and results were presented as mean  $\pm$  standard deviation (Mean  $\pm$  SD). The analysis was conducted using SPSS 16.0 for windows. The results suggested that

**基金项目** 西华师范大学基本科研项目 (No. 16B002);

\* 通讯作者, E-mail: pengxi197313@163.com;

**第一作者介绍** 吴邦元, 男, 博士; 研究方向: 野生动物保护; E-mail: wubangyuan2008@163.com.

# **共同第一作者** 李小聪, 男, 硕士; 研究方向: 动物病理学; E-mail: 27026167@qq.com.

收稿日期: 2018-05-03, 修回日期: 2018-08-20 DOI: 10.13859/j.cjz.201806010

there were four parts of nuclei, namely nucleus nervi oculomotorii pars dorsolateralis (OMdl), nucleus nervi oculomotorii pars dorsomedialis (OMdm), nucleus nervi oculomotorii pars ventralis (OMv) and nucleus of edinger-westphal (EW) (as shown in Table 1 and Fig. 1). Oculomotor nucleus of *L. lutea* nestling was comprised of small and large types of nerve cells, but the population, proportion and distribution of the two types of cells in different sub-regions were different as the days go by, and intracytoplasmic nissl bodies increased gradually with growth. There was no significant change in the relative position between different cerebellar nuclei, but both the interval and sectional area were increased from the age of 1 to 9 days (Fig. 2, 3 and 4). The results show that the structure of oculomotor nucleus matures with the growth of the *L. lutea* nestling, which is in accordance with its gradually improved neuroregulation of eye muscles.

**Key words:** *Leiothrix lutea*; Cerebellum; Oculomotor nucleus; Histology

红嘴相思鸟 (*Leiothrix lutea*) 主要分布于我国长江流域及以南地区, 其色彩艳丽、体型娇小, 是我国有名的观赏鸟。100 多年前红嘴相思鸟作为一种名贵观赏鸟从中国引入到欧洲 (韩联宪 2001)。近年来因被过度捕捉而种群数量急剧下降, 《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES) 2007 年将其列入附录 II (王夕龙等 2011)。

鸟类视觉敏锐, 飞翔时必须有精确的协调运动, 由此导致中脑视叶与间脑较为发达 (程红 2000)。间脑是重要的运动调节中枢, 具有维持身体平衡、调节肌张力和协调运动的功能 (Schmahmann 1991, Middleton et al. 1994, Yamanaka et al. 2004, Tavano et al. 2007)。间脑深部核团是间脑的主要输出途径, 间脑皮质的整合活动大部分经同侧间脑核团然后作用于中枢神经系统的其他部分 (陈鲲等 2004)。目前, 关于间脑核团的研究主要集中在其功能, 如间脑顶核与中枢神经源性保护机制 (陈艳红等 2014)、间脑间位核与免疫调节 (邱健等 2008) 等。也有研究揭示了黄鳝 (*Monopterus albus*) 中脑、间脑内神经核团的形态结构 (邓一帆 2007)。就间脑动眼神经核团的研究而言, 主要见于哺乳动物 (李慧等 2010, 刘冬娟等 2012), 对于鸟类也有相关报道 (Jungherr 1945, Kuenzel et al. 1988)。本实验采用甲苯胺蓝染色法研究红嘴相思鸟间脑神经核团的组织结构随日龄增长的动态变化, 探讨间脑动眼神经核团

结构与功能的关系, 丰富了红嘴相思鸟的组织学内容, 为比较组织学研究提供了基础资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物

1、5 和 9 日龄红嘴相思鸟雏鸟各 3 只, 由西华师范大学红嘴相思鸟人工驯繁实验室提供。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 切片制作及染色观察** 分别采取 1、5、9 日龄红嘴相思鸟雏鸟的全脑, 于 4% 多聚甲醛磷酸缓冲液 (上海谱振生物科技有限公司) 中固定 24 h 以上; 脱水, 石蜡包埋; 采用 Leica 石蜡切片机 (Leica, 德国) 连续冠状切片法制片, 切片厚度 5  $\mu\text{m}$ 。

染色采用甲苯胺蓝染色法, 连续冠状切片甲苯胺蓝染色简易步骤: 切片常规脱蜡至水, 经蒸馏水反复冲洗后, 滴加甲苯胺蓝染液 (1% 磷酸盐法, 北京索莱宝科技有限公司) 并置于 50 ~ 60  $^{\circ}\text{C}$  温箱染色 40 min; 水洗后置于梯度乙醇 (70%、80%、90%、100%) 中脱水。二甲苯透明, 中性树胶封片后观察。

使用光学显微镜 (Nikon, 日本) 观察每张切片, 分别选取核团面积最大的 5 张连续冠状切片, 详细观察间脑核团的形状、相对位置、细胞构成及神经元细胞内尼氏体含量的形态特征 (根据核染色质着色深浅), 并观察上述指标随日龄增加的动态变化。

**1.2.2 核团大小测量** 运用光学显微镜以及显微照相系统 (Nikon, 日本), 分别在 40 倍物镜下采集上述 5 张连续冠状切片中间脑核团的视野。以爱普图像处理分析 4.0 软件测量核团横切面面积 ( $\mu\text{m}^2$ ), 以 5 张切片测定值的平均值为该日龄间脑核团的横切面面积。

**1.2.3 统计学方法** 所有测得结果均采用 SPSS Statistics 16.0 软件进行处理, 结果以平均值  $\pm$  标准差 (Mean  $\pm$  SD) 表示。同时使用单因素方差分析 (ANOVA) 法分析不同日龄间的差异显著性,  $P < 0.01$  表示组间差异极显著,  $P < 0.05$  表示组间差异显著。

## 2 结果

### 2.1 间脑动眼神经核相对位置及大小变化

红嘴相思鸟雏鸟间脑动眼神经核位于间脑背侧, 上丘的腹侧, 由动眼神经副核 (nucleus of edinger-westphal, EW)、背内侧核 (nucleus nervi oculomotorii, pars dorsomedialis, OMdm)、背外侧核 (nucleus nervi oculomotorii, pars dorsolateralis, OMdl) 和腹侧核 (nucleus nervi oculomotorii, pars ventralis, OMv) 组成。1 日龄时, 各核团之间距离较近, 周界清晰。5 日龄和 9 日龄时, 各核团的相对位置不变, 但其间距增大, 与 1 日龄比较, 核团内细胞排列相对松散、核团周界不如 1 日龄时清晰。

随着红嘴相思鸟雏鸟的日龄增长, 其间脑深部核团明显增大 (图 1)。各核团面积的测量结果显示, 从 1 日龄至 5 日龄再至 9 日龄, 红

嘴相思鸟雏鸟间脑动眼神经副核 (EW)、背内侧核 (OMdm)、背外侧核 (OMdl) 和腹侧核 (OMv) 横切面面积逐渐增加, 各日龄间均差异极显著 ( $P < 0.01$ , 表 1)。

### 2.2 动眼神经副核

横断面上, 动眼神经副核呈卵圆形或圆形, 核团周界较清楚, 主要由大型细胞构成。1 日龄时, 核团内神经细胞较均匀一致, 核团中央区和周边区细胞排列较紧密。5 日龄和 9 日龄时, 核团中央区细胞排列逐渐变得稀疏, 且以小型细胞为主, 其中分布有少量大型细胞; 此期核团周边区细胞数量逐渐增多, 且以大型细胞为主。小型细胞的细胞核小、核仁明显、胞浆不丰富; 大型细胞的细胞核大、核仁明显、胞浆丰富。随日龄增长, 大型细胞胞浆内的尼氏体渐趋丰富、染色加深 (图 2)。

### 2.3 动眼神经背内侧核和动眼神经背外侧核

背内侧核比动眼神经副核更靠近中脑浅层。1 日龄时背内侧核呈半圆形, 有 3~4 层神经细胞平行排列, 主要由大型细胞组成; 5 日龄和 9 日龄时, 背内侧核呈肾形或马蹄形, “蹄掌区”富含胶质细胞, 且在 9 日龄时形成明显的神经束结构, “蹄叶区”由大型和小型细胞构成, 其间分布有丰富的胶质细胞。

背外侧核内的细胞呈层状结构, 从中心到外周有 3~4 层排列紧密的神经元细胞, 中心区为小型细胞, 外周为大型细胞, 胞浆中尼氏体染色较浅。与 1 日龄比较, 背外侧核的神经元细胞在 5 日龄时排列更紧密, 但到 9 日龄时排

表 1 各日龄核团横切面面积 ( $\mu\text{m}^2$ , 平均值  $\pm$  标准差)

Table 1 Transection area of cerebellar nuclei at different days of age ( $\mu\text{m}^2$ , Mean  $\pm$  SD)

日龄 Age (d)	动眼神经副核 Nucleus of edinger-westphal (EW)	背内侧核 Nucleus nervi oculomotorii, pars dorsomedialis (OMdm)	背外侧核 Nucleus nervi oculomotorii, pars dorsolateralis (OMdl)	腹侧核 Nucleus nervi oculomotorii, pars ventralis (OMv)
1	18 684.3 $\pm$ 313.5 <sup>A</sup>	4 401.9 $\pm$ 237.7 <sup>A</sup>	6 168.7 $\pm$ 109.6 <sup>A</sup>	13 768.3 $\pm$ 204.8 <sup>A</sup>
5	32 938.7 $\pm$ 431.0 <sup>B</sup>	9 203.9 $\pm$ 388.8 <sup>B</sup>	7 004.4 $\pm$ 234.8 <sup>B</sup>	34 475.1 $\pm$ 863.2 <sup>B</sup>
9	43 400.3 $\pm$ 1 055.1 <sup>C</sup>	20 202.1 $\pm$ 1 121.4 <sup>C</sup>	11 721.9 $\pm$ 1 045.6 <sup>C</sup>	81 844.7 $\pm$ 609.4 <sup>C</sup>

同列数据上标有不同大写字母表示数据差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

The data with different capital letters in the same column have significant difference ( $P < 0.01$ ).

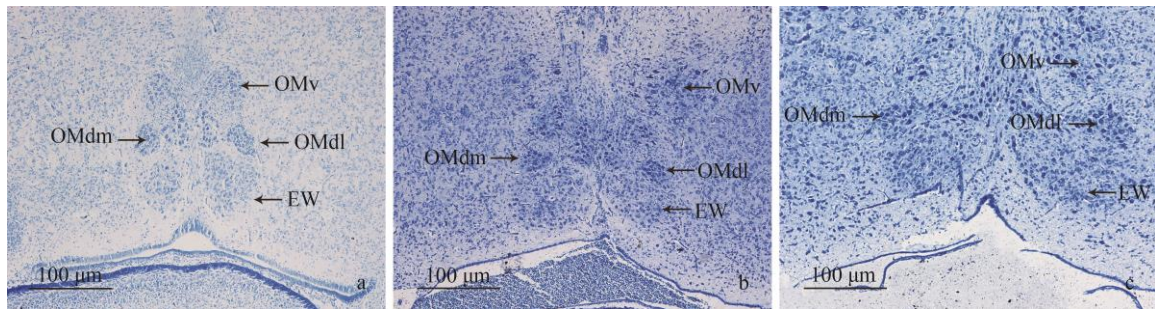


图 1 红嘴相思鸟雏鸟间脑核团显微结构（甲苯胺蓝染色）

Fig. 1 The cerebellar nuclei microstructure of *Leiothrix lutea* nestling (toluidine blue staining)

a. 1 日龄；b. 5 日龄；c. 9 日龄。a. 1 day of age; b. 5 days of age; c. 9 days of age.

EW. 动眼副神经核；OMdl. 背外侧核；OMdm. 背内侧核；OMv. 腹侧核。

EW. Nucleus of edinger-westphal; OMdl. Nucleus nervi oculomotorii, pars dorsolateralis; OMdm. Nucleus nervi oculomotorii, pars dorsomedialis; OMv. Nucleus nervi oculomotorii, pars ventralis.

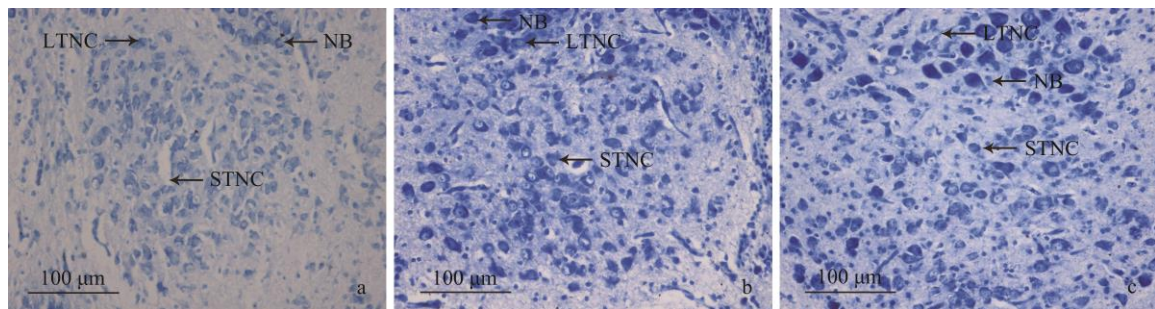


图 2 红嘴相思鸟雏鸟动眼神经副核显微结构（甲苯胺蓝染色）

Fig. 2 The nucleus of edinger-westphal (EW) of *Leiothrix lutea* nestling (toluidine blue staining)

a. 1 日龄；b. 5 日龄；c. 9 日龄。a. 1 day of age; b. 5 days of age; c. 9 days of age.

LTNC. 大型细胞；NB. 尼氏体；STNC. 小型细胞。LTNC. Large type nerve cells; NB. Nissl bodies; STNC. Small type nerve cells.

列则相对松散。随着日龄增长，大型细胞胞浆内的尼氏体渐趋丰富、染色逐渐加深（图 3）。

#### 2.4 动眼神经腹侧核（OMv）

腹侧核是三对核团中最靠近中脑浅层的一对核团，核团周界清晰。1 日龄时，横断面上腹侧核近似扇形，与间脑近中轴部分比较，远中轴部分的神经细胞数量更多，神经细胞的大小和形状一致。5 日龄与 9 日龄时，横断面上腹侧核呈椭圆形。5 日龄时神经细胞排列较紧密，9 日龄时排列较疏松，大、小型细胞交错排列，以小型细胞为主。随日龄增长，腹侧核大型细胞胞浆内尼氏体明显增多（图 4）。

### 3 讨论

#### 3.1 间脑动眼神经核团相对位置及大小变化

哺乳动物动眼神经核团（簇）包括动眼神经核、Perlia 氏核、中央上核及动眼神经副核（EW）（唐竹吾 1986）。动眼神经副核（EW）又分成动眼神经副核（EW）核主部和前正中核。禽类动眼神经核簇仅包括动眼神经核簇和动眼神经副核（EW），且动眼神经副核（EW）无亚核（van Tienhoven et al. 1962, Karten et al. 1967, Stokes et al. 1974, Kuenzel et al. 1988）。本研究发现，红嘴相思鸟雏鸟间脑动眼神经核

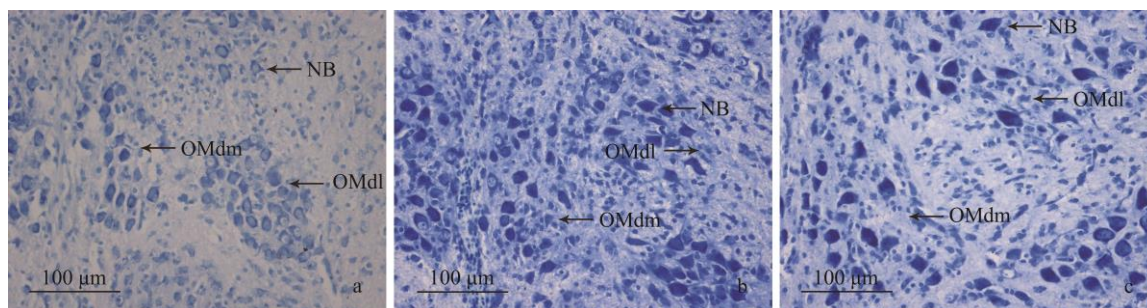


图 3 红嘴相思鸟雏鸟间脑动眼神经背内侧核和背外侧核显微结构 (甲苯胺蓝染色)

Fig. 3 The nucleus nervi oculomotorii (OMdm) and nucleus nervi oculomotorii (OMdl) microstructure of *Leiothrix lutea* nestling (toluidine blue staining)

a. 1 日龄; b. 5 日龄; c. 9 日龄。a. 1 day of age; b. 5 days of age; c. 9 days of age.

NB. 尼氏体; OMdl. 背外侧核; OMdm. 背内侧核。

NB. Nissl bodies; OMdl. Nucleus nervi oculomotorii, pars dorsolateralis; OMdm. Nucleus nervi oculomotorii, pars dorsomedialis.

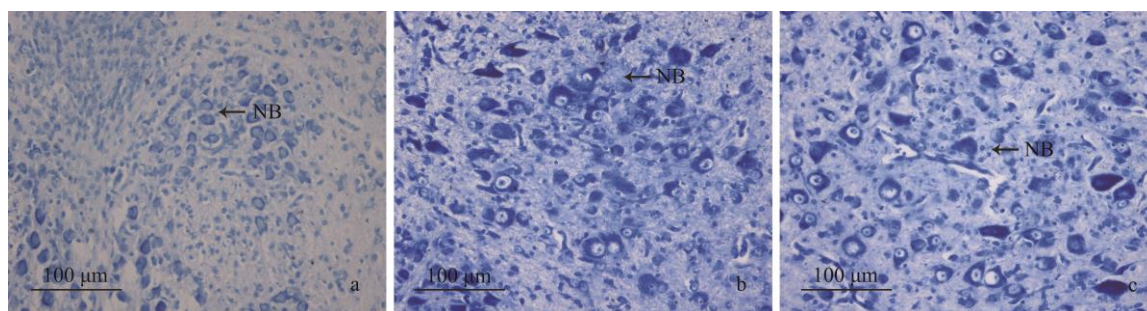


图 4 红嘴相思鸟雏鸟间脑动眼神经腹侧核显微结构 (甲苯胺蓝染色)

Fig. 4 The nucleus nervi oculomotorii (OMv) microstructure of *Leiothrix lutea* nestling (toluidine blue staining)

a. 1 日龄; b. 5 日龄; c. 9 日龄。a. 1 day of age; b. 5 days of age; c. 9 days of age.

NB. 尼氏体。NB. Nissl bodies.

团由背侧部、内侧部、腹侧部 3 个亚核以及动眼神经副核组成,其核团的结构与鸽 (*Columba livia domestica*)、鸡 (*Gallus domesticus*) 的结构类似 (Jungherr 1945, Kuenzel et al. 1988)。

就不同动物而言,动眼神经核团在脑中的位置存在差异,成年 SD 大鼠 (*Rattus norvegicus*) 的动眼神经核位于中脑纵轴的中上部 (李世亭等 2005),鱼类的亦位于中脑 (凯赛尔江·多来提等 2013),人的位于中脑上丘部位 (Quartu et al. 2007),而红嘴相思鸟雏鸟的动眼神经核团位于间脑背侧,这与鸽子、鸡和北京鸭的位于中脑室周灰质内及内侧纵束的背侧、内侧、腹侧 (黄丽波等 2006) 有所差异。

动眼神经核发出的传出神经纤维组成动眼神经,支配眼肌,同时动眼神经核又接受双侧皮质纤维及前庭复合核的纤维,从而组成头眼协同运动的反射弧 (黄丽波等 2000, 刘冬娟等 2012)。本研究发现,红嘴相思鸟雏鸟间脑各动眼神经核团与周围组织的界限较为清楚,其中以 1 日龄核团周界最为清晰。此外,我们观察到随着红嘴相思鸟雏鸟的日龄增长,动眼神经核团明显增大 (图 1),各核团横切面面积快速增加,这种结构变化提示,在育雏期,红嘴相思鸟雏鸟眼部肌肉活动及头眼协同运动的神经调控能力迅速增强,以适应 10 日龄左右的飞行练习。

### 3.2 动眼神经各核团的组织结构变化

动眼神经副核(EW)位于动眼神经核团的背侧,可以投射到睫状神经节,经睫状神经节控制瞳孔对光的反射,还可投射到脑干的许多核团、小脑以及脊髓(张喜京等 1991,黄丽波等 2006)。本研究观察到,红嘴相思鸟雏鸟的动眼神经副核(EW)中央区以小型细胞为主,其中分布有少量大型细胞,且细胞排列随日龄增长逐渐变得稀疏;动眼神经副核(EW)周边区细胞以大型细胞为主,且数量随着日龄的增加而逐渐增多。借鉴黄丽波等(2006)的分类标准,结合红嘴相思鸟雏鸟神经元细胞的形态特点,我们将核团内神经元细胞区分为大型细胞和小型细胞。大型细胞胞浆内的尼氏体(NB)随日龄增长亦渐趋丰富。核团内细胞数目的多少可能与眼部肌肉协同运动的重要程度有关(李世亭等 2005)。尼氏体(NB)在神经细胞中主要承担合成蛋白质的功能,神经元胞体内尼氏体的增多表明,随着红嘴相思鸟日龄增长,间脑动眼神经副核(EW)的结构和功能渐趋完善,核团内神经蛋白合成渐趋活跃可能是其所支配的瞳孔括约肌和睫状肌的活动逐渐灵活的基础。此外,动眼神经副核(EW)还能投射到脊髓,可能与红嘴相思鸟躯体感觉功能日益完善的调控机制有关(Saper et al. 1976,舒斯云 1985,彭克美等 1991)。

1 日龄时,红嘴相思鸟雏鸟背内侧核(OMdm)和背外侧核(OMdl)均由大型细胞组成;随日龄增长,逐渐形成明显的神经束结构,并由大型和小型细胞共同构成,其间分布有丰富的胶质细胞。与 1 日龄比较,神经元细胞在 5 日龄时排列更紧密,到 9 日龄时排列则相对松散。大型细胞胞浆内的尼氏体(NB)随日龄增长亦渐趋丰富(图 3)。胶质细胞具有强化突触传递的作用,随日龄增加,背内侧核(OMdm)和背外侧核(OMdl)内神经束结构的形成提示其传导功能逐渐加强。背内侧核(OMdm)主要负责支配眼下直肌,背外侧核(OMdl)负责支配眼下斜肌(李世亭等 2006),

所以背内侧核(OMdm)和背外侧核(OMdl)的结构发育也为红嘴相思鸟雏鸟眼部的运动功能完善奠定了基础。大型细胞内尼氏体(NB)渐趋丰富亦是核团的神经支配功能日趋健全的组织学基础。

红嘴相思鸟雏鸟的动眼神经腹侧核(OMv)为最靠近间脑浅层的一对核团,以小型细胞为主。随日龄增加,神经细胞排列逐渐疏松,大型细胞胞浆内尼氏体(NB)增多。动眼神经腹侧核(OMv)负责支配上直肌和内直肌(李世亭等 2006)。其结构的发育与对上直肌和内直肌的神经调控功能完善密切相关。

本研究从发育学的角度研究了红嘴相思鸟雏鸟间脑核团的组织学结构特征及其在育雏期的动态变化。结果显示,①间脑动眼神经核由动眼神经副核(EW)、背外侧核(OMdl)、背内侧核(OMdm)和腹侧核(OMv)组成。②各核团主要由小型细胞和大型细胞构成。③从 1 日龄到 9 日龄,各核团之间相对位置不变,但间距增大、各核团横切面面积显著增大、神经细胞内尼氏体(NB)逐渐增多。结果表明,随着红嘴相思鸟雏鸟日龄增长,间脑动眼神经核结构逐渐发育成熟,与其眼部肌肉运动、头眼协调、躯体感觉的调控能力渐趋完善相适应。

### 参 考 文 献

- Jungherr E. 1945. Certain nuclear groups of the avian mesencephalon. *Journal of Comparative Neurology*, 82(1): 55-75.
- Karten H, Hodos W. 1967. A stereotaxic atlas of the brain of the pigeon (*Columba livia*). *American Journal of Psychology*, 81(2): 13-14.
- Kuenzel W J, Masson M. 1988. *A Stereotaxic Atlas of the Brains of the Chick (*Gallus domesticus*)*. Baltimore and London: The John Hopkins University Press, 77-127.
- Middleton F A, Strick P L. 1994. Anatomical evidence for cerebellar and basal ganglia involvement in higher cognitive function. *Science*, 266(5184): 458-461.
- Quartu M, Serra M P, Boi M, et al. 2007. Tissue distribution of

- neurturin, persephin and artemin in the human brainstem at fetal, neonatal and adult age. *Brain Research*, 1143(1): 102–115.
- Saper C B, Loewy A D, Swanson L W, et al. 1976. Direct hypothalamo-autonomic connections. *Brain Research*, 117(2): 305–312.
- Schmahmann J D. 1991. An emerging concept: the cerebellar contribution to higher function. *Archives of Neurology*, 48(11): 1178–1187.
- Stokes T M, Leonard C M, Nottebohm F. 1974. The telencephalon diencephalon and mesencephalon of the canary *Serious canaria* in stereotaxic coordinates. *Journal of Comparative Neurology*, 156(3): 337–374.
- Tavano A, Grasso R, Gagliardi C, et al. 2007. Disorders of cognitive and affective development in cerebellar malformations. *Brain: a Journal Neurology*, 130(10): 2646–2660.
- van Tienhoven A, Juhasz L P. 1962. The chicken telencephalon, diencephalon and mesencephalon in stereotaxic coordinates. *Journal of Comparative Neurology*, 118(118): 185–197.
- Yamanaka H, Yanagawa Y, Obata K. 2004. Development of stellate and basket cells and their apoptosis in mouse cerebellar cortex. *Neuroscience Research*, 50(1): 13–22.
- 陈鲲, 叶娜, 王建军. 2004. GABAB 受体参与了大鼠小脑皮层 Purkinje 细胞与小脑深部核团细胞之间的 GABA 能神经传递 // 中国土木工程学会. 科技、工程与经济社会协调发展——中国科协第五届青年学术年会论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 220.
- 陈艳红, 赵晓冬, 洪菲, 等. 2014. 小脑顶核电刺激治疗小儿中枢性协调障碍的研究. *现代医药卫生*, (11): 1627–1628.
- 程红. 2000. 脊椎动物神经系统的比较. *生物学通报*, 35(11): 12–14.
- 邓一帆. 2007. 黄鳝 (*Monopterus albus*) 全脑解剖和间脑主要核团的细胞构筑学研究. 广州: 中山大学硕士学位论文, 21–24.
- 韩联宪. 2001. 红嘴相思鸟. *大自然*, (3): 10.
- 黄丽波, 刘济五, 袁学军, 等. 2000. 北京鸭中脑室周灰质内神经核团的形态与细胞构筑. *中国兽医学报*, 20(3): 279–282.
- 黄丽波, 袁学军, 李冬野, 等. 2006. 家禽动眼神经核簇的细胞构筑及其 5-HT 神经元的分布. *中国兽医学报*, 26(6): 660–661, 672.
- 凯赛尔江·多来提, 古丽美热·艾买如拉, 廖礼彬, 等. 2013. 鱼类动眼神经的形态学研究. *现代生物医学进展*, 13(25): 4810–4813.
- 李慧, 付维亮, 孙海涛, 等. 2010. 基于 Amira 4.1.1 的大鼠小脑外形及深部核团的三维建模. *解剖学杂志*, 33(6): 781–784.
- 李世亨, 王旭辉, 朱宁喜, 等. 2005. 成年 S-D 大鼠动眼神经核的显微解剖学研究. *神经疾病与精神卫生*, 5(5): 329–332.
- 李世亨, 王旭辉, 朱宁喜, 等. 2006. 动眼神经功能修复实验研究. *中华神经外科疾病研究杂志*, 5(2): 149–152.
- 刘冬娟, 韩芳, 肖冰, 等. 2012. 创伤后应激障碍大鼠动眼神经核神经元 5-羟色胺 1A 受体表达的变化. *中国医科大学学报*, 41(1): 1–4.
- 彭克美, 林大诚. 1991. 北京鸭下行投射到脊髓的神经元在脑内的分布-用 HRP 逆行追踪法研究. *畜牧兽医学报*, 22(3): 244–250.
- 邱健, 彭聿平, 邱一华. 2008. 小脑间位核对淋巴细胞功能的调节作用. *中国应用生理学杂志*, 24(3): 310–314.
- 舒斯云. 1985. 家兔 Edinger-Westphal 核至脊髓的投射-HRP 法研究. *解剖学报*, 16(2): 142–146.
- 唐竹吾. 1986. 中枢神经系统解剖学. 上海: 上海科学技术出版社, 111–168.
- 王夕龙, 袁施彬, 周材权, 等. 2011. 红嘴相思鸟的骨骼系统解剖. *西华师范大学学报: 自然科学版*, 32(10): 55–62.
- 张喜京, 朱长庚. 1991. 中脑导水管周围灰质和 E-W 核中 SP 和 CCK 样神经元至脊髓的投射——HRP 与免疫细胞化学结合法研究. *解剖学报*, 22(1): 25–30.