

红腹锦鸡和丽纹龙蜥视网膜的组织学观察

张璟 俞诗源* 杨文静 陈玉琴 尚建科 张虎林 谢明仁

(西北师范大学生命科学学院 兰州 730070)

摘要: 为了进一步探讨动物视网膜结构与机能的关系,利用光镜和扫描电镜比较观察了红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)、丽纹龙蜥(*Jspalura splendida*)视网膜的结构。结果表明,红腹锦鸡、丽纹龙蜥的视网膜均由四层细胞构成,在光镜下均可分为十层结构。红腹锦鸡视网膜平均厚 225.2 μm ,视细胞与节细胞数比约为 2:1,丽纹龙蜥视网膜平均厚 156.2 μm ,视细胞与节细胞数比为 1:1。红腹锦鸡、丽纹龙蜥视网膜视细胞的平均密度分别为(124 828 \pm 24 404)个/ mm^2 和(33 165 \pm 7 034)个/ mm^2 。显示了红腹锦鸡和丽纹龙蜥均具有昼行性动物视网膜的结构特征。

关键词: 红腹锦鸡,丽纹龙蜥,视网膜,组织学

中图分类号:Q954 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2007)04-112-05

Histological Observation on the Retina of *Chrysolophus pictus* and *Jspalura splendida*

ZHANG Jing YU Shi-Yuan* YANG Wen-Jing CHEN Yu-Qin SHANG Jian-Ke
ZHANG Hu-Lin XIE Ming-Ren

(College of Life Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: To explore the relationship between the structure and enginery of retina, the retina structure of *Chrysolophus pictus* and *Jspalura splendida* have been studied by LM and SEM. The results show that the retina of *C. pictus* and *J. splendida* are all made up of four cell layers and can be divided into ten layers under the microscope. The thickness of the *C. pictus*'s retina is 225.2 μm , and the ratio of the visual cells to the ganglion cells is 2:1; the thickness of *J. splendida*'s retina is 156.2 μm , and the ratio of the visual cells to the ganglion cells is 1:1. The average photoreceptor densities in *C. pictus* and *J. splendida* are 124 828 \pm 24 404 cells/ mm^2 and 33 165 \pm 7 034 cells/ mm^2 , respectively. These results demonstrate the diurnal characteristics of retina in *C. pictus* and *J. splendida*.

Key words: *Chrysolophus pictus*; *Jspalura splendida*; Retina; Structure

视网膜是动物眼球的重要组成部分,比较研究动物视网膜的结构和机能,对于比较解剖学研究和感官生理学研究都具有重要意义。有关猫(*Felis silvestris*)、雕鸮(*Bubo bubo*)、鹰鸮(*Ninox scutulate*)、纵纹腹小鸮(*Athene noctua*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、虎纹蛙(*Rana rugulosa*)、青蛙(*R. nigromaculata*)、大鲵(*Andrias davidianus*)、扬子鳄(*Alligator sinensis*)视网膜结构已有研究报道^[1~8],但有关红腹锦

鸡(*Chrysolophus pictus*)和丽纹龙蜥(*Jspalura splendida*)视网膜的研究还未见报道。为了深入分析这两种动物视网膜的结构特点与其机能的

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 30370163),甘肃省自然科学基金(No. ZS031-A25-005-Z)和创新人才基金项目;

* 通讯作者, E-mail: syyu006@nwnu.edu.cn;

第一作者介绍 张璟,女,硕士研究生,研究方向:细胞生物学, E-mail: zezjj@126.com.

收稿日期 2006-11-29, 修回日期 2007-05-09

关系,作者用光镜和扫描电镜比较研究了这两种动物视网膜的结构特点,为其生理研究提供形态学依据。

1 材料与方法

利用人工饲养繁殖的红腹锦鸡 4 只和购于兰州花鱼市场的丽纹龙蜥(采于甘肃文县)3 只。分别取其一侧眼球,从锯齿缘处切除眼球的前部(包括角膜、巩膜和晶状体等),从视网膜与栞膜相接的基部切除栞膜,去除视神经,完整剥离视网膜。置于 Bouin 氏液中固定一天,做常规石蜡包埋切片(厚 $5 \sim 7 \mu\text{m}$)相间取片, H.E 染色,在 Olympus 显微镜下观察、测量和拍照。每张视网膜切片在中央区和周围区随机各取 10 个不重叠的放大 560 倍的视野,测量各层厚度,求其平均值,统计其外核层、内核层和节细胞层的细胞核层数及平均细胞核直径。取其另一侧眼球,剥离视网膜,置于 2.5% 戊二醛磷酸缓冲液中固定 2 h 后,以磷酸缓冲液漂洗数次,系列酒精脱水,乙酸异戊酯置换,临界点干燥,用 DMX-220 型离子镀膜机真空喷金,在日立 S-450 扫描电镜下观察(加速电压 20 kV),分别在中央区和周围区的交界处各取 20 个不重叠的视野顶端拍照,统计视细胞的平均密度,断面扫描测量视细胞外节的直径和长度并求其平均值。

2 结果

2.1 视网膜的光镜观察

2.1.1 视网膜各层厚度的比较 在光镜下红腹锦鸡(图版 I:1~4)和丽纹龙蜥(图版 I:5,6)的视网膜均可区分为 10 层结构,视网膜各层平

均厚度见表 1。红腹锦鸡的视网膜总厚度($252.2 \mu\text{m}$)较丽纹龙蜥($156.2 \mu\text{m}$)厚,各层中除了色素上皮层、外核层、外网状层比丽纹龙蜥的薄外,其他各层,尤其是视杆视锥层、内网状层和神经纤维层均厚于丽纹龙蜥。

表 1 红腹锦鸡及丽纹龙蜥视网膜各层厚度(μm)

Table 1 Thickness of each layer of retina in *C. pictus* and *J. splendida*

种名 Species	红腹锦鸡 <i>C. pictus</i>	丽纹龙蜥 <i>J. splendida</i>
色素上皮层 Pigment epithelial layer	6.6	11.4
视杆视锥层 Layer of rods and cones	22.4	13.8
外界膜 Outer limiting membrane	1.9	1.0
外核层 Outer nuclear layer	15.3	11.3
外网状层 Outer plexiform layer	11.8	15.1
内核层 Inter nuclear layer	35.3	34.7
内网状层 Inter plexiform layer	70.3	56.9
节细胞层 Ganglion cell layer	7.7	6.1
神经纤维层 Nerve fibre layer	52.1	4.7
内界膜 Inner limiting membrane	1.8	1.2
总厚度 Total	225.2	156.2

2.1.2 视网膜三核层细胞核层数和细胞核直径的比较 红腹锦鸡及丽纹龙蜥视网膜外核层、内核层和节细胞层的细胞核层数和细胞核直径见表 2。由表中结果可见,红腹锦鸡视网膜外核层、内核层和节细胞层的细胞核层数均多于丽纹龙蜥;三核层中外核层均有圆、椭圆、杆状三种形态的细胞核,且丽纹龙蜥的细胞核直径较红腹锦鸡的大;红腹锦鸡视网膜的内核层和节细胞层的细胞核形态均为圆形,丽纹龙蜥视网膜的内核层和节细胞层的细胞核形态有圆形和椭圆形两种,在这两层中这两种物种的细胞核直径相当。

表 2 红腹锦鸡及丽纹龙蜥的视网膜中细胞核层数和细胞核直径

Table 2 Nucleus layer numbers and nucleus diameters in *C. pictus* and *J. splendida*

种名 Species	细胞核层数 Layer numbers of nucleus			细胞核直径 Nucleus diameters(μm)		
	外核层 Outer nuclear layer	内核层 Inter nuclear layer	节细胞层 Ganglion cell layer	外核层 Outer nuclear layer	内核层 Inter nuclear layer	节细胞层 Ganglion cell layer
红腹锦鸡 <i>C. pictus</i>	2~6	7~18	1~3	4.4(圆) 3.7/6.2(椭圆) 2.9/7.0(杆状)	4.3(圆)	5.4(圆)
丽纹龙蜥 <i>J. splendida</i>	1	4~5	1	5.0(圆) 5.0/7.4(椭圆) 3.0/6.7(杆状)	4.9(圆) 4.2/6.6(椭圆)	6.0(圆) 5.2/8.0(椭圆)

2.2 视网膜的扫描电镜观察

2.2.1 视细胞的密度 在红腹锦鸡与丽纹龙蜥视网膜的中央区和周围区的交界处视细胞的平均密度见表 3。由表中结果可见,红腹锦鸡视细胞密度明显大于丽纹龙蜥。

表 3 红腹锦鸡及丽纹龙蜥的视细胞密度 ($\bar{x} \pm SD$)

Table 3 The photoreceptor densities in *C. pictus* and *J. splendida*

种名 Species	红腹锦鸡 <i>C. pictus</i>	丽纹龙蜥 <i>J. splendida</i>
视细胞密度 Densities (个/mm ²)	124 828 ± 24 404	33 165 ± 7 034

2.2.2 视细胞外节的直径和长度比较 通过对红腹锦鸡(图版 I :7)及丽纹龙蜥(图版 I :8, 9)视网膜的断面扫描可清楚地观察到视锥细胞和视杆细胞的形态,两种动物视锥细胞($n = 20$)和视杆细胞($n = 20$)外节的直径和长度结果见表 4。由表中结果可见,红腹锦鸡的视锥细胞和视杆细胞的直径均明显小于丽纹龙蜥,但其长度却大于丽纹龙蜥。

表 4 红腹锦鸡及丽纹龙蜥视细胞外节的直径和长度(μm)

Table 4 The diameter and length of photoreceptor outer segment in *C. pictus* and *J. splendida*

种名 Species	视锥细胞 Cone cells (μm)		视杆细胞 Rod cells (μm)	
	直径 Diameter	长度 Length	直径 Diameter	长度 Length
	红腹锦鸡 <i>C. pictus</i>	1.0 ~ 1.4	11.6 ~ 15.5	2.0 ~ 3.6
丽纹龙蜥 <i>J. splendida</i>	3.0 ~ 4.1	12.0 ~ 15.0	2.7 ~ 4.3	14.2 ~ 16.5

3 讨论

视网膜的特化程度与动物视觉功能的发达程度有着必然的联系^[4,5]。视网膜各类细胞的形态结构和数量分布决定动物的感光机能,而机能特征与动物的生活习性是相适应的。典型的昼视动物视细胞与节细胞数之比为 1:1,而夜视动物为 100:1,在视网膜周缘区,这两种细胞之比甚至可达 1 000:1^[2,4,7,8]。本文表 2 统计

了红腹锦鸡及丽纹龙蜥视网膜中央区与周围区交界处的视细胞与节细胞之比,分别为 2:1 和 1:1,表明了红腹锦鸡与丽纹龙蜥均具有昼视性视网膜特征。

红腹锦鸡的视网膜厚度(252.2 μm)较丽纹龙蜥的视网膜厚度(156.2 μm)厚,尤其是神经纤维层(52.1 μm)明显厚于丽纹龙蜥(4.7 μm) (图版 I :25)。由于神经纤维层主要由节细胞的轴突构成,并向眼球后极汇集,穿出眼球形成视神经,因此红腹锦鸡视网膜内的神经纤维较发达,神经联系较为复杂,视网膜对视觉信息初步加工和处理的生理机能较强。神经纤维层的增厚也能间接提高视敏度,从而适应捕食的准确定位,为其依赖视觉性捕食奠定了结构基础。丽纹龙蜥的色素上皮层较厚,色素细胞的主要特征是胞内含有大量的圆形或卵圆形黑色素颗粒,可屏蔽强光刺激,使视细胞免受损伤。这种结构特点表明,丽纹龙蜥对强光有较强的适应能力。它的这一特征进一步说明了丽纹龙蜥的昼行性特征。但同时我们也观察到丽纹龙蜥的节细胞稀疏和神经纤维层薄的特征,这又表明它视力较差,故推断其视器可能不是它捕食和御敌的惟一感官,听觉等感官亦可能在其捕食和御敌的过程中发挥着重要作用。

视细胞的分布与密度是决定视分辨能力的重要结构基础,本研究扫描电镜观察结果表明,红腹锦鸡视细胞密度(124 828 ± 24 404)个/mm²明显高于丽纹龙蜥的(33 165 ± 7 034)个/mm² ($P < 0.05$),但是红腹锦鸡视锥细胞外段直径(1.0 ~ 1.4) μm 和视杆细胞外段直径(2.0 ~ 3.6) μm 均低于丽纹龙蜥视锥细胞外段直径(3.0 ~ 4.1) μm 和视杆细胞外段直径(2.7 ~ 4.3) μm 。这与前人对青蛙^[6]、大鲵^[7]、扬子鳄^[8]、鹰鸮、雕鸮、纵纹腹小鸮和红隼等^[1,3]的研究结果一致,青蛙、大鲵、扬子鳄等两栖类与爬行类的视细胞密度低于雕鸮、鹰鸮、纵纹腹小鸮和红隼等鸟类,但其感光细胞外段却明显比鸟类粗。红腹锦鸡视网膜感光细胞明显比丽纹龙蜥的细密(图版 I :7 ~ 9),而感光细胞外段是真正的感觉部位,在进化上,较低等的动物通过增

加感光细胞外节的直径来提高感光面积,从而可以增大吸收光量子的机率,以弥补感光细胞数量的不足,提高视敏度。由此可见,光感受器在进化过程中也充分体现了结构与功能的一致性。

参 考 文 献

- [1] 陈云俊,鲍义恒. 猫头鹰(雕鸮,鹰鸮)视网膜的显微结构和光感受细胞的亚显微结构的初步观察. 生物化学与生物物理进展, 1979, 6(3):75~76.
- [2] 江剑平,陈文列,余望等. 虎纹蛙(*Rana rugulosa*)视网膜与环境适应性的研究. 应用与环境生物学报, 2001, 7

(1):51~55.

- [3] 雷富民,张育辉,伊祚华. 雕鸮、纵纹腹小鸮和红隼视器的比较形态学研究. 动物学报, 1999, 45(4):371~377.
- [4] Stone J. A quantitative analysis of the distribution of ganglion cells in the cat's retina. *Comp Neurol*, 1965, 124:333~352.
- [5] Stone J. The number and distribution of ganglion cells in the cat's retina. *Comp Neurol*, 1978, 180:753~772.
- [6] 吴奇久,李俊凤,肖悦梅. 青蛙视网膜神经节细胞计数及分布特点的研究. 动物学报, 1980, 25(1):10~17.
- [7] 张育辉,李丕鹏,方荣盛等. 中国大鲵视网膜的光学和扫描电镜研究. 动物学研究, 1991, 12(4):323~328.
- [8] 吴孝兵,陈壁辉. 扬子鳄视网膜的组织学研究. 动物学报, 1993, 39(3):244~249.

图 版 说 明

1. 红腹锦鸡视网膜横断面, 标尺 = 50 μm ($\times 70$); 2. 红腹锦鸡视网膜横断面, 标尺 = 5 μm ($\times 280$); 3. 红腹锦鸡视细胞层, 标尺 = 5 μm ($\times 700$); 4. 红腹锦鸡脉络膜与色素上皮层横断面, 标尺 = 5 μm ($\times 280$); 5. 丽纹龙蜥视网膜横断面, 标尺 = 5 μm ($\times 280$); 6. 丽纹龙蜥视细胞层, 标尺 = 5 μm ($\times 700$); 7. 红腹锦鸡视细胞层扫描电镜观察, 标尺 = 5 μm ($\times 1000$); 8. 丽纹龙蜥视细胞层扫描电镜观察, 标尺 = 5 μm ($\times 1000$); 9. 丽纹龙蜥视细胞层扫描电镜观察, 标尺 = 5 μm ($\times 1000$).
- on: 外核层; op: 外网状层; in: 内核层; ip: 内网状层; gc: 节细胞层; nf: 神经纤维层; pe: 色素上皮层; C: 视锥细胞; R: 视杆细胞。

Explanation of Plate

1. Light micrograph showing cross sections of the *C. pictus*'s retina, Bar = 50 μm ($\times 70$); 2. Light micrograph showing cross sections of the *C. pictus*'s retina, Bar = 5 μm ($\times 280$); 3. Light micrograph showing visual cell layer in the *C. pictus*'s retina, Bar = 5 μm ($\times 700$); 4. Light micrograph showing cross sections of the choroids and pigment epithelial layer in *C. pictus*'s retina, Bar = 5 μm ($\times 280$); 5. Light micrograph showing cross sections of the *J. splendida*'s retina, Bar = 5 μm ($\times 280$); 6. Light micrograph showing visual cell layer in the *J. splendida*'s retina, Bar = 5 μm ($\times 700$); 7. SEM image of the visual cell layer in the *C. pictus*'s retina, Bar = 5 μm ($\times 1000$); 8. SEM image of the visual cell layer in the *J. splendida*'s retina, Bar = 5 μm ($\times 1000$); 9. SEM image of the visual cell layer in the *J. splendida*'s retina, Bar = 5 μm ($\times 1000$).

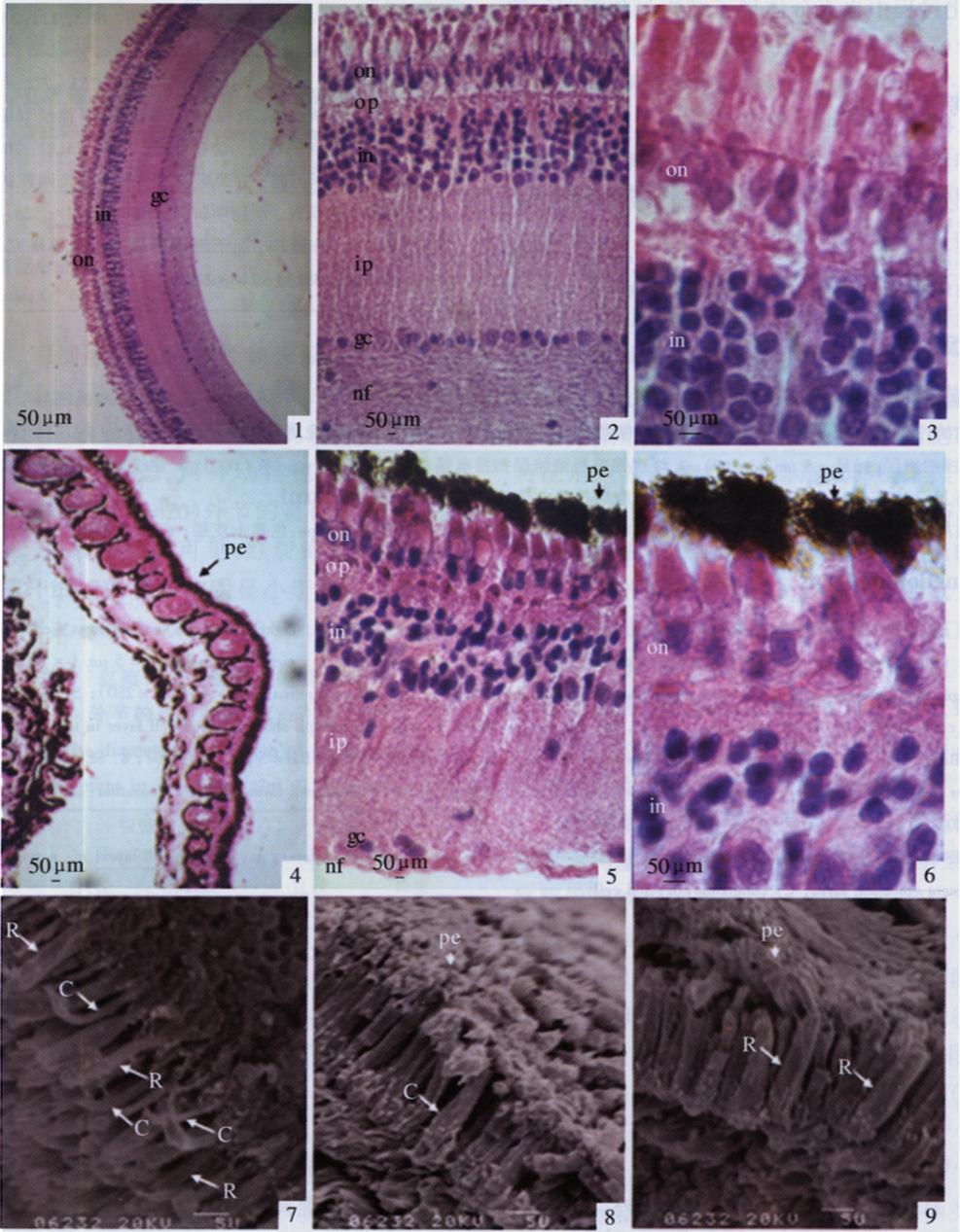
on: outer nuclear layer; op: outer plexiform layer; in: inter nuclear layer; ip: inter plexiform layer; gc: ganglion cell layer; nf: nerve fibre layer; pe: pigment epithelial layer; C: cone cells; R: rod cells.

张 璟等:红腹锦鸡和丽纹龙蜥视网膜的组织学观察

图版 I

ZHANG Jing *et al.*: Histological Observation on the Retina of *Chrysolophus pictus* and *Jspalura splendida*

Plate I



图版说明见文后