

中华鲟眼球的早期发育

柴毅^{1,2}, 谢从新³

(1. 长江大学动物科学学院, 湖北 荆州 434025; 2. 农业部淡水鱼类种质资源与生物技术重点开放实验室, 中国水产科学院长江水产研究所, 湖北 荆州 434000; 3. 华中农业大学水产学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:采用组织学方法研究了中华鲟眼球早期发育过程。结果表明, 孵出 24 h 仔鱼晶状体开始分层, 睫状肌到达晶状体; 3 日龄仔鱼虹膜分化完毕, 出现视神经; 25 日龄视网膜内视觉细胞发育完善; 60 日龄眼球各组织发育完善, 视神经粗大成束。中华鲟眼睛较小且晶状体调节能力较差, 因此, 可推断中华鲟仔鱼的视觉在觅食作用中不起重要作用。

关键词:眼球; 早期发育; 中华鲟; 视觉

中图分类号: Q418, S965.215 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2009)06-0124-03

视觉在鱼类摄食、集群、繁殖、垂直移动及洄游等活动中起着重要的信息传递作用, 了解视觉结构在不同发育时期的生态适应性对阐明其行为机制、深入研究其视觉特性具有重要意义(赵传涸等, 1989)。中华鲟(*Acipenser sinensis*)是鲟鱼类中个体最大、唯一于秋季产卵的种类, 1996 年被国际自然保护联盟(IUCN)列入红皮书, 划分到濒危等级中(汪松, 1998)。至今, 中华鲟早期生活史研究尚有许多空白, 其中中华鲟幼鱼与摄食有关的某些感觉器官有一些报道(梁旭方, 1996; Zhuang P et al, 2002; 庄平等, 2008), 而视觉器官的相关研究报道较少, 仅有眼球简单组织形态描述(四川省长江水产资源调查组, 1988)和视网膜的发育研究(柴毅等, 2007)。本文就不同发育时期的中华鲟眼球结构进行详细观察描述, 试阐明中华鲟视觉的发育机理, 为中华鲟幼鱼的保护和人工驯养提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料来源与处理

2004 年 10 月上旬从长江宜昌江段捕获中华鲟亲鱼, 运回长江水产研究所水生野生动物繁育救护中心进行人工催产授精, 受精卵在孵化框内孵化, 10 月 19 日为出膜高峰期, 记载当日为 0 日龄, 出膜后 5 日龄内每 12 h 取材 1 次, 6~30 日龄内每 48 h 取

材 1 次, 此后每 5 d 取材 1 次, 直至 180 日龄。全长小于 50.0 mm 的小样品鱼固定整个头部, 大样品鱼麻醉后解剖取眼固定。固定样品经三氯乙酸脱钙, 常规乙醇脱水和二甲苯透明, 再分别作横切纵切包埋, 作连续切片(厚度 5~7 μm), H. E 染色后封片(王平等, 2004)。

1.2 测量方法

固定前的样品鱼置于 Olympus 双筒解剖镜下, 目测微尺测定眼的直径, 10 日龄后仔鱼眼径由游标卡尺测得。固定后的样品鱼用解剖针剥离晶状体, 测微尺测定其直径。

2 结果

中华鲟眼球早期发育见图版 I。

初孵仔鱼(图版 I a) 整个眼睛没有颜色, 晶状体较软, 无色。角膜无色透明, 厚而平。睫状肌还没有到达晶状体, 属游离状态。此时视网膜亦没有分化, 各层细胞结构均匀一致。

孵出 24 h 仔鱼(图版 I b) 晶状体开始分层, 颜色逐渐由无色透明变成乳白色。出现虹膜, 呈浅黑棕色。视网膜内开始出现色素细胞层, 黑色素呈一薄层均匀分布。睫状肌到达晶状体。

3 日龄仔鱼(图版 I c, 图版 I d) 眼球呈乳白色, 晶状体增大, 淡黄色。角膜变薄, 凸度变大。巩膜色素出现。视网膜内出现高密度的单锥细胞, 具有感光功能。虹膜分化完毕。出现视神经。

9 日龄仔鱼(图版 I e, 图版 I f) 眼径显著增大。晶状体直径也增大, 颜色继续变深。视网膜内各层分化完毕, 具典型 10 层结构。睫状肌变粗。虹膜色素增多, 呈黑棕色。视神经变粗。

收稿日期: 2009-04-20

基金项目: 农业部中国水产科学院长江水产研究所第六期开放课题(LFB20070607)。

通讯作者: 谢从新, 教授, 博导。E-mail: congxinx@sohu.com

作者简介: 柴毅, 1978 年生, 女, 山东济宁人, 农学博士, 研究方向为鱼类生理生态学 E-mail: chaiyi123456@126.com

17日龄仔鱼(图版I g, 图版I h) 角膜凸度增大,变薄。巩膜色素增多,不透明。虹膜颜色继续加深。

25日龄仔鱼(图版I i, 图版I j) 眼径增大近似球体。晶状体圆而硬,呈球体状,为不透明的乳白色。虹膜发育完善,可见其3层结构。视网膜内视觉细胞发育完善。视神经增粗成束。

40日龄幼鱼(图版I k)(晶状体已剥离) 眼球各部分形态发育基本完毕,中央凹还不甚明显。

60日龄幼鱼(图版I l)(晶状体已剥离) 此时整个眼球发育完善,近似球体,角膜凸起,可看到其5层结构。巩膜呈不透明的白色。虹膜呈深黑棕色。眼球中央凹清晰可见。视神经粗大成束。

中华鲟不同发育阶段形态数据记录见表1,包括不同发育阶段的全长、体长、眼径及晶状体直径的变化。

表1 中华鲟不同发育阶段形态数据记录($n=10$)

Tab.1 Morphological characters in different stages of Chinese sturgeon($n=10$)

日龄/d	全长/mm	体长/mm	眼径/ μm	晶状体直径/ μm
Day	Total length	Body length	Eye diameter	Lens diameter
0	13.3	8.9	1 379.6	119.5
1	15.6	11.8	1 804.3	143.6
2	16.6	12.4	1 928.4	168.9
3	18.3	13.9	2 258.1	190.7
4	20.5	14.4	2 346.7	217.8
5	22.2	15.6	2 628.7	245.7
6	23.8	16.7	2 709.8	274.1
7	25.2	17.4	2 797.5	307.4
8	26.7	18.0	2 845.6	342.1
29	28.4	19.6	3 026.7	365.9
10	29.3	20.5	3 321.8	389.4
11	31.4	23.1	3.4×10^3	424.1
13	32.3	24.1	3.7×10^3	464.2
16	34.3	25.0	3.8×10^3	546.8
28	40.5	28.1	4.0×10^3	620.7
30	41.4	30.4	4.2×10^3	718.9
40	47.8	34.5	5.3×10^3	849.4
55	59.9	43.8	6.5×10^3	1 086.9
70	76.3	55.8	8.6×10^3	1 241.2
100	108.7	81.8	15.1×10^3	1 330.1
110	119.8	90.8	16.9×10^3	1 407.4
120	148.6	111.6	20.9×10^3	1 494.8
140	187.5	143.3	25.6×10^3	1 612.4
160	235.1	175.4	33.1×10^3	1 679.6
180	301.6	224.8	45.5×10^3	1 756.8

由表1可得,中华鲟体长约占全长的66.9%~76.4%,前期发育缓慢,40日龄后全长、体长增长速度较快。中华鲟眼径相对体长较小,占体长比例为1.49%~1.64%,随着个体发育,40日龄后的眼径

增长速度较快。晶状体占眼径的5.43%~16.67%,相对较大,前期发育缓慢,10日龄以后的增长速度较明显。

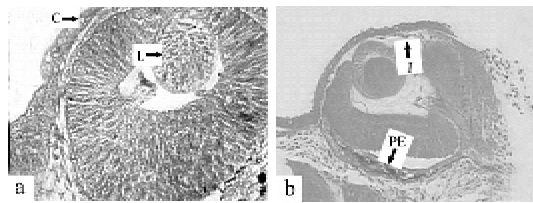
3 讨论

视觉在鱼类摄食过程中起着重要的信息传递作用,很多鱼类必须通过搜索水域,使食物对象出现在视野内才能摄食。中华鲟眼睛较小呈椭圆形,无眼睑和瞬膜,刚孵化出膜的中华鲟整个眼睛没有颜色,晶体未分化;9日龄时视网膜发育完毕,呈典型10层结构;25日龄时视神经粗大成束;40日龄时眼球发育完善。一般认为鱼是近视眼,因为鱼的晶状体是球形,焦距短。在鸟类和哺乳类,眼的调节是通过改变晶状体的曲率调节焦距。但鱼类的晶状体很坚实,没有弹性,不能改变形状,所以鱼眼的调节是改变晶状体与视网膜之间的距离。硬骨鱼类依靠晶状体收缩肌的收缩,使晶状体后移,缩短晶状体与视网膜间的距离(林浩然,2002)。中华鲟的晶状体相对较大且很坚硬(占眼径的5.43%~16.67%),睫状肌较细小,调节晶状体能力较差,因此可以推断中华鲟眼调节的速度较慢,中华鲟仔鱼的视觉在防御、觅食和定向作用中都不起重要作用。中华鲟属底栖鱼类,眼睛很小且视力退化也是长期进化和自然选择的结果。

参考文献:

- 柴毅,谢从新,危起伟,等. 2007. 中华鲟视网膜早期发育及趋光行为观察[J]. 水生生物学报, 31(6): 920-922.
- 梁旭方. 1996. 中华鲟吻部腹面罗伦氏囊结构与功能的研究[J]. 海洋与湖沼, 27(1): 1-5.
- 林浩然. 2002. 鱼类生理学[M]. 广州: 广东高等教育出版社.
- 四川省长江水产资源调查组. 1988. 长江鲟鱼类生物学及人工繁殖研究[M]. 重庆: 四川科学技术出版社.
- 汪松. 1998. 中国濒危动物红皮书: 鱼类[M]. 北京: 科学出版社.
- 王平,曹焯,樊启昶,等. 2004. 简明脊椎动物组织与胚胎学[M]. 北京: 北京大学出版社.
- 赵传泗,唐小曼,陈思行. 1989. 鱼类的行动[M]. 2版. 北京: 农业出版社: 263.
- 庄平,章龙珍,罗刚,等. 2008. 长江口中华鲟幼鱼感觉器官在摄食行为中的作用[J]. 水生生物学报, 32(4): 475-480.
- Zhuang P, Kynard B, Zhang L Z, et al. 2002. Ontogenetic behavior and migration of Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis* [J]. Environmental Biology of Fishes, 65: 83-97.

(责任编辑 杨春艳)

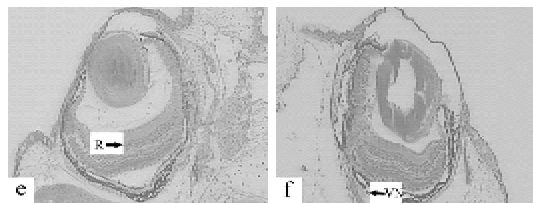


(a) 初孵中华鲟眼球结构

(a) eyeball structure of 0 d. p. h. Chinese sturgeon ×400

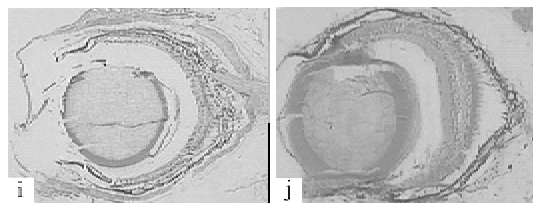
(b) 2 日龄中华鲟眼球结构

(b) eyeball structure of 2 d. p. h. Chinese sturgeon ×400



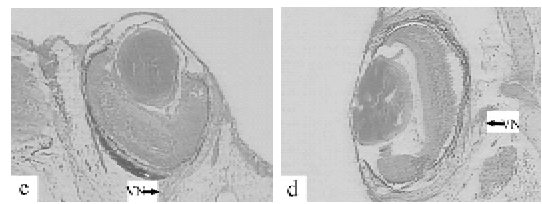
(e)(f) 9 日龄中华鲟眼球结构

(e)(f) eyeball structure of 9 d. p. h. Chinese sturgeon ×400



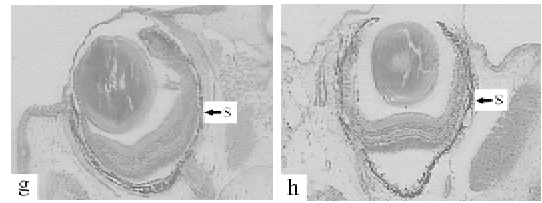
(i)(j) 25 日龄中华鲟眼球结构

(i)(j) eyeball structure of 25 d. p. h. Chinese sturgeon ×400



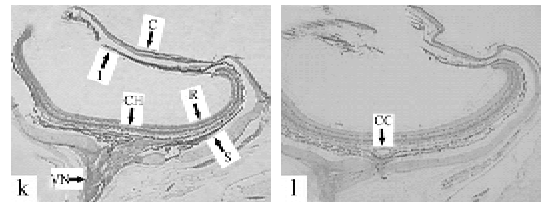
(c)(d) 3 日龄中华鲟眼球结构

(c)(d) eyeball structure of 3 d. p. h. Chinese sturgeon ×400



(g)(h) 17 日龄中华鲟眼球结构

(g)(h) eyeball structure of 17 d. p. h. Chinese sturgeon ×400



(k) 40 日龄中华鲟眼球结构(晶状体已剥离)

(k) eyeball structure of 40 d. p. h. Chinese sturgeon ×400

(l) 60 日龄中华鲟眼球结构(晶状体已剥离)

(l) eyeball structure of 60 d. p. h. Chinese sturgeon ×400

C: cornea(角膜); L: lens(晶状体); PE: pigment epithelium(色素上皮); I: iris(虹膜); VN: vision nerve(视神经);
R: retina(视网膜); S: sclera(巩膜); CH: choroids(脉络膜); CC: center concavity(中央凹).

图版 I 中华鲟眼球早期发育

Plate I Development of eyeball during Chinese sturgeon ontogeny

Development of Eyeball during Chinese sturgeon(*Acipenser sinensis*) OntogenyCHAI Yi^{1,2}, XIE Cong-xin³

(1. College of Animal Science Yangtze University, Jingzhou, 434025, China;

2. Key laboratory of Freshwater Fish Germplasm Resources and Biotechnology,

the Ministry of Agriculture of PRC, Yangtze River Research Institute,

Chinese Academy of Fishery Sciences, Jingzhou, 434000, China;

3. Huazhong Agricultural University Fishery College, Wuhan 430070, China)

Abstract: Histological studies on eyeball of the Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis* showed that crystalline lens was laminated and muscoli ciliaris was developed to crystalline lens. Iris was developed and optic nerve happened at 3 dph (days-post-hatch). At 25 dph, visual cells of retina were developed. While eyeball tissues were developed at 60 dph and optic tract was thickened. The eye is small and accommodation of the lens is weak. Therefore, it is may conclude that sense organ of vision of young Chinese sturgeon played an unimportant role in feeding behavior.

Key words: Eyeball; Ontogeny; *Acipenser sinensis*; Vision