

# 中国大鲵生殖腺胚后发育的形态学观察

郭利伟<sup>①</sup> 王中乾<sup>②</sup> 刘巧巧<sup>①</sup> 张 蕾<sup>①</sup> 梁 刚<sup>①\*</sup>

① 陕西师范大学生命科学学院 西安 710062; ② 陕西省水产研究所 西安 710086

**摘要:** 为探寻中国大鲵(*Andrias davidianus*)生殖腺胚后发育的特点及规律,采用解剖学与组织学技术对其形态结构变化进行了观察。结果表明,大鲵的原始生殖腺开始出于出膜 28 ~ 49 d;出膜 133 ~ 175 d 时一些个体生殖腺内已初步分化出原始卵泡;出膜 259 ~ 343 d 时一些个体生殖腺内已初步分化出生精小叶;出膜 427 d 时,卵巢已明显分化为皮质与髓质,且髓质内出现了卵巢腔,精巢内生精小叶及其内的腔隙、精巢间质等分化已较为明显;出膜 511 d 时精巢分化为明显的生精小叶和非成熟小叶两个区域。本文认为,大鲵与其他无羊膜类原始生殖腺的分化一般发生在胚后阶段,而且雌性的分化时间早于雄性。

**关键词:** 中国大鲵;生殖腺;胚后发育;形态学

中图分类号:Q954.48 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2013)03-457-08

## Morphological Study on the Postembryonic Development of the Gonad in the Chinese Giant Salamander *Andrias davidianus*

GUO Li-Wei<sup>①</sup> WANG Zhong-Qian<sup>②</sup> LIU Qiao-Qiao<sup>①</sup> ZHANG Lei<sup>①</sup> LIANG Gang<sup>①\*</sup>

① College of Life Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062;

② Fisheries Institute of Shaanxi, Xi'an 710086, China

**Abstract:** In this study, the postembryonic development of the gonad in the Chinese Giant Salamander *Andrias davidianus* was observed using anatomical and histological techniques. The results showed that the original gonad appeared 28 – 49 days after hatching, and primordial follicles which were composed of oocyte and somatic cells began to appear in some gonads 133 to 175 days after hatching. Seminiferous lobule differentiated in some gonads 259 – 343 days after hatching. On day 427 after hatching, the ovary was composed of cortex with more primordial follicles and medulla with ovarian cavity; seminiferous lobules, cavity gap and testis interstitial tissue were present in the testis obviously. On day 511 after hatching, the testis was composed of seminiferous lobules and immature lobules. It was concluded that the post-embryonic differentiation of the original gonad in the Chinese Giant Salamander was similar to that of other anamniotes, and the gonad differentiation of the female occurred earlier than that of the male.

**Key words:** *Andrias davidianus*; Gonad; Postembryonic development; Morphology

**基金项目** 陕西省自然科学基金项目 (No. 2007C114), 2012 年度陕西省水利科技计划项目 (No. 2012-2-21);

\* 通讯作者, E-mail: lianggang@snnu.edu.cn;

**第一作者介绍** 郭利伟, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物发育细胞学; E-mail: guoliweihaoyangde@163.com。

收稿日期: 2012-12-20, 修回日期: 2013-03-14

中国大鲵 (*Andrias davidianus*) 是我国特有的国家Ⅱ级重点保护有尾两栖类,也是全球现存两栖类中体形最大、寿命最长的古老动物(叶昌媛等 1993)。目前,国内外有关两栖动物生殖腺发育与分化的解剖学与组织学研究已有一些积累(Kamimura et al. 1976, 阳爱生等 1981, Gramapurohit et al. 2000, 李新红等 2001, 李桑等 2008),但有关中国大鲵生殖腺胚后发育的形态学尤其是组织学研究迄今未见系统而深入的报道。本文对中国大鲵(以下简称大鲵)生殖腺的胚后发育进行了较为详尽的解剖学和组织学观察,旨在探寻大鲵生殖腺的分化时间及胚后发育特点,揭示其发育规律,同时也为大鲵资源保护、人工饲养和繁育等提供基础资料。

1 材料与方法

观察用大鲵由陕西省汉中市某大鲵人工繁殖场提供,带回实验室后置于大小为 30 cm × 15 cm 塑料圆盆中在黑暗处饲养,饲养水温为 13 ~ 20℃,每天更换水 1 次并清理饲养盆。依据骆剑等(2007)和杨焱清等(1994)对大鲵胚胎及胚后发育的观察和分期以及本研究的具体要求,分别选取出膜前 7 d 的大鲵胚胎 3 粒及出膜 7 d、28 d、49 d、70 d、91d、112 d、133 d、175 d、217 d、259 d、343 d、427 d、511 d 的健康大鲵 2 ~ 3 尾(表 1)。

称量体重 (Mean ± SD, 精确到 0.01 g) 后,首先投入 4% 多聚甲醛中处死,立即测量全长、头长和尾长 (Mean ± SD, 精确到 0.1 cm),剖腹后再用 4% 多聚甲醛整体固定 24 h 以上。出膜 343 d 之前的大鲵及其胚胎进行整体常规石蜡包埋,出膜第 343 天之后的大鲵固定后在 LEICA-MZ125 体视显微镜下取出肾及生殖腺,之后再行常规石蜡包埋。包埋后的材料进行连续横切,切片厚 5 ~ 7 μm。一部分切片行常规 H. E 染色、中性树胶封片,另一部分切片采用组织细胞化学方法——碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, AKP) 染色反应,以显示原始生殖腺中生殖细胞和体细胞碱性磷酸酶的分布差异,进一步区分体细胞和生殖细胞。染色后的切片用 Olympus BX41 光学显微镜观察和测量, Leica Q win V<sub>3</sub> 图像系统拍照。

2 结 果

大鲵出膜前 7 d、出膜 7 d 与 28 d 的幼鲵均未见到原始生殖腺的出现。

出膜 49 d 的幼鲵,在体视显微镜下可观察到 2 条原始生殖腺,呈细线状,沿两个中肾腹侧的中部前后走行,且只位于中肾的前半部,长 2 ~ 3 mm,肉红色,半透明。在 H. E 染色的横切面上,可见原始生殖腺呈椭圆形,长径 50 ~ 60 μm、短径 20 ~ 30 μm,依据构成原始生殖腺

表 1 观察用中国大鲵的基本数据  
Table 1 The fundamental data of *Andrias davidianus* observed

天数 Day (d)	尾数 Number (ind)	体重 Weight (g)	全长 Total length (cm)	头长 Head length (cm)	尾长 Tail length (cm)
出膜前 7	3	0.36 ± 0.01	2.7 ± 0.2	0.4 ± 0.1	0.9 ± 0.1
出膜 7	2	0.42 ± 0.01	3.2 ± 0.1	0.6 ± 0.1	1.2 ± 0.1
出膜 28	2	0.46 ± 0.01	3.5 ± 0.1	0.7 ± 0.1	1.4 ± 0.1
出膜 49	2	0.51 ± 0.01	4.1 ± 0.1	0.9 ± 0.0	1.5 ± 0.1
出膜 70	2	0.54 ± 0.02	4.3 ± 0.1	0.9 ± 0.1	1.6 ± 0.1
出膜 91	3	0.61 ± 0.01	4.5 ± 0.1	0.9 ± 0.0	1.6 ± 0.1
出膜 112	3	0.65 ± 0.01	4.5 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.6 ± 0.1
出膜 133	3	0.71 ± 0.01	4.2 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.5 ± 0.0
出膜 175	2	0.81 ± 0.01	4.8 ± 0.2	1.1 ± 0.1	1.6 ± 0.1
出膜 217	3	0.86 ± 0.01	5.1 ± 0.1	1.0 ± 0.1	2.0 ± 0.0
出膜 259	3	1.85 ± 0.13	6.0 ± 0.2	1.2 ± 0.1	1.9 ± 0.1
出膜 343	3	7.96 ± 0.16	10.6 ± 0.2	1.5 ± 0.1	4.1 ± 0.1
出膜 427	3	20.16 ± 0.95	15.3 ± 0.1	2.5 ± 0.1	5.6 ± 0.1
出膜 511	2	29.54 ± 0.62	17.8 ± 0.2	2.7 ± 0.1	6.3 ± 0.1

细胞的形态、位置及数量不同,可明显区分为周围细胞和中央细胞两种类型。周围细胞属于体细胞,数量较多,10 或 11 个,细胞较小,约  $4\text{ }\mu\text{m}$ ,多呈立方状,细胞界限较为清晰;细胞核大,约  $3\text{ }\mu\text{m}$ ,呈圆形或椭圆形,位于细胞中央,着色深而均匀。中央细胞属于原生殖细胞,细胞较大,约  $9\text{ }\mu\text{m}$ ,数量很少,只有 1 或 2 个,呈圆形或卵圆形;细胞质和细胞核区分不甚明显,整个原生质内分布着少量的强嗜碱性颗粒,在这些嗜碱性颗粒之间,丰富的原生质呈弱嗜碱性(图版 I:1)。在 AKP 染色的切片上,原始生殖腺周围的体细胞 AKP 反应呈阴性,而中央的原生殖细胞呈弱阳性,被染成棕色。以上结果表明,出膜 49 d 的幼鲵,原生殖细胞已经迁入生殖嵴内,与体细胞共同构成了原始生殖腺,而且构成原始生殖腺的体细胞与原生殖细胞在结构及功能上已存在明显的差异。

与出膜 49 d 的幼鲵相比,出膜 70 d 和 91 d 的幼鲵原始生殖腺大小略有增加,但结构没有太大变化。在出膜 70 d 的幼鲵 H. E 染色的切片上,周围的体细胞数量略有增多,为 11 ~ 13 个。中央的原生殖细胞仍有 1 ~ 2 个,但细胞质和细胞核已可以区分;细胞核较大,多为卵圆形,位于细胞中央;细胞质较少,呈弱嗜碱性(图版 I:2)。

出膜 112 d 的幼鲵,原始生殖腺在横切面上呈长椭圆形,长径  $60\sim80\text{ }\mu\text{m}$ 、短径  $30\sim40\text{ }\mu\text{m}$ ,构成原始生殖腺的细胞数量有所增加。周围的体细胞较小,约  $7\text{ }\mu\text{m}$ ,数量较多,19 或 20 个,多呈椭圆形,细胞界限清晰,细胞核大,呈强嗜碱性,细胞质很少。中央的原生殖细胞大,约  $15\text{ }\mu\text{m}$ ,数量少,2 或 3 个,细胞形态不一,界限较为模糊,但细胞核和细胞质之间界限清晰,卵圆形的细胞核内染色质呈颗粒状,嗜碱性,分布均匀,细胞质较少(图版 I:3)。

出膜 133 d 的幼鲵,原始生殖腺组织结构与出膜 112 d 的基本相同,只是中央的原生殖细胞的胞核嗜碱性进一步增强,呈强嗜碱性,染色质较为均匀。

在体视显微镜下,出膜 175 d 幼鲵的生殖

腺仍位于两个中肾的腹面,长  $5\sim7\text{ mm}$ 。其中,第 1 尾幼鲵生殖腺在横切面上近似圆形,直径约为  $100\text{ }\mu\text{m}$ ;体细胞和生殖细胞在结构及相对位置上发生了较大的变化:①体细胞数量明显增多,由原来的单层细胞逐渐变为多层细胞,这些细胞多呈扁平状,有些迁入生殖腺内包绕在生殖细胞的周围。②体细胞的分布也出现了不均匀的现象,在生殖腺基部接近中肾处,体细胞数量较多且排列较为紧密;而在生殖腺的周围,体细胞的数量相对较少。③生殖细胞的体积明显增大,主要聚集在生殖腺的中央,细胞界限不清,细胞核多呈椭圆形;在这些生殖细胞中,有些细胞染色深、强嗜碱性、周围未见包有一层明显的体细胞,有些细胞的胞质与胞核均染色浅、呈泡状、该细胞的周围有一层体细胞,提示该时期已初步有原始卵泡的分化。④已经分化为原始卵泡的卵母细胞较大,直径约  $20\text{ }\mu\text{m}$ ,与周围卵泡细胞界限清楚,细胞核大而圆,着色浅,细胞质较多,分布不均匀,与其他未分化成原始卵泡的生殖细胞区分较为明显(图版 I:4)。第 2 尾幼鲵生殖腺仍呈长椭圆形,与出膜 112 d 相比,长、短径略有增加,细胞数量明显增多;周围的体细胞较小,细胞形态不规则,细胞核相对较大,呈强嗜碱性,细胞质较少;中央的生殖细胞数量有所增加,在一个切面上至少有 5 或 6 个,细胞形态各异,界限模糊,但细胞核大而清晰,多呈椭圆形,细胞质较少,呈弱嗜碱性(图版 I:5)。

出膜 217 d 与 259 d 的幼鲵,在生殖腺横切面上,与出膜 175 d 的第 2 尾幼鲵形态及结构基本相同。

出膜 343 d 的大鲵生殖腺明显增大,形状由原来的细线状变为扁平状,长度有所增加且弯曲。其中,一尾大鲵生殖腺体积有明显增加,横切面呈椭圆形,长径约  $220\text{ }\mu\text{m}$ 、短径约  $160\text{ }\mu\text{m}$ ;体细胞小而多,位于生殖腺表面的体细胞呈扁平状或矮立方形,细胞核长梭形或卵圆形、染色深而均匀,位于生殖腺内的体细胞虽然界限不清,但细胞核清晰,多呈长杆状或梭形;位于生殖腺内的生殖细胞大而少(在切面上可见 20 个),细胞核大而清晰,位于细胞中

央,染色浅,染色质分布不均,明显呈颗粒状;生殖细胞中构成原始卵泡的卵母细胞数量仍然较少(图版 I:6)。另两尾大鲵的生殖腺也呈椭圆形,长径分别为 210 和 230  $\mu\text{m}$ 、短径分别为 160 和 180  $\mu\text{m}$ ;此时的生殖腺也主要是由体细胞和生殖细胞构成,但与之前相比又发生了明显的变化,主要表现在以下 4 个方面:①体细胞的数量较多但形态不一,一部分体细胞较小,仍包绕在生殖腺的表面,细胞核较大(约 10  $\mu\text{m}$ ),多呈卵圆形,细胞质较少,呈弱嗜酸性;另一部分体细胞较大,细胞核染色深而均匀,与结缔组织一起深入到生殖细胞之间,将生殖腺分割成 3~4 个不甚明显的小叶,还有一小部分体细胞嵌插在生殖细胞之间,与生殖细胞相伴存在。②在小叶内的生殖细胞多呈卵圆形,细胞核较大,约 20  $\mu\text{m}$ ,染色质呈分布均匀的颗粒状,染色较浅,此时的生殖细胞与体细胞界限较为清晰,但生殖细胞之间界限模糊。③在小叶内的生殖细胞与呈长杆状的体细胞较有规律地排列在一起,小叶内还出现了不规则的腔隙,提示该时期已经有生精小叶、精原细胞与支持细胞的初步分化。④在生殖腺基部接近中肾处,分布着呈杆状、卵圆形、梭形、三角形等多种形态的细胞,该处的这些细胞排列较为密集(图版 I:7)。

出膜 427 d 的大鲵生殖腺进一步增大,肉眼明显可见,仍位于中肾的腹面,呈乳白色的宽带状,长 9~10 mm,其中第 1 尾的生殖腺呈不规则的波浪状弯曲,第 2、3 尾的生殖腺略弯曲。在光镜下,第 1 尾大鲵生殖腺已明显分化为卵巢,横切面呈长椭圆形,长径约 760  $\mu\text{m}$ 、短径约 300  $\mu\text{m}$ ;此时的卵巢已经分化非常明显:卵巢表面为一层呈扁平状或矮立方状体细胞构成的表面上皮,在表面上皮下的卵巢实质明显可分为周围的皮质与中央的髓质两部分;皮质厚 60~140  $\mu\text{m}$ ,主要由原始卵泡构成,卵泡大小不一,大的卵泡直径可达 120  $\mu\text{m}$ ,几乎占据整个皮质厚度,小的卵泡只有约 30  $\mu\text{m}$ ,位于皮质浅部,卵泡周围的卵泡细胞均为单层扁平细胞;大的卵泡内卵母细胞核直径可达 70  $\mu\text{m}$ ,呈细

颗粒状,分布均匀,弱嗜碱性,细胞质丰富,细颗粒状,分布均匀,弱嗜酸性;小的卵泡内卵母细胞核直径约 12  $\mu\text{m}$ ,呈大的颗粒状,分布不均,嗜碱性,细胞质较少,也呈颗粒状,分布不均,弱嗜酸性;髓质内含少量疏松结缔组织,大部分为卵巢腔(图版 I:8)。第 2、3 尾大鲵生殖腺已较明显分化为精巢,横切面呈椭圆形,长径分别为 420 和 550  $\mu\text{m}$ ,短径分别为 160 和 220  $\mu\text{m}$ ;与出膜 343 d 的两尾雄鲵相比,虽然构成这两尾大鲵精巢的体细胞与精原细胞的分布基本相同,但体细胞的分化、生精小叶及精巢基部接近中肾处的结构变化较为明显:①深入到精巢内的疏松结缔组织增多,将精巢分隔为 5~8 个生精小叶,生精小叶内的腔隙明显;生精小叶之间的疏松结缔组织内富含血管、少量间质细胞等,共同构成了精巢间质。②生精小叶内较大的细胞为精原细胞,呈卵圆形,直径 10~12  $\mu\text{m}$ ,细胞界限模糊,细胞核呈圆形或卵圆形,较大(8~10  $\mu\text{m}$ ),嗜碱性,染色不均,胞质较少,嗜酸性。③生精小叶内还可见少量的支持细胞,多为长梭形、细胞界限较为清晰,细胞核呈杆状,强嗜碱性,染色均匀,细胞质较少,嗜酸性。④在精巢基部接近中肾处,较为密集排列的长杆状细胞之间夹杂有少量圆形、卵圆形细胞,在这些细胞间还可见结缔组织及血管(图版 I:9)。

出膜 511 d 的大鲵生殖腺均呈乳白色。其中,雌鲵的卵巢明显增大,呈宽带状,长 25~30 mm,前、后段较窄,呈不规则的波浪状弯曲,中段较宽,呈“W”形弯曲,肉眼已明显可见卵巢内的卵粒。在卵巢中段的切面仍呈长椭圆形,长径约 1 000  $\mu\text{m}$ 、短径约 420  $\mu\text{m}$ ,与出膜 427 d 的卵巢相比,组织结构基本相同,只是构成较大原始卵泡的卵母细胞质边缘一般有 5~8 个卵圆形的空泡,少数卵母细胞质的空泡甚至相互融合(图版 I:10)。雄鲵的精巢也明显增大,呈条带状,长 20~25 mm,前 2/3 较宽、后 1/3 较窄,略微弯曲;在精巢中部的切面上仍呈椭圆形,长径约 800  $\mu\text{m}$ 、短径约 500  $\mu\text{m}$ 。与出膜 427 d 的精巢相比,组织结构主要变化表现在两个方面:①在精巢基部接近中肾处(精巢

的背侧),该处细胞、结缔组织及血管的数量明显增多,形成了一个略呈长椭圆形的明显区域,所有生精小叶均与该区域相连。在该长椭圆形的区域内,包含两种形态差异较为明显的细胞:一种细胞是体细胞,数量多,较小,呈杆状、卵圆形、圆形等多种形态,细胞核染色深而均匀;另一种细胞是精原细胞,数量少,较大,呈圆形或椭圆形,细胞核大(约 10  $\mu\text{m}$ )而圆,染色质呈颗粒状,染色较浅。该长椭圆形区域表明此时大鲵精巢已有非成熟小叶(immature lobule)的分化(图版 I:11,12)。

②生精小叶及其内的腔隙分化更加明显,一个切面上可见 8~11 个,每个生精小叶长 420~500  $\mu\text{m}$ 、宽 170~240  $\mu\text{m}$ ,生精小叶内的腔隙呈管状,大小约为 310  $\mu\text{m}$  × 60  $\mu\text{m}$ (图版 I:11,13)。

### 3 讨 论

本文观察结果表明,大鲵出膜 28 d 以前的胚胎及幼鲵均未见到原始生殖腺的出现;出膜 49 d 的幼鲵开始出现原始生殖腺,但此时仅能区分出位于原始生殖腺周围的体细胞与中央的生殖细胞,尚无性别的分化;出膜 70~133 d 的原始生殖腺仍然未见性别的分化。然而,在出膜 175 d 的 2 尾大鲵中,其中一尾生殖腺已经初步分化出原始卵泡,标志着该个体的生殖腺已经开始向卵巢分化;另一尾生殖腺仍然仅能区分出周围的体细胞和中央的生殖细胞,未观察到性别的分化。在出膜 343 d 的 3 尾大鲵中,其中一尾生殖腺内原始卵泡分化较为明显,表明该尾个体已经分化为雌性;另两尾生殖腺已经初步分化出生精小叶,标志着该个体生殖腺已经开始向精巢分化。在出膜 427 d 的 3 尾大鲵中,第 1 尾大鲵卵巢内的原始卵泡已经非常明显,且已明显分化为周围的皮质与中央的髓质两部分;另 2 尾生殖腺内的生精小叶、生精小叶内腔隙及精巢间质等分化均已经较为明显,表明这 2 尾个体已经分化为雄性。在出膜 511 d 的雄鲵中,依据 Callard 等(1980)和 Pudney 等(1983)对斑泥鳅(*Necturus maculosus*)精巢结构的研究,精巢进一步明显分化为生精小叶与非成熟小叶两个区域。从以上

结果可知,大鲵原始生殖腺最早出现的时间在出膜 28~49 d 之间,而原始生殖腺分化为卵巢或精巢的时间存在差异,卵巢在出膜 133~175 d 之间开始分化,精巢在出膜 259~343 d 之间开始分化。

已有的研究表明,无羊膜类原始生殖腺的分化时间存在种间差异。在鱼类中,青鳉(*Oryzias latipes*)一部分个体的原始生殖腺在孵化初期就已发生分化且分化为卵巢,另一部分在孵化后 20 d 才开始向精巢分化(Hamaguchi 1985);黑头呆鱼(*Pimephales promelas*)在孵化后 10~25 d 生殖腺中出现卵泡,标志着卵巢分化的开始,而精巢出现分化的时间在孵化后 60 d 以后(Van Aerle 2004);鲇(*Silurus asotus*)在孵化后 30 d 生殖腺开始向卵巢分化,出膜 70 d 以后开始向精巢分化(方展强等 2002);白鲢(*Coregonus lavaretus*)的生殖腺于孵化后 80 d 左右开始向卵巢分化,120 d 左右开始向精巢分化(Bogdanova 2004);黑海鲷(*Liza saliens*)的生殖腺分化为卵巢的时间较其他鱼类的晚,出现在孵化后 90 d 以后,100 d 可观察到精巢的分化(施琰芳 1988)。在两栖类中,东方铃蟾(*Bombina orientalis*)蝌蚪的生殖腺向卵巢分化时间是在 30 期,是以原始卵泡的形成标志的,精巢的分化出现在 32 期,以生精小叶的形成标志(Lopez 1989);中国林蛙(*Rana chensinensis*)蝌蚪于 31 期生殖腺开始分化为卵巢,32 期后开始向精巢分化(李新红等 2001);欧洲林蛙(*R. temporaria*)蝌蚪的生殖腺分化时间相对较晚,到 40 期时才出现卵巢的分化,精巢的分化出现在 42 期以后(Agnieszka 1997)。综上所述,就大鲵生殖腺分化时间以及目前积累的无羊膜类资料来看,虽然不同种类的鱼类和两栖类生殖腺分化时间早晚不尽相同,但它们生殖腺分化可能至少遵循以下共同规律——无羊膜类原始生殖腺的分化一般发生在胚后阶段,而且雌性的分化时间早于雄性。

**致谢** 在切片观察及制图过程中,王宏元老师给予了帮助,在此表示感谢!

## 参 考 文 献

- Agnieszka D. 1997. Development and differentiation of ovaries in the Grass *Rana temporaria* // Roek Z, Hart S. Abstracts of the Third World Congress. Prague: Czechoslovakia Republic, 56.
- Bogdanova V A. 2004. Early Gametogenesis of the Volkhov white fish *Coregonus lavaretus baeri*. Annales Zoologici Fennici, 41 (1): 99 – 104.
- Callard G V, Canick J A, Pudney J. 1980. Estrogen synthesis in leydig cells: structural-functional correlations in *Necturus testis*. Biology of Reproduction, 23(2): 461 – 479.
- Gramapurohit N P, Shanbhag B A, Saidapur S K. 2000. Pattern of gonadal sex differentiation, development, and onset of steroidogenesis in the frog, *Rana curtipes*. General and Comparative Endocrinology, 119(3): 256 – 264.
- Hamaguchi S. 1985. Changes in the morphology of the germinal dense bodies in primordial germ cells of the teleost, *Oryzias latipes*. Cell and Tissue Research, 240(3): 669 – 673.
- Kamimura M, Ikenishi K, Kotani M, et al. 1976. Observations on the migration and proliferation of gonocytes in *Xenopus laevis*. Journal of Embryology and Experimental Morphology, 36(1): 197 – 207.
- Lopez K. 1989. Sex differentiation and early gonadal development in *Bombina orientalis* (Anura: Discoglossidae). Journal of Morphology, 199(3): 299 – 311.
- Pudney J, Canick J A, Mak P, et al. 1983. The differentiation of leydig cells, steroidogenesis, and the spermatogenetic wave in the testis of *Necturus maculosus*. General and Comparative Endocrinology, 50(1): 43 – 66.
- Van Aerle R, Runnalls T J, Tyler C R. 2004. Ontogeny of gonadal sex development relative to growth in fathead minnow. Journal of Fish Biology, 64(2): 355 – 362.
- 方展强, 郑文彪, 马广超, 等. 2002. 鲇卵膜形成和卵黄发生的超微结构观察. 华南师范大学学报: 自然科学版, (2): 25 – 30.
- 李桑, 尤永隆, 林丹军. 2008. 泽蛙的性腺分化及温度对性别决定的影响. 动物学报, 54(2): 271 – 281.
- 李新红, 赵文阁, 郭玉民, 等. 2001. 中国林蛙性腺的发育及温度对其性别分化的影响. 动物学研究, 22(5): 351 – 356.
- 骆剑, 肖亚梅, 罗凯坤, 等. 2007. 中国大鲵 (*Andrias davidianus*) 的胚胎发育. 自然科学进展, 17(11): 1492 – 1499.
- 施璟芳. 1988. 鱼类性腺发育研究新进展. 水生生物学报, 12(3): 248 – 255.
- 阳爱生, 卞伟, 刘运清. 1981. 大鲵性腺发育的组织学观察. 动物学报, 27(3): 240 – 246.
- 杨焱清, 肖汉兵, 刘鉴毅. 1994. 大鲵胚后发育的初步观察. 中国水产科学, 1(2): 26 – 32.
- 叶昌媛, 费梁, 胡淑琴. 1993. 中国珍稀及经济两栖动物. 成都: 四川科学技术出版社, 64 – 69.

图 版 说 明

中国大鲵生殖腺胚后发育的显微结构(H. E 染色)

1. 出膜 49 d 的原始生殖腺,示体细胞和生殖细胞, ×400; 2. 出膜 70 d 的原始生殖腺, ×400; 3. 出膜 112 d 的原始生殖腺, ×400; 4. 示出膜 175 d 的原始卵泡, ×400; 5. 示出膜 175 d 的体细胞和生殖细胞, ×400; 6. 示出膜 343 d 的原始卵泡和卵母细胞, ×400; 7. 示出膜 343 d 的精原细胞与生精小叶, ×400; 8. 出膜 427 d 的卵巢,示原始卵泡、皮质、髓质及卵巢腔, ×400; 9. 示出膜 427 d 的精巢, ×400; 10. 示出膜 511 d 的卵巢, ×200; 11. 出膜 511 d 的精巢整体观,示生精小叶与非成熟小叶, ×100; 12. 示出膜 511 d 精巢的非成熟小叶, ×400; 13. 示出膜 511 d 精巢的生精小叶, ×400。

Explanation of Plate

The microstructure of the gonadduring postembryonic development of *Andrias davidianus* (H. E staining)

1. Day 49 after hatching, showing the somatic cells and germ cells, ×400; 2. Day 70 after hatching, showing the original gonad, ×400; 3. Day 70 after hatching, showing the original gonad, ×400; 4. Day 175 after hatching, showing the primordial follicles, ×400; 5. Day 175 after hatching, showing the somatic cells and germ cells, ×400; 6. Day 343 after hatching, showing the primordial follicles and oocytes, ×400; 7. Day 343 after hatching, showing the spermatogonia and seminiferous lobules, ×400; 8. Day 427 after hatching, showing the ovary, primordial follicles, cortex, medulla and ovarian cavity, ×400; 9. Day 427 after hatching, showing the testis, ×400; 10. Day 511 after hatching, showing the ovary, ×200; 11. Day 511 after hatching, showing the whole testis seminiferous lobule and immature lobule, ×100; 12. Day 511 after hatching, showing the immature lobule of testis, ×400; 13. Day 511 after hatching, showing the seminiferous lobule of testis, ×400.

Co. 皮质; FC. 卵泡细胞; GC. 生殖细胞; ImL. 非成熟小叶; Me. 髓质; Oo. 卵母细胞; PF. 原始卵泡; SC. 体细胞; SeC. 支持细胞; SL. 生精小叶; Sp. 精原细胞。

Co. Cortex; FC. Follicle cell; GC. Germ cell; ImL. Immature lobule; Me. Medulla; Oo. Oocyte; PF. Primordial follicle; SC. Somatic cell; SeC. Sertoli cell; SL. Seminiferous lobule; Sp. Spermatogonia.

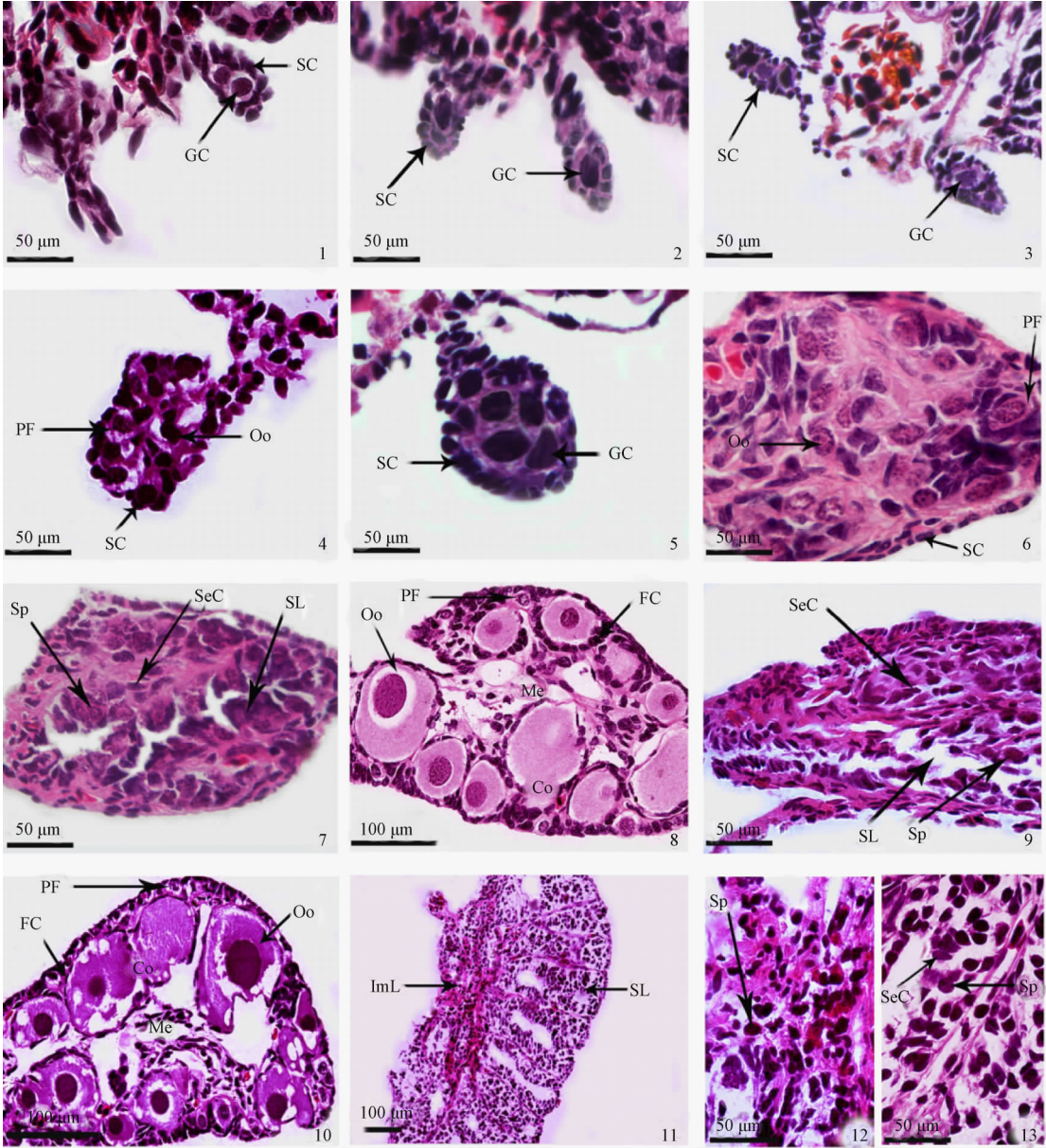


郭利伟等:中国大鲵生殖腺胚后发育的形态学观察

图版 I

GUO Li-Wei *et al.*: Morphological Study on the Postembryonic Development of the Gonad  
in the Chinese Giant Salamander *Andrias davidianus*

Plate I



图版说明见文后