

## 中华鳖卵子发生与卵黄形成特征

黑乃楠 刘海丽 包慧君 韩向琨 陈秋生

(南京农业大学动物医学院, 南京 210095)

### HISTOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF OOGENESIS AND VITELLOGENESIS IN *PELODISEUS SINENSIS*

HEI Nai-Nan, LIU Hai-Li, BAO Hui-Jun, HAN Xiang-Kun and CHEN Qiu-Sheng

(College of Veterinary Medicine, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

关键词: 中华鳖; 卵子发生; 卵黄形成

**Key words:** *Pelodiseus Sinensis*; Oogenesis; Vitellogenesis

中图分类号: Q132.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2010)03-0656-07

动物卵子形成及卵黄发生的研究多集中于鱼类<sup>[1]</sup>和两栖类<sup>[2]</sup>, 而对其他动物的实验报道则比较少。不同种类的动物, 其卵子发生的形态变化过程存在较大差异。关于爬行动物卵子形成的研究, 有鳞目的蜥蜴类和蛇类已有报道<sup>[3, 4]</sup>, 但对龟鳖目卵黄发生的过程描述则很少。

中华鳖是广泛分布于我国的水生爬行动物, 具有较高的营养和经济价值, 且已具备相当的人工养殖规模。尤其最近有人开始了中华鳖的繁殖生物技术的研究<sup>[3]</sup>, 需要对中华鳖的卵子特性和生殖细胞的形成过程进行详细诠释。本实验室曾对雄性中华鳖生殖器官进行过系统的研究, 发现中华鳖的精子形态与其他爬行类存在较大差异, 具有明显的精子储存现象<sup>[5, 6]</sup>。推测雌性中华鳖也会具有一些特质值得我们进行深入研究。本文针对中华鳖卵泡发育特点、卵黄形成过程等方面进行较详细的组织形态学描述, 并与其他相关动物进行比较, 由于爬行类卵巢和哺乳类等有很大差异, 因此本实验室对其卵巢的结构特点描述、形成过程分期也有别于其他动物。本实验不仅为深入研究动物卵子发生的过程和中华鳖的生殖生物学特性提供形态学基础, 同时亦为动物进化研究提供一定理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2007年4月至8月间于南京下关水产市场购买10只健

康性成熟的雌性中华鳖, 每只体重650—800 g。

### 1.2 光镜样品制备与观察

将实验动物颈动脉放血处死, 掀开腹甲, 取出卵巢, 固定于波恩氏液中24h。梯度酒精脱水, 二甲苯透明, 石蜡包埋, 切片厚度为5  $\mu\text{m}$ 。HE染色显示卵巢结构和细胞组成, PAS反应显示透明带的糖蛋白结构。Olympus显微镜观察并拍照。

用游标卡尺、目镜测微尺以及ipwin32软件测量卵泡大小(每个阶段的卵泡测量数为20个)。

## 2 结果

### 2.1 卵巢的一般形态

中华鳖卵巢大多数为长锥形, 位于盆腔上方。卵巢发育成熟时, 卵子似葡萄串状以卵巢柄连于卵巢系膜上。中华鳖卵巢的生殖上皮为单层扁平上皮。生殖围位于皮质外周局部区域, 其内分布着卵原细胞群及早期卵母细胞(图版 -1)。卵原细胞形状圆形或椭圆形, 细胞质均质淡染, 并且包含一个颗粒状染色质的细胞核。组织学上将卵巢分为外周皮质和中央髓质。卵巢皮质包括原始卵泡、不同发育阶段的卵泡和闭锁卵泡以及黄体, 髓质中包含大量的血管、腔隙系统。卵巢间质由结缔组织构成, 包括胶原纤维、成纤维细胞、脂肪细胞、血细胞以及淋巴管和大量平滑肌纤维。大量腔隙散布在皮质和髓质中(图版 -4—6, 图版 -5、7—9)。这些腔隙包围在各时期卵泡周围。腔隙的

收稿日期: 2008-12-01; 修订日期: 2009-10-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(30671513)资助

作者简介: 黑乃楠(1983—), 女, 回族, 天津人; 硕士; 研究方向为细胞生物学。E-mail: rebeccadudu@live.cn

通讯作者: 陈秋生, Fax: 025-84398669; Tel: 025-84395305; E-mail: chenqsh305@yahoo.com.cn

形状很不规则, 内容物成分也有所不同, 嗜酸性。腔隙内物质包括细小的纤维、颗粒或透明胶质(图版 -7、9)。腔隙周围被胶原纤维、血管和平滑肌包围(图版 -7、9)。

## 2.2 卵子发生与卵黄形成的显微结构

根据中华鳖卵黄形成特点将其卵子发生过程分为卵黄发生前期和卵黄发生期, 又根据滤泡细胞以及透明带等结构的特点将卵子发生细分为10期。

### 卵黄发生前期

**第 期** 在第一阶段卵细胞开始生长, 平均直径约为 $(7.48 \pm 3.46) \mu\text{m}$ , 细胞质均匀且透明, 但这个阶段的卵黄核很小, 嗜碱性, 呈卵圆形, 位置靠近核膜。细胞核处于第一次减数分裂的双线期, 是纤丝状的染色质, 单一的核仁浓染。每个卵细胞周围都有少量扁平滤泡细胞, 但未形成完整的滤泡细胞层(图版 -1)。

**第 期** 卵细胞呈圆形或椭圆形, 体积增大, 但核质比变小, 平均直径约为 $(10.33 \pm 4.36) \mu\text{m}$ 。细胞质淡染并含细小的纤维或颗粒样结构(图版 -1)。中央的球形细胞核内出现灯刷染色体。包围卵细胞的扁平滤泡细胞数量增多, 但仍未形成完整的滤泡上皮。

**第 期** 卵细胞直径约为 $(86.22 \pm 28.90) \mu\text{m}$ 。嗜碱性的细胞质由细小的颗粒构成(图版 -2), 卵黄核比前一阶段着色浅, 细胞核偏心, 属于外周核, 即许多核仁分布在核膜周围, 核内灯刷染色体愈加明显(图版 -2、3)。滤泡细胞为单层扁平上皮并完整地包围在卵子表面, 成为颗粒层。在颗粒层外边是一薄层的成纤维细胞层, 将来会发生为卵泡鞘(图版 -2)。

**第 期** 卵细胞平均直径约达 $(118.60 \pm 26.04) \mu\text{m}$ 。细胞质和细胞核的形态与前一阶段很相似, 但卵黄核消失。透明带位于卵细胞外周, 很薄 $(1.69 \pm 0.22) \mu\text{m}$  (图版 -4)。颗粒层由单层扁平上皮变成单层立方上皮[高 $(11.92 \pm 2.50) \mu\text{m}$ ], 核圆形位于细胞中央。原始的成纤维细胞卵泡鞘已经形成。

**第 期** 此阶段卵细胞平均直径约为 $(195.56 \pm 46.22) \mu\text{m}$ 。几乎是第 期的2倍。卵细胞质和粒层没有明显变化, 而透明带变厚 $[(3.15 \pm 0.92) \mu\text{m}]$ , 并且分化为两层, 内层为垂直于卵膜的梳子状(放射层), 外层为均质透明的带状(图版 -5), PAS反应强阳性(图版 -10)。

### 卵黄发生期

**第 期** 在卵黄发生的起初, 卵细胞平均直径约为 $(275.24 \pm 37.61) \mu\text{m}$ , 外周的卵质包有微小的颗粒, 靠近外层有小空泡形成的一条带, 空泡的数量在靠近中央处逐渐增多, 与此同时, 外周小泡包围的细小颗粒也增多。但在此阶段的中央卵质是均匀的(图版 -6)。粒层由一层单层立方上皮构成, 细胞核位于中央。卵泡鞘发育很好并有小的窦腔存在(图版 -6)。

**第 期** 卵细胞直径达 $(375.34 \pm 43.36) \mu\text{m}$ 。外周卵质

有很多细小的嗜酸性颗粒, 其他地方的卵质大多是空泡状的(图版 -7), 空泡直径要比第 期的大很多, 包有一个或多个直径约 $(7.84 \pm 1.13) \mu\text{m}$ 嗜酸性卵黄小球(图版 -7)。颗粒层还是单层立方上皮。透明带的厚度增加, 达 $(4.33 \pm 1.65) \mu\text{m}$ , 且拥有明显的放射层和透明层(图版 -7)。与前几个卵黄发生阶段相似, 卵泡鞘和大的腔隙平行排列在卵泡外周。

**第 期** 卵细胞直径很大, 约达 $(623.79 \pm 83.98) \mu\text{m}$ 。若干个卵黄小球构成一个卵黄小板(图版 -2)。根据卵黄小板的大小可将卵黄小板的分布分成3个环形区域(图版 -8): 区域1在外周, 卵黄小板很小; 区域2位于中间, 卵黄小板较大; 区域3靠近细胞核, 卵黄小板又变小。此外我们还观察到有的卵细胞内的小空泡及其内部的卵黄颗粒在卵细胞胞质内部形成两个环形带状区域(图版 -1: M, N)。颗粒层是单层立方上皮, 卵泡鞘有很大的血管、丰富的胶原纤维以及扁平的腔隙。

**第 期** 卵细胞平均直径约为 $(870.78 \pm 50.32) \mu\text{m}$ 。较大的卵黄小板充满整个胞质。卵黄小板最大直径约为 $12.60 \mu\text{m}$ , 呈球形或多边形(图版 -4), 均包含许多不同大小的透明卵黄小球。卵细胞中央的卵黄小板比外周的卵黄小板直径要大(图版 -3)。颗粒层恢复单层扁平上皮, 透明带、卵泡鞘[厚 $(24.67 \pm 4.09) \mu\text{m}$ ]无明显变化。

**第 期** 较大的卵细胞直径已达 $1.63 \text{ cm}$ , 处于排卵前期。卵黄小板的直径仍在增大, 有的已达 $23.13 \mu\text{m}$  (图版 -6)。这些卵黄小板均质、透明、嗜酸性强。与前几个阶段相似, 中央卵黄小板大于外周的卵黄小板(图版 -5、6)。颗粒层为单层扁平上皮。卵泡鞘急剧加厚 $[(39.94 \pm 7.93) \mu\text{m}]$ 且分层明显, 由网状的成纤维细胞、胶原纤维、腔隙以及平滑肌组成(图版 -5、6)。

## 2.3 卵泡闭锁的显微结构

我们在观察卵子发生及卵黄形成的同时也观察到一些闭锁的卵泡。卵细胞膜皱缩, 透明带弯折, 滤泡细胞增生并侵入卵细胞内部吞噬并吸收卵质, 闭锁卵泡周围有大量血管出现(图版 -9)。

## 3 讨 论

### 3.1 中华鳖卵巢基本结构、卵细胞核及其相关结构的组织学特点

中华鳖的卵巢外周由扁平的上皮细胞包围, 分为皮质和髓质两个区域: 皮质外周局部区域有生殖圈分布, 原始卵泡和早期卵泡位于生殖圈上; 髓质中形成类似鸟巢的网状结构, 位于卵黄发生前的卵泡之间。蜥蜴类则根据种类不同含有一个或两个固定的生殖圈, 并且生殖圈的面积要比中华鳖的大得多<sup>[4,7]</sup>。与中华鳖不同, 鳄鱼的卵巢上皮则为单层立方上皮, 生殖圈的面积也比中华鳖大很多<sup>[8,9]</sup>。中华鳖卵子发生的最初阶段只有一个核仁, 到了卵黄发生前阶段的后期核仁变为多个, 这些核仁靠

近核膜在外周排列, 又称外周核。这与先前爬行动物和鸟类的报道相似, 外周核的分布可能与核蛋白和核糖体排出到卵质有关<sup>[8,10]</sup>。中华鳖早期卵母细胞在前灯刷体阶段有一个嗜碱性的卵黄核, 又叫核旁巴尔比尼复合体<sup>[10]</sup>, 蜥蜴<sup>[11]</sup>、鳄鱼<sup>[9]</sup>等其他爬行类和鸟类也有此结构<sup>[10,12]</sup>。巴尔比尼复合体是细胞质中一个代谢旺盛的区域, 含有许多大分子和细胞器(如RNAs、线粒体、高尔基体、脂滴)。这些结构将在卵泡后来的发育过程中逐渐消失<sup>[10]</sup>。中华鳖等爬行动物以及鸟类中巴尔比尼复合体的具体作用还有待进一步的研究。

综上所述, 中华鳖卵巢整体结构与其他爬行类及鸟类的大体相似, 说明在进化上保持了基本的一致性。而在生殖圈数量、生殖上皮类型等方面与蜥蜴和鳄鱼等的区别, 也正是数十万年进化的结果。

### 3.2 卵黄小板结构

鸟类与中华鳖卵黄形成的分期虽然不同, 但它们有很多相似的过程。鸟类卵黄形成的早期、中期和末期有三种形态的卵黄<sup>[10]</sup>: 早期卵黄形成始于卵质中透明的空泡, 之后卵黄颗粒在空泡中定位。中华鳖卵黄发生期的早期(第一期)卵细胞胞质外周最先出现空泡, 细小的卵黄颗粒定位于其中; 鸟类卵黄形成中期卵黄空泡内含许多卵黄小球, 这与我们所得到的中华鳖卵子发生第一期的结果相似; 鸟类卵黄形成晚期卵黄小板是一个包含许多大小不等的卵黄小球的泡, 中华鳖卵黄发生后期卵细胞内卵黄小板 $[(23.13 \pm 4.21) \mu\text{m}]$ 包含若干个卵黄小球, 并且卵黄小板也是球形的(第二期), 而鳄鱼在这一时期的卵黄小板则是多面体的<sup>[8]</sup>。这说明中华鳖卵黄小板的结构与鸟类较为接近, 鳄鱼则由于进化等原因与中华鳖的卵黄小板有细微的区别, 但总体上保持了进化的一致性。

### 3.3 滤泡细胞及透明带的结构

中华鳖的卵细胞被一层由滤泡细胞组成的颗粒层包围。中华鳖卵细胞发生的到期的滤泡细胞为单层扁平上皮, 但在卵子发生的到期转变为单层立方上皮, 到期又恢复为单层扁平上皮。而鳄鱼的滤泡细胞在到期属于单层扁平上皮, 到期均属于单层立方上皮。蜥蜴滤泡细胞具有多层结构, 包括梨形细胞、中间型细胞以及小细胞<sup>[7,13]</sup>。龟类滤泡上皮的发生与鸟类和鳄鱼相似<sup>[14]</sup>, 与蛇<sup>[15]</sup>和蜥蜴滤泡细胞结构<sup>[13]</sup>有一定的区别, 这也表明了中华鳖在进化上与鳄和鸟类相似, 具有一定的进化联系。

中华鳖的透明带由滤泡细胞和卵母细胞向外伸出的指状突起交错形成, 出现于第二期卵细胞。起初很薄, 到第三期则形成结构清晰的放射层和透明层两层结构。哺乳类<sup>[16]</sup>、鸟类<sup>[17]</sup>、蜥蜴<sup>[18]</sup>等爬行类透明带的这种特殊结构有利于营养物质的运输。透明带对于中华鳖则更为重要, 它是由滤泡细胞产生的卵黄颗粒前体物质传向卵细胞的桥梁, 在卵黄的发生过程中起着十分重要的作用, 同时

也能证明卵黄发生的外源性途径, 至于中华鳖卵黄发生的内源性途径还有待进一步研究。

### 3.4 腔隙系统结构

我们观察并分析了中华鳖卵巢腔隙系统的结构特征。发现这些腔隙的体积很大, 数量很多, 且在皮质和髓质中均可见到。它存在于各个发育阶段的卵泡周围的间质中, 包括卵黄发生前期(图-2)、卵黄发生期(图版-6、图版-3)和卵泡闭锁期(图版-9)。随着动物年龄的增长, 髓质变大, 腔隙也随之扩大。鸟类的腔隙系统与中华鳖相比腔隙要小一些, 数量也较少<sup>[10]</sup>。鳄鱼的腔隙数量多, 分布广, 存在于卵黄发生前期、卵黄发生早期和后期、闭锁期以及黄体期的卵泡中<sup>[8]</sup>。与中华鳖相比, 鳄鱼的腔隙更大、数量更多一些。尽管一些蜥蜴卵子周围有一些发达的腔隙出现<sup>[4]</sup>, 然而在有鳞目和大蜥蜴等其他爬行动物的卵巢中并没有腔隙系统的存在<sup>[7]</sup>。本实验在中华鳖腔隙系统内观察到3种物质: 颗粒状、纤维状和透明胶质状物质。鳄鱼的腔隙系统中则含有细小颗粒、纤维和空泡三种成分<sup>[8]</sup>。同时我们还观察到在中华鳖腔隙的附近常有大量血管分布, 这与鸟类和鳄鱼中的报道相一致<sup>[10,19]</sup>, 推测可能与营养物质的供给有关。有观点表明腔隙的作用不仅是一个扩大的空间以支持卵泡, 也可以使血管得到扩张和生长<sup>[8]</sup>, 本实验结果也可对此结论加以证明。

### 3.5 卵子发生过程的进化意义

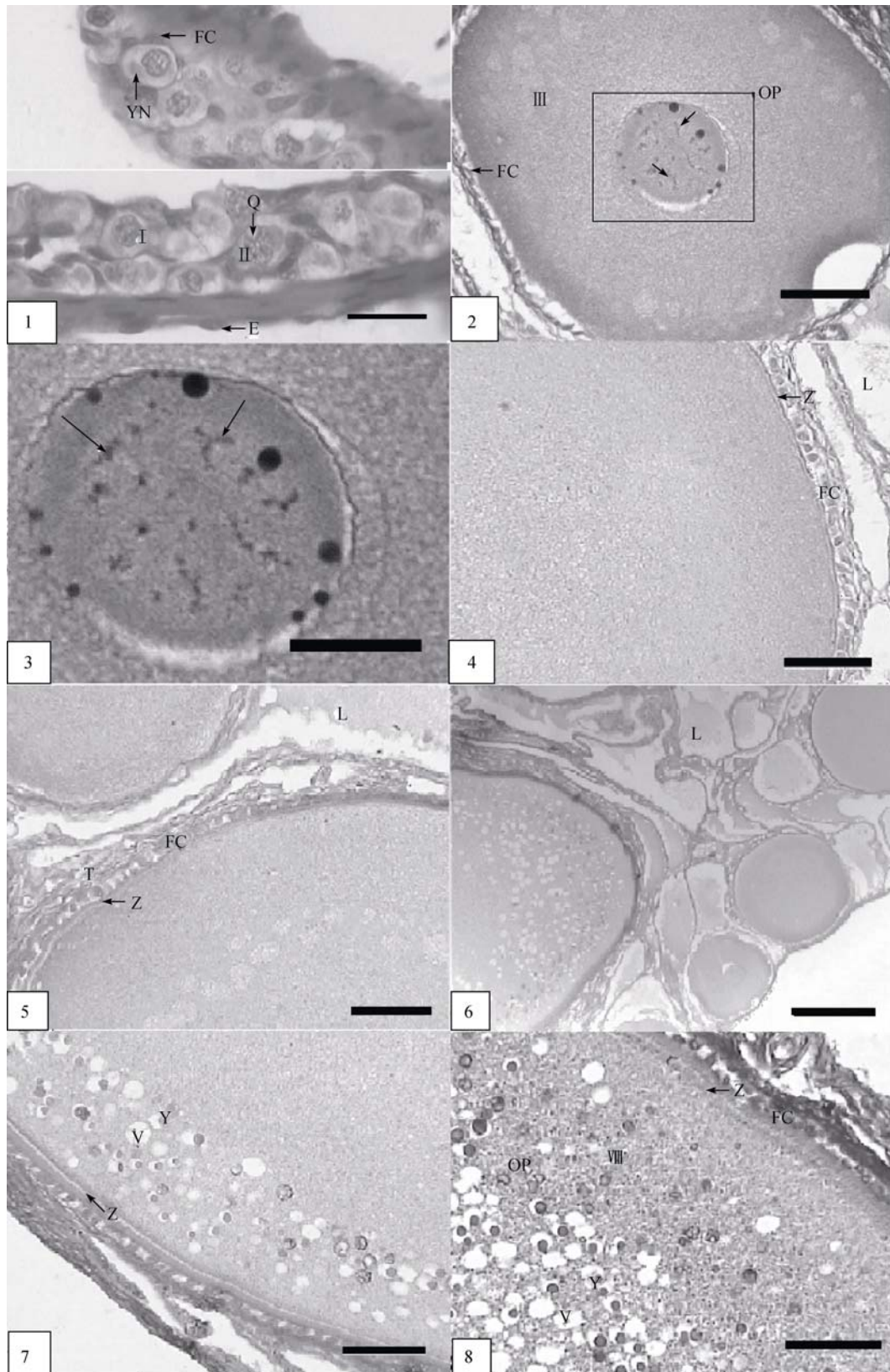
通过对中华鳖与其他爬行动物, 中华鳖与鸟类、哺乳类卵巢相关结构的比较。我们不难发现中华鳖与鸟类和鳄类的卵巢总体结构、卵黄小板结构、滤泡细胞及透明带结构、腔隙系统结构是相似的<sup>[8,9]</sup>。而与蜥蜴和蛇类在滤泡细胞结构, 卵黄小板结构以及腔隙系统结构等方面存在较大差别<sup>[3,4,7]</sup>。与哺乳类的差异则更为明显<sup>[16]</sup>。这证明了中华鳖与鳄鱼和鸟类生殖系统在形态功能上的相似性, 如果这些结构种系发育是保守的, 表示它们的繁殖轨迹具有一致性。

传统观点认为, 现生爬行类中, 双颞窝的鳄类与鸟类的亲缘关系接近, 双颞窝的喙头类与有鳞类的亲缘关系接近, 无颞窝的龟鳖类位于系统发生树的基部<sup>[17]</sup>。Hedges & Poling<sup>[20]</sup>根据对 mtDNA 和 22 种核基因序列数据的分析, 把鳄类和龟鳖类列在一起, 而把有鳞类放在爬行类系统发生树的基部。支持把龟鳖类做为鳄和鸟支系的姐妹群, 而不支持把它作为现生爬行类中最基部的一支。但其文章中指出并没有得到形态学的证据<sup>[20]</sup>。本实验恰好可以从卵巢的组织形态结构特点对其观点加以证明, 进一步诠释了龟鳖类、鳄类和鸟类在进化树上属于同一分支这一新近理论。

### 参考文献:

- [1] Xu G F, Chen S B, Mu Z B. Vitellogenesis in *Brachymystax*

- lenok [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2007, **14**(3): 378—381 [徐革锋, 陈松波, 牟振波. 细鳞鱼的卵黄发生. 中国水产科学, 2007, **14**(3): 378—381]
- [2] Robin A. Wallace. Kelly Selman. Ulstructural aspects of oogenesis and oocyte growth in fish and amphibians [J]. *Journal of Electron Microscopy Technique*, 1990, **16**: 175—201
- [3] Hernández-Franyutti A, Uribe Aranzábal M C, Guillette L J Jr. Oogenesis in the viviparous matrotrophic lizard *Mabuya brachypoda* [J]. *Journal of Morphol*, 2005, **265**(2): 152—164
- [4] Harry Grier. Ovarian germinal epithelium and follicular genesis in the common snook, *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae) [J]. *Journal of Morphol*, 2000, **243**: 265—281
- [5] Han X K, Zhang L, Hei N N, et al. Sperm storage in male and female soft-shelled turtles, *Trionyx sinensis* in Hibernation [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2007, **14**(5): 706—711 [韩向琨, 张莉, 黑乃楠, 等. 冬眠中华鳖雌、雄生殖道的精子储存. 中国水产科学, 2007, **14**(5): 706—711]
- [6] Han X K, et al. Seasonal changes of sperm storage and correlative structures in male and female soft-shelled turtles, *Trionyx sinensis* [J]. *Animal Reproduction. Science*, 2007, doi: 10.1016/j.anireprosci.2007.09.011
- [7] Gómez D, Ramírez-Pinilla MP. Ovarian histology of the placental trophic *Mabuya mabouya* (Squamata, Scincidae) [J]. *Journal of Morphol*, 2004, **259**(1): 90—105
- [8] Mari Carmen A, Uribe, Louis J. Guillette Jr. Oogenesis and Ovarian Histology of the American Alligator *Alligator mississippiensis* [J]. *Journal of Morphol*, 2000, **245**: 225—240
- [9] Martha L, Calderon, Gloria R. De Perez et al. Morphology of the ovary of *Caiman crocodilus* (Crocodylia: Alligatoridae) [J]. *Annals of Anatomy*, 2004, **186**: 13—24
- [10] Callebaut M, Van Nassauw L, Harrison F. Comparison between oogenesis and related ovarian structure in a reptile, *Pseudemys scripta elegans* (turtle) and in a bird *Coturnix coturnix japonica* (quail) [J]. *Reproduction Nutrition Development*, 1997, **37**: 233—252
- [11] Tammaro S, Andreuccetti P, Filosa S et al. Structural and functional modifications of the nucleolus during previtellogenic oocyte growth in the lizard *Podarcis sicula* [J]. *Molecular Reproduction and Development*, 1998, **51**(4): 413—420
- [12] Chen Q S. Comparative histology in veterinarian [M]. *China Agriculture Press*, 2002, 305—327 [陈秋生. 兽医比较组织学. 中国农业出版社. 2002, 305—327]
- [13] Cai Y F, Liu H L, Wang G L. Vitellogenesis of Lizards in follicular [J]. *Chinese Journal of Anatomy*, 2004, **27**(2): 121—125 [蔡亚非, 刘红林, 王根林. 蜥蜴类卵泡的卵黄形成. 解剖学杂志, 2004, **27**(2): 121—125]
- [14] K S Rahil, R Narbaitz. Ultrastructural studies on the relationship between follicular cells and growing oocytes in the turtle *Pseudemys scripta elegans* [J]. *Journal of Anatomy*, 1973, **115**: 175—186
- [15] Huang P L, Pan S W, Jiang S Y. Development and histological observation of the ovaries in *Bungarus multicinctus* Blyth before, between and after hibernation [J]. *Journal of Guangxi Agricultural Science*, 1999, **17**(3): 90—94 [黄鹏良, 潘盛武, 姜世英. 银环蛇冬眼前、中、后卵巢的发育及组织学观察. 广西师范大学学报(自然科学版), 1999, **17**(3): 90—94]
- [16] Liu Y B, Huang H, Hu P F, et al. Study on ultrastructure of Northeast China fine-fleece sheep fetal follicles [J]. *Journal of Hebei Agricultural University*, 2006, **29**(5): 81—85 [刘云波, 黄贺, 胡鹏飞, 等. 东北细毛羊胎羊卵巢卵泡超微结构研究. 河北农业大学学报, 2006, **29**(5): 81—85]
- [17] Zhou K Y. Molecular Phylogenetics of Amphibians and Reptiles [J]. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 2001, (5): 397—405 [周开亚. 两栖爬行动物的分子系统发生. 动物学研究, 2001, (5): 397—405]
- [18] Saxena R C. Histochemical observation of the cortical zone of oocyte of Indian wall lizard, *Hemidactylus flaviviridis* (Rüppel) [J]. *Folia Histochem Cytochem (Krakow)*, 1979, **17**(3): 297—304
- [19] Calderón M L, De Pérez G R, Ramírez Pinilla M P. Morphology of the ovary of *Caiman crocodilus* (Crocodylia: Alligatoridae) [J]. *Annals of Anatomy*, 2004, **186**(1): 13—24
- [20] Hedges S B, Poling L L. A molecular phylogeny of reptiles [J]. *Science*, 1999, **283**: 998—1001



图版 Plate

1. 中华鳖卵黄发生前期( - )第 、 期的卵泡, 示细胞核旁边的卵黄核, 期联会的染色体, 卵原细胞, 未形成完整上皮的扁平滤泡细胞, 卵巢外周的扁平上皮细胞, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 2. 中华鳖卵黄发生时期 卵泡, 扁平的滤泡细胞(左侧箭头所示), 灯刷染色体(方框内箭头所示), 细胞核仁属于外周核, 卵质均匀, Bar=100  $\mu\text{m}$ ; 3. 图版 -2方框的放大, 灯刷染色体结构明显(箭头所示), Bar=400  $\mu\text{m}$ ;

4. 中华鳖卵黄发生时期 卵细胞, 示立方形的滤泡细胞, 透明带(箭头所示), Bar=200  $\mu\text{m}$ ; 5. 中华鳖卵黄发生时期 卵泡透明带(箭头所示), 立方形的滤泡细胞, 卵泡鞘, Bar=200  $\mu\text{m}$ ; 6. 中华鳖卵黄发生期( - )第 期的卵泡, 显示空泡, 卵黄颗粒, 腔隙, Bar=40  $\mu\text{m}$ ; 7. 中华鳖卵黄发生时期 的卵泡, 示空泡, 卵黄颗粒, 透明带已经变成两层(放射层r、透明层h), Bar=200  $\mu\text{m}$ ; 8. 中华鳖卵黄发生时期 的卵泡, 示空泡, 卵黄颗粒, 透明带, Bar=200  $\mu\text{m}$

1. Oogonia and early folliculogenesis, Stages I and II of previtellogenesis ( - ) in *Pelodiseus sinensis* oogenesis. Oogonia, exhibit a yolk nucleus adjacent to the oocyte nucleus, Follicular cell nuclei surround the oocytes. The nucleus contains early diplotene chromosomes with chiasmata, The ovary is covered by a single-layered flattened epithelium. HE, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 2. Early previtellogenic oocyte in Stage with eccentric nucleus containing lampbrush chromosomes (arrowhead) and several nucleoli. Follicular cells completely surround the oocyte and consist of squamous cells (arrowhead). HE, Bar=100  $\mu\text{m}$ ; 3. Detail of plate -Fig. 2, shows the lampbrush chromosomes (arrowhead), Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 4. Oocyte in Stage . The nucleus is similar to that seen in Stage . The ooplasm has a finely granular homogeneous and finely granular dispersed appearance. Small lacunae, large lacunae surround the follicle. The follicular cells are formed by a single layer of cuboidal cells. Zona pellucida and theca are thin. HE, Bar=200  $\mu\text{m}$ ; 5. Oocyte periphery in Stage , shows cuboidal follicular cells. The theca contains abundant collagen fibers. HE, Bar=200  $\mu\text{m}$ ; 6. Stage of vitellogenesis ( - ) in *Pelodiseus sinensis*. The peripheral ooplasm appears vacuolated, and the number of vacuoles increased; the central ooplasm is homogeneous. Cuboidal follicular cells, theca, and lacunae surround the oocyte. HE, Bar=40  $\mu\text{m}$ ; 7. Oocyte in Stage . The ooplasm has abundance vacuoles, most of them containing dense yolk platelets. Both regions of the zona pellucida: zona radiata and hyaline band are well defined. Most yolk platelets are seen inside the vacuoles. Some vacuoles contain a single yolk sphere, whereas others contain several yolk spheres. HE, Bar=200  $\mu\text{m}$ ; 8. Oocyte in Stage . Most of the ooplasm contains abundant vacuoles and dense yolk platelets. Three different regions are observed based on the size of vacuoles and yolk platelets: (1) peripheral small yolk platelets; (2) larger yolk platelets; and (3) small, central yolk platelets. The zona pellucida with two components, zona radiata and hyaline band, is distinguished. A cuboidal follicular epithelium and fibrous theca are visible at the periphery of the oocyte. HE, Bar=200  $\mu\text{m}$

YN: 卵黄核; Q: 期联会的染色体; Oo: 卵原细胞; OP: 卵质; E: 卵巢扁平上皮细胞; FC: 滤泡细胞; Z: 透明带(←); T: 卵泡鞘; V: 空泡; Y: 卵黄颗粒

YN: yolk nucleus; Q: early diplotene chromosomes with chiasmata; Oo: oogonia; OP: oocyte plasm; F: follicular cells which has not form the complete follicular epithelium; E: flattened epithelium of ovary; FC: follicular epithelium (Follicular cell); Z: zona pellucida; L: Lacunae; T: Theca; V: vacuole; Y: yolk platelet

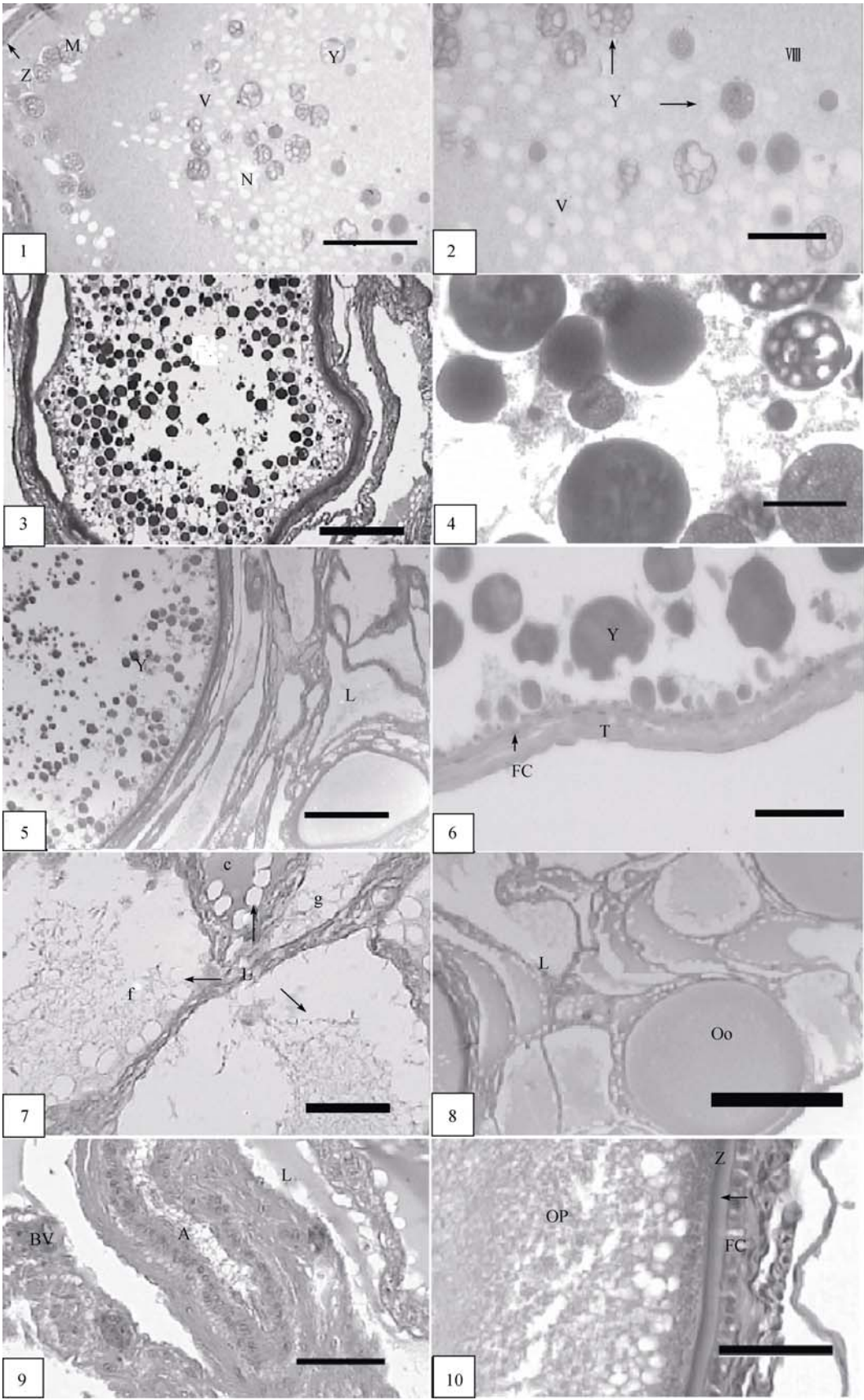
### 图版 Plate

1. 中华鳖卵黄发生时期 的另一种形态的卵泡, 示空泡, 卵黄颗粒, 透明带(箭头所示), 内外两层卵黄颗粒带(M, N) Bar=100  $\mu\text{m}$ ; 2. 中华鳖卵黄发生期 的卵泡, 示放大的卵黄颗粒, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 3. 中华鳖卵黄发生时期 的卵泡, 卵黄颗粒中央较大, 外周较小, Bar=40  $\mu\text{m}$ ; 4. 中华鳖卵黄发生期 的卵泡, 示放大的卵黄颗粒, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 5. 中华鳖卵黄发生期 的卵泡, 卵黄颗粒完全形成, 发达的腔隙系统, Bar=40  $\mu\text{m}$ ; 6. 中华鳖卵黄发生时期 的卵泡, 多边形的卵黄小板, 扁平的滤泡细胞(箭头所示), 鞘膜, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 7. 中华鳖卵黄发生期发达的腔隙系统, 图示腔隙, 腔隙内有三种物质形态: 细小颗粒状、纤维状和均质胶质状, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 8. 图版 -6 的局部放大, 显示腔隙系统常分布在卵泡周围, Bar=40  $\mu\text{m}$ ; 9. 中华鳖闭锁卵泡, 图示闭锁卵泡皱缩, 周围有丰富的毛细血管, 腔隙, Bar=200  $\mu\text{m}$ ; 10. 中华鳖卵黄发生期的卵泡, 图示其滤泡细胞, 卵细胞胞质, 透明带有深浅两层结构(箭头所示), 与HE染色的放射层和透明层结构相对应, PAS反应, Bar=200  $\mu\text{m}$

1. Another morphous of stage oocyte. Showing two layers (M, N) of vacuoles and the yolk platelets in it. Zona pellucida (arrowhead). HE, Bar=100  $\mu\text{m}$ ; 2. Magnify of Plate II-fig.3, showing the yolk platelets exhibit different sizes. Some vacuoles contain a single yolk sphere, whereas others contain several yolk spheres. HE, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 3. Oocyte in Stage IX. Central yolk platelets exhibit a shape similar to those seen in peripheral yolk platelets. HE, Bar=40  $\mu\text{m}$ ; 4. Magnify of Plate II-fig.5, showing the yolk platelets are larger than the yolk in stage . HE, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 5. Oocyte in Stage . Peripheral yolk platelets attain maximum size and contain abundant yolk spheres of different sizes. The follicular epithelium consists of squamous cells again. The theca contains abundant collagen and smooth muscle fibers. Surrounding the follicle there are parallel lacunae and bundles of smooth muscle. HE, Bar=40  $\mu\text{m}$ ; 6. Oocyte in Stage . The thick theca that has attained its maximum thickness surrounds the follicle. HE, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 7. Morphological features of the lacunae and their position surrounding different types of follicles in the ovary of *Pelodiseus sinensis*. Large lacunae exhibit differing morphologies depending on their contents: hyaline substance with fine granules, homogeneous hyaline substance, substances with fine fibers. The oocytes are surrounded by the theca. HE, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 8. Detail of plate -fig.6. The lacunae are seen around previtellogenesis follicles, vitellogenesis follicles or atretic follicles. HE, Bar=400  $\mu\text{m}$ ; 9. Atretic follicular in *Pelodiseus sinensis* (A): blood vessels (BC) and lacuae (L). HE, Bar=200  $\mu\text{m}$ ; 10. Vitellogenesis oocyte. It consists of two layers, an inner striated layer, the zona radiata, and an outer homogeneous or hyaline band that exhibits an intense PAS+ reaction (arrowhead). HE, Bar=200  $\mu\text{m}$

V: 空泡; Y: 卵黄颗粒(卵黄小板); Z: 透明带(←); r: 透明带放射层; h: 透明带透明层; g: 腔隙中颗粒状物质; f: 腔隙中纤维状物质; c: 腔隙中胶状物质; L: 腔隙; FC: 滤泡上皮; T: 鞘膜; OP: 卵细胞胞质; A: 闭锁卵泡; BV: 毛细血管

V: vacuole; Y: yolk platelet; Z: zona pellucida; r: zona radiata; h: hyaline band; g: fine granules in lacunae; f: fibers in lacunae; c: homogeneous hyaline substance in lacunae; L: Lacunae; F: Follicular epithelium (follicular cell); T: Theca; A: atretic follicular; BV: blood vessel



图版 Plate