

# 雌性瑶山肥螈泄殖腔显微结构

李叙霖<sup>①②</sup> 龚宇舟<sup>①②</sup> 谢锋<sup>②\*</sup>

① 中国科学院大学 北京 100049; ② 中国科学院成都生物研究所 成都 610041

**摘要:** 本文对雌性瑶山肥螈 (*Pachytriton inexpectatus*) 的泄殖腔进行了组织学研究, 其具有和其他有尾两栖类相似的皮肤形态。虽然不同部位皮肤组织的厚度存在一定差异, 但都具有表皮和真皮等相同的基本结构。雌性瑶山肥螈的泄殖腔还具有与精子储藏相关的特殊腺体储精管腺和腹腺, 及与腺体结构相关的泄殖腔管。这表明该物种雌性个体的泄殖腔具备了精子储藏功能的形态结构, 为其进行多次交配、分批产卵提供了基础。

**关键词:** 瑶山肥螈; 泄殖腔; 精子储藏

中图分类号: Q954 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2018) 05-802-04

## The Morphology of Cloacae in Female Yaoshan Stout Newt, *Pachytriton inexpectatus*

LI Xu-Lin<sup>①②</sup> GONG Yu-Zhou<sup>①②</sup> XIE Feng<sup>②\*</sup>

① *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049;* ② *Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China*

**Abstract:** In this study, we conducted histological observation on the cloacae of two female Yaoshan Stout Newt, *Pachytriton inexpectatus*, which were collected from Maoershan, Guangxi in May of 2009. It was found that the cloacae possessed numerous sperm storage-related glands, spermathecae and ventral gland in the roof of the cloacae (Fig. 1), suggesting that the cloacae of salamanders have the morphological structures which are related to the function of sperm storage. According to the experimental results, we speculate that the female Yaoshan stout newt may mate and lay eggs more than once.

**Key words:** Yaoshan Stout Newt, *Pachytriton inexpectatus*; Cloaca; Spermathecae

有尾两栖类受精方式由体外受精逐渐过渡到了体内受精, 并且交配和产卵行为在时间和空间上得以分开, 从而为雌性在同一繁殖季节进行多次交配提供了可能 (费梁等 1988, 谢锋等 1999), 该类群的精子储存与精子的体内竞争被广泛关注 (Parker 1984, Brizzi et al. 1995, Sever et al. 1996, Halliday 1998, Sever 1998, 2002, 2010, Parto et al. 2015)。

蝾螈科现知 120 种 (Frost 2018), 分布极

广。中国是该科物种多样性最丰富的国家, 分布有 8 属 40 种 (费梁等 2012), 包括疣螈属 (*Tylototriton*)、瑶螈属 (*Yaotriton*)、凉螈属 (*Liangshantriton*)、棘螈属 (*Echinotriton*)、肥螈属 (*Pachytriton*)、瘰螈属 (*Paramesotriton*)、蝾螈属 (*Cynops*)、滇螈属 (*Hypselotriton*)。蝾螈科物种在繁殖中行体内受精, 并且交配、受精和排卵不在同一季节或同一位点 (曲韵芳等 1964, 费梁等 1988, 李骏等 2012)。这些无交

**基金项目** 国家自然科学基金项目 (No. 30770316);

\* 通讯作者, E-mail: xiefeng@cib.ac.cn;

**第一作者介绍** 李叙霖, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物学; E-mail: 353696202@qq.com。

收稿日期: 2018-02-22, 修回日期: 2018-07-23 DOI: 10.13859/j.cjz.201805017

接器官的特殊体内受精特点和精子存储方式, 使得对该类群泄殖腔 (cloacae) 结构的研究成为了热点。

Sever (1998, 2010) 对蝾螈科的伸舌螈属 (*Chioglossa*)、蝶螈属、山螈属 (*Euproctus*)、小默螈属 (*Mertensiella*)、东美螈属 (*Notophthalmus*)、肥螈属、瘰螈属、肋突螈属 (*Pleurodeles*)、真螈属 (*Salamandra*)、渍螈属 (*Taricha*)、欧螈属 (*Triturus*)、疣螈属、四趾螈属 (*Salamandrina*) 等 13 个属泄殖腔的系统发育和比较解剖学进行了研究, 发现雌性泄殖腔结构的进化关键在于其具有了精子贮藏的功能。在雌性有尾类中, 与储精相关的腺体结构有储精管腺 (spermathecae)、腹腺 (ventral gland)、肛腺 (vent gland)、泄殖腔管 (cloacal tube) 等 (Sever 2002, Parto 2015)。有尾类各科雌性个体的腹腺与前腹腺 (anterior ventral gland) 同源, 而肛腺仅存于肋突螈属和疣螈属, 蝶螈科其他属物种肛腺几乎全部退化消失 (Sever 2010)。但 Sever 的研究对象主要集中于欧洲类群, 蝶螈科中分布于中国几个属的研究还不尽完善。

瑶山肥螈 (*Pachytriton inexpectatus*) 隶属于两栖纲 (Amphibia) 有尾目 (Urodela) 蝾螈科 (Salamandridae) 肥螈属, 是近期发现的新物种, 生活在海拔 1 140 ~ 1 800 m 较为平缓的山溪内, 属中国特有种 (费梁等 2012)。该螈因过渡利用, 被中国陆生脊椎动物红色名录 (蒋志刚等 2016) 评价为易危物种。本文对瑶山肥螈雌性的泄殖腔相关结构特点进行了观察, 一方面为该类群多次交配、体内受精的生殖方式进化研究提供形态证据, 另一方面也为该物种未来的保护性繁育提供基础资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验选用两只雌性性成熟瑶山肥螈标本 (GX200905027, GX200905003), 头体长分别为 97.62 和 83.98 mm, 于 2009 年 5 月 13 日采集于广西猫儿山, 现存于中国科学院成都生物研究所标本馆。

### 1.2 实验方法

瑶山肥螈标本保存在 10% 的福尔马林溶液

中。剪取雌性标本泄殖腔壁组织 (3 mm × 3 mm × 2 mm), 流水冲洗 48 h。常规石蜡切片, 厚度 8 μm, H.E (苏木精-曙红) 染色。用光学显微镜 (Nikon E200) 观察并拍照。

## 2 结果

雌性瑶山肥螈泄殖腔壁结构和其他有尾两栖类的皮肤结构相似, 由表皮和真皮构成 (图 1), 真皮由紧贴表皮的疏松层和其下的致密层构成, 真皮以下是结缔组织, 其将皮肤附着在体壁和肌肉上。此外, 泄殖腔真皮中还有黏液腺和颗粒腺。黏液腺分泌黏液保持皮肤湿润以保护皮肤并使皮肤参与呼吸, 颗粒腺可以分泌大量生化物质保护泄殖腔。在切片中还观察到了肌肉。不同于其他部位皮肤组织, 泄殖腔壁外面是泄殖腔空腔 (cloacal chamber)。

雌性瑶山肥螈的泄殖腔皮肤还拥有丰富的腺体结构和其他特殊结构, 包括储精管腺、腹腺, 以及与腺体结构相关的泄殖腔管。

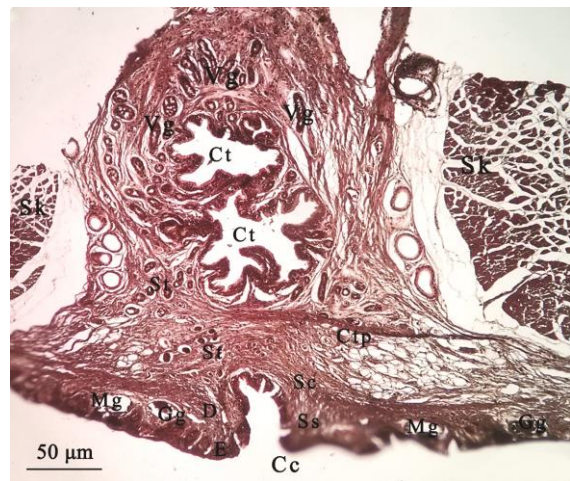


图 1 雌性瑶山肥螈泄殖腔横截面显微结构

Fig. 1 The micro-structure of transverse section through the cloaca of female *Pachytriton inexpectatus*

Cc. 泄殖腔; Ct. 泄殖腔管; Ctp. 固有结缔组织; D. 真皮层; E. 表皮层; Gg. 颗粒腺; Mg. 黏液腺; Sc. 致密层; Sk. 骨骼肌; Ss. 疏松层; St. 储精管腺; Vg. 腹腺。  
Cc. Cloacal chamber; Ct. Cloacal tube; Ctp. Connective tissue proper; D. Dermis; E. Epidermis; Gg. Granular gland; Mg. Mucous gland; Sc. Stratum compactum; Sk. Skeletal muscle; Ss. Stratum spongiosum; St. Spermathecae; Vg. Ventral gland.

### 2.1 储精管腺 (spermathecae, St)

雌性瑶山肥螈储精管腺为短且简单的管状外分泌腺体,由无纤毛柱状上皮细胞构成,数量较多,排列相对紧密,形状相对规则并成圆柱状管腔。其管道通向泄殖腔前端部分以及泄殖腔管壁的背面和侧面。

### 2.2 腹腺 (ventral gland, Vg)

和储精管腺一样,腹腺也是简单的管状外分泌腺体,由无纤毛柱状上皮细胞构成,其形状相对不规则,似椭圆形柱状管腔。腹腺通常比储精管腺更长、更大,且其通向泄殖腔的后端以及泄殖腔小管的腹侧壁。其排列相对疏松。

### 2.3 泄殖腔管 (cloacal tube, Ct)

泄殖腔管比较长,管径较大。其从后肠部分开始逐渐向腹侧下降。并且由后肠的腺状、单层柱状上皮结构逐渐过渡成腺状的假复层上皮结构。泄殖腔管壁某些地方向四周外凸形成圆锥状结构,增大了管腔空间。

## 3 讨论

从实验结果来看,虽然不同部位皮肤组织的厚度存在一定差异,但基本结构相同,均由表皮层和真皮层构成(陆宇燕 1999, Heiss et al. 2009, 陈红 2014)。雌性瑶山肥螈的泄殖腔具有和储精功能相关的储精管腺、腹腺以及泄殖腔管,而且储精管腺数量较多,其具有蝾螈科物种泄殖腔的结构特点(Sever 2010)。由于本研究个体数量有限,对于这些腺体数量、密度等是否存在个体差异还不清楚。

Sever (2010) 研究了蝾螈科肥螈属物种黑斑肥螈 (*P. brevipes*) 的泄殖腔结构,本文所研究同属近缘物种瑶山肥螈的泄殖腔结构与黑斑肥螈的近似,都具有储精管腺。腹腺与繁殖相关,由储精管腺决定其活动(Sever 2002), Sever (2010) 未发现黑斑肥螈存在腹腺,但他推测肥螈属和疣螈属物种可能也具有腹腺。本文在瑶山肥螈发现腹腺证实了这一推测。

瑶山肥螈符合蝾螈科物种体内受精方式,且具有精子贮藏的相关结构,如储精管腺等。储精管腺功能为储藏雄性的精子,以备其产卵时受精(Sever 2010, Parto et al. 2015)。本研究并未观察到其中储存精子,可能与采样时间相关。虽然目前没有对瑶山肥螈繁殖行为的直

接观察,依据其具有与蝾螈属、瘰螈属(Sever 2010)精子储藏结构相似的结构,推测瑶山肥螈交配行为可能与蓝尾蝾螈(*Cynops cyanurus*)或无斑瘰螈(*Paramesotriton labiatus*: 原无斑肥螈 *Pachytriton labiatus*)相同,即在一个繁殖期进行多次交配(费梁等 1988, Sparreboom et al. 1999, Sparreboom 2014)。因此,建议在对此濒危物种开展保护性繁育时,采用多雄多雌配对方式,以保证该物种后代的存活率及遗传多样性。

## 参 考 文 献

- Brizzi R, Delfino G, Selmi M G, et al. 1995. Spermathecae of *Salamandrina terdigitata* (Amphibia: Salamandridae): patterns of sperm storage and degradation. *Journal of Morphology*, 223(1): 21–33.
- Frost D R. 2018. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0 (Date of access). New York, USA: American Museum of Natural History. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- Halliday T R. 1998. Sperm competition in Amphibians // Birkhead T R, Møller A P. *Sperm Competition and Sexual Selection*. New York: Academic Press, 465–502.
- Heiss E, Natchev N, Rabanser A, et al. 2009. Three types of cutaneous glands in the skin of the Salamandrid *Pleurodeles waltl*. A histological and ultrastructural study. *Journal of Morphology*, 270(7): 892–902.
- Parker G A. 1984. Sperm competition and the evolution of animal mating strategies // Smith R L. *Sperm Competition and the Evolution of Animal Mating Systems*. New York: Academic Press, 1–60.
- Parto P, Vaissi S, Farassat H, et al. 2015. Reproductive morphology and sperm storage in *Neurergus kaiseri* (Caudata: Salamandridae). *Journal of Veterinary Research*, 19(9): 587–592.
- Sever D M. 1998. Comparative biology of sperm storage in female Salamanders. *The Journal of Experimental Zoology*, 281(4/5): 460–476.
- Sever D M. 2002. Female sperm storage in amphibians. *Journal of Experimental Zoology*, 292(2): 165–179.
- Sever D M. 2010. Comparative anatomy and phylogeny of the cloacae of salamanders (Amphibia: Caudata). IV. Salamandridae. *The Anatomical Record*, 233(3): 229–244.
- Sever D M, Rania L C, Krenz J D. 1996. Annual cycle of sperm storage in spermathecae of the red-spotted newt, *Notophthalmus viridescens* (Amphibia: Salamandridae). *Journal of Morphology*,

- 227(2): 155–170.
- Sparreboom M. 2014. Salamanders of the old world. Zeist, the Netherlands: KNNV Publing.
- Sparreboom M, Thiesmeier B. 1999. Courtship behaviour of *Pachytriton labiatus* (Caudata: Salamandridae). *Amphibia-Reptilia*, 20(3): 339–344.
- 陈红. 2014. 山溪鲵皮肤系统的显微结构观察. *湖北农业科学*, 53(14): 3354–3357.
- 费梁, 叶昌媛. 1988. 蓝尾蝾螈繁殖生态的研究. *生态学报*, 8(3): 233–241.
- 费梁, 叶昌媛, 江建平. 2012. 中国两栖动物及其分布彩色图鉴. 成都: 四川出版集团. 四川科学技术出版社, 31–128.
- 蒋志刚, 江建平, 王跃招, 等. 2016. 中国脊椎动物红色名录. *生物多样性*, 24(5): 500–551.
- 李骏, 刘安柱, 李湘, 等. 2012. 红瘰疣螈的繁殖生态. *动物学杂志*, 47(2): 8–15.
- 陆宇燕. 1999. 有尾两栖动物皮肤的比较研究. *经济动物学报*, 3(3): 34–37.
- 曲韵芳, 张继秀, 郭汉身, 等. 1964. 东方蝾螈 *Cynops orientalis* (David) 排精和纳精的初步观察. *动物学杂志*, 6(2): 77–78.
- 谢锋, 费梁, 叶昌媛, 等. 1999. 有尾类繁殖行为生态学研究现状和未来 // 中国动物学会. 中国动物科学研究——中国动物学会第十四届会员代表大会及中国动物学会 65 周年年会论文集. 北京: 中国林业出版社, 1084–1094.