

中华鳖阴茎头的组织学观察

张叶怡^① 任腾吉^{①②} 钱国英^① 尹尚军^① 王伟^{①*}

① 浙江万里学院生物与环境学院 宁波 315100; ② 宁波市姜山中学 宁波 315191

摘要: 中华鳖 (*Pelodiscus sinensis*) 是我国重要的特种水产经济动物, 也是鳖科动物的代表物种。中华鳖阴茎头为阴茎末端的黑色部分, 是进行交配和排精的关键, 但其系统性研究还未见报道。本研究以 6 龄性成熟雄性中华鳖为研究对象, 通过解剖学和组织学方法, 观察勃起和自然状态下中华鳖阴茎头结构和组织特性。结果显示, 中华鳖阴茎体背侧存在两条排精沟, 并顺着阴茎体一直延伸到阴茎头两侧的末端。阴茎头背侧的表皮为褶皱状血窦, 血窦在阴茎充血后膨大, 使得阴茎头的突触状组织充分伸展, 形成了独特的“蝴蝶状”结构, 并且该结构可以在射精时做开合运动。此外, 阴茎头表面还具有丰富的绒毛和黏液。中华鳖阴茎头在勃起状态下形成特殊“蝴蝶状”结构, 我们推测这种结构可能直接与交配的稳定和排精相关。

关键词: 中华鳖; 阴茎头; 形态学; 组织学

中图分类号: Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2023) 03-442-09

Histological Observation of the Penile Glans of Chinese Soft-Shell Turtle *Pelodiscus sinensis*

ZHANG Ye-Yi^① REN Teng-Ji^{①②} QIAN Guo-Ying^① YIN Shang-Jun^① WANG Wei^{①*}

① College of Biological and Environmental Sciences, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315000;

② Jiangshan High School, Ningbo 315191, China

Abstract: [Objectives] Chinese Soft-shelled Turtle (*Pelodiscus sinensis*) is an important aquatic economic animal, belonging to the representative taxonomic family of Trionychidae. The glans of the penis of *P. sinensis* is the black part of the end of the penis, which is the key to the study of mating and sperm excretion of the turtle. At present, its detailed structure has not been reported. **[Methods]** In this study, six-year-old sexually mature male *P. sinensis* were used. The penile glans of *P. sinensis* were studied in erectile and natural state by anatomical and histological methods (stereomicroscope, light microscope and scanning electron microscope). **[Results]** The results showed that there were two sulcus spermaticus on the dorsal side of the penis (Fig. 1d), which extended along the penis to the synaptic tissue of the penis head. The dorsal surface of the penis head is a fold like blood sinus, which expands after the congestion of the penis. When the blood sinus fully extended,

基金项目 浙江省水产新品种选育项目 (No. 2021C02069-8-3), 宁波市科技创新 2025 重大专项 (No. 2021Z009);

* 通讯作者, E-mail: weigrstar@163.com;

第一作者介绍 张叶怡, 女, 硕士研究生; 研究方向: 生物种质工程; E-mail: 765053721@qq.com.

收稿日期: 2022-10-17, 修回日期: 2023-02-22 DOI: 10.13859/j.cjz.202303012

ten tentacles were appeared on the surface of penis glans, and formed a symmetric “butterfly” structure, which can open and close during ejaculation. In addition, the head of the penis is rich in villi and mucus.

[Conclusion] The penile glans of *P. sinensis* formed a special structure in the erectile state, which may be directly related to the stability of mating and spermatogenesis.

Key words: *Pelodiscus sinensis*; Penile glans; Morphology; Histology

中华鳖 (*Pelodiscus sinensis*) 是我国鳖科动物的代表性物种, 在长江中下游流域分布广泛 (王培潮 2000, 陆文浩等 2017)。由于龟鳖类是古老的爬行动物, 是从无羊膜卵到羊膜卵动物飞跃的过渡物种, 处于动物进化中的特殊地位, 是研究爬行动物生殖生物学的理想模式动物 (刘晓莉等 2019)。中华鳖生性凶猛, 且在水中交配, 目前其繁殖生理学方面的研究集中在季节性繁殖 (朱卿君 2019) 和精子储存方面 (Chen et al. 2015, Liu et al. 2016, 刘腾飞 2017), 而对于中华鳖交配行为以及阴茎组织学方面还缺乏系统的研究。

中华鳖阴茎内部的主要结构为胶原纤维、弹性纤维和平滑肌纤维相互交织在一起的软骨组织 (赵万鹏等 1995, 崔志彪 2017), 在性兴奋时由于充血和肌肉牵引, 阴茎会伸出泄殖腔 (张莉 2008), 伸出泄殖腔的中华鳖阴茎可分为阴茎体和阴茎头两部分。龟鳖动物的阴茎体为粗壮的棒状, 而阴茎头为黑色, 呈纺锤形位于阴茎体的末端。龟鳖类的阴茎体一般都含有阴茎沟, 但龟科和鳖科动物的阴茎头存在不同的分叉结构。通常认为龟科物种阴茎头有三个分叉, 而鳖科动物有五个分叉 (赵平 1993, 赵万鹏等 1995, 刘志霄等 1996, 傅丽容等 2004, 黄继志等 2006), 但是都缺乏详细的解剖学研究, 勃起状态下的结构分析也未见报道。本文通过形态学和组织学方法, 系统分析了中华鳖阴茎头的结构和功能, 以期进一步揭示龟鳖动物阴茎功能的进化以及中华鳖的交配行为。

1 材料与方法

6 龄性成熟雄性健康中华鳖 6 只, 体重 (2.2 ± 0.2) kg, 购自宁波市沃尔玛超市四明

中路店。

在自然状态观察阴茎头的形态结构, 并通过尾部按压的方式使中华鳖达到性兴奋状态, 分析阴茎头在充血后的变化特点; 通过腹膜内注射戊巴比妥钠 (20 mg/kg) 麻醉, 随后将颈椎脱臼处死。涉及动物实验方案的伦理标准通过浙江万里学院实验动物伦理委员会的伦理审查, 伦理审查受理号为 20200701001。用手术刀切开腹甲和背甲结合部的革质皮肤, 取下腹甲, 露出腹腔后用骨钳去除腹部髌骨并充分暴露出阴茎组织, 随后仔细剥离出生殖系统, 并在生理盐水中冲洗干净。对中华鳖阴茎头特征首先进行观察和宏观拍照; 用体视显微镜 (M165, 德国 Leica) 对阴茎头形态特点及表面结构进行显微观察和拍照。

切下阴茎头右侧一半组织, 经过 2.5% 戊二醛固定 24 h, 依次经过酒精梯度脱水和干燥后, 进行喷金处理。随后用扫描电子显微镜 (Sigma 500, 德国 Zeiss) 对阴茎头进行观察和拍照, 以研究阴茎排精沟的结构; 阴茎头左侧组织切成 5 mm 见方的大小, 在 4% 多聚甲醛溶液中浸泡固定 24 h 后, 进行常规石蜡切片、H.E 染色, 以显微成像系统 (DM4000B, 德国 Leica) 拍照观察。采用连续组织切片的方式对中华鳖阴茎头组织结构进行观察。

2 结果

2.1 中华鳖阴茎头结构特点

性成熟的中华鳖阴茎平常收缩在泄殖腔里面, 在受挤压后也仅能露出一个锥状的黑色末端, 即为阴茎头 (图 1a)。然而在性兴奋时阴茎充血膨大而自然伸出, 阴茎体整体呈圆柱状, 背侧中央有一个“凹”型的阴茎沟 (图 1b)。

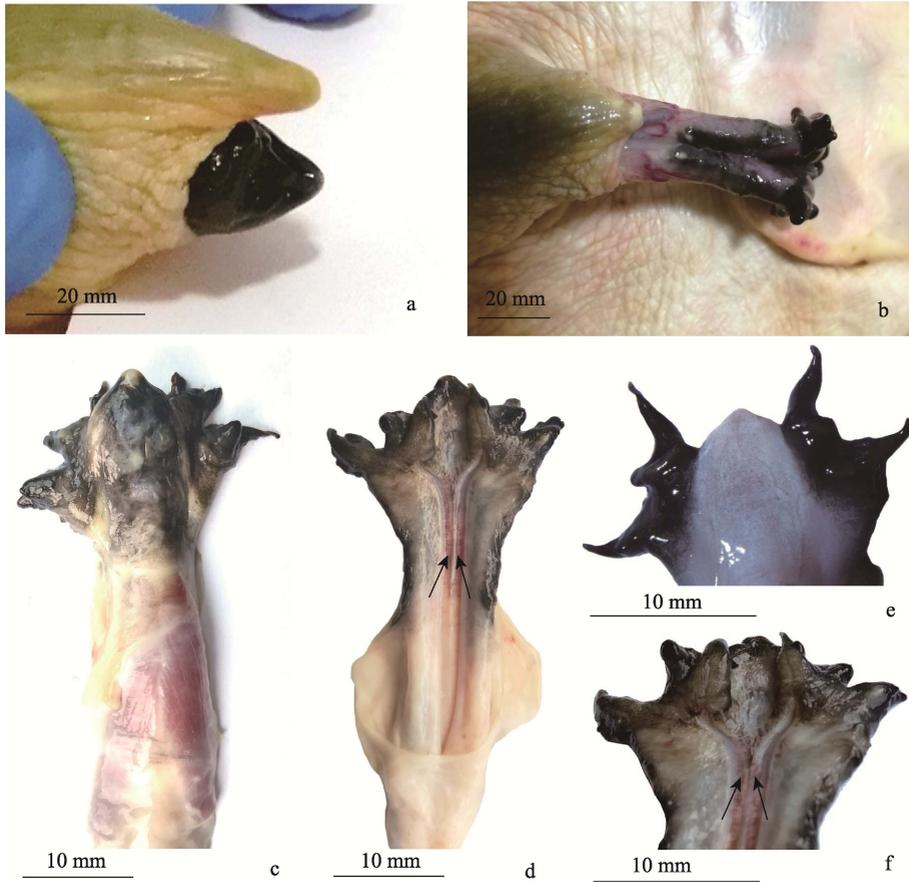


图 1 中华鳖阴茎的形态观察

Fig. 1 Morphological observation of the penis of *Pelodiscus sinensis*

a. 露出泄殖腔的阴茎头; b. 充血后伸出泄殖腔的阴茎; c. 阴茎腹侧; d. 阴茎背侧; e. 阴茎头腹侧; f. 阴茎头背侧。d、f 图中箭头所示为排精沟。

a. The penile glans exposed outside the cloaca; b. The engorged penis that sticks out of the cloaca; c and d. Morphological observation of the ventral and dorsal sides of the penis; e and f. Morphological observation of the ventral and dorsal sides of the penile glans. Arrows (d, f) indicate seminiferous sulcus.

解剖后取下阴茎组织，自然状态的阴茎体腹侧呈圆柱体（图 1c），而背侧完全开放呈沟槽状，且底部可见左右两条对称的排精沟（图 1d）。阴茎头的腹侧结构在伸展后，中央末端质地坚硬且颜色偏淡，侧面末端有明显的突起且左右对称（图 1e）；而阴茎头的背侧呈多叶的褶皱状，两条排精沟在此处向侧前方延伸至突起的末端（图 1f）。

在体视显微镜下观察，阴茎头膜状结构丰富而整体呈黑色，表面沟壑纵横充满皱褶（图

2a, b）。而在阴茎头背侧正中褶皱不明显（图 2c），侧面为尖锐的突起（图 2d）。在阴茎头的腹侧，存在着像指纹一样的结构（图 2e），这些结构表面绒毛丰富，分泌有大量的黏液（图 2f）。

2.2 中华鳖射精后的阴茎结构观察

当中华鳖阴茎充血伸出泄殖腔后，阴茎体呈紫红色。中华鳖阴茎在射精后短期内保持充血的状态，背侧的排精沟此时处于被封闭的状态，阴茎沟为一条狭窄的缝隙（图 3a, b）。随

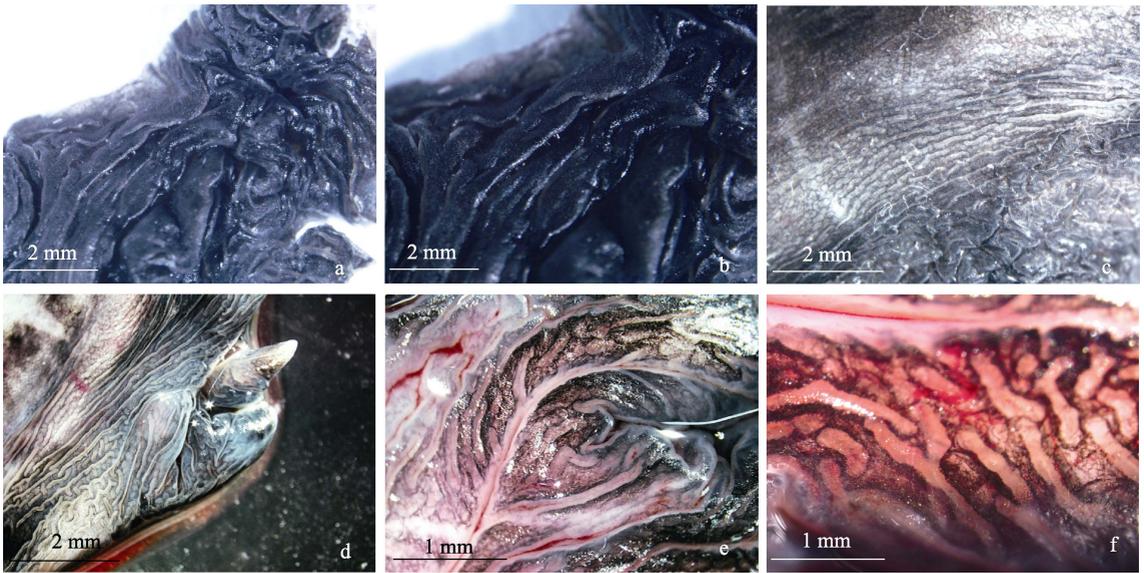


图 2 中华鳖阴茎头表面形态观察

Fig. 2 Morphological observation on the surface of the penile glands of *Pelodiscus sinensis*

a ~ d. 阴茎头背侧的褶皱状表皮；e ~ f. 阴茎头腹侧的指纹状表皮。

a - d. The wrinkled epidermis on the dorsal side of the penile glands; e - f. The fingerprint-like epidermis on the ventral side of the penile glands.

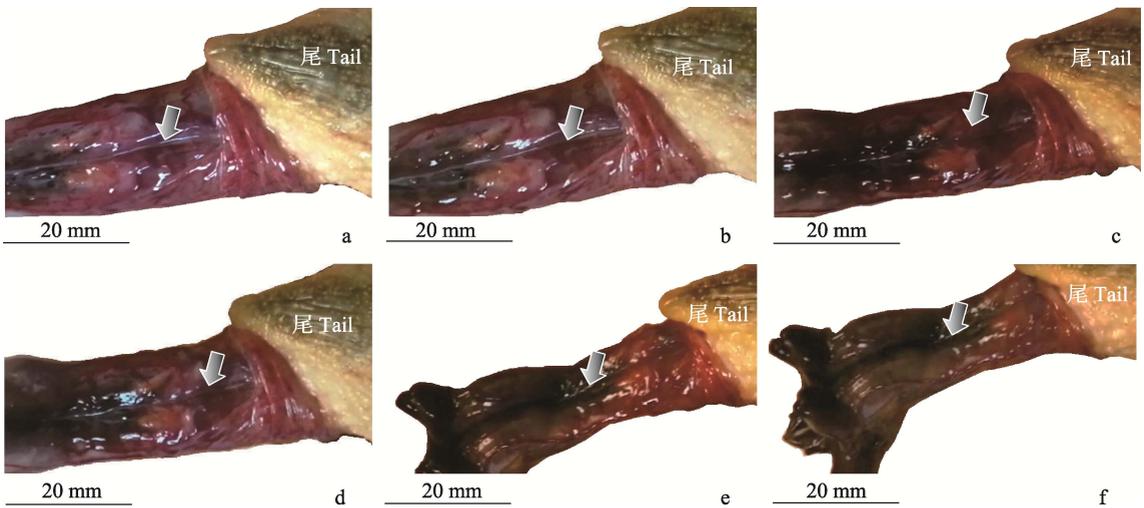


图 3 中华鳖阴茎充血前后形态的变化

Fig. 3 Changes of the penile structure of *Pelodiscus sinensis* after ejaculation

a ~ f. 阴茎在射精后的连续变化过程。图中白色空心箭头指示阴茎背面阴茎沟。

a - f. The process of continuous changes of the penis after ejaculation. The hollow white arrows (a - f) represent the sulcus on the back of penis.

着阴茎的回缩，背侧的阴茎沟也逐渐变宽，阴茎头随后快速收缩回泄殖腔（图 3c ~ f）。

充血后的中华鳖阴茎头突起随之膨胀，像

花瓣一样展开。在性兴奋时突起做开合运动，像一个飞舞的“蝴蝶”。突起合并起来时可以部分重叠，两侧突起上布满了深色的血管（图 4a ~

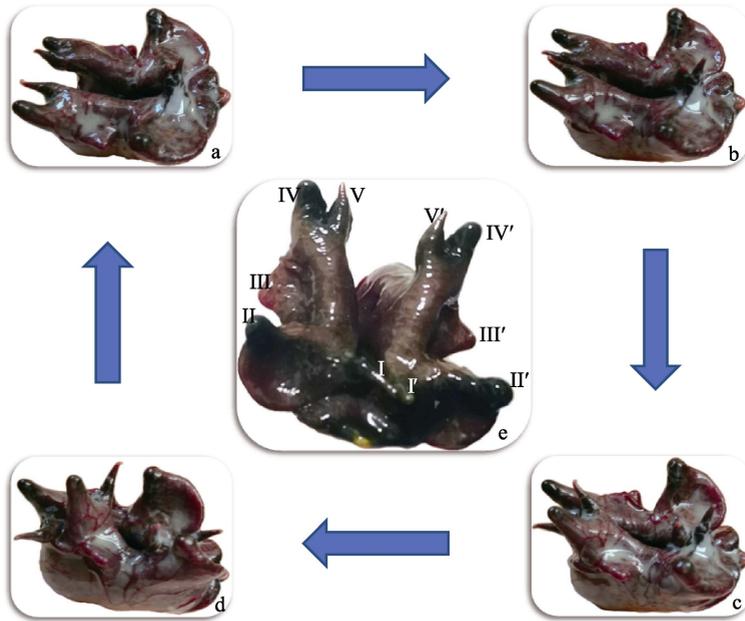


图 4 中华鳖阴茎头充血时的运动状态

Fig. 4 The locomotion state of the engorged penile glans of *Pelodiscus sinensis*

a ~ d. 充血后阴茎头变为“蝴蝶”状结构的循环运动状态; e. 充血后阴茎头末端形成突起, I ~ V 和 I' ~ V' 分别表示阴茎头对称分布的突起。

a - d. The cyclic locomotion state in which the engorged penile glans becomes a “butterfly” shaped structure; e. The penile glans forms a synaptic end after congestion, I - V and I' - V' represent symmetrically distributed synaptic end in the glans of the penis, respectively.

d)。阴茎头膨大的突起单侧为 5 个, 且左右对称 (图 4e)。

2.3 中华鳖阴茎头内部结构特点

单独取下中华鳖阴茎头, 从截面上可以看出背部两侧有各有一条粗大的血管 (图 5a)。阴茎头主体为不规则的血窦结构, 呈淡红色, 而多孔的阴茎软骨只占少部分体积 (图 5b)。而在阴茎体部分正好相反, 几乎看不到血窦结构 (图 5c)。越靠近阴茎的末端, 白色阴茎软骨结构慢慢形成“V”字形 (图 5d), 且排精沟顺着阴茎头的突起继续向前延伸 (图 5e), 一直延伸到突起的游离端 (图 5f)。通过扫描电子显微镜观察发现, 阴茎头突起表面含有丰富的褶皱和不同深浅的小沟, 且在褶皱中镶嵌着大量的颗粒状物质 (图 5g), 这些颗粒状物质表面和阴茎头表面形态明显不同, 可能是分泌

物和排泄物凝固后形成的。此外, 在褶皱中还发现了圆形的血细胞 (图 5h), 这可能是阴茎头膨胀时上皮组织通透性增加或者组织破损后形成的。

2.4 中华鳖阴茎头组织结构分析

雄性中华鳖阴茎头 H.E 染色的结果显示, 阴茎头的根部横截面由网状的阴茎软骨构成。阴茎软骨的背侧和排精沟之间紧密相连, 阴茎背侧主要为血窦组织, 推测在血窦充血时, 阴茎软骨背侧形成闭合的排精沟 (图 6a)。血窦未充血时, 在阴茎头部形成了大量的褶皱, 呈现出规则的锯齿状 (图 6b)。顺着排精沟延伸的方向, 阴茎头部突起的表面存在丰富的绒毛状结构, 这些绒毛状结构为多层排列, 细胞核结构不明显且细胞密度低; 排精沟表面看起来不是光滑一致, 有些部位出现了细小的褶皱

(图 6c)。阴茎软骨主要由胶原纤维组成的立体结构，其排列方向不同，且未发现明显的血管和细胞(图 6d)。

3 讨论

繁殖是动物生活史中最为重要的一个环节，能否正常、顺利地进行交配，关系到物种的延续及多样性(张莉 2008)。龟鳖类在系统

进化中体现出了原始的羊膜脊椎动物的特征，其雄性生殖系统的改变包括体内受精并且具有交配器官(Gist et al. 2000)。然而，有关中华鳖生殖系统的研究鲜有报道。

目前关于龟鳖类动物阴茎结构的研究还少有报道。爬行动物的阴茎表现为藏在泄殖腔里面的管状结构，在交配时阴茎扩大并增长(Sever et al. 2002, Kelly 2002, Simmons et al.

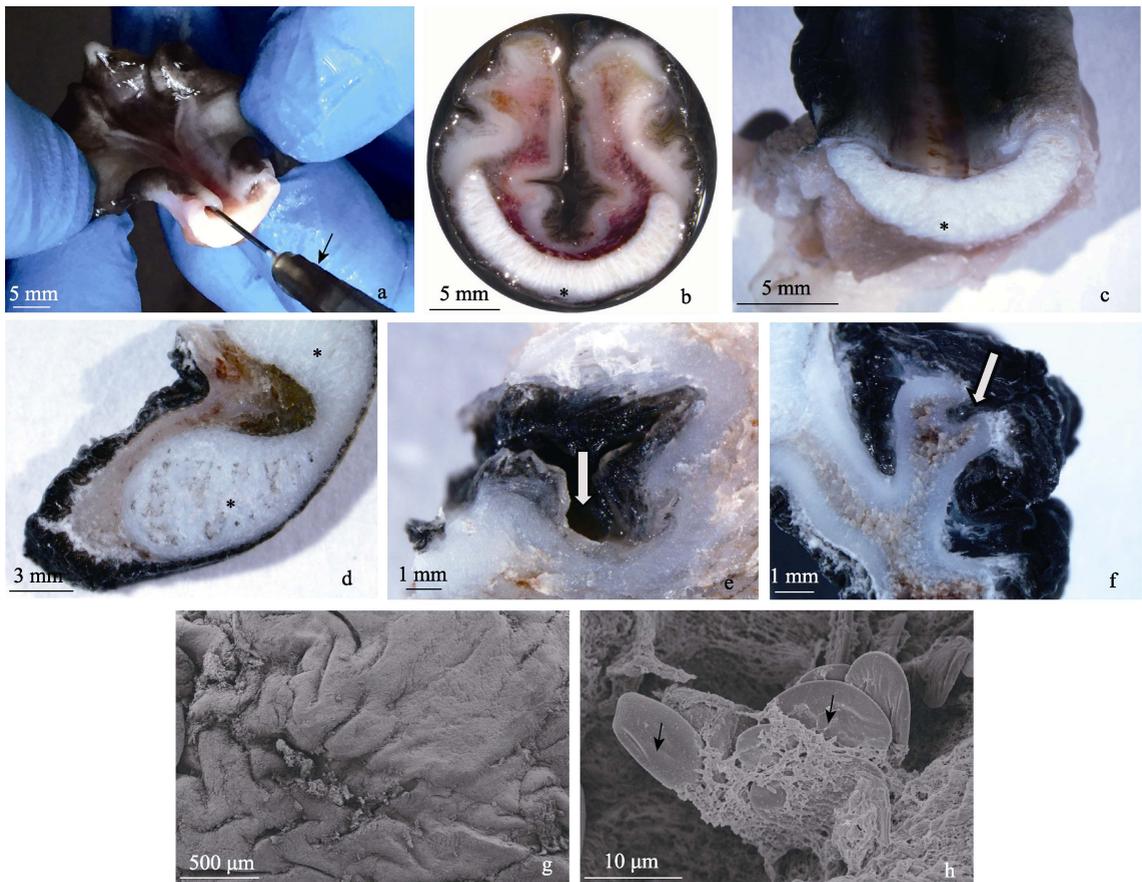


图 5 中华鳖阴茎头血窦和排精沟的结构

Fig. 5 Structure of blood sinuses and seminiferous sulcus in penile glans of *Pelodiscus sinensis*

a. 阴茎体两侧存在两个大的血管；b~d. 阴茎软骨的分布和血窦的形态；e、f. 排精沟可以延伸至阴茎头的突起末端；g、h. 扫描电镜下的阴茎头表面。a 图中黑色长箭头指示插入阴茎血管中的注射器针头，b~d 图中星号指示白色网状结构的阴茎软骨，e、f 图中白色宽箭头指示排精沟，h 图中黑色短箭头指示血细胞。

a. Two large blood vessels on either side of the penis; b - d. Distribution of penile cartilage and morphology of blood sinuses; e. f. The seminiferous sulcus can extend to the synaptic end of the penile glans; g, h. Scanning electron microscopy on the surface of the penile glans.

The long black arrow (a) indicates syringe needle inserted into penile blood vessel, asterisks (b - d) indicate white reticular penile cartilage, wide white arrows (e, f) indicate seminiferous sulcus, short black arrows (h) indicate blood cell.

2007, Brennan 2016)。爬行动物阴茎内部结构主要由阴茎软骨和血窦组成, 血窦结构位于开放的排精沟两侧, 充血后的排精沟可闭合形成输送精液的通道 (Sanger et al. 2015)。中华鳖的阴茎结构类似, 也是由阴茎软骨和血窦组成, 整体表现为“凹”型的圆柱状, 正常状态下阴茎收缩于泄殖腔内部, 交配时阴茎充血膨胀后伸出泄殖腔。但是中华鳖阴茎最具特色的是阴茎头结构。

阴茎在羊膜动物中的进化呈现出多态性。海龟和鳄的阴茎中央存在阴茎沟并且具有开放状态的阴茎头 (Gredler 2016, Moore et al. 2016,

2019)。龟类动物的阴茎头由铲子状的龟头组成, 并有不同层次褶皱 (Innis et al. 2002)。本研究发现, 中华鳖阴茎头是一个特殊的血窦组织, 在阴茎勃起后阴茎头血窦发生异常膨大, 并在两侧形成十个突起状结构。阴茎头血窦突起充分展开, 形成一个对称的“蝴蝶”状结构, 运动轨迹为开合运动。这是和龟类阴茎头截然不同的结构。因此, 中华鳖阴茎头在形态上更特殊, 表面具有更多和更明显的突起。这种阴茎头表面的突起结构在哺乳动物和鸟类中几乎不存在, 其功能可能是控制精子的释放方向; 这和小鼠 (*Mus musculus*) 的龟头前端的雄性

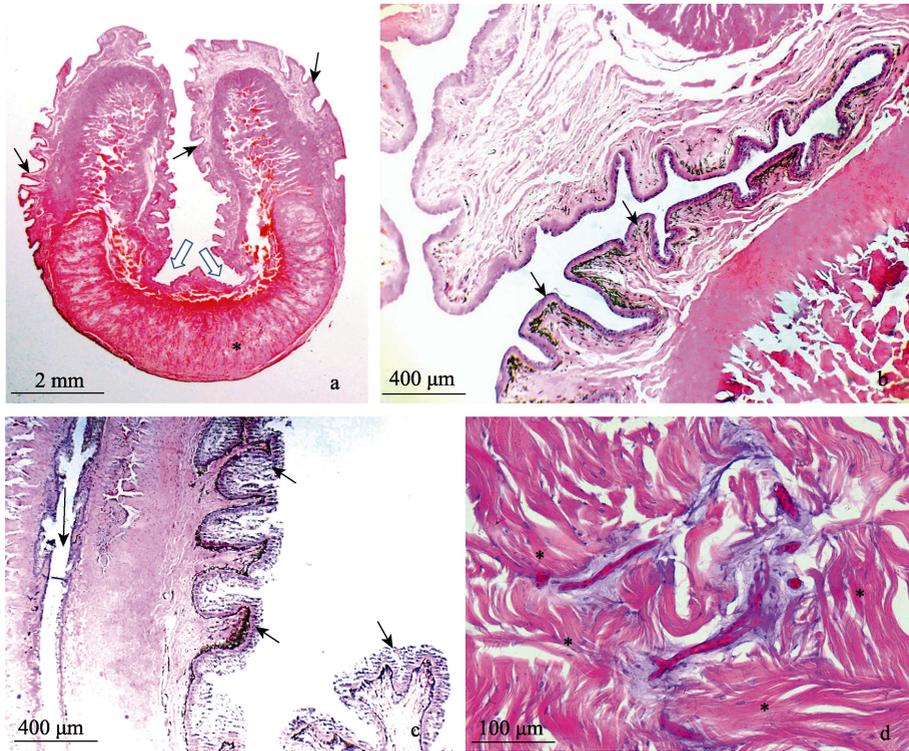


图 6 中华鳖阴茎头 H.E 染色及组织学观察

Fig. 6 H.E staining and histological observation of the penile glans of *Pelodiscus sinensis*

- a. 阴茎头的横切面结构; b. 阴茎头表皮褶皱形成的锯齿状结构; c. 排精沟和阴茎头表面的绒毛结构; d. 阴茎软骨内胶原纤维的排列。
- a 图中空心箭头指示阴茎背侧的排精沟, a ~ c 图中短箭头指示阴茎头表面的褶皱, c 图中长箭头指示纵向排列的排精沟, a、d 图中星号指示阴茎软骨。
- a. Cross-sectional structure of the penile glans; b. Jagged structure formed by the wrinkled epidermis of the penile glans; c. The spermatheca and the villous structure on the surface of the penile glans; d. Arrangement of collagen fibers within penile cartilage. Hollow arrows (a) indicate spermatheca on the dorsal side of the penis, short arrows (a, c) indicate folds on the glans surface, long arrow (c) indicates longitudinally arranged spermatheca, asterisks (a, d) indicate collagen fibers.

泌尿生殖交配突起 (male urogenital mating protuberance, MUMP) (Sinclair et al. 2016) 类似, 这可能是进化中的巧合。中华鳖阴茎头的这一结构特点, 可能更利于精液的排放以及维持中华鳖交配时的状态。中华鳖阴茎头的表面覆盖有大量无色透明的黏液, 该黏液可能在交配时起到润滑和保护作用。此外, 阴茎头表面布满指纹状褶皱, 这可能有利于交配时阴茎头在雌性泄殖腔内的定位和排精。

在阴茎结构的进化方面, 通过对比观察羊膜类动物的阴茎发现, 哺乳类和龟鳖类有单独的阴茎, 大多数鸟类却没有阴茎 (Gredler 2016)。通过比较发现, 哺乳类、龟鳖类、鸟类阴茎的横截面并不相同, 在阴茎排精的过程中, 龟鳖类和鸟类的排精过程是通过排精沟输送的, 而哺乳类的排精过程则是通过闭合的管道输送的 (Kelly 2004)。龟鳖类的阴茎是一根棒状物, 在交配时由于充血而伸出泄殖腔, 阴茎头由于膨胀变为分支状结构, 并通过排精沟排精 (Innis et al. 2002)。而蛇类和蜥蜴类有两个半阴茎 (Gredler 2016), 形似“紧扣的双手”, 交配时两个半阴茎翻出泄殖腔进入雌性生殖道, 并通过排精沟将精子排出。

综上所述, 本研究通过解剖学和组织学方法, 详细描述了勃起和正常状态下中华鳖阴茎头的结构特点, 发现阴茎头整体为一个巨大的血窦, 在充血膨胀后形成十个突起状结构, 为对称的“蝴蝶状”, 该结构可能在交配和射精过程中发挥关键作用。

参 考 文 献

- Brennan P L R. 2016. Evolution: one penis after all. *Current Biology*, 26(3): 418.
- Chen S, Zhang L, Le Y, et al. 2015. Sperm storage and spermatozoa interaction with epithelial cells in oviduct of Chinese Soft-shelled Turtle, *Pelodiscus sinensis*. *Ecology and Evolution*, 5(15): 3023–3030.
- Gist D H, Turner T W, Congdon J D. 2000. Chemical and thermal effects on the motility of sperm from the turtle epididymis. *Journal of Reproduction and Fertility*, 119(2): 271–277.
- Gredler M L. 2016. Developmental and evolutionary origins of the amniote phallus. *Integrative and Comparative Biology*, 56(4): 694–704.
- Innis C J, Boyer T H. 2002. Chelonian reproductive disorders. *The Veterinary Clinics Exotic Animal Practice*, 5(3): 555–578.
- Kelly D A. 2002. The functional morphology of penile erection: tissue designs for increasing and maintaining stiffness. *Integrative and Comparative Biology*, 42(2): 216–221.
- Kelly D A. 2004. Turtle and mammal penis designs are anatomically convergent. *Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*, 271(5): 293–295.
- Liu T F, Chu X Y, Huang Y F, et al. 2016. Androgen-related sperm storage in oviduct of Chinese Soft-shelled Turtle *in vivo* during annual cycle. *Scientific Reports*, 6(1): 20456.
- Moore B C, Holliday C M, McMurry S T, et al. 2019. Correlation between increased postpubertal phallic growth and the initiation of cranial sexual dimorphisms in male Morelet's Crocodile. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 331(10): 562–570.
- Moore B C, Spears D, Mascari T, et al. 2016. Morphological characteristics regulating phallic glans engorgement in the American Alligator. *Integrative and Comparative Biology*, 56(4): 657–668.
- Sanger T J, Gredler M L, Cohn M J. 2015. Resurrecting embryos of the Tuatara, *Sphenodon punctatus*, to resolve vertebrate phallus evolution. *Biology Letters*, 11(10): 20150694.
- Sever D M, Hamlett W C. 2002. Female sperm storage in reptiles. *Journal of Experimental Zoology*, 292(2): 187–199.
- Simmons M N, Jones J S. 2007. Male genital morphology and function: an evolutionary perspective. *The Journal of Urology*, 177(5): 1625–1631.
- Sinclair A W, Glickman S E, Baskin L, et al. 2016. Anatomy of mole external genitalia: Setting the record straight. *The Anatomical Record*, 299(3): 385–399.
- 崔志彪. 2017. 鳖的生物学特性. *中国畜牧兽医文摘*, 33(11): 77.
- 傅丽容, 洪美玲, 史海涛, 等. 2004. 四眼斑龟的泄殖系统解剖. *动物学杂志*, 39(3): 68–71.

- 黄继志, 赛道建, 苗秀莲, 等. 2006. 凹甲陆龟的泌尿生殖系统. 山东师范大学学报: 自然科学版, 21(4): 117-119.
- 刘腾飞. 2017. 中华鳖 (*Pelodiscus sinensis*) 精子发生和精子储存的调控机制. 南京: 南京农业大学博士学位论文, 60-63.
- 刘晓莉, 唐舟凯, 张飘逸, 等. 2019. 中华鳖 *boule* 基因在生殖细胞中的表达分析. 动物学杂志, 54(1): 66-75.
- 刘志霄, 许设科. 1996. 四爪陆龟的泌尿系统. 动物学杂志, 31(1): 36-39.
- 陆文浩, 韩晓磊, 陈梁, 等. 2017. 不同群体中华鳖的形态多样性分析. 水产科学, 36(6): 784-788.
- 王培潮. 2000. 中国的龟鳖. 上海: 华东师范大学出版社, 50-56.
- 张莉. 2008. 雄性中华鳖 (*Pelodiscus sinensis*) 生殖生物学特性研究. 南京: 南京农业大学博士学位论文, 19-20.
- 赵平. 1993. 黄缘闭壳龟的泄殖系统. 动物学杂志, 28(2): 31-34.
- 赵万鹏, 赵宏霞. 1995. 中华鳖组织学研究 V. 雄性生殖系统. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 8(4): 422-424.
- 朱卿君. 2019. 中华鳖 (*Pelodiscus sinensis*) 繁殖生态学研究. 海口: 海南师范大学硕士学位论文, 3-8.

甘肃碌曲发现黄眉鹀

Yellow-Browed Bunting *Emberiza chrysophrys* Found in Luqu County, Gansu

2020年5月4日在甘肃省甘南藏族自治州碌曲县西仓乡(34°34'01" N, 102°33'56" E, 海拔3 086 m)观察到一种雀形目鸟类, 并用 Cannon EOS6D 相机拍照(图1)。该鸟额、头顶、枕部和头侧黑色, 从额至枕有一狭窄白色冠纹; 眉纹鲜黄, 眼后转为白色; 上体全部棕褐色, 后颈各羽具栗褐色细纹, 背部具宽的黑色中央纹; 两翅和尾黑褐色, 最外两对尾羽有白色楔状斑, 腰和尾上覆羽色较栗红; 翅上覆羽和内侧次级飞羽褐色; 中、大覆羽尖端白色形成两道白色翅斑; 额、颧纹均黑色; 胸侧和两肋栗褐色, 胸和两肋具暗褐条纹; 腹中央和尾下覆羽白色。经查阅相关志书(赵正阶 2001)和图册(约翰·马敬能等 2000, 赵欣如 2018), 确认该鸟为鹀科(Emberizidae)的黄眉鹀(*Emberiza chrysophrys*)。

《甘肃脊椎动物志》(王香亭 1991)和《中国鸟类分类与分布名录》(3版)(郑光美 2017)中均无黄眉鹀在甘肃分布的记载。在与甘肃相邻的四川和陕西两省的东部有黄眉鹀的分布(郑光美 2017), 因此推测此次观测到的黄眉鹀应该属于春季迁徙途中经过甘肃的旅鸟。本次在碌曲县发现的黄眉鹀是甘肃鸟类分布新记录种, 丰富了这个物种的分布信息。

(下转第 466 页)

基金项目 兰州大学中央高校基本科研业务费专项资金(No. lzujbky-2020-kb41), 生态环境部生物多样性保护专项;

* 通讯作者, E-mail: songsen@lzu.edu.cn;

第一作者介绍 胡洁, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态; E-mail: 764520396@qq.com.

收稿日期: 2020-05-11, 修回日期: 2021-01-22 DOI: 10.13859/j.cjz.202303019