

锯缘青蟹促雄腺和胸腹神经团的直接联系

管卫兵^{1,2}, 王桂忠¹, 李少菁¹, 林琼武¹, 孔祥会¹, 谭树华¹

(1. 厦门大学海洋系, 亚热带海洋研究所, 海洋环境科学教育部重点实验室, 福建 厦门 361005; 2. 上海水产大学 海洋学院, 上海 200090)

摘要:采用组织学、扫描电镜方法对锯缘青蟹(*Scylla serrata*)促雄腺和胸腹神经团之间的关系进行观察。结果表明, 射精管末端存在促雄腺, 促雄腺和胸神经团来源的支配第五步足(即游泳足)的神经紧密相连。该神经在游泳足基部的肌肉内部紧贴射精管并行, 其分支支配着射精管周围肌肉, 可能也是控制精荚排放的神经。本研究可为促雄腺对性别控制的机制及蟹类精荚电促排的深入研究提供理论依据。

关键词:锯缘青蟹; 促雄腺; 胸神经团

中图分类号: Q959.223 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8737-(2005)04-0397-05

促雄腺(androgenic gland)是雄性甲壳动物中的一种特殊的内分泌腺体。由于促雄腺对精巢发育及性别分化有着重要的功能, 并一直是甲壳动物生殖生物学中一个重要的研究内容^[1-2], 因此促雄腺的研究有着重要的理论价值和实际应用前景。有关研究最初集中于促雄腺的形态结构, 后来逐渐转向生理功能, 近年有关其分泌雄性腺激素(androgenic hormone)的化学性质方面的研究报道也较多^[3-4]。

锯缘青蟹(*Scylla serrata*)是中国南方一种重要的经济海洋蟹类。叶海辉等^[3-4]已对其促雄腺的超微结构、发育分期及分泌方式做了研究。近年来, 神经递质对性腺发育的作用逐渐受到重视, 离体与在体实验都阐明了神经递质通过促雄腺对性腺起着间接调控的作用, 因此对十足目促雄性腺的神经支配情况及神经纤维功能类型的研究, 也是值得注意的^[2]。在甲壳动物中, 至今仅见鲸螯虾(*Orconectes nais*)^[7]和皱尾团水虱(*Sphaeroma serratum*)^[8]报道促雄性腺存在神经支配。为了进一步了解促雄腺的结构与功能, 本研究对锯缘青蟹促雄腺和胸腹神经团的神经联系, 进行了探讨与分析, 旨在为促雄腺对性别控制的机制及蟹类精荚电促排的深入研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

不同发育阶段雄雄锯缘青蟹, 约 70 只, 于 2000 年 6 月至 2002 年 10 月购于厦门市场, 全部为活体材料。

1.2 组织学研究

解剖锯缘青蟹射精管附着促雄腺段, WILD 解剖镜下观察和记录。经 PBS 漂洗, 上述器官于中性甲醛或 Bouin's 液固定 12 h 左右。系列酒精脱水、二甲苯透明、石蜡包埋。切片厚度 6~8 μm , 按 Ehrlich's 苏木精-伊红法(HE 法)进行染色。Olympus BH-2 型显微镜下观察及摄影。

1.3 扫描电镜研究

迅速解剖出射精管表面的促雄腺及伴行的支配游泳足的神经, 于 2.5% 戊二醛和 1% 锇酸双重固定, 酒精系列脱水, 入丙酮、醋酸异戊酯。HCP-II 临界点干燥仪干燥, 镀金后, 于 S-520 型扫描电镜观察拍照。

2 结果与分析

射精管和来源于胸神经团并支配第五步足的神经并行排列, 紧密联系(图版 I-1), 同时其末端的

收稿日期: 2004-10-25; 修订日期: 2004-12-22。

基金项目: 国家“863”高技术研究发展项目(2002AA603013); 福建省重中之重项目“福建省海洋生物优良种质和生物活性物质的应用基础研究项目”。

作者简介: 管卫兵(1972-), 男, 讲师, 研究方向为渔业生物学和甲壳动物生殖生物学。Tel: 021-65710041。E-mail: wbguan@shfu.edu.cn

通讯作者: 王桂忠。E-mail: gwang@jgscn.xmu.cn

促雄腺也和此神经发生直接联系,步足神经紧随促雄腺一起围绕射精管呈环状分布(图版I-2)。

通过进一步对步足神经及射精管整体固定进行组织学观察可见,促雄腺紧靠环包射精管(图版I-3),神经英于促雄腺中间(图版I-3),和促雄腺紧密相连(图版I-4)。支配游泳足的神经和促雄腺有直接的联系(图版I-5)。

同时紧随神经的是神经下动脉(图版I-6),和神经也有直接的联系。神经下动脉紧靠射精管管腔,和促雄腺的距离很近,也发生一定的联系(图版I-7)。在组织学上也可见粗大的神经和射精管并行,中间夹着促雄腺(图版I-8)。

3 讨论

雄性甲壳动物不同于脊椎动物,其配子发生及相应的内分泌功能分别在促雄腺和精巢进行。促雄腺是甲壳动物性分化和性征形成时激素的来源^[9]。

锯缘青蟹射精管末端具有促雄腺,促雄腺作为重要的雄性副性腺,对精子发生起着重要的调节作用。在对多种生物的研究中发现,促雄腺和精英形成也有重要的关系。促雄腺受胸神经团来源的第五步足神经分支支配,证明其是一种重要的神经内分泌腺体。

锯缘青蟹促雄腺和胸神经团具有直接的神经联系。这一结果表明:锯缘青蟹促雄腺和胸神经团及相连的眼柄神经节等必然有着直接的相互作用关系。神经器官对性腺发育的作用已有众多相关研究^[10]。脑和胸神经团对精巢发育也有一定的作用。锯缘青蟹脑和胸神经团分泌的促性腺激素(gonad stimulating hormone, GSH)首先作用于促雄腺,后者分泌的促雄腺激素(androgennic gland hormone, AGH)再作用于精巢,从而间接促进精巢发育^[2]。近年来,神经递质对性腺发育的作用逐渐受到重视^[2]。几种神经递质:5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-HT),红色素聚集激素(red pigment concentrating hormone, RPCH)促进精巢发育;多巴胺(dopamine, DA),甲硫氨酸-脑啡肽(Methionine-enkephalin, Met-ENK)却都抑制精巢成熟^[11]。这些结果反映了胸腹神经团和性腺有较为紧密的关系,也从另一角度反映了促雄腺和胸神经团之间可能存在直接的神经联系。

最近研究表明,锯齿团水虱(*Sphaeroma serratum*)促雄腺受神经控制,这是首次有关甲壳动物胸

神经团和促雄腺有神经联系的报道^[8]。昆虫中早有副性腺受神经控制的报道。雄性地中海蟋蟀(*Gryllus bimaculatus*)的副性腺也受胸神经团来源的神经控制^[12]。蝼蛄蝇(*Stomoxys calcitrans*)副性腺由神经管周围的外周神经节来源的神经内分泌纤维控制^[13]。副性腺中含有很强神经、肌肉网络^[14]。本研究发现的胸腹神经团和促雄腺直接的神经联系,证实了胸神经团和眼柄及促雄腺的紧密关系,和上述研究结果非常一致。

促雄腺发育和精巢发育周期具有相关性。锯缘青蟹促雄腺在精子期之前,几乎和精巢平行发育,精子期时,腺细胞大量解体,腺体严重退化^[4]。溪蟹(*Potamon koolooense*)促雄腺腺胞最活跃时,精巢启动精子发生,精原细胞增殖,此后促雄腺逐渐缩小^[15]。螯虾精巢活动早于促雄腺^[7]。中华绒螯蟹促雄腺处于分泌期时,精巢迅速增生^[16]。精子发生强度与促雄腺产物AGH水平直接相关^[17]。锯齿团水虱促雄腺在生殖脱皮前才产生功能作用^[8]。这些研究表明,促雄腺对精巢发育有促进作用,可能主要是增加精子数,从而加快了精英形成的速度。从结构上可以推测,促雄腺位于射精管的末端,时刻监控着精英的排出。精英从贮精囊中排出后,促雄腺接受信号,通过血液系统的直接作用或通过胸神经团间接作用于精巢。调控着精巢的发育,加快或延缓精英的形成。副性腺(accessory sex gland)是棉铃虫(*Heliothis virescens*)精英成分的来源。黄粉虫(*Tenebrio molitor*)精英结构蛋白的基因编码区的序列和果蝇副性腺的3个基因序列及两个20-羟基脱皮酮基因序列相似^[18]。这从分子水平上,说明节肢动物精英形成和副性腺及内分泌激素的调控三者之间有很大关系。

从空间结构上,游泳足的神经紧伴输精管,其分支和输精管周围包裹的肌肉紧密相连,因此这可能是支配蟹类精英排放的神经。电促排是获取许多十足目种类如美洲螯龙虾(*Homarus americanus*)^[19-20]、南美白对虾(*Penaeus vannamei*)、雅比螯虾(*Cherax destructor*)^[21]精英有效的方法。虾类电促排时采用探头,刺激输精管周围的肌肉,得以排放精英。蟹类精英贮存于贮精囊,离生殖管末端还有很长的距离,从游泳足基部可能难以刺激其精英的排放。另外胸腹神经团来源的末神经节,支配着雄性交配器,人为对雄性交配器的刺激,可以引起其发生类似交配的动作。是否交配时交配器通过末神

神经节将信号传递到胸腹神经团,在胸腹神经团末神经节和支配游泳足的神经节相互作用,产生联动反应,末神经节接受的信号传到游泳足神经节,再传递到其支配的射精管,最终导致精荚的排放。蟹类交配和受精动作的协调一致性,表明支配交配器的神经和支配精荚排放的神经是协同作用的。蟋蟀(*Acheta domesticus*)雄性生殖管神经的细胞外电生理记录表明,有一个中央神经节驱动的,生殖管神经的有节律性的脉动导致第五对生殖肌产生这个节律性的收缩,从而使得精荚排放^[22]。这表明蟹类生殖管也有类似的神经控制机制。

参考文献:

- [1] 吴 萍,楼允东,邱高峰. 甲壳动物雌性腺研究的进展[J]. 水产学报, 1999, 23(1): 77-83.
- [2] 叶海辉,李少菁,王桂忠. 十足目甲壳动物促雄性腺研究概述[J]. 动物学杂志, 2001, 36(1): 43-47.
- [3] Okuno A, Hasegawa Y, Ohira T, et al. Characterization and cDNA cloning of androgenic gland hormone of the terrestrial isopod *Armadillidium vulgare* [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 1999, 264(2): 419-423.
- [4] Okuno A, Hasegawa Y, Ohira T, et al. Immunological identification of crustacean androgenic gland hormone, a glycopeptide [J]. *Peptides*, 2001, 22(2): 175-181.
- [5] 叶海辉,李少菁,黄辉洋,等. 锯缘青蟹促雄腺发育的组织学研究[J]. 中国水产科学, 2003a, 10(5): 376-380.
- [6] 叶海辉,李少菁,黄辉洋,等. 锯缘青蟹促雄腺进行全巢分泌的证据[J]. 中国水产科学, 2003b, 10(5): 431-433.
- [7] Carpenter M B, Deroos R. Seasonal morphology and histology of the androgenic gland of the crayfish, *Oreometes nalis* [J]. *Gen Comp Endocrinol*, 1970, 15: 143-157.
- [8] Martin G, Raimond R, Lodiier M, et al. Ultrastructural and experimental studies on the androgenic gland in juvenile and pubertal males of *Sphaeroma serratum* (Isopoda, Flabellifera) [J]. *Crustacean*, 1996, 69(3): 349-358.
- [9] Sagi A, Snir E, Khalaila I. Sexual differentiation in decapod crustaceans: role of the androgenic gland [J]. *Invertebr Reprod Dev*, 1997, 31(1-3): 55-61.
- [10] Rangneker P V, Madhyastha M N, Latsey A N. Hormonal control of reproduction in female crab, *Scylla serrata* (Forsk.) [J]. *J Anim Morphol Physiol*, 1971, 18(1): 17-29.
- [11] Fingerman M. Roles of neurotransmitters in regulating reproductive hormone release and gonadal in decapod crustaceans [J]. *Invertebr Reprod Dev*, 1997, 31(1-3): 47-54.
- [12] Kimura Y, Yasuyama K, Yamaguchi T. Proctolinergic innervation of the accessory gland in male crickets (*Gryllus bimaculatus*): Detection of proctolin and some pharmacological properties of myogenically and neurogenically evoked contractions [J]. *J Insect Physiol*, 1989, 35(3): 251-264.
- [13] Meola S M. Neurosecretory innervation of the accessory gland region of the male stable fly, *Stomoxys calcitrans* [J]. *Invertebr Reprod Dev*, 1988, 13(3): 205-223.
- [14] Cook B J, Meola S. Nerve-muscle networks in the accessory gland tubules of a male insect: Structural and physiological properties [J]. *J Insect Physiol*, 1987, 33(11): 791-801.
- [15] Joshi P C, Khanna S S. Studies on the androgenic gland of the fresh water crab, *Potamon kooloosae* (Rathbun) [J]. *Z mikrosk-anat Forsch Leipzig*, 1987, 101(4): 699-713.
- [16] 邱高峰,吴 萍,楼允东. 中华绒螯蟹促雄腺的结构与功能 [J]. 水产学报, 2000, 24(2): 108-112.
- [17] Charniaux-Cotton H, Payen G. Sex differentiation [A]. *The Biology of Crustacea* [C], Vol. 9, New York: Academic Press, 1985, 217-299.
- [18] Feng Xu, Hopp G M. Isolation and sequencing of the gene encoding Sp23, a structural protein of spermatophore of the mealworm beetle, *Tenebrio molitor* [J]. *Gene*, 1996, 179(2): 257-262.
- [19] Kooda-Cisco M J, Talbot P. A technique for electrically stimulation extrusion on the lobster, *Homarus americanus* [J]. *Aquaculture*, 1983, 30: 221-227.
- [20] Aiken D, Waddy S L, Moreland K, et al. Electrically induced ejaculation of the American lobster *Homarus americanus* [J]. *J Crust Biol*, 1984, 4: 519-527.
- [21] Jerry D R. Electrical stimulation of spermatophore extrusion in the freshwater yabby (*Cherax destructor*) [J]. *Aquaculture*, 2001, 200(3-4): 317-322.
- [22] Snell L C, Killian K A. The role of cercal sensory feedback during spermatophore transfer in the cricket, *Acheta domesticus* [J]. *J Insect Physiol*, 2000, 46 (6): 1017-1032.

Direct connection between androgenic glands and thoracic ganglion of *Scylla serrata*

GUAN Wei-bing^{1,2}, WANG Gui-zhong¹, LI Shao-jing¹, LIN Qiong-wu¹, KONG Xiang-hui¹, TAN Shu-hua¹
(Department of Oceanography, Institute of Subtropical Oceanography, Key Laboratory for Marine Environmental Science of Ministry Education, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. College of Marine Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

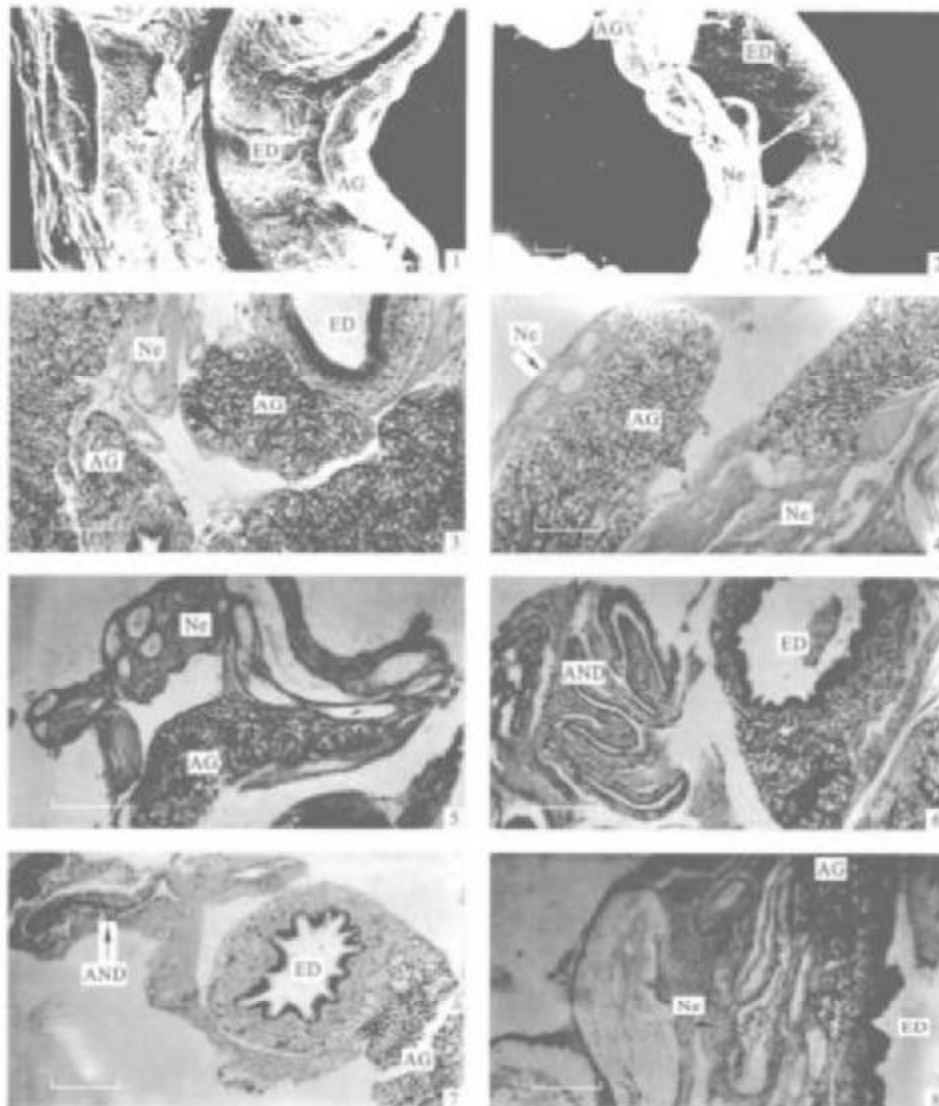
Abstract: Androgenic gland hormone (AGH) is responsible for male sexual differentiation in crustaceans. An androgenic gland hormone may allow hormonal sex reversal for the production of monosex populations in aquaculture, leading to increases in production. There are many researches about the androgenic gland and its hormone by different research methods. Because AGH of male crab produces components of seminal fluid that alter the behavior, physiology and life span of mated female, and contribute to her efficient storage and utilization of sperm. This paper is the first published description of relation of the androgenic gland and thoracic ganglion in *Scylla serrata*. Structure and function of the androgenic gland in mud crab, *Scylla serrata*, were studied with tissue section, electron microscope techniques from June 2000 to December 2002. A pair of androgenic glands attach to the distal part of the ejaculatory ducts of *Scylla serrata*. The thoracic ganglion mass of *Scylla serrata* is fused from the subesophageal ganglion, the thoracic ganglion and the abdominal ganglion. There are many nerves connecting the thoracic ganglion mass and the five pereopods and brain. Androgenic gland is connected to the fifth pereopod nerve of thoracic ganglion directly. This nerve is also concomitant with ejaculatory ducts between the muscles of fifth walking leg and may control the spermatophore. This study contributes to understand the sex determination of androgenic glands and spermatophore expulsion by electricity.

Key words: *Scylla serrata*; androgenic gland; thoracic ganglion

Corresponding author: WANG Gui-zhong. E-mail: gzwang@jmgxian.xmu.cn

管卫兵等:锯缘青蟹促雄腺和胸腹神经团的直接联系

GUAN Wei-bing et al: Direct connection between androgenic glands and thoracic ganglion of *Scylla serrata*



图版 I

1:射精管表面的促雄腺及并行排列的神经; 2:促雄腺和神经并行联系; 3:射精管表面附有促雄腺, 神经夹于其中, 和促雄腺直接相连; 4:促雄腺外周横切和纵切的神经, 箭头示神经(Ne); 5:促雄腺和神经有直接联系; 6:射精管周围有发达的神经下动脉, 箭头示神经下动脉(AND); 7:神经下动脉和促雄腺有联系, 箭头示神经下动脉(AND); 8:射精管表面的促雄腺及并行排列的神经。

AG—促雄腺; AND—神经下动脉; ED—射精管; Ne—神经; bar=100 μ m.

Plate I

1: The androgenic gland on the surface of ejaculate duct and nerve. 2: The androgenic gland and nerve. 3: The androgenic gland attached the surface of ejaculate duct and nerve locate the interpace and connect to androgenic gland. 4: Showing the nerve on the surface of ED (arrow). 5: The direct connection of androgenic gland and nerve. 6: Showing the arteria descendens of neuruli (arrow). 7: Showing the connection of arteria descendens of neuruli and androgenic gland (arrow). 8: The androgenic gland on the surface of ejaculate duct and nerve.

AG—androgenic gland; AND—arteria descendens of neuruli; ED—ejaculate duct; Ne—nerve; bar=100 μ m.