

文章编号: 1000-0615(2002)05-0403-08

黑斑口虾蛄雄性生殖系统的组织学与超微结构

王春琳, 朱冬发, 蒋霞敏, 李太武
(宁波大学生命学院, 宁波 315211)

摘要: 黑斑口虾蛄雄性生殖系统由精巢、输精管、交接器及副性腺组成。精巢呈管状, 末段较直, 向前逐渐弯曲, 在第七、八胸节处盘曲成耳状。输精管管壁有一层上皮细胞, 但无肌细胞; 输精管为精巢顶端延伸, 两者管径大小很接近。交接器位于第八胸节基部, 为棒状结构, 连接端较软, 呈膜状, 可自由弯曲; 游离端较硬, 外有甲壳质。1 对雄性副性腺位于第 4~7 胸节间, 呈细丝状, 左右末端各与同侧的输精管共同平行注入交接器中。末段精巢腔内充满着不同发育阶段的精细胞, 从末段精巢向后、中、前段精巢、输精管及交接器, 精细胞逐渐趋向成熟。成熟精细胞呈卵圆形, 外围厚膜, 大小约 $8.5\mu\text{m} \times 7.0\mu\text{m}$, 无鞭毛, 未发现有顶体结构。

关键词: 黑斑口虾蛄; 雄性生殖系统; 组织学; 超微结构

中图分类号: Q954 文献标识码: A

Histology and ultrastructure of male reproductive system of *Oratosquilla kemp*

WANG Chunlin, ZHU Dongfa, JIANG Xiaomin, LI Taiwu
(Life Sciences Institute, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The male reproductive system of *Oratosquilla kemp* includes: testis, vas deferens, penis, and accessory sex gland. The duct shaped testis, with a straight end, curves forward gradually and finally curls into a ear-like structure at the seventh and eighth thoraxmeron. The wall of vas deferens has no muscles. There is a stick-like penis at the base of the eighth thoraxmeron, and the join point, like a membrane, is soft enough to curve freely, but the free end is relatively hard with crust around. Between the fourth and seventh thoraxmeron, a pair of male accessory sex glands could be seen, like thin silk, and left and right ends reach penis paralleled by the same side vas deferens respectively. The testis cavity's tip is filled with spermatid of different developmental stages which are gradually maturing from the tip to post-, mid-, and front-end testis, then to vas deferens and penis. The spermatid is egg-shaped with thick membrane but without flagellum and acrosome, and its size is about $8.5\mu\text{m} \times 7.0\mu\text{m}$.

Key words: *Oratosquilla kemp*; male reproductive system; histology; ultrastructure

在甲壳动物精巢和精子发生的研究方面, 国内外已进行了许多工作。Pochon^[1]报道了介形亚纲、

收稿日期: 2002-07-12

资助项目: 国家农业科技成果转化基金项目(02EFN213310651)、浙江省基金项目(102042)、宁波市青年基金(0011024)项目

作者简介: 王春琳(1965-), 男, 浙江台州人, 理学硕士, 副教授, 主要从事甲壳类繁殖生物学及增养殖技术研究。E-mail: chunling@pub.cnnb.net

Hosfeld^[2]报道了桡足亚纲, Anderson^[3]和 Molaes 等^[4]报道了蔓足亚纲, Nicotra 等^[5]报道了鳃足亚纲; 而软甲亚纲的研究最多, 主要集中于十足目的经济种类, 如堵南山等^[6]研究了中华绒螯蟹, 李太武^[7]研究了三疣梭子蟹, 王艺磊等^[8,9]研究了锯缘青蟹与长毛对虾, 邱高峰等^[10]研究了日本沼虾, 朱冬发等^[11]研究了东方扁虾; 但对于口足目的研究目前还是个空白。

对于虾蛄的基础生物学与开发利用研究, 国内外已有许多报道, 主要集中于口虾蛄与黑斑口虾蛄^[12]; 但未见虾蛄精巢发育、精子发生等方面的报道。本文研究了黑斑口虾蛄的雄性生殖系统组织学、超微结构与精子发生, 以便更好地掌握黑斑口虾蛄的繁殖规律, 为育苗生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验时间与材料

实验于1999年12月至2000年5月间进行, 实验样本均采自象山港。共采得样本120尾, 体长规格为7.4~14.2cm。

1.2 实验方法

活体解剖, 迅速取出精巢。分别剪取精巢的末、后、中和前段(图1), 用 Bouin 氏液固定4h, 常规石蜡切片、染色、封片。用 Olympus(Fx-35A型)显微镜观察与拍摄, 并用目微尺测量切片上的精原细胞、精母细胞及精细胞的大小。

切小段末段精巢、中段精巢、输精管与交接器, 迅速用 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、pH 7.2 磷酸缓冲液配制的戊二醛和1%锇酸双重固定, 常规包埋、超薄切片、染色, 再用 HITACHI H-600A 透射电镜观察并拍片。

2 结果

2.1 雄性生殖系统的解剖学特征

黑斑口虾蛄雄性生殖系统由精巢、输精管、交接器与副性腺组成。精巢1对, 很细, 曲折盘绕于管状心脏和肝胰腺之间。两精巢对称且相互靠近, 其前端伸至第七胸节, 后端伸达尾节。从尾节至第五腹节的末段精巢相互紧挨, 仅有一层膜隔开, 但并不愈合(图版I-1)。在第三、四腹节处的后段精巢开始出现曲折, 左右精巢管仍十分靠近且成平行排列。第一、二腹节间的中段精巢曲折程度明显变大, 左右两侧精巢相互重叠在一起, 已很难将其区分开来。第七、八胸节处的前段精巢各自向外盘曲成膨大的耳状。至第七胸节, 输精管往腹面盘旋而下从第八胸肢基部注入交接器(阴茎)中。成虾蛄精巢展开的长度约50~60mm。交接器位于第八胸节基部, 呈棒状结构, 长约12~16mm, 直径约为 $0.90\text{mm}\times 0.45\text{mm}$ 。交接器可分两段, 游离端较硬, 外有较硬甲壳包裹, 长约5~7mm, 顶端呈“r”字型, 中央凹陷即是开口处; 连接端较软而柔韧, 可自由弯曲或挺直, 呈透明膜状, 长约7~9mm(图1)。在胸部的围心窝下方, 第4~7胸节间有1对雄性副性腺。它呈细丝状, 对称排列, 虽十分曲折但并不相互缠绕, 其前端愈合, 左右末端各与同侧的输精管共同平行注入交接器中(图版I-2)。副性腺管径约为 $0.2\text{mm}\times 0.1\text{mm}$, 其中充满了透明的嗜酸性胶状物质。

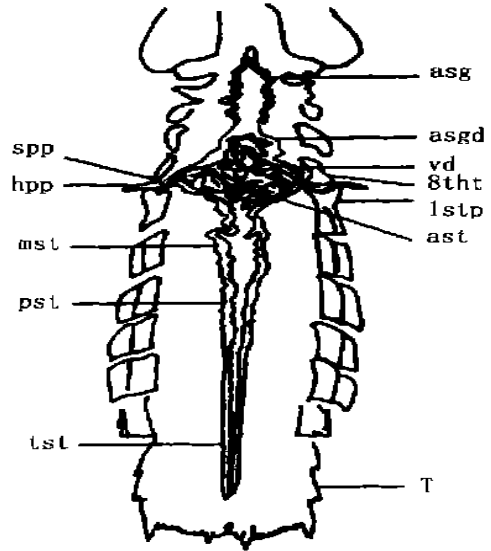


图1 黑斑口虾蛄的雄性生殖系统

Fig. 1 Male reproductive system of *Oratosquilla kempii*

asg: 副性腺(accessory sex gland); asgd: 副性腺管(accessory sex gland duct); vd: 输精管(vas deferens); 8tht: 第八胸节(the eighth thoraxmeron); 1stp: 第一腹节(the first pleomeron); T: 尾节(telson); spp: 交接器软段(soft part of penis); hpp: 交接器硬段(hard part of of penis); ast: 精巢前段(anterior section of testis); mst: 精巢中段(medium section of testis); pst: 精巢后段(posterior section of testis); tst: 精巢末段(terminal section of testis)

2.2 雄性生殖系统的组织学与超微结构

2.2.1 精巢

黑斑口虾蛄的精巢结构简单,由精巢管壁和精巢腔组成(图版I-3)。精巢壁内可见成纤维细胞与上皮细胞。从精巢壁至精巢腔内充满着不同发育阶段的精细胞(图版I-4)。整个管状精巢内均在进行着精子的发生,从尾节内的末段精巢向后、中、前段,精细胞逐渐成熟,越向前端成熟度越高,但分段不明显,各段存在不同发育阶段的精细胞。

黑斑口虾蛄在雄体中的精子发生过程包括精原细胞、精母细胞和精细胞。

精原细胞(图版I-5)较大,呈卵圆形或多边形,直径大小平均为 $10.4\mu\text{m} \times 8.6\mu\text{m}$ 。细胞核也为卵圆形,大小为 $6.8\mu\text{m} \times 4.8\mu\text{m}$;细胞核位于细胞中央,染色质呈团块状,有异染色质;核膜较完整而清晰。细胞质较多,可见有许多线粒体与内质网泡(图版I-6)。精原细胞较紧密排列在一起,成片状分布(图版I-4)。精原细胞吸收营养,细胞体积增大,而转变为初级精母细胞(图版I-7)。

精巢内发现有一种营养细胞,呈月亮形或多边形(图版I-8),它可能为精原细胞提供发育所需的营养;营养细胞核形不规则,染色质呈团块状,分布于核膜内侧与细胞核中间。初级精母细胞为多边形或卵圆形,大小平均为 $17.5\mu\text{m} \times 13.0\mu\text{m}$ 。细胞核呈近圆形,大小平均为 $11.7\mu\text{m} \times 10.9\mu\text{m}$,染色质呈团块状,形成联会复合体。细胞质占细胞的比例较大,并分布许多线粒体与内质网泡。精巢中初级精母细胞排列仍较紧密,细胞边界较清楚,与精原细胞相比,染色淡了许多(图版I-4)。

次级精母细胞期变化很快,经历时间很短,切片中未观察到。

黑斑口虾蛄的精细胞从形成到成熟,在外部形态、内部结构上都经过了一系列的变化,下面依次将不同部位的成熟过程中的精细胞分别加以叙述。

在精巢的末端可见精巢腔中分布有刚生成的精细胞(ST1),细胞间间隙很小(图版I-4)。电镜下观察,细胞膜清晰,细胞质体积明显减少,胞质中有许多膜形结构与内质网,线粒体隐约可见;细胞核卵圆形,染色质较为均匀,核膜完整(图版II-1)。

精巢中段的精细胞(ST2),呈不规则的多角形,细胞膜外围加厚;细胞质更聚于一端,细胞器有点模糊不清,内质网泡有的已经愈合;细胞核相应变大,核形不规则,并有向一端移动的趋势,染色质开始去浓缩,核膜不清晰(图版II-2)。

2.2.2 输精管

输精管由管壁与管腔组成,但与其它甲壳动物的输精管有所不同。输精管壁内可见有一层上皮细胞,但无肌细胞(图版I-3);管腔内充满了由一层膜包裹的精细胞团,形成了管状精英;无精原细胞与精母细胞。输精管为精巢顶端延伸,两者管径大小很接近。

输精管中的精细胞(ST3)密度增加,细胞间分隔清楚。精细胞的外围膜继续变厚;细胞质基本上堆积在一端,细胞器开始解体,仅见少量的内质网、线粒体和一些膜形结构;细胞核膨胀,核形较为规则,多为圆形或椭圆形,核质比继续增加,染色质进一步去浓缩,成弥散状态,核膜模糊难辨(图版II-3)。

2.2.3 交接器

从交接器组织切片(图版I-2,3)上看,交接器内可见有两条管子并行排列,直径较大的一根是输精管,其管壁为上皮细胞,管腔中有管状精英,精英膜内充满了精细胞;另一根直径较小的管子为副性腺管,管壁可见有柱状细胞,内含嗜酸性胶状物质。这两根管子平行出现在交接器的软硬两段中,且共同延伸至交接器开口处。

交接器中的精细胞(ST4)(图版II-4,5)比较规则,为椭圆形或卵圆形,细胞外围膜厚;大小为 $8.5\mu\text{m} \times 7.0\mu\text{m}$,细胞质更加集中在一端,胞器进一步解体,出现很多的膜形结构,但仍可见有线粒体与许多核糖体复合体(图版II-4,5,6);细胞核继续增大,核质比进一步增加,核膜开始出现崩解断裂现象(图版II-5,7);但未发现有顶体结构。

3 讨论

3.1 雄性生殖系统

廖永岩等^[13]报道黑斑口虾蛄精巢在尾节相互愈合,根据组织切片,我们观察到,两精巢在尾节中虽连在一起,但并不愈合,有一膜相隔(图版I-1)。

黑斑口虾蛄与十足目动物相比,其雄性生殖系统较低等而原始,主要表现在4个方面:①十足目动物的精巢形态一般呈“H”形,而黑斑口虾蛄的一对管状精巢基本上平行。②虾蟹类输精管在形态上可明显分几个大小不同的段,输精管壁在组织结构上也较复杂,如东方扁虾的输精管分为由包膜、平滑肌细胞层、基膜及假复层柱状腺上皮细胞层所构成的前段输精管、高度盘绕而结构与前段输精管相似的输精管腺段及具8肌肉细胞层的输精管肌肉段(也称射精管段)^[11];而黑斑口虾蛄的输精管为精巢顶端延伸,两者管径大小很接近,其输精管壁上没有肌细胞,只有一层柱状上皮细胞。③虾蟹类的精巢具生精腺囊或生精细管^[14],但黑斑口虾蛄没有这些类似结构。④Dudenhausen等^[15]认为十足动物的精英形状分为柄状、管状与最简单的小的椭圆形或球状,而黑斑口虾蛄的精英类似于其管状精英。

3.2 精子发生

一般认为,甲壳动物交接器中的精细胞视为在雄体中最成熟的精细胞。黑斑口虾蛄的成熟精细胞结构很简单,呈卵圆形,外围厚膜,无鞭毛,大小约为 $8.5\mu\text{m} \times 7.0\mu\text{m}$,胞质内仅可见膜形结构、一些线粒体和许多核糖体复合体。堵南山^[16]报道,口虾蛄的成熟精子为圆球形,无鞭毛,直径大小为 $8.0 \sim 11.0\mu\text{m}$,精子外围厚膜。这说明两种虾蛄的成熟精细胞具相似性。但黑斑口虾蛄的成熟精细胞与十足目动物的成熟精子在形态上有很大的差别,后者常具核幅射臂或棘突,有顶体结构,但不具厚膜^[6-9]。

黑斑口虾蛄成熟精细胞的外围厚膜可能对精细胞有保护作用,但对精子入卵来说是个障碍,无顶体结构也不利于精子入卵,故虾蛄精子究竟有无顶体结构、精子如何入卵等问题,有待于今后进一步在其受精生物学研究中找出答案。

在精原细胞形成精细胞的一系列变化过程中,黑斑口虾蛄与十足动物有相似之处,总体上都是伴随着胞器种类与数目的减少。黑斑口虾蛄精子发生中细胞质变化明显,随着精细胞的逐渐成熟,细胞质逐渐移向一端,胞质外吐,体积逐步变小;细胞质内的胞器逐步减少、融合与解体,线粒体、内质网、高尔基体等逐步解体为许多的膜形结构。但黑斑口虾蛄与十足动物有一很大的区别,就是前者细胞器没形成顶体结构,而后的顶体结构来源于内质网^[7,8]。

在胞质变小的同时,核却逐渐增大,从而造成核质比的逐步增大。黑斑口虾蛄精子发生中核的变化主要表现在染色质的变化,在精原细胞和初级精母细胞时期,染色质呈团块状,并有异染色质;随着精细胞的发育,染色质逐渐从凝聚状态变为弥散状态,均匀分布于核中。这与十足动物有相似性^[7-9]。但在细胞核的形态上两者明显不同,十足动物的核因顶体结构与核臂或棘突的存在具多样性^[6-9]。另外,黑斑口虾蛄的核膜也有变化,从清晰可见到开始崩解断裂、模糊不清直至完全崩解;而虾蟹类具核膜,尽管大多数种类的核膜不完整^[7-9],但真虾类在整个精子发生过程中保留完整的核膜^[14]。

3.3 次级精母细胞

次级精母细胞期是生殖细胞发育过程中的一个重要阶段,但由于该期变化迅速,经历时间短,较难捕捉, Samuel在报道一种海螯虾(*Moplometopus occidentalis*)的精子发生超微结构时就出现这种情况^[17]。本文也由于这一原因,未能描述黑斑口虾蛄次级精母细胞的超微结构,有待今后补充。

在实验中,曾受到华东师范大学赖伟教授、浙江大学杨万喜教授的指导,浙江医药科学研究所电镜室为我们提供了许多方便,宁波大学硕士生 袁侠与母昌考、本科生徐琼与罗海舟等做了部分工作,在此一并表示感谢。

参考文献:

- [1] Pochor Masson J. Arthropoda Crustacea in Reproductive Biology of Invertebrates. Vol. II. Spermatogenesis and Sperm Function [M]. New York: John Wiley and Sons, 1983. 107- 109.
- [2] Hosfeld B. On sperm ultrastructure, spermiogenesis and the spermatophore of *Heterolaophonte minuta* (Copepoda, Harpacticocopa) [J]. Zoomorphology (Berlin), 1994, 114(4): 195- 202.
- [3] Anderson D T. Barnacles- structure, function development and evolution [M]. London: Chapman & Hall Press, 1992: 128- 133.
- [4] Molares J, Tilves F, Quintana R. Gametogenesis of *Pollicipes cornucopia* (Cirripedia: Scalpellomorpha) in Northwest Spain [J]. Mar Biol, 1994, 120(4): 556- 560.
- [5] Nicotra A, Mura G. Fine structural observations on nuagelike structures during spermatogenesis of *Branchipus visnyai* (Crustacea, Anostraca) [J]. J Crust Biol, 1986, 6(4): 705- 708.
- [6] Du N S, Lai W, Xue L Z. Studies on sperms of *E. Sinensis* H. Milne Edward. II. *Spermatogenesis* [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1988, 19(1): 71- 75. [堵南山, 赖伟, 薛鲁征. 中华绒螯蟹精子的研究 II. 精子发生 [J]. 海洋与湖沼, 1988, 19(1): 71- 75.]
- [7] Li T W. Studies on spermatogenesis and sperm ultrastructure of blue crab *P. trituberculatus* (Miers) [J]. Acta Zoologica Sinica, 1995, 14(1): 41- 47. [李太武. 三疣梭子蟹精子的发生及超微结构研究 [J]. 动物学报, 1995, 14(1): 41- 47.]
- [8] Wang Y L, Zhang Z P, Li S J. Ultrastructure of spermatogenesis in the crab *Scylla serrata* (Forsk.) [J]. Acta Zoologica Sinica, 1997, 43(3): 249- 254. [王艺磊, 张子平, 李少菁. 锯缘青蟹精子发生过程中超微结构 [J]. 动物学报, 1997, 43(3): 249- 254.]
- [9] Wang Y L, Zhang Z P, Li S J. Ultrastructure of spermatogenesis in the shrimp *Penicillates alcocki* [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1998, 29(6): 582- 587. [王艺磊, 张子平, 李少菁. 长毛对虾精子形成的超微结构 [J]. 海洋与湖沼, 1998, 29(6): 582- 587.]
- [10] Qiu G F, Du N S, Lai W. Studies on male reproductive system of *M. nipponense* (de Haan) III. Formation and structure of spermatophore in spermatid duct [J]. Acta Zoologica Sinica, 1997, 43(1): 68- 71. [邱高峰, 堵南山, 赖伟. 日本沼虾雄性生殖系统的研究 III. 输精管内精荚的结构与形成 [J]. 动物学报, 1997, 43(1): 68- 71.]
- [11] Zhu D F, Li S J, Wang G Z, et al. Anatomical and histological studies on the male reproductive system of *Themus orientalis*. Chinese Journal of Zoology, 2000, 35(6): 5- 8. [朱冬发, 李少菁, 王桂忠, 等. 东方扁虾雄性生殖系统的解剖学和组织学研究 [J]. 动物学杂志, 2000, 35(6): 5- 8.]
- [12] Wang C L, Mei W X, Xu S L, et al. Studies on biology and exploitation of *Squilla* in Zhejiang inshore (Special Volum) [J]. Journal of Zhejiang College of Fisheries, 1996, 15(1): 1- 87. [王春琳, 梅文骧, 徐善良, 等. 浙江沿海虾蛄生物学及其开发利用研究(专辑) [J]. 浙江水产学院学报, 1996, 15(1): 1- 87.]
- [13] Liao Y Y, Wu Q S, Ding S H. Microscopical observation on gametogenesis of *Oratosquilla kempfi* [J]. Tropica Oceanology, 2000, 19(2): 74- 81. [廖永岩, 吴琴琴, 丁四海. 黑斑口虾蛄配子发生的显微观察 [J]. 热带海洋, 2000, 19(2): 74- 81.]
- [14] Wang Y L, Zhang Z P, Li S J. Survey of spermatology in Crustacea II. Spermatogenesis and biochemical composition of spermatozoa [J]. Chinese Journal of Zoology, 1998, 33(4): 52- 57. [王艺磊, 张子平, 李少菁. 甲壳动物精子学研究概况 II. 精子发生与精子的生化组成 [J]. 动物学杂志, 1998, 33(4): 52- 57.]
- [15] Wan L, Du N S, Lai W. Ultrastructure of vas deferens and formation of spermatophore of freshwater crab, *Sinopotamon yangtsekiense* (Crustacea, Decapoda) [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1996, 27(4): 373- 377. [王兰, 堵南山, 赖伟. 长江华溪蟹输精管的超微结构与精荚形成的研究 [J]. 海洋与湖沼, 1996, 27(4): 373- 377.]
- [16] Du N S. Carcinology (the last of two volumes) [M]. Beijing: Science Press, 1993. 374- 398. [堵南山. 甲壳动物学(下册) [M]. 北京: 科学出版社, 1993. 374- 398.]
- [17] Haley S R. Ultrastructure of Spermatogenesis in the Hawaiian Red Lobster, *Enoplometopus occidentalis* (Randall) [J]. Journal of morphology, 1986, 190: 81- 92.

图版说明

Explanation of Plate

图版 I

1. 精巢末段横切, 示两个精巢并非愈合, $\times 115$; 2. 交接器软段横切, 示输精管与副性腺管平行排列, $\times 64$; 3. 交接器软段横切放大, 示输精管壁、副性腺管壁与交接器管壁, $\times 160$; 4. 精巢末段横切, 示管腔中不同发育阶段的精细胞, $\times 385$; 5. 精原细胞, 示核膜、异染色质、泡状结构, $\times 5\ 000$; 6. 精原细胞细胞质一部分放大, 示内质网泡与线粒体, $\times 30\ 000$; 7. 初级精母细胞, 示联会染色体, $\times 3\ 500$; 8. 营养细胞, 示染色质, $\times 6\ 000$

Plate I

1. The cross section of terminal section of testis, show two testes part, $\times 115$; 2. The cross section of soft part of penis, show spermatic duct parallel with accessory sex gland duct, $\times 64$; 3. The amplification on the soft part of penis, show the walls of spermatic duct, accessory sex gland and penis, $\times 160$; 4. The cross section of terminal section of testis, show different stages of spermatid; $\times 385$; 5. Spermatogonium, show nuclear membrane, heterochromatin, and bubble structure, $\times 5\ 000$; 6. The amplification on part of cytoplasm of Spermatogonium, show endoplasmic reticulum bubbles and mitochondria, $\times 30\ 000$; 7. Primary spermatocyte, show synaptic chromosome, $\times 3\ 500$; 8. Nurse cell, show chromatin, $\times 6\ 000$

图版 II

1. 刚形成的精细胞, 示细胞核、内质网与线粒体; 2. 精巢中段的精细胞, 示细胞核; 3. 输精管中的精细胞, 示细胞核; 4. 交接器中的精细胞, 示细胞外围厚膜与细胞质; 5. 交接器中的精细胞, 示核膜断裂; 6. 交接器中精细胞细胞质端放大, 示膜形结构; 7. 交接器中精细胞局部放大, 示核膜断裂

Plate II

1. Newly born spermatid, show nucleus, endoplasmic reticulum, and mitochondria, $\times 8\ 000$; 2. Spermatid in medium section of testis, show nucleus, $\times 8\ 000$; 3. Spermatid in vas deferens, show nucleus, $\times 10\ 000$; 4. Spermatid in penis, show thick membrane and cytoplasm, $\times 8\ 000$; 5. Spermatid in penis, show fracture on nuclear membrane, $\times 8\ 000$; 6. The amplification on cytoplasm's end of spermatid in penis, show membrane structure, $\times 25\ 000$; 7. Partial amplification on spermatid of penis, show fracture of nuclear membrane, $\times 50\ 000$

C: 细胞质 (cytoplasm); N: 细胞核 (nucleus); Nc: 营养细胞 (nurse cell); Sg: 精原细胞 (spermatogonium); T: 精巢 (testis); Mp: 交接器膜 (membrane of penis); Vd: 输精管 (Vd: vas deferens); asg: 副性腺 (accessory sex gland); spm: 精英膜 (spermatophore membrane); S: 精细胞 (spermatid); cc: 柱状细胞 (cylindrical cell); Ps: 初级精母细胞 (primary spermatocyte); hch: 异染色质 (heterochromatin); Nm: 核膜 (nuclear membrane); M: 线粒体 (mitochondria); EV: 内质网泡 (endoplasmic reticulum vesicles); Sc: 联会染色体 (synaptic chromosome); Ch: 染色质 (chromatin); Ms: 膜形结构 (membrane structure)

欢迎订阅 2003 年《水产文摘》

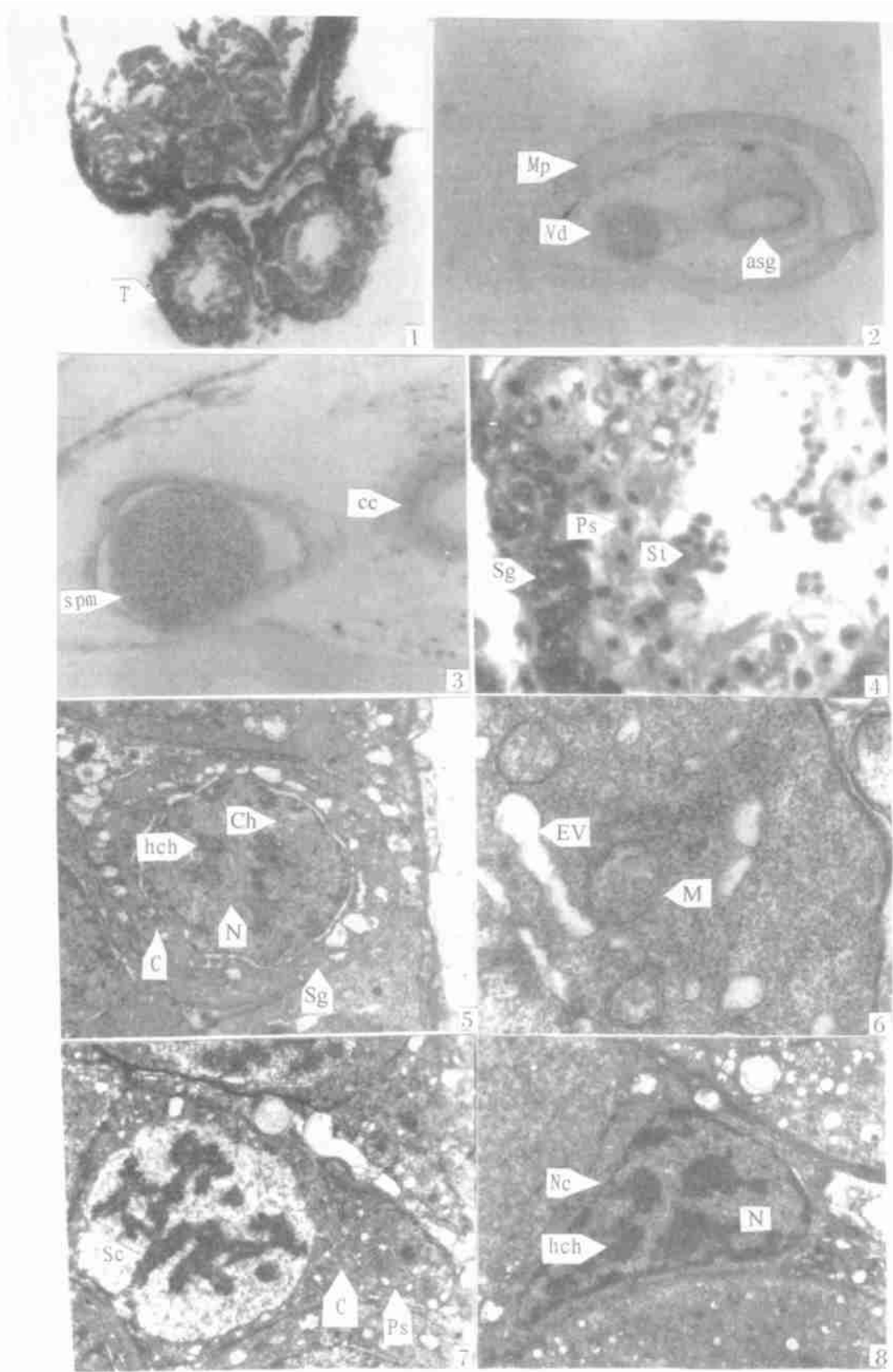
《水产文摘》创刊于 1963 年, 由中国水产科学研究院南海水产研究所主办, 是我国水产行业外文文摘信息的权威检索刊物, 文摘信息源刊包括美、英、荷兰、加拿大、日、法、德、俄、澳大利亚、印度、菲律宾、中、韩等十多个国家的 140 多种核心期刊、论文汇编、专著等, 能全面、及时报道世界各地渔业科研、生产的新技术、新成就、新动向, 学科包括水产总论、渔业生物学、水产资源、捕捞技术、水产养殖、水产生物病害及防治、水产品加工、渔业生态环境等九个类目。年终编辑出版本年度主题索引。

《水产文摘》为月刊, 每月 10 日出版, 国内外公开发行, 邮发代号: 46-65。每期定价 8.00 元, 全年 12 期共 96.00 元 (含邮费)。读者可到当地邮局订阅, 也可汇款到《水产文摘》编辑部订阅或补订。

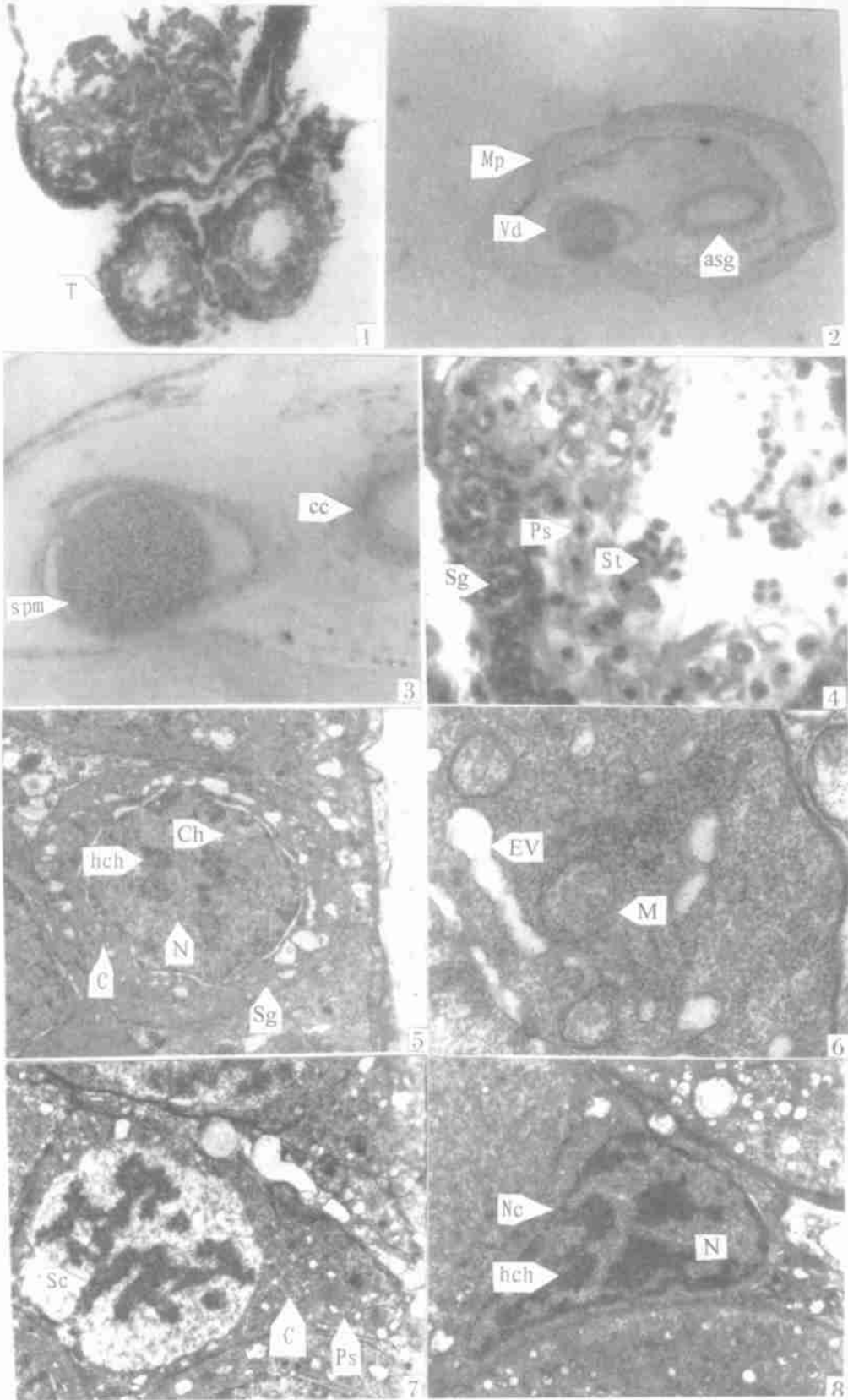
编辑部地址: 广州市新港西路 231 号, 邮编: 510300

联系电话: 020-84458694, 传真: 020-84451442

E mail: scwz@163.net



图版 I



图版 II