

长毛对虾精子的发生过程*

洪水根 夏传武[†] 吴文杰^{††} 周时强^{†††} 倪子锦^{††††} 叶军

(厦门大学细胞生物研究室 ^{†††}海洋系 ^{††††}电镜室 厦门 361005)

[†](湖北省职工医学院 沙市 434000)

^{††}(泉州师范高等专科学校 福建泉州 362000)

提要 于1989—1994年每年4—5月,在福建省漳浦县海区采集长毛对虾,以雄虾精巢为材料,应用光镜和电镜技术研究长毛对虾的精子发生情况。结果表明,长毛对虾精子的发生可划分为精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞、精子细胞及精子5个阶段。精原细胞染色质呈团块状分布在核内膜,胞质电子密度低,呈嗜酸性,细胞紧密排列在一起;初级精母细胞核糖体密度高,胞质呈现嗜碱性;次级精母细胞经历减数分裂变化;精子细胞变态过程主要表现在顶体的形成,顶体由粗糙型内质网演变形成;成熟精子由圆球状的主体部和钉子状的棘突部组成,核染色质属非浓缩型,呈絮状弥散分布于核内,精子全长约为7 μ m。

关键词 长毛对虾 精子发生 精子 顶体

学科分类号 Q954.43

随着对虾养殖业的迅速发展,有关对虾生殖细胞的研究已引起国内外学者的重视(陈倅等,1986;林勤武等,1991;洪水根,1992;洪水根等,1988,1990,1991,1993,1998;Mendina,1994a,b;Mendina *et al.*,1994)。当前,有关对虾精子形态结构特点已有论文相继发表(陈倅等,1986;林勤武等,1991;洪水根等,1993;Mendina,1994b;Mendina *et al.*,1994),而对于对虾精子发生的详细过程则报道很少(洪水根等,1993,1998),而且仍存在许多问题有待于进一步研究。本文报告长毛对虾精子发生过程的研究结果,以期长为长毛对虾精子的形态结构研究提供资料。

1 材料与方法

于1989—1994年每年4—5月间取福建省漳浦县前亭江水产开发公司养殖场捕捞的成熟长毛对虾(*Penaeus penicillatus*)雄虾精巢,按洪水根等(1993)的方法进行处理。

2 结果

2.1 精原细胞(spermatogonium, SG)

长毛对虾的精巢由多个左右两侧对称排列的细长叶状的精巢管组成。精巢管外由结缔组织围成。精原细胞集中在精巢管的一端形成(图1a, b, SG)。细胞近圆形,直径约为

* 国家自然科学基金资助项目,39170407号。洪水根,男,出生于1940年11月,硕士,教授,E-mail: shghong@xmu.edu.cn

收稿日期:1996-08-26,修改稿日期:1998-06-02

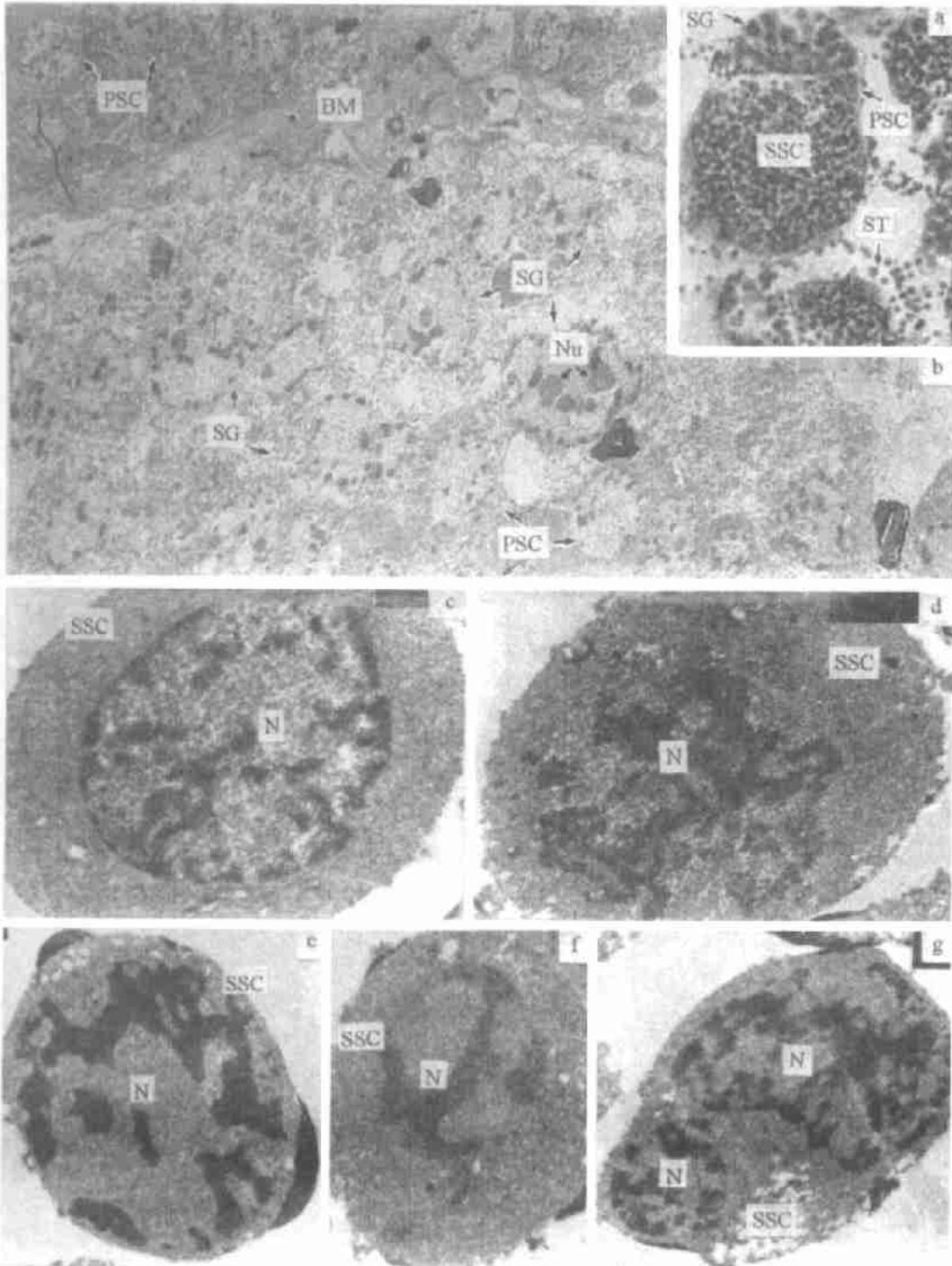


图1 长毛对虾精巢管、精原细胞和精母细胞照片

Fig.1 Electron micrograph of the testicular tubules, spermatogonia and spermatocytes of *P. penicillatus*
 a. 精巢管光镜照片, × 165. b. 精原细胞和初级精母细胞电镜照片, × 1 035. c—g. 次级精母细胞, 示经
 历减数分裂变化; c. × 14 000; d—g. × 10 000. BM: 基膜; N: 细胞核; Nu: 核仁; PSC: 初级精母细胞; SG:
 精原细胞; SSC: 次级精母细胞; ST: 精子细胞

10—13 μm 。核呈桃形,直径约为8—10 μm 。染色质呈团块状附于核内膜,核中可见1—2个肾形的核仁,其电子密度比染色质稍低(图1b, Nu)。核质之间核膜界限明显。胞质核糖体疏松散布其中,线粒体数量少,结构简单。胞质间可见呈空泡的结构,胞质经H.E染色呈嗜酸性。精原细胞紧密排列在一起,细胞界限不明显,呈成片分布特点(图1a, b, SG)。

2.2 初级精母细胞(primary spermatocyte, PSC)

精原细胞经有丝分裂发育为初级精母细胞(图1a, b, PSC)。初级精母细胞呈圆形或卵圆形,体积略比精原细胞小,直径约为7—8 μm 。核呈圆或椭圆形,核径约为5—6 μm 。染色质亦呈团块,但分布在整个核质中。与精原细胞相比,初级精母细胞胞质核糖体密度增大,胞质电子密度明显比核质高。H.E染色,胞质呈嗜碱性。细胞虽仍相互紧密排列在一起,但细胞界限变得较为明显。根据上述特点,可以在形态上将这两个时期的细胞区分开来。精原细胞和初级精母细胞之间有时由基膜相互隔开,呈分区分布(图1b, BM)。

2.3 次级精母细胞(secondary spermatocyte, SSC)

进入次级精母细胞时期,细胞排列松散,不再紧密排列在一起。细胞呈卵圆形,核经历减数分裂的变化(图1c—g, SSC)。细胞大小相差较大,直径为4—6 μm 。图1g示核正经历减数分裂末期的次级精母细胞,切面看到核分裂而胞质尚未分裂。

2.4 精子细胞(spermatid, ST)

完成减数分裂后,细胞进入精子细胞发育变态阶段。早期精子细胞接近圆形,直径为4—5 μm 。核呈圆形,核径约为3.5 μm 。核染色质聚积成团块的程度下降,呈弥散状分布于核中(图2a, N)。随着精子细胞发育,胞质中的粗糙型内质网急剧增加,并且环绕核形成数层完整的RER圈,核染色质再度凝聚(图2b, RER, N), RER进一步扩大在核的一端形成RER区,除了核糖体外,胞质基本上为RER所充满(图2c, RER)。RER腔扩大逐渐形成前顶体囊(图2d, AV),蛋白质酶类逐渐在其中沉积,浓缩形成顶体锥(图2d, 箭头;图2e, AN)。核染色质再度解聚,形成絮状物均匀散布在核内(图2e, N)。顶体锥向前突起伸长,形成棘突(图2f—g, i, AN, SP)。棘突内含有直径为6nm左右的顶体纤丝,纤丝之间相隔约为6nm(图2g)。顶体锥向四周延伸形成顶体帽,覆盖在核上方(图2f, AP)。在顶体帽与核之间的间隙内有一条由短杆状的膜性结构形成的宽度约为100nm的细胞质带(图2g, CP)。除此之外,胞质中尚可见数量很少、结构简单的线粒体(图2e, f, M)。精子细胞通常在一个充满液体物质的小腔穴中发育(图2h),并可见足细胞散落分布其间(图2h, SE)。

2.5 精子(spermatozoon, S)

成熟精子由圆球状的球体部和钉子状的棘突部组成。球体部长径为3.0—3.5 μm 。棘突长一般与球体部长径相等,但也有有的棘突长度比球体部更长,可达3.8 μm (图2i, SP)。球体部主要为核区,核区近于球形,结构松散,电子密度低,染色质呈絮状散布于核中。棘突由顶体组成。它包括顶体锥和顶体帽两部分。在成熟精子中,除顶体外,胞质极度退化,仅在顶体帽及核区之间存在一些膜性结构组成的细胞质带。核膜不完整,与精子质膜紧贴形成精子边界(图2i)。

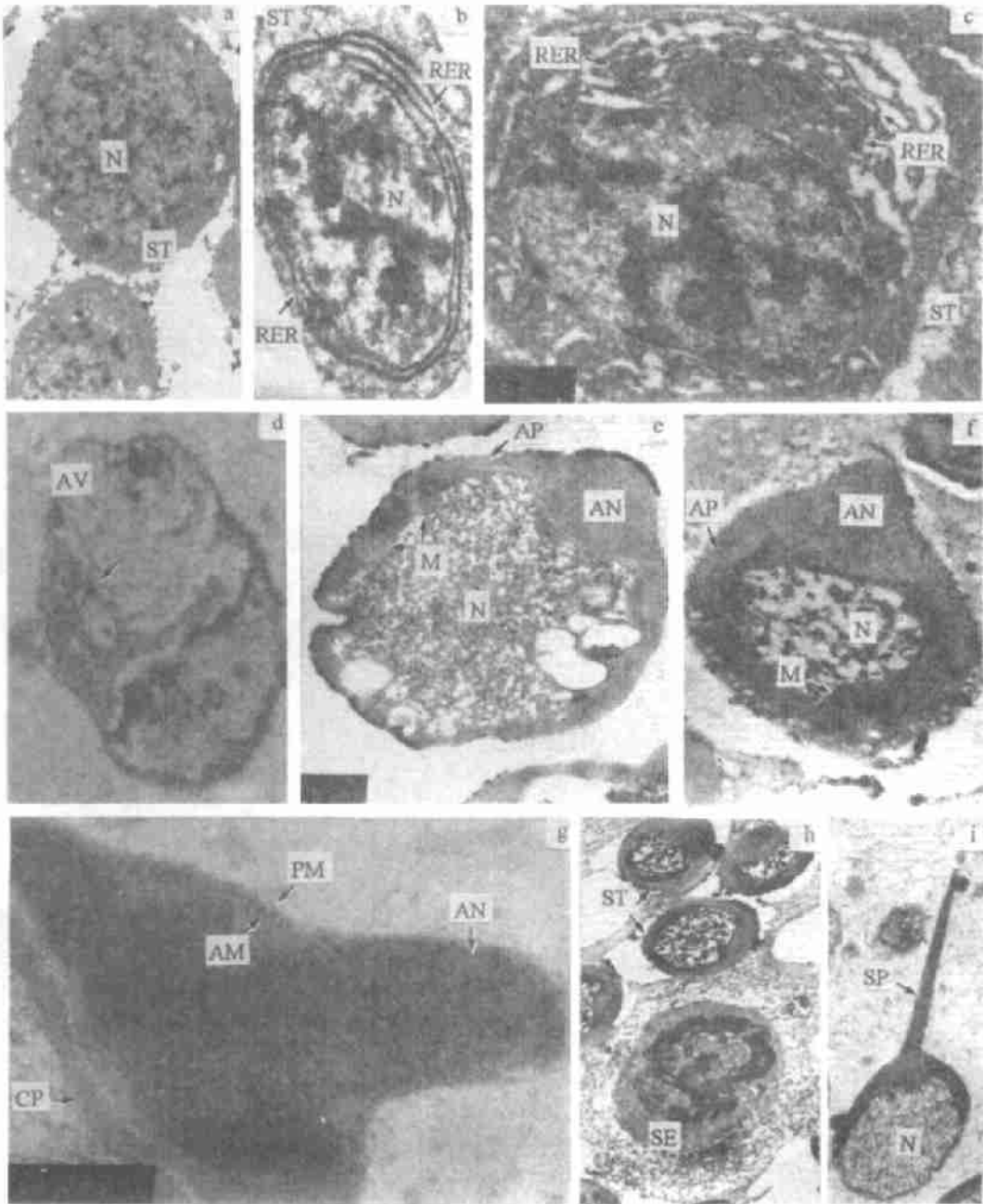


图 2 长毛对虾精子细胞变态过程

Fig.2 The stage of sperm metamorphosis

a—f. 精子细胞变态过程: a. $\times 7\ 200$; b. $\times 14\ 000$; c. $\times 10\ 000$; d—f. $\times 19\ 000$. g. 顶体结构高倍观(示内含纤维), $\times 48\ 000$. h. 精子细胞和足细胞, $\times 5\ 800$. i. 成熟精子, $\times 7\ 200$. AM: 顶体膜; AN: 顶体核; AP: 顶体帽; AV: 顶体囊; CP: 细胞质; M: 线粒体; N: 细胞核; PM: 质膜; RER: 粗糖型内质网; SE: 足细胞; SP: 棘突; ST: 精子细胞

3 讨论

3.1 精子发生中核的变化

长毛对虾精子核变化主要表现两个方面:染色质的变化和核膜的变化。

在精原细胞和初级精母细胞时期,染色质呈团块状,主要附于核内膜或核质中(图 1b, SG, PSC)。次级精母细胞时期,由于经历减数分裂,染色质出现剧烈的形态变化。随着精子细胞的变态,染色质逐渐从凝聚状态变为松散的絮状,均质散布在核中(图 2c, e, i, N)。成熟精子的核属于非浓缩型。染色质的这种变化,是与对虾精子属于无鞭毛不动类型相适应的。联系到有鞭毛可动类型的精子,如鲑精子,由于适应其精子运动需要,在精子发生过程中,核染色质发生巨大的浓缩,其核体积从精原细胞到成熟精子缩小 27 倍,精细胞核体积的变化,减少了自身的重量,有利于精子的运动(洪水根等, 1995)。而对虾精子从精原细胞到成熟精子阶段,核染色质并不发生浓缩的变化,反而从精原细胞时期的呈团块凝聚状态变为呈絮状弥散分布状态。这期间精子核体积仅缩小至原来的 1 / 8,这就保证对虾精子在海水中具有相对较大的体积和稳定的状态,从而增加与卵子碰撞接触的机会,这是对虾精子对受精的一种适应。

另外,在对虾精子发生过程中,核膜也发生了明显变化。精原细胞核膜完整,界限清楚(图 1b, SG),而成熟精子的核膜不连续(洪水根等, 1993),这也是对对虾被动受精、有利于核内遗传物质进入卵内的一种适应。

3.2 棘突的形成及作用

洪水根等(1993)论证了对虾棘突属于顶体结构,其作用是在受精过程中插入并溶解卵膜,以利受精。在多数有鞭毛的精子,其顶体是来源于高尔基体的演变(洪水根等, 1995);而对于无鞭毛的精子类型,近年来,多数学者较为一致的看法是,十足类动物精子顶体可能起源于内质网小泡(堵南山等, 1988; Dochon-Masson, 1985)。但作为同一对虾属,斑节对虾(*Penaeus morodon*)精子顶体来源于高尔基体(洪水根等, 1998),而长毛对虾精子顶体明显地由粗糙型内质网演化形成(图 2b, c, RER)。这表明,十足类动物顶体大而复杂,其来源同样具有多样性。

参 考 文 献

- 陈 隼, 崔维喜, 1986. 中国对虾雄性生殖系统的结构及发育. 动物学报, 32(3): 255—559
- 林勤武, 刘瑞玉, 相建海, 1991. 中国对虾精子的形态结构、生理生化功能的研究 I. 精子的超微结构. 海洋与湖沼, 22(5): 397—401
- 洪水根, 林加涵, 陈细法等, 1988. 长毛对虾卵子发生的研究 I. 卵子发生过程. 海洋与湖沼, 19(4): 301—306
- 洪水根, 汪德耀, 1990. 长毛对虾卵子发生的细胞化学研究. 海洋学报, 12(2): 231—235
- 洪水根, 陈细法, 1991. 长毛对虾卵母细胞环形片层的研究. 厦门大学学报(自然科学版), 30(1): 84—87
- 洪水根, 1992. 长毛对虾卵子发生的研究 II. 卵黄发生. 海洋与湖沼, 23(3): 280—284
- 洪水根, 陈细法, 周时强等, 1993. 长毛对虾精子发生的研究 I. 精子的形态结构. 动物学报, 39(3): 239—243
- 洪水根, 孙 涛, 倪子绵等, 1995. 中国鲑精子发生的研究 I. 精子的发生过程. 动物学报, 41(4): 393—397
- 洪水根, 李祺福, 郭永刚等, 1998. 斑节对虾精子发生的超微结构. 动物学报, 44(1): 1—4
- 堵南山, 薛鲁征, 赖 伟, 1988. 中华绒螯蟹精子的研究 II. 精子发生. 海洋与湖沼, 19(1): 71—75

Mendina A, 1994a. Spermatozoal ultrastructure of *Penaeus kerathurus* and *Penaeus japonicus* (Crustacea Dendro-brobranchiata). *Zoomorphology*, 114: 161—167

Medina A, 1994b. Spermiogenesis and sperm structure in the shrimp *Parapenaeus logirostris* (Crustacea, Dendrobranchiata). Comparative aspects among decapods. *Mar Biol*, 119: 449—460

Mendina A I, Lopez de La Rosa, Santos A, 1994. Ultrastructural comparison of the spermatozoa of *Sicyonia carinata* (Sicyoniidae) and *Penaeopsis serrata* (Penaeidae) shrimp (Crustacea, Dendrobranchiata), with particular emphasis on the acrosomal structure. *J Submicrosc Cyto Pathol*, 16(3): 395—403

Pochon-Masson J, 1983. Arthropoda-Crustacea. In: Adiyodi K G, Adiyodi R G ed. *Reproductive Biology of Invertebrates, Vol II: Spermatogenesis and Sperm Function*. New York: John Wiley & Sons Ltd. 407—449

SPERMATOGENESIS IN THE SHRIMP *PENAEUS PENICILLATUS*

HONG Shui-gen, XIA Chuan-wu[†], WU Wen-jie^{††},
ZHOU Shi-qiang^{†††}, NI Zi-mian^{††††}, YE Jun

(Laboratory of Cell Biology, ^{†††}Department of Oceanography, ^{††††}Laboratory of Electron Microscopy,
Xiamen University, Xiamen, 361005)

[†](Hubei Province Medical College, Shashi, 434000)

^{††}(Quanzhou Teachers College, Quanzhou, Fujian Province, 362000)

Abstract Using light and electron microscopy, with testicular as the experimental material, the spermatogenesis in the shrimp (*Penaeus penicillatus*) which was caught in the sea during April—May from 1989—1994, reared in aquaculture farm temporally, has been studied. The result shows that the spermatogenesis in *P. penicillatus* includes five stages: spermatogonium, primary spermatocyte, secondary spermatocyte, spermatid and spermatozoon. At the stage of spermatogonium, the chromatin looks like bulk, dispersed along the inner nuclear membrane. The cytoplasm is low in electron density and is acidophilic. The spermatogonia are tightly arranged each other. The primary spermatocyte has a lot of ribosomes and the cytoplasm is basophilic. At the stage of secondary spermatocyte, meiosis occurs in the nucleus. The formation of the acrosome is a main event in the metamorphosis of the spermatid. The acrosome is evolved from rough endoplasmic reticulum (RER). The mature sperm is composed of ball-like spherical body and nail-like spike. The dispersive chromatin is unconcentrated. The length of the sperm is about 7 μ m.

Key words *Penaeus penicillatus* Spermatogenesis Sperm Acrosome

Subject classification number Q954.43