

日本沼虾三种细胞器在精子发生过程中变化的研究^{*}

杨万喜

(杭州大学生命科学学院生物学系 杭州 310012)

摘 要 应用透射电镜技术,研究了日本沼虾在精子发生过程中线粒体、溶酶体及内质网的变化.从精原细胞到精子,生精细胞内线粒体数量逐渐增多,结构渐趋复杂化,并形成衍生物,参与精子顶体的形成.溶酶体从初级溶酶体逐渐形成次级溶酶体,其中包括包裹溶酶体及溶噬体;部分溶酶体构成精子顶体的一部分.精子发生的全过程中,未见典型的粗面内质网(RER),仅见泡状粗面内质网(VRER);滑面内质网只在精原细胞期出现.支持细胞的作用包括两个方面:一为支持作用,使生精细胞有一个适宜的发育场所;二为营养作用,为生精细胞的发育提供足够的物质和能量.

关键词 日本沼虾;精子发生;支持细胞;细胞器;生精细胞

中图法分类号 Q954.434; Q959.223.63

STUDIES ON CHANGES IN THREE ORGANELLE DURING SPERMATOGENESIS OF *MACROBRACHIUM* *NIPPONENSE* (DE HAAN)

YANG Wanxi

(School of Life Science, Hangzhou University, Hangzhou 310012)

Abstract The changes of mitochondria, lysosomes and endoplasmic reticulum during spermatogenesis of *Macrobrachium nipponense* (de Haan) were investigated by the method of transmission electron microscope (TEM). From spermatogonium to sperm, mitochondria in spermatogenic cells gradually increased in number, with complicated structure, then formed derivatives, took part in formation of acrosome. The forms of lysosome changed from primary lysosome to second lysosome, including the formation of wrapping lysosome and lysosomophagosome and some lysosomes became one part of acrosome. Typical rough endoplasmic reticulum (RER) were not seen during the process of spermatogenesis, only vesicular RER appeared and smooth endoplasmic reticulum (SER) only presented at spermatogonium stage. The function of sustentacular cells was found in two aspects: one was sustentacular, which made a suitable place for the development of spermatogenic cells, another was nutritive, which supplied materials and energy for the development of spermatogenic cells.

Key word *Macrobrachium nipponense* (de Haan); spermatogenesis; sustentacular cell; spermatogenic cell

十足类甲壳动物的精巢结构及精子发生已有大量报道^[1~6].从精原细胞发育至精子,生精细胞内线粒体^[7~9]、高尔基体^[7]、内质网^[8,9]及微管^[9]等,在形态、结构与数量方面往往发生规律性的变化,同时一些细胞器特化,形成精子的顶体^[1,2,4,6,9].此外,生精细胞与支持细胞之间物质及信息交流频繁^[11].精母细胞通过胞吐作用(exocytosis),丢掉部分细胞质^[8],使生精细胞逐渐变小,而支持细胞则逐渐变大.以往的研究偏重在细

胞核变化及顶体形成方面,而对线粒体和内质网等细胞器作用的研究较少^[1,2,4,7,9],尤其对溶酶体未见报道。

作者应用透射电镜技术,对日本沼虾(*Macrobrachium nipponense* de Haan)精子发生过程中生精细胞与支持细胞内线粒体、溶酶体与内质网以及两种细胞间的物质交流进行了研究,发现在整个精子发生过程中存在一定的变化规律,现报道如下。

1 材料及方法

1995年9月至1996年8月,分批从上海杨柳青路集贸市场购得活虾,暂养于玻璃水族缸(0.60 m × 0.30 m × 0.35 m)内,使其恢复体力。每次取体长相似而生殖腺处于不同发育阶段的雄虾5只。然后解剖,迅速取出精巢,切成1 mm³左右的小块,用0.1 mol/L pH 7.4 磷酸缓冲液配制的2.5%戊二醛(*v/v*)及1%锇酸(OsO₄)(*m/m*)双固定,酒精系列脱水至90%(*v/v*)后转入丙酮;618环氧树脂渗透并包埋,瑞典LKB-2088超薄切片机切片,醋酸铀及柠檬酸铅双重染色,JEM-100 CXII透射电子显微镜观察并拍照。

2 结果与分析

2.1 精原细胞期(spermatogonium stage)

精原细胞为圆形或椭圆形。核也呈圆形或椭圆形,较大,占精原细胞体积的大部分。核内一部分染色质积聚成团,附于核膜内侧。细胞质内均匀分布大量粗面内质网小泡(图版 I: 1),滑面内质网一般在核的周围,为多层同心圆结构(图版 II: 1)。线粒体较少,通常集中于细胞的一侧,在细胞的其它区域很难见到典型的线粒体。

支持细胞的细胞质有多个尖楔状突起,这些突起穿插于精原细胞之间。细胞质内有大量初级溶酶体及粗面内质网小泡,常见高尔基体,但线粒体数量不多(图版 II: 3)。由于受精原细胞的挤压,很难见到典型的支持细胞核。

线粒体在两种细胞内的数量均较少,表明这一时期精原细胞生理活动较弱,其细胞核还没有发生剧烈变化,精子的顶体还没有开始形成,细胞发育所需的能量相对较少。

2.2 初级精母细胞期(spermatocyte stage I)

初级精母细胞卵圆形或长卵圆形,较精原细胞小,但细胞质相对增多,内含大量细胞器。细胞核卵圆形或椭圆形,有时内陷,凹陷部分的细胞质中含大量线粒体及粗面内质网小泡。线粒体逐步向细胞的一端集中,且密度较大。初级溶酶体数量较多,体积较大,泡状或囊状(图版 I: 2, 3)。

支持细胞内粗面内质网小泡增多,线粒体大量出现。次级溶酶体形成,常以自噬体(autophagosome)的形式存在(图版 II: 2)。自噬体内含有退化或多余的细胞器及细胞质基质,这些物质随后被溶酶体内的水解酶消化。支持细胞仍具有尖楔状突起,但细胞体逐渐明显。

线粒体的大量出现,与生精细胞的进一步分化有关。从这一时期起,生精细胞生理活动逐渐旺盛,细胞需要大量能量,这些能量除了靠生精细胞自身的线粒体供应外,支持细胞也通过两种细胞间的连接结构提供部分能量。次级溶酶体的出现,有利于分解支持细胞内多余的细胞器以及细胞质基质。粗面内质网小泡增多,表明此时支持细胞内蛋白质合成活动旺盛,部分小分子量蛋白质能通过两种细胞间的连接转移到初级精母细胞内,为初级精母细胞的发育提供物质保障。

2.3 次级精母细胞期(spermatocyte stage II)

次级精母细胞略小于初级精母细胞。染色质浓缩,贴于核膜内侧。核基质电子密度较低,核孔复合体明显,核内外分布大量颗粒,这些颗粒是核糖体亚单位或已经包装好的mRNA^[12]。线粒体大,嵴丰富(图版 I: 4, 5)。次级溶酶体活动旺盛,吞噬脂滴、多余线粒体及细胞质基质,形成包裹溶酶体(wrapping lysosome)(图版 I: 4)。包裹的物质被消化分解后,残体被排出溶酶体外,排遗后的溶酶体可再次参加自噬过程。常见次级精母细胞的胞吐现象,多余线粒体、溶酶体等细胞器及细胞质基质通过胞吐进入支持细胞内(图版 I: 6)。

支持细胞仍呈楔状,但体积明显变大,楔状突起由尖变钝。细胞质内具初级溶酶体及次级溶酶体。次级

溶酶体大, 形成典型的包裹溶酶体及溶噬体(lysosomophagosome)(图版 II: 2,4). 线粒体嵴丰富, 结构典型(图版 II: 8). 粗面内质网小泡数量较多, 未见滑面内质网.

次级精母细胞逐渐变小, 这除了其细胞质及细胞核浓缩外, 溶酶体的自噬及细胞的胞吐是最主要的原因. 典型的现象是形成包裹溶酶体及溶噬体, 细胞内大量多余的物质被这两种溶酶体分解和清除. 这两种溶酶体可循环使用, 直至衰老. 胞吐是减小细胞体积最常用的方式之一. 大量多余的细胞器及细胞质基质经胞吐作用被排到次级精母细胞外.

2.4 精细胞期(spermatid stage)

精细胞进一步变小, 核物质占细胞体积的绝大部分, 细胞质的绝大部分分布于细胞一侧. 早期核圆形(图版 II: 5,7), 染色质均匀分布, 非浓缩状, 常见一些空泡分布于核基质内. 后细胞核逐步拉长, 整个细胞呈扁盘状(图版 II: 6), 核物质逐步浓缩. 位于细胞的一侧, 由高尔基体及线粒体衍生物形成的扁片状结构逐步堆积, 部分溶酶体也参与了这一过程. 这种扁片状结构形成精子的前顶体(图版 II: 5,6,9). 粗面内质网数量少, 精细胞内仅见散布的核糖体颗粒. 次级精母细胞内大量存在的粗面内质网小泡, 通过胞吐而被排到支持细胞内.

支持细胞尖楔状突起基本消失, 细胞体积大, 细胞质内分布有次级溶酶体. 粗面内质网小泡及游离核糖体, 但数量明显少于次级精母细胞期. 线粒体结构典型(图版 II: 8), 常见典型的高尔基体(图版 II: 9).

典型线粒体消失, 其衍生物参与前顶体的形成, 与后来精子发生顶体反应需要大量能量有关. 线粒体虽然形成衍生物, 但仍保持线粒体的功能^[7,8]. 早期精细胞, 具有较多初级溶酶体, 至晚期, 典型溶酶体消失, 这一现象并不表明晚期精细胞不具溶酶体. 作者分析, 晚期精细胞内溶酶体形成膜囊状结构, 参与精子前顶体的形成. 溶酶体参与顶体的形成, 与日本沼虾精子入卵过程有关. 顶体反应后, 溶酶体内大量的水解酶能分解卵膜的各种组分, 使精子能顺利入卵. 晚期精细胞内细胞核占细胞体积的绝大部分, 细胞质很少, 供精细胞形成所需的物质已基本形成, 不需大量合成各种蛋白质, 因而精细胞内粗面内质网小泡少, 甚至消失.

2.5 精子期(sperm stage)

晚期精细胞的原顶体逐渐浓缩聚合, 形成具横纹的浅盘状结构, 然后这种结构向外突起, 形成精子的棘突(spike), 使整个精子呈外翻的伞状或漏斗状(图版 II: 11). 棘突具有明显的纵条纹. 细胞核浓缩, 具两种基本形态: 一为泡状, 二为丝状. 泡状核物质散布于丝状物质之间(图版 II: 10,11).

精子内部无典型的细胞器, 线粒体衍生物及溶酶体均参与形成棘突及主体部前端部分. 由于细胞质高度浓缩, 看不到粗面内质网小泡.

支持细胞的形状及各种细胞器的变化同精细胞期. 精子形成后, 逐步由输精细管进入输精管, 并被包装成精英, 交配时排出体外.

3 讨 论

3.1 线粒体

近年来, 有关线粒体的报道不少, 氧化磷酸化及蛋白质跨线粒体膜运输是当前最活跃的研究领域^[13]. 虽然精子发生过程中线粒体的作用十分重要, 但十足类甲壳动物在这方面的深入研究还较少^[1,2,7,9]. 日本沼虾精子发生过程中, 从精原细胞到精子, 线粒体在形态及数量方面的变化, 反映了生精细胞生理活动在不同发育时期的旺盛程度. 精原细胞生理活动较弱, 线粒体数量较少, 精母细胞的细胞质及细胞核在形态上开始发生剧烈变化, 需要大量能量, 因而线粒体数量较多, 次级精母细胞的细胞核及细胞质中富含颗粒状核糖体亚单位及已经装配好的 mRNA, 这些物质通过核孔进入细胞质. 这一现象表明, 次级精母细胞正在大量合成各类蛋白质. 精细胞内, 线粒体结构改变, 形成衍生物, 参与精子顶体的形成. 精子内, 无典型的线粒体.

日本沼虾精母细胞内线粒体数量多, 且嵴发达, 这一点与中华绒螯蟹相同^[1]. 精细胞与精子内看不到典型的线粒体^[1,4,8]. 甲壳动物精子发生过程中, 线粒体的变化我认为至少包括以下几个方面: (1). 数目及形态; (2). 嵴的数量与排列方式; (3). 基质结构. 这些变化反映了生精细胞在不同发育时期能量消耗的变化. 在一种螯虾(*Cambarus* sp.)^[9]的精子发生过程中, 线粒体形成膜状衍生物, 这些衍生物和典型线粒体一样,

参与细胞的氧化磷酸化过程,为精子的新陈代谢提供能量.MacRoan^[7]及 Nath^[14]均认为,顶体或者至少是顶体膜,可能是来源于线粒体,作者的观察结果与此一致.

3.2 溶酶体

溶酶体是精子发生过程中最重要的细胞器之一,它在整个过程中执行着重要的功能.许多研究表明,动物精子的顶体中,含有作为溶酶体标志酶的酸性磷酸酶,这证明溶酶体参与了精子顶体的形成^[15].以往在研究十足类甲壳动物精子形成时,没有注意到溶酶体的上述功能.根据作者的观察,日本沼虾精子发生过程中,溶酶体不仅参与形成精子的顶体,而且在生精细胞体积的改变、保持细胞内正常的代谢环境方面起着重要作用.在日本沼虾精巢中,随着精子的发生,溶酶体的形态逐渐从初级溶酶体变为次级溶酶体,精母细胞出现自噬体(autophagosome),由于其包裹的细胞质基质及细胞器特别多,自噬范围大,因此又称为巨自噬(macroautophagy).包裹溶酶体及溶噬体的出现,标志着次级精母细胞的形成.作者观察到,包裹溶酶体内,不仅含有细胞质基质,而且含有线粒体、脂滴、粗面内质网小泡等,这些物质经过各种水解酶的分解,最后释放出小分子物质,使生精细胞变小.晚期精细胞内,虽然溶酶体的结构很难分辨,但精细胞进一步变小,作者认为溶酶体起了一定的作用.

生精细胞变小的另一个原因是次级精母细胞的胞吐作用.在胞吐泡内,不仅含有大量的细胞质基质,而且含有线粒体、溶酶体等多余细胞器(图版 I: 6).晚期精细胞保留的细胞质很少,进一步发育所必需的细胞器被保留了下来.

3.3 内质网

在日本沼虾精子发生过程中,作者始终没有观察到典型的粗面内质网,只观察到粗面内质网小泡.精原细胞内有大量滑面内质网(图版 II: 1),其功能不清.从精原细胞到精细胞,细胞内粗面内质网小泡逐渐增多.Kaye 等^[10]在对日本拟螯虾(*Cambaroides japonicus*)精子发生研究中发现,生精细胞质内有 4 种密切相关的内质网膜系统,即环形片层、泡状内质网、大型丝状网以及与核膜相连的致密片层.环形片层有时候被认为是滑面内质网^[12].本研究中,作者仅观察到泡状粗面内质网及滑面内质网.内质网在十足类甲壳动物精子形成中的作用有待于进一步探索.

3.4 支持细胞(sustentacular cells)

支持细胞与生精细胞的关系密切,两者间存在复杂的连接结构,并且进行频繁的物质及信息交流^[16].但在十足类甲壳动物中研究还很少^[11].小分子物质可以通过两种细胞的连接相互交流,大分子物质包括线粒体、溶酶体等细胞器,根据作者的观察,主要通过胞吐作用,从次级精母细胞转运到支持细胞.在日本沼虾精巢中,支持细胞的作用是多方面的,其中两个方面根据作者的研究显而易见:一为支持作用,使生精细胞有一个适宜的发育场所;二为营养作用,为生精细胞的发育提供足够的物质和能量.

从支持细胞大小及形态的变化,可以判断生精细胞的发育程度.精原细胞期,支持细胞的形状极不规则,每个细胞形成多个尖楔状突起,多个突起围成杯状囊,包裹精原细胞;精母细胞期,由于精母细胞内大量的细胞质通过胞吐作用进入支持细胞,使支持细胞逐渐变大,突起逐渐变钝,胞核结构清楚,至次级精母细胞期,已可见近圆形的细胞核(图版 II: 4);精细胞期及精子期,支持细胞的尖楔状突起基本消失,精细胞完全被支持细胞隔开(图版 II: 7,9).

支持细胞内线粒体、溶酶体及内质网在形态、数目及结构上的变化,也能反映出精细胞的分化进程.精原细胞期,精原细胞的生理活动虽相对较弱,但支持细胞内溶酶体、粗面内质网小泡的数量却都较多,这就为精原细胞的进一步发育提供了必要的条件;精母细胞期,生精细胞生理活动逐渐旺盛,支持细胞内线粒体、溶酶体及粗面内质网小泡明显增多,在初级精母细胞期,这种细胞器的增多能满足生精细胞分化的需要.在次级精母细胞期,细胞器的增多是由生精细胞胞吐作用引起的,次级精母细胞内大量细胞器以这种方式进入支持细胞;精细胞期,精细胞处于内部特殊结构的形成之中,此时支持细胞内,典型线粒体很少,粗面内质网小泡及溶酶体仍然很多,这有利于维持支持细胞内环境的相对稳定,从而确保生精细胞的正常发育.

参考文献

- 1 堵南山,薛鲁征,赖伟.中华绒螯蟹精子的研究 II: 精子发生.海洋与湖沼. 1988, 19(1): 71 ~ 75

- 2 李太武. 三疣梭子蟹精子的发生及超微结构研究. 动物学报. 1995, **41**(1): 41 ~ 47
- 3 邱高峰, 堵南山, 赖伟. 日本沼虾雄性生殖系统的研究 - 雄性生殖系统的结构及发育. 上海水产大学学报. 1995, **4**(2): 107 ~ 111
- 4 Koehler LD. A unique case of cytodifferentiation; Spermiogenesis of the prawn, *Palaemonetes paludosus*. *J Ultras Res*. 1979, **69**: 109 ~ 120
- 5 Haley SR. Spermatogenesis and spermatophore production in the Hawaiian red lobster *Enoplometopus occidentalis* (Randall) (Crustacea, Nephropidae). *J Morphol*. 1984, **180**: 181 ~ 193
- 6 Felgenhauer BE, Abele LG, Kim W. Reproductive morphology of the anchialine shrimp *Procaris ascensionis* (Decapoda: Procarididae). *J Crust Biol*. 1988, **8**(3): 333 ~ 339
- 7 MaCroan JE Jr. Spermatogenesis of the crayfish, *Cambarus virilis*, with special reference of the Golgi material and mitochondria. *Cytology*. 1940, **11**: 136 ~ 155
- 8 Yasuzumi G, Kaye GI, Pappas GD, *et al*. Nuclear and cytoplasmic differentiation in developing sperm of the crayfish, *Cambaroides japonicus*. *Zeitschrift fur Zellforschung*. 1961, **53**: 141 ~ 158
- 9 Anderson WA, Ellis RA. Cytodifferentiation of the crayfish spermatozoon; Acrosome formation, transformation of mitochondria and development of microtubules. *Zeitschrift fur Zellforschung*. 1967, **77**: 80 ~ 94
- 10 Kaye GI, Pappas GD, Yasuzumi G, *et al*. The distribution and form of the endoplasmic reticulum during spermatogenesis in the crayfish, *Cambaroides japonicus*. *Zeitschrift fur Zellforschung*. 1961, **53**: 158 ~ 171
- 11 Dougherty WJ, Sandifer PA. Junctional relationships between germinal cells and sustentacular cells in the testes of a Palaemonid shrimp. *Tissue & Cell*, 1984, **16**(1): 115 ~ 124
- 12 韩贻仁. 分子细胞生物学. 北京: 高等教育出版社, 1988
- 13 杨福愉. 线粒体. 见: 郑国锷, 翟中和主编, 细胞生物学进展(第三卷), 北京: 高等教育出版社, 1994. 1 ~ 27
- 14 Nath V. Cytology of spermatogenesis. *Internat Rev Cytol*. 1956, **5**: 395 ~ 453
- 15 朴英杰. 溶酶体. 见: 郑国锷, 翟中和主编. 细胞生物学进展. 第三卷. 北京: 高等教育出版社, 1994. 64 ~ 97
- 16 丁汉波, 仝允栩, 黄浙. 发育生物学. 北京: 高等教育出版社, 1987. 39 ~ 65

图版说明

图版 I

1. 精原细胞质中大量扁囊状、泡状粗面内质网(VER)及较大的初级溶酶体(PLy). 示细胞核(N), 染色质(CHN). 14 000 × ; 2. 初级精母细胞核凹陷处的胞质中含线粒体(Mt), 溶酶体(Ly), 脂滴(Lp)及扁囊状粗面内质网(VER). 5 000 × ; 3. 示初级精母细胞中初级溶酶体(PLy), 次级溶酶体(SLy)及大量线粒体(Mt). 5 000 × ; 4. 次级精母细胞中初级溶酶体(PLy)、泡状粗面内质网(VER)及正在形成的包裹溶酶体(WLy). 10 000 × ; 5. 次级精母细胞局部放大. 示核孔(NP), 核膜(NM)及核内外分布的大量颗粒(Gr), 线粒体(Mt)结构清楚. 40 000 × ; 6. 示次级精母细胞的胞吐泡(EXV)以及其中包含的细胞质基质(M), 线粒体(Mt)及溶酶体(Ly). 27 000 ×

图版 II

1. 精原细胞核(N)及滑面内质网(SER). 20 000 × ; 2. 初级精母细胞期, 支持细胞内泡状粗面内质网(VER), 次级溶酶体(SLy)及线粒体(Mt). 10 000 × ; 3. 精原细胞期, 支持细胞内大量初级溶酶体(PLy), 粗面内质网小泡(VER)及高尔基体(G). 14 000 × ; 4. 次级精母细胞期, 支持细胞(SC), 核(N), 包裹溶酶体(WLy), 溶酶体(Ly)及粗面内质网小泡(VER). 10 000 × ; 5, 6, 7. 精细胞初期, 细胞核非浓缩状, 由圆形逐渐拉长, 高尔基体(G), 线粒体(Mt)及溶酶体(Ly)形成的双层扁形膜囊堆积于精细胞一侧. 胞质中含初级溶酶体(PLy)及次级溶酶体(SLy). 放大倍数分别为 10 000 ×, 10 000 ×, 及 14 000 × ; 8. 精细胞期, 大量支持细胞(SC)相互连接, 胞质中含大量线粒体(Mt)及粗面内质网(RER)颗粒. 27 000 × ; 9. 精细胞晚期, 前顶体(PAC)正在形成. 示支持细胞内内质网(ER)及高尔基体(G). 10 000 × ; 10. 精细胞晚期, 原顶体部向外突起, 形成精子的顶体. 细胞核呈泡状(Vn)及丝状(Ln). 4 000 × ; 11. 示精英中精子的形状, 棘突(SP), 泡状(Vn)及丝状(Ln)核. 27 000 ×

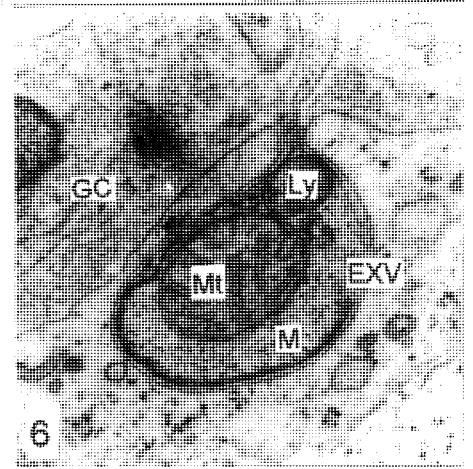
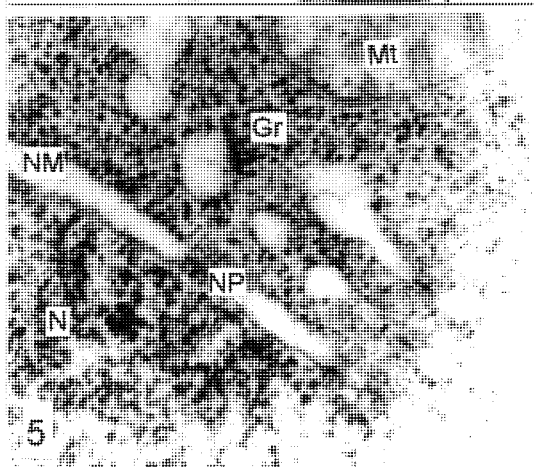
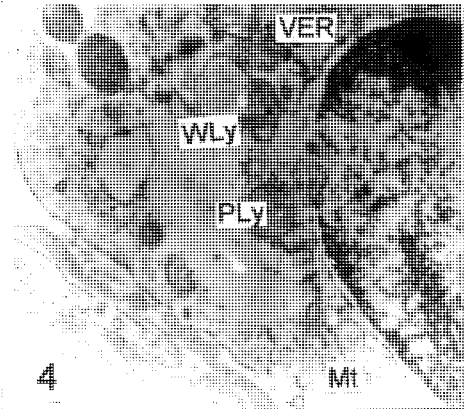
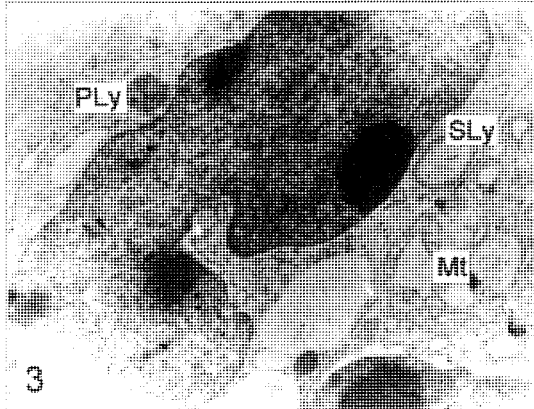
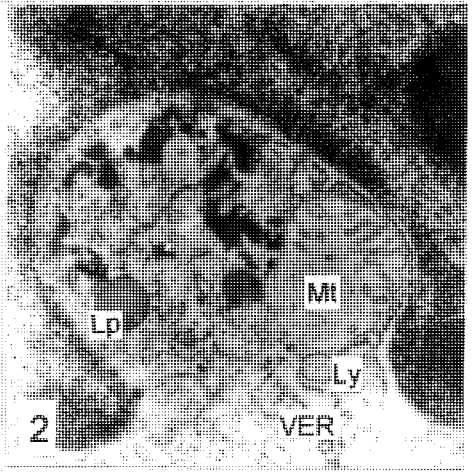
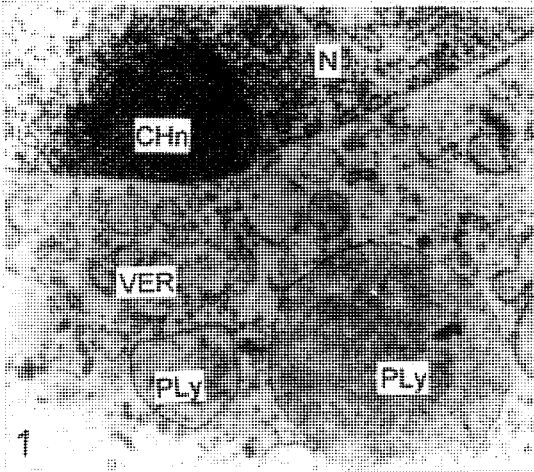
Explanation of Plates

Plate I

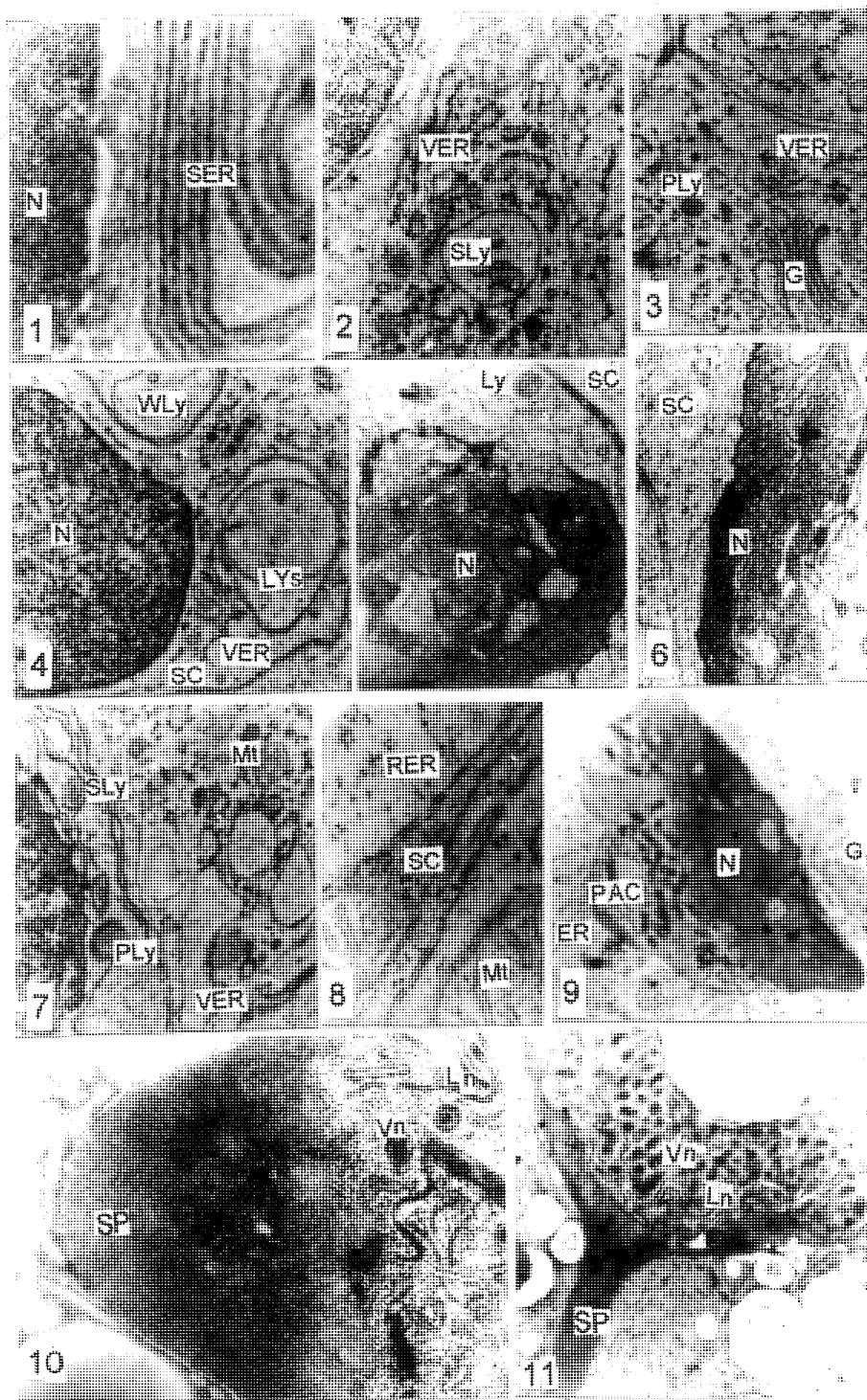
1. A lot of flatly saccate and vesicular rough endoplasmic reticulums(VER) and relatively large primary lysosomes(PLy) in cytoplasm of spermatogonium. Indicating: nucleus(N), chromatin(CHn). 14 000 × ; 2. Mitochondria(Mt), lysosome(Ly), lipid(Lp) and flatly saccate RER(VER) in the concave of nucleus of spermatocyte I. 5 000 × ; 3. Showing primary lysosome(PLy), second lysosome(SLy) and a lot of mitochondria(Mt) in spermatocyte I. 5 000 × ; 4. Primary lysosome, vesicular RER and wrapping lysosome(WLy) in spermatocyte II. 10 000 × ; 5. Magnification of part of spermatocyte II. Showing nuclear pore(NP), nuclear membrane(NM) and a lot of granules(Gr) distributing in and out of nucleus, with clear structure of mitochondria(Mt). 4 000 × ; 6. Showing exocytosis vesicle(EXV), which contains metrix(M), mitochondria(Mt) and lysosome(Ly). 27 000 ×

Plate II

1. Nucleus(N) of spermatogonium and smooth endoplasmic reticulum(SER). 20 000 × ; 2. Vesicular RER, second lysosome and mitochondria(Mt) in sustentacular cells at spermatocyte stage I. 10 000 × ; 3. A lot of primary lysosomes(PLy), vesicular rough endoplasmic reticulum(VER) and Golgi bodies(G) in sustentacular cells at spermatogonium stage. 14 000 × ; 4. Nucleus of sustentacular cells(SC), wrapping lysosome(WLy), lysosomophagosome(Lys) and vesicular RER at spermatocyte stage II. 10 000 × ; 5,6,7. Primary stage of sperms, the non-condense nucleus changing from round to long shape, double-layered flat sac formed by Golgi bodies(G), mitochondria(Mt) and lysosome(Ly) locate at one side of spermatid. A lot of primary lysosomes(PLy) and second lysosomes(SLy) in plasm. 10 000, 10 000, and 14 000 × , respectively; 8. At spermatid stage, sustentacular cells connecting each other, a lot of mitochondria(Mt) and RER granules in plasm. 27 000 × ; 9. At later spermatid stage, the pre-acrosome(PAC) being forming, showing endoplasmic reticulum(ER) and Golgi bodies(G) in sustentacular cells. 10 000 × ; 10. At later spermatid stage, the pre-acrosome being convexing, which forms acrosome later, show vesicular(Vn) and filamentary(Ln) nucleus. 4 000 × ; 11. The shape of sperm in spermatophore, showing spike(SP), and vesicular(Vn) and filamentary(Ln) nucleus. 27 000 ×



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text