

革胡子鲇原始生殖细胞的起源、迁移及性腺分化

刘少军

(湖南省生物研究所, 长沙 410081)

提 要

革胡子鲇又称埃及胡子鲇,是一种多次产卵类型的硬骨鱼。作者用组织学、组织化学、电子显微镜等方法对革胡子鲇的原始生殖细胞(Primordial germ cells, PGCs)的起源、特征、迁移方式和性腺分化进行了研究。实验结果: PGCs 来源于内胚层; PGCs 的细胞质中存在着一种与生殖细胞有关的电子致密物——生殖质(Germ plasm)^[1]; PGCs 在迁移过程中有主动迁移的能力; PGCs 到达生殖嵴的部位后,与生殖上皮细胞(Epithelial cells)一起共同形成原始性腺;原始性腺分别逐步向精巢和卵巢分化;生殖质与性腺的分化有密切关系;卵巢的分化比精巢早。

关键词 革胡子鲇,原始生殖细胞,迁移,性腺分化,生殖质,超微结构

对鱼类原始生殖细胞的起源、特征、迁移方式的研究在国内尚未有正式的报道;关于鱼类性腺分化的报道在国内也不多。国外对鱼类 PGCs 的起源和性腺分化的研究虽有所报道^[4-10],但大部分的研究只是停留在光学显微镜的水平上。用革胡子鲇(*Clarias lazera*)做实验材料研究硬骨鱼的原始生殖细胞和性腺分化是基于这种鱼是属于多次产卵类型,实验需要的胚胎材料,在能控制温度的养殖室条件下几乎一年四季都可获得;加之对革胡子鲇的原始生殖细胞和性腺分化的研究在国内外都未曾有正式的报道。

材 料 和 方 法

用人工催产和人工授精方法获取受精卵。受精卵在 20—21℃ 的水温缸内发育。脱膜前每隔 5—10h 取一次材料,3 天后脱膜,脱膜后每天取一次材料。材料分别用 Bon's 液、Smith's 液、Carry's 液、戊二醛和锇酸固定。

超薄切片制备中,先做厚切片,用甲基胺蓝染色,光镜下确定 PGCs 的位置。超薄切片厚度 400—700 Å,醋酸双氧铀和柠檬酸铅染色。日本 H-600 透射电镜观察。

石蜡切片厚度 4—8 μm, H-E 染色。组织化学方面,用碱性磷酸酶和糖元反应(PAS)的作用液染色 PGCs。

结 果

〈一〉脱膜前

在发育程序上,最先观察到 PGCs 是在受精后 7h,此时胚胎发育为原肠早期。在靠近卵黄囊的内胚层内发现两个相邻的 PGCs (图版 I:1)。两个 PGCs 的体积明显地比其周围的内胚层细胞大,PGCs 的周围有一定的细胞间空隙。PGCs 的直径大约都为 $18\mu\text{m}$,核径为 $7.0\mu\text{m}$,细胞质的一端都有稍为变形的突起,核呈缺刻状或叶状分裂的变形。细胞质内有丰富的线粒体,核糖体,单层膜包围的卵黄块和一些无膜包围的电子致密物(图版 I:2),电子致密物主要呈细线状,多数分布在核的附近,电子致密物聚合块的直径一般为 140nm ,此时细胞质内的内质网不发达。

受精后 2 天,此时胚胎已发育到器官形成时期,在后肠的后部,中胚层之间有一运动行为的 PGC (图版 I:3),该细胞的整个外形呈 u 型,核也呈 u 型,细胞膜伸出的伪足插入中胚层内,伪足伸出的方向为背向运动方向,变形的 PGC 比周围的中胚层细胞大,胞径为 $10\mu\text{m}$,核径为 $5\mu\text{m}$,细胞质内有较多的线粒体、无膜包围的电子致密物,电子致密物聚合块的直径为 58nm ,主要呈颗粒状;在核周围及伪足内可见较长的纤维状结构,内质网在细胞中开始丰富起来,卵黄块已消失,从此以后的 PGCs 的细胞质中不再见有卵黄块物质的存在。

〈二〉脱膜后—生殖嵴出现

受精后 4 天,此时胚胎已脱膜 1 天,在后肠的前部,肾管下的中胚层之间可见一梨形的 PGC (图版 I:4),该 PGC 的胞径为 $11\mu\text{m}$,核径为 $5\mu\text{m}$,周围有几个比 PGC 小的中胚层细胞附着。PGC 的细胞质内有丰富的线粒体,长而弯曲的内质网,无膜包围的电子致密物。电子致密物的分布为细线状和颗粒状的结构大约各占一半(图版 I:5)。

受精后 6 天,此时胚胎已脱膜 3 天,全长 6.0mm ,在后肠的后部,可见一 PGC 位于肾管下的中胚层内,该 PGC 的胞径为 $15\mu\text{m}$,核径为 $8\mu\text{m}$,H-E 染色后,细胞质内有着色较深的物质(图版 II:6)。

受精后 13 天,鱼全长 8.0mm 。在肾管下可见一 PGC 位于生殖嵴(Germinal ridge)中,此时的生殖嵴没有膜包围,也没有微血管发生。PGC 位于生殖嵴的最下端,H-E 染色后,细胞质内有着色较深的物质。该 PGC 的胞径为 $13\mu\text{m}$,核径为 $7.5\mu\text{m}$ (图版 II:7)。

〈三〉生殖嵴的分化和发育

受精后 30 天,鱼全长 1.5cm ,在低倍电镜下可观察到肾管下的生殖嵴在扩大(图版 II:8),生殖嵴外还没有膜包围,但已出现初始的微血管,柄部没有管腔形成,生殖嵴中的上皮细胞大多数呈立方状,PGC 位于生殖嵴的最下端。该 PGC 的胞径为 $11\mu\text{m}$,值得注意的是在超薄切片中的横切面中这个 PGC 显示有 2 个核的横切面(图版 II:10),其实此时的核与图版 I:3 中所示的 PGC 的 U 形核是相似的,是一个 U 形核的 2 个横切面,

一个核径为 $5\mu\text{m}$, 另一个核径为 $2.5\mu\text{m}$ 。该 PGC 的细胞质内具有丰富的线粒体, 较长而弯曲的内质网, 无膜包围的电子致密物。此时的电子致密物有的已经集中形成较大的聚合块, 直径可达 570nm , 主要呈颗粒状, 在大的聚合块之间和周围有许多小的聚合块(图版 II:9)。在 PGC 和周围的上皮细胞之间有细胞质桥(Cytoplasmic bridge)相联系(图版 II:10)。

受精后 35 天, 鱼全长 2.0cm , 观察到生殖腺中除了上皮细胞和生殖细胞外, 在生殖腺中开始出现裂隙, 且生殖腺外有膜包围(图版 III:11)。但生殖腺的柄部没有纵裂的腔出现。生殖腺中裂隙腔的出现显示该生殖腺有向卵巢分化的趋向。生殖腺中生殖细胞的直径为 $12.5\mu\text{m}$, 核径为 $7\mu\text{m}$ 。H-E 染色后, 细胞质内有着色较深的物质。

受精后 36 天, 鱼全长 2.2cm , 在低倍电镜下观察到一细长的具有膜包围的生殖腺(图版 III:12), 在生殖腔的较上部有一 PGC, 它的胞径为 $12.5\mu\text{m}$, 核径为 $6.3\mu\text{m}$, 细胞质内的线粒体分布较均匀, 电子致密物聚合块的直径为 214nm , 主要呈细线状, 细胞质内还有长而弯曲的内质网(图版 III:13)。在生殖腺的柄部有由上皮细胞形成的纵裂小腔, 将来在此小腔内形成输精管。在生殖腺靠近柄部的位置出现初始的微血管(图版 III:12)。

受精后 50 天, 鱼全长 8cm , 可见生殖腺内的裂隙增大形成初始的卵巢腔, 卵原细胞的直径大多数为 $12.2\mu\text{m}$, 核径为 $6.0\mu\text{m}$, 它们排列在卵巢腔的周围。此时的生殖腺已发育到 I 期卵巢(图版 III:14)。

受精后 70 天, 鱼全长 12cm , 可观察到 I 期精巢, 精巢内充满了精原细胞(图版 III:15), 精原细胞的直径多数为 $11.3\mu\text{m}$, 核径为 $6.9\mu\text{m}$, 它们分散排列在精巢中。在精巢的上部靠近柄部的地方有一输精管, 此时输精管的管腔还非常小, 它是处在生殖腔柄部的纵裂小腔(图版 III:12)经扩大而形成的腔内。

受精后 120 天, 鱼全长 18cm , 可观察到 II 期卵巢。在 II 期卵巢中发育的卵原细胞的超薄切片中观察到细胞质中具有较多的、比较集中的线粒体, 电子致密物常与线粒体相联系, 大的电子致密物聚合块直径可达 560nm , 电子致密物主要呈颗粒状(图版 III:6)。发育的卵原细胞的直径为 $14.5\mu\text{m}$, 核径为 $6.75\mu\text{m}$ 。

受精后 387 天, 鱼全长 25cm , 在低倍电镜下可观察到成熟的精巢, 此时精巢内充满了成熟的精子, 在精细小管的壁上可观察到成束排列的精原细胞, 在管腔内可看到许多成熟精子的头部(图版 III:17)。精原细胞的直径为 $12-20\mu\text{m}$, 核径为 $6-10\mu\text{m}$, 细胞质中有较多的线粒体、内质网及可能具吞噬功能的泡状结构, 电子致密物多数分布在核的周围且主要呈细线状(图版 III:18)。

〈四〉碱性磷酸酶和糖原反应

PGCs 对碱性磷酸酶作用液和糖原作用液呈阳性反应。与碱性磷酸酶作用液反应呈灰黑色; 在糖原反应中, PGCs 的细胞质呈浅红色, 细胞核用苏木精复染后呈蓝色。

讨 论

〈一〉生殖细胞的起源

实验证实革胡子鲇的生殖细胞不是起源于生殖嵴本身的上皮细胞,而是从内胚层分离出来经过迁移而进入生殖嵴的,这与 Weismann (1885) 提出在生殖细胞中存在着生殖质的连续性的理论^[9]是一致的。在发育程序上最先发现 PGCs 是在受精后 7h, 在靠近卵黄囊的内胚层内(图版 I:1)。此时 PGCs 的细胞质内电子致密物主要呈细线状, 内质网尚不发达, 这可能与此时它们的迁移活动范围不大, 新陈代谢未进入旺盛时期有关, 卵黄块的存在也说明此时 PGCs 的新陈代谢还不很旺盛。

Reinhard (1924)^[10] 认为在 *Scardinius* (红眼鱼属) 中的 PGCs 来源于卵黄囊内的卵黄多核体。作者认为这种可能性不大, 因为卵黄多核体本身没有完整的细胞结构, 只有细胞核的共质体而缺乏细胞膜的界限。

〈二〉原始生殖细胞的特征

以前对鱼类 PGCs 的特征研究多限于组织学的方法, 在光镜下根据细胞的大小、着色的深浅及某些细胞化学反应来鉴定, 虽然这些特征在 PGCs 中确实存在, 但缺乏 PGCs 与其它细胞相区别的本质特征。

作者通过电镜观察到在下列各个时期中都存在着与生殖细胞相关的物质——无膜包围的电子致密物。这种特殊的物质在生殖细胞中存在着明显的连续性: ①在成熟精巢的精原细胞中(图版 III:17,18); ② II 期卵巢中发育的卵原细胞中(图版 III:16); ③ 有向精巢分化趋势的生殖腺中的 PGC 中(图版 III:13); ④ 尚未形成膜被的有向卵巢分化趋势的生殖嵴中的 PGC 中(图版 II:9, 10); ⑤ 迁移到肾管下中胚层内的 PGC 中(图版 I:4,5); ⑥ 具主动迁移能力的 PGC 中(图版 I:3); ⑦ 在靠近卵黄囊的内胚层内的 PGC 中(图版 I:1,2)。这种无膜包围的电子致密物只有在生殖细胞中才能被发现。

国外学者把这种电子致密物称为生殖质 (Germ plasm^[1], Germinal dense bodies)^[4]、朦朧子 (Nuage)、卵黄核 (Yolk nucleus) 或巴尔比尼尔体 (Balbani bodies)。朦朧子表示的是电子致密物从细胞核移到细胞质中的过程, 但至今电子致密物的最终来源还不十分清楚。有来源于细胞核或来源于电子致密物附近的线粒体的两种说法^[4]。卵黄核或巴尔比尼尔体所表示的是电子致密物与卵黄形成的关系, 这是因为以前的研究多数是在光镜下观察细胞结构, 仅在鱼的 II 期卵巢的 2 时相卵母细胞的细胞质中发现有着色较深的物质, 而 2 时相卵母细胞是处在开始具卵黄物质的 3 时相卵母细胞之前, 从而推测该着色较深的物质与卵黄的形成有关, 故有卵黄核之称。经电镜观察, 卵黄核的结构就是由电子致密物和周围的线粒体以及一些膜状结构组成^[2], 这些复合结构是否与卵黄的形成本有关现在仍然不太清楚。因此, 把这种电子致密物称为卵黄核是狭隘的。根据以上分析, 把这种电子致密物称为生殖质是有科学依据和实际意义的, 因为它与生殖细胞密切相关是十分清楚的。经对果蝇和两栖类中的生殖质的研究, 认为生殖质的成分中有 RNA^[1]。作者推测生殖质与其周围的线粒体联系在一起可能与蛋白质的合成有关, RNA 能够转

译蛋白质,而线粒体可提供能量。

在胚胎发育早期,内胚层中的 PGCs 具有卵黄块,这是因为 PGCs 此时靠近卵黄囊,容易从卵黄囊内吸取卵黄作为营养物质。在鲟鱼早期胚胎中的 PGCs 中开始也是有卵黄块,随着胚胎的发育,卵黄块逐渐减少,以致消失。革胡子鲶的 PGCs 具有体积大、核膜和细胞核有不同程度的变形、对碱性磷酸酶和 PAS 呈阳性反应等特点,但 PGCs 区别于其它细胞的根本特征就是有生殖质的存在。

〈三〉原始生殖细胞的迁移

通过实验观察,发现革胡子鲶 PGCs 在从内胚层迁移到中胚层的过程中,因为 PGCs 的细胞膜和核都具有有利于变形运动的细胞学行为(图版 I:1),因此说 PGCs 具有主动迁移的能力;但在 PGCs 的周围仍然有内胚层细胞附着,束缚着 PGCs 的运动,因此此时 PGCs 的迁移还须借助周围组织细胞的分化生长过程中的推动作用,再则 PGCs 此时的细胞质内尚有卵黄块的存在,说明它们的新陈代谢活动此时还不旺盛,主动迁移的速度和范围都是有限的(图版 I:1)。

PGC 迁移到中胚层以后,随着中胚层分化为体壁中胚层和脏壁中胚层,PGC 沿着肾管下的脏壁中胚层进行主动迁移(图版 I:3)。此时 PGC 的细胞膜和细胞核的 U 形结构有利于细胞的运动,也有利于增大核质间的接触面积以适应细胞新陈代谢活动的加强。细胞质伸出的伪足方向与细胞运动的方向相反,在伸入到中胚层内的伪足中和细胞核的周围都具有长而弯曲的纤维状结构,推测这是与运动相关的微管系统(图版 I:3)。此时细胞质内线粒体发达,内质网开始增多,而卵黄物质则已消失,这可能与 PGC 在迁移运动中新陈代谢增强有关,生殖质由细线状转变成颗粒状似乎也与代谢活动有关。

当 PGC 迁移到将来形成生殖嵴的临近区域,迁移由主动改为被动(图版 I:4),此时 PGC 位于肾管下的中胚层之间,在 PGC 的周围依附着几个中胚层细胞,这些细胞可能对支撑和推进 PGC 的迁移起作用。当 PGC 靠近生殖嵴时,由于生殖上皮细胞的吸引与内拉的作用使 PGC 进入生殖嵴内。PGC 进入生殖嵴之前,生殖嵴外是没有膜包围的,这有利于 PGC 的进入。

〈四〉性腺分化

性别的遗传机制决定于性染色体在受精卵中的排列组合,因此原始生殖细胞仅仅只是一相对的名称,它们本身在发育过程中就包含着向雌性或雄性配子发育的因素。作者为了表达上的方便,把在精原细胞和卵原细胞出现之前的生殖细胞都称为原始生殖细胞。性腺的分化包括两个方面:一是解剖学上的分化;二是细胞学上的分化。生殖腺的形态结构作为分化标志的有外部形态、卵巢腔、精细小管和微血管的位置等^[3]。细胞学上作为分化的标志一般认为是减数分裂的开始,但很多鱼类个体发育到生殖细胞有减数分裂发生时要经历一个较长的时期。Hamaguchi (1987) 在研究日本阔尾鲮鱼 (*Oryzias latipes*) 的性腺分化时,认为生殖质的形态结构变化与生殖细胞的分化有关^[6,7]。作者在革胡子鲶中发现,受精后 30 天,在尚未形成膜被的生殖嵴中的 PGC 内的颗粒状生殖质明显增多,线状的生殖质减少,颗粒状的生殖质集成较大的聚合块(图版 II:9),与 II 期卵巢

中发育的卵原细胞中的颗粒状电子致密物结构(图版 III:16)相似。此时生殖嵴中的生殖细胞数目在横切面上只看到一个(图版 II:8),没有象 I 期卵巢中卵原细胞进行频繁的有丝分裂从而使生殖细胞增多的现象。因此该生殖嵴(图版 II:8)内的生殖细胞还没有发育到卵原细胞,但可视为具有向卵原细胞分化趋势的 PGC,包含该 PGC 的生殖嵴(图版 II:8)可视为具有向卵巢方向分化趋势的原始生殖嵴。与上述情况相反,在受精后 36 天的生殖腺(图版 III:12)中的 PGC 的细胞质中颗粒状的生殖质减少,线状的生殖质相对增加(图版 III:13),与成熟精巢内的精原细胞中的线状生殖质结构(图版 III:18)相似。此时生殖腺内的生殖细胞数目在横切面上也只看到一个(图版 III:12),没有出现象 I 期精巢中的精原细胞进行频繁的有丝分裂从而使生殖细胞数目增多的现象。因此,此时生殖腺(图版 III:12)中的生殖细胞可视为有向精原细胞分化趋势的 PGC。该生殖腺(图版 II:12)可视为有向精巢分化趋势的原始生殖腺。

在解剖学方面,当微血管位于生殖腺的中央时,该生殖腺有向卵巢分化的趋向;当微血管位于生殖腺的背部时,该生殖腺有向精巢分化的趋向^[3]。在受精后 30 天的生殖嵴(图版 II:8)中的微血管位于生殖嵴的中央;受精后 36 天的生殖腺(图版 III:12)中的微血管处于生殖腺的背部。因此,前者有向卵巢发育的趋势,后者有向精巢发育的趋势,这与前面用生殖质的不同结构来区分生殖腺的分化方向的结论是一致的。再者,在后者的生殖腺的柄部具有纵裂的空隙,随着发育这空隙逐渐增大,到受精后 70 天,在这空隙内形成了 I 期精巢中的输精管(图版 III:15),这也说明后者的生殖腺有向精巢发育的趋势。

在受精后 35 天的生殖腺(图版 III:11)中开始出现空隙,这些空隙逐渐增大形成卵巢腔。到受精后 50 天,则已出现明显的 I 期卵巢(图版 III:14)。但是, I 期精巢的出现要到受精后 70 天(图版 III:15)。比较起来,卵巢的分化要早于精巢。

参 考 文 献

- [1] 丁汉波、全允翔、黄浙编, 1987. 发育生物学。12—38 页。高等教育出版社。
- [2] 林浩然译 (W. S., D. J. 兰德尔等编), 1987. 鱼类生殖生理学。166—180 页。中山大学出版社。
- [3] 彼尔索夫著, 1982. 鱼类的性别分化。1—58 页。农业出版社。
- [4] Hogan, J., 1978. An ultrastructural analysis of "cytoplasmic marker" in germ cells of *Oryzias latipes*. *J. Ultrastructural Res.* 62: 237—250.
- [5] Hamaguchi, S., 1982. A light-and electron-microscopic study on the migration of primordial germ cells in the teleost, *Oryzias latipes*. *Cell Tissue Res.* 227: 139—151.
- [6] Hamaguchi, S., 1985. Changes in the morphology of the germinal dense bodies in primordial germ cells of the teleost, *Oryzias latipes*. *Cell Tissue Res.* 240: 240—669.
- [7] Hamaguchi, S., 1987. The structure of the germinal dense bodies(nuage) during differentiation of the male germ line of the teleost, *Oryzias latipes*. *Cell Tissue Res.* 248: 375—380.
- [8] Satoh, N., 1974. An ultrastructural study of sex differentiation in the teleost, *Oryzias latipes*. *J. Embryol. Exp. Morph.* 32: 195—215.
- [9] Zuckerman, S., 1977. The ovary. 2nd ed. Academic Press, New York. 41—241. 10. Johnston, P. M., 1951. The embryonic history of the germ cells of the *Largemouth micropterus salmoides*. *J. Morph.* 88: 240—669.

STUDIES ON THE ORIGIN AND MIGRATION OF THE PRIMORDIAL GERM CELLS AND GONAD DIFFERENTIATION IN *CLARIAS LAZERA*

Liu Shaojun

(Institute of Biology, Hunan, Changsha 410081)

Abstract

In this paper, the primordial germ cells (PGCs) and gonad differentiation of *Clarias lazera* are studied by means of light-and electron-microscope. The germ plasm associated with the germ cells is found in the cytoplasm of the PGCs and developing oogonia and spermatogonia. The PGCs come from the endoderm which is near the periblast nucleus. The PGCs have the ability to move actively during migration. After reaching the site of the future gonad, the PGCs and epithelial cells form the primordial gonad which gradually differentiates into testis or ovary. The germ plasm is closely associated with the differentiation of the primordial gonad. The ovary appears earlier than the testis.

Key words *Clarias lazera*, Primordial germ cell, Migration, Gonad differentiation, Germ plasm, Ultrastructure



1.受精后 7h, 低倍电镜下示靠近卵黄多核体的内胚层的 PGCs(↑), $\times 1600$; 2.图 1 中 PGC 的细胞质的部分放大, 示生殖质(↑), $\times 32000$; 3.受精后 2 天, 示体腔 (CO) 内一运动的 PGC, 示生殖质(↑), $\times 6400$; 4.受精后 4 天, 低倍电镜下示肾管 (PD) 中胚层的 PGC(↑), $\times 1600$; 5.图中 PGC 的细胞质的部分放大, 示生殖质(↑), $\times 32000$

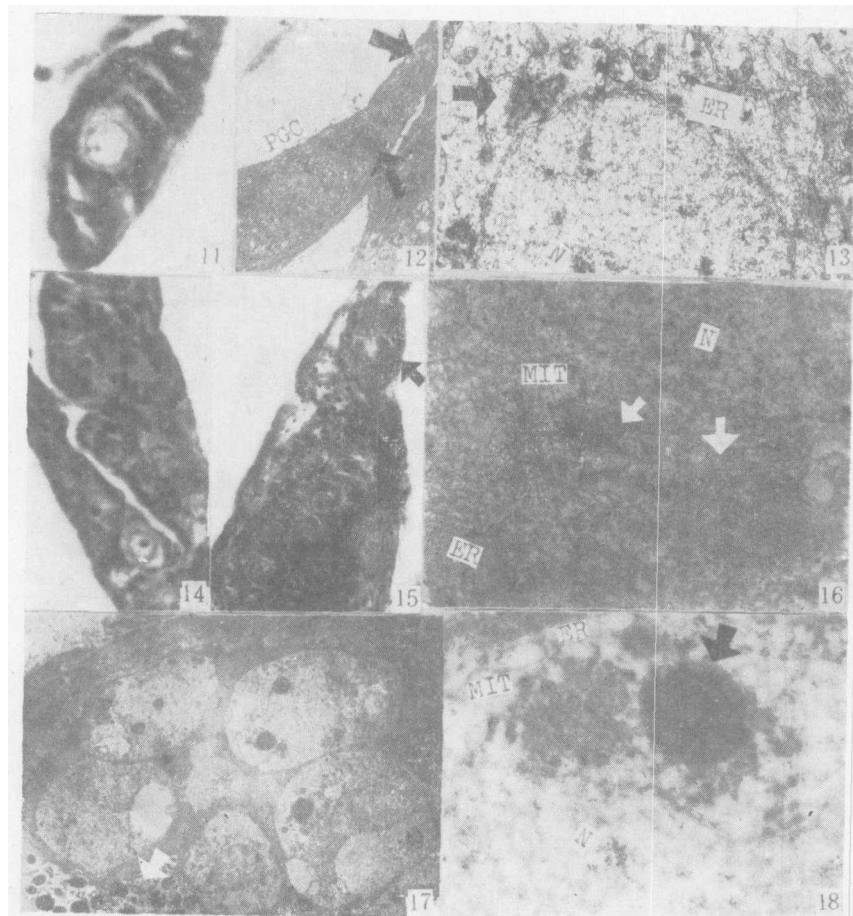
N (细胞核); PN (卵黄多核体); MIT (线粒体); YKP (卵黄多核体内的卵黄); YK (原始生殖细胞内的卵黄); F (纤维); PC (肾管内的肾细胞); ER (内质网); ME (中胚层细胞); EN (内胚层细胞); CB (细胞质桥)

1.7 hours after fertilization, low-power electron micrography of the two PGCs(↑) in the endoderm near the PN, $\times 1600$; 2. Further amplification of fig. 1, showing the germ plasm(↑) in the PGC, $\times 32000$; 3. 2 days after fertilization, showing a moving PGC with germ plasm(↑) in the CO, $\times 6400$; 4. 4 days after fertilization, low-power electron micrography of the PGC(↑) under the PD, $\times 1600$; 5. Further amplification of fig. 4 showing the germ plasm(↑) in the cytoplasm of the PGC, $\times 32000$



6. 受精后 6 天, 示在后肠后部的肾管下的 PGC, $\times 640$; 7. 受精后 13 天, 示肾管下生殖嵴中的 PGC, $\times 640$; 8. 受精后 30 天, 低倍电镜下示生殖嵴中的 PGC(\uparrow) 和微血管, $\times 1200$; 9. 图 8 中的 PGC 的细胞质的进一步放大, 示生殖质(\uparrow), $\times 28000$; 10. 图 8 中生殖嵴内 PGC 的整体放大, 示生殖质(\uparrow)和其他结构, $\times 8240$

6. 6 days after fertilization, showing the PGC under PD at the back of the hindgut, $\times 640$; 7. 13 days after fertilization, showing the PGC in the germinal ridge under the PD, $\times 640$; 8. 30 days after fertilization, low-power electron micrograph of the germinal ridge with a PGC(\uparrow) and a small blood vessel, $\times 1200$; 9. Further amplification of fig. 8, showing the germ plasma(\uparrow), $\times 28000$; 10. Further amplification of fig. 8, showing the whole PGC with the germ plasma(\uparrow) in the cytoplasm, $\times 8240$



11. 受精后 35 天, 示性腺中的生殖细胞和正在扩大的腔, $\times 640$; 12. 受精后 36 天, 低倍镜下示生殖腺内柄部小腔(\uparrow)、微血管(\uparrow 下)和 PGC, $\times 1600$; 13. 图 12 中 PGC 的进一步放大, 示生殖质(\uparrow), $\times 8800$; 14. 受精后 50 天, 示卵巢中的卵原细胞和卵巢腔, $\times 640$; 15. 受精后 70 天, 示精巢内的精原细胞和输精管(\uparrow), $\times 224$; 16. 受精后 120 天, 示 II 期卵巢中卵原细胞内的生殖质(\uparrow), $\times 24000$; 17. 受精后 387 天, 低倍电镜下示成熟精巢中的精原细胞和精子(\uparrow), $\times 1200$; 18. 图 17 中精原细胞的进一步放大, 示生殖质(\uparrow), $\times 12000$

11. 35 days after fertilization, showing the germ cell and an expanding cavity in the gonad, $\times 640$; 12. 36 days after fertilization low-power electron micrograph of the gonad with a small cavity (\uparrow), a blood vessel (\uparrow below) and a PGC, $\times 1600$; 13. Further amplification of fig. 12, showing the germ plasma(\uparrow) in the PGC, $\times 8800$; 14. 50 days after fertilization, showing the oogonium of the second phase ovary, $\times 24000$; 15. 70 days after fertilization, section showing the spermatogenous cells and deferent duct in the testis. $\times 224$; 16. 120 days after fertilization, section showing the germ plasma in the oogonium of the second phase ovary. $\times 24000$; 17. 387 days after fertilization, low-power electron micrograph of the spermatogonia and sperms (\uparrow) in the mature testis, $\times 1200$; 18. Further amplification of fig. 17, showing the germ plasma in the spermatogonia, $\times 12000$