

关于真核细胞形成的若干假说

高三(47)班 孙挺

目前学术界主要以内共生起源学说解答原核生物如何进化成真核生物这个问题,即认为线粒体、叶绿体分别起源于与真核生物内共生的细菌及蓝藻,而细胞核由内质网包围DNA形成,(Mereschkowsky,1905; Wallin,1922;Margulis,1970)【1】

然而,其不能较好地解释以下几个问题【2】:

a. 在代谢上占明显优势的共生体为何反而将大量遗传信息转移到宿主细胞中?

b. 原核细胞中无内含子,那么线粒体基因组、叶绿体基因组中的内含子又从何而来?

在本文中,笔者拟在肯定叶绿体和线粒体来自于蓝藻及古细菌的基础上,推测出真核细胞进化的基本过程,同时解释上述两个问题。

2010年,《Nature》刊登论文称,复杂性形成于单细胞时而非多细胞时,即细胞核最早出现于单细胞中【3】。而Martin Wu在2014年10月的《PLOS One》中提供了新证据,支持内共生过程中共生细菌首先充当了寄生菌的假说【4】。另外,福克斯(G·F·Fox,1980)等对来源于原核生物各类群与部分真核生物的16SrRNA的一级序列进行考察表明,在大约三十亿年前,生物界分为三类生物,他们分别进化为今天存在的原核生物古细菌、原核生物真细菌、真核生物【5】。

综上,笔者推测,在生物界分为原核生物古细菌、原核生物真细菌、真核生物这三类生物后,有若干体型较大的细胞被一些体型较小的细胞寄生,形成含双层膜的原细胞核。然后若干不完全属于同一物种的原核细胞与大细胞膜质相融,相融细胞的DNA群转入那个细胞核中汇聚并进行插入、交换、重组等,形成几条全新的DNA。也许正是因为这些DNA的转入外加原细胞核与大细胞互相选择共同进化,原细胞核才幸免于被降解的命运。原细胞核的存在使基因表达得更加有序,可以控制更大的区域,顺应了细胞变大的趋势,因而被保留了下来。由于新DNA较大,环状DNA演化成为线状DNA并产生核小体等,再一次DNA复制而胞质不分裂后,形成了原二倍体DNA,在原二倍体DNA中,由于之前的混乱插入与无义突变,逐渐出现了原异染色质和内含子。又因为当时DNA间功能的部分重叠,一些基因的失活对细胞生存的阻碍并没多大。相反,这些失活的DNA片段有一些至今尚未研究透彻的作用【6】。

这时的真核细胞无叶绿体与线粒体,形成所谓的干族真核细胞。由于转座子的作用及原核微生物DNA本身的不稳定性,上述过程发生的概率并不很低。分子进化研究表明,干族真核细胞在27亿年前即已出现,即从原真核生物分支(30亿年前)到干族真核生物只用了三亿年左右【7】,而这符合本假说。又因为在当今生物世界,支原体与普通细菌大小之比和现代真核生物的细胞核与细胞大小之比都可不严谨地认为是10【8】,故以原核细胞质膜包围DNA形成的原细胞核控制整个真核细胞的推断是有可能成立的。

由于原细胞核中存在整套基因表达系统,在原核细胞中会合成一些多肽链。其中一些多肽链在穿越核膜时形成了囊泡,部分囊泡汇聚成原内质网,原内质网又产生了其他含膜细胞器。

Margulis(1970)等认为细胞核出现在内质网出现之后,是为保护遗传物质不被细胞所吞噬的细菌等所破坏而由内质网包围DNA形成【9】。然而,它并不能回

答问题 a、b。

分子进化研究表明，至晚在 18 亿年前，干族真核细胞与被其胞吞的原线粒体、原叶绿体共生形成冠族真核细胞【10】。基于线粒体、叶绿体、细胞核之间经常发生的各种基因交流【11】，以及在真核生物中、原核生物和真核生物之间也存在实质性的水平基因转移【12】，笔者猜测正如前文推测的细胞核形成内含子的方式那样产生的线粒体、叶绿体 DNA 中的内含子。

以上描述主要是根据已发表的论文与著作推理猜测而成，由于此研究主题是目前一大热点，而笔者参阅的新近相关论文或不足，故部分观点有可能出现一定的滞后性。

参考文献：

【1】苏宏鑫. 高中生物奥赛讲义（第四版）. 浙江：浙江大学出版社，2012

【2】翟中和，王喜忠，丁明孝主编. 细胞生物学（第三版）. 北京：高等教育出版社，2007

【3】Lane N, Martin W. Lane N, Martin W. The energetics of genome complexity. Nature 467: 929-934[J]. Nature, 2010, 467.

【4】Wang Z, Wu M. Phylogenomic reconstruction indicates mitochondrial ancestor was an energy parasite. [J]. Plos One, 2013, 9(10):e110685-e110685

【5】苏宏鑫. 高中生物奥赛讲义（第四版）. 浙江：浙江大学出版社，2012

【6】翟中和，王喜忠，丁明孝主编. 细胞生物学（第三版）. 北京：高等教育出版社，2007

【7】苏宏鑫. 高中生物奥赛讲义（第四版）. 浙江：浙江大学出版社，2012

【8】周德庆. 微生物学教程（第二版）. 北京：高等教育出版社，2002

【9】苏宏鑫. 高中生物奥赛讲义（第四版）. 浙江：浙江大学出版社，2012

【10】苏宏鑫. 高中生物奥赛讲义（第四版）. 浙江：浙江大学出版社，2012

【11】王宝山主编. 植物生理学. 北京：科学出版社，2007

【12】Ku C, Nelson-Sathi S, Roettger M, et al. Endosymbiotic origin and differential loss of eukaryotic genes. [J]. Nature, 2015, 524(7566):427-32.