

冠突伪尾柱虫前仔虫口围带小膜数的调节^{*}

金 立 培

(中山大学生物学系, 广州 510275)

摘 要 冠突伪尾柱虫无性分裂时, 前仔虫的口围带由新旧小膜拼合而成, 并通过口围带原基分化添加部分新小膜和裁减修饰部分旧小膜来调节控制其小膜片的数量.

关键词 冠突伪尾柱虫, 无性分裂, 口围带, 小膜, 发育编程

分类号 Q952.4

在冠突伪尾柱虫 (*Pseudourostyla cristata*) 无性分裂过程中, 每一分裂体共产生两套新的口围带 (adoral zone of membranelles, AZM) 原基^[1]. 其中一套发育为后仔虫完整的 AZM, 另一套则与老 AZM 后端衔接并分化出前仔虫的 AZM. 新旧小膜如何受到调节与控制, 本文应用改良的蛋白银染色技术跟踪观察了这一过程.

1 材料 方法与结果

本实验所用冠突伪尾柱虫 28 号和 46 号是两个年青的细胞株系. 细胞培养方法和改良蛋白银制片技术与文献 [2] 的报道相同.

在冠突伪尾柱虫二裂过程中, 预定为后仔虫的 AZM 原基首先于腹棘毛列的左侧形成. 当约 60 枚大核转变成圆球形而后仔虫 AZM 原基前段开始组装小膜时, 胞咽前庭内壁所产生的毛基粒和内外波动膜解聚后所遗留的毛基粒一起形成 1 袋状结构 (图 1 1). 随着圆球形大核逐步融合, 该袋状结构渐渐位移至老 AZM 的后端 (图 1 2, 3), 并与之衔接成为前仔虫的 AZM 原基. 随后一枚融合大核形成, 处于有丝分裂前期的 3~6 枚小核排列于融合大核左侧. 此时前仔虫 AZM 原基开始组装小膜 (图 1 4). 随着融合大核的分裂, 这些新组装的小膜逐渐拼接到老 AZM 的后端 (图 1 5). 直至融合大核分裂 4 次后, 这一组装、拼接过程结束. 前仔虫 AZM 翻领部实际上是由新旧小膜共同构成的一个复合体.

在前仔虫 AZM 发生过程中, 另一个显著的变化出现于老 AZM 翻领部的前段. 当大核融合近完成, 前仔虫额、腹、斜棘毛列 (FVT) 原基呈梳状时 (图 1 6), 老翻领部前段约 10 片小膜的右半片首先脱落消失. 稍后, 其前段所遗留的左半小膜及其后的约 15 片小膜的左半一起与右半裂开, 并自两端向中间解体消失 (图 1 7, 8), 因而在 AZM 领部和翻领部之间出现一段间隙 (G). 当前仔虫 FVT 原基由梳状自前而后转化为两列棘毛时, 裂开的左半小膜仅剩少量残余 (图 1 9). 这些残余小膜于 AZM 原基分化完成时完全消失. 此后, 翻领复合体

* 收稿日期: 1995-05-18 金立培, 男, 50 岁, 副教授

向前位移(图 1: 10~ 12, 14),至使领部和翻领部间的空隙逐步缩小.在此过程中,新的纤毛器进一步分化定位,前后仔虫间分裂缢痕形成(图 1 14),前仔虫翻领部复合体前段约 8 片小膜被修饰改造成领部小膜(图 1 11),而老的领部右端 3~ 6 片小膜及左端约 6 片小膜则瓦解消失(图 1: 8, 10, 12).当前后仔虫即将分裂时,前移的翻领部复合体与老领部衔接,空隙完全消失(图 1: 13, 15).其后,并未观察到旧的领部小膜进一步解体且完全被翻领部复合体取代的迹象.因此,前仔虫新 AZM 由 3 部分拼接而成,即由 AZM 原基组装的小膜构成其翻领部的后段,原旧的翻领部在前段消减部分小膜后经过修饰改造成翻领部的前段和领部的左段,原领部两端瓦解部分小膜后构成新领部的中段和右段.

图 1 冠突伪尾柱虫前仔虫口围带小膜数的调节 $\times 1\ 000, 14, \times 400$

Fig. 1 Regulation of the membranelle number of AZM in proter during the binary division of *P. cristata*
 1~ 3 前仔虫 AZM 原基向老 AZM 后端迁移并与之衔接(箭头); 4~ 5 箭头示 AZM 原基组装小膜; 6 老翻领部前段右半小膜脱落(箭头); 7~ 9 老翻领部前中段左半小膜与右半分离并逐步消失(箭头); 领部和翻领部之间所形成的间隙(G); 8 箭符示老领部左侧约 6 片小膜解体; 10 箭符示老领部右侧约 6 片小膜解体; 11~ 15 翻领部复合体前移并与老领部整合为一体,间隙 G 消失; 11 箭头示由老翻领部小膜改造而成的 8 片领部小膜. 12 箭符示老领部右侧约 3 片小膜解体. 14 示尚未分裂的前后仔虫

在上述观察的基础上,还对前仔虫 AZM 原基组装小膜结束,翻领复合体前移但尚未与旧领部衔接时该复合体的小膜数,以及细胞即将分裂,间隙完全消失后前仔虫完整 AZM 的小膜数等两种情况进行了统计分析(表 1)。

表 1 二裂前仔虫翻领复合体及完整口围带的小膜平均数

Tab. 1 The average number of membranelles in the iapel complex and the whole AZM of proter of *P. cristata*

| 细胞系 | 小膜平均数±SD(所观察细胞数) [幅距] | |
|-----|-----------------------|------------------------|
| | 翻领复合体 | 完整口围带 |
| 28 | 60.4±6.72(30) [45~73] | 88.9±6.03(30) [76~102] |
| 46 | 64.3±5.26(30) [56~74] | 92.1±7.38(30) [74~112] |

从表 1 中可看出,两个细胞系翻领复合体的小膜平均数均比各自完整 AZM 的小膜平均数少得多。 t 测验显示,两个细胞系内二者都存在极显著的差异($p < 0.01$),亦说明翻领复合体不可能完全更换旧的领部小膜并独自演化成完整的 AZM。

2 讨 论

在腹毛类纤毛虫无性二分裂期间,关于前仔虫 AZM 的起源大致可分为如下类型:①不产生新的 AZM 原基,前仔虫原封不动地承袭了旧的 AZM,包括部分游仆虫(*Euplotes*)^[3]和拟尾柱虫(*Paraurostyla*)^[4];②由 AZM 原基发育,原位(一种游仆虫)或异位(红色角毛虫)彻底更换旧的 AZM^[5,6];③本文的冠突伪尾柱虫 AZM 的发生,通过 AZM 原基的分化在老 AZM 后端添加部分新小膜,同时又在旧翻领部的前端以及领部的两翼裁减部分旧小膜,以拼接成前仔虫的 AZM。无疑,上述 3 种模式都能将前仔虫 AZM 的小膜数控制在某个适合的范围内。然而,腹毛类纤毛虫 AZM 形态发生为何存在多型性,是否反映它们亲缘关系的远近,根据现有资料难于下结论,有必要作进一步的探讨。

关于冠突伪尾柱虫前仔虫 AZM 的发生,早期的研究都认为老 AZM 原位被吸收并为 AZM 原基分化发育的新 AZM 所取代^[1],但没有提供足够的证据。从某些照片^[1]可以看出,所谓老 AZM 原位消失,倒很象作者观察到的从老翻领部前段分裂出来的左半小膜残余。在一个近缘种 *P. levis* 生理改组和虫体前断片再生过程中, Takahashi 观察到了其翻领部前段左半小膜被分割并解体的现象^[7]。并指出相同的现象亦出现于该虫二裂时,联系到冠突伪尾柱虫生理改组和配后第三、第四次皮膜形态发生过程中^[2],都以相同的模式来调节和控制 AZM 的小膜数,表明伪尾柱虫属这一特有的发育编程具有牢固的遗传基础。值得注意的是,上述多种不同的形态发生事件共用同一套发育编程,在遗传调控上显然是便利的。这似乎暗示伪尾柱虫进化过程中其遗传结构发生过精简和优化。

在腹毛类纤毛虫无性分裂的每一个细胞世代,所有其它纤毛器都发生新旧更替的现象^[1,3-6]。然而,AZM 的发生模式却多种多样,较为特殊。红色角毛虫前仔虫 AZM 为异位发生,彻底更新^[5]。冠突伪尾柱虫则在老 AZM 后端加接新的小膜,同时又在老翻领部的前段和领部的两侧裁减旧的小膜,即新旧并存,共同拼合改造成前仔虫的 AZM。根据这种发生方式,大约经过 4 个细胞世代后,原有旧的小膜可以彻底更新一次。关于游仆虫和拟尾柱虫的早期研究结果^[3,4]认为前仔虫完整继承了旧的 AZM,那么,经过多次无性细胞世代之后,这

一细胞器不致衰退、老化和更新显然是不可想象的。然而对一种未定名的游仆虫的扫描电镜观察^[6]表明,前仔虫老 AZM 近旁有新的纤毛芽产生,新旧更替的现象是明显的。利用现代一些新的技术对以往某些研究结果重新审视,相信会有新的发现。

参 考 文 献

- 1 张作人,庞延斌,邹士法.尾柱虫的形态发生研究,动物学研究,1982,3(1): 1- 9
- 2 金立培.冠突伪尾柱虫有性周期中的四次皮膜改组.中山大学学报(自然科学版),1995,34(2): 68- 78
- 3 Frankel J. The positioning of ciliary organelles in hypotrich ciliates. J Protozool, 1973, 20(1): 8 ~ 18
- 4 Jerka-Dziadosz M, Frankel J. An analysis of the formation of ciliary primordia in the hypotrich ciliate *Urosyla weisei*. J. Protozool, 1969, 16(4): 612- 637
- 5 张作人,庞延斌,顾福康.红色角毛虫的形态学和形态发生过程的研究.动物学报,1985,31(1): 59- 64
- 6 顾福康,庞延斌,张作人.一种游仆虫无性分裂生殖的研究(II).动物学报,1987,33(4): 362- 366
- 7 Takahashi T. Reorganization in amicronucleates with defective mouth of the ciliate *Pseudourostyla levis*. J Protozool, 1988, 35(1): 142- 150
- 8 Takahashi T, Suhama M. Regeneration of amicronucleate fragments in the hypotrichous ciliate *Pseudourostyla levis*. Europ J Protistol. 1991, 26 308- 318

Regulation of the Membranelle Number of AZM in Proter During the Binary Division of *Pseudourostyla cristata*

Jin Lipei*

Abstract During the binary division of *Pseudourostyla cristata*, the new adoral zone of membranelles (AZM) in the proter is generated from three parts, namely the membranelles assembled by the AZM primordium which connects with the posterior end of the old AZM to form a complex, the old AZM lapel modified by cutting out about 25 membranelles from the anterior section and the old AZM collar whose several membranelles in both sides have disintegrated. The AZM membranelle number in the proter is regulated and controlled to an appropriate range by addition of new membranelles and reduction of some old ones. The same developmental programming of“ addition and subtraction” is also applied to the morphogenesis of cells during physiological reorganization and cells in the 3rd and 4th cortical reorganizations during conjugation in *P. cristata*. This suggests that there would be simplification of genetical system of *P. cristata* in evolution, which is convenient for the genetic control.

Keywords *Pseudourostyla cristata*, asexual division, AZM, membranelles, developmental programming

* Department of Biology, Zhongshan University, Guangzhou 510275