

念珠伪角毛虫的形态学及形态发生的研究*

刘小意, 金立培

(中山大学生命科学学院, 广州 510275)

摘要: 用蛋白银染色对念珠伪角毛虫 (*Pseudokeronopsis monilata*) 的形态及形态发生进行观察的结果表明: 细胞呈椭圆形, 含3~5枚小核和8枚大核, AZM的小膜数约50片, 缘棘毛左右各1列, 波动膜2片, 口棘毛1根, 迁移棘毛(额前棘毛)2根, 有FVT, 中腹棘毛排列呈zig-zag状, 无尾棘毛, 背部有背触毛约7列. 二分裂期间形态发生的主要特点为: ①前后仔虫的AZMP、FVTP、LMCP和RMCP于腹面前后, DBPs于背面前后各自独立发生; ②FVTP前段和中段的斜条一分为二, 转变成2列额腹棘毛; 而后段斜条一分为三, 其中2列为后腹棘毛, 最左1列分化为横棘毛; 后腹棘毛列最后端的2根棘毛则迁移至额部成为额前棘毛; ③前仔虫AZM的大多数小膜是继承亲细胞的, 口原基仅分化出少数小膜给新的口围带.

关键词: 纤毛虫; 念珠伪角毛虫; 形态发生

中图分类号: Q954.4 **文献标识码:** A

念珠角毛虫 (*Keronopsi monilata* Kahl 1928) 是淡水自由生活的腹毛类纤毛虫. 该纤毛虫的形态发生过程至今尚未见有人报道过. 在研究、鉴别小核体功能的过程中, 我们对其形态及形态发生过程作了专门观察. 由于其形态特征和形态发生模式更符合新分类系统中伪角毛虫属 (*Pseudokeronopsis*) 的特点^[1,2], 故本文按新的分类法称之为念珠伪角毛虫 (*Pseudokeronopsis monilata*).

1 材料和方法

念珠伪角毛虫采自广东四会水库, 虫体分离后进行纯系培养. 细胞用麦粒加鞭毛虫在Pringsheim液内培养, 蛋白银染色法与以前的报道相同^[3]. Olympus BH-2型显微镜观察并拍照, 珠江XSJ-2型显微镜测量体长等数据.

2 结果

2.1 细胞分裂间期的形态学

正常生理状态下, 念珠伪角毛虫细胞为长椭圆形, 含8枚大核(MA), 念珠状排列于

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39940011, 39970089)

收稿日期: 2000-05-31; 作者简介: 刘小意 (1977~), 女, 硕士研究生; 通讯联系人: 金立培.

虫体左侧, 小核 (MI) 3~5 枚 (图 1: 1), 极少数只有 2 枚. 波动膜 (UM) 两片, 口棘毛 (BC) 1 根, 口围带约为该虫体长的 1/3. 在虫体腹面, 左、右缘棘毛 (LMC、RMC) 各 1 列, 额腹棘毛 (FVC) 2 列, 中段腹棘毛排列呈典型的 zig-zag 状. 背触毛 (DBPs, 图 1: 6, 图 2: 11) 7 列, 极少数 6 列, 每列约 35 根. 此外, 在口围带领部右侧下方、右缘棘毛列的左前方, 有 2 根额前棘毛 (FTC), 即迁移棘毛. 其它主要形态学数据列于表 1.

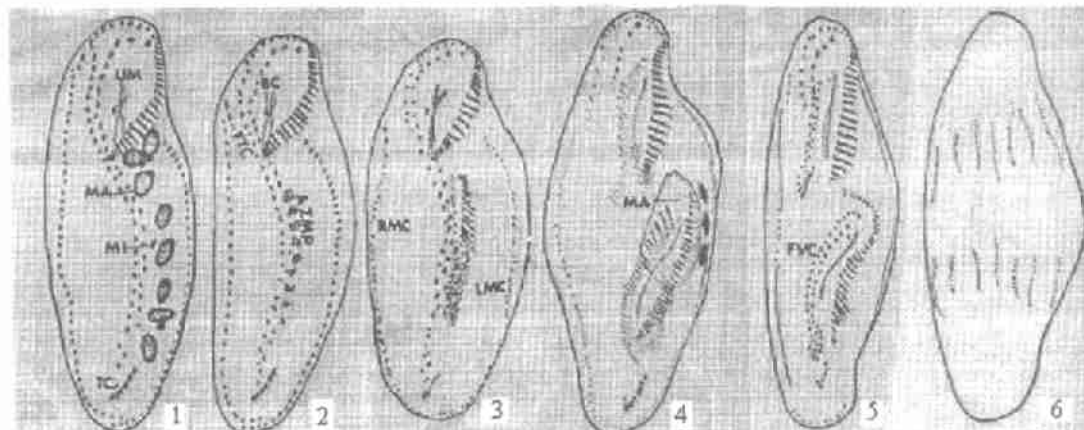


图 1 形态发生各阶段

1 分裂间期; 2 后仔虫出现 AZMP; 3 后仔虫的 AZMP 开始组装小膜; 4 一枚融合大核时期;
5 大核分裂为 8 枚时期; 6 一枚融合大核时期的背触毛原基

表 1 念珠伪角毛虫的形态学特征¹⁾

特征	体长 μm	体宽 μm	口围带长 μm	口围带小膜 (AZM) 数目	额腹棘毛 (FVC) 数目	横棘毛 (TC) 数目	左缘棘毛 (LMC) 数目	右缘棘毛 (RMC) 数目
最小值	106.7	29.1	43.2	48	49	6	37	38
最大值	184.3	58.2	63.5	58	64	8	57	52
平均值	144.69	44.62	51.18	52.1	56.17	7.57	47.87	46.17
相对误差	19.02	7.14	6.00	2.38	4.47	0.77	4.74	3.11

1) 数据测自蛋白银制片标本, $n = 30$.

2.2 无性分裂期间的细胞发生学

2.2.1 核器演化 虫体二分裂时, 核器最早的变化是 8 枚大核各自一端出现 1 条改组带. 当改组带从大核的一端移至另一端时, 标志着 DNA 复制完毕. 随后, 各大核缩为圆球形, 彼此靠近并相互融合. 与此同时, 小核进入有丝分裂前期并向大核左侧移动 (图 2: 3). 待大核融合为 1 枚时, 数枚 (3~5) 纺锤形小核呈直线排列于融合大核左侧 (图 1: 4). 融合大核连续进行 4 次分裂 (图 2: 7, 8), 所形成的 16 枚大核平均分配, 前后两个仔虫各得 8 枚. 在此期间, 位于左侧的小核随着融合大核的分裂相继进入有丝分裂中期、后期和末期. 由于小核有丝分裂后末期的纺锤体伸得很长并跨越前后两个子虫, 故能保证 2 个子细胞获得相同数目的小核. 小核分裂结束, 细胞随之分裂为前、后 2 个独立生活的子虫.

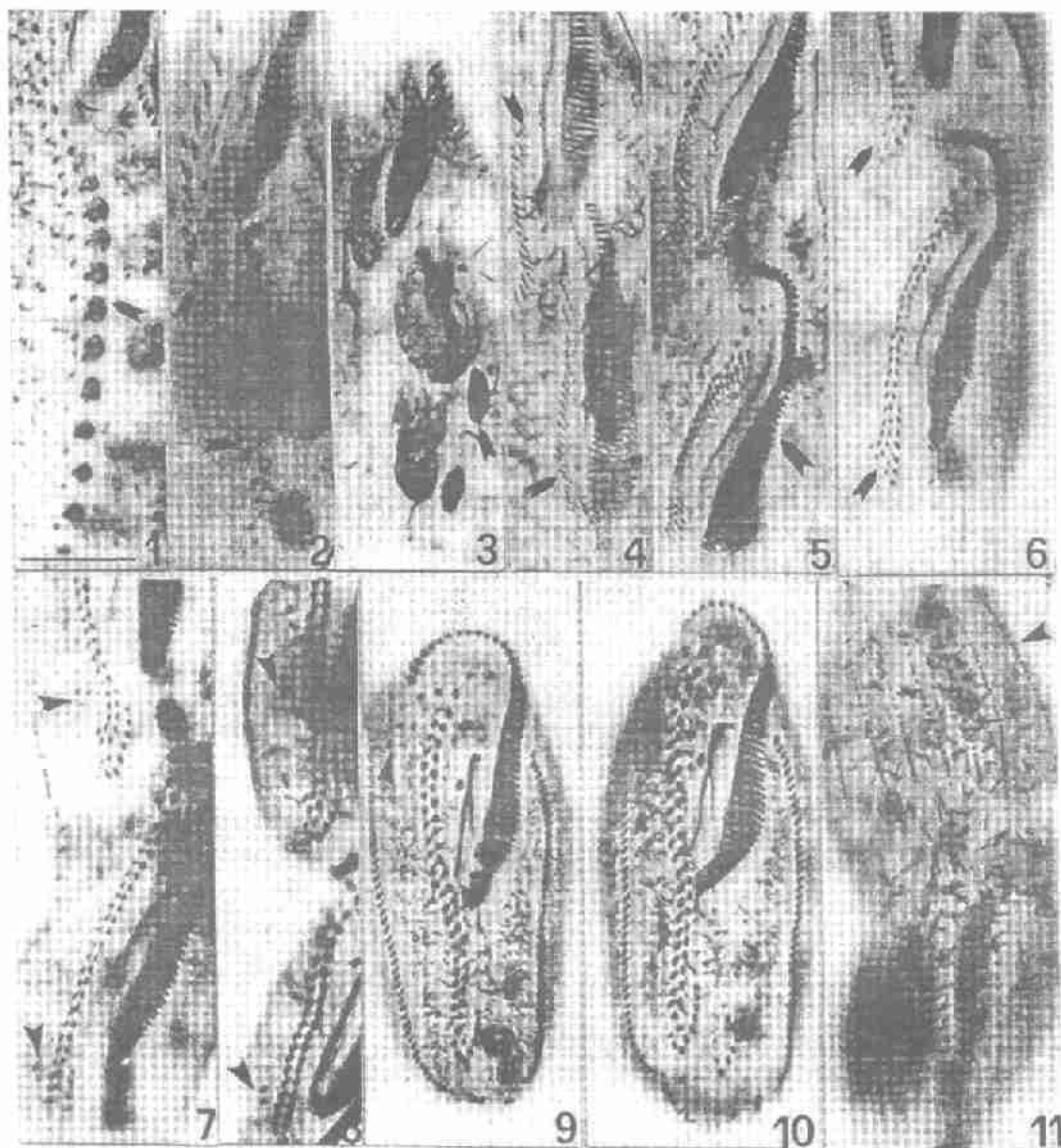


图 2 念珠伪角毛虫形态发生各期

1~10 示腹面, 11 示背面, 1 中的黑线段示 $50\ \mu\text{m}$ 并代表所有图的放大倍数

1 后仔虫口围带原基发生; 2 8 枚大核融合为 3 枚的时期;

3 两枚融合大核时期; 4 一枚融合大核时期;

5, 6 大核分裂为 4~8 枚的时期; 7, 8 大核分裂为 16 枚的时期; 9 分裂后的前仔虫;

10 分裂后的后仔虫; 11 大核分裂为 4~8 枚时的背触毛

2.2.2 后仔虫的形态发生 当大核改组带从一端移到另一端时, 虫体中后部紧靠左腹棘毛列的左侧出现一纵列相互独立的毛基粒小区 (图 1: 1, 图 2: 1), 这是后仔虫最早期的口围带原基 (AZMP)。当大核呈圆球形并开始融合时, 口围带原基各小区因毛基粒数量不断增加而扩大, 它们相互靠近, 最终合并为一条长带状的口围带原基, 并由前向后、由左至右组装小膜 (图 1: 3)。在口围带原基的右侧, 有一细条状的毛基粒群出现并自前向后

伸延成为后子虫的波动膜原基(UMP)。在此过程中,可见某些老的左列腹棘毛解聚,其毛基粒融入了波动膜原基(图2:2)。融合大核形成时,右列中后部的老腹棘毛解聚,其毛基粒与新产生的毛基粒一起共同形成梳形的额、腹、横棘毛原基(FVIP),排列于波动膜原基的右侧(图1:4,图2:4)。与此同时,左、右缘棘毛列原基(LMCP、RMCP)分别于原左、右缘棘毛列的中、后段形成(图1:4),即左缘棘毛列原基位置较前而右缘棘毛列原基位置较后。在此过程中,背面前、后部分别于老背触毛列中各出现1列(共7列)背触毛原基(图1:6),它们慢慢纵向延伸分化成前、后子虫的背触毛列(图2:11)。在融合大核第三次分裂之前,后仔虫口围带小膜基本组装完成,而波动膜原基仍在分化之中(图1:5,图2:5)。额、腹、横棘毛列原基前中段的每一毛基粒斜条状结构由前向后一分为二,形成2列额、腹棘毛;而后段原基的5~7个斜条一分为三,最后端的2或3个斜条则一分为四(图2:6)。因此,后段除了2列腹棘毛外还多分化出1列横棘毛。在最后一个斜条一分为四所产生的4根棘毛中,右边2根棘毛便脱离原来所在的腹棘毛列,沿虫体右侧腹面向前迁移,直达与口围带右边最后一小膜相邻的位置,成为额前棘毛或称迁移棘毛(图2:7~10)。左额腹棘毛列前端第一根棘毛沿波动膜右侧向后移动成为口棘毛。当大核分裂为16枚时,各纤毛器原基基本完成分化并在迁移、定位之中。随着细胞二分裂形成前、后两个独立生活的仔虫后,老纤毛器仍要经过一段时间才能逐步消失(图2:9,10)。

2.2.3 前仔虫形态发生 后仔虫长带状口围带原基区形成时,老的波动膜由前向后解聚,所留下的毛基粒于原位构成前仔虫的波动膜原基(图1:3)。该原基一直向后延伸,并与胞咽汇合处所出现的一个囊状的毛基粒群联成一体,后者构成前仔虫的口原基(图2:3)。随着大核的融合,前仔虫口原基迁移至老口围带的基部与之衔接,并组装数片小膜加接在老口围带的后端,共同组成前仔虫的口围带(图2:4,5)。当大核融合快完成时,老口棘毛以及前段老腹棘毛开始解聚(图2:2),二者解体后的毛基粒以及新产生的毛基粒融为一体,共同组成前仔虫的呈梳形的额、腹、横棘毛列原基(图2:4~6)。此后,前仔虫各纤毛器原基的进一步分化与发育过程和后仔虫基本相同,这里不作赘述。

3 讨论

念珠伪角毛虫(*P. monilata*)纤毛图式具有典型的伪角毛虫属的特征,与角毛虫属(*Keronopsis penard*)具有两列相距较远的腹棘毛这一特征有明显的差异^[1,2]。

念珠伪角毛虫与醒目角毛虫(*Keronopsis spectabilis*)相比,在形态学上既有相似之处,也存在明显的差异^[4]。二者都有横棘毛,有典型的 zig-zag 型中腹棘毛和迁移棘毛,因此与修订后的新分类系统中的角毛虫属相区别;另一方面,醒目角毛虫具尾棘毛,这一特征既不同于伪角毛虫属内种的特征,也不同于角毛虫属其它种^[1,2]。在细胞二分裂的形态发生上,念珠伪角毛虫前仔虫形成了新的口原基,其口围带由新老两部分拼接而成。这与醒目角毛虫老口围带不重组,被前仔虫原封不动继承的现象成鲜明对照^[4]。另外,红色伪角毛虫(*P. rubra*)二分裂时,其前仔虫形成口原基,于异位分化发育而完全替换原来的口围带^[5]。显然,上述3种前仔虫的口器发生模式是很不相同的,如果纤毛虫个体发生模式的相似性程度是对系统进化上亲缘关系疏密的一种反映的话,则有必要对相关种类的分类地位重新修订。

值得注意的是,冠突伪尾柱虫(*Pseudourostyla cristata*)除了左右缘棘毛列数较多外,其它纤毛图式与念珠伪角毛虫则十分相似^[2];二者形态发生模式,尤其是前仔虫口器发生模式的相似性远大于醒目角毛虫和红色伪角毛虫^[3~5]。这似乎暗示,前两者有着更密切的亲缘关系,虽然它们分在不同的科内。更有趣的是,我们在研究念珠伪角毛虫小核的体功能时(待发表),发现无小核念珠伪角毛虫与无小核冠突伪尾柱虫具有相同的口围带缺损现象^[6],表明它们的小核具有相同或相似的体功能。这从另一个角度反映了二者进化上相近的亲缘关系。

参考文献:

- [1] BORROR A C, WICKLOW B J. The suborder Urostylina Jankowski (Ciliophora, Hypotrichida): morphology, systematics and identification of species. *Acta Protozool*, 1983, 22: 97 ~ 126.
- [2] 施心路, 宋微波, 史新柏. 腹毛目纤毛虫的系统修订及腹毛目纤毛虫无性分裂期间的形态发生模式. 宋微波, 等. 原生动物学专论. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1999. 77 ~ 154, 180 ~ 210.
- [3] 金立培. 冠突伪尾柱虫前仔虫口围带小膜数的调节. 中山大学学报(自然科学版), 1996, 34(2): 68 ~ 78.
- [4] 史新柏. 醒目角毛虫形态发生学研究. 中国原生动物学会第五次学术讨论会论文摘要汇编. 1990, 76.
- [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.
- [6] JIN L P, NG S F. Somatic function of the germ nucleus in asexual reproduction of *Pseudourostyla cristata*. *J Protozool*, 1989, 36: 315 ~ 326.

Studies on the Morphology and Morphogenesis of *Pseudokeronopsis monilata*

LIU Xiao-yi^{*}, JIN Li-pei

Abstract: *Pseudokeronopsis monilata* was collected in Guangdong, China. Its morphological structures and morphogenesis were observed by protargol staining. The major morphological characteristics are that the cells have 1 row of marginal cirri on both sides (LMC and RMC), frontal-ventral-transverse cirri (FVT), frontoterminal cirri (FTC), and the arrange of midventral cirri (MVC) are in zig-zag form. During the process of morphogenesis in binary division of *P. monilata*, the posterior adoral zone of membranelles primordium (AZMP) appears in the middle of left side of left row of ventral cirri first, and then develops into AZM of the opisthe. The AZMP of the proter appears in the pharynx cavity and connects with the end of the old AZM, both contribute to a new AZM for proter. During differentiation of FVT primordium in both the proter and the opisthe, it is remarkable that two cirri from the posterior terminal of the developing FVT move forward to the anterior region of the body and become FTCs.

Keywords: ciliate; *Pseudokeronopsis monilata*; morphology

^{*} School of Life Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China