

多核织毛虫—新种, 无性生殖周期中的形态及形态发生

施 心 路

(哈尔滨师范大学生物系, 哈尔滨 150080)

摘要: 本新种的典型特征为: 表膜较薄但不弯曲, 无表膜下颗粒; 区别于该属其它种的最突出特点是具有多个大核(5.4 ± 1.4); 背触毛6列, 在第3—4列之间具有一些额外散在的背触毛。口围由 42.3 ± 2.2 片小膜组成; 额、腹、横、尾棘毛恒为8:5:5:3结构; 本新种的形态发生结果与该属其它种类相同, 6列新背触毛原基分别来源于背部的3列老背触毛和腹部的老右缘棘毛, 在第3及第4列新背触毛列之间可见新出现并散在的几根背触毛。

关键词: 下毛目, 织毛虫属, 新种, 形态发生, 表膜下纤毛系

中图分类号: Q959.116 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2000)01-0114-08

下毛目纤毛虫的结构模式是单细胞动物中最为复杂的。其纤毛器无论在数目、结构、着生部位以及相互间的排布方式上, 还是在起源发生和演化上均表现了极大的多样性。研究它们的发育过程对于进一步揭示其细胞结构的遗传变异, 核质关系以及在了解其系统发生过程中的地位都具有重要的生物学意义, 因此, 该领域长期以来一直是国内外纤毛虫研究的重要内容和方向。

织毛虫属隶属纤毛动物门, 多膜纲, 下毛目, 尖毛虫科, 已报道的种数超过12种^[1-3], 我国报道的织毛虫不多, 至今只有王家辑及沈韫芬等正式报告过1种^[4-5]。作者在黑龙江省哈尔滨市近郊采到一种织毛虫, 经鉴定为一新种, 对其形态及细胞发生期间的特点进行了观察, 结果报道如下。

1 材料与方法

多核织毛虫(*Histiculus multinucleata* sp. nov.)经分离后建立纯培养, 挑选分裂期处于不同发育阶段的虫体制片。纤毛图式, 核器等采用蛋白银染色法^[6]显示, 其余工作方法采用宋微波, 徐奎栋^[7]。文中名词及缩略语主要参照 Hemberger^[8]。

2 结果描述

2.1 新种定义

收稿日期: 1998-04-01; 修订日期: 1999-08-26

基金项目: 中国科学院王宽诚博士后工作奖励基金, 哈尔滨师范大学科研基金资助项目

作者简介: 施心路(1955—), 男, 江苏宜兴人, 博士后, 副教授; 研究方向: 原生动物学。本文得到宋微波教授和史新柏教授的热心帮助, 在此谨示谢忱

活体长185—250 μm \times 92—120 μm , 无表膜下颗粒。4—8枚大核; 额、腹、横棘毛按8:5:5方式排列; 尾棘毛3根, 背触毛6列, 但在3, 4列背触毛之间存有若干根散布的触毛。口围小膜平均为42片, 口围带长约为体长的40%。

2.2 标本采集地

于1996年5月13日采自哈尔滨市郊一小型临时积水坑(45°45' N, 126°36' E)。

2.3 标本存放地

蛋白银永久制片两片(编号: 96051801, 96051804), 现存哈尔滨师范大学原生动物学研究室和青岛海洋大学原生动物学研究室。

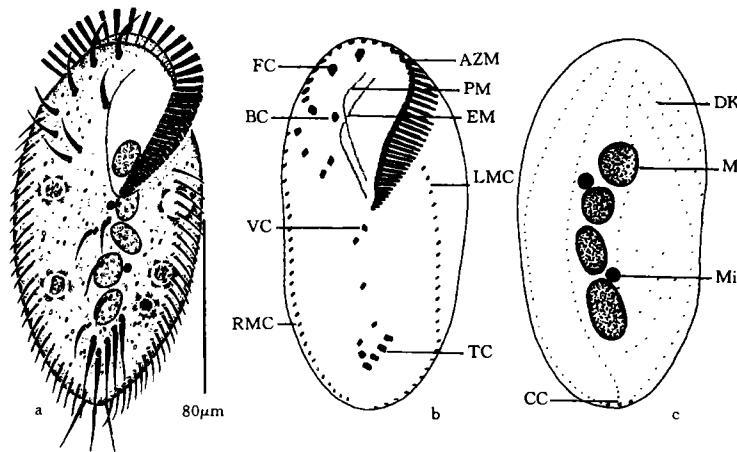


图1 多核织毛虫, 新种的形态及表膜下纤毛系

Fig.1 The original *in vivo* and infraciliature of *H. multinucleata* sp. nov.

- a. 活体形态(Original *in vivo*) b, c. 表膜下纤毛系(Ifraciliature)
- b. 腹面观(Ventral view) c. 背面观(Dorsal view)

2.4 形态学特征(图1, a—c)

2.4.1 活体形态 体较大, 呈宽椭圆形, 体长约180—250 μm , 体长宽比2—2.5:1, 背腹厚与体宽之比约为1:3。虫体大小可随营养状况有一定的波动, 与体部相比前端均钝圆, 但后端较前端略窄。口围长与体长之比约为1/2—2/5。表膜薄, 无特征, 虫体活体观时较柔软, 但不弯曲, 快速分裂时虫体常出现不规则形状(两虫裂开时类似拉撤棉絮时的状况, 可证明表膜的不坚韧性)。伸缩泡位于“标准位”。内质无色, 较透明。大核通常4—8枚, 近圆或椭圆形。小核2—3个, 圆球形, 附于大核边缘。额棘毛8根, 其中前端的3根粗大, 长约25—30 μm 。尾棘毛3根, 较细弱, 长约21—23 μm , 位于腹部近末端。

虫体在水中游动时一边前行, 一边绕自体长轴做左旋转运动。本种为广食性种类, 虫体内常可见到小型鞭毛虫、纤毛虫、硅藻, 亦可仅以细菌及有机碎屑为食。

2.4.2 表膜下纤毛系 本新种口围带(AZM)发达, 均匀弯曲成圆钩状, 约由42片小膜组成, 每片小膜通常由5排微管构成。波动膜(UM)由两片膜组成, 口侧膜在上, 与口内膜彼此在近中部交叉排列(图1, b; 图4, A), 自口围带基部分别向前伸展, 其长度约及口围长度的近3/4。口侧膜与口内膜交汇处的右侧具口棘毛一根。额棘毛(FV)、腹棘毛(VC)和

横棘毛(TC)按8:5:5图式分布。缘棘毛(MC)长约25μm,左、右各一列,约各由27和25根棘毛构成,末端通常不“交汇”(图1,b)。在虫体背面,背触毛(DK)六列,第一至四列自前向后按一定间隔经过整个背面,第三、四列之间通常有若干散布存在的背触毛,第五、六两列仅为半列。尾棘毛恒为3根,较弱小,均偏生于体中轴末端之右侧。虫体的核器通常由4—8枚大核组成,位于中轴并前后纵列。小核位于大核旁边一般为2—3枚(图1,c)。

2.5 形态发生(图2—4)

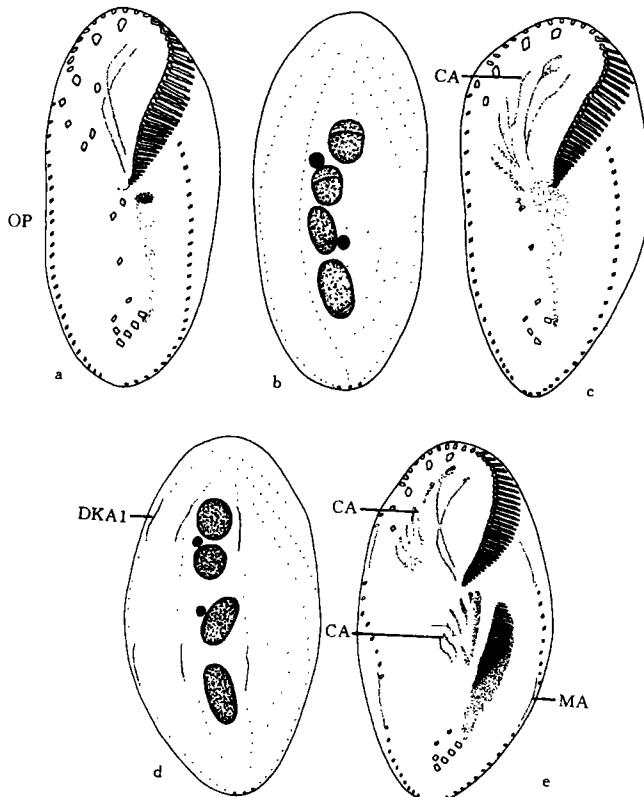


图2 多核织毛虫, 新种的形态发生

Fig.2 Morphogenesis of *Histriculus multinucleata* sp. nov. during asexual reproduction

(a-e) 分裂早期 (ventral and dorsal view in early stage)

CA: (额腹横)棘毛原基 (ciliary anlagen) DKA1: 第一组背触毛原基 (1st dorsal kinety anlagen)

OP: 口原基 (oral primordium) MA: 缘棘毛原基 (marginal anlagen)

2.5.1 口器发生 形态发生早期,在老口围带下方和腹棘毛左侧出现一条排成长索状的毛基体(图2, a, OP),即后口围带原基区,该原基之毛基体按照自前至后、自右至左的顺序,组装成规整排列的小膜,最后形成略似圆钩状的后口围带(图2, c, e; 图3, a, c)。与许多种类不同,在新口围带和新波动膜形成过程中,老口围带无可见的后部更新现象,但老波动膜仍发生完全的重组。老的波动膜瓦解并在瓦解处形成新的毛基体,而后,它们发育成新的波动膜原基(图2, e),该原基进一步发育,并按后仔虫波动膜原基的演化方式分化

出一根额棘毛和两片(口侧与口内)膜。

2.5.2 核的演化 在形态发生之前, 每个大核的两端各出现一条复制带(图 2, b), 它们各自同步向中心汇集而完成 DNA 的复制, 随着分裂的不断进行, 各大核逐渐相互融合, 最终融合为一(图 3, b; 图 4, E)。融合后的大核及小核同时发生二分裂, 即出现二大核和二小核(图 3, d)。接着, 大核及小核又各自进行一次二分裂, 即每个虫体有四个大核和 4 个小核。当虫体缢裂时, 大小核均等分配到两个子细胞中(图 3, f; 图 4, I)。

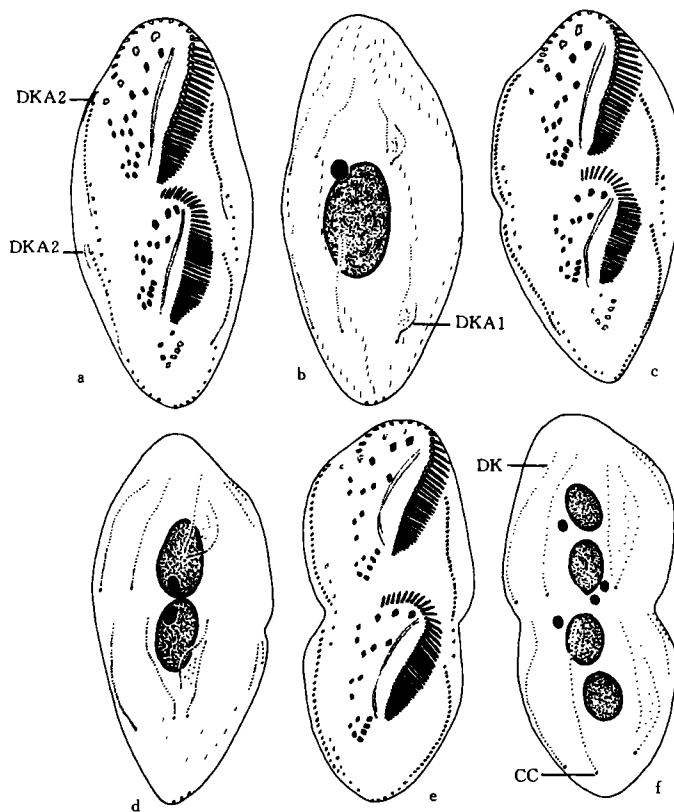


图3 多核织毛虫, 新种的形态发生

Fig.3 Morphogenesis of *H. multinucleata* sp. nov. during asexual reproduction

a-b: 分裂中期 (ventral and dorsal view in metaphase) c-d: 分裂后期 (ventral and dorsal view in anaphase)

e-f: 分裂末期 (ventral and dorsal view in telophase)

CC: 尾棘毛 (caudal cirri) DKA2: 第二组背触毛原基 (2nd dorsal kinety anlagen)

DK: 背触毛列 (dorsal kineties)

2.5.3 新棘毛的形成 在大核复制带即将移到大核的另一端时, 虫体腹面的额、腹棘毛部分瓦解并出现新的棘毛原基, 这些原基最初仅限于口原基右侧, 呈 5 条带状, 向后朝第 1—3 根腹棘毛瓦解的区域伸展。不久, 老口围带右侧的波动膜开始分解, 随后出现一组相同的棘毛原基。接下去, 前、后两组原基发育、演化, 每列原基伸长并分化成若干段, 按自左至右的顺序, 前、后五列原基分化的段数均为 3:3:3:4:4(图 3, a, c), 结果是每个片段形成一根棘毛, 这些新形成的棘毛随后将按预定的模式各自向前、后方迁移定位。

2.5.4 新缘棘毛的形成 新口围带形成时, 在老缘棘毛前、后部两侧的毛基体大量增生, 分别形成前、后仔虫的新缘棘毛原基(图 2,e, MA), 它们进一步发育并向两侧延伸, 棘毛有

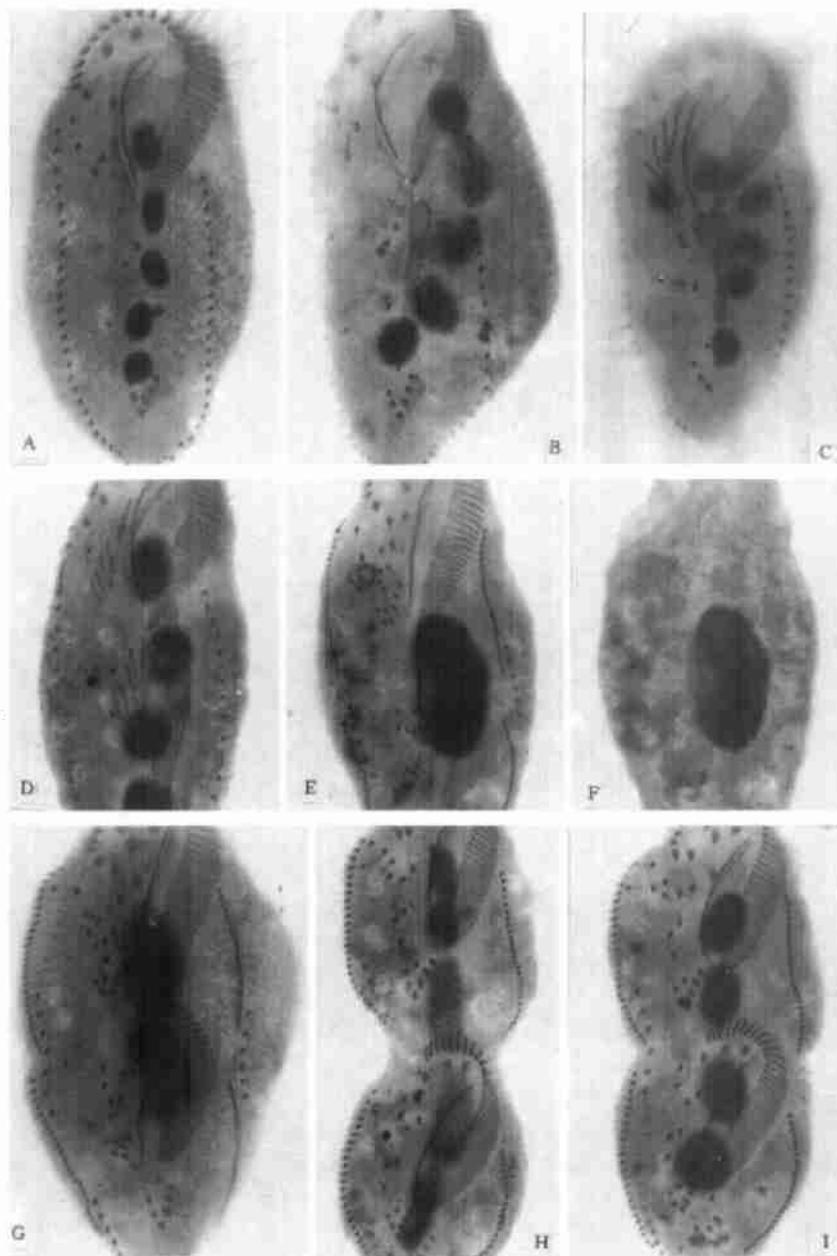


图4 多核织毛虫, 新种的形态发生

Fig.4 Photomicrographs of *Histriculus multinucleata* sp. nov. during asexual reproduction

A: 分裂间期 (ventral on interphase) B-D: 分裂早期 (ventral view on early stages)

E-F: 分裂中期 (ventral view on metaphase) G: 分裂后期 (ventral view on anaphase)

H-I: 分裂末期 (ventral view on telophase)

规则地分散成整齐排列的新缘棘毛。

2.5.5 新背触毛的形成 当新的棘毛原基和新缘棘毛原基已形成并不断分化时, 新、老背触毛开始出现更替。在第一、二、三列背触毛前半部和后半部的中间区域各发生一列由许多毛基体两、两挤在一起的背触毛原基(图 2, d, DKA1), 每列原基的棘毛各由其两端向前、后有规则地分开、伸展并替代老的背触毛。在前、后第三列背触毛原基后端, 出现前、后仔虫的第 4 列背触毛原基(图 3, b, d), 这两列原基分别朝所在区域的前方(第 3 列原基右侧)伸展, 其中的触毛也有规则地分散开, 它们分别演化为前、后仔虫的第四列背触毛(图 3, d, f)。在第三和第四列背触毛断裂后形成的中间部位仍存有若干根背触毛。同时, 在虫体腹面残剩的老右缘棘毛基部的前端右侧, 产生第五和六两列新背触毛原基(图 3, a, DKA2)。其中, 离右缘棘毛原基近的一列较短, 远的一列较长, 这两列原基进一步伸长、展开, 待虫体分裂后才移动到位, 长列在背面内侧, 短列在背面外侧, 它们分别为前后仔虫的第五、六列新背触毛。前、后仔虫的三根尾棘毛分别来自第一、二、四列背触毛原基的末端(图 3, d, f)。

表1 多核织毛虫, 新种 *Histiculus multinucleata* sp. nov. 的生物统计学特征

Tab.1 Biometrical characterization of *Histiculus multinucleata* sp. nov.

特征 Character	最小值 Min	最大值 Max	平均值 X	标准差 SD	变异系数 CV	标本数 N
体长 BL(μm)	180	250	220.7	19.4	8.8	20
体宽 BW(μm)	88	120	106.6	9.6	9.0	20
围口长 PL(μm)	80	100	89.4	5.8	6.5	20
围口带小膜数 AZM	38	45	42.3	2.2	5.2	20
额棘毛 FC	8	8	8	0	0	20
口棘毛数 BC	1	1	1	0	0	20
腹棘毛数 VC	5	5	5	0	0	20
横棘毛数 TC	5	5	5	0	0	20
尾棘毛数 CC	3	3	3	0	0	20
左缘棘毛数 LMC	23	29	26.8	1.7	6.5	20
右缘棘毛数 RMC	23	28	25.4	1.6	6.3	20
背触毛列数目 DK	6	6	6	0	0	20
大核数目 Ma	4	9	5.4	1.4	2.5	20
小核数目 Mi	2	3	2.1	0.25	12.5	20

所有数据依据蛋白银染色标本测出(Data based on protargol stained specimens.); Min 最小值 (Minimum); Max 最大值 (Maximum); X 平均值 (mean); SD 标准差 (standard error of the mean); CV 变异系数 (Coefficient of variation in %); N 标本数 (Sample size)

3 讨论

本新种与 Dragesco^[9]所报道的一种拟棘尾虫(*Parastylonychia plouneouri*)在外形及所具有大核的数目上相近, 但他报道的该种具腹棘毛 8 根, 且其它特征也极像棘尾虫, 故他以此建立了拟棘尾虫属(*Parastylonychia*)。

本新种与本属其它种相比最突出的特点是具有多个大核。此外, 本种的体型呈宽卵

形, 前后端均浑圆, 本属其它种类的体形多呈长椭圆形且后端多细削而不浑圆^[4-5, 10], 并都仅有两枚大核, 这些特征都使本种明显有别于其它种。鉴于本种具有多个大核这一明显的特征, 故将其定为多核织毛虫。

本属由 Sterki 于 1878 年以 *Histrio* 为属名成立, 后由 Corliss^[11] 改为织毛虫属 (*Histiculus*), 迄今已明确归入该属的种有 12 个。本新种按照其形态特征和纤毛图式较符合织毛虫属的规定, 故将其归在该属。据王家楫等及沈韫芬等^[4-5], 对织毛虫属的研究认为, 该属(种)的形态特征除虫体坚实不可曲和虫体后半部或后端略为细(尖)削外, 其余特点与尖毛虫近似。

在分类学上, 虫体的形状一直被认为是鉴别种类的基本特征而被用做对其进行分类的参考依据。虫体的形状在某些种类上具有稳定性, 但对于大多数种而言同一属中不同种类的体形也不尽相同, 故虫体的形状不易用来作属间的分类依据, 属间的分类应以其综合的特征(纤毛图式, 发生特点等)为依据。

本新种的发生过程表明, 它与该属多数其它种类一样, 其发生中期时的棘毛原基断后形成的片段为, 3:3:3:3:4:4, 棘毛随后的分化过程也与本属其它种类相同。Berger 等^[12]在对织毛虫 (*Histiculus muscorum*) 的形态发生学研究时发现, 该种只有 4 根腹棘毛, 其形态发生中期时棘毛原基断后形成的片段是 2:3:3:4:4; 王梅, 宋微波^[13]在对一采自南非的宽口虫 (*Steinia* sp.) 的发生学研究时也发现, 该种的腹面棘毛恒为 8:5:4 结构, 发生中期时的五列原基也只按 3:3:3:4:3 的模式分化, 而非 3:3:3:4:4 模式^[8]。由此可见, 腹面棘毛的排列方式已经反映出其在发生过程中原基列分化的趋势, 这已在几个不同属中的某些种类上得到验证。由此可见, 在散毛亚目各属(种)中, 额、腹、横棘毛仍多以 8:5:5 的模式分布, 只有少数种类例外。这是下毛目纤毛虫演化的总体趋势。本新种在发生上具有该属在细胞发生上的稳定性, 这不仅为该种的独立性提供了发生学上的依据, 也为该属中种的鉴定提供了可靠的依据。

参 考 文 献

- [1] Borror A C. Revision of the order Hypotrichida (Ciliophora, Protozoa)[J]. *J. Protozool.*, 1972, 19: 1—23
- [2] Matsusaka T. Effect of cycloheximide on the encystment and ultrastructure of the ciliate, *Histiculus*[J]. *J. Protozool.*, 1979, 26: 619—625
- [3] Sendo Y, Matsusaka T. Changes in two acid hydrolase levels during cyst differentiation of ciliate, *Histiculus muscorum*[J]. *J. Protozool.*, 1982, 29: 125—129
- [4] 王家楫, 沈韫芬, 龚循矩. 废水生物处理微型动物图志 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1976, 246
- [5] 沈韫芬, 章宗涉, 龚循矩, 顾曼如, 施之新, 魏印心. 微型生物监测新技术 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990, 524
- [6] Wilbert N. Eine verbesserte technik der protargolimpregnation für ciliaten [J]. *Microkosmos*, 1975, 6: 171—179
- [7] 宋微波, 徐奎栋. 纤毛虫原生动物形态学研究的常用方法 [J]. 海洋科学, 1994, 6: 6—9
- [8] Hemberger H. Revision der ordnung Hypotrichida Stein (Ciliophora, Protozoa) an hand von protargolpräparaten und morphogenesedarstellungen [M]. *Diss. Math. Nat. Fak. Univ. Bonn*, 1982, 294
- [9] Dragesco J. Compléments à la connaissance des ciliés mésopsmiques de Roscoff. II. Hétérotriches. III. Hypotriches [J]. *Cah. Biol. Mar.*, 1963, 4: 251—257

- [10] 邹士法, 张作人. 苔藓织毛虫的形态和形态发生 [J]. 动物学报, 1992, 38: 345—351
- [11] Corliss J O. The problem of homonyms among generic names of ciliated protozoa, with proposal of several new names [J]. *J. Protozool.*, 1960, 7: 269—278
- [12] Berger H, Foissner W. Morphological variation and comparative analysis of morphogenesis in *Parakahliella macrostoma* (Foissner, 1982) nov. gen. and *Histriculus muscorum* (Kahl, 1932), (Ciliophora, Hypotrichida) [J]. *Protistologica*, 1985, 21: 295—311
- [13] 王 梅, 宋微波. 宽口虫(*Steinia* sp.)无性生殖周期中核器及纤毛器的演化 [J]. 青岛海洋大学学报, 1996, 26: 31—36

MORPHOLOGY AND MORPHOGENESIS OF *HISTRICULUS MULTINUCLEATA* SP. NOV. DURING ASEXUAL REPRODUCTION (Ciliophora, Hypotrichida)

SHI Xin-lu

(Department of Biology, Harbin Normal University, Harbin, 150080)

Abstract: A description of the morphology and morphogenesis of the hypotrichous fresh water ciliate *Histriculus multinucleata* sp. nov., collected from a puddle near a reservoir in Harbin suburbia in Heilongjiang province is given. The morphology, infraciliature, morphogenesis and relationship with other species in the same genus are studied. The new species has same characters as the other species in the same genus, being pellicularly thinner, but inflexible, without subpellicular granule. The most obvious character of the new species is that it has more nuclei (5.4 ± 1.4). The adoral zone of membranelles is consisted of 42.3 ± 2.2 membranelles. The fronto cirri, ventral cirri, transverse cirri and caudal cirri are identical as 8:5:5:3.

All basic developmental processes in morphogenesis resemble those of other species in the same genus. The characteristic for the present species is the extra irregular bristles between the dorsal kinety (DK) of 3—4.

Type location: Collected from a small puddle near a reservoir in Harbin ($45^{\circ}45' N$, $126^{\circ}36' E$), Heilongjiang Province, China.

Type specimens: Slides of holotype and paratype specimens have been deposited in Research Laboratory on Portozoa in Harbin Normal University and Fishery College, Ocean University of Qingdao.

Key words: Hypotrichida, *Histriculus*, New species, Morphogenesis, Infraciliature