鱼杯体虫(Apiosoma piscicola)的光镜及透射电镜观察

李　明　汪建国　章晋勇　朱大玲　顾泽茂　龚小宁
(中国科学院武汉水生生物研究所, 武汉　430072)

摘要: 对洪泽湖地区鱼杯体虫(Apiosoma piscicola)的活体、固定染色标本形态及其超微结构进行了较为系统地观察、描述, 发现虫体大小在南北地区存在显著差异并就这种现象产生的原因进行了讨论, 认为这可能是由于南北地区在气候条件、水体生境等各个方面均存在着很大不同, 相同祖先种在进行地域辐射时, 对各自生存环境长期适应所产生的结果。在超微结构中对虫体表膜、口围纤毛、口围唇、漏斗、横纤毛带及内部胞器进行了仔细的观察, 发现杯体虫体内尤其是口区具有很多细菌和有机颗粒, 这就证明了其营养是来自于外界水环境而并非宿主, 并从杯体虫食物来源的角度论证了杯体虫是一种体外共生体(ectocommensal)而非体外寄生体(ectoparasite)。另外, 还观察到虫体尤其是口围唇部的表膜具有非常明显的褶皱, 显示了其口区表膜极强的伸缩能力, 这也是虫体在受到刺激或形成游泳体(telotroch 或 swarmer)时能将整个口围盘缩进体内的原因。

关键词: 杯体虫; 形态; 光镜; 透射电镜; 体外共生体
中图分类号: S941　　文献标识码: A　　文章编号: 1000-3207(2007)02-0208-06

鱼杯体虫(Apiosoma piscicola Blanchard)作为杯体虫属(Apiosoma Blanchard, 1885)的典型物种, 最早是由法国人 Blanchard[1] 于 1885 年在鲤(Cyprinus carpio Linnacus, 1758)体表发现并命名的。由于历史上属名的更迭和本种在不同地域间形态上的较大变异性, 导致了其具有多个同物异名(synonym), 如: / Glossatella piscicola (Blanchard, 1885) Kahl, 1935a, / Glossatella cyprini Lr mek-Huĺek, 1953a, / Glossatella cylindriformis Chen, 1956a, / Apiosoma magna Banina, 1968a[2] 等。

鱼杯体虫是一种附着于多种水生生物体表和鳃部的缘毛类纤毛虫, 在欧洲、亚洲和南非等地均有广泛分布[3], 常严重危害淡、海水养殖的鱼苗、鱼种及各种虾、蟹的卵、幼体和成体, 并能致其大规模性死亡。尽管如此, 对本种乃至本属的研究, 无论是在国内还是国外都一直未能得到应有的重视。长期以来一直停留在分类学的初始阶段[4]。为了深入地开展对本类群的研究, 作者于 2005 年 5 月底对江苏洪泽湖地区严重感染鱼杯体虫的病鱼之临床症状、虫体活体形态、固定染色标本形态以及超微结构进行了较为系统地观察、描述。

1　材料和方法

1.1　材料鱼来源　彭泽鲫(Carassius carassius pengzenensis)鱼苗, 长度 1.5)2.0cm, 重量 0.3)0.4g。取自江苏省洪泽良种场, 充氧装袋后活体运回实验室, 暂养于水族箱中。

1.2　光镜观察

1.2.1　活体观察　加一滴蒸馏水于干净的载玻片上, 取一整片鳃(鱼体较小)放入水滴中。在盖玻片的四周涂少许凡士林, 轻轻盖上盖玻片, 置于光学显微镜下观察。活体观察结束后, 将盖玻片压下, 自其一侧加一小滴 2% 中性红染液显示虫体内部液泡系。

1.2.2　固定染色标本观察　用洁净的盖玻片涂片, 升汞饱和液固定, 海氏(Heidenhain's haematoxylin)、爱氏苏木精(Ehrlich's haematoxylin)染色; 载玻片涂抹晾干的标本用 3% 硝酸银染色。加拿大树胶封片, 镜检。全部观察、测量、拍照均使用德国蔡司显微成像系统 Zeiss Axioplan 2 imaging and Axiophot 2 完成。

1.3　透射电镜观察　在解剖镜下, 用解剖针分离出附着有大量虫体的鳃部黏液, 直接投入 2.5% 戊二

收稿日期: 2005-12-29; 修订日期: 2006-10-29
基金项目: 中国科学院水生生物研究所领域探索项目(No.1320321; 湖北省科技攻关项目(2006AA201B27))资助
作者简介: 李明(1982-), 男, 山东省济宁市人; 博士; 主要从事鱼病学研究。E-mail: liming@ihb.ac.cn
通讯作者: 汪建国, 研究员, 博士生导师; E-mail: wangjg@ihb.ac.cn

醛溶液中固定 24h, 用原液换洗一次, 再用 2% 锇酸固定 2h, PH712) 714 磷酸缓冲液洗 2 次, 每次 15min。系列丙酮进行脱水, 每次 15min。55) 60e 下环氧树脂(Epon812) 包埋 72h, LKB2V 型超薄切片机切片, 厚度为 400) 500A, 经醋酸双氧铀和柠檬酸铅双染色(醋酸双氧铀 30min, 柠檬酸铅 30min), 日立 H2300 透射电镜观察及拍照。

2　结　果

211　病鱼的临床症状

患病鲫鱼苗漂浮水面, 多于塘边或下风口处集群。游动吃力, 作缺氧浮头状。鱼体发黑, 仔细观察可见其鳃盖后缘略发红, 鳍条残损。将病鱼去除鳃盖, 置于解剖镜下, 发现鳃部分泌有大量黏液, 其上满覆虫体。体表和鳍处亦多有虫体附着, 尤以背鳍、尾鳍居多。

212　活体光镜观察

16@10 倍镜下, 每个视野约 30) 40 个虫体。转换至 16@40 倍下进行观察, 可见整个虫体由游离端到固着端逐渐变得纤细, 表膜较为光滑, 呈胶质半透明状(图版 Ñ: 122)。当虫体充分伸展时, 其周边发达的口围纤毛(peristomial cilia) 不断地快速摆动, 使整个口围区(peristomial disc) 从正面看去似一旋转的圆盘, 而且能看到波动膜(undulating membranes) 在前腔中不停地振颤。其前部的细胞质较为浓厚, 经中性红染色后, 发现其中尤其是在螺旋状口沟) 漏斗(infundibulum) 的周围散布有许多颗粒状物质和一明显的伸缩泡(contractile vacuole); 后部则无色透明, 且可见一倒锥形的大核悬浮其中, 占据了虫体的将近 1/3。其体柄(stalk) 非常显著, 也具有一定的伸缩性; 虫体末端的附着器) 帚胚(scopula) 并非平滑的, 而是边缘突出, 似是嵌合在所附着细胞的表面(图版Ñ: 3)。

213　固定染色标本观察

苏木精染色的标本可明显观察到口沟开口于盘面的一侧并螺旋伸入胞质, 渐行渐细(图版 Ñ: 4)。其外围由三圈致密的纤毛环绕, 皆行逆时针旋转(图版Ñ: 526)。其内两层在旋入口沟之前相互平行靠近并螺旋下沉; 较外一层则在行进 3/4 圈后, 渐渐愈合为强固的波动膜再行下沉。虫体口围唇(peristomial lip) 具有极强的伸缩性, 可将口围纤毛完全缩进体内(图版 Ñ: 7)。口围盘的中央较为平坦, 只在口沟的一侧稍稍隆起。大核呈深蓝色, 且可见许多颜色更深的染色质颗粒散布其中(图版Ñ: 4)。小核细棒状, 位于大核侧面靠中间的部位(图版 Ñ: 426)。由于其非常小, 因而在活体中很难观察到。帚胚较为粗壮, 其侧面观呈陈启鎏[5] 描述的/颠倒山字型0(图版Ñ: 5, 7)。在银染的标本中, 可以看见由一圈致密纤毛构成的横纤毛带(transverse ciliary band), 环绕于虫体中部, 其位置在大核上边缘的附近。除此之外, 在虫体的体表还存在着很多的嗜银颗粒(argentophilic particle), 绝大多数位于前部, 约占整个体表的 2/3, 而柄部极少(图版 Ñ: 8)。苏木精染色的标本共测量 50 个, 测量结果如下: 体长 6716(4312) 9112) Lm, 宽 3217(1912) 4516) Lm; 柄长 2016(12) 3316) Lm, 宽 1113(418) 2116) Lm; 大核长 2218(916) 3316) Lm, 宽 1613(810) 2410) Lm; 小核长 512(217) 814) Lm, 宽 219(119) 418) Lm; 口围盘直径 2010(916) 3112) Lm; 横纤毛带直径 3017(1414) 4312) Lm; 大核距口 2114(916) 3610) Lm; 横纤毛带距口 2416(1210) 3610) Lm。

另外, 在苏木精染色的标本中还观察到了杯体虫无性繁殖的情景。其柄部已经分开; 大核和口部也都已完成复制, 但仍然交联在一起(图版 Ñ: 9)。这就在一定程度上说明了在其核分裂与胞质分裂之间并不存在着明显的时间界限。

当外界环境不利时, 处于不同生活阶段的虫体都往往会在其横纤毛带的位置长出一圈更为致密的长纤毛, 形成略微凹陷的运动纤毛带) 梗突带(girdle of pectinelles)。继而口围盘完全缩进体内, 前端变圆; 帚胚缩短, 末端变平, 整个身体呈圆形或柱形, 称为游泳体(telotroch 或 swarmer)(图版Ñ: 10)。

214　透射电镜观察

虫体表膜较薄, 非常光滑且外覆一层透明的膜状物。整个虫体尤其是口围唇部的表膜具有非常明显的褶皱(图版Ò: 122)。口围纤毛为典型的/9+ 20 模式, 杆部横切面的外围为 9 组二联体微管, 中部是由两条中央微管组成的轴丝(axoneme)(图版 Ò: 3); 基部断面则由 9 组三联体微管组成, 每组三联体都斜向轴心(图版Ò: 4)。从纤毛纵切面可以看出中央轴丝终止于纤毛轴体(axial body) 的位置(图版 Ò: 5)。漏斗内部着生有多列纤毛(图版 Ò: 6), 与滤食有关。口区表膜下的线粒体(mitochondrion) 非常丰富, 呈圆形、椭圆形或其他不规则形状, 内有许多短杆状的嵴(图版Ò: 7)。大核(macronucleus) 占据了虫体的几乎整个后部, 核膜较薄, 核内布满染色较深、颗粒较粗的异染色质(heterochromatin) 颗粒, 同光镜下海氏苏木精染色标本的观察结果相一致。核仁(nucleolus) 非常显著, 呈长圆形, 位于大核中侧部(图

版Ò: 8)。由于小核(micronucleus)的体积过小,本文未能切中。横纤毛带处在与核仁相对的位置上,其纤毛皆与虫体表面垂直着生,而后向上弯曲(图版Ò: 9)。另在虫体内部尤其是口区,发现了大量细菌和有机颗粒的存在(图版Ò: 7, 10211)。

3 讨 论

311 光镜观察

作者就本实验测量所得数据与陈启鎏[6]对湖北地区本种进行描述时使用的数据进行了比较(见表1)。

表1 洪泽样品数据与湖北样品数据的比照(单位: 微米)

Tabl 1 The contrast between the specimens from Hubei and Hongze region(unit: Lm)

	体长 Body length	体宽 Body width	大核长 Ma. length	大核宽 Ma. width	小核长 Mi. length	小核宽 Mi. width
湖北 Hubei	4416(3614) 62l3)	20l5(16l1) 2619)	1112(8l5) 1513)	8l5(61 3) 1ll3)	210(ll5) 2l3)	018(0l7) ll2)
洪泽 Hongze	6716(4312) 9ll2)	3217 (1912) 4516)	2218(9l6) 3316)	1613(810) 24l0)	512(2l7) 8l4)	219(ll9) 4l8)

注: 虫体长度测量由口围盘顶点至体柄末端; 宽度取虫体前部最宽处

Notes: The length of the body is measured from the summit of the epistomial disc to the terminal of the scopula and the width of the body from the widest anterior ity

由上表可以看出,两者之间存在较大差异。但从虫体的形状、口围盘与体柄的形态、宿主和附着部位,尤其是大小核的形状、尺寸及相对位置关系等分类依据[2,4,6,9]来判断,本实验所采集的杯体虫确为鱼杯体虫,即陈启鎏于1956年定名的筒形舌杯虫(Glossatella cylindriformis Chen, 1956)。之所以存在如此大的差异,作者认为这可能是由于南北地区在气候条件、水体生境等各个方面均存在着很大不同,相同祖先种在进行地域辐射时,对各自生存环境长期适应所产生的结果。而且,即使在同一地域,由于不同宿主的体积大小、自身生理状况、体表微环境(如pH值)等方面的差异也会造成虫体的上述变异。这也从一个侧面反映了对杯体虫属以至整个缘毛类进行分类的困难: 虫体特征的不规则性,巨大的变异性以及缺乏严格的宿主专一性[4]。

312 透射电镜观察

杯体虫与宿主的关系问题一直是本属研究中争论的焦点,即: 究竟是体外共生体(ectocommensal)还是体外寄生体(ectoparasite)的问题。1954年Sch¾perclaus[7], 1962年Fijan[8], 1968年Banina[9]等均对此进行过争论。但无论是认为/ Apiosoma是一类危害甚小的外共生体0[7]还是对幼鱼具有/致命危害的真正的体表寄生虫0[10],都未能提供有力的证据。直到1973年Lom[11]通过对鱼杯体虫帚胚部位超微结构的仔细观察,发现虫体以帚胚末端微纤维附着层(finely fibrillar attachment layer)中的纤维物质汇入宿主细胞表面的纤维节,并与其膜下纤维发生交连。这种结构非常类似于组织细胞间的连接复合体(junctional complex),而并没有造成宿主上皮细胞膜的破损,因而其附着方式不会对宿主细胞造成伤害。1987年Cone与Odense[12], 1995年Qi, Ying与Heckmann[13]分别利用扫描电镜对本属成员进行研究,证实了Lom所观察到的这种类似后口生物组织细胞间的连接方式。虽然他们的工作有力支持了/外共生体0的观点,但都是从杯体虫(Apiosoma)的帚胚是否破坏宿主上皮细胞膜并从宿主细胞摄取营养上进行的探讨。作者在利用透射电镜对鱼杯体虫的观察中,发现虫体内部尤其是口区存在很多的细菌体和有机颗粒。因而认为本属成员同其他缘毛类一样进行过滤摄食[14],利用发达口纤毛系的运动产生旋流,将食物颗粒送入漏斗并在波动膜的摆动下通过胞口(cytostoma)、胞咽(cytopharynx)进入体内。这就在食物来源上证明了其营养是来自于外界水环境而并非宿主。这同时也从另一个角度证明了杯体虫是一类以水中细菌和有机颗粒为食的体外共生体,而非从宿主体内摄取营养的外寄生体。

另外,在口围唇部观察到的非常明显的褶皱,也显示了虫体口区表膜具有极强的伸缩性,这也是虫体之所以能在受到刺激或形成游泳体(telotroch或swarmer)时能将整个口围盘缩进体内的原因。

参考文献:

[1] Blanchard R. Sur un infusoire peritriche ectoparasite des poissons deau douce [J]. Bull. Soc. Zool., 1885, 10: 277) 280

[2] Scheubel J B. Die sessilen Ciliaten unserer S sserfische unter besonderer Berücksichtigung der Gattung Apiosoma Blanchard [J]. Zool. Jb. Syst., 1973, 100: 1) 63

[3] van As J G, Viljoen S S. Sessile peritrichs (Ciliophora: Peritricha) from freshwater fish in the Transvaal, South Africa [J]. Afr. Zool. / S. 2Afr. Tydskr. Dierkd, 1985, 20(3): 79) 96

[4] Lom J. Sessiline peritrichs from the surface of some freshwater fishes [J]. Folia Parasitol. (Praha), 1966, 18(1): 36) 56

[5] Chen Q L. The study of parasitic protozoan infecting black carp, Mylopharyngodon piceus; grass carp, Ctenpharyngodon idella; black silver carp, Aristichthys nobilis and silver carp. Hypophthalmichths molitrix Ñ. Protozoan parasiting grass carp, Ctenpharyngodon idella [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1955, (2): 148) 150 [陈启鎏. 青、鲩、鳙、鲢等四种家鱼寄生原生动物的研究Ñ. 寄生鲩鱼的原生动物. 水生生物集刊, 1955, (2): 148) 150]

[6] Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences. The pathogeny graphy of fishes in Hubei province [M]. Beijing: Science Press. 1973, 194) 202 [中国科学院水生生物研究所. 湖北省鱼病病原区系图志. 北京: 科学出版社. 1973, 194) 202]

[7] Schäperclaus W. Fischkrankheiten [M]. Berlin: Akademie Verlag Press. 1954

[8] Fijan N. Massive invasions of the young Cyprinus Carpio with protozoa of the genus Glossatella [J]. Veterinarski Archiv, 1962, 32: 2) 6

[9] Banina N N. Apiosoma from fresh-water fishes in the European part of the Soviet-Union [J]. Acta Protozool., 1968, VI(21): 245) 262

[10] Banina N N. Ciliates of the Apiosoma genus [A]. In: Progress in Protozoology. Abstracts of papers read at the 3rd Internat. Congr. Protozool, 1969, Leningrad, USSR [C]. Leningrad: Nauka. 1969, 252) 253

[11] Lom J. The mode of attachment and relation to the host in Apiosoma piscicola Blanchard and Epistylis Lwoffi Faur-Fremiet, ectocommensals of freshwater fish [J]. Folia Parasitol. (Praha), 1973, 20: 105) 112

[12] Cone D K, Odense P H. Occurrence of Heterocolaria lwoffi (Faure-Fremiet, 1943) and Apiosoma piscicola Blanchard, 1885 (Ciliata) on Salvelinus fontinalis (Mitchill) in Nova Scotia [J]. Canada., Can. J. Zool./J. CAN. Zool., 1987, 65(10): 2426) 2429

[13] Qi Y, Heckmann R A. Morphological and host-symbiont studies of Trichodina tenuiformis and Apiosoma campanulatum infesting mottled sculpin (Cottus bairdi) from Provo River, Utah [J]. Great Basin Naturalist, 1995, 55(3): 258) 266

[14] Shen Y F, Wang J G. Protozoology [M]. Beijing: Science Press. 1999 [沈韫芬, 汪建国. 原生动物学. 北京: 科学出版社. 1999]

OBSERVATION ON THE APIOSOMA PISCICOLA UNDER OPTICAL AND TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPE

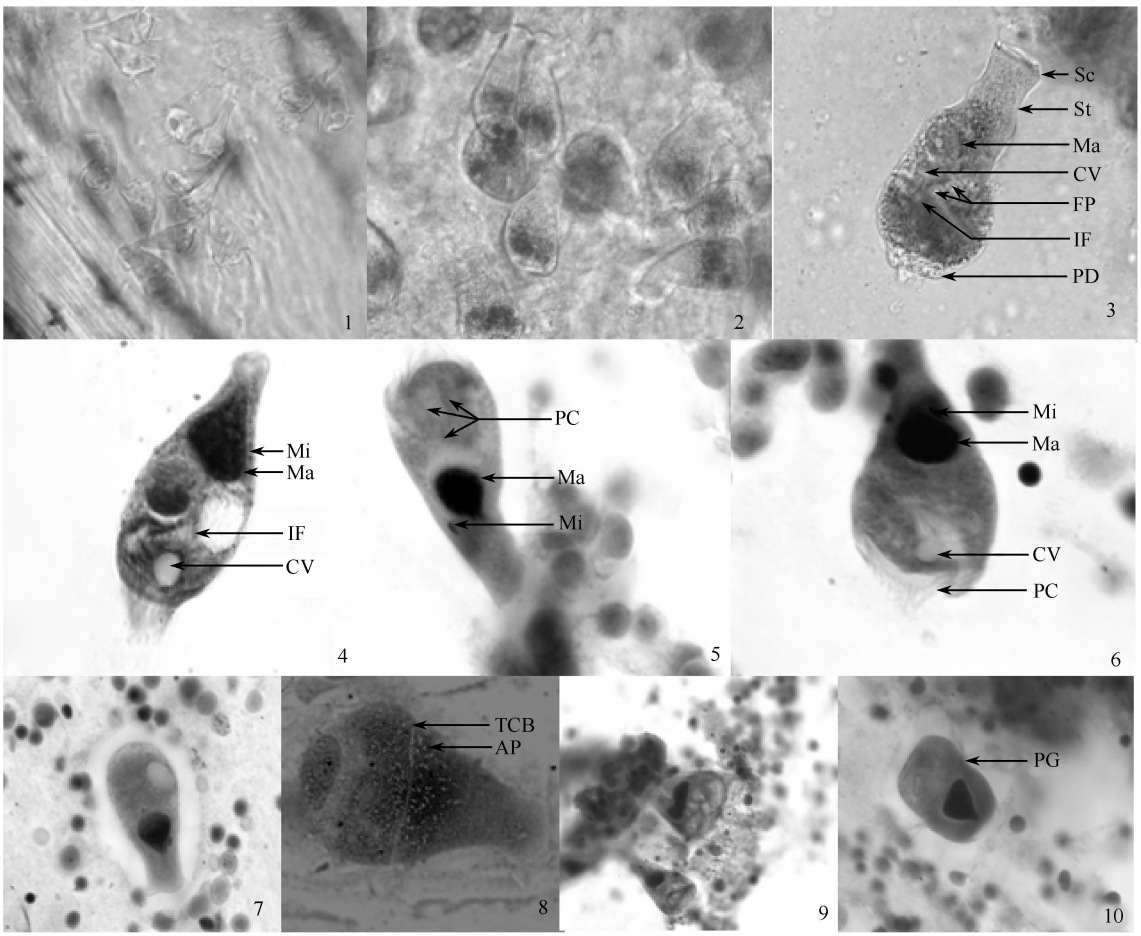
LI Ming, WANG Jian-Guo, ZHANG Jin-Yong, ZHU Da-Ling, GU Ze-Mao and GONG Xiao-Ning
(Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract: As a species of the epizootic ciliate, Apiosoma piscicola Blanchard, 1885 which attaches to the surfaces of many kinds of hydrobionts can badly endanger the hosts and cause great losses to the aquaculture industry. It also has a wide spread, such as Europe, Asia and South Africa. Because of its great variability in different regions, Apiosoma piscicola (Blanchard, 1885) has some synonyms such as / Glossatella cyprinid Lr mek-Huĺek, 19530, / Apiosoma magna Banina, 19680, etc. In China, it was firstly reported by Chen with the name / Glossatella cylindriformis0 in 1956. Although Apiosoma piscicola was found more than one century before, today our understanding to them remains in the stage of alpha taxonomy. In order to carry out the research deeply, the author collected numerous specimens from the gills and fins of the fishes that were heavily infected in the Hongze Lake of Jiangsu Province located in east of China. This paper systematically dealt with the morphology and structure of the living specimens(stained with 2% Neutral Red) and fixed-stained specimens(the smears fixed in saturated $HgCl_2$ solution and stained with Heidenhain. s haematoxylin, Ehrlich. s haematoxylin and the dry smears impregnated in 3% $AgNO_3$ solution) under optical microscopy and the ultrastructure under transmission electron microscopy. Great diversities have been found on the sizes of the organisms (the length and width of the body, macronucleus and micronucleus) compared with the data of Hupei specimens and the reason was discussed. In addition, lots of bacteria and food particles were observed within the body of the organisms, especially around the peristomial disc under transmission electron microscopy. This phenomenon gives a strong support from the aspect of food sources to the viewpoint that Apiosoma is a kind of ectocommensals but not ectoparasites.

Key words: Apiosoma piscicola; Morphology; Optical microscopy; Transmission electron microscopy; Ectocommensal

图版Ñ2Ò 中的缩写字母说明

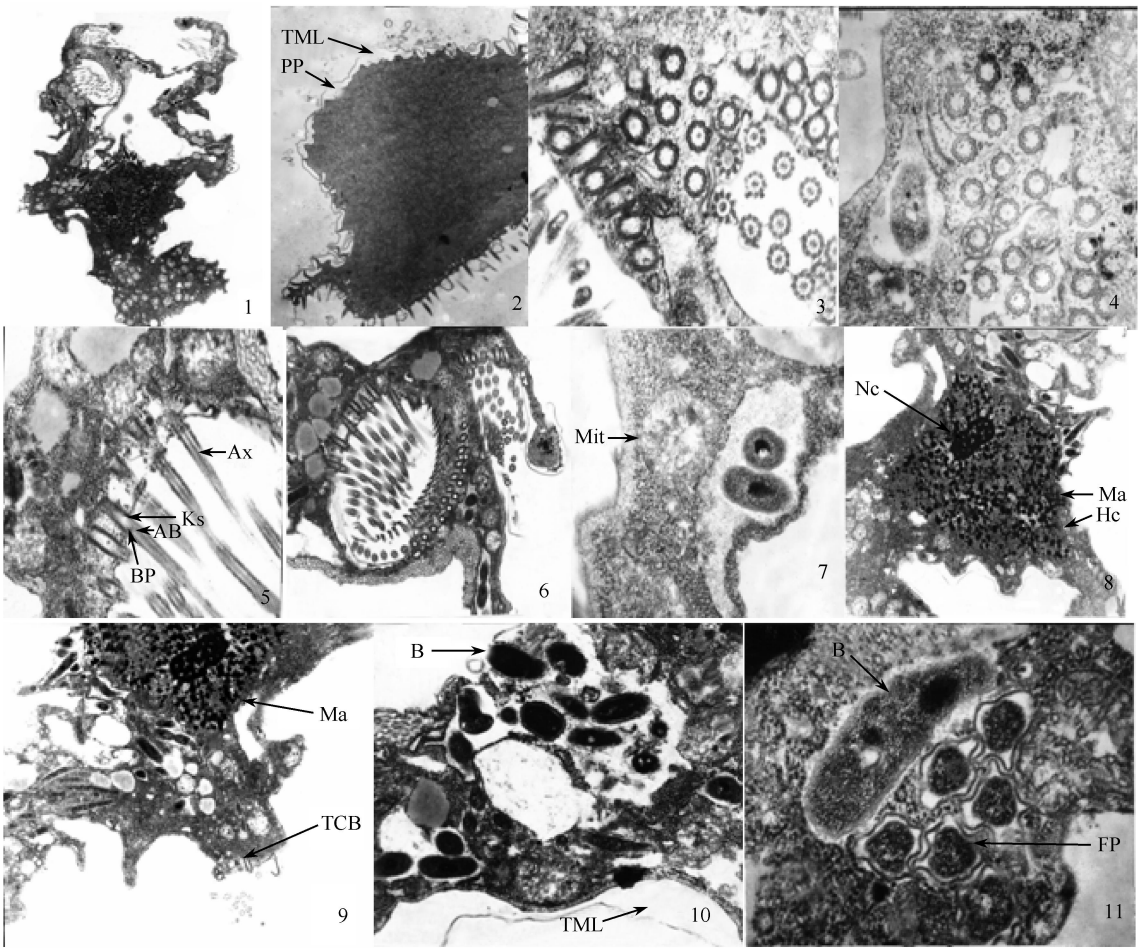
AB	轴体	Axial body	Hc	异染色质	Heterochromatin	PD	口围区	Peristomial disc
AP	嗜银颗粒	Argentophilic particle	IF	漏斗	Infundibulum	PG	梗突带	Girdle of pectinelles
Ax	轴丝	Axoneme	Ks	毛基体	Kinetosome	PP	表膜褶皱	Pleats of pellicle
B	细菌	Bacteria	Ma	大核	Macronucleus	TCB	横纤毛带	Transverse ciliary band
BP	基板	Basal plate	Mi	小核	Micronucleus	TML	透明层	Transparent material laye
CV	伸缩泡	Contractile vacuole	Mit	线粒体	Mitochondrion	Sc	帚胚	Scopula
FP	食物粒	Food particle	PC	口围纤毛	Peristomial cilia	St	体柄	Stalk
FV	食物泡	Food vacuole	Nc	核仁	Nucleolus			



图版Ñ

1. 病鱼尾鳍上大量附着的鱼杯体虫(Apiosoma piscicola), @250; 2. 中性红染色的活体, 示病鱼鳃上大量附着的鱼杯体虫, @400; 3. 中性红染色的活体, 示虫体内部结构及被滤食的食物粒, @845; 4. 海氏苏木精染色的标本, 示大核、小核、漏斗及伸缩泡, @900; 5. 爱氏苏木精染色的标本, 示三层口围纤毛, @900; 6. 爱氏苏木精染色的标本, 示口围纤毛及伸缩泡, @900; 7. 爱氏苏木精染色的标本, 示虫体收缩状态, @900; 8. 3%硝酸银染色的标本, 示横纤毛带及嗜银颗粒, @940; 9. 爱氏苏木精染色的标本, 示虫体的分裂生殖, @400; 10. 爱氏苏木精染色的标本, 示游泳体上梗突带, @1000

1. Numerous Apiosoma piscicola attached to the tail fins of the fishes that were heavily infected, @250; 2. Living specimens stained with Neutral Red, showing the numerous Apiosoma piscicola attached to the gills of the fishes that were heavily infected, @400; 3. Living specimens stained with Neutral Red, showing the inner structure of the organism and the food particles that were filter2fed, @845; 4. Specimens stained with Heidenhain. s haematoxylin, showing the macronucleus, micronucleus, infundibulum and contractile vacuole, @900; 5. Specimens stained with Ehrlich. s haematoxylin, showing three circles of the peristomial cilia, @900; 6. Specimens stained with Ehrlich. s haematoxylin, showing the peristomial cilia and contractile vacuole, @900; 7. Specimens stained with Ehrlich. s haematoxylin, showing the state of contraction, @900; 8. Specimens stained with 3% $AgNO_3$, showing the transverse ciliary band and argentophilic particles, @940; 9. Specimens stained with Ehrlich s haematoxylin, showing the fission reproduction, @400; 10. Specimens stained with Ehrlich. s haematoxylin, showing the girdle of pectinelles around the swarmer, @1000



图版 Ò

1. 虫体完整纵切面, @3000; 2. 虫体前部纵切面, 示体表褶皱及表膜外透明物质, @7000; 3. 纤毛横切面, 示其杆部结构, @30000; 4. 纤毛横切面, 示其基体构造, @20000; 5. 纤毛纵切面, 示轴丝、轴体、基板及毛基体, @20000; 6. 口沟横切面, 示其内表面着生的大量纤毛, @10000; 7. 体表纵切面, 示线粒体, @30000; 8. 大核纵切面, 示核仁及异染色质, @7000; 9. 虫体中部横切面, 示大核与横纤毛带, @7000; 10. 虫体前部横切面, 示大量被吞噬的细菌, @15000; 11. 示被吞噬的细菌及食物颗粒, @50000

1. Longitudinal section of the intact organism, @3000; 2. Longitudinal section of the anterior part, showing pleats of the pellicle and transparent material layer outside it, @7000; 3. Transverse section of the cilia, showing the structure of rod, @30000; 4. Transverse section of the cilia, showing the structure of kinetosome, @20000; 5. Longitudinal section of the cilia, showing the axoneme, axial body, basal plate and kinetosome, @20000; 6. Transverse section of the infundibulum, showing the numerous cilia existed in the inner membrane, @10000; 7. Longitudinal section of the pellicle, showing the mitochondrion, @30000; 8. Longitudinal section of the macronucleus, showing the nucleuolus and heterochromatin, @7000; 9. Transverse section of the middle part, showing the macronucleus and transverse ciliary band, @7000; 10. Transverse section of the anterior part, showing the numerous bacteria that were filter2fed by the organism, @15000; 11. Showing the bacteria and food particles within the body, @50000