

基于齿体特征的小车轮虫属系统发育研究

龚迎春 冯伟松 余育和

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要: 附着盘上的齿体结构是车轮虫物种鉴定的一个重要特征, 本文依据齿体特征量化值, 分析探讨了小车轮虫间的亲缘关系。首先对所收集的1种壶形虫和5种小车轮虫: 趾核壶形虫 *Urceolaria karyodactyla*、波罗的海小车轮虫 *Trichodinella baltica*、卡普小车轮虫 *Trichodinella carpi*、流行小车轮虫 *Trichodinella epizootica*、劳牧小车轮虫 *Trichodinella lomi* 及眉溪小车轮虫 *Trichodinella myakkae* 的图片资料进行量化法分析, 得到物种的齿体特征量化值, 将其转化为Manhattan距离值后, 再利用非加权平均法(Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean, UPGMA)进行聚类分析。结果显示5种小车轮虫被分为两大枝: *T. epizootica* 与 *T. baltica* 形成一枝; *T. lomi* 与 *T. myakkae* 先形成姊妹群, 再与 *T. carpi* 聚在一起, 构成另一枝。该研究表明量化法可以将齿体的细微差别区分开来, 且利用量化值构建的聚类图可以很好地与齿体形态相对应。

关键词: 量化法; 齿体; 小车轮虫属; 亲缘关系

中图分类号: Q959.117 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2008)增-0068-06

车轮虫(纤毛门寡膜纲缘毛目)是原生动物中一大类可自由运动的寄生性纤毛虫, 广泛寄生于淡水鱼类、贝类、甲壳类、两栖类等的鳃、皮肤、鳍、膀胱、输尿管、生殖系统等部位, 当大量爆发时, 可导致宿主产生严重的组织病变。

目前, 车轮虫被广泛地认定为一个科, 即车轮虫科。依据齿体结构和口带绕体围, 该科被划分为十个属。其中小车轮虫属 (*Trichodinella* Šramek-Hušek, 1953) 最早是由 Raabe^[1] 建立, 用以描述寄生于淡水鱼类鳃表上的壶形虫。不过当时是命名为 *Brachyspira*, 由于该名早已被描述为一种软体动物, Šramek-Hušek^[2] 对其进行了纠正, 改为 *Trichodinella*。Lom^[3] 根据小车轮虫属的口带绕体围在 360° 以内的种类, 将原来小车轮虫属 *Trichodinella* (约 180°) 分为小车轮虫亚属 *Trichodinella* 和小叶虫亚属 *Foliella*; 将三分虫属 *Tripartiella* (180°—270°) 分为三分虫亚属 *Tripartiella*、拟车轮虫亚属 *Paratrachodina* 和两分虫亚属 *Dipartiella*, 如此出现了五个亚属。由于这类车轮虫个体很小, 口带绕体围的情况亦有变动, 就是齿

体的形状、数目和结构, 在不同的寄主或季节也有变化, 所以在实际工作中不便操作, 会出现更多的混乱。因此, 许多学者仍赞同 Corliss^[4] 的见解, 保留小车轮虫属 *Trichodinella*。

小车轮虫属虫体较小, 且都为鱼类鳃表的专性寄生虫, 没有特殊的地理分布^[2], 其主要形态特征为: 齿体具直的齿钩和较纤细的齿锥, 齿棘为短小、纤细的弯钩状(银染有时难以显现), 齿锥的前方形形成突出并嵌合于齿锥和前面齿体的齿钩之间的凹口, 齿体间以齿锥和突起加固(图 1A); 口围带绕度 180—270°, 一般在 180° 左右(图 1B)^[5, 6]。小车轮虫在文献记述中已有 10 余种, 其中在我国发现 4 种: 眉溪小车轮虫 *T. myakkae*^[7]、流行小车轮虫 *T. epizootica*^[8]、劳牧小车轮虫 *T. lomi*^[9]、卡普小车轮虫 *T. carpi*^[10]。与具有 200 多种的车轮虫属^[11] 相比, 小车轮虫的数量非常少。但是由于其齿体较仅有简单齿钩和不发达齿锥的两分虫属 *Dipartiella* 更为完备, 较具有完备齿钩、齿锥和齿棘的车轮虫属而言, 又显得欠发达, 在齿体的演化上属于一种过渡类型。因此, 研究该类群的系统发育, 对于揭

收稿日期: 2008-01-07; 修订日期: 2008-04-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(30770260)资助

作者简介: 龚迎春(1979—), 女, 汉族, 湖北鄂州人; 助理研究员, 博士; 主要从事车轮虫系统发育学方面的研究。E-mail: springgong@ihb.ac.cn

通讯作者: 余育和, E-mail: yhyu@ihb.ac.cn

示整个车轮虫科的亲缘关系具有十分重要的意义。截止目前,还没有关于小车轮虫属系统发育研究的相关报道,究其原因主要是没有找到一种切实可行的研究方法。

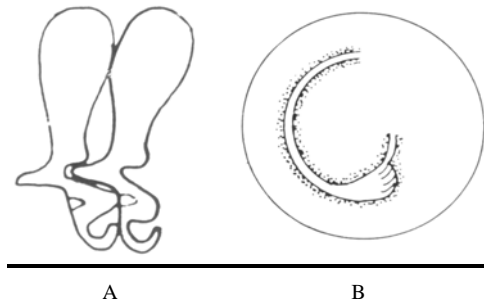


图1 小车轮虫齿体和口围区结构示意图^[5]

Fig. 1 Diagrammatic drawings of the denticles and adoral ciliary groove of *Trichodinella*^[5]

A. 齿体; B. 口围沟 A. Denticles; B. Adoral ciliary groove

附着盘的齿体结构是车轮虫种类鉴定和属间区分的重要特征^[2]。通过阅读大量文献,比较车轮虫不同属的齿体形态,龚迎春等^[12]发现车轮虫科各属的齿体非常相似,其区别主要在于成熟齿体各部分的发达程度不一样。为此曾提出了齿体特征量化法以研究车轮虫的系统发育,并应用于车轮虫科各属间相互关系的探讨^[13],不仅给出了车轮虫各属的进化路线,还合理解释了齿体的演变规律。本文将采用齿体特征量化法研究小车轮虫的系统发育关系,为该属的系统发育与分类研究累积基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料收集 由于齿体特征量化法适用于所有结构清晰的硝酸银图片^[12],本研究从其他文献中收集到了趾核壶形虫 *Urceolaria karyodactyla* Laird 1961 (图 2A), 和 5 种小车轮虫: 波罗的海小车轮虫 *Trichodinella baltica* Šramek-Hušek 1955(图 2B)、卡普小车轮虫 *Trichodinella carpi* Duncan 1977(图 2C)、流行小车轮虫 *Trichodinella epizootica* Basson and Van As 1987(图 2D)、劳牧小车轮虫 *Trichodinella lomi* Xu, Song and Warren 1999(图 2E) 和眉溪小车轮虫 *Trichodinella myakkae* Mueller 1937(图 2F)。

1.2 齿体特征的量化 齿体特征量化法由龚迎春等^[12]首次提出,其具体操作步骤为: 齿体(Denticle)分为齿钩(Blade)、齿锥(Central part)、齿棘(Thorn)三部分,其反口面观面积分别用 S_b 、 S_c 、 S_t 表示; 单个齿体反口面观面积用 S_d 表示; 齿体数用 n 表

示; 所有齿体反口面观总面积用 $n \times S_d$ 表示; 齿体环(Denticlating ring)反口面观面积用 S_r 表示,可由齿体环外切圆(Excircle of denticlating ring)面积与中央区(Central circle)面积相减求得(图 3)。简化如下:

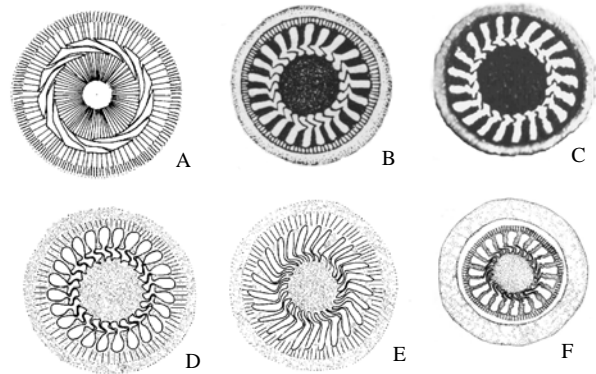


图2 本研究中壶形虫和车轮虫的附着盘结构图

Fig. 2 Photograph or diagrammatic drawings of the adhesive disc of the urceolarid and trichodinids studied in this paper

A. 趾核壶形虫^[14]; B. 波罗的海小车轮虫^[15]; C. 卡普小车轮虫^[16]; D. 流行小车轮虫^[17]; E. 劳牧小车轮虫(手绘自^[9]); F. 眉溪小车轮虫^[7]
A. *Urceolaria karyodactyla*^[14]; B. *T. baltica*^[15]; C. *T. carpi*^[16]; D. *T. epizootica*^[17]; E. *T. lomi*^[9]; F. *T. myakkae*^[7]

所有齿体占齿体环的面积百分比:

Pdr (Percentage of the area of all the denticles to the denticlating ring's) = $n \times S_d / S_r$;

齿钩占所在齿体的面积百分比:

Pbd (Percentage of the area of the blade to the denticle's) = S_b / S_d ;

齿锥占所在齿体的面积百分比:

Pcd (Percentage of the area of the central part to the denticle's) = S_c / S_d ;

齿棘占所在齿体的面积百分比:

Ptd (Percentage of the area of the thorn to the denticle's) = S_t / S_d

本文中齿钩、齿锥、齿棘等不规则图形面积,以及齿体环外切圆(Excircle of denticlating ring)面积与中央区(Central circle)面积,均为 Map Inf V6.5 地理信息系统软件分析所得。

1.3 数据分析 利用 NTSYSpc 软件(Numerical taxonomy system, Version 2.0)将各物种的齿体特征量化值转化为 Manhattan 距离,然后采用非加权平均法(UPGMA, Unweighted Paired Group Method using the Arithmetic mean)构建聚类图。由于壶形虫

所在的壶形虫科与车轮虫科是游走亚目仅有的两个科,且壶形虫比车轮虫分化早^[18,19],因此在本研究中,选择隶属于壶形虫科的趾核壶形虫 *U. karyodactyla* Laird 1961 作为外类群。

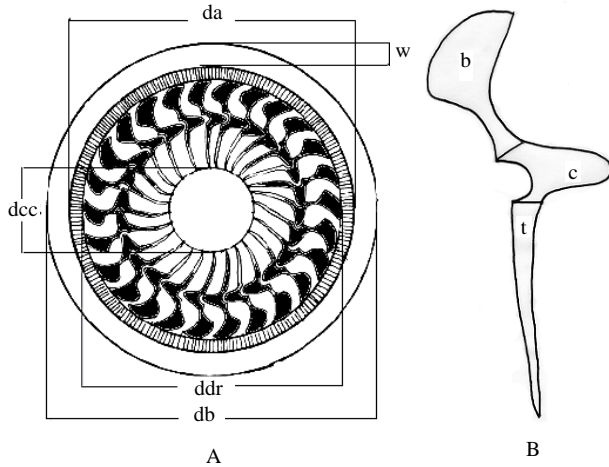


图3 车轮虫齿体特征量化图(基于显著车轮虫的反口面观^[12])

Fig. 3 Quantitative diagram to illustrate denticulating characters of trichodinids (from adoral view of *Trichodina nobilis*^[12])

A. 附着盘; B. 齿体; da. 附着盘直径; db. 虫体直径; dcc. 中央区直径; ddr. 齿体外切圆直径; w. 缘膜宽; b. 齿钩; c. 齿锥; t. 齿棘
A. Adhesive disc; B. Denticle; da. Adhesive diameter; db. Body diameter; dcc. Central circle diameter; ddr. Excircle of denticle ring diameter; w. Border membrane width; b. Blade; c. Central part; t. Thorn

2 结果

2.1 齿体特征量化值比较

5种小车轮虫和外类群趾核壶形虫的齿体量化值列于表1。由表可知:在所研究的5种小车轮虫中,对于Pbd(齿钩占齿体的面积比)而言,*T. lomi*和*T. myakkae*的Pbd较高且非常近似,分别为78%和79%,*T. baltica*和*T. epizootica*的则较低,两者也比较接近,分别为在63%和66%;对于Pcd(齿锥占齿体的面积比)而言,*T. baltica*的最高,达到37%,且与*T. epizootica*(33%)比较接近,而*T. lomi*和*T. myakkae*的Pcd则较低,仅分别为22%和21%;对于Ptd(齿棘占齿体的面积比例)而言,由于有的物种没有齿棘,有的物种的齿棘太小,硝酸银染色图片很难显示其结构,因此其Ptd都近乎为零;对于Pdr(齿钩占所在齿体的面积百分比)而言,除了*T. epizootica*的Pdr达到62%之外,其余4种小车轮虫都在53%之间(49%—56%)。

采用 NTSYSpc 软件 (Numerical taxonomy system, Version 2.0), 将壶形虫和小车轮虫的齿体特征值转化为 Manhattan 距离值 (表 2)。从表中可以看出, 外类群 *U. karyodactyla* 与 *T. myakkae* 的距离

最大, 达到 0.5125, 与 *T. baltica* 的距离最小, 为 0.425。在小车轮虫中, 其两者之间的距离都较小, 在 0.005—0.0875 之间: *T. lomi* 与 *T. myakkae* 的距离非常小, 仅为 0.005; *T. epizootica* 与 *T. baltica* 的距离较小, 为 0.035; *T. carpi* 与 *T. myakkae* 和 *T. lomi* 的距离差不多, 分别仅为 0.04 和 0.035。

表 1 1种壶形虫和5种车轮虫的齿体特征量化值表

Tab. 1 Quantitative values of the denticulating characters of 1 species of urceolarid and 5 species of trichodinids

Species	Pbd	Pcd	Ptd	Pdr
<i>U. karyodactyla</i>	0%	100%	0%	100%
<i>T. baltica</i>	63%	37%	0%	56%
<i>T. carpi</i>	73%	27%	0%	49%
<i>T. epizootica</i>	66%	33%	1%	62%
<i>T. lomi</i>	78%	22%	0%	53%
<i>T. myakkae</i>	79%	21%	0%	53%

注: Pbd、Pcd、Ptd 和 Pdr 显示的是平均数格式
Note: Pbd, Pcd, Ptd and Pdr adopting mean value

表 2 1种壶形虫和5种车轮虫的Manhattan距离值表

Tab. 2 Manhattan distance matrix of the characteristic values of denticles among one species of urceolarid and five species of trichodinids

	<i>U. karyodactyla</i>	<i>T. epizootica</i>	<i>T. lomi</i>	<i>T. myakkae</i>	<i>T. baltica</i>	<i>T. carpi</i>
<i>U. karyodactyla</i>	0.0000					
<i>T. epizootica</i>	0.4300	0.0000				
<i>T. lomi</i>	0.5075	0.0825	0.000			
<i>T. myakkae</i>	0.5125	0.0875	0.0050	0.000		
<i>T. baltica</i>	0.4250	0.0350	0.0825	0.0875	0.000	
<i>T. carpi</i>	0.4925	0.0675	0.0350	0.04000	0.0675	0.000

2.2 小车轮虫间的亲缘关系

依据各个类群间的Manhattan距离值采用非加权平均法(UPGMA)构建聚类树(图4), 结果显示5种小车轮虫被分为两大枝: *T. epizootica*与*T. baltica*形成一枝; *T. lomi*与*T. myakkae*先形成姊妹群, 再与*T. carpi*聚在一起, 构成另一枝。

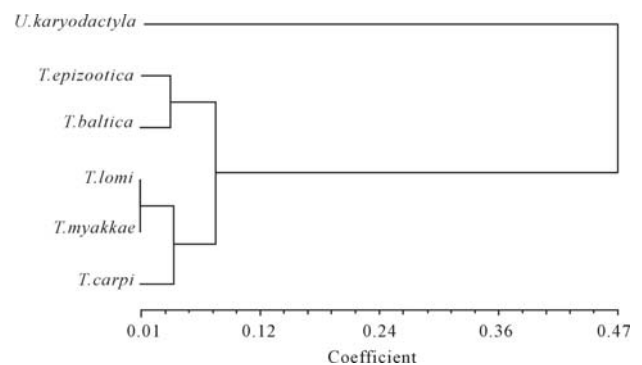


图4 采用UPGMA法依据齿体特征量化值构建的5种小车轮虫的亲缘关系图(*U. karyodactyla*为外类群)

Fig. 4 Dendrogram of 5 species of *Trichodinella* based on characteristic values of denticles using UPGMA (taking *U. karyodactyla* as the outer group)

3 讨论

3.1 小车轮虫间的亲缘关系

在聚类图(图4)中, *T. lomi* 与 *T. myakkae* 形成姊妹枝, 表现出非常近的亲缘关系; 比较二者的齿体形态(图2E, F)较其他3种小车轮虫更为相似: 都是锥前突不明显, 且齿锥不发达, 使得 *Pcd* 仅分别为22%和21%(表1)。由此也可看出该聚类结果可以很好地与齿体形态相对应。另外, 虽然 *T. baltica* 与 *T. carpi* 的齿体较为相似(如图2B, C), 不过在聚类图(图4)上两者并没有聚在一起, 而是 *T. baltica* 与 *T. epizootica* 聚为一枝。仔细比较 *T. baltica* 与 *T. carpi* 的齿体形状可以发现, 前者的齿锥更为发达, 其 *Pcd* 高达37% (vs. 27%)。由于 *T. baltica* 与 *T. epizootica* 的齿体各部分的发达程度较为相近, 因此聚在了一起。由此也可发现量化法可以将齿体细微的差别区分开来。

在以前的研究中, Gong, et al.^[13]曾经提出对于车轮虫这个类群, *Pbd* 值(齿钩占所在齿体的面积百分比)越高, 车轮虫分化越早, 反之则越晚。但是在本研究中, 该结论并没有得到很好地验证。由于普遍认为车轮虫是由壶形虫进化而来^[19], 因此距离外类群 *U. karyodactyla* 越近, 其分化越早, 相应的 *Pbd* 值应越高; 距离外类群越远, 则分化较晚, 相应的 *Pbd* 值应越低。但是在本研究中, *T. epizootica* 与外类群相距最近, 其 *Pbd* 值却较低(66%); *T. myakkae* 与外类群相距较远(图3), 其 *Pbd* 值却在小车轮虫中最高, 达到79%。以前的结论之所以没有得到支持, 除了依据量化值聚类的分析方法需要改进之外, 可能还有以下原因:

外类群壶形虫齿体各部分量化值的设置有待重新商榷。由于 Kazubski^[20]和冯淑娟等^[21]发现车轮虫在二分裂产生新齿体时, 最先出现齿锥。且许多学者^[19]认为车轮虫是由壶形虫进化而来, 因此在以前^[7]以及本文的研究中, 都将壶形虫的齿体都当作齿锥来计算, 即 *Pcd* 为100%, 而 *Pbd* 和 *Ptd* 都为0%。不过 Kruger, et al.^[18]却发现二分裂时最先出现的是齿钩, 如果后者是正确的话, 则壶形虫的齿体应作为齿钩, 即在进行齿体量化时, 应将 *Pcd* 为100%改为 *Pbd* 为100%, 而这种改变必然会对结果的分析有所影响。因此对于车轮虫而言, 新齿体产生时到底是先出现齿钩还是先出现齿锥, 还有待进一步的研究。

小车轮虫属特有的齿体特征需要量化。在首次

提出齿体特征量化法中^[12], 作者依据所有车轮虫的共有特征, 提出对齿钩、齿锥、齿棘进行量化。但是对于小车轮虫而言, 还存在锥突或钩突(图1A)。本研究在计算时只是笼统地当作了齿锥或齿钩的一部分, 而这却忽略了明显的齿形差异。因此很有必要针对小车轮虫的特点, 增加对钩突和锥突的量化。

3.2 齿体特征量化法的意义

由于分子标记可以从基因水平检测物种的细微变异, 并判断其亲缘关系, 最大限度摒弃了主观因素, 当前广泛运用 DNA 分子标记进行系统发育学研究。本文中却依据形态特征采用量化法来研究车轮虫亲缘关系, 之所以“舍新取旧”并不是否定车轮虫分子系统发育学研究, 而是就车轮虫本身而言, 有些种属的分布具有特异性。例如高纤虫属, 仅发现2种, 且均发现于南非陆生腹足类的生殖系统内^[22], 给材料的获得带来很大的困难, 也阻碍了采用分子标记分析车轮虫各属关系的进程, 因此很有必要依据现有的材料找到切实可行的解决办法。

正如前言所述, 齿体特征量化法是根据车轮虫齿体的特点所提出的以研究其系统发育的方法, 并成功应用于车轮虫科各属相互关系的探讨。本研究通过对5种小车轮虫的亲缘关系的研究, 发现量化法可以将齿体的细微差别区分开来, 且利用量化值构建的聚类图可以很好地与齿体形态相对应。相信随着该方法的普及, 一定可以发现更多关于车轮虫进化的规律。

另外, 本研究中量化值可以十分直观地将 *T. baltica* 与 *T. carpi* (图2B, C) 齿体的细微差别区分开来, 因此我们认为齿体特征量化法应该也可应用于车轮虫的分类学研究, 其所提供的量化值可作为传统分类学研究的有力补充。

3.3 需解决的问题

本文依据齿体特征量化法对小车轮虫的亲缘关系进行了探讨, 在实际操作中也遇到一些困难, 主要是对于齿体的各部分界限不明显的虫体, 很难将齿钩、齿锥和齿棘分割开来。例如 *T. lomi*, 将其齿体形状(图2E)与小车轮虫属的模式齿形(图1A)进行比较, 可以发现其锥突与齿钩完全连在一起, 可以说是没有锥突的分化, 在数据分析时, 是把它当作齿钩的一部分来计算的。可以想像, 不同的人来分析各部分界限不明显的齿体时, 会产生一定的误差。虽然 Lom^[23]在前人的工作基础上首次提出, 为了便于比较, 需采用统一的鉴定特征进行描

述,其中包括将齿体分成齿钩、齿锥和齿棘三部分,以计算其各部分的长度(图5)。但是由于齿体是一个有机的整体,且不同车轮虫属的齿形也有一定的差别,因此很难采用同一标准进行划分。齿体的正确分割,不仅关系到量化值是否可以客观体现齿体各部分的发达程度,而且也关系到传统分类学研究中各部分的正确测量,但是目前还没有如何对齿体三部分进行分割的文献报道。

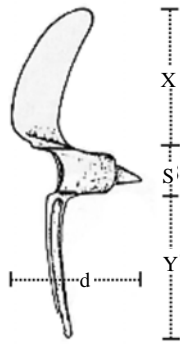


图5 *Trichodina urinicola f. bohémica* 的齿体

Fig. 5 The denticle of *Trichodina urinicola f. bohémica*

d. 齿长; S. 齿锥宽; X. 齿钩长; Y. 齿棘长(自 Lom^[23])

d. the length of the denticle; S. the width of the central part; X. the length of the blade; Y. the length of the ray (from Lom^[23])

另外,需要指出的是,依据齿体特征量化值探讨车轮虫的亲缘关系的方法还有许多需要改进的地方,比如选择合适的聚类方法。目前我们都是采用最简单的UPGMA法,但实际上四种量化值提供的信息的价值是不一样的,应该有不同的加权。在以后的研究中,我们将采用不同的分子标记,如核糖体小亚基(Small subunit rRNA)基因、*Tubulin*基因、*ITS1*基因,对车轮虫科的系统进化进行全面的系统发育比较研究,会发现车轮虫种属间齿体特征量化值的变化规律,从而不断完善齿体特征量化法,以更好地揭示车轮虫的演变趋势。

参考文献:

- [1] Raabe Z. Uwagi o Urceolariidae (Ciliata- Peritricha) skrzel ryb [J]. *Annals of the University of Mariae Curie-Skłodowska, Lubin*, 1950, **5**: 292—310
- [2] Šrámek-Hušek R. Zur Frage der Taxonomie und der Pathogenität unserer ektoparasitischen Urceolariiden [J]. *Folia Zoologica Entomology*, 1953, **2**: 167—180
- [3] Lom J. The ciliates of the Family Urceolariidae inhabiting gills of fishes (the *Trichodinella* group) [J]. *Acta Societate Zoologica Bohemoslovaca*, 1963, **27**: 7—19
- [4] Corliss J O. Annotated assignment of families and genera to the orders and classes currently comprising the corlissian scheme of higher classification for the phylum Ciliophora [J]. *Transactions of the American Microscopical Society*, 1977, **96(1)**: 104—140
- [5] Basson L, Van As J G. Differential diagnosis of the genera in the family Trichodinidae (Ciliophora; Peritricha) with the description of a new genus ectoparasitic on freshwater fish from southern Africa [J]. *Systematic Parasitology*, 1989, **15**: 153—160
- [6] Lom J, Haldar D P. Ciliates of the genera *Trichodinella*, *Tripartiella* and *Paratrachodina* (Peritricha, Mobilina) invading fish gills [J]. *Folia Parasitologica*, 1977, **24**: 193—210
- [7] Chen Q L. Protozoa [A]. In: Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences ed. *The Fauna of Pathogens in Fishes in Hubei Province* [C]. Beijing: Science Press. 1973, 106 [陈启鏊. 原生动物. 见: 中国科学院水生生物研究所主编. 湖北省鱼病病原区系图志. 北京: 科学出版社. 1973, 106]
- [8] Tao Y F, Zhao Y J. Ectoparasitic trichodinids (Protozoa, Ciliophora, Peritrichida) from some freshwater fishes in the Chongqing area, China, with description of a new species of the genus *Trichodina* Ehrenberg, 1838 [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2006, **31(4)**: 784—789 [陶燕飞, 赵元著. 寄生于重庆地区鲢、鳙及草鱼五种外寄生车轮虫的描述. 动物分类学报, 2006, **31(4)**: 784—789]
- [9] Xu K D, Song W B, Warren A. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) from the gills of cultured marine fishes in China, with the description of *Trichodinella lomi* n. sp [J]. *Systematic Parasitology*, 1999, **42**: 219—227
- [10] Tang F H, Zhao Y J, Tang A K. Presence of ectoparasitic trichodinids (Ciliophora, Oligohymenophorea, Peritrichida) on the gills of cultured freshwater fish, *Carassius auratus* in Chongqing, China, with the description a new species of the genus *Trichodina* [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2005, **30(1)**: 35—40
- [11] Xu K D, Song W B, Warren A. Observations on trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritricha) from the gills of maricultured molluscs in China, with descriptions of three new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1838 [J]. *Systematic Parasitology*, 2000, **45**: 17—24
- [12] Gong Y C, Yu Y H, Shen Y F. Quantitative analysis of *Trichodina* denticulating characters and phylogenetic relationship studies on interspecies and intraspecies [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2004, **28(3)**: 225—233 [龚迎春, 余育和, 沈韞芬. 车轮虫齿体特征的量化及其种内种间系统发育的研究. 水生生物学报, 2004, **28(3)**: 225—233]
- [13] Gong Y C, Yu Y H, Feng W S, et al. Phylogenetic relationships

- among Trichodinidae (Ciliophora: Peritricha) derived from the characteristic values of denticles [J]. *Acta Protozoologica*, 2005, **44**: 237—243
- [14] Laird M. *Urceolaria karyodactyla* n. sp. (Ciliata: Peritricha) from *Ischnochiton rubber* (L.) at Saint Andrews, New Brunswick [J]. *Canadian Journal of Zoology*, 1961, **39**: 827—832
- [15] Raabe Z. Urceolariidae of gills of Gobiidae and Cottidae from Baltica Sea [J]. *Acta Parasitology Polonica*, 1959, **7**: 441—452
- [16] Duncan B L. Urceolariid ciliates, including three new species, from cultured Philippine fishes [J]. *Transactions of the American Microscopical Society*, 1977, **96**: 76—81
- [17] Basson L, Van As J G. Trichodinid (Ciliophora; Peritricha) gill parasites of freshwater fish in South Africa [J]. *Systematic Parasitology*, 1987, **9**: 143—151
- [18] Kruger J, Van As J G, Basson L. Observations on the adhesive disc of *Trichodina xenopodos* Fantham, 1924 and *T. heterodontata* Duncan, 1977 (Ciliophora: Peritricha) during binary fission [J]. *Acta Protozoologica*, 1995, **34**: 203—209
- [19] Raabe Z. Systematics of the family *Urceolariidae* Dujardin 1841 [J]. *Acta Protozoologica*, 1963, **1**: 121—138
- [20] Kazubski S L. Study on the growth of skeletal elements in *Trichodina p ediculus* Ehrbg [J]. *Acta Protozoologica*, 1967, **5**: 37—48
- [21] Feng S J. A biological investigation of asexual production of *Trichodina nobilis* Chen [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1985, **9**: 331—342 [冯淑娟. 显著车轮虫无性繁殖生物学研究. 水生生物学报, 1985, **9**: 331—342]
- [22] Sirgel W F. A new ciliate genus *Trichodoxa* n. g. (Ciliate, Peritricha, Mobilina, Trichodinidae) with two new species from the genital system of terrestrial pulmonates [J]. *Journal of Protozoology*, 1983, **30**: 118—125
- [23] Lom J. A contribution to the systematics and morphology of endoparasitic trichodinids from amphibians with a proposal of uniform specific characteristics [J]. *Journal of Protozoology*, 1958, **5**: 251—263

PHYLOGENETIC STUDY OF *TRICHODINELLA* BASED ON THE CHARACTERS OF DENTICLES

GONG Ying-Chun, FENG Wei-Song and YU Yu-He

(Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract: The morphology of the denticles in the adhesive disc is an important character to identify trichodinids. In the paper, the quantitative values of the denticle were used to study the phylogenetic relationship among species of *Trichodinella*. Firstly, we studied the characters of denticles of the five species of *Trichodinella* and the sole species of *Urceolaria*: *Urceolaria karyodactyla*, *Trichodinella baltica*, *Trichodinella carpi*, *Trichodinella epizootica*, *Trichodinella lomi* and *Trichodinella myakkae*, by using a quantitative method; then the characteristic values were used to generate Manhattan distance, on which the dendrogram was based to construct with the Unweighted Paired Group Method using the Arithmetic mean (UPGMA). The results showed that five species of *Trichodinella* were divided into two groups: *T. epizootica* and *T. baltica* formed a clade; *T. lomi* and *T. myakkae* formed a sister clade firstly, then grouped with *T. carpi*, forming another clade. The investigations indicated that the quantitative method could distinguish the slight difference of the denticles, and the clustering can be corresponded well with the morphology of the canticles.

Key words: Quantitative method; Denticles; *Trichodinella*; Phylogenetic relationship