

台湾棘带吸虫尾蚴的实验生态研究*

曾伯平¹ 廖翔华²

(1. 湘潭师范学院生物系, 湖南湘潭 411201; 2. 中山大学生命科学院, 广州 510275)

摘要: 1994年8—10月作者研究了台湾棘带吸虫尾蚴的实验生态, 结果表明: 光照对尾蚴的逸出有明显的促进作用, 尾蚴具有强烈的趋光性; 水温26—28℃时, 其LD₅₀的时间为40h左右, LD₉₀的时间为52h左右, 全部死亡时间为56—60h, 死亡的尾蚴数随时间的关系符合逻辑斯谛方程; 尾蚴不断地活动于水体的各个深度, 但大部分时间仍停留于水体的底层; 尾蚴的逸出数在适温范围内随水温的升高而增多, 且尾蚴的活动强度随之增强; 处于半数死亡时间的尾蚴仍然具有感染力, 90%死亡时间的尾蚴失去活动, 也失去了感染力, 尾蚴经口被动感染淡水鱼类。

关键词: 台湾棘带吸虫; 尾蚴; 实验生态

中图分类号: S941·52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2000)04-0362-07

作者于1993年4月在广东省清远市清远渔场、石板乡渔场, 后来又在中山大学鱼类研究室所辖池塘及学校西北面部分池塘发现分布有大量的中华长尾螺, 且发现中华长尾螺感染率高, 阳性螺消化腺中含有大量的台湾棘带吸虫 [*Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924)] 雷蚴和尾蚴。国内外学者报道台湾棘带吸虫的生活史过程以及对各蚴期包括虫卵和成虫的形态描述较多^[1-4], 为此, 作者于实验条件下, 对台湾棘带吸虫尾蚴的实验生态进行了研究, 报道如下。

1 材料和方法

1.1 材料来源 中华长尾螺 (*Melanoides tuberculata chinensis*) 全部来自中山大学鱼类研究室所属的池塘, 取回后置于实验室水族箱中暂养, 并以腐烂菜叶适当投喂。

1.2 尾蚴逸出的昼夜数量变化 水温22—25℃时, 每组5个阳性成螺, 共3组, 分别置于全亮(光强度1000—1500lx), 全暗、昼夜自然节律变化的环境中, 每隔4h取样一次, 分别计数, 连续观察72h; 然后把处于全亮和全暗的两组螺互换环境, 同样每隔4h取样一次, 连续观察72h, 从而比较不同条件下尾蚴的逸出数量变化。

1.3 尾蚴的寿命动态 水温26—28℃时, 分别收集两个体长为32mm、33mm的阳性成螺

收到日期: 1998-10-30; 修订日期: 1999-12-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39370123)

作者简介: 曾伯平(1966—), 男, 湖南省新化县人, 现任湘潭师范学院生物系副教授, 从事寄生虫学的研究

于自然条件下 20min 内释放出的尾蚴，分成 3 组，每隔 4h 计数其死亡，直至尾蚴全部死亡，根据死亡的尾蚴数与时间的关系，拟出尾蚴的寿命动态表并求得尾蚴的寿命范围。

1.4 尾蚴逸出数与水温的关系 任选阳性成螺 9 枚，单个置于培养皿中，每 3 枚 1 组分别置于 20℃、25℃、30℃ 3 个温度下的水浴锅中让其自然释放尾蚴一昼夜，然后分别计数尾蚴，从而比较不同水温条件下尾蚴的逸出数。

1.5 尾蚴的分布及运动 室内分别用 1000mL 烧杯，1L 的量筒各盛水 1L 以及用直径 150mm、高 500mm 的玻璃缸，盛水约 8L，四周用黑布包围，然后把多枚阳性成螺释放出的尾蚴加入其中，静置 30min，用移液管快速移取不同深度的水样 5mL，计数尾蚴，并于烧杯及培养皿中观察尾蚴的运动。

1.6 尾蚴的感染途径和方式 室内用草鱼鱼种、食蚊鱼等材料，比较不同方法和途径所获得的尾蚴的感染情况。

1.7 动态寿命表的编制、逻辑斯谛方程及拟合 参照动物生态学原理第二篇种群生态学中的第四章种群统计学、第五章种群增长^[5]。

2 结果

2.1 环境因子对尾蚴逸出的影响

2.1.1 光照 不同光照条件下逸出尾蚴的数量变化、逸出节律见图 1。全暗条件下尾蚴逸出的高峰在每天晚上 9 时左右，72h 累计逸出尾蚴 597 个；昼夜自然节律条件下尾蚴逸出的高峰在每天下午 5 时左右，72h 累计逸出尾蚴 714 个；全亮条件下尾蚴逸出在每天上午 5

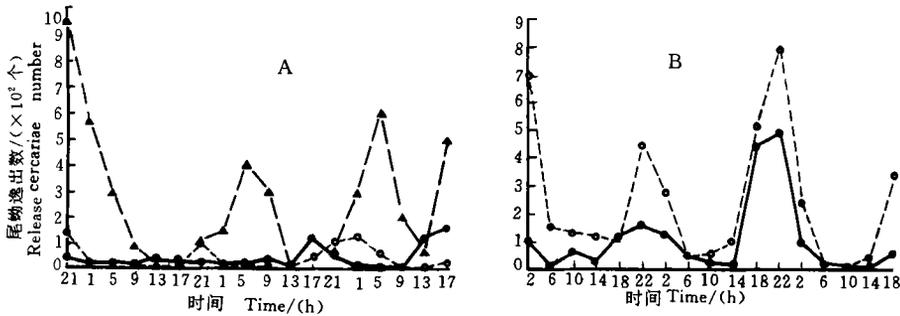


图 1 尾蚴逸出与光照的关系

Fig.1 The relationship of the release cercariae number and the light illumination under 22 to 25℃

A: —△—Bright ○—○ Dark ●—● Normal
 B: ○—○ Dark→Bright ●—● Bright→Dark

时及晚上 9 时左右有两个高峰期，72h 累计逸出尾蚴 16,360 个；由全亮转全暗时，其尾蚴逸出的高峰在深夜零点左右，72h 累计逸出数为 1,880 个；由全暗转全亮时，其尾蚴逸出的高峰期也在深夜零点左右，72h 累计逸出数为 4,560 个。从图 1 可以看出，阳性成螺逸出尾蚴具有连续性，逸出高峰期以外的时间，都有尾蚴逸出，但数量较少。

2.1.2 尾蚴逸出数量与水温的关系 由表 1 可见，随着水温的升高，逸出尾蚴的数量随之增多，水温 30℃ 时，24h 逸出尾蚴 4,592 个，同时逸出的尾蚴异常活泼；水温 20℃ 时，24h 逸出尾蚴仅为 120 个，且尾蚴常停留于培养皿的底部，较少运动。

表1 尾蚴逸出数量与水温的关系(24h)

Tab.1 The relationship of the released cercariae number and water temperature

水温(°C) Water temperature	逸出尾蚴数(个) Number of released cercariae			总数(个) Total number
	Group1	Group2	Group3	
	20	53	21	
25	75	112	347	534
30	1781	595	2216	4592

2.2 尾蚴的寿命动态 台湾棘带吸虫尾蚴的寿命与水温紧密相关,一定范围内,随着水温的升高,其寿命缩短,死亡尾蚴的动态见表2。由表2可以看出,死亡50%(LD₅₀)的时间

表2 台湾棘带吸虫尾蚴的动态寿命表(26--28°C)

Tab.2 Dynamic life table of the cercariae of *Centrocestus formosanus*

龄期(h) (x)	各龄期开始 时个数(n _x)	死亡个数 (d _x)	百分生存率 (s _x)	平均存活数 (L _x)	平均存活数与 时间的积(T _x)	生命期望 时(e _x)
0	795	0	100	795.0	7845.5	9.87
4	795	0	100	795.0	7050.5	8.87
8	795	0	100	795.0	6255.5	7.87
12	795	13	98.36	788.5	5460.5	6.87
16	782	17	97.83	773.5	4672.0	5.97
20	765	31	95.95	749.5	3898.5	5.10
24	734	44	94.01	712.0	3149.0	4.29
28	690	38	94.49	671.0	2437.0	3.53
32	652	56	91.41	624.0	1766.0	2.71
36	596	117	80.37	537.5	1142.0	1.92
40	479	247	48.43	355.5	604.5	1.26
44	232	132	43.10	166.0	249.0	1.07
48	100	71	29.00	64.5	83.0	0.83
52	29	25	13.79	16.5	18.5	0.64
56	4	4	0	2.0	2.0	0.50
60	0	0	—	0	0	—

(x) age in hour; (n_x) observed number of survivorship cercariae of each beginning age; (d_x) dead cercariae number during age interval x to x + 1; (s_x) percentage survivorship rate at the beginning of age interval x-1 to x; (L_x) mean survivorship number during age interval x to x + 1; (T_x) the product of L_x and time units; (e_x) life expectancy alive at the beginning of age x

为40h左右,死亡90%(LD₉₀)的时间为52h左右,尾蚴全部死亡时间为56—60h;第40h时,尾蚴死亡出现一个明显的高峰。尾蚴的生存曲线和生命期望时见图2。

根据表1的数据求得k值为820.824,运用逻辑斯谛方程拟合实验观察的台湾棘带吸虫尾蚴的死亡数,结果见图3。

表3 台湾棘带吸虫拟合的死亡尾蚴数

Tab.3 The estimated number of died cercariae of *Centrocestus formosanus*

时间 (h)	死亡尾蚴数	K-N/N	ln K-N/N	拟合的N值
Time	Dead cercariae number(N)			Estimated number of N
0	0	•	•	•
4	0	•	•	•
8	0	•	•	•
12	13	62.14	4.129	12.27
16	30	26.36	3.272	24.67
20	61	12.46	2.522	48.81
24	105	6.82	1.919	93.81
28	143	4.74	1.556	171.10
32	199	3.12	1.139	286.94
36	316	1.60	0.468	429.37
40	563	0.46	-0.781	567.36
44	695	0.18	-1.709	673.42
48	766	0.07	-2.637	741.31
52	791	0.04	-3.279	779.84
56	795	0.03	-3.428	800.22

由表 2 中的 $\ln K-N/N$ 对 t 线性回归求得: $a = 6.328$; $r = -0.178$, 相关系数为 -0.992 , $p < 0.01$, 因此, 台湾棘带吸虫尾蚴的死亡数随时间的关系变化符合

$$N = \frac{820.824}{1 + e^{6.328 - 0.178t}}$$

2.3 尾蚴的分布及运动 实验室内观察了尾蚴的分布, 结果表明, 尾蚴大部分时间常停留于水体的底层, 从上到下, 尾蚴的分布数逐渐增加。尾蚴刚从螺体逸出时异常活泼, 运动减慢或停止时下沉, 接近器皿底部时, 尾部剧烈摆动, 尾蚴上升, 如此反复地运动, 使尾蚴不断地活动于水体的各个深度。

尾蚴具有强烈的趋光性, 尾干的不断摆动使尾蚴很快离开光源较弱的水体, 迅速向光线较强的水体聚集, 尾蚴总是聚集在向光源(灯光、窗户)一侧靠近皿壁的水体, 若将烧杯以及培养皿聚集尾蚴的一边移开光源, 尾蚴即趋向新的光源, 停留于皿底的尾蚴也同样如此, 只是由慢慢的蠕动代替了迅速运动。实验过程中同时发现, 中华长尾螺也具有强烈的向光性, 向光源的培养皿一边总是聚集较多的中华长尾螺。

2.4 尾蚴感染淡水鱼类的途径和方式 尾蚴对鱼鳃及鱼体都没有特殊的向性, 只是由于

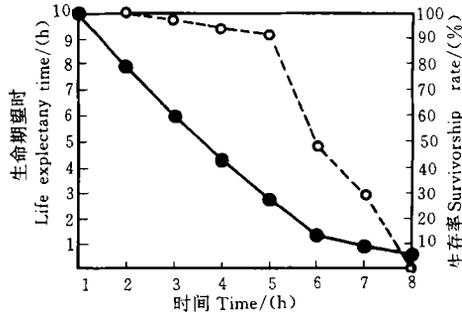


图2 尾蚴的生存曲线

Fig.2 The survivorship curve of the cercariae under 26 to 28°C

●—● Life expectancy time
○—○ Survivorship rate

尾蚴的不断运动而偶尔接触鱼鳃及鱼体,同时,接触鱼鳃及鱼体的尾蚴同样由于其不断的运动而离开鱼鳃及鱼体,因此,台湾棘带吸虫的尾蚴不可能经皮肤主动感染其第二中间宿主淡水鱼类。尾蚴由于尾干的不断摆动,推动其不断运动,但仍然难以逃离鱼类呼吸所引起的水流的作用,因而,尾蚴总是顺着水流的方向被动地带入鱼类的鳃腔中,经过鳃的滤过作用,由于鳃的紧密结构而附着于鳃丝、鳃耙上,在尾蚴本身腺体的作用下,进一步结囊,发育成囊蚴。因此,台湾棘带吸虫尾蚴是经由淡水鱼类的口腔,由于鱼类的呼吸作用而被动地感染淡水鱼类的。作者尚未在鳃以外的任何部位发现有台湾棘带吸虫的囊蚴存在,也有力地支持了这一观点。

3 讨论

3.1 环境因子对尾蚴逸出的影响 外界环境因子特别是水温和光照直接或间接地影响寄生虫生活史的每一个阶段,从作者的实验结果可以看出,台湾棘带吸虫尾蚴逸出的数量在适温范围内随水温和升高而增多,同时,水温越高,逸出的尾蚴越活泼。从作者所采用的三种光照条件下尾蚴的逸出结果可以看出,台湾棘带吸虫尾蚴的逸出数量受光照的影响,提高光照度,尾蚴的逸出数量增加。尾蚴具有强烈的趋光性和趋温性。

3.2 尾蚴的逸出节律 吕军仪对倪氏复口吸虫和湖北复口吸虫早期幼虫的实验生态研究表明这两种尾蚴逸出高峰期都在每天上午 8—10 时,他认为这与寄主在该时间内觅食生活规律相吻合;Macy^[6]认为 *Plagiorchis vespertilionis* 的尾蚴逸出高峰期在晚上 8—11 时;Olivier^[7]认为 *Schistomatium douthitti* 的尾蚴逸出高峰期在每天上午 10—12 时;Rowan (1958)认为 *Schistosoma mansoni* 的尾蚴逸出高峰期也在每天上午的 10—12 时;梅氏血吸虫、埃及血吸虫和牛血吸虫尾蚴倾向于上午逸出,而日本血吸虫和罗氏血吸虫 (*S. rhodaini*) 尾蚴则多在黄昏或晚上进行;由此可以看出,不同种类的尾蚴其逸出节律各不相同。作者的实验结果表明,昼夜自然节律条件下,台湾棘带吸虫尾蚴的逸出高峰期在每天下午 5 时左右,全暗条件下逸出高峰期在每天晚上 9 时左右,光照度 1 000—1 500lx 照射条件下上午 5 时及晚上 9 时左右有两个逸出高峰期,改变光照条件,其逸出高峰期还会发生变化,由此说明,光照影响台湾棘带吸虫尾蚴的逸出数量,同时决定尾蚴的逸出节律。

3.3 尾蚴的寿命与活力 尾蚴的自由生活期在寄生虫生活史过程中是很短暂的一个阶段,它们的活动时间一般认为不超过 24h,而保持侵入能力和定位能力的时间可能更短。从螺体逸出的尾蚴,已脱离宿主这个赖以生存的内环境,只能靠体内的糖原储备不断地供给其主动运动的能量,随着内在糖原的消耗,必然会出现活力衰竭、死亡直至崩解,这样,尾蚴的活动程度也就决定了尾蚴生存的寿命,而尾蚴的行为尽管受外界环境多种理化因子的影响,水温却仍是其主导因子,因此,水温越高,尾蚴活动的程度及范围越大,其消耗内存糖原的速度就越快,这样势必加速尾蚴的死亡,从而缩短尾蚴的寿命以及降低其有效感染的能力。作者在实验条件下利用食蚊鱼及草鱼鱼种对台湾棘带吸虫尾蚴进行了人工感染,结果表明,尾蚴达到半数死亡时间,其余下的尾蚴仍然具有感染力,一旦有机会充分接触第二中间宿主淡水鱼类,其感染仍可以成功,可以完成由尾蚴到囊蚴的发育阶段,使整个生活史不间断,但达到 90% 死亡时间的尾蚴,感染不能成功,因而说明此时的尾蚴失去了活力也失去了感染力。

3.4 尾蚴的逸出与淡水鱼类的行为 中华长尾螺及淡水鱼类受池塘水环境多种理化因子影响,水温及水体的溶解氧是诸多理化因子中重要的指标,差不多所有的环境条件都受到温度的制约,所有的水生动物都必需有充足的溶解氧。

水温不仅呈现季节性变化规律,同时也存在着明显的昼夜节律动态变化,一般每天下午3—5时水的中上层水温最高,比气温、地温的最高温度出现的时间要晚一些。中华长尾螺及台湾棘带吸虫尾蚴都具有强烈的趋光性和趋温性,且尾蚴逸出的高峰期经作者的实验表明在每天下午的5时左右,因此,此时尾蚴很可能大量分布在水体的中上层。

池塘养殖水体的中上层溶解氧含量昼夜变化大,其最大值出现在下午日落之前,水体中上层的溶解氧在每天下午3—5时左右出现高峰,此时的中上层水体正好为中上层鱼类鳊鱼、草鱼、食蚊鱼以及池边的中华长尾螺的栖息提供了良好的环境,而台湾棘带吸虫尾蚴此时正逢逸出的高峰期,从而使得尾蚴与作为第二中间宿主的淡水鱼类有充分的接触机会,进而经由鱼类的呼吸带入口腔,附着于鱼类的鳃丝、鳃耙上,达到感染的目的。实验期间,作者对底层鱼类的鲤鱼、鲫鱼进行了解剖观察,结果表明没有感染。由此,作者认为,中华长尾螺的分布、尾蚴的逸出、尾蚴的感染、淡水鱼类的行为是与池水的理化因子尤其是水温、溶解氧紧密相关的,同时也是统一的、协调的,从而进一步说明寄生虫是与环境及宿主的行为相适应的。

参考文献:

- [1] 李桂云. 异形科棘带属台湾棘带吸虫 (*Centrocestus formosanus*) 形态及生活史的研究 [A]. 中山医学院科学论文集 [C], 1961, (12): 2096—2104
- [2] 吕军仪. 倪氏复口吸虫和湖北复口吸虫生活史的研究, 早期幼虫的实验生态 [J]. 水生生物学报, 1978, 11(4): 310—318
- [3] F. E. G. 珂克斯编. 现代寄生虫学 [M]. 北京: 科学出版社, 1987
- [4] 曾伯平, 杨廷宝. 吸虫的生活史及其蚴期对环境的适应 [C]. 中山大学学报论丛生物学论文集 (3), 1995, 1: 157—161
- [5] 孙儒泳. 动物生态学原理 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1987
- [6] Macy R. W. The life cycle of *Plagiorchis vesperilionis parorchis*, n. sp., and observations on the effects of light on the emergence of the cercaria [J]. *J. Parasit.*, 1960, 46: 337—345
- [7] Olivier L. J. The influence of the light on the emergence of *Schistomatium douthitti* cercariae from their snail hosts [J]. *J. Parasit.* 1951, 37: 201—204

A STUDY OF THE EXPERIMENTAL ECOLOGY OF THE CERCARIAE OF *CENTROCESTUS FORMOSANUS*

ZENG Bo-ping¹, LIAO Xiang-hua²

(¹ Department of Biology, Xiangtan Teachers College, Xiangtan 411201; ² School of Life Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract: Experimental ecology of the cercariae of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) was studied from August to October 1994. It was indicated that light illumination accelerated obviously the cercariae released, cercariae showed positively phototaxis. When water temperature was 26—28°C, the time of LD₅₀ and LD₉₀ was about 40 and 52 hours respectively, the cercariae fully died was 56—60 hours. The relationship of dead cercariae number and time was in keeping with the logistic equation $N = \frac{820.824}{1 + e^{6.328 - 0.178t}}$. Cercariae moved about in the different height water continually but often stayed on the bottom. Cercariae showed positively thermotaxis, the release number and sport intensity varied positively with the suitable water temperature. Cercariae could infect the fishes with success at the time of LD₅₀ but couldn't at the time of LD₉₀. Cercariae were passively carried with the water current into the mouth cavity of the host freshwater fishes and brought about the infection in the gills.

Key words: *Centrocestus formosanus*; Cercariae; Experimental ecology