

多目涡虫眼点数目与体长的关系

陈 静,董自梅,李小艳,司马应许,晋 楠,方佳佳,陈广文

(河南师范大学 生命科学院,河南 新乡 453007)

摘 要:淡水涡虫眼点结构简单,特别是多目涡虫,每个眼点仅有一个视神经细胞和一个色素细胞构成,是研究眼点起源和进化的好材料。本文以采自秦岭山脉和太行山脉的多目涡虫为研究材料,利用统计学方法探讨了多目涡虫眼点数目和体长以及海拔高度之间的关系,研究发现:多目涡虫体长与相应眼点个数呈显著正相关;同一山脉多目涡虫随着采集地海拔高度增加,相似体长的涡虫眼点数目也相应增多。本研究以期为研究眼点的起源和进化提供基础资料。

关键词:秦岭;多目涡虫;眼点数目;体长;海拔

中图分类号:Q958.3

文献标志码:A

淡水涡虫隶属于扁形动物门(Platyhelminthes),涡虫纲(Turbellaria),是动物界最早出现两侧对称、三胚层、营自由爬行生活的动物类群,对研究动物起源与进化具有重要意义。目前国内外主要以三角涡虫如日本三角涡虫(*Dugesia japonica*),地中海涡虫(*Schmidtea mediterranea*)和 *Girardia tigrina* 为实验材料研究其再生^[1-5]、发育^[6-10]、进化^[11-12]等。其主要特点是再生速度快,头部具有两个明显的眼点,主要由40~50个视神经细胞和6~12个色素细胞^[13-15]构成。和三角涡虫相比较,多目涡虫眼点数目一般为20~180只不等,每只眼点仅有1个视神经细胞和1个色素细胞构成^[15]。两种涡虫的眼点尽管在数目以及两种类型的细胞数量上存在很大差别,但它们的超微结构相似,眼点的功能及作用机制相同^[13-14,16-17]。涡虫的眼点由于不含有晶状体等一些复杂的光折射系统,因此,其功能只能感受到光的方向和明暗而不能成像。尽管如此,它们也和其它高等动物的眼一样,能吸收光能并转化成化学能再进一步转化成电能,最后形成各种神经信号进而调节其生理活动。涡虫的眼点所具有的这些特征使得它接近于达尔文所提出的“原始眼”^[13-14,18],加上其特殊的分类地位,涡虫已成为研究眼点起源和进化的好材料^[19]。

多目涡虫主要生活于海拔较高和水温偏低的泉溪源头附近,为冷水型窄温动物,分布于北半球的温带和亚寒带地区,关于多目涡虫国内外研究较少,主要集中于对其分类的研究,全世界有37种,我国已知有9种,主要分布于我国中西部^[20-23]。目前关于多目涡虫眼点结构及功能方面的研究报道较少^[24,17]。

秦岭山脉地理条件独特,是我国南北地理、气候和生物地理的分界线和交汇过渡地带,是物种分化的活跃地带,是研究资源及进化问题的关键地区之一。太行山脉是中国东部地区的重要山脉和地理分界线,属暖温带半湿润大陆性季风气候,虽四季分明,但冬长夏短。本研究所用多目涡虫主要采自于陕西省中南部与四川省交界处的秦岭山脉主体以及山西、河北、河南三省交界处的太行山脉,利用统计学方法探讨不同产地多目涡虫眼点数目与海拔高度及体长的关系,以期为研究该区淡水涡虫分类及眼点的进化提供基础实验数据。

收稿日期:2015-07-20;**修回日期:**2015-10-20.

基金项目:国家自然科学基金(31471965; 31170357; 30870368; 30670247);河南省重点科技攻关基金(112102210469);河南省基础与前沿技术研究基金(122300410142;142300410160);大学生创新项目(201410476066)。

第1作者简介:陈 静(1988—),女,河南濮阳人,河南师范大学硕士研究生,主要从事中国淡水涡虫资源保护利用及涡虫再生的分子机理,E-mail:15136720597@163.com.

通信作者:陈广文,河南师范大学教授,博士,E-mail:chengw0183@sina.com.

1 材料和方法

1.1 材料

实验材料采自秦岭山脉和太行山脉,详细采集信息见表 1,带回实验室后在 4 ℃ 冰箱培养,每天换水 1 次,每周喂食鱼脾脏 1 次.

1.2 方法

选取秦岭山脉和太行山脉 8 个产地的多目涡虫,每个产地随机挑选 15 条健康的涡虫,分别放入 8 个盛有蒸馏水的无菌培养皿中培养.将消毒好的直径为 20 cm 的大培养皿盛 1/3 的蒸馏水放在冰上,待涡虫伸展时用电子数显卡尺来测量涡虫的体长,做好标记;并随即在 5 倍的体视显微镜下用相机对涡虫的头部进行拍照,通过计算机做图软件 Adobe Photoshop 记数来统计涡虫的眼点数.

2 结果

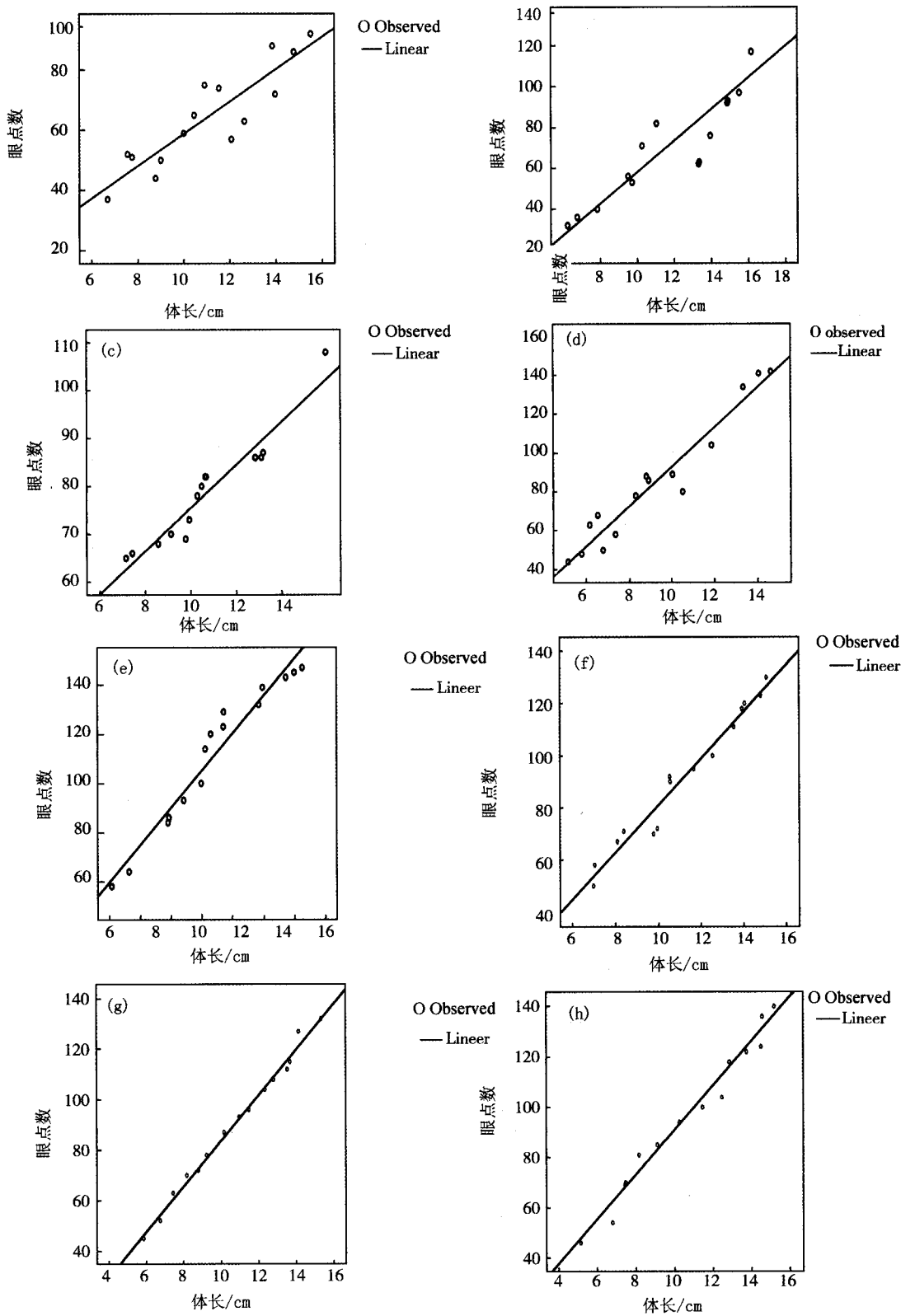
为了探讨不同产地多目涡虫体长与眼点数目关系,分别对秦岭山脉 5 产地及太行山脉 3 产地所采集的多目涡虫的眼点数目与体长及海拔高度进行测量(表 1,2);同时,利用生物学软件 SPSS 13.0 对不同产地多目涡虫的体长与眼点数进行了 Pearson 相关性检验.结果表明:多目涡虫体长与相应眼点个数呈显著正相关,它们组成的散点图基本呈直线型(图 1);另外,同一山脉多目涡虫随着采集地海拔高度增加,相似体长的涡虫眼点数也相应增多(表 1,2,3).

表 1 多目涡虫 8 产地采集信息

采集地	经纬度	海拔/m	水温/℃	pH
秦岭隧道北沟(佛坪县,古北界)	107°58.264'E,33°45.523'	1 990	9.0	5.4
旬阳坝(宁陕县,古北界)	109°32.33'E,33°32.49'N	1410	9.0	5.4
观音山保护站南 1 号沟(佛坪县,东洋界)	107°57.926'E,33°43.568'N	1801	9.0	5.4
观音山保护站北 1 号沟(佛坪县,东洋界)	107°58.059'E,33°43.623'N	1888	9.0	5.4
秦岭隧道南沟(佛坪县,东洋界)	107°58.204'E,33°44.119'N	2000	9.0	5.4
天界山十字岭(辉县,东洋界)	113°36.213'E,35°37.688'N	1064	6.0	6.0
八戒洞(辉县,东洋界)	113°79.113'E,35°47.325'N	1120	5.6	6.0
城墙根(阳城县,东洋界)	112°09.133'E,35°16.398'N	1558	5.0	6.0

表 2 秦岭山脉 5 产地多目涡虫体长、眼点数目关系

序号	旬阳坝		观音山保护站(南 1 号沟)		观音山保护站(北 1 号沟)		秦岭隧道(北沟)		秦岭隧道(南沟)	
	体长/mm	眼点数	体长/mm	眼点数	体长/mm	眼点数	体长/mm	眼点数	体长/mm	眼点数
1	6.69	37	6.26	32	7.16	65	6.13	58	5.14	4
2	7.56	52	6.78	36	7.44	66	7.26	64	5.78	48
3	7.76	51	7.87	40	8.58	68	9.80	84	6.16	63
4	8.78	44	9.52	56	9.14	70	9.86	86	6.53	68
5	9.01	50	9.74	53	9.78	69	10.82	93	6.78	50
6	10.01	59	10.28	71	9.94	73	11.96	100	7.36	58
7	10.46	65	11.06	82	10.29	78	12.22	114	8.31	78
8	10.92	75	13.32	62	10.48	80	12.58	120	8.80	88
9	11.54	74	13.36	63	10.64	82	13.40	123	8.91	86
10	12.08	57	13.96	76	10.68	82	13.42	129	10.03	89
11	12.64	63	14.88	92	12.83	86	15.7	132	10.50	80
12	13.86	88	14.92	93	12.84	86	15.94	139	11.85	104
13	13.98	72	15.52	97	13.10	86	17.46	143	13.33	134
14	14.79	86	16.18	117	13.18	87	18.00	145	14.06	141
15	15.52	92	17.30	138	15.92	108	18.52	147	14.63	142



(a): 旬阳坝(b): 观音山保护站 (南1号沟) (c): 观音山保护站 (北1号沟) (d): 秦岭隧道 (南沟)
(e): 秦岭隧道 (北沟) (f): 天界山十字岭 (g): 八戒洞 (h): 城墙根

图1 不同产地多目涡虫体长与眼点数相关性分析图

表 3 太行山脉 3 产地多目涡虫体长与眼点数目及海拔的关系

序号	天界山十字岭		八戒洞		城墙根	
	体长	眼点	体长	眼点	体长	眼点
	/mm	数	/mm	数	/mm	数
1	6.97	50	5.86	55	5.12	46
2	7.04	58	6.74	52	6.78	54
3	8.1	67	7.42	63	7.43	69
4	8.4	71	8.16	70	7.46	70
5	9.79	70	8.78	72	8.15	81
6	9.96	72	9.22	78	9.11	85
7	10.54	92	10.15	87	10.26	94
8	10.56	90	10.96	93	11.45	100
9	11.66	95	11.48	96	12.46	104
10	12.55	100	12.34	104	12.65	114
11	13.54	111	12.79	108	12.85	118
12	13.92	118	13.52	112	13.74	122
13	14.04	120	13.68	115	14.49	124
14	14.79	123	14.13	127	14.56	136
15	15.06	130	15.32	132	15.18	140

3 讨 论

多目涡虫的眼点数目因产地和种类不同存在很大差别^[25-26],即使同一个物种也因个体大小的差异而有所不同^[27].关于多目涡虫与眼点之间的关系存在两种不同的观点:一种认为多目涡虫眼点的数目与体长存在对应关系^[28,17];另一种认为多目涡虫眼点数目和体长没有对应关系^[29].本研究对采自秦岭山脉和太行山脉 8 个产地的多目涡虫研究结果显示:不同产地多目涡虫眼点数目差别较大,同一产地多目涡虫眼点数目和体长存在明显的正相关,这和 Kawakatsu, Aikawa 的研究结果相一致^[24,28].另外, Aikawa 在研究两种多目涡虫 *Polycelis sapporo* 和 *Polycelis auriculata* 发现:在对其持续饥饿的过程中,随着体长的缩短,眼点数目也随之减少;而切割再生时,较大的片段再生眼点数目较多^[24].另外,在统计过程中还发现一个有趣的现象,即同一山脉随着海拔高度的增加,相似体长的涡虫眼点数也相应的增多. Teshirogi^[25-26]等认为涡虫的体积和眼点数随着地理位置的改变而变化,并且眼点数的变化是稳定的.而我们的统计结果并没有发现涡虫体长与海拔高度存在明显的关系.本实验研究结果以期为研究该区淡水涡虫分类及眼点的进化提供基础实验数据.目前,关于多目涡虫眼点数目与体长及海拔高度存在正相关的机制尚不清楚,需要进一步研究.

参 考 文 献

[1] Cowles M W, Omuro K C, Stanley B N, et al. COE Loss-of-Function Analysis Reveals a Genetic Program Underlying Maintenance and Regeneration of the Nervous System in Planarians[J]. Plos Genetics, 2014, 10(10): e1004746-e1004746.

[2] Lucila Scimone M, Kravarik K M, Lapan S W, et al. Neoblast Specialization in Regeneration of the Planarian *Schmidtea mediterranea* [J]. Stem Cell Reports, 2014, 3(2): 339-352.

[3] Nakagawa H, Ishizu H, Hasegawa R, et al. Drpiwi-1 is essential for germline cell formation during sexualization of the planarian *Dugesia ryukyuensis* [J]. Developmental Biology, 2012, 361(1): 167-176.

[4] Alvarado A S. Stem cells and the Planarian *Schmidtea mediterranea* [J]. Comptes Rendus Biologies, 2007, 330: 498-503.

[5] Agata K, Teramoto M. Stem cells and the niche in Planarian [J]. Matrix Biology, 2006, 25: 2.

[6] Tharp M E, Collins J J, Newmark P A, et al. A lophotrochozoan-specific nuclear Hormone receptor is required for reproductive system development in the planarian. [J]. Developmental Biology, 2014, 396(1): 150-157.

[7] Rossi L, Bonuccelli L, Iacopetti P, et al. Prohibitin 2 Regulates Cell Proliferation and Mitochondrial Cristae Morphogenesis in Planarian Stem Cells [J]. Stem Cell Reviews & Reports, 2014, 10(6): 871-887.

[8] Harrath A H, Alwasel S, Zghal F, et al. Ultrastructure of spermatogenesis and mature spermatozoon of the freshwater planarian *Schmidtea mediterranea* (Platyhelminthes, Paludicola) [J]. Comptes Rendus Biologies, 2012, 335(2): 87-95.

[9] Raffa R B, Stagliano G W, Ross G, et al. The kappa-opioid receptor antagonist nor-BNI inhibits cocaine and amphetamine, but not cannabinoid (WIN 52212-2), abstinence-induced withdrawal in planarians: an instance of 'pharmacologic congruence' [J]. Substance With-

- drawal Syndrome, 2008, 1193:51-56.
- [10] Cebrià F, Nakazawa M, Mineta K, et al. Dissecting planarian central nervous system regeneration by the expression of neural-specific genes[J]. *Development Growth & Differentiation*, 2002, 44(2): 135-146.
- [11] Chinone A, Nodono H, Matsumoto M. Triploid planarian reproduces truly bisexually with euploid gametes produced through a different meiotic system between sex[J]. *Chromosoma*, 2014, 123(3): 265-272.
- [12] Nilsson D E. The evolution of eyes and visually guided behavior [J]. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2009, 364: 2833-2847.
- [13] Kishida Y. Electron microscopy studies on the planarian eye I [J]. *Sci Rep Kanazawa Univ*, 1967a, 12: 75-110.
- [14] Kishida Y. Electron microscopy studies on the planarian eye II [J]. *Sci Rep Kanazawa Univ*, 1967b, 12: 111-14.
- [15] Kuchiiva T, Kuchiiva S, Teshirogi W. Comparative Morphological Studies on the Visual Systems in a binocular and a Multi-Ocular Species of Freshwater Planarian [J]. *Hydrobiologia*, 1991, 227(1): 241-249.
- [16] Carpenter K S, Morita M, Best J B. Ultrastructure of the photoreceptor of the planarian *Dugesia dorotocephala*. I. Normal eye [J]. *Cell & Tissue Research*, 1974, 148(2): 143-58.
- [17] Sopott-Ehlers B. Comparative morphology of photoreceptors in free-living plathelminths-a survey [J]. *hydrobiologia*, 1991, 227(1): 231-239.
- [18] Czerny T, Halder G, Kloter U, et al. Twin of eyeless, a second Pax-6 gene of Drosophila, acts upstream of eyeless in the control of eye development [J]. *Molecular Cell*, 1999, 3(3): 297-307.
- [19] Fernald R D. Evolution of eyes [J]. *Current Opinion in Neurobiology*, 2000, 10(4): 444-450.
- [20] 刘德增. 西藏多目涡虫属二新种记述(三肠目:淡水亚目:扁平涡虫科) [J]. *动物分类学报*, 1994, 19(1): 10-15.
- [21] 刘德增. 中国多目涡虫属两新种记述 [J]. *水生生物学报*, 1995, 19(2): 152-156.
- [22] 刘德增. 中国多目涡虫属四新种记述(三肠目:淡水亚目:扁涡虫科) [J]. *动物分类学报*, 1996, 21(4): 389-398.
- [23] 陈广文, 马金友, 吕九全, 等. 中国淡水三肠目涡虫已知属种及其地理分布 [J]. *动物学报*, 2001, 47(专刊): 9-12.
- [24] Aikawa M, Shimozaawa A. The multiple eyes of *Polycelis*. 1. Relation between the number of eyes and body length [J]. *Hydrobiologia*, 1991, 227(1): 257-262.
- [25] Teshirogi W, Ishida S, Yamazaki H. Regenerative capacities of transverse pieces in the two species of fresh- water planarian, *Dendrocoelopsis lucteu* and *Polycelis supporo* [J]. *Sci Rep Hirosaki Univ*, 1977, 24: 55-72.
- [26] Teshirogi W, Ishida S, Yamazaki H. Regenerative capacities of transverse pieces in two species of freshwater planarians, *Dendrocoelopsis lucteu* and *Polycelis supporo* from Aomori Prefecture, especially compared with those of the same species from Hokkaido [J]. *Doubutsugaku Zasshi*, 1978, 87: 262-273.
- [27] Kenk, R. Studies on Virginian triclads [J]. *Elisha Mitchell Sci Soc*, 1935, 51: 79-125.
- [28] Kawakatsu M, Sugino H, Oki I, et al. Redescription of *Phagocata papillifera* (IJIMA et KABURAKI, 1916), a subterranean planarian from Central Japan, with a comparative description of karyotypes of this species and another Japanese subterranean species *Phagocata suginoi* KAWAKATSU, 1974 (Turbellaria, Tricladida, Paludicola) [J]. *Bulletin of Fuji Womens College*, 1984, 22: 79-104.
- [29] Sheiman I M, Sedelnikov Z V. Specific features of eye regeneration in multiocular planarians *Polycelis tenuis* [J]. *Russian Journal of Developmental Biology*. volume, 2007, 38(3): 184-189(6).

Relationship Between Eyespots Number and Body Length of *Polycelis* sp.

CHEN Jing, DONG Zimei, LI Xiaoyan, SIMA Yingxu, JIN Nan,
FANG Jiajia, CHEN Guangwen

(College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: The structure of the freshwater planarian eyespots is simple, especially the eye of *Polycelis* sp., which is composed of a pigment cell and a photoreceptor cell. Planarians are becoming the suitable model system for studying the origin of eyespots and evolution. In this paper, the relationship among the eyespots number, the length of the *Polycelis* sp. and altitude was analyzed from Qinling Mountains and the Taihang Mountains by statistical methods. The results showed that there was a positive correlation between the body length and the eyespots number of *Polycelis* sp.; the eyespots number increases with the collecting elevation height increase of same mountains. This work provides basic data to elucidate the eye origins and development.

Keywords: Qinling; *Polycelis* sp.; eyespots number; body length; altitude