

文章编号: 1002-2694(2003)06-0059-03

日本血吸虫幼虫在钉螺体内发育有效积温的研究*

孙乐平¹, 周晓农², 洪青标¹, 黄軺昕¹, 杨国静¹, 奚伟萍¹, 姜玉璞¹

摘要:目的 研究日本血吸虫幼虫在钉螺体内发育成熟所需的热量(发育有效积温)。方法 现场采集无血吸虫感染的钉螺,以钉螺:毛蚴为 1:20 比例进行实验感染,感染后常规饲养,以逸蚴法确定感染性钉螺,根据变温动物发育积温和有效积温的计算公式($Q = \sum T_n, K = N(T - C)$),计算血吸虫在钉螺体内发育的尾蚴开放积温和发育有效积温。结果 在 21~30℃ 之间,血吸虫在钉螺体内尾蚴开放的最低积温为 1200 日度,最高积温为 3480 日度,平均积温为 2202.75±378.86 日度。血吸虫在钉螺体内的发育有效积温常数为 842.91 日度(95% 可信区间为 699.28~986.54 日度)。结论 日本血吸虫在钉螺体内要完成发育至成熟的尾蚴,所需的有效积温(环境温度在 15.17℃ 以上的累积温度)必须达到 842.91 日度。

关键词: 日本血吸虫;钉螺;环境温度;发育有效积温

中图分类号: R383.2 **文献标识码:** A

Investigation on effectively growing degree days of cercaria of *Schistosoma japonicum* developing in snail

SUN Le-ping, ZHOU Xiao-nong, HONG Qing-biao, et al

(Jiangsu Institute of Parasitic Diseases, Wuxi 214064)

ABSTRACT: Aim To investigate the energy (or growing degree days) needed for development of cercaria of *Schistosoma japonicum* in *Oncomelania snail*. **Methods** The uninfected snails were collected from the field, and exposed to the cercaria of *Schistosoma japonicum* by the ratio of 1:20. Based on the data from the experiment, the accumulated temperature and effective growing degree days of cercaria developing in snail were estimated by the formula of $Q = \sum T_n, K = N(T - C)$. **Results** At the environmental temperature at 21-30℃, the average accumulate temperature for cercaria mature was 2202.75±378.86 degree days, ranging from 1200 as the lowest and 3480 as the highest. While the effectively growing degree days of cercaria developing in *Oncomelania snail* was 842.91 degree days (the 95% confidence ranging from 699.28-986.54 degree days). **Conclusion** The effectively growing degree days when temperature over 15.17℃ for cercaria developing maturely in snail should be over 842.91 degree days.

KEY WORDS: *Schistosoma japonicum*; *Oncomelania snail*; environmental temperature; effectively growing degree days

日本血吸虫的生活史包括毛蚴和尾蚴在水中的短暂自由生活期、胞幼在中间宿主钉螺体内的无性繁殖期以及成虫在终宿主哺乳动物体内的有性生殖期三个阶段,其中血吸虫在钉螺体内的生长发育占整个生活史的 2/3 周期^[1]。由于钉螺为两栖螺类,属低等的变温动物,缺乏完整的体温调节系统,其体温受孳生环境温度的变化较大^[2]。因此,血吸虫在钉螺体内的生长发育阶段处于变温生活状态。动物学研究已经证实,变温生活动物在发育期间,所需要的总热量是恒定的,附合生态学上的有效积温法则或叫作莱奥姆(Reaumur's law)法则^[3]。利用有效积温法则,开展相关动物的生长发育有效积温的研究,在农林业虫害预测与防治^[4]、医学媒介昆虫的控制^[5]和法医昆虫学鉴定技术^[6]等方面得到了广泛应用。本研究根据变温动物有效积温法则,对血吸

虫幼虫在钉螺体内发育至尾蚴开放的有效积温进行了定量分析,旨在为预测不同温度地区血吸虫病的高危易感时间和全球气候变暖对中国大陆血吸虫病流行的影响程度提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 血吸虫在钉螺体内发育实验 现场采集位于江苏邳江新坝(E119.53°, N32.28°)的江滩型湖北钉螺指名亚种(*Oncomelania hupensis hupensis*)钉螺,选取活力好的当年成螺,置实验室 25℃ 环境饲养 4 周,每 2 周逸蚴 1 次,取无任何尾蚴感染的健康钉螺作实验用螺。取无血吸虫感染的实验备用钉螺

* 国家自然科学基金(项目编号:300070684)

作者单位:1. 江苏省血吸虫病防治研究所,无锡 214064;
2. 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所

750 只,置于覆有绿纱盖的大培养皿中,加入 200ml 脱氯水,再加入用无锡地理株(E120.29,N31.57)血吸虫尾蚴感染 45d 的兔肝捣碎后孵化出的毛蚴,以钉螺毛蚴比为 1:20 接种暴露 4h。将接种暴露后的钉螺分成 5 组,分别置于 18℃、21℃、24℃、27℃、30℃ 5 个有光照的生化培养箱(温控精度为±1℃)中,按常规方法^[7]饲养;用逸蚴法^[8]检查各组钉螺有无血吸虫感染,逸蚴分别从饲养 30d、40d、50d、60d 和 70d 开始,每隔 5d 逸蚴 1 次,从末次逸出尾蚴开始至连续 3 次逸不出尾蚴后解剖全部剩余钉螺。记录各实验组获得感染性钉螺的数量和到达尾蚴开放前期的时间。

1.2 血吸虫尾蚴开放积温和有效积温的计算 根据变温动物发育积温和发育有效积温的计算公式^[9]:

$$Q=\sum T_n,K=N(T-C);$$

表 1 不同环境温度钉螺体内血吸虫幼虫发育至尾蚴开放的积温

实验温度(℃) Experimental temperature	观察钉螺数(只) No·snail	感染性钉螺数(只) No·infected snail	尾蚴开放积温(日度) Accumulated temperature (degree days)		
			Accumulated temperature (degree days)		
			最低 Min	最高 Max	平均 Mean
18	138	0	—	—	—
21	135	18	2310	3465	2706.69±337.05
24	145	34	1560	3480	2280.00±504.72
27	149	57	1350	2700	1942.11±343.98
30	143	62	1200	3000	1882.20±425.70

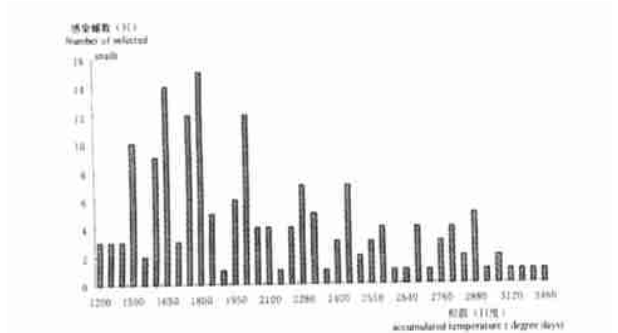


图 1 不同积温感染性钉螺频数分布
Fig.1 Frequency distribution of infected sanils at differnet temperature

2.2 尾蚴开放积温 血吸虫幼虫在 21℃、24℃、27℃、30℃ 环境下,发育至尾蚴开放的积温分别为 2706.69±337.05 日度、2280.00±504.72 日度、1942.11±343.98 日度和 1882.20±425.70 日度,以温度作为自变量(x),尾蚴开放积温作为应变量

式中 Q 为环境积温,T_n 为环境每日平均温度,K 为热常数(即发育有效积温),N 为发育历期(即尾蚴开放前期),T 为发育期的平均温度,C 为发育起点温度(即生物学零度),T-C 为有效温度。积温和有效积温的单位为“日度”。两个公式的生物学含义是:积温是动植物在生长发育过程中环境温度的总和,发育有效积温(热常数)是发育历期中每日有效温度的积累数。

2 结 果

2.1 感染螺频数和积温 5 个温度组共对 710 只钉螺进行了逸蚴观察,获得感染性钉螺 171 只,其中 18℃ 温度组在所有钉螺死亡前未逸到感染性钉螺;21~30℃ 条件下血吸虫在钉螺体内尾蚴开放的最低积温为 1200 日度,最高积温为 3480 日度,平均积温为 2202.75±378.86 日度(表 1,图 1)。

(y),尾蚴开放积温随环境温度的变化趋势与曲线方程 $y=10.194x^2-328.24x+4514.6$,呈高度拟合($r=0.9979,P<0.01$)(图 2、表 2)。

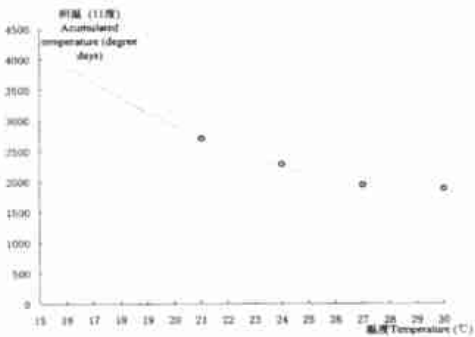


图 2 血吸虫幼虫在钉螺体内尾蚴成熟的积温曲线
Fig.2 The acumulated temperature curve of cercaria developed in snail

2.3 尾蚴发育有效积温 以血吸虫幼虫在钉螺体内的发育起点温度 15.17℃ 为参数,获平均发育有效

表 2 日本血吸虫幼虫在不同温度下的发育积温和有效积温常数
Table 2 The estimation of accumulated temperature and effective growing degree days of *Schistosoma japonicum* at different temperature

T (°C)	N (d)	NT (日度 degree days)	T-C (°C)	N(T-C) (日度 degree days)	K (日度 degree days)	K 的 95%可信区间 (日度 degree days) The 95% confidence range of K
18	—	—	—	—	—	—
21	128.89	2706.69	5.83	751.43		
24	95.00	2280.00	8.83	838.85		
27	71.93	1942.11	11.83	850.93	842.91	842.91±143.63
30	62.74	1882.20	14.83	930.43		

积温 K 值为 842.91 日度,其 95%可信区间为 699.28~986.54 日度(表 2)。

3 讨 论

外界环境温度是动物生存的重要生态因子。温度的变化在不同程度上直接影响动物的新陈代谢,与此同时,温度对动物的活动、生殖、生长、发育、遗传、生存、行为和分布等均产生作用。一般来说,温度对动物的影响受动物的热能代谢及调节所控制,变温动物的新陈代谢水平不稳定,其体温与环境温度相近,并随着环境温度的升降而变化,而恒温动物具有较为稳定的代谢水平,其体温一般不受环境温度变动的影响,因此,外界温度对变温动物的直接影响比对恒温动物来得明显^[10]。变温动物生长发育有效积温的测定,是定量研究温度对动物影响的主要手段,也是动物生态学的重要内容。

以往研究已经证实,在一定温度范围内血吸虫幼虫在钉螺体内的生长发育速度随温度的升高而加快^[11],在自然环境中血吸虫幼虫在不同地区钉螺体内发育至尾蚴开放所需的环境积温无显著性差异^[12]。本实验在不同温度条件下对日本血吸虫幼虫在钉螺体内的生长发育情况进行观察,结果显示日本血吸虫在钉螺体内发育至尾蚴开放的有效积温常数为 842.91 日度,且其 95%可信区间为 699.28~986.54 日度。即日本血吸虫在钉螺体内发育至尾蚴开放时,只有当环境温度在 15.17℃ 以上的日度累积数大于 842.91 时,尾蚴才能成熟。这是因为只有当环境温度大于发育起点温度 15.17℃ 时,所获得的累积温度才是有效积温,钉螺体内的血吸虫幼虫才能生长和发育。但由于实验误差,这一发育有效积温的 95%可信区间为 699.28~986.54 日度。从以往调查结果看,中国大陆日本血吸虫病的流行区分布在长江流域及其以南地区,这一地区范围内的年平均气温在 14℃ 以上^[1],4~10 月份血吸虫病流行季节的环境温度更高,因此,研究结果与中

国大陆血吸虫病流行区域的气候温度基本一致。所以,本实验结果为进一步定量研究气候因素变化对血吸虫病流行的影响中不同纬度地区血吸虫生活周期的推算和流行程度变化的预测提供了重要的理论参数。

本文仅研究了气候因素之一的环境温度对血吸虫生长发育的影响程度,未考虑环境湿度的影响,自然界中温度和湿度是相互影响的,生态学中通常用温湿度系数研究温度和湿度对动物的共同作用。关于环境湿度以及温湿度系数对血吸虫幼虫生长发育的影响程度,有待进一步研究。

参考文献:

[1]毛守白·血吸虫生物学与血吸虫病防治[M]·北京:人民卫生出版社,1990.624—625.
[2]叶年虎,卢运芳,陈柳燕,等·钉螺生理学体温研究[J]·华中工学院学报,1982,10(2):129.
[3]藤嘉昭·动物生态学研究法[M]·北京:科学出版社,1986.55—78.
[4]王莉萍,雷桂林,段兆尧,等·德昌松毛虫文山松毛虫有效积温的初步研究[J]·西南林学院报,2000,20(3):169—173.
[5]刘凤梅,刘相萍,胡玉祥,等·淡色库蚊发育起点温度和有效积温的研究[J]·中国寄生虫病防治杂志,1994,7(3):238—239.
[6]牛青山,潘永峰,温志成,等·丝光绿蝇的发育速度和有效积温的实验观察及其法医学应用[J]·中国法医学杂志,2000,15(4):214—216.
[7]奚伟萍,姜玉骥,孙庆祺·泥土混合饲料饲养钉螺的实验观察[J]·中国血吸虫病防治杂志,1997,9(1):46—47.
[8]中华人民共和国卫生部·血吸虫病防治手册[M]·上海科学技术出版社 1982.40.
[9]孙儒泳·动物生态学原理[M]·北京:北京师范大学出版社,1987.26.
[10]华东师范大学,北京师范大学,复旦大学等·动物生态学[M]·上册,高等教育出版社,1984.14—27.
[11]邵葆若,许学积·钉螺人工感染血吸虫的研究[J]·中华医学杂志,1956,42:357.
[12]孙乐平,周晓农,洪青标,等·日本血吸虫在钉螺体内发育积温的初步研究[J]·中国人兽共患病杂志,2001,17(4):80—82.

收稿日期:2003—04—16;修回日期:2003—08—07