

全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究

II. 钉螺越夏致死高温与夏蛰的研究^{*}

洪青标¹, 周晓农², 孙乐平¹, 杨国静¹, 杨坤¹, 黄轶昕¹

[摘要] **目的** 研究全球气候变暖对中国大陆钉螺分布的潜在影响,探讨钉螺适生性中的生态因子之一的越夏致死高温和夏蛰现象。**方法** 对采自江苏省江滩地区的湖北钉螺指名亚种(*O. hupensis hupensis*),采用实验室模拟自然环境逐步改变温度的方法,测定钉螺的越夏致死高温,并观察其夏蛰现象等。**结果** 钉螺在干燥和潮湿环境中的半数致死高温(LT₅₀)分别为 40.01℃(95%可信区间为 39.76—40.27℃)和 42.13℃(95%可信区间为 41.59—42.68℃)。高温和钉螺死亡率的回归趋势可分别拟合 logistic 方程为: $\hat{Y}_干 = 101 / (1 + e^{61.402269 - 1.535058X})$ (F=69.997, P<0.001) $\hat{Y}_潮 = 101 / (1 + e^{76.445825 - 1.842068X})$ (F=24.699, P<0.001) 高温对钉螺的活动抑制较明显,39℃时 100%钉螺呈闭厣状态,但仅有 14.94%的钉螺出现夏蛰现象;即使温度上升至 40℃,也仅为 27.78%的钉螺表现出夏蛰状态。**结论** 部分钉螺可表现出夏蛰现象,但似乎没有冬眠现象普遍;处于潮湿环境中的钉螺比在干燥环境中,对极限高温的耐受性更强些。

[关键词] 钉螺; 夏蛰; 致死高温

[中图分类号] R532.21

[文献标识码] A

IMPACT OF GLOBAL WARMING ON THE TRANSMISSION OF SCHISTOSOMIASIS IN CHINA
II. THE AESTIVATION AND LETHAL HYPERTHERMY TEMPERATURE OF *ONCOMELANIA HUPENSIS* IN LABORATORY Hong Qingbiao¹, Zhou Xiaonong², Sun Leping¹, Yang Guojing¹, Yang Kuan¹, Huang Yixing¹ (¹ Jinagsu Institute of Parasitic Diseases, Wuxi 214064, China; ² Institute of Parasitic Diseases Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prenention, China)

[Abstract] **Objective** To explore the aestivation and lethal hyperthermy temperature of *Oncomelania hupensis* in summer, which is one of important ecology indexes, in order to understand the potential impact of global warming on the distribution of *Oncomelania* snail in mainland China. **Methods** *Oncomelania hupensis hupensis* snails were collected from the marshland region in Jiangsu Province and the aestivation and lethal hyperthermy temperature were examined by increasing temperature gradually in laboratory. **Results** The lethal hyperthermy temperatures of 50% *Oncomelania* snails in dry and wet environment was 40.01℃ (95% of confidence interval from 39.76—40.27℃) and 42.13℃ (95% of confidence interval from 41.59—42.68℃), respectively. The logistic regression equations between temperature and mortality were $d = 101 / (1 + e^{61.402269 - 1.535058X})$ (F=69.997, P<0.001) and $w = 101 / (1 + e^{76.445825 - 1.842068X})$ (F=24.699, P<0.001). The activity of *Oncomelania* snails were decreased in high temperature. The operculum of 100% snails were closed with only 14.94% snails in aestivation state at 39℃ and 27.78% snails in aestivation state at 40℃. **Conclusion** Only have some of the snails the aestivation phenomenon, which is not as prevalent as hibernation phenomenon. The snails in wet environment can defense higher temperature than that in dry environment.

[Key words] *Oncomelania hupensis*; Aestivation; Lethal hyperthermy temperature

[Foundation item] This investigation received financial support from Chinese National Science Foundation (No. 300070684)

[基金项目] 国家自然科学基金资助课题(项目编号:30070684)

[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

[作者简介] 洪青标(1963—),男,大专,主管医师。研究方向:血吸虫病防治研究。

作为日本血吸虫的唯一中间宿主钉螺,其孳生与分布直接影响着血吸虫病的流行与传播。钉螺的孳生分布与温度有着密切关系。以往的调查发现,在我国大陆钉螺的分布局限于南方的 12 省(市、自治区),并且其分布区域的 1 月份平均气温均在 0℃ 以上^[1]。但随着全球气候变暖,钉螺的分布范围(适生区域)是否会发生改变?国内外一些学者提出了这方面的可能性以及进行相关研究的必要性^[2,3]。针对这些问题,必须先明确钉螺的适生性^[4]。在钉螺的适生性中,致死温度、休眠温度等是其重要的因子。我们从 2000 年起首先对钉螺的越冬致死温度及冬眠温度进行了实验研究^[5]。在此基础上,我们又对钉螺的越夏致死高温和钉螺的夏蛰现象进行了观察研究。

内容与方法

1 钉螺

湖北钉螺指名亚种(*Oncomelania hupensis hupensis*),采自江苏省南京市郊江滩。实验前采集现场钉螺,挑选活力好的成螺用于检测。

2 钉螺越夏夏蛰情况观察

参考周卫川等方法^[5,6]。钉螺饲养环境采用粗草纸饲养法^[7]。在直径为 9 cm 的培养皿的底部衬 1 层湿海绵,上覆 1 层湿草纸,并控制含水量(以草纸面上不积水为宜),检测时每天加水保持湿度,每只培养皿放 30 只实验螺。实验时间为每年 7—8 月份。起始饲养温度为 30℃,以后按 1℃/1 d 的速度,逐渐升高饲养温度,观察钉螺的开扉活动及夏蛰情况。对照组饲养温度为 30℃。实验重复 3 次。

钉螺夏蛰的判断方法,参照作者观察钉螺冬眠的判断方法^[5]。即对经过上述方法诱导后闭扉或不爬动的钉螺,用解剖针刺激其扉部或软体,如钉螺不

能作出反应,再将其置于 30℃ 的水中,如数小时后又恢复正常者,则判断该螺处于夏蛰状态。

3 钉螺越夏致死高温测定

参考周卫川等方法^[5,6],钉螺饲养环境分干燥环境与潮湿环境两组。潮湿环境的制备同越夏夏蛰温度测定;干燥环境制备则在培养皿底部衬干燥的草纸。起始检测温度为 30℃,先以 2℃/8 h 的升温速率预处理至 36℃,接着按 1℃/12 h 的升温速率升温,分别升至 37、38、39、40、41、42、43、44℃。在每个温度梯度处理 12 h 后,取出 1 盘培养皿的钉螺,用 30℃ 的水浸泡解除休眠后,用敲碎法^[8]观察钉螺死亡情况。对照组饲养温度为 30℃,实验重复 2 次。采用直线加权回归法计算钉螺半数致死温度(LT₅₀),并拟合 logistic 曲线^[9]。

结 果

1 钉螺越夏极限致死高温

实验结果显示,当环境温度升至 37℃ 以上时,钉螺开始出现死亡。当温度升至 41℃ 时,干燥环境和潮湿环境中钉螺的死亡率分别为 78.3% 和 21.7% ($\chi^2 = 38.53, P < 0.01$);温度升至 43℃ 时,干燥环境中钉螺死亡率达 100%,升至 44℃ 时潮湿环境中钉螺死亡率达 100%(表 1)。干燥和潮湿环境中的钉螺在下的半数致死高温(LT₅₀)分别为 40.01℃ (95% 可信区间为 39.76—40.27℃) 和 42.13℃ (95% 可信区间为 41.59—42.68℃)。36℃ 以上高温(X)和钉螺死亡率(Y)间分别可拟合 logistic 曲线的方程为: $\hat{Y}_{干} = 101 / (1 + e^{61.402269 - 1.535058X})$ (F = 69.997, P < 0.01), $\hat{Y}_{潮} = 101 / (1 + e^{76.445825 - 1.842068X})$ (F = 24.699, P < 0.01)。

表 1 钉螺越夏致死温度

Table 1 The lethal hyperthermy temperature of *Oncomelania* snail in summer

温度 Temperature (℃)	观察螺数 (只) No. observed	干燥组 Dry environment		潮湿组 Wet environment		对照组死亡率 Mortality of control group(%)	
		死亡螺数 No. Dead snails	死亡率 Mortality (%)	死亡螺数 No. Dead snails	死亡率 Mortality (%)	死亡螺数 No. Dead snails	死亡率 Mortality (%)
36	60	0	0	10	3.3	0	0
37	60	3	5.0	4	6.7	0	0
38	60	5	8.3	5	8.3	1.7	0
39	60	10	16.7	5	8.3	1.7	0
40	60	25	41.7	6	10.0	1.7	0
41	60	47	78.3	13	21.7	1.7	0
42	60	57	95.5	27	45.0	1.7	0
43	60	60	100	49	81.7	1.7	1.7
44	60	60	100	60	100	3.3	1.7

2 钉螺越夏活动及夏蛰情况

实验结果显示,随着温度的升高,钉螺的活动加

剧。但当环境温度升高到 32℃ 以上时,钉螺的活动逐渐受到抑制,呈闭扉状态的钉螺逐渐增多。温度升

高至 38℃时, 86. 51%钉螺的活动受到抑制; 温度升至 39℃时, 100%的钉螺呈闭厣状态(表 2)。

虽然高温对钉螺活动的抑制较明显, 但钉螺表现为夏蛰的状态则不十分明显。当温度升高至 38℃时, 86. 51%钉螺呈闭厣状, 但仅有 6. 74%的钉螺表

现为夏蛰状态。即使温度上升至 40℃, 也仅为 27. 78%的钉螺表现出夏蛰状态, 而当温度再进一步升高时, 钉螺则迅速死亡(表 2)。钉螺的夏蛰现象似乎没有冬眠现象明显。

表 2 钉螺越夏活动及夏蛰情况
Table 2 Activities and lethal hyperthermy temperature Of *Oncomelania* snail in summer

温度 Temperature (℃)	观察螺数 (只) No. observed	实验组 Experimental group					对照组 Control group			
		存活螺数 No. of snail with survival	闭厣螺数 No. of snail with closed	闭厣率 Percent of snails with close(%)	夏蛰螺数 No. snail in hibernation	夏蛰率 Percent of snail in hibernation (%)	闭厣螺数 No. of snail with closed	闭厣率 Percent of snails with close (%)	夏蛰螺数 No. snail in hibernar- tion	夏蛰率 Percent of snail in hibernar- tion(%)
31	90	90	1	1.11	0	0	0	0	0	0
32	90	90	3	3.33	0	0	0	0	0	0
33	90	90	7	7.78	0	0	5	5.56	0	0
34	90	90	21	23.33	0	0	0	0	0	0
35	90	90	23	25.56	1	1.11	9	10.00	0	0
36	90	90	33	36.67	3	3.33	13	14.44	0	0
37	90	90	57	63.33	5	5.56	15	16.67	0	0
38	90	89	77	86.51	6	6.74	6	6.67	0	0
39	90	87	87	100	13	14.94	11	12.22	2	2.22
40	90	72	72	100	20	27.78	12	13.33	3	3.33
41	90	7	7	—	7	—	8	8.89	3	3.33
42	90	0	0	—	—	—	—	—	—	—

讨 论

钉螺是一种狭温性两栖类软体动物, 环境温度是钉螺十分重要的生态因子, 其直接或间接地影响着钉螺的生长、发育、繁殖与分布。适宜钉螺生活与繁殖的温度为 20—30℃, 过冷或过热均不利于其生存^[1]。一般认为, 动物的最适温度相对比较接近于它的极限高温^[10]。

本次研究显示, 钉螺在干燥环境和潮湿环境中的半数至死高温分别为 40. 01℃和 42. 12℃。提示, 湿度对处于极限高温中钉螺的生存有较大的影响。处于潮湿环境中钉螺比处于干燥环境中, 对高温的耐受性更强些。这一结果同作者在观察钉螺的越冬情况时所观察到的结果相似^[5]。

夏蛰现象一般多见于无脊椎动物, 尤以陆生软体动物蜗牛为常见^[10]。钉螺为水陆两栖的软体动物, 曾有学者在现场观察到钉螺有夏蛰现象^[1]。但本次研究发现, 当环境温度升高时, 仅有近 1/3 的钉螺表现出了夏蛰状态, 其它钉螺未观察到这一现象。因此认为, 钉螺的夏蛰现象似乎没有其冬眠现象普遍。

当然, 在无脊椎动物的夏蛰中, 湿度也起着一定的作用。本次研究仅考虑了温度对钉螺夏蛰的影响, 没有同时考虑湿度的因素。在温度和湿度的共同作用下钉螺的夏蛰情况如何, 目前尚不知晓。

我国大陆钉螺的亚种或地理株较多, 各自在生态上的差异也较大^[1], 而本次研究仅就江苏江滩地区的湖北钉螺指名亚种的越夏至死高温和夏蛰情况进行了初步观察, 而其他亚种或地理株的钉螺是否存在类似的情况, 则需作进一步研究。

[参 考 文 献]

[1] 毛守白. 血吸虫生物学与血吸虫病的防治[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991. : 299—300.
[2] 梁幼生, 肖荣伟, 宋鸿涛, 等. 钉螺在不同纬度地区生存繁殖的研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1996, 8(5) : 259—261.
[3] 周晓农, 胡晓抒, 孙宁生, 等. 地理信息系统应用于血吸虫病的监测 Ⅱ 流行程度的预测 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1999, 11(2) : 66—65.
[4] 周晓农, 杨国静, 孙乐平, 等. 全球气候变暖对钉螺传播血吸虫的潜在影响 [J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23(2) : 83—86.
[5] 洪青标, 周晓农, 孙乐平, 等. 全球气候变暖对中国血吸虫病传播影响的研究 Ⅰ. 钉螺冬眠温度与越冬致死温度的测定 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2002, 114(3) : 192—195.
[6] 周卫川, 蔡金发, 陈德牛, 等. 褐云玛瑙螺在我国的适生性研究 [J]. 动物学报, 1998, 44(2) : 138—143.
[7] 姜玉骥, 奚伟萍, 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] 卫生部疾病控制司. 血吸虫病防治手册(第三版) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000. 37.
[9] 杨树勤. 医学统计学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985. 169—200.
[10] 华东师范大学, 等. 动物生态学(上册) [M]. 北京: 高等教育出版社, 1984. 14—29.

[收稿日期] 2002-09-18 [编辑] 吴洪初