

## · 环境与血吸虫病 ·

## 全球气候变暖对血吸虫病传播的潜在影响

周晓农 杨国静 孙乐平 洪青标 杨坤 王汝波 华政辉

血吸虫病是发展中国家的主要寄生虫病之一,传播广泛,危害严重。它的分布遍及世界 76 个国家,我国是全球 4 个受害最严重的国家之一。我国血吸虫病流行区分布于长江流域及其以南的湖北、湖南、江西、安徽、江苏、浙江、云南、四川、福建、广东、广西和上海等 12 个省(市、自治区)中的 413 个市、县。流行区内累计钉螺面积达 140 亿平方米,感染者 1 161 万人,受威胁人口达 1 亿多人。已有研究表明,我国血吸虫病的流行区北界线(北纬  $33^{\circ}15'$ , 江苏省宝应县)主要是受冬季钉螺不能在北方越冬而导致无法繁殖下一代的影响<sup>[1]</sup>。然而,近百年来全球平均气温在不断波动中逐步上升,特别是 20 世纪 20 年代以后,全球气候明显变暖,到 80 年代,全球气温上升更加明显。全球地表气温资料的最新分析表明,从 19 世纪以来的 100 年间上升了  $0.3 \sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。另据研究表明,如果人类继续按现在的方式使用燃料,那么到 21 世纪上半叶,全球大气中二氧化碳含量将增加一倍,届时全球平均气温将增加到  $2^{\circ}\text{C}$  左右。用各种数学模式计算过去排放的气体造成气候变化的程度,结果几乎所有的模型都表明气候变暖的程度更大,而且高纬度地区比赤道地区变暖程度更大<sup>[2]</sup>。政府间气象变化委员会(IPCC)预测到 2100 年全球平均气温将会上升  $1.5 \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ , 平均雨量估计增加  $7\% \sim 15\%$ <sup>[3,4]</sup>。由于全球气候在逐渐变暖,由此使厄尔尼诺南方涛动(NESO)现象更为显著。自 1980 年以来,厄尔尼诺现象发生更为频繁,持续期更长,对生态系统和人类健康产生了不可忽视的影响<sup>[5]</sup>。

血吸虫病的分布与温度、光线、雨量和湿度等环境因素密切相关。温度和光线影响着血吸虫中间宿

主——钉螺的繁殖、毛蚴的孵化及血吸虫在螺体内的发育,雨量和湿度则影响着钉螺孳生地分布。根据已有的钉螺生态学研究结果,钉螺的分布范围主要取决于以上自然因素,以我国大陆为例,钉螺分布地区的 1 月份平均气温都在  $0^{\circ}\text{C}$  以上,并与土壤和植被有一定的关系。全球气候变暖所引起的降雨和温度变化,势必会影响血吸虫病的原有分布格局。早在 1990 年 IPCC 预测到全球气候变化可能影响媒传寄生虫病和病毒性疾病的传播。有报道预测全球气候变暖可使疟疾、血吸虫病、锥虫病、登革热等疾病流行加剧,每年患病人数将超过 6 亿,死亡人数将达到 200 万<sup>[3]</sup>。但是,国内对气候变化可能对血吸虫病传播的影响范围和影响程度方面研究报道尚少。1996 年梁幼生等<sup>[1]</sup>提出了气候变化可能对钉螺分布产生影响,1999 年周晓农等<sup>[6]</sup>提出了研究全球气候变暖对钉螺分布和血吸虫病流行影响的必要性。目前,这方面的研究尚处在起始阶段。然而,全球变暖对血吸虫病传播的潜在影响可有直接的,也可能是间接的。气候变化的长期影响可能以间接影响尤为突出<sup>[7]</sup>。

## 一、全球气候变暖对血吸虫病传播的直接潜在影响

1. 温度的潜在影响:(1) 温度对钉螺分布的潜在影响:全球气候变暖对血吸虫病传播的影响,主要包括对疾病传播的影响范围和影响程度两个方面。关于影响范围,中间宿主钉螺的分布范围与血吸虫病流行区及病人分布呈高度一致,且钉螺的分布范围主要与地理因素有关。因此,研究影响范围宜从钉螺孳生范围着手。适当水分、适宜温度( $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ )对钉螺的生活和繁殖是必须的。肖荣炜<sup>[8]</sup>将钉螺成螺放养在山东省德州(北纬  $37^{\circ}2'$ )、济宁及宝应等地区,经一个冬季后检查,钉螺在三地的死亡率分别为 94.03%、94.03% 和 56.62%。同时,钉螺在这些地区的繁殖力也较低,主要与温度和水分有关<sup>[1]</sup>,这是决定钉螺分布范围的主要因素。同时某一地区的最低气温可决定该地区的钉螺分布范围,周晓农

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30070684);联合国开发署/世界银行/世界卫生组织热带病研究与培训特别规划署资助项目(TDR-970990)

作者单位:200025 上海,中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所(周晓农、王汝波、华政辉);江苏省血吸虫病防治研究所(杨国静、孙乐平、洪青标、杨坤)

等<sup>[9]</sup>利用空间分析模型观察到我国血吸虫病流行区的北界线与平均最低温度 $-4^{\circ}\text{C}$ 等值线相吻合。因此,当气候变暖,如我国北方地区的极端最低温正在普遍上升 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ ,以及南水北调工程等因素同时存在时,钉螺向北方扩散的可能性明显增加。(2)温度对血吸虫在钉螺体内发育的潜在影响:毛蚴是血吸虫侵入钉螺并造成其感染的幼虫阶段,毛蚴的活性与温度有关。孙乐平等<sup>[10]</sup>观察到室内 $20^{\circ}\text{C}$ 时日本血吸虫毛蚴的期望寿命为 10 h,最长存活时间为 38 h,在 $25^{\circ}\text{C}$ 时,毛蚴的活动能力增强,但期望寿命、最长存活时间分别减少为 9.7 h 和 26 h。关于不同温度下毛蚴对钉螺的感染情况,实验观察在 $31.21$ 和 $5^{\circ}\text{C}$ 温度下,日本血吸虫毛蚴感染湖北钉螺湖北亚种的阳性率分别为 $64.7\%$ 、 $62.7\%$ 和 $3.5\%$ ,提示低温时毛蚴对钉螺的感染率显著下降,日本血吸虫幼虫在钉螺体内发育成尾蚴的速度同样与温度有关,室内实验观察到在 $24\sim 26^{\circ}\text{C}$ 条件下日本血吸虫毛蚴感染钉螺后发育成子胞蚴约需 56 d,在 $26\sim 28^{\circ}\text{C}$ 下约需要 39~52 d;另有实验报道,在 $16.2\sim 17^{\circ}\text{C}$ 下,尾蚴成熟时间长达 159~165 d,若升高至 $30.3\sim 30.6^{\circ}\text{C}$ ,则仅需 47~48 d。低温( $2\sim 10^{\circ}\text{C}$ )可使日本血吸虫蚴虫发育停止。孙乐平等<sup>[11]</sup>报道,长江流域四省五地钉螺经 1 20 毛蚴感染后,平均感染率为 $23.20\%$ ,逸出尾蚴的平均积温为 $1\,489.43\sim 2\,960.38$ 日度( $1\,793\pm 232.45$ 日度)。因此,温度的变化不但可影响钉螺感染率的高低,在一定范围内,温度可直接影响日本血吸虫蚴虫在钉螺体内的发育速度。(3)温度对血吸虫感染哺乳动物的潜在影响:温度对钉螺体内尾蚴的逸出影响报道较多,水温接近 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 未见有尾蚴逸出, $5^{\circ}\text{C}$ 仅有少量逸出,在不同温度连续观察尾蚴逸出数,提示温度变化对尾蚴的逸出影响较大,而以 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 为适宜温度。所以,综合温度对感染钉螺和感染哺乳动物的影响,全球气候变暖可使原流行区的钉螺感染率增高、感染季节相对延长。

2. 湿度的潜在影响: (1) 湿度对钉螺生存繁殖的影响: 湿度对血吸虫病传播的潜在影响较为明显,湿度可改变钉螺孳生地的植被而影响钉螺的分布范围及密度。同时,水分是促使钉螺活动的重要条件之一,在干燥环境中 $82\%$ 的钉螺在 15 周内死亡,同时钉螺喜欢在富有有机质及含氮、磷、钙的土壤环境中生活。在江湖洲滩地区,新涨滩的不断发育扩增以及水生植物的相继出露,既为湖区垦殖提供了丰厚

的物质基础,又为钉螺孳生、感染创造了良好的潮湿环境,与此同时,泥沙沉积、洲滩淤塌、钉螺繁衍形成恶性循环,为钉螺的孳生和扩散不断地提供新的潮湿环境<sup>[12]</sup>。(2) 湿度对感染钉螺及尾蚴逸出的影响: 血吸虫毛蚴在水中活动,具有向上性、向光性和向温性,水中的这些因素均可直接影响毛蚴感染钉螺的高低。湿度对钉螺体内尾蚴的逸出影响较大。现场调查发现尾蚴的逸出呈明显的季节性,以秋季最高,春季次之,这一明显的季节性受环境因素影响明显,因为只有当阳性钉螺与水接触时才有尾蚴逸出,所以当水位涨落较明显时,尾蚴逸出更为明显。

因此,当全球气候变暖,降雨量增加,水域面积增多或地面积水面积增加,可促使血吸虫感染钉螺的机会增多,尾蚴逸出量增多,而哺乳动物接触疫水机会也相应增多,原血吸虫病流行区的流行范围和流行程度也将相应扩大和加重。

## 二、全球气候变暖对血吸虫病传播的间接潜在影响

1. 洪水: 由于气候变暖,降雨量增加,长江流域发生洪水的概率明显增加。特别是 20 世纪 90 年代以后,流域内洪涝频发,高水位时间长,水淹面积大,江滩钉螺潜在孳生面积逐年增加,使得查螺范围很难准确划定,漏查和查漏现象时有发生。如芜湖县和平乡胜利村头山自然村 $53.3\text{ km}^2$ 内,1990 年以来,每年淹水近 1 个月,1995 年起首次发现钉螺,至 1999 年已扩散至所有沟渠和稻田内<sup>[13]</sup>。在 1998 年特大洪水后,应用地理信息系统(GIS)和遥感(RS)技术对江滩钉螺孳生地进行了监测,结果提示这些地区在发生特大洪水 1~3 年后,钉螺面积可有不同程度的扩散<sup>[14]</sup>。1998 年特大洪水对当年血吸虫病流行影响不大,而常被忽视,但对今后 3~5 年后的钉螺扩散分布影响较大,导致钉螺面积增加、血吸虫病流行区扩大<sup>[13]</sup>。

2. 人为因素: 人群接触疫水是造成血吸虫病传播的一个重要环节。居民接触疫水的状况受地理、社会、经济、文化、生活习惯等影响,并呈季节性。定量观察流行区居民接触疫水的情况,其结果是 5~7 月份农忙季节中接触疫水机会最多。夏季则以下水洗澡、捉鱼等方式接触疫水。而江湖洲滩地区因耕牛排粪量大而对环境污染显著,且牛经常上滩接触疫水,在血吸虫病的传播中起着重要的作用<sup>[13]</sup>。近年有关水利工程如三峡建坝后,江滩水位变化对人工畜上滩接触疫水的研究较多,其结果提示秋季提前

退水有可能增加暴露人畜接触疫水的机会,对江滩地区的血吸虫病流行产生一定的影响<sup>[15]</sup>。

### 三、研究新技术的发展方向

20 世纪 90 年代后期最新发展的 GIS 和 RS 技术,已逐步在传染病中广泛应用。如 Dale, Morris<sup>[16]</sup> 利用遥感图象分类分析、区分和识别蚊虫孳生地,并用于进一步的监测; Lobitz 等<sup>[17]</sup> 应用卫星遥感图象间接监测气候变化与霍乱发生间的关系。Zhou 等<sup>[18]</sup> 应用钉螺的生物学特征结合遥感资料进行空间分布分析,得出我国大陆钉螺不同的区域分布范围。Malone 等<sup>[19]</sup> 根据寄生虫各生活史的生物特征及自然因素变化,在埃及尼罗河利用 NOAA-AVHRR 卫星遥感资料,建立了温差模型和寄生虫传播模型,以确定该地区曼氏血吸虫病和双脐螺的相对危害性及地理分布,从而得到自然因素对疾病的影响程度。周晓农等<sup>[9,20]</sup> 以气象—水文平衡模型,计算出不同区域血吸虫传播指数,并以此绘制出血吸虫传播指数(传播指数大于 900)的分布基本上与我国南部地区的血吸虫病流行区相吻合。梁松等<sup>[21]</sup>、郑英杰等<sup>[22,23]</sup>、周晓农等<sup>[24]</sup> 应用 GIS 研究血吸虫病的流行范围和程度与温度、高程、雨量等自然因素密切相关。近年,国内已逐步应用 GIS 或 RS 技术进行空间分布分析,初步建立了监测钉螺孳生地的分布模型,为江滩地区快速筛选钉螺可疑孳生地、确定钉螺孳生高危地带和观察钉螺扩散趋势提供了新的手段。

利用 GIS 和 RS 等技术监测气候变化及植被变化的报道较多<sup>[25-27]</sup>,因而同时利用气象、卫星遥感资料建立模型对预测血吸虫病的潜在流行范围和流行程度具有可能。全球气候变暖对血吸虫病传播和分布的影响研究中,GIS 和 RS 这两项技术将成为预测疾病流行趋势的核心研究工具。

### 四、结论

我国血吸虫病流行区的北界位于江苏省宝应县(北纬 33°15'),全球气候变暖所带来的气候变化,如冬季最低气温升高、降雨量增多,对钉螺北移带来了可能性。同时,南水北调工程东线引水口地处钉螺分布区的江苏省江都市,北调的江水也将穿过江苏省有螺区的江都、高邮和宝应三市(县),加上江苏省北部有螺面积、钉螺密度近年有所回升,因而在调水中钉螺随水流向北迁移扩散的可能性是客观存在的,而能否进一步繁殖扩散有待监测性研究。

因此,全球气候变暖对我国血吸虫病传播的潜

在影响首先将通过钉螺向北方地区扩散,使血吸虫病流行区扩大;同时,可使原流行区内的血吸虫病流行程度有所增高。而通过应用 GIS 和 RS 技术监测分析气候变暖与血吸虫病传播的关系,将有助于预测血吸虫病流行态势<sup>[18]</sup>,可为血吸虫病现场防治决策服务。

### 参 考 文 献

- 1 梁幼生,肖荣炜,宋鸿焘,等.钉螺在不同纬度地区生存繁殖的研究.中国血吸虫病防治杂志,1996,8:259-262.
- 2 邓自望,丁裕国,陈业国.全球气候变暖对长江三角洲极端高温事件概率的影响.南京气象学院院报,2000,23:42-47.
- 3 IPCC. Scientific assessment of climate change: Report to IPCC from Working Group. Geneva: World Meteorological Organization & UN Environment Programme, 1990. 365.
- 4 Houghton JT, Meria Filho LG, Callander BA, et al. Climate change, 1995; The science of climate change. Contribution of WGI to the second assessment report of IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 572.
- 5 Bouma MJ, van der Kaay HJ. Epidemic malaria in India and the El Nino southern oscillation. Lancet, 1994, 344:1638-1639.
- 6 周晓农,杨国静,孙乐平,等.地理信息系统在血吸虫病研究中的应用.中国血吸虫病防治杂志,1999,11:378-381.
- 7 刘学恩,赵宗群.全球气候变化对人群健康的潜在影响.国外医学卫生分册,1997,24:159-161.
- 8 肖荣炜.南水北调是否会引引起钉螺北移的研究.地理研究,1982,1:73-78.
- 9 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.中国血吸虫病防治杂志,1999,11:66-77.
- 10 孙乐平,洪青标,周晓农,等.日本血吸虫毛蚴存活曲线和期望寿命的实验观察.中国血吸虫病防治杂志,2000,12:221-223.
- 11 孙乐平,周晓农,洪青标,等.日本血吸虫在钉螺体内发育成熟积温的初步研究.中国人兽共患病杂志,2001,17:80-82.
- 12 李景保,朱翔,李敏.论洞庭湖区钉螺孳生环境与生态灭螺防病.湖泊科学,2000,12:140-146.
- 13 陈名刚,周晓农,汪天平,等.安徽、江西省灾后血吸虫病流行情况和防治措施调查报告.中国血吸虫病防治杂志,1999,11:361-363.
- 14 杨惠敏,庞浩,胡鸿宝,等.应用卫星遥感信息预测 1998 年洪水后南京市江滩钉螺分布.中国血吸虫病防治杂志,2000,12:337-339.
- 15 汪天平,葛继华.水利工程与血吸虫病的关系.中国血吸虫病防治杂志,1999,11:382-384.
- 16 Dale PE, Morris CD. *Culex annulirostris* breeding sites in urban areas using remote sensing and digital image analysis to develop a rapid predictor of potential breeding areas. J Am Mosq Control Assoc, 1996, 12:316-320.
- 17 Lobitz B, Beck L, Huq A. Climate and infectious disease: Use of remote sensing for detection of *Vibrio cholerae* by indirect

- measurement. PNAS, 2000, 97:1438-1443.
- 18 Zhou XN, Malone JB, Kristensen TK, et al. Application of geographic information systems and remote sensing to schistosomiasis control in China. Acta Tropica, 2001, 79:97-106.
  - 19 Malone JB, Huh OK, Fehler DP, et al. Temperature data from satellite imagery and the distribution of schistosomiasis in Egypt. Am J Trop Hyg, 1994, 50:714-722.
  - 20 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 I. 应用预测模型的可能性. 中国血吸虫病防治杂志, 1998, 10:321-324.
  - 21 梁松, 辜学广, 赵文贤, 等. 大山区血吸虫病流行区危险环境识别及控制策略的研究. 实用寄生虫病杂志, 1996, 4:54-57.
  - 22 郑英杰, 姜庆五, 赵根明, 等. 空间叠加技术分析气象条件在钉螺分布中的作用. 中国公共卫生, 1998, 14:724-725.
  - 23 郑英杰, 钟久河, 刘志德, 等. 应用地理信息系统分析洲滩钉螺的分布. 中国血吸虫病防治杂志, 1998, 10:69-72.
  - 24 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 III. 遥感监测江滩钉螺孳生地. 中国血吸虫病防治杂志, 1999, 11:199-202.
  - 25 Kristensen TK, Malone JB, McCarroll JC. Use of satellite remote sensing and geographic information systems to model the distribution and abundance of snail intermediate hosts in Africa: a preliminary model for *Biomphalaria pfeifferi* in Ethiopia. Acta Trop, 2001, 79:73-78.
  - 26 Justice CO. Analysis of the phenology of global vegetation using meteorological satellite data. International Journal of Remote Sensing, 1985, 6:1271-1279.
  - 27 李晓兵, 史培军. 基于 NOAA/ AVHRR 数据的中国主要植被类型 NDVI 变化规律研究. 植物学报, 1999, 41:314-324.

(收稿日期: 2001-11-20)

(本文编辑: 尹廉)

## · 短篇报道 ·

### 牧区麻疹不同时期的流行特征

李荣

青海省海南州自 1986 年开展计划免疫工作后, 麻疹发病率显著下降, 流行得以控制。为了更加有效地防治麻疹, 现将海南州麻疹不同时期的流行特征分析如下。

1. 不同阶段麻疹发病特征: 1961~2000 年全州麻疹年均发病率 290.75/10 万, 死亡率 3.05/10 万, 病死率 1.05%, 1977 年发病率最高 (4 877.81/10 万), 1991 年无病例报告。

(1) 自然感染时期 (1961~1970 年): 此期间全州未使用麻疹疫苗 (MV), 麻疹年均发病率 710.49/10 万, 死亡率 9.36/10 万, 病死率 1.32%, 间隔 2 年出现一次流行高峰, 以春夏季发病为主, 占全年的 67.26%, 这与牧民春夏季逐水草放牧生活方式相符合, 病例主要分布在人口较集中的贵德县 (发病率 1 112.24/10 万)。(2) 使用疫苗时期 (1971~1980 年): 我州从 1972 年开始使用 MV, 以部分县作为试点, 发病率 (535.73/10 万) 虽比未使用 MV 前有所下降, 但发病强度增高, 1977 年为 40 年中发病率 (4 877.81/10 万) 最高的一年, 间隔 2~3 年流行 1 次, 以春夏季发病为主 (占全年的 76.91%)。(3) 计划免疫初期 (1981~1985 年): 从 1981 年开始, 全州逐步在牧区实施计划免疫工作, 免疫程序为 8~12 月龄初免, 第 2 年加强 1 次, 接种率逐年提高, 年均发病率 295.36/10 万, 发病强度明显减弱。此期间牧区每年冬季只突击接种 1 次, 因各种措施不到位, 麻疹仍有爆发, 以春夏季发病为主 (占全年的 79.42%), 地区分布无明显差异。(4) 计划免疫冷链时期 (1986~2000 年): 1986 年全州计划免疫制度建立, 冷链逐级装备, 并推广应用冻干 MV, 实行 8 月龄初免, 7 周岁加强的全国统一免疫程度, 接种率达到 85%~

97%, 年均发病率 24.86/10 万, 死亡率 0.11/10 万, 病死率 0.44%, 发病率由计划免疫前的 710.49/10 万降到计划免疫后的 24.86/10 万, 3~5 年流行 1 次, 发病强度减弱, 仍以春夏季节为主, 地区分布无明显特征。

2. 1991~2000 年麻疹流行特征: (1) 年龄分布: 10 年麻疹发病共 1 112 例, 可供年龄分析患者 873 例, <1 岁组 74 例 (占 8.48%), 1~4 岁组 241 例 (27.61%), 5~9 岁组 278 例 (31.84%), 10~14 岁组 111 例 (12.71%), 15~49 岁组 90 例 (10.31%), ≥50 岁 79 例 (9.05%)。(2) 季节分布: 10 年中春夏季麻疹发病共 762 例, 占全年的 68.53%。(3) 地区分布: 10 年中麻疹累计发病率以共和县 (30.53/10 万)、贵德县 (42.19/10 万)、兴海县 (45.25/10 万) 和贵南县 (41.55/10 万) 最高, 龙羊峡 (6.54/10 万)、同德县 (18.56/10 万) 最低。1991 年各县无病例报告, 1992、1993、1999 和 2000 年各县局部爆发, 以县为单位发病率在 36.22/10 万~207.07/10 万之间, 其他年份以点状和散发为主。(4) 免疫史: 可供分析的 425 例麻疹患者中, 有免疫史者占 21.64%, 无免疫史者 29.88%, 不详 48.27%。

3. 现阶段牧区麻疹流行特征及原因分析: 3~5 年出现一次流行高峰, 强度减弱, 曲线缓和, 发病年龄前移和后移, 季节高峰在春夏季, 发病形式为点状、散发和局部爆发, 且 MV 免疫后发病呈逐渐增多的特征。发病原因一是漏种和免疫空白点存在; 二是麻疹监测和报告不及时; 三是各种原因造成的免疫失败; 四是由于初种 MV 有 5%~15% 的人群不产生免疫反应。

(收稿日期: 2001-10-13)

(本文编辑: 杨莲芬)

作者单位: 813000 青海省海南藏族自治州卫生防疫站防疫科