

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

周晓农¹ 胡晓抒² 孙宁生² 洪青标¹ 孙乐平¹ M. Fuetes³ J. B. Malone³

1 江苏省血吸虫病防治研究所 (无锡 214064)

2 江苏省卫生厅

3 School of Veterinary Medicine, Louisiana State University,
Baton Rouge, USA

提要 目的:建立血吸虫病地理信息系统,利用气象参数建立模型来探讨预测血吸虫病的流行区的可能性。方法:以世界粮农组织出版的 FAOCLIM 数据库中的数据为基础,以血吸虫发育扩散关系密切的温度和潜在蒸发指数(地面水平衡系统)为基础的改良 Malone 公式计算血吸虫传播指数,结合 AVHRR 卫星图片资料,获得校正植被指数(NDVI)和第 4 频道地面温度指数、高程分布图,在 ArcView 3.0a 和 ERDAS 软件支持下,进行 GIS 数据空间分析和地图重叠分析,以某一类别值显示出流行区的地理分布图。结果:血吸虫传播指数(指数值大于 900)的分布基本上与中国南部地区的血吸虫病流行区相吻合。多层重叠分布图显示了红色区域的高危地区与长江流域的血吸虫病高发地区基本一致。结论:血吸虫病的流行范围与温度、高程、雨量等因素密切相关。利用气象资料模型和卫星遥感资料对预测血吸虫病的潜在流行区具有可能。准确、快速地利用 AVHRR 遥感资料来预测、预报血吸虫病流行范围和强度具有应用前景,值得作进一步探讨。

关键词 血吸虫病 地理信息系统 遥感资料 传播指数 预测模型

中国血吸虫病流行区分布于最北至江苏宝应县(北纬 33°20'),最南至广西玉林市(北纬 22°20'),最西至云南云龙县(东经 99°04'),最东至上海南汇县(东经 121°51')的范围内。流行区的海拔高度最低为 0m,最高为 2 400m(云南丽江)^[1]。以往的地理流行病学研究发现,血吸虫病流行区范围与温度、高程、雨量等气候因素有着密切关系^[2,3],并发现我国血吸虫病流行与黄壤区不相重迭^[4]。由于日本血吸虫生活史有一段很长时间在外界环境和钉螺体内生长、繁殖,因此,各地区的地理气候因素对日本血吸虫的生长、发育肯定会有很大影响。

随着地理信息系统(GIS)在卫生领域的逐渐应用,特别是 GIS 的数据管理(输入、贮存、维护)、分析(统计、空间模型)和显示(图形、图像)三大功能,为利用气候环境资料来

预测血吸虫病流行区提供了可能,且地理信息系统已逐步广泛地应用于热带病的研究中^[5]。为此,本文针对日本血吸虫在外界和螺体内的生长、发育过程,利用气象参数建立模型来探讨预测血吸虫病的流行区的可能性。

材料与方法

1 地理信息系统数据库建立

1.1 基础地理信息

利用 ESRI 生产的“世界数字化地图”(1:100 万),将数字化地图在 ArcView 3.0a 软件上处理,同时与 AVHRR 卫星遥感片重叠组合成直观地图,两层地图均有精确坐标

* 本研究得到联合国开发署/世界银行/世界卫生组织热带病研究和培训特别规划署和江苏省自然科学基金会的资助

系统标记,前者以县为单位的分县网络化地图,后者以校正植被指数(NDVI)为背景的地图。本研究选择了中国南方黄河以南地区进行分析。

1.2 气象资料

以世界粮农组织出版的 FAOCLIM 数据库中的数据^[6],提取出中国南方各气象站 30 年(1940 年—1970 年)综合数据,包括一月份最低温度、分月平均温度、雨量、下雨天数及潜在蒸发指数(PET)。

1.3 AVHRR 遥感卫星数据

高分辨率发射卫星(AVHRR)卫片图共有 5 个频道数据,每个网格分辨率在 1.1km,取其中第 1、第 2 频道,按公式获得校正植被指数(NDVI),公式为 $NDVI = (CH1 + CH2)/(CH1 - CH2)$ 。同时取第 4 频道作为地面温度指数。所有图象处理在 ERDAS 8.03 软件上进行。

1.4 高程数据

利用“世界数字化地图”中的高程分布,在用 ArcView 3.0a 软件包上制成中国南方高程图,用于进一步重叠分析。

2 预测模型

血吸虫传播指数 根据血吸虫在螺体内从毛蚴发育成尾蚴平均需 60d,血吸虫在螺体内的适宜温度为 $18^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ ^[7,8],以及血吸虫的扩散主要与水的关系密切,因此,采用以温度和潜在蒸发指数(地面水平衡系统)为基础的改良 Malone 公式来计算血吸虫传播指数^[9]。改良的血吸虫传播指数公式为:

$$\text{传播指数} = \text{GDD1} + \text{GDD2}$$

$$\text{GDD1} = \text{GDD} \times \text{各月天数},$$

[当 $R - (\text{PET} \times 0.8) > 0$ 时];

$$\text{GDD2} = (\text{GDD} \times \text{各月雨天数}) \times (R - \text{PET}) / 25,$$

[当 $R - \text{PET} > 0$ 时]

其中 R 为每月雨量, PET 为潜在水分蒸发量(以改良 Penman 方法计算), GDD 为月平均温度—血吸虫发育基础温度。

3 GIS 空间数据分析

3.1 空间分析

以 ArcView 3.0a 为

支持软件,将传播指数在各个观察站的分布,采用空间分析方法进行区域分析的划分,并根据传播指数的高低以不同颜色在不同地理位置上划分,以线条或颜色表示出传播强弱的区域。

3.2 重叠分析

以 1995 年流行季节(3 月—10 月)的 NDVI 合成地图为主要背景资料,加上血吸虫传播指数分布图,钉螺分布指数图,一月份最低温度分布图, AVHRR 第 4 频道的温度分布图及高程分布图,在 ArcView 3.0a 软件支持下进行重叠,以某一类别值显示出流行区的地理分布图。

结 果

1 血吸虫传播指数的分布

血吸虫传播指数以东南部地区的指数高于西北部地区,指数值大于 900 的基本上与中国南部地区的血吸虫病流行区相吻合(除了东部地区略向北延伸)。空间分布结果显示,最北部的区域尚未超出江苏省的北边界,在北纬 34°C 以南地区(见图 1)。

2 多层重叠分布

应用方法 3.2 的重叠结果见图 2,该图显示了红色区域的高危地区与长江流域的血吸虫病高发地区基本一致。且四川西部地区和贵州西部地区均为非流行区,从而表明血吸虫病的流行范围与温度、高程、雨量等因素密切相关。

讨 论

早在 1984 年, Cross 等已应用气象资料和卫星遥感资料在菲律宾预测血吸虫病的流行区^[10]。本文主要引用了 Malone 的血吸虫传播指数模型,探讨了日本血吸虫病在中国南方的传播范围及应用这一模型的可能性。这一模型主要计量了虫或螺在一定温度以上的发育累积天数以及雨水对虫或螺的扩散作用。并已应用于其他螺传疾病(如肝片吸虫)

的分布^[11,12]。

我们所用的血吸虫传播指数模型中的第一部分 GDD1,表示了虫在螺体内适宜条件下发育的累积天数,第二部分 GDD2,表示了当雨量超出土壤的吸水能力而出现积水(表面 25mm)时,虫可通过螺体向周围扩散的作用^[9]。根据虫在螺体生长、发育所需时间约 60d,它的发育温度需在 18℃ 以上,因此,当传播指数大于 900 时,则有可能在螺体内完成血吸虫生活史,并且发生扩散、传播。本研究结果显示,传播指数大于 900 的分布区覆盖了中国南方血吸虫病的流行区,表明本模型在表达血吸虫病的潜在流行区(传播指数大于 900)具有一定的实用价值。

以往调查研究资料表明,血吸虫在某一地区的传播除了与温度、水有密切关系外,还与植被、高程、土壤受冻情况、土壤种类及人群动物的活动范围有关。因此,本文在血吸虫传播指数的基础上,还应用了卫星遥感片资料(AVHRR)的校正植被指数图、一月份最低温度分布图、流行季节土表温度分布图和高程分布图,尝试能否应用 GIS 重叠分析功能来表示血吸虫病的流行强度。在综合了以上流行因素后,流行较重的长江流域能清楚地以一种颜色表示出来。表明这些因素与血吸虫病流行的关系密切,且有可能与卫星遥感片资料结合运用来反映血吸虫病流行范围和强度。但本文中尚缺土壤种类资料,气象观察点数量较少,未能尽全尽美地将全部流行区和传播强度反映出来,有待于在全面掌握有关资料后,作全面分析。

AVHRR 卫星遥感片每天可获得并反映出全球的变化,一张卫片可覆盖 800km 的宽幅,出片周期短,资料收集容易,已用于陆地使用情况、全球植物物候学和庄稼产量估算等方面的研究^[13]。特别是第 1、第 2 频道的 NDVI 植被指数和第 4 频道的土表温度资料与血吸虫病流行因素有关,因此,如何准确、快速地利用 AVHRR 遥感资料来预测、预报

血吸虫病流行范围和强度具有应用前景,值得进一步探讨(本文图见 1-2,见 VII、VIII)。

参考文献

- 1 毛守白主编. 血吸虫生物学与血吸虫病的防治. 北京:人民卫生出版社,1990,619
- 2 曾凡银. 嘉鱼县江心芦洲变化及钉螺分布的调查. 寄生虫学与寄生虫病杂志 1984,2: 169
- 3 陈光裕. 日本血吸虫尾蚴的生态及其在流行病学和预防上的意义. 中华医学杂志 1964,50: 458
- 4 朱中亮. 我国钉螺地理分布与第四系地层分布的关系. 国际血吸虫病学术讨论会论文集 1992,120
- 5 Openshao S. Geographic information systems and tropical diseases. Trans. Roy. Soci. Trop. Med. Hyg. 1996,90: 337-339
- 6 FAO. FAOCLIM 1.2 A CD-ROM with world-wide agroclimatic data. User's Manual. Agrometeorology working paper series No. 11, FAO, Rome, Italy, + 1CD-ROM, 68pp
- 7 Pesigan T. P., Hairston N. G., Jauregui J. J., et al. Studies on *Schistosoma japonicum* infection in the Philippines 2. The molluscan host. Bull. Wld. Hlth. Org. 1958,18: 481
- 8 邵葆若,许学积. 钉螺人工感染血吸虫的研究. 中华医学杂志 1956,42: 357
- 9 Malone J. B., Yilma J. M., Hlbaahy M. M., et al. Geographic Information Systems and snail born disease in Africa. Proceedings of 'Workshop on Medical Malacology in Africa', Harare, Zimbabwe, September 1997,22-26
- 10 Cross E. R., Sheffield C. Prediction of areas endemic for schistosomiasis using weather variables and Landsat data base. Military Med. 1984,149(10): 542
- 11 Yilma J. M., Malone J. B. A geographic information system forecast model for strategic control of fasciolosis in Ethiopia. Veterinary Parasitology 1998,1421: 1-25

- 12 Malone J. B., Gommers R., Hansen J., et al. A geographic information system on the potential distribution and abundance of *Fasciola hepatica* and *F. gigantica* in east Africa based on Food and Agriculture Organization database. *Veterinary Parasitology* 1998, 1422: 1-15
- 13 Tucker C. J., Fung I. Y., Keeling C. D., et al. Relationship between atmospheric CO₂ variations and a satellite-derived vegetation index. *Nature* 1986, 319(16): 195-199
- 1998-09-23 收稿 1998-11-02 修回
(编辑:杨晓希)

APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS ON SCHISTOSOMIASIS SURVEILLANCE

I. APPLICATION POSSIBILITY OF PREDICTION MODEL*

Zhou XN¹, Hu XS², Sun NS², Hong QB¹, Sun LP¹, M Fuentes³, J. B. Maone³

1 *Jiangsu Institute of Parasitic Diseases, (Wuxi 214064), PR China*

2 *Department of Health, Jiangsu Government*

3 *School of Veterinary Medicine, Louisiana State University, Baton Rouge, USA*

ABSTRACT

The purpose of the project was to set up the geographic information systems on schistosomiasis and to assess the possibility of application of forecast model based on climate database in predicting schistosomiasis endemic areas and transmission tendency. The FAO-CLIM database was used combined with the data derived from AVHRR satellite images and digital chart of world. The spatial analysis and GIS layers were compressed performed in software of ArcView 3.0a and ERDAS. Results showed that the special zones were presented as the endemic areas of schistosomiasis in Southern China, where risk index which was calculated based on modify Malone's model were over 900. A multi-layer map was composed of potential risk index of schistosomiasis, NDVI, temperature index derived from AVHRR, and elevation map, which showing the higher risk regions distributed along the Yangtze River. It is indicated that it is possible to predict the endemic areas and transmission intensity of schistosomiasis in China by GIS and remote sensing technique, but need further investigation if precise results needed.

Key words: Schistosomiasis, Geographic information system, Remote sensing data, Risk index, Forecast model

* The project was supported by UNDP/World Bank/WHO Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases and by Jiangsu Natural Science Foundation

欢迎订阅 1999 年度《中国血吸虫病防治杂志》