

文章编号: 1000-7423(2002)-01-0006-04

【论著】

# 安徽、江西及江苏 3 省血吸虫病患者与钉螺分布的空间自相关分析

杨国静<sup>1,2</sup> 周晓农<sup>1,3</sup> 汪天平<sup>4</sup> 林丹丹<sup>5</sup> 洪青标<sup>1</sup> 孙乐平<sup>1</sup>

**【摘要】 目的** 通过地理信息系统(GIS)分析江苏、安徽、江西 3 省血吸虫病疫情空间分布规律。 **方法** 收集 3 省近 20 年的血吸虫病流行病学数据,建立 GIS 空间数据库。在 ArcView 3.x, S-PLUS 及 Spatial Statistics 软件(模块)支持下对建立的血吸虫病 GIS 数据库进行空间自相关性分析。 **结果** 安徽及江西省血吸虫病患者总数及钉螺总面积不同代表年份中,均具有不同程度的空间自相关性。总体上钉螺分布的相关系数(Moran I)大于患者的相关系数,并具有非常显著性差异。江苏省钉螺总面积具有一定的空间自相关性,其空间聚集性显著高于血吸虫病患者数,两者间缺乏空间聚集性。 **结论** 空间自相关分析可用于血吸虫病患者、钉螺分布的地域聚集性的研究,以揭示该病的分布规律和流行态势。

**【关键词】** 长江下游; 血吸虫病; 钉螺; 空间自相关分析

中图分类号: R532.21 文献标识码: A

## Spatial Autocorrelation Analysis on Schistosomiasis Cases and *Oncomelania* Snails in Three Provinces of the Lower Reach of Yangtze River

YANG Guo-jing<sup>1,2</sup>, ZHOU Xiao-nong<sup>1,3</sup>, WANG Tian-ping<sup>4</sup>, LIN Dan-dan<sup>5</sup>,  
HONG Qing-biao<sup>1</sup>, SUN Le-ping<sup>1</sup>

(1 Jiangsu Institute of Parasitic Diseases, Wuxi 214064; 2 Department of Epidemiology, The Fourth Military Medical University, Xi'an 710032; 3 Institute for Parasitic Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200025; 4 Anhui Institute of Parasitic Diseases, Wuhu 241000; 5 Jiangxi Institute of Parasitic Diseases, Nanchang 330046)

**【Abstract】 Objective** To explore the spatial distribution of schistosomiasis cases and *Oncomelania* snails in the provinces of Jiangsu, Anhui and Jiangxi with the assistance of geographic information systems (GIS). **Methods** Epidemiological data of schistosomiasis in recent 20 years were collected, and the relevant GIS databases were established. The spatial autocorrelation analysis was carried out with ArcView 3.x, S-Plus, and Spatial Statistics software. **Results** Except for schistosomiasis cases in Jiangsu, the spatial distribution of schistosomiasis cases and *Oncomelania* snails in the three provinces were fitted to the spatial autocorrelation at a certain degree. Generally the autocorrelation coefficients (Moran's I) in *Oncomelania* snails were higher than that in schistosomiasis cases. **Conclusion** Spatial autocorrelation analysis can be used to estimate the value of one variable in different spatial position, and it is a good way to find out the spatial cluster distribution in different stages.

**【Key words】** lower reach of Yangtze River, schistosomiasis, *Oncomelania* snail, spatial autocorrelation

Supported by UNDP/World Bank/WHO Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR) (No. 970978), and National Natural Science Foundation (No. 30070684)

我国血吸虫病分布有明显的地方性,与气象、高程、土壤和水化学均密切相关,并与当地的经济和社会因素(人类活动及防治措施等)相关<sup>[1]</sup>。因此找出血吸虫病流行与自然、社会因素的内在联系正是控制血吸虫病流行的关键。地理信息系统(GIS)使我们从全

新的角度和方式来研究和认识血吸虫病的流行规律,近年已开始应用于寄生虫病研究<sup>[2-5]</sup>,但空间自相关分析(spatial autocorrelation)方法的应用尚少见报道。该分析技术用于对同一变量在不同空间位点的值进行相关性分析,寻找出观察变量是否具有地域聚集性,而疾病的地域聚集性大小可反映出疾病的分布规律、流行趋势和影响因素<sup>[6]</sup>。本研究通过应用空间自相关分析方法来分析长江下游江苏、安徽、江西 3 省血吸虫病疫情空间分布规律,为今后预测、预报血吸虫病流行态势提供方法及依据。

**基金项目:** 世界卫生组织热带病研究与培训特别规划署资助项目(No. 970978)和国家自然科学基金资助项目(No. 30070684)  
**作者单位:** 1 江苏省血吸虫病防治研究所,无锡 214064; 2 第四军医大学流行病学教研室,西安 710032; 3 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所(上海 200025); 4 安徽省寄生虫病防治研究所,芜湖 241000; 5 江西省寄生虫病研究所,南昌 330046

## 材料与方法

### 1 基础地图

以中国地图出版社出版、中华人民共和国国家测绘局制作的 1:1 000 000 中国数字化地图 (DMDC) 国际版<sup>[7]</sup>为基础,从中分别提取出江苏、安徽、江西 3 省县界地图。

### 2 建立血吸虫病 GIS 数据库

收集江苏、安徽及江西 3 省近 20 年血吸虫病县级历年疫情报表,将收集到的疫情资料在Excel97 软件中处理,各县、市均用国标码标注,最后将数据按年份以 DBF4 文件形式输出,在ArcView 3.x 平台上,与县界地图联接,以完成血吸虫病 GIS 空间数据库的建立<sup>[8]</sup>。

### 3 空间自相关分析 (spatial autocorrelation)

在ArcView 3.x 软件及相联的S-PLUS软件中,将制备好的 GIS 疫情图输入,打开与该疫情图相连的表,输出至S-PLUS软件。在ArcView界面,首先确定相邻关系,然后定义需要研究的变量和相关系数 Moran's I,按下列公式<sup>[4,9]</sup>进行计算。

$$Moran's I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{(\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2) (\sum_{i \neq j} W_{ij})}$$

## 结 果

江苏省 1980、1985、1990、1998 4 个代表年份的血吸虫病患者总数及钉螺总面积的空间自相关分析图显示,该省钉螺总面积具有一定的空间自相关性,1990 年为相关系数 Moran's I 最高年份,随后下降;而患者总数则几乎不存在空间自相关性。 $t$  检验结果显示,江苏省钉螺总面积的空间聚集性显著性地高于患者总数 ( $t = -2.6039$ ,  $P = 0.0405$ )。安徽省 1980、1985、1990、1995 4 个代表年份的血吸虫病患者总数及钉螺总面积的空间自相关分析图显示,该省患者总数及钉螺总面积分布同样均具有较高的空间相关性。其中,患者总数的相关性趋势为单边下降,而钉螺总面积的相关性则基本保持上升趋势。两者最初的空间相关性基本一致,而最终两者的相关性距离增大。 $t$  检验结果显示,安徽省钉螺总面积的空间聚集性显著性地高于患者总数 ( $t = -2.5737$ ,  $P = 0.0421$ )。江西省 1981、1985、1990、1998 4 个代表年份的患者总数及

钉螺总面积的空间自相关分析图显示,该省患者总数与钉螺总面积分布均具有较高的空间相关性,其中,患者总数的相关性趋势为先抑后扬,而钉螺总面积的相关性趋势则为先扬后抑,最终两者的空间相关性基本一致。 $t$  检验结果显示,江西省钉螺总面积的空间聚集性与患者总数无显著性差异 ( $t = 0.0756$ ,  $P = 0.9425$ )。比较 3 省的患者总数空间相关性 (表 1, 表 2, 图 1),江西省的空间相关系数较高,并仍

表 1 3 省不同年份空间自相关系数  
Table 1 The Moran's I value in different years in three provinces

省份 Province	年份 Year	患者总数 No. cases	钉螺面积 Snail area
江苏省 Jiangsu	1980	-0.02039	0.004548
	1985	-0.02502	0.1686
	1990	0.01727	0.2775
	1998	0.04055	0.1707
安徽省 Anhui	1980	0.4514	0.425
	1985	0.3323	0.4145
	1990	0.3306	0.4964
	1995	0.2834	0.5327
江西省 Jiangxi	1981	0.5321	0.374
	1985	0.4454	0.485
	1990	0.4647	0.541
	1998	0.4963	0.5258

具上升趋势,1981、1985、1990 及 1998 年的 Moran's I 值依次为 0.5321、0.4454、0.4647 及 0.4963;安徽省其次,但趋势为逐年下降,1980、1985、1990 和 1995 年的 Moran's I 值依次为 0.4514、0.3323、0.3306 和 0.2834;江苏省空间相关系数接近 0,1980、1985、1990 和 1995 年的 Moran's I 值依次为 -0.02039、-0.02502、0.01727 和 0.04055。3 省患者空间自相关系数的两两比较  $t$  检验结果显示,江苏省与安徽省之间有非常显著性差异 ( $t = -8.8544$ ,  $P = 0.0001$ );江苏省与江西省之间有非常显著性差异 ( $t = -19.5548$ ,  $P = 0$ );安徽省与江西省之间有显著性差异 ( $t = -3.3342$ ,  $P = 0.0157$ )。比较 3 省的钉螺总面积空间相关性,江西省与安徽省基本相似,均有较高的空间相关性,江苏省钉螺总面积的空间相关性则相对较低。3 省钉螺总面积空间自相关系数的两两比较  $t$  检验结果表明,江苏省与安徽省之间有非常显著性差异 ( $t = -4.9424$ ,  $P = 0.0026$ ),江苏省与江西省之间有非常显著性差异 ( $t = -4.8112$ ,  $P = 0.003$ ),安徽省与江西省之间无显著性差异 ( $t = -0.3028$ ,  $P = 0.7723$ ) (图 1)。

表 2 江苏、安徽、江西 3 省患者总数及钉螺总面积 Moran's I 值 t 检验结果  
Table 2 The t-test of Moran's I between number of cases and snail area

T 检验组 Groups for t-test (Cases/Snails)		t 值 t value	P 值 P value	有无显著性 差异 ( $\alpha=0.05$ ) Significance
江苏患者总数/江苏钉螺总面积	Cases in Jiangsu/Snails in Jiangsu	-2.6039	0.0405	+
安徽患者总数/安徽钉螺总面积	Cases in Anhui/Snails in Anhui	-2.5737	0.0421	+
江西患者总数/江西钉螺总面积	Cases in Jiangxi/Snails in Jiangxi	0.0756	0.9425	-
江苏患者总数/安徽患者总数	Cases in Jiangsu/Cases in Anhui	-8.8544	0.0001	+
江苏患者总数/江西患者总数	Cases in Jiangsu/Cases in Jiangxi	-19.5548	0	+
安徽患者总数/江西患者总数	Cases in Anhui/Cases in Jiangxi	-3.3342	0.0157	+
江苏钉螺总面积/安徽钉螺总面积	Snails in Jiangsu/Snails in Anhui	-4.9424	0.0026	+
江苏钉螺总面积/江西钉螺总面积	Snails in Jiangsu/Snails in Jiangxi	-4.8112	0.003	+
安徽钉螺总面积/江西钉螺总面积	Snails in Anhui/Snails in Jiangxi	-0.3028	0.7723	-

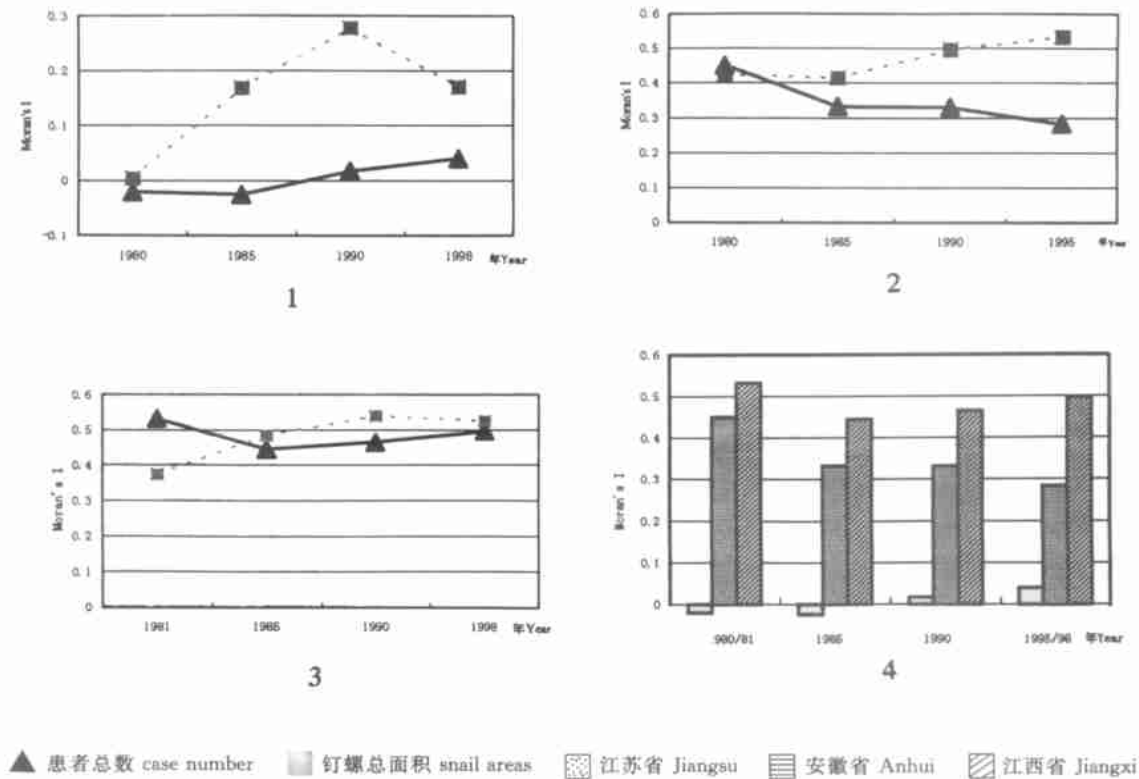


图 1 江苏、安徽、江西 3 省血吸病患者总数和钉螺总面积空间自相关系数比较图 1 江苏省患者总数和钉螺总面积的 Moran's I 值曲线图  
2 安徽省患者总数和钉螺总面积的 Moran's I 值曲线图 3 江西省患者总数和钉螺总面积的 Moran's I 值曲线图 4 江苏、安徽、江西 3 省患者总数的 Moran's I 值比较图  
Fig. 1 Autocorrelation between number of cases and snail area 1 Moran's I curve of cases and snails in Jiangsu 2 Moran's I curve of cases and snails in Anhui 3 Moran's I curve of cases and snails in Jiangxi 4 Moran's I bar of cases in Jiangsu, Anhui and Jiangxi

讨 论

GIS 空间数据库的管理功能强大, 数据种类多样, 应用性强。在流行病学研究中, GIS 空间数据库的建立, 可弥补传统资料信息量少、查阅困难、缺乏综合分析的不足, 并可对已有信息进行系统整理、统一分类, 使分散的资料系统化, 变独享资料为共享资料, 使杂乱的数据标准化, 单要素资料变成综合资料, 从

而实现信息的现代化管理, 增加数据资料的使用频率与使用范围<sup>[10]</sup>。本次研究应用 GIS 空间分析功能, 在数据分析过程中采用 ArcView 3.x 软件与 S-PLUS 软件, 对图形文件进行空间自相关分析, 这种分析是对同一变量在不同空间位点的值进行相关性分析, 以寻找观察变量是否具有地域聚集性。空间相关性分析的计算方法有两种, 分别为 Moran's I 和 Geary's C。Moran's I 介于 -1 到 +1, 值越接近 +1, 表示观察变

量的地域聚集性越高,越接近  $-1$ ,则分散程度就越高;Geary's  $C$  值介于  $0\sim 2$  之间,结果越接近  $0$ ,表示观察变量的地域聚集性越高,越接近  $2$ ,则分散程度就越高。本研究的数据特性和分析结果均显示,采用 Moran's  $I$  计算方法<sup>[4,9]</sup>能较好地反映血吸虫病患者和钉螺分布的地域聚集性,并可作不同时段和不同区域间的疾病地域聚集性比较。从江苏、安徽、江西 3 省 20 世纪 80 年代至 90 年代代表年份的患者总数及钉螺总面积空间自相关分析结果可以看出,除江苏省血吸虫病患者缺乏空间聚集性外,其他变量均具有一定的聚集性。江苏省血吸虫病患者缺乏空间聚集性的原因可能是:①江苏省的经济比较发达,人接触疫水感染血吸虫病的机会相对较少,使得血吸虫病的发病减少;②苏南地区历史遗留有部分晚期血吸虫病患者,从而使江苏省的血吸虫病患者分布相对比较分散<sup>[11]</sup>。安徽和江西两省的患者和钉螺的 Moran's  $I$  值相对较高,提示这一聚集性与两者血吸虫病和钉螺主要集中分布于沿江沿湖地区有关,每年长江洪水对钉螺的分布及血吸虫病的流行影响较大<sup>[12,13]</sup>。其中,江西省的 Moran's  $I$  值高于安徽省,可能与江西省全省钉螺及易感地带主要集中分布于鄱阳湖四周有关,并以鄱阳湖西南部地区的聚集性更为显著。这一结果同时也提示,我国血吸虫病流行区中的江湖洲滩地区疫情不稳定及防治难度大等特征的存在,除了与经济和技术条件有关外,还与当地的自然条件密切相关<sup>[1]</sup>。另从各省的患者总数与钉螺总面积的空间自相关分析结果图可见,江苏省的患者分布缺乏空间聚集性,而钉螺分布则仍具有一定的空间聚集性。安徽省的患者与钉螺分布均具有较高的空间聚集性,但两者之间随着时间进展而呈分离趋势,即钉螺分布的空间聚集性仍持续走高,而患者分布的空间聚集性则逐年下降。江西省的患者与钉螺分布均具有较高的空间聚集性,并且两者之间具有趋向一致的现象。这一结果提示,目前 3 省血吸虫病防治工作处于不同的防治阶段,在

实施防治对策时应因地制宜地采取不同的防治措施,以达到不同的防治目标。3 省血吸虫病的流行受自然环境因素的影响程度也有所不同,长江江湖洲滩对周边地区和下游地区的防治成果影响较大,疫情的易反复性不容忽视<sup>[14]</sup>,在我国长江江湖洲滩地区完全实现消灭血吸虫病这一目标将有一个较长的阶段。

## 参 考 文 献

- [1] 郭家刚,郑江. 我国血吸虫病的流行与防治研究进展 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 1999, 17: 260-263.
- [2] Mott KE, Nuttall I. New geographical approaches of control of some parasitic zoonoses [J]. Bull WHO, 1995, 73: 247-257.
- [3] 杨国静,周晓农. GIS/RS 及其在媒传寄生虫病中的应用 [J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2001, 14: 64-66.
- [4] 周毅, Maszle D, Spear RC, 等. 地理信息系统(GIS)与空间分析在大山区血吸虫病传播与控制研究中的应用 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1999, 11: 263-266.
- [5] 周晓农, Kristensen TK, 洪青标, 等. 利用地理信息系统数据库分析钉螺空间区域的分布 [J]. 中华预防医学杂志, 1999, 33: 343-345.
- [6] Bailey TC, Gatrell AC. Interactive spatial data analysis [J]. Longman, England, 1995.
- [7] 中华人民共和国国家测绘局. 1:1,000,000 中国数字化地图(DMDC)国际版 [M]. 北京:中国地图出版社出版, 1996.
- [8] ESRI. Getting to know ArcView GIS: the geographic information system (GIS) for everyone [M]. Environmental Systems Research, Inc. USA. 1998.
- [9] MathSoft. S-PLUS for ArcView GIS Demo Guide [M]. MathSoft, Inc, 1999.
- [10] 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 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1999, 11: 378-381.
- [11] 周晓农, 蔡刚, 秦时君, 等. 江苏省血防维持巩固阶段的特点和策略选择 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1988, 10: 43-44.
- [12] 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 [J]. 中国公共卫生, 1998, 14: 724-725.
- [13] 张世清, 姜庆五, 葛继华. 洪涝灾害对血吸虫病流行的影响 [J]. 热带病与寄生虫学, 2001, 30: 49-52.
- [14] 陈名刚, 周晓农, 汪天平, 等. 安徽、江西二省特大洪水后流行情况和防治措施的调查报告 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1999, 11: 361-363.

(收稿日期: 2001-08-18 编辑: 富秀兰)

文章编号: 1000-7423(2002)-01-0009-01

## 【消息】

### 新书出版消息

《实用肠线虫病学》一书是由南京医科大学沈一平教授和福建医科大学章涛博士等十余位从事寄生虫学与寄生虫病教学科研的专业人员, 积累多年实际工作经验, 结合国内外近年在肠线虫病方面的新成就、新经验编写而成, 并承知名专家宋昌存和徐肇珩教授精心审校。本书系统阐述了人体肠线虫病的病原生物学、致病机理、临床学、免疫学、诊断技术学、流行病学和预防等内容。根据我国当前实际, 把肠线虫病分为常见线虫病和其他肠线虫病两大篇, 共 3 篇 17 章。其中对肠线虫感染的免疫、种群传播动力学、肠线虫病流行的社会经济因素、常见驱虫药物的作用机制和抗性、群体治疗措施等章节均有新的论述。全书约 40 万字, 30 余幅电镜照片和图表等。将于 2002 年第 2 季度由人民卫生出版社出版, 新华书店发行。