

安徽省感染性钉螺村级分布的时空聚集性分析

高风华 张世清 何家昶 李婷婷 汪天平 张功华 李石柱

【摘要】 目的 分析 2006—2012 年安徽省感染性钉螺分布的时空分布特点。方法 收集整理 2006—2012 年安徽省钉螺分布监测数据,采用 ArcGIS 9.3 软件建立村级空间数据库,再导入 SaTScan 9.1.1 软件进行时空扫描聚类分析,确定感染性钉螺发生的时空热点区域。结果 2006—2012 年全省有 8 个热点区域为感染性钉螺的聚集区,分布于长江安徽段及其支流流域,从上游至下游均有分布;其中 2006 年、2006—2008 年、2007—2009 年和 2009—2011 年分别出现了 1、5、1 和 1 个区域。感染螺环境出现率由 2006 年 6.2% 下降到 2012 年 0.5%。结论 2006—2012 年安徽省感染性钉螺呈现聚集性分布并有下降态势,探测的热点区域为血吸虫防制的重点区域。

【关键词】 感染性钉螺分布;地理信息系统;时空聚类分析

Spatial-temporal analysis on the distribution of infected snail at the village level in Anhui province, 2006–2012 GAO Feng-hua¹, ZHANG Shi-qing¹, HE Jia-chang¹, LI Ting-ting¹, WANG Tian-ping¹, ZHANG Gong-hua¹, LI Shi-zhu². 1 Anhui Provincial Institute of Schistosomiasis Control, Hefei 230061, China; 2 National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention

Corresponding author: LI Shi-zhu, Email: lisz@chinacdc.cn

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 81101280), the National Special Science and Technology Project for Major Infectious Diseases of China (No. 2012ZX10004-220, 2008ZX10004-011 and 2012ZX10004-201) and the Surveillance and Early Warning Team Building Program in National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention.

【Abstract】 Objective The characteristics of spatial-temporal distribution on infected snails were analyzed at the village level in Anhui province, 2006–2012. **Methods** Data on the distribution of infected snails from 2006 to 2012 in Anhui province was collected. Spatial database was established by ArcGIS 9.3. Retrospective spatial-temporal cluster analysis was done by SaTScan 9.1.1 at the village level. **Results** Eight areas with increased risk and distributed along the upstream to downstream of Yangtze and connecting branch rivers, were found having infected snails, from 2006 through 2012, including one area in 2006, five in 2006–2008, one in 2007–2009 and one in 2009–2011, respectively. Proportion on the number of areas with infected snails decreased from 6.2% in 2006 to 0.5% in 2012. **Conclusion** The spatial-temporal distribution of infected snail was not random but there appeared significant clusters. The trend seemed to be declining in Anhui province, between 2006 and 2012. Areas being detected as snails positive were important for the schistosomiasis control program to be carried out in Anhui province.

【Key words】 Distribution of infected snail; Geographical information systems; Space-time clustering

血吸虫病是一种具有地方性和自然疫源性的人畜共患重大传染病^[1],其中间宿主钉螺的感染和分

布情况与居民感染情况密切相关,因此应及时掌握感染性钉螺(感染螺)的分布和变化情况,分析其空间分布特征^[2,3]。为此安徽省自 2006 年起逐年建立分环境的钉螺分布数据库,积累了钉螺和感染螺分布监测数据。

时-空聚集性分析有助于提高聚集性探测的灵敏度,可提供更为详细的探测结果。利用 SaTScan 软件开展的空间动态窗口扫描统计,不仅可以分析疾病在空间或者时空上的聚集分布并检验其分布是

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.011.013

基金项目:国家自然科学基金(81101280);国家传染病重大专项(2012ZX10004-220, 2008ZX10004-011, 2012ZX10004-201);中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所监测预警团队建设项目
作者单位:230061 合肥,安徽省血吸虫病防治研究所(高风华、张世清、何家昶、李婷婷、汪天平、张功华);中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所(李石柱)

通信作者:李石柱, Email: lisz@chinacdc.cn

否具有统计学意义,而且还可以探测出具体的位置和范围,计算各聚集区域的相对危险度(RR)^[4]。本研究应用 SaTScan 软件分析 2006—2012 年安徽省感染螺时空分布特点并确定热点区域,为明确血吸虫病防控重点地区提供科学依据。

资料与方法

1. 钉螺调查:本研究采用 2006—2012 年安徽省血吸虫病流行区分环境钉螺调查数据。血吸虫病各流行地区于每年春季(3月中下旬至5月中下旬)根据《血吸虫病预防控制工作规范》的要求,开展钉螺调查(以压碎镜检法解剖钉螺,观察到血吸虫尾蚴为感染螺),于每年6月初完成并上报分环境钉螺调查数据库。

2. 分析方法:对分环境钉螺调查数据库进行汇总,获得各年度有钉螺分布的村级数据库,包括各行政村村的感染螺环境数及有螺环境数和相应年份;7年间有少数流行村因行政区划变动而出现行政合并或拆分,研究中均对所涉及的相关村钉螺调查数据进行合并。在 ArcGIS 9.3 软件中将村级的钉螺调查数据库与村的空间位置进行匹配,生成完整的空间分析数据库。本研究的基础地图是从 1:100 万全国县界电子地图中提取安徽省血吸虫病防治区划图,使用 GPS 对各流行村所在地进行空间定位。

3. 时空聚类分析:在研究区域内建立时空活动圆形窗口(moving windows)扫描统计感染螺环境出现率和发生率,窗口大小和位置存在动态变化,即窗口的圆心根据在地图中沿网格线或地理单位中心变动^[5,6],聚类半径按有螺环境数范围划分,具体为从 0 至总有螺环境数设定值之间变动,半径每变动一次,将计算窗口内与窗口外区域之间感染螺环境出现率的差异。对每一个扫描窗口,根据感染螺环境数和有螺环境数计算出理论感染螺环境数,然后利用扫描窗口内、外实际感染螺环境数和理论感染螺环境数构造检验统计量对数似然比(LLR),其公式 $LLR = \lg(c/n)^c \cdot [(C-c)/(C-n)]^{(C-c)}$ (式中 C 为有螺环境数, c 为活动扫描窗口内的感染螺环境数, n 为活动扫描窗口内的预期感染螺环境数);最终选取 LLR 值最大的窗口为高感染螺村(或低感染螺村)聚类窗口,确定此类所包括的地区,并计算该地区的 RR 值及检验统计学意义。各单元聚集性发生的风险 RR 值为: $RR = cE[c]/(C-c)(E[C]-E[c])$, 式中 $E[c]$ 为基于无效假设由协变量校正过的窗口内的预期感染螺环境数^[7,8]。

4. 统计学分析:根据建立的空间分析数据库,导入 SaTScan 9.1.1 空间聚类分析软件,选择 Poisson 分布模型和回顾性时空分析模式(retrospective space-time),聚类扫描最大半径为总有螺环境数的 50%,时间扫描的最大变动范围为总研究年份的 50%,时间单位为年,蒙特卡罗模拟次数为 999,以 LLR 的 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 感染螺分布概况:2006—2012 年安徽省有螺村主要分布于沿长江及其支流水系(秋浦河、皖河、漳河、水阳江、青弋江等)区域,每年部分有螺村查出感染螺环境分布(图 1)。感染螺环境数占有螺环境数的百分比(感染螺环境出现率)呈现逐年下降的趋势,由 2006 年 6.2% 下降至 2012 年 0.5%,下降了 92% (表 1)。

表 1 2006—2012 年安徽省感染螺分布

年份	有螺村数	感染螺村数	有螺环境数	感染螺环境数	感染螺环境出现率(%)
2006	1077	271	7114	441	6.2
2007	1016	207	6864	331	4.8
2008	1029	163	6959	270	3.9
2009	958	167	6778	255	3.8
2010	949	166	6603	240	3.6
2011	978	122	6754	173	2.6
2012	970	22	6678	31	0.5

2. 感染螺分布时空聚类分析:时空分析显示 2006—2012 年安徽省感染螺并非随机分布,呈明显聚集性(表 2)。此期间全省共有 8 处存在空间聚集性(图 2),其 LLR 依次降低,显示聚集性强度依次减弱。其中区域 1 为聚集性最强,出现于 2006—2008 年,位于怀宁县、东至县、大观区、迎江区等地的长江段,涉及 75 个流行村, $RR = 13.10$; 区域 2 为次级聚集性,出现于 2006—2008 年,位于当涂县、和县、芜湖县、鸠江区等地,涉及沿长江及支流青弋江、石臼湖分布的 141 个流行村, $RR = 6.81$; 区域 3 出现于 2006—2008 年,位于宿松县境内的长江段和孚玉干渠,涉及 29 个流行村, $RR = 12.3$; 区域 4 出现于 2009—2011 年,主要位于枞阳县与贵池区境内的长江段,涉及 70 个流行村, $RR = 7.15$; 区域 5 出现于 2007—2009 年,主要位于无为县与铜陵县境内的长江段,涉及 59 个流行村, $RR = 4.47$; 区域 6 出现于 2006—2008 年,位于石台县境内,涉及七里镇的 4 个流行村和横渡镇的 1 个流行村, $RR = 5.03$; 区域 7 出现于 2006 年,涉及东至县的 4 个流行村和石台县 2 个村, $RR = 6.08$; 区域 8 的 LLR 值最小,出现于

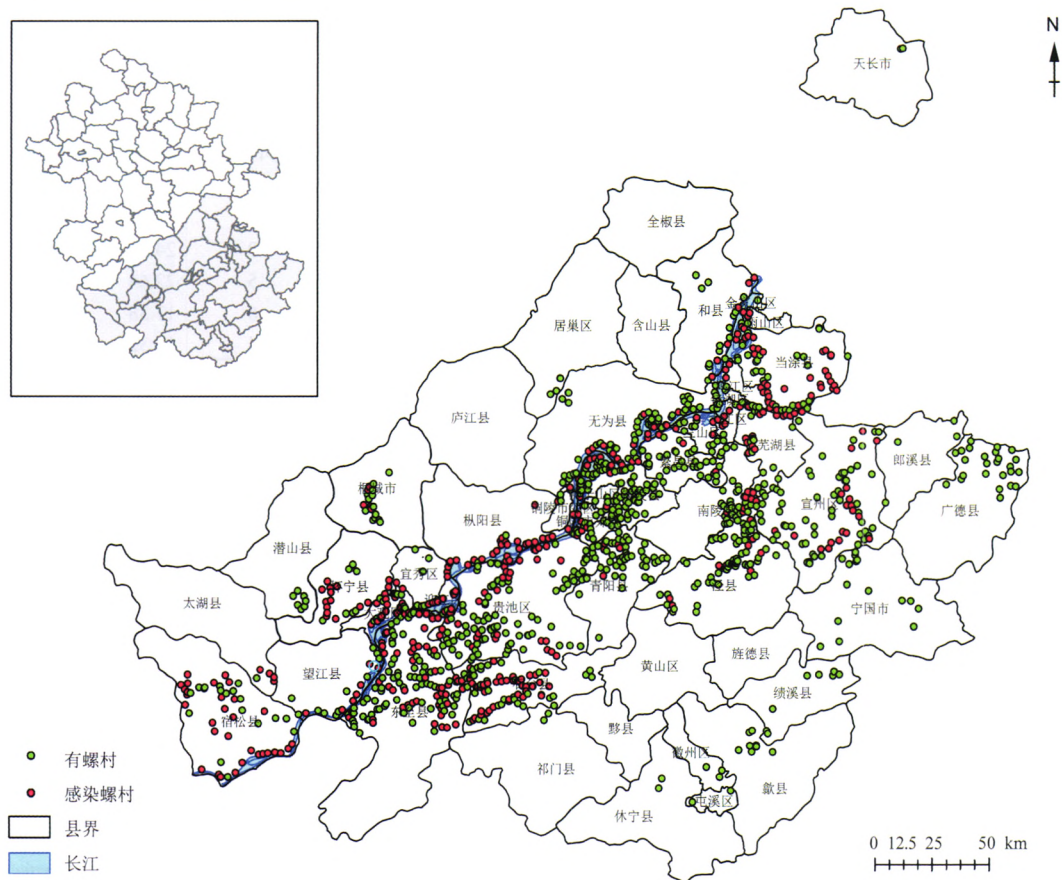


图1 2006—2012年安徽省感染螺村与有螺村分布

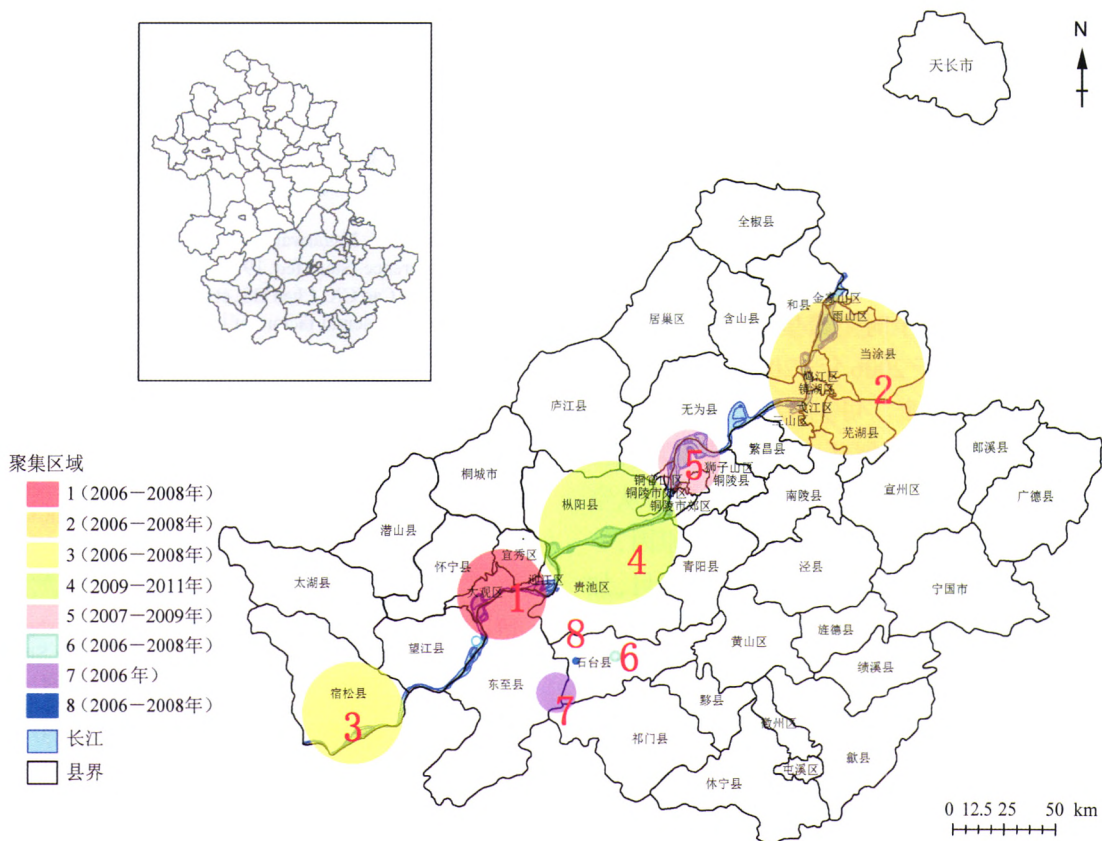


图2 2006—2012年安徽省感染螺村分布聚集性探测

表 2 2006—2012 年安徽省感染螺空间聚集性分析

区域	年份	聚集中心			半径 (km)	聚集范围内村数	LLR 值	RR 值	P 值
		纬度	经度	村名					
1	2006—2008	30.472 03	117.000 40	东至县大渡口上高村	16.96	75	348.36	13.10	<0.001
2	2006—2008	31.412 77	118.521 70	当涂县黄池西河村	32.69	141	145.82	6.81	<0.001
3	2006—2008	29.874 53	116.337 12	宿松县洲头小瓜村	21.07	29	128.77	12.30	<0.001
4	2009—2011	30.785 97	117.423 20	枞阳县汤沟田间村	30.21	70	124.37	7.15	<0.001
5	2007—2009	31.043 50	117.818 00	铜陵县胥坝江滨村	12.42	59	24.30	4.47	<0.001
6	2006—2008	30.209 34	117.495 71	石台县七里掘珠村	2.37	5	22.64	5.03	<0.001
7	2006	30.032 00	117.230 73	东至县洪方仙寓山村	7.16	6	17.38	6.08	<0.001
8	2006—2008	30.186 59	117.316 34	石台县丁香龙泉村	1.59	4	12.32	3.62	0.045

2006—2008 年,位于石台县境内,涉及丁香镇的 4 个流行村,RR=3.62。

讨 论

2012 年安徽省血吸虫病流行区分布沿长江两岸、皖南丘陵山区及高邮湖畔共 51 个县(市、区),既有湖沼型流行区,也有山丘型流行区。本研究利用安徽省 2006—2012 年钉螺调查数据,采用时空聚类分析得到全省村级尺度的感染螺环境出现率,并发现此期间全省感染螺分布呈现空间聚集性,聚集区域主要分布在长江流经安徽段及其支流流域,上、下游均有分布。8 个热点区域中前 5 个涉及的流行村沿江分布,为湖沼型地区,该类地区内查出感染螺环境较多,感染螺村呈聚集性分布;后 3 个区域主要位于石台县境内,为山丘型地区,该县有螺环境类型复杂,分布区域所属水系也是长江的支流(秋浦河、黄湓河等),虽然每年进行药物灭螺,但由于野生动物为主要传染源且难以控制^[9],造成该县境内感染螺环境多,且呈多处聚集分布。结合疫情数据分析,本研究提示上述 8 个聚集性区域是安徽省近年来疫情较重地区,也是血吸虫病防制重点区域。

从时间维度分析,8 个时空聚集区域中有 5 个出现于 2006—2008 年,于 2006 年、2007—2009 年和 2009—2011 年各出现 1 个。可见 7 年间感染螺的聚集区域逐渐减少,加上感染螺环境数、感染螺环境出现率呈明显的下降趋势,说明全省感染螺分布从空间分布和数量上均呈现下降态势。分析其原因,一方面由于近年来安徽省实施血吸虫病防治项目,加大了落实以传染源控制为主的综合治理措施的力度,有效控制了感染螺的分布;另一方面也与近年来长江水位偏低,影响了湖沼地区钉螺的生长繁殖,进而影响了该类地区感染螺的分布有关。

本研究结果表明,近年来安徽省感染螺分布呈现空间聚集性。这与感染螺的发生必须有钉螺分布,而钉螺分布又与水系相关,同样也与病畜或患病

的野生动物粪便污染钉螺、病畜放牧流动或患病野生动物的活动等流行病学特征相符合^[10]。感染螺分布的空间聚集性提示控制感染螺不能仅局限单个环境的治理,还应建立按流域或按传染源分布区域进行治理的全局观念。

参 考 文 献

- [1] Chen MG. Schistosomiasis in the world and its control progress. Chin J Schistoso Control, 2002, 14(2): 81-83. (in Chinese)
陈名刚. 世界血吸虫病流行情况及防治进展. 中国血吸虫病防治杂志, 2002, 14(2): 81-83.
- [2] Zhou XN. Spatial Epidemiology. Beijing: Science Press, 2008: 19-21. (in Chinese)
周晓农. 空间流行病学. 北京: 科学出版社, 2008: 19-21.
- [3] Yang K, Wang XH, Wu XH. The application of spatial epidemiology in schistosomiasis control and studies. Chin J Public Health, 2007, 23(8): 1017-1019. (in Chinese)
杨坤, 王显红, 吴晓华. 空间流行病学技术在血吸虫病防治研究中应用. 中国公共卫生, 2007, 23(8): 1017-1019.
- [4] Wang TP, Zhao F, Zhang SQ, et al. Spatial-temporal clustering analysis of schistosomiasis in Anhui from 2000 to 2008. J Trop Dis Parasitol, 2011, 9(3): 127-130. (in Chinese)
汪天平, 赵飞, 张世清, 等. 2000—2008 年安徽省血吸虫病时空聚集性分析. 热带病和寄生虫学, 2011, 9(3): 127-130.
- [5] Kulldorff M. Prospective time-periodic geographic disease surveillance using a scan statistic. J R Stat Soc, 2001, 164: 61-72.
- [6] Kulldorff M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: detection and inference. Stat Med, 1995, 14(8): 799-810.
- [7] Fang LQ, Cao CX, Chen GS, et al. Studies on the spatial distribution and environmental factors of highly pathogenic avian influenza in Mainland China, using geographic information system technology. Chin J Epidemiol, 2005, 26(11): 839-842. (in Chinese)
方立群, 曹春香, 陈国胜, 等. 地理信息系统应用于中国大陆高致病性禽流感的空间分布及环境因素分析. 中华流行病学杂志, 2005, 26(11): 839-842.
- [8] Wang LP, Xu YF, Wang JJ, et al. Spatial-temporal analysis on the distribution of malaria in Anhui, 1990-2006. Chin J Dis Control, 2008, 12(4): 156-159. (in Chinese)
王丽萍, 徐友富, 王建军, 等. 1990—2006 年安徽疟疾疫情时空分布特点研究. 疾病控制杂志, 2008, 12(4): 156-159.
- [9] Lv DB, Wang TP, James Rudge, et al. Investigation on the infection sources of *Schistosomiasis japonicum* in Shitai county. J Trop Dis Parasitol, 2007, 5(1): 11-13. (in Chinese)
吕大兵, 汪天平, James Rudge, 等. 安徽石台县日本血吸虫病传染源调查. 热带病与寄生虫学, 2007, 5(1): 11-13.
- [10] Zhou XN. Science on *Oncomelania snail*. Beijing: Science Press, 2005: 234-237. (in Chinese)
周晓农. 实用钉螺学. 北京: 科学出版社, 2005: 234-237.

(收稿日期: 2013-07-01)

(本文编辑: 张林东)