

湖北省2008—2012年血吸虫病空间流行分析

陈艳艳 蔡顺祥 刘建兵 肖瑛 利国 单晓伟 张娟

【摘要】 目的 分析湖北省血吸虫病流行区县(市、区)级别血吸虫病的流行状况以及空间分布规律。方法 回顾性分析2008—2012年湖北省血吸虫病流行县(市、区)人群疫情数据资料,并与湖北省GIS地理空间数据库进行匹配,构建湖北省血吸虫病的空间分析数据库。运用全局空间自相关的Moran's I 指标以及局部空间自相关的Getis-Ord G_i^* 指标分析湖北省血吸虫病的空间聚集性。结果 2008—2012年湖北省血吸虫病人数、居民血吸虫感染率均呈下降趋势。5年间居民血吸虫感染率的全局空间自相关分析结果有统计学意义(Moran's $I > 0, P < 0.01$)。局部空间自相关分析结果显示,居民血吸虫感染率高值聚集县(市、区)数在8~11个,呈现先增加后减少的趋势。高值聚集区主要分布在荆州区、沙市区、江陵县、公安县、石首市、监利县、洪湖市和赤壁市8个县(市、区)。结论 2008—2012年湖北省县(市、区)级居民血吸虫感染率分布存在空间自相关,有空间聚集现象,且高值聚集区主要分布在长江流域江汉平原范围。

【关键词】 血吸虫病;地理信息系统;空间自相关

Epidemic and spatial distribution of Schistosomiasis in Hubei province from 2008 to 2012 Chen Yanyan, Cai Shunxiang, Liu Jianbing, Xiao Ying, Li Guo, Shan Xiaowei, Zhang Juan. Hubei Center for Disease Control and Prevention, Wuhan 430079, China

Corresponding author: Cai Shunxiang, Email: 441711219@qq.com; Liu Jianbing, Email: hbcdfx@126.com

This work was supported by a grant from the Research of Schistosomiasis Prevention of Department of Health, Hubei Province (No. XF2012-24, No. XF2012-26).

【Abstract】 **Objective** To analyze the epidemic situation and spatial distribution of schistosomiasis in Hubei province. **Methods** Data on schistosomiasis endemic in humans were retrospectively collected at the county level from 2008 to 2012. Data on endemic schistosomiasis were matched to Geographic Information System (GIS) and geospatial databases to constitute the spatial database for analysis on schistosomiasis. Spatial aggregation of *Schistosoma (S.) japonicum* infection was analyzed by global spatial autocorrelation, using the Moran's I index and local spatial autocorrelation of the Getis-Ord G_i^* index. **Results** Both the number of schistosomiasis patients and the rate of infection on *S. japonicum* decreased from 2008 to 2012. Results from the global autocorrelation analysis on the prevalence of human *S. japonicum* infection for 5 years were statistically significant (Moran's $I > 0, P < 0.01$). From local autocorrelation analysis, data showed that the number of highly aggregated areas ranged from eight to eleven within the five-year period. The highly aggregated areas were mainly distributed in eight counties, namely Jingzhou district, Shashi district, Jiangling county, Gonggan county, Shishou city, Jianli county, Honghu city, and Chibi city. **Conclusion** Spatial agglomerations were present in the distribution of human *S. japonicum* infection from 2008 to 2012. Highly cluster areas were mainly distributed in the Yangtze River Basin of Jianghan Plain area.

【Key words】 Schistosomiasis; Geographic information system; Spatial autocorrelation

血吸虫病是一种与环境变化、社会和经济发

展联系紧密的公共卫生问题^[1-3]。湖北省血吸虫病流行类型属典型的湖沼型,其病例数、病牛数以及垸内钉螺面积均居全国流行省之首^[4]。全省血吸虫病疫区分布在63个县(市、区)、519个乡镇、5408个行政村,疫区人口达980多万人。2008年湖北省以行政村为单位,居民、家畜血吸虫感染率均降至5%以下,

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.12.011

基金项目:2013—2014年度湖北省卫生厅血吸虫病防治科研项目(XF2012-24, XF2012-26)

作者单位:430079 武汉,湖北省疾病预防控制中心

通信作者:蔡顺祥, Email: 441711219@qq.com; 刘建兵, Email: hbcdfx@126.com

达到疫情控制标准^[5]。本文旨在系统纵向评估 2008—2012 年湖北省血吸虫病疫情发展趋势以及空间分布规律,为探索以后血吸虫病防治工作的目标和重点提供理论指导。

资料与方法

1. 资料来源:2008—2012 年血吸虫病数据源自湖北省疾病预防控制中心血吸虫病监测年报系统。湖北省行政区划数据来自中国科学院测量与地球物理研究所。在 ArcGIS 10.1 软件中,各类数据的地理坐标系统均使用 GCS_Krasovsky_1940,投影坐标系统均使用 Krasovsky_1940_Albers。

2. 主要统计指标定义:本研究将血吸虫病病例定义为按照病原学检测方法,查到虫卵或毛蚴的受检者,包括急性血吸虫病、慢性血吸虫病和晚期血吸虫病。居民血吸虫感染率(%)=(血清学检查阳性人数/血清学检查人数)×(粪检阳性人数/粪镜检查人数)×100%。

3. 分析方法:

(1)描述性分析:分别计算 2008—2012 年湖北省县(市、区)级别血吸虫病病例数、居民血吸虫感染率的最小值、P₂₅、M、P₇₅和最大值。同时运用 GIS 平台对全省居民血吸虫感染率的空间分布进行可视化描述,以分析全省血吸虫病流行情况。

(2)空间自相关分析:Moran's I 系数是目前分析全局空间自相关应用较多的指标^[6,7]。其计算公式

$$I = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - x)(x_j - x)}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}, i \neq j$$

式中,n 表示研究空间观察样本数,本文为血吸虫病流行县(市、区)数量;x_i是第 i 单元某现象的发生数,本文为县(市、区)的居民血吸虫感染率;x 为所有研究单元某现象的平均数,本文为研究区所有县(市、区)居民血吸虫感染率;w_{ij}为第 i、j 区域的空间权重系数,反映第 i、j 区域在空间上的关系。

Moran's I > 0 时,表示疾病存在正向空间自相关,Moran's I 值越接近 1,表示距离越近疾病的空间

自相关程度越大,空间聚集性也越强;Moran's I < 0 时,表示疾病存在负向空间自相关,取值越接近-1,表明疾病负向空间自相关性越强,样本的空间异质性越大,整体呈离散型分布;Moran's I = 0 时,则表示疾病呈随机分布,不存在空间自相关。

本研究采用 Getis-Ord Gi* 指标分析局部空间自相关。Getis-Ord Gi* 指标是基于距离权重矩阵,计算各研究单元的 Getis-Ord Gi* 统计量,进而通过 Z 值和 P 值探测出研究区域内发生高值聚集和低值聚集的范围^[8,9]。Getis-Ord Gi* 统计量计算公式

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - x \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - x^2} \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}}$$

式中,x 为所有观察样本的平均数,x_i是某变量在区域 i 单元的属性值,w_{ij}为第 i、j 区域的空间权重系数,反映第 i、j 区域在空间上的关系,通常距离越近,相互影响程度就越大,相应的空间权重值也越大。得到统计量 Gi* 值后,不能直接用 Gi* 值进行判断,需要利用 Z 检验对其进行统计推断,即

$$Z = \frac{G(d) - E[G(d)]}{\sqrt{\text{var}[G(d)]}}$$

当 Gi* > 0 且 Z > 1.96 时,表示研究区域是高值聚集区,即“热点”,并且 Z 值越大,研究单元周围区域的属性值越大;当 Gi* < 0 且 Z < -1.96 时,表示研究区域是低值聚集区,即“冷点”,并且 Z 值越小,研究单元周围区域的属性值就越小;当 Gi* > 0 且 Z ≤ 1.96,或 Gi* < 0 且 Z ≥ -1.96 时,表示变量在观察单元邻近区域没有聚集情况,呈随机分布^[8-10]。

4. 统计学分析:数据描述分析在 SPSS 18.0 软件中进行,空间聚集分析采用 ArcGIS 10.1 软件。

结果

1. 疫情概况:2008—2012 年湖北省血吸虫病病例数呈下降趋势,由 2008 年的 45 952 人下降至 2012 年的 26 353 人;居民血吸虫感染率也呈下降趋势,由 2008 年的 3.720 0% 下降至 2012 年的 1.350 0%(表 1)。

5 年间湖北省居民血吸虫病感染率分布见图 1。

表 1 2008—2012 年湖北省血吸虫病病例数、居民感染率(%)变化

年份	病 例 数					居 民 感 染 率				
	最小值	P ₂₅	M	P ₇₅	最大值	最小值	P ₂₅	M	P ₇₅	最大值
2008	0	1	34	2 903	45 952	0	0	0.090 0	1.080 0	3.720 0
2009	0	1	31	2 353	36 612	0	0	0.001 0	0.850 0	2.770 0
2010	0	1	91	2 136	34 749	0	0	0	0.633 6	2.340 0
2011	0	4	102	1 982	33 069	0	0	0	0.470 0	1.600 0
2012	0	1	81	1 860	26 353	0	0	0	0.387 6	1.350 0

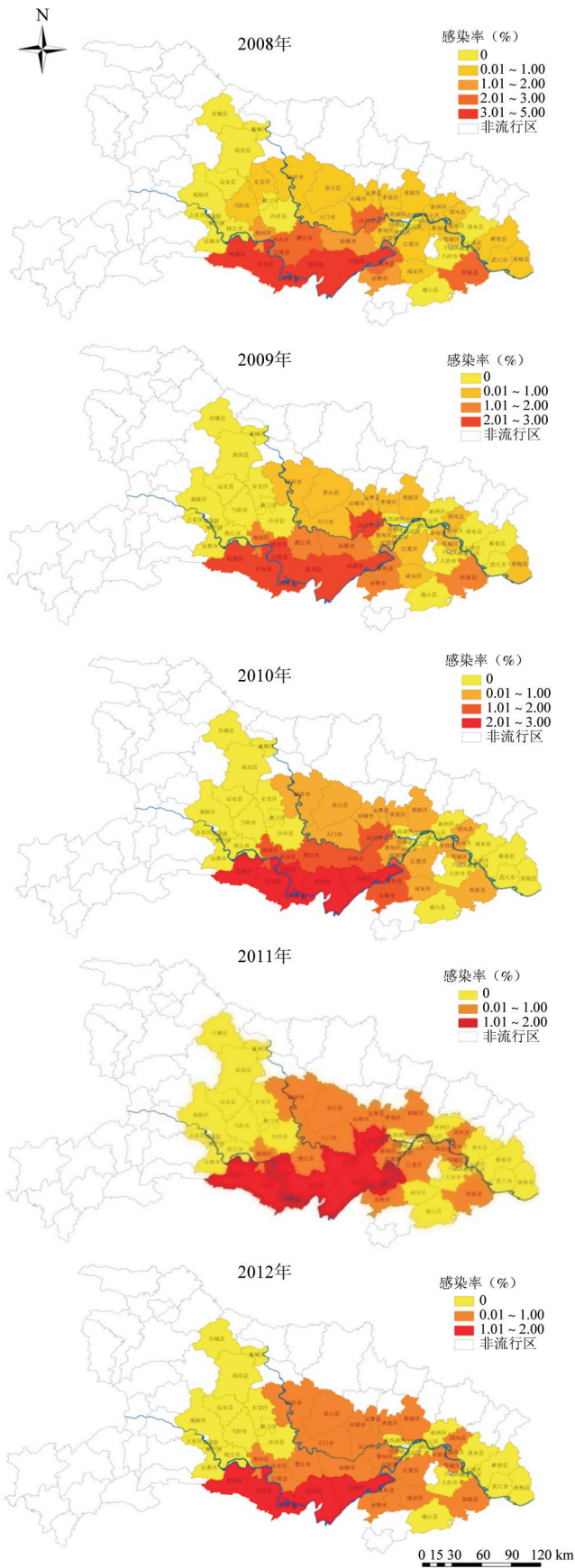


图1 2008—2012年湖北省血吸虫病居民感染率分布

其中2008年血吸虫感染率最高为3%~5%，主要分布在松滋市、公安县、石首市、监利县和洪湖市；2009年和2010年血吸虫感染率最高为2%~3%，主要分布在松滋、公安、江陵、石首、监利和洪湖等县(市、区)；2011年和2012年各县(市、区)感染率降至2%以下，其中2011年感染率在1%~2%的县(市、区)有10个，2012年减少至5个。

2. 血吸虫病疫情全局空间自相关分析:2008—2012年湖北省居民血吸虫感染率全局空间自相关Moran's *I* 指标均大于各年相应的预期指数, $Z_{score} > 0, P < 0.01$, 结果有统计学意义(表2)。表明2008—2012年湖北省县级居民血吸虫感染率分布存在空间自相关, 呈空间聚集现象, 即感染率较高的县(市、区)聚集在其他感染率较高的县(市、区)周边。居民血吸虫感染率Moran's *I* 值与时间变化关系的回归分析结果表明, Moran's *I* 指标与时间不存在线性变化趋势($\beta = 0.807, t = 2.363, P = 0.099$), 即居民血吸虫感染率空间聚集性趋势并未随时间变化而发生改变(图2)。

表2 2008—2012年湖北省居民血吸虫感染率全局空间自相关分析

年份	Moran's <i>I</i>	预期指数	方差	Z_{score} 值	<i>P</i> 值	结果
2008	0.397 4	-0.016 9	0.004 905	5.915 5	<0.01	聚集
2009	0.433 8	-0.016 9	0.004 916	6.428 9	<0.01	聚集
2010	0.431 2	-0.016 9	0.004 920	6.388 7	<0.01	聚集
2011	0.442 7	-0.016 9	0.004 947	6.535 0	<0.01	聚集
2012	0.439 3	-0.016 9	0.004 942	6.489 7	<0.01	聚集

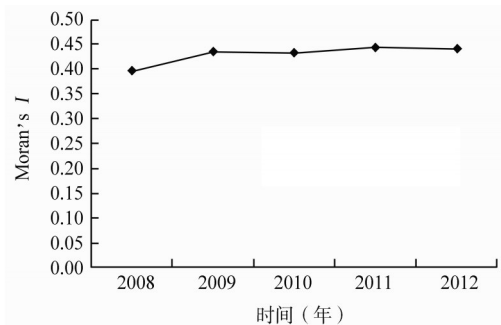


图2 2008—2012年湖北省居民血吸虫感染率全局空间自相关指标Moran's *I* 随时间变化趋势分析

3. 血吸虫病疫情局部空间自相关分析:2008—2012年湖北省居民血吸虫感染率局部空间自相关高值聚集县(市、区)数为8~11个。聚集县(市、区)数量呈先增后减, 2011年最多为11个, 2012年减少至9个。5年间高值聚集区主要分布在荆州、沙市、江陵、公安、石首、监利、洪湖和赤壁8个县(市、区)。2008—2012年居民血吸虫感染率局部空间自

相关低值聚集县(市、区)数呈现增多趋势,由 2008 年的 6 个增至 2012 年的 12 个。5 年间低值聚集区主要分布在洪山、武昌、青山、黄州、鄂城和华容 6 个县(市、区)。见图 3。

讨 论

血吸虫病的流行范围与中间宿主钉螺的地理分布相一致,有严格的地方性,两者分布存在空间相关性,并不相互独立。研究血吸虫病相关疫情分布还应考虑其空间变异,以真实地反映流行过程。因此必须将传统的分析方法与空间统计方法相结合进行血吸虫病的空间分析,探测血吸虫病和钉螺分布的自相关和聚集性等空间分布特征^[11,12]。目前应用较多的 2 个空间自相关分析指标,即 Moran's I 能从整体上分析疾病空间聚集性分布^[13],Getis-Ord G_i^* 统计量能够探测出空间上观察单位疾病指标与邻近区域的关系^[14]。本研究选取该两指标,对 2008—2012 年湖北省县(市、区)级尺度的居民血吸虫病疫情进行空间聚集性综合分析。

本研究结果显示,湖北省居民血吸虫感染率的全局空间自相关 Moran's I 均大于 0,且 $P < 0.01$,结果有统计学意义,提示该指标在整体分布上呈现空间聚集的特征,并且居民血吸虫感染率的空间聚集性并未随时间变化而更加聚集。局部空间自相关结果提示,居民血吸虫感染率高值聚集区数量呈现先增后减的趋势,低值聚集区数量呈现增多的趋势。分析其原因,可能与湖北省达到血吸虫病疫情控制标准后继续实施以传染源控制为主的综合防治策略有关,居民血吸虫感染率总体呈下降趋势,因而出现低值聚集区增多的现象。同时由于血吸虫感染率下降,感染率较高的区间亦下降,可能使得原来在次高感染率区间的地区升级到最高感染率区间范围,导致 2008—2011 年高值聚集区数量增多。而 2012 年居民血吸虫感染率继续下降,各县(市、区)感染率差距进一步缩小,因此高值聚集区数量又呈现减少趋势。全局和局部空间自相关分析结果发现,居民血吸虫感染率较高的区域主要集中分布在长江沿线的松滋、公安、江陵、石首、监利和洪湖等县(市、区),这些地区仍是血吸虫病防治的重点区域。研究中也探测出血吸虫感染率的低值聚集区,主要集中在洪山、武昌、青山、黄州、鄂城和华容等地,这些区域是血吸虫感染率较低的县(市、区)聚集区。

研究结果表明湖北省血吸虫病分布具有空间聚集性,同时探测出居民血吸虫感染率的高值聚

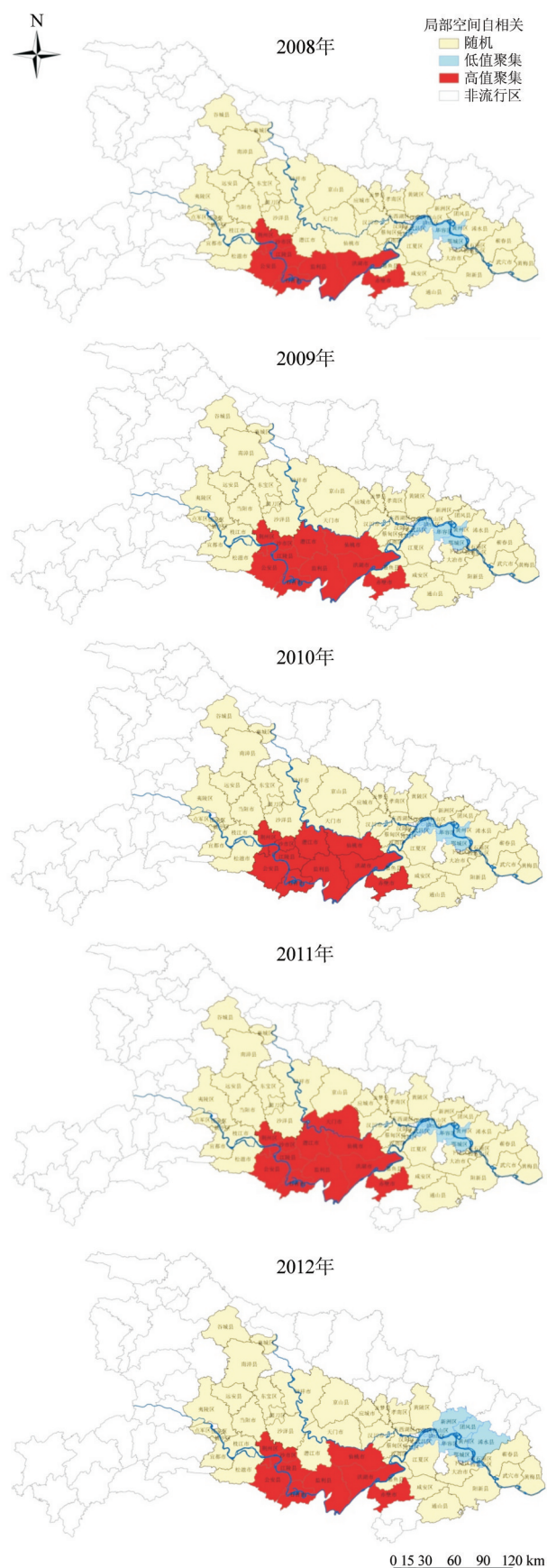


图3 2008—2012年湖北省居民血吸虫感染率局部空间自相关分布

集区和低值聚集区,揭示了湖北省血吸虫病流行具有空间异质性,呈现不均匀性和复杂性。高值聚集区主要集中分布在长江沿线,这与国内外研究相一致^[15]。因此这些区域是湖北省血吸虫病防治工作的重点。

参 考 文 献

[1] Colley DG, Bustinduy AL, Secor WE, et al. Human schistosomiasis [J]. Lancet, 2014, 383(9936):2253-2264.

[2] Jenkins-Holick DS, Kaul TL. Schistosomiasis[J]. Urol Nurs, 2013, 33(4): 163-170.

[3] Ross AG, Sleight AC, Li Y, et al. Schistosomiasis in the People's Republic of China: prospects and challenges for the 21st century [J]. Clin Microbiol Rev, 2001, 14(2):270-295.

[4] Hao Y, Zheng H, Zhu R, et al. Schistosomiasis situation in People's Republic of China in 2008[J]. Chin J Schisto Control, 2009, 21(6):451-456. (in Chinese)
郝阳, 郑浩, 朱蓉, 等. 2008年全国血吸虫病疫情通报[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2009, 21(6):451-456.

[5] Huang XB, Zhang XF, Zhu HG, et al. Endemic situation of schistosomiasis in Hubei province, 2008 [J]. Chin J Schisto Control, 2009, 21(6):486-490. (in Chinese)
黄希宝, 张险峰, 朱惠国, 等. 2008年湖北省血吸虫病疫情[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2009, 21(6):486-490.

[6] Szonyi B, Wade SE, Mohammed HO. Temporal and spatial dynamics of *Cryptosporidium parvum* infection on dairy farms in the New York city Watershed: a cluster analysis based on crude and Bayesian risk estimates[J]. Int J Health Geogr, 2010, 9:31.

[7] Jackson MC, Huang L, Luo J, et al. Comparison of tests for spatial heterogeneity on data with global clustering patterns and

outliers[J]. Int J Health Geogr, 2009, 8:55.

[8] Mcentee JC, Ogneva-Himmelberger Y. Diesel particulate matter, lung cancer, and asthma incidences along major traffic corridors in MA, USA: a GIS analysis [J]. Health Place, 2008, 14(4): 817-828.

[9] Turechek WW, Madden LV. Analysis of the association between the incidence of two spatially aggregated foliar diseases of strawberry[J]. Phytopathology, 2000, 90(2):157-170.

[10] Tsai PJ, Lin ML, Chu CM, et al. Spatial autocorrelation analysis of health care hotspots in Taiwan in 2006 [J]. BMC Public Health, 2009, 9:464.

[11] Guimaraes RJ, Freitas CC, Dutra LV, et al. Schistosomiasis risk estimation in Minas Gerais State, Brazil, using environmental data and GIS techniques[J]. Acta Trop, 2008, 108(2/3):234-241.

[12] Yang K, Li W, Sun LP, et al. Spatio-temporal analysis to identify determinants of *Oncomelania hupensis* infection with *Schistosoma japonicum* in Jiangsu province, China [J]. Parasit Vectors, 2013, 6:138.

[13] Viladomat J, Mazumder R, Mcinturff A, et al. Assessing the significance of global and local correlations under spatial autocorrelation: a nonparametric approach[J]. Biometrics, 2014, 70(2):409-418.

[14] Getis A, Morrison AC, Gray K, et al. Characteristics of the spatial pattern of the dengue vector, *Aedes aegypti*, in Iquitos, Peru [J]. Am J Trop Med Hyg, 2003, 69(5):494-505.

[15] Hu Y, Xiong C, Zhang Z, et al. Dynamics of spatial clustering of schistosomiasis in the Yangtze River Valley at the end of and following the World Bank Loan Project [J]. Parasitol Int, 2014, 63(3):500-505.

(收稿日期:2014-07-25)
(本文编辑:张林东)

中华流行病学杂志第七届编辑委员会通讯编委名单

(按姓氏汉语拼音排序)

- | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 陈曦(湖南) | 党少农*(陕西) | 窦丰满(四川) | 高婷(北京) | 高立冬*(湖南) | 还锡萍*(江苏) | 贾曼红*(云南) |
| 金连梅*(北京) | 荆春霞*(广东) | 李琦*(河北) | 李十月(湖北) | 李秀央(浙江) | 林玫(广西) | 林鹏(广东) |
| 刘莉(四川) | 刘玮(北京) | 刘爱忠(湖南) | 马家奇*(北京) | 倪明健*(新疆) | 欧剑鸣(福建) | 潘晓红*(浙江) |
| 彭晓旻(北京) | 彭志行*(江苏) | 任泽舫*(广东) | 施国庆*(北京) | 汤奋扬*(江苏) | 田庆宝(河北) | 王丽*(北京) |
| 王璐*(北京) | 王金桃*(山西) | 王丽敏*(北京) | 王志萍(山东) | 武鸣*(江苏) | 谢娟(天津) | 解恒革*(海南) |
| 严卫丽(上海) | 阎丽静(北京) | 么鸿雁*(北京) | 余运贤(浙江) | 张宏伟(上海) | 张茂俊(北京) | 张卫东(河南) |
| 郑莹*(上海) | 郑素华*(北京) | 周脉耕*(北京) | 朱益民*(浙江) | 祖荣强(江苏) | | |

注: * 为新聘通讯编委