

中国 2008—2011 年手足口病空间聚集性及变化趋势研究

肖革新 胡跃华 马家奇 郝元涛 王晓风 张英杰 于石成

【摘要】 目的 探索中国手足口病发病的空间聚集性、聚集区域及其变化。方法 采用探索性空间数据分析方法对 2008—2011 年中国手足口病监测数据分省级和区县级层面进行空间统计分析。结果 通过全局自相关发现, 2008—2011 年以及 4 年总和的 Moran's I 系数分别为 0.3336、0.6074、0.3372、0.4620、0.4367, 经蒙特卡罗检验, P 值均 <0.05 (分别为 0.002、0.001、0.004、0.001、0.001), 差异有统计学意义。经过局部自相关分析, 2008 年得到北京、天津、上海 3 个“热点”区域; 2009 年得到北京、天津、河北、山西、上海、江苏、山东 7 个“热点”区域; 2010 年得到北京、天津、广东和广西 4 个“热点”区域; 2011 年得到福建、江西、湖南、广东和广西 5 个“热点”区域。在区县级水平上, 发现 390 个“热点”区县。结论 2008—2011 年中国手足口病整体呈现中度以上的聚集性, 发病聚集区域的变化表现为从北到南转移的趋势, 其原因需进一步研究。

【关键词】 手足口病; 探索性空间数据分析方法; 全局自相关; 局部自相关; 聚集区域

Spatial clustering and changing trend of hand-foot-mouth disease during 2008–2011 in China
XIAO Ge-xin¹, HU Yue-hua¹, MA Jia-qi¹, HAO Yuan-tao², WANG Xiao-feng¹, ZHANG Ying-jie¹, YU Shi-cheng¹. 1 Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China; 2 School of Public Health, Sun Yat-Sen University

Corresponding author: YU Shi-cheng, Email: shicheng_yu@hotmail.com

This work was supported by a grant from the National Important Technology Specific Research Program of China (No. 2009ZX10004-201).

【Abstract】 Objective The purpose of this study was to explore the spatial clustering, specific clustering areas, as well as changing trend of clustering areas of hand-foot-mouth disease (HFMD). **Methods** Exploratory spatial data analysis (ESDA) was used to conduct spatial statistical analyses for the HFMD using 2008–2011 data at both provincial and county/district levels. **Results** The Global Moran's I coefficients appeared to be 0.3336, 0.6074, 0.3372, 0.4620 and 0.4367 for 2008–2011 and for the combined 4 years, respectively. The corresponding P -values were 0.002, 0.001, 0.004, 0.001 and 0.001 respectively, when using the Monte Carlo tests with all the P -values less than 0.05. Moran's I coefficients ranged between 0.3 and 0.7, showing the appearance of moderate or higher clustering nature. Based on the results from nationwide analyses on clustering areas at the county/district levels between 2008 and 2011 (Moran's $I=0.5198$, $P=0.001$), it appeared a moderate clustering nature. When local autocorrelation analysis was applied at the provincial level, 3 hot spot areas in Beijing, Tianjin and Shanghai cities in 2008; 7 hot spot areas in Beijing, Tianjin, Hebei, Shanxi, Shanghai, Jiangsu and Shandong in 2009; four hot spot areas: Beijing, Tianjin, Guangdong and Guangxi; five hot spot areas: Fujian, Jiangxi, Hunan, Guangdong and Guangxi in 2011, were discovered. 390 hot-spot counties/districts were found through local autocorrelation analyses using the three-year data of 2008 to 2010. **Conclusion** Spatial clustering nature of HFMD incidence between 2008 and 2011 in China appeared to be moderate or high, with the clustered areas a north to south shifting trend. However, further investigation was in need to address this changing trend.

【Key words】 Hand-foot-mouth disease; Exploratory spatial data analysis; Global autocorrelation; Local autocorrelation; Clustering area

手足口病近几年在我国呈现高发态势, 成为危害儿童身体健康的一种常见传染病。截止 2011 年

底, 我国传染病直报系统已收集 500 多万手足口病例, 其中包括部分时间段完整病例数据。目前, 国内外分析手足口病流行特点和暴发趋势, 多采用一般描述性研究和时间趋势分析^[1], 缺乏定量分析其空间聚集性; 而在选择分析的空间尺度时, 多选择在省级范围内分析各个区县或地市级范围内分析各个乡

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.08.012

基金项目: 国家科技重大专项(2009ZX10004-201)

作者单位: 102206 北京, 中国疾病预防控制中心(肖革新、胡跃华、马家奇、王晓风、张英杰、于石成); 中山大学公共卫生学院(郝元涛)

通信作者: 于石成, Email: shicheng_yu@hotmail.com

镇的聚集性^[2,3],但在分析空间聚集性时,缺乏纵向的时间维度分析其发病聚集区域以及时间变化趋势,研究范围也仅从局部地区对聚集性进行探索。为此本研究按 2008—2011 年全国手足口病监测数据以全国省级和县区级为分析单位,探讨空间聚集性、空间聚集区域以及空间变化趋势,为识别重点防控区域提供依据。

资料与方法

1. 数据资料:收集 2008 年 5 月至 2011 年 12 月中国大陆地区(不包括香港、澳门、台湾)传染病网络直报系统上报的手足口病数据,剔除地址不详、未经临床或实验室确诊的病例,共计整理病例数为 5 027 038 例,其中 2008 年 5—12 月 473 086 例,2009 年 1 155 491 例,2010 年 1 774 636 例,2011 年 1 623 825 例。以发病时间为标准日期,分别计算各省和县区对应的发病数和发病率,获得病例现住地址并与全国区县编码相对应以定位发病的地理信息。

2. 技术路线:见图 1。根据我国行政区划地理相邻关系,通过 Geoda 分析软件定义空间权重矩阵,全国 31 个省(直辖市、自治区)包含 2856 个县区,由于海南省在生成邻接矩阵时可出现“孤岛”现象,影响模型分析,故未纳入分析。在定义好的权重矩阵基础上,分别计算每年全局空间自相关 Moran's I 系数,并进行假设检验,判断在省和区县级水平上手足口病是否存在聚集性。同时在权重矩阵基础上,利用 ArcGIS 软件中 Hot Spot Analysis 进行局部空间自相关分析,计算每个空间单元的局部自相关系数 G,并进行假设检验,识别发病的高值聚集区域和低值聚集区域。

3. 分析方法:采用探索性空间数据分析方法(exploratory spatial data analysis, ESDA)^[4],定量揭示空间数据的空间关联类型和高危聚集区地区,以及随时间变化的空间格局的演变过程,为特定地理

区域寻求疾病影响因素提供线索^[5-8]。

计算空间自相关可分为全局型和局域型两种方法^[9]。全局空间自相关指标采用单一值来反映属性变量在整个研究区域内的空间聚集模式和聚集程度,即全局 Moran's I 系数^[10],其计算公式:

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

其中, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

式中, n 为样本量, x_i 和 x_j 分别代表 i, j 点的属性值(如发病率), w_{ij} 代表衡量空间事物关系的权重,在研究中一般定义为:如果第 i, j 区域相邻,则 $w_{ij}=1$, 否则 $w_{ij}=0$ 。Moran's I 系数的取值范围介于 -1 和 +1 之间; Moran's I 接近于 1, 则代表整体呈聚集性分布(高值聚集或低值聚集);接近于 0 则代表单元间不相关;接近于 -1, 则代表样本之间差异越大或分布越不集中,呈离散型分布。全局 Moran's I 从总体上反映了研究目标的空间聚集性,是对整个研究空间的一个总体描述,但并不能反映某一个具体的空间单元与其周围空间单元是否存在聚集性以及聚集的程度^[11,12]。为了能识别具体区域的聚集性,需要使用局部空间自相关统计量来分析空间自相关性,如局部 Moran's I、局部 Geary's C 和局部 Getis-Ord G 等^[13]。

局部自相关系数(LISA)包括局部 Moran's I 系数和局部 G* 系数等,可了解某个局部区域单元(本文指各省、直辖市、自治区)与周围空间单元的相关性以及相关程度,本研究分析手足口病的局部聚集性时采用局部 G 系数。对于第 i 个区域的研究单元,局部 G 系数的定义为:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j - w_i \cdot \bar{x}}{S \sqrt{ns_{1i} - w_i^2} / (n-1)}$$

$$w_i = \sum_{j=1}^n w_{ij}, \quad s_{1i} = \sum_{j=1}^n w_{ij}^2$$

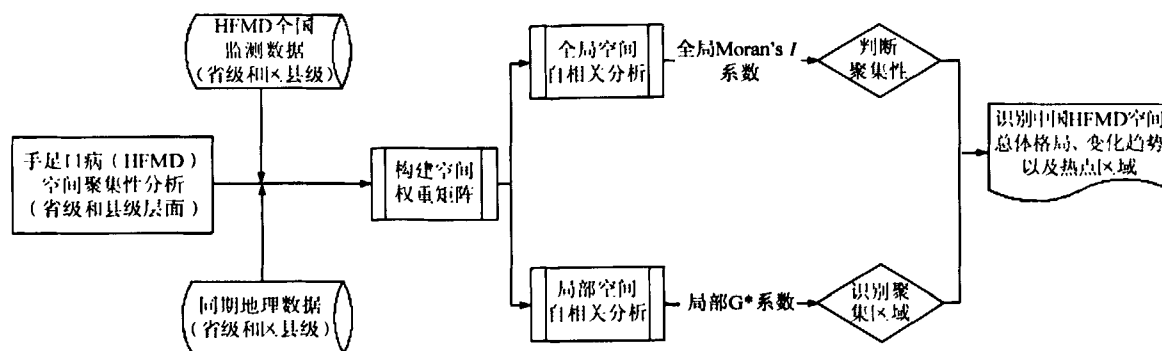


图 1 中国手足口病空间聚集性及变化趋势研究的技术路线

式中, x_i 和 x_j 分别代表 i, j 点的属性值(如发病率), s 为所有观测点发病率的标准差, w_{ij} 代表空间权重。局部 G 系数能识别聚集区域是“高值区”还是“低值区”, 正的 G_i^* 值揭示了一个高值的空间聚集, 负的 G_i^* 值则指示一个低值的空间聚集, G_i^* 值接近于 0 时, 说明疾病在该区域的发生没有聚集。在本研究中采用 G 统计量来描述 2008—2011 年手足口病发病的空间聚集性。若检验结果 $Z(G)$ 值为正, 且绝对值越大, 表示该区域单元为高观测值聚集, 且聚集程度越高; 若 $Z(G)$ 值为负, 且绝对值越大, 表示该区域单元为低观测值聚集, 且聚集程度越高^[4]。

结 果

1. 全局空间自相关分析: 2008—2011 年每年以及 4 年总和的 Moran's I 系数分别为 0.3336、0.6074、0.3372、0.4620、0.4367, 经蒙特卡罗检验, P 值均 < 0.05(分别为 0.002、0.001、0.004、0.001、0.001), 差异有统计学意义(表 1)。Moran's I 系数为 0.3~0.7, 表现为中等程度及以上的空间聚集性。2008—2010 年全国手足口病从区县级层面分析, 发病存在空间聚集性, Moran's I 系数为 0.5198, $P=0.001$ 。

表 1 2008—2011 年中国手足口病空间聚集性及变化趋势研究中全局 Moran's I 自相关系数及蒙特卡罗检验

年份	Moran's I	$E(I)$	$Var(I)$	Z 值	P 值
2008	0.3336	-0.0345	0.1141	3.2261	0.002
2009	0.6074	-0.0345	0.1182	5.4306	0.001
2010	0.3372	-0.0345	0.1151	3.2294	0.004
2011	0.4620	-0.0345	0.1121	4.4291	0.001
合计	0.4367	-0.0345	0.1167	4.0377	0.001

2. 局部空间自相关分析: 见图 2。2008 年手足口病聚集性分析得到 3 个“热点”区域(北京、天津和上海)及 3 个“冷点”区域(四川、西藏和青海); 2009 年高发区域为北京、天津、上海、河北、山东、山西和江苏, 低发区域为重庆、四川、青海、西藏、新疆、贵州和云南; 2010 年发现 4 个“热点”区域(北京、天津、广东和广西)及 4 个“冷点”区域(四川、西藏、青海和新疆); 2011 年得到 5 个“热点”区域(福建、江西、湖南、广东和广西)及 5 个“冷点”区域(四川、西藏、甘肃、青海和新疆)。通过对 2008—2010 年 3 年总区县级层面的聚集性分析, 发现 354 个“冷点”区县(图 3)和 390 个“热点”区县(表 2)。

讨 论

本研究表明, 2008—2011 年全国手足口病疫情在省级层面无论是从各时间维度(年份)分析, 还是

以 4 年总发病率分析, 均存在空间聚集。从区县级层面分析, 2008—2010 年全国手足口病发病也存在空间聚集, Moran's I 系数为 0.5198, $P=0.001$ 。

对 2008 年手足口病聚集性分析, 得到北京、天津、上海 3 个“热点”区域和四川、西藏、青海 3 个“冷点”区域。“热点”区域主要集中在 3 个人口密度高、经济较发达的直辖市, “冷点”区域主要集中在人口密度低而监测系统尚未完全建立的西部地区, 可能存在误报漏报情况; 尽管浙江等地的发病率也较高, 但由于其周围区域发病率普遍偏低, 因此未能形成聚集区域。2009 年的聚集性分析, 得到北京、天津、河北、山西、上海、江苏、山东 7 个“热点”区域和重庆、四川、贵州、云南、西藏、青海和新疆 7 个“冷点”区域, 2009 年的聚集区域比 2008 年明显增多, “热点”区域主要集中在北方一些省份和直辖市, “冷点”区域主要集中在中西部地区。2010 年有北京、天津、广东和广西 4 个“热点”区域及四川、西藏、青海和新疆 4 个“冷点”区域, 该年度“热点”区域同样主要集中在北京、天津两个人口密度高、经济较发达的直辖市以及南方两省, “冷点”区域主要集中在西部地区, 尽管上海、浙江等地的发病率也较高, 但是其周围区域的发病率普遍偏低, 因此未能形成聚集区域。2011 年得到福建、江西、湖南、广东和广西 5 个“热点”区域及四川、西藏、甘肃、青海和新疆 5 个“冷点”区域, 该年度发病的“热点”区域主要集中在南方一些省份, “冷点”区域主要集中在中西部地区, 尽管浙江等地的发病率也较高, 但其周围区域的发病率普遍偏低, 未能形成聚集区域。

分析 2008—2010 年全国手足口病发病聚集区域的变化趋势, 发现发病聚集区域有从北方向南方转移的趋势, 这可能与不同区域相关部门的重视程度及气候因素等(南方气温较高、湿度较大)相关^[15-18]。而“冷点”区域主要集中在中西部地区如四川、西藏、青海、新疆、甘肃等地, 其区域基本保持不变, 说明这些地区手足口病的发病率一致处于较低的水平, 可能与这些地区人口密度较低有关。

在区县级层面的聚集性分析, 通过对 2008—2010 年 3 年总聚集性进行探索, 发现 390 个“热点”区县和 354 个“冷点”区县, “热点”区县大多数集中在北京、天津、广东、广西, “冷点”区县主要集中在四川、西藏、青海、宁夏、新疆, 与省级层面的聚集性分析表现出一致性。

本研究采用空间自相关方法对 2008—2011 年全国手足口病疫情进行空间聚集性探索, 仅从省级和区

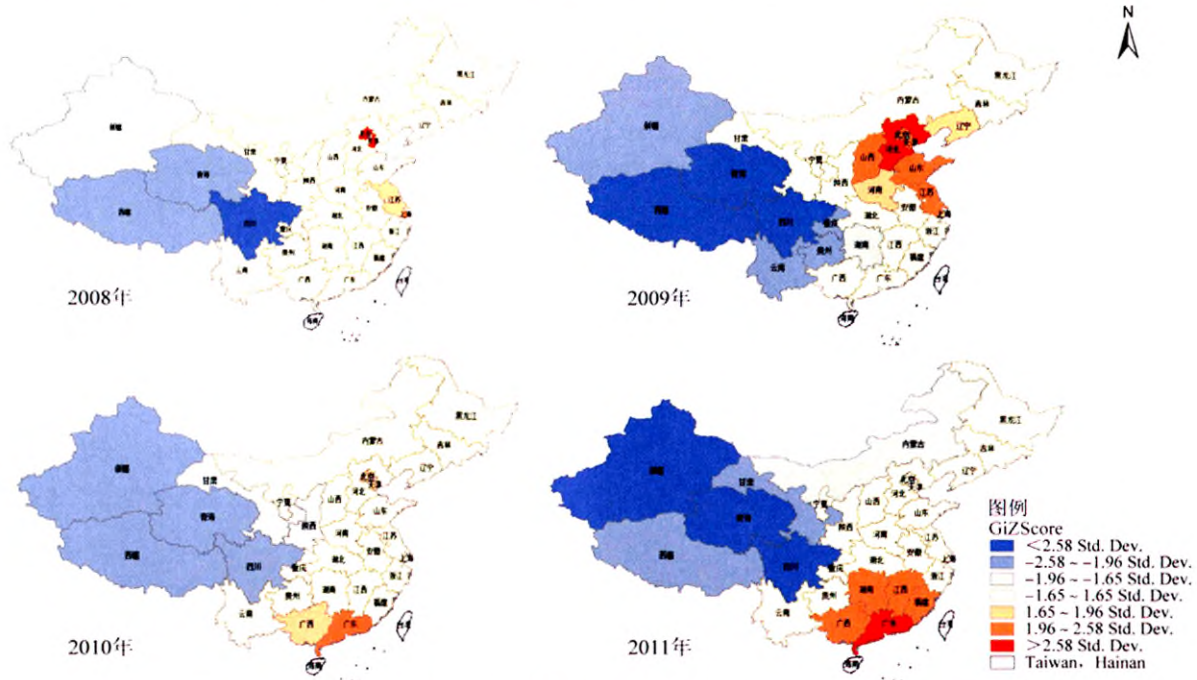


图 2 2008—2011 年中国手足口病发病率局部自相关分析 $Z(G)$ 值的地区分布

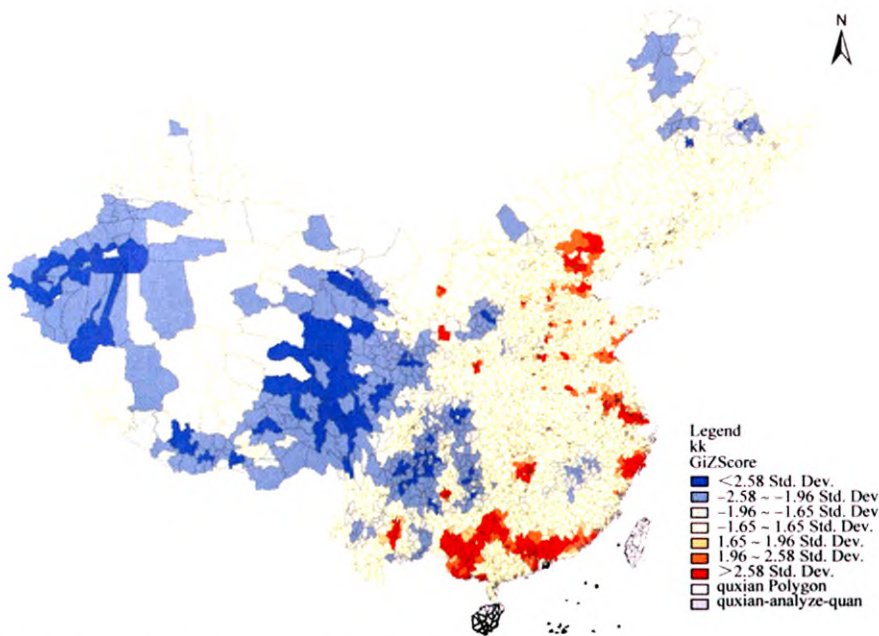


图 3 2008—2010 年手足口病全国区县级发病率局部自相关分析 $Z(G)$ 值的地区分布

县级层面对聚集性进行分析,揭示了聚集的现象和浅层原因,而对其形成潜在的动因,有待进一步探讨。

[本研究为首都医科大学临床流行病学重点实验室资助项目(2012LCLB02)]

参 考 文 献

[1] Chang ZR, Zhang J, Sun JL, et al. Epidemiological features of hand, foot and mouth disease in China, 2008-2009. Chin J Epidemiol, 2011, 32(7): 676-680. (in Chinese)
常昭瑞,张静,孙军玲,等.中国2008-2009年手足口病报告病例流行病学特征分析.中华流行病学杂志,2011,32(7):676-680.

[2] Zhou HF, Wang YC. Hand foot mouth disease and its control

measures in section SEIS model—take Zhejiang province Ningbo city as example. Med Inf, 2010 (6) : 1771-1772. (in Chinese)

周海峰,王益澄.手足口病的分段SEIS模型及其防控措施——以浙江省宁波市为例.医学信息(上旬刊),2010(6):1771-1772.

[3] Zhu Q, Hao YT, Yu SC. Epidemiological characteristics and space-time analysis of hand-foot-and-mouth disease in Guangdong province from 2008 to 2010. Mod Prev Med, 2011 (10) : 1824-1826. (in Chinese)
朱琦,郝元涛,于石成.广东省2008-2010年手足口病流行特征分析及时空聚集性研究.现代预防医学,2011(10):1824-1826.

[4] Getis A, Ord JK. The analysis of spatial association by use of distance statistics. Geographical Analysis, 1992, 24 (3) : 189-206.

[5] Zhang JH, Feng ZJ, Jiang M, et al. Using exploratory spatial data analysis(ESDA)

on the regional distribution of human brucellosis in six provinces of north China: 2004-2007. Chin J Epidemiol, 2011, 32 (12) : 1278-1284. (in Chinese)

张俊辉,冯子键,蒋敏,等.探索性空间数据分析在中国北方6省(区)布鲁氏菌病地区分布研究中的应用.中华流行病学杂志,2011,32(12):1278-1284.

[6] Wu J, Wang J, Meng B, et al. Exploratory spatial data analysis for the identification of risk factors to birth defects. BMC Public Health, 2004, 4:23.

[7] Boyer TC, Ward MP, Wallace RL, et al. Exploratory spatial data analysis of regional seroprevalence of antibodies against epizootic hemorrhagic disease virus in cattle from Illinois and

表2 2008—2010年我国手足口病区县级局部空间自相关分析高聚集区分布

序号	省(市、区)	聚集区县	个数
1	北京	朝阳、丰台、石景山、海淀、门头沟、房山、通州、顺义、昌平、大兴、怀柔区	11
2	天津	大港、武清、宝坻区、静海、蓟县	5
3	河北	石家庄市桥东、桥西区;高邑县,鹿泉市;邯郸市邯山、丛台、复兴区,邯郸县;肥乡县,清苑县,高阳县,曲阳县,张家口市宣化区,怀来县,赤城县,崇礼县;承德市双桥、双滦、鹰手营子矿区、承德县;兴隆县,滦平县,隆化县,丰宁县,沧县,青县,任丘市,河间市,香河县,大城县,大厂县,三河市	32
4	山西	太原市小店、迎泽、万柏林、晋源区	4
5	上海	长宁、闵行、嘉定、金山、松江、青浦、南汇、奉贤区	8
6	江苏	南京市秦淮、建邺、下关、浦口、栖霞、雨花台、江宁、六合、沿江工业开发区;无锡市崇安、北塘、滨湖区;江阴市,宜兴市,常州市天宁、钟楼、戚墅堰、新北、武进区,苏州市沧浪、平江、金阊区,虎丘区,吴中区,相城、工业园区,昆山市,吴江市,太仓市,连云港市连云、新浦、开发区,赣榆县、东海县;扬州市广陵、邗江、维扬、开发区;仪征市,江都市,镇江市京口、润州、丹徒区,丹阳市,扬中市,句容市;泰州市海陵、开发区	48
7	浙江	温州市鹿城、龙湾、瓯海区,洞头县,永嘉县,平阳县,文成县,瑞安市,乐清市;嘉善县,湖州市吴兴区,武义县,台州市椒江、黄岩、路桥区,玉环县,三门县,天台县;仙居县,温岭市,临海市,丽水市莲都区,青田县、缙云县、云和县	25
8	安徽	合肥市瑶海、庐阳、包河、龙子湖、淮上、花山、雨山区;当涂县,铜陵市铜官山、狮子山、琅琊、郊区;来安县,凤阳县,阜阳市颍州、颍东、颍泉区,颍上县	18
9	福建	福州市台江区,厦门市思明、海沧、湖里区,泉州市丰泽、洛江区,金门县,漳州市龙文区,云霄县,漳浦县,诏安县,东山县,龙海市,宁德市蕉城区	14
10	山东	济南市市中、天桥区,青岛市崂山、李沧区,胶南市,淄博市高新技术产业开发区,潍坊市潍城、寒亭、奎文区,日照市东港区,五莲县,临沂市罗庄、河东区,郯城县,苍山县,临沭县,临清市,曹县	18
11	河南	郑州市中原、二七、管城、金水、惠济区,高新技术开发区、经济技术开发区,中牟县;开封市龙亭、顺河、鼓楼、禹王台区,洛阳市老城、涧西区,平顶山市新华、淇河区,汤阴县,鹤壁市鹤山、山城、淇滨区,淇县;许昌市魏都区,驻马店市驿城区	23
12	湖北	武汉市汉阳区	1
13	湖南	长沙市芙蓉、天心、岳麓、开福、雨花区,长沙县,望城县,宁乡县,株洲市石峰区,湘潭市雨湖、岳塘区,湘潭县,湘乡市,常德市德山开发区、西湖管理区、赫山区,桃江县,娄底市娄星区	18
14	广东	广州市荔湾、越秀、海珠、天河、白云、黄埔、番禺、花都、萝岗区,增城市,从化市,深圳市罗湖、龙岗、盐田区,珠海市香洲、斗门、金湾、潮阳区,汕头市澄海区、南澳县,佛山市禅城、南海、顺德、三水、高明区,江门市新会区,鹤山市,肇庆市端州区,广宁县,怀集县,封开县、德庆县,高要市,四会市,惠州市惠城、惠阳区,博罗县,惠东县,龙门县,梅江区,大埔县,丰顺县,五华县,陆河县,河源市源城区,紫金县,东源县,阳江市江城、清远市清城区,佛冈县,清新县,英德市,东莞市,中山市市区,潮州市湘桥区,潮安县,饶平县,揭阳市榕城区,揭东县,揭西县	60
15	广西	南宁市兴宁、青秀、江南、西乡塘、良庆、邕宁区,武鸣县,隆安县,马山县,上林县,宾阳县,横县,柳州市城中、鱼峰、柳南、柳北区,柳江县,柳城县,鹿寨县,融安县,桂林市秀峰、叠彩、象山、七星、雁山区,阳朔县,临桂县,灵川县,兴安县,永福县,灌阳县,平乐县,荔浦县,恭城县,梧州市万秀、蝶山、长洲区,苍梧县,蒙山县,北海市海城、银海、铁山港区,合浦县,防城港市港口、防城区,上思县,东兴市,钦州市钦北区,百色市右江区,田阳县,田东县,平果县,德保县,凌云县,昭平县,钟山县,巴马县,大化县,来宾市兴宾区,忻城县,象州县,金秀县,江洲区,扶绥县,宁明县,龙州县,天等县	67
16	贵州	贵阳市南明、云岩、花溪、乌当、白云、小河、金阳新区,修文县,清镇市	9
17	云南	昆明市五华、官渡、西山区,呈贡县,晋宁县,玉溪市红塔区,江川县,澄江县,通海县,华宁县,峨山县,石屏县	12
18	陕西	西安市碑林、莲湖、灞桥、未央、雁塔、临潼、长安区,高陵县,咸阳市秦都、渭城区	10
19	宁夏	银川市兴庆、西夏、金凤区,永宁县,贺兰县,固原市原州区,彭阳县	7
合计			390

Indiana. Am J Vet Res, 2008, 69(10): 1286-1293.

[8] Owusu-Edusei KJ, Owens CJ. Monitoring county-level chlamydia incidence in Texas, 2004-2005: application of empirical Bayesian smoothing and Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) methods. Int J Health Geogr, 2009, 8: 12.

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

[10] Kozmann G. Statistical interpretation of body surface potential maps: aspects of adequate group representation and parameter selection. Pol Arch Med Wewn, 1992, 88(2-3): 141-145.

[11] Moraga P, Montes F. Detection of spatial disease clusters with LISA functions. Stat Med, 2011, 30(10): 1057-1071.

[12] Zheng Z, Merz KJ. Ligand Identification Scoring Algorithm (LISA). J Chem Inf Model, 2011, 51(6): 1296-1306.

[13] He ZG, Han SM, Cui DY, et al. Discussion on statistic of spatial autocorrelation analysis. Chin J Schistosomiasis Control, 2008 (4): 315-318. (in Chinese).
何宗贵, 韩世民, 崔道永, 等. 空间自相关分析的统计量探讨. 中国血吸虫病防治杂志, 2008(4): 315-318.

[14] Lu BL, Wang JF, Zeng G. Approaches to study disease clustering in space. Dis Surveill, 2010, 25(5): 394-396. (in Chinese)

陆步来, 王幼峰, 曾光. 疾病空间聚集性研究方法. 疾病监测, 2010, 25(5): 394-396.

[15] Guo WL, Zhao XP, Xuan CY, et al. The discussion of the relation between major infections and weather conditions in Beijing. Climat Environ Res, 2001(3): 368-370. (in Chinese)
郭文利, 赵新平, 轩春怡, 等. 北京地区主要传染病与气象条件关系的探讨. 气候与环境研究, 2001(3): 368-370.

[16] Huo AM, Zhao DS, Fang LQ, et al. Association between infectious diseases with natural foci and meteorological factors in North China. J Pathogen Biol, 2011(1): 5-7. (in Chinese)
霍爱梅, 赵达生, 方立群, 等. 华北地区自然疫源性疾病的分布及其与气象条件的关系. 中国病原生物学杂志, 2011(1): 5-7.

[17] Yu XH, Xu Y, Wu ZK, et al. Analysis on association with the mosquito-borne diseases and climate factors. Chin J Vector Biol Control, 2008, 19(1): 61-63. (in Chinese)
余向华, 徐毅, 吴正可, 等. 蚊媒传染病气象影响因素分析. 中国媒介生物学及控制杂志, 2008, 19(1): 61-63.

[18] Urashima M, Shindo N, Okabe N. Seasonal models of herpangina and hand-foot-mouth disease to simulate annual fluctuations in urban warming in Tokyo. Jpn J Infect Dis, 2003, 56(2): 48-53.

(收稿日期: 2012-05-18)
(本文编辑: 张林东)