

江宁县江滩钉螺空间分布特征分析^{*}

张治英¹, 徐德忠¹, 彭华², 孙志东¹, 周云³, 周晓农⁴, 龚自立⁵

摘要: **目的** 探讨江宁县江滩钉螺的空间分布特征。**方法** 应用地理信息系统结合空间扫描法检测江滩钉螺分布的空间聚集性,并进一步以变异函数对钉螺的空间分布特征进行定量分析。**结果** 地理信息系统可见,2000 年江滩钉螺孳生地主要分布在洲滩的沿江地区;同时空间扫描分析发现在江滩分别有 2 个活螺和 2 个感染螺的高聚集区,其螺密度明显高于周围地区($P < 0.001$);进一步以变异函数分析显示,江宁县江滩钉螺在空间的分布存在自相关性,其分布变异呈球型模型,当距离小于 0.030 1 时,钉螺在空间分布上的变异与距离有关,并可以通过变异函数来估计。同时钉螺在空间各方向上的分布有所不同。**结论** 江宁县江滩钉螺分布的空间聚集性及自相关性,提示这些地区存在适合于钉螺孳生分布的因素。

关键词: 钉螺;地理信息系统;空间聚集性;变异函数

Spatial analysis of snails distribution in marshland of Jiangning county ZHANG Zhi-ying, XU De-zhong, PENG Hua, et al. Department of Epidemiology, the Fourth Military Medical University(Xi'an 710032, China)

Abstract: **Objective** To explore the spatial distribution of oncomelania snails in marshland of Jiangning county in 2000. **Methods** The Spatial Scan Statistics and the Geographic Information System(GIS) were used to detect the spatial aggregation of Oncomelania hupensis in marshland of Jiangning County. And the semi-variogram was established to analyze the spatial auto-correlation of snails' s distribution. **Results** The GIS for snail habitats showed that the habitats in marshland mainly distributed along the Yangtze river in 2000. And the Spatial Scan Statistics detected 2 spatial clusters for alive snails and 2 for snails infected by schistosome in marshland respectively. The further analysis demonstrated that the semivariogram for the distribution of snails in spatial were spherical model, which means that the variation of snails distribution in spatial were related with the distance apart when the distance was less than 0.030 1 and the variation can be estimated by the semi-variogram. **Conclusion** The spatial aggregations and auto-correlation of alive snails indicated that there were some factors suitable for the survival of snails in marshland of Jiangning county. So the study on the spatial distribution of oncomelania snails was very useful for the further research on the risk factors.

Key words: oncomelania hupensis; geographic information system(GIS); spatial aggregation; semivariogram

日本血吸虫病的分布呈一定的地区性,这与其中间宿主——钉螺(*Oncomelania hupensis*)的分布特征有关^[1,2]。因此,研究钉螺的分布特征对血吸虫病的防治与研究非常重要。本研究用地理信息系统(geographic information system, GIS)结合空间聚集分析及变异函数分析研究江宁县钉螺的空间分布特点,为进一步探索影响钉螺分布的相关因素及其相应的预防控制措施提供依据。

1 资料和方法

1.1 资料来源 (1)钉螺资料:于 2000 年春季调查江宁县所有可能孳生地的螺情资料,包括孳生地的面积、钉螺的密度及感染情况等、同时用全球定位仪(GPS)测定各螺点中心的地理位置(经纬度)。(2)地图资料:由总参测绘技术总站提取江宁县 1:50 000 地形图、水文及交通分布图等并进行电子化、地理配准。

1.2 方法

1.2.1 钉螺分布的地理信息系统的建立 以江宁县 1:50 000 电子化地形图为空间结构数据库,以螺情调查获得的资

料建立属性数据库,在 ARCVIEW 8.1 软件支持下,建立钉螺分布的地理信息系统。

1.2.2 钉螺孳生“训练点”的选择 根据 2000 年调查的江宁县江滩钉螺孳生地的位置及其面积,在各孳生地的中心位置周围、孳生地范围内选择若干个已知的钉螺孳生地作为“训练点”,用于分析江宁县江滩钉螺的空间分布特征。要求选择的相邻“训练点”不能位于同一个遥感像元(30 m×30 m)内,并将调查的各孳生地的平均活螺密度赋予各训练点用于分析;同时根据各“训练点”的位置建立其分布的矢量图。

1.2.3 资料的分析 (1)钉螺孳生地地理分布特征分析:根据建立的地理信息系统,对江宁县江滩钉螺孳生地的分布状况进行描述性分析。(2)孳生地活螺分布空间聚集性分析:根据各孳生地的活螺密度及其感染率,在 Sat Scan 2.1 软件支持下,用空间扫描法分析江宁县江滩活螺及其感染的空间聚集性,用于区别随机因素与某些潜在的空间危险因素对钉螺分布的影响。(3)钉螺分布空间自相关性分析:在 Arc View 8.1 软件的支持下,根据调查的江宁县江滩钉螺孳生地的位置及各“训练点”活螺密度建立江宁县钉螺分布的变异函数并绘制其变异曲线图,以分析确定钉螺在空间孳生分布的自相关性及其方向。变异函数是以区域化变量理论为基础,分析变量的空间变异及其空间相关的统计学方法。它指当点 x 在空间上变化时,区域化变量 $Z(x)$ 在点 x 和 $x+h$ 处的值 $Z(x)$

*** 基金项目:** 全军“十五”指令性课题(NO.01L078);第四军医大学创新工程(CX99F009)

作者单位: 1. 第四军医大学流行病学教研室,西安 710032;2. 西安市碑林区卫生防疫站;3. 江苏省江宁县疾病预防控制中心(制中)0442中国疾病预防控制中心寄生虫病预防研究所;5. 南京军区联勤部防疫队

作者简介: 张治英(1970—),男,陕西人,讲师,博士,主要从事寄生虫病防治研究。

与 $Z(x+h)$ 差的方差一半,记为: $\gamma(h)=\frac{1}{2}E[Z(x)-Z(x+h)]^2$;当以任意两点 $Z(x)$ 与 $Z(x+h)$ 之间的距离 h 为横坐标,以它们的变异函数值 $\gamma(h)$ 为纵坐标即可绘制变异曲线图。通过变异函数及变异曲线图可得到变程(α)、基台值($C+C_0$)和块金值(C_0)3个重要的参数,其变程 α 可以用来判断变量其自相关范围的大小,当 $h>\alpha$ 时,则表示变量 $Z(x)$ 的空间相关性消失^[3~5]。

2 结果

2.1 钉螺孳生地空间分布分析 以调查的2000年各钉螺孳生地的经纬度为基础,在Arc View 8.1软件支持下,建立江宁县钉螺孳生地分布的矢量图,可见洲滩孳生地在空间上的分布并不均一,而是呈一定的区域性,且主要分布在江滩的沿江地区。

2.2 钉螺分布空间聚集性分析 结果可见,在江宁县洲滩地区存在A、B两个活螺的高聚集区(表1),其中以标识点A(即北纬31.795,东经118.488)为中心、4.79 km为半径的区域内,其活螺密为周围地区度的4.272倍($P<0.01$);标识点B所在孳生地的话螺密度为周围地区的3.519倍。同时,在洲滩地区还发现两个感染性钉螺的高聚集区C和D,其活螺感染率分别为周围地区的2.639和4.027倍,经检验均有显著性差异($P<0.01$),这两块孳生地分别为铜井镇新生洲上的1号滩地和江宁镇的子母洲。

表1 江宁县洲滩钉螺孳生地活螺及其感染状况空间聚集性分析结果

类 型	标 识	中心位置	半径 (km)	相对 危险度	对数 似然比	P 值
活 螺	A	31.795N ^a , 118.488E ^b	4.79	4.272	31 781.16	0.001
	B	31.870N, 118.537E	0	3.519	3 096.40	0.001
感染螺	C	31.886N ^a , 118.557E ^b		2.639	7.506	0.002
	D	31.810N, 118.516E		4.027	6.169	0.008

注:a N;北纬;b E;东经

2.3 孳生地钉螺分布空间自相关性分析 根据江宁县江滩钉螺孳生地的分布及各钉螺孳生“训练点”的活螺密度,在ArcView 8.1软件的支持下,拟合江宁县江滩钉螺空间分布的变异函数 $\gamma(h)$,结果为:

$$\gamma(h)=\begin{cases} 0 & (h=0) \\ 14.661\times(\frac{3}{2}\frac{h}{0.0301}^2-\frac{1}{2}\frac{h^3}{0.0301^3}) & (0<h<0.0301) \\ 14.661 & (h>0.0301) \end{cases}$$

可见江宁县江滩钉螺分布的变异函数为球型模型,其变程 $\alpha=0.0301$,基台值 $C=14.661$,说明当两钉螺孳生点之间的距离小于0.0301时,其活螺密度在空间的分布变化与距离有关,存在空间自相关性,且其变异可由变异函数 $\gamma(h)$ 来估计;当 $h>0.0301$ 时,其空间自相关性消失。同时进一步分析发现钉螺密度在不同方向上的变异函数不同,存在几何各向异性,即其基台值相同而变程不同,其最大变程为0.0572,最小变程为0.0236,各向异性比为2.421;且以315°

即西北方向上的空间自相关性最为明显。

3 讨论

本研究根据现场调查的2000年江宁县江滩钉螺的孳生分布状况,结合当地的空间结构图,在ArcView 8.1软件的支持下,建立了江宁县江滩钉螺孳生分布的地理信息系统,并应用相关的空间分析技术,对江滩钉螺的空间分布特征进行了分析。

结果发现,江宁县江滩钉螺孳生地在空间分布并不均一,主要集中在江滩的沿江地区;且进一步空间扫描分析显示江宁县江滩分别存在2个活螺及2个感染螺的高聚集区,其活螺密度或活螺感染率明显高于周围地区($P<0.001$)。因此,说明在江宁县江滩活螺及感染螺的高聚集区有适于钉螺孳生繁殖的某些因素存在,这为进一步探索钉螺分布的影响因素研究提供了依据。

本研究利用地统计学的方法建立了江宁县江滩钉螺分布的变异函数并绘制了其变异函数曲线,结果表明,当空间距离小于0.0301时,江宁县江滩钉螺在空间分布上的变异与距离有关,并可以通过其变异函数来估计;同时发现江宁县江雄钉螺分布的变异存在几何各向异性,且以315°(即西北)方向的自相关性最大。变异函数及变异函数曲线是常用的分析变量空间变异和结构的有效工具,已被用于疾病或媒介相关资料的空间结构分析中,如Kleinschmidt等^[8]在分析环境因素与疟疾流行分布的关系时,即用半方差图来确定回归模型残差的空间分布特征;同样Thomson等^[9]在研究以卫星遥感及其他环境资料预测冈比亚儿童疟疾感染危险性时,也是以半方差图来确定建立的logistic回归模型预测残差的空间分布特征。而将该方法用于血吸虫中间宿主空间分布特征的分析本研究尚属首次,钉螺分布变异函数的建立将为进一步定量探讨钉螺的空间分布特征及研究相关因素与钉螺孳生分布的关系提供依据。

参考文献:

[1] 耿贯一. 流行病学[M]. 北京:人民卫生出版社,1996. 1201—1220.

[2] 赵慰先. 人体寄生虫病学[M]. 北京:人民卫生出版社,1994. 391—404.

[3] Andrew ML, Richard ER, William PK. Geostatistics and geographic informationsystems in applied insect ecology[J]. Aonu Rev Entomol, 1993, 38:303—327.

[4] 王政权. 地统计学及在生态学中的应用[M]. 北京:科学出版社,1999.

[5] Johnston K, Ver Hoef JM, et al. Using ArcGIS: Geostatistical Analysis[M]. USA: ESRI, 1999. 49—79.

[6] Walter SD. Assessing spatial patterns in disease rates[J]. Statistics in Medicine, 1993, 12: 1885—1894.

[7] Munasinghe RL, Morris RB. Localization of disease clusters using regional measures of spatial autocorrelation[J]. Statistics in Medicine, 1996, 15: 893—905.

[8] Kleinschmidt I, Bagayoko M, Clarke GPY, et al. A Spatial statistical approach to malaria mapping[J]. International Journal of Epidemiology, 2000, 29: 355—361.

[9] Thomson MC, Connor SJ, ACESSAHDR UD, et al. Predicting malaria infection in Gambian children from staellite data and bed net use surveys, the importance of spatial coeluckation in the interpretation of results[J]. Am J Trop Med Hyg, 1999, 61(1): 2—8.