

· 论 著 ·

温州市耐多药 / 耐利福平肺结核空间聚集性分析

单志力, 李君, 逢颖鑫, 毛玲琼, 朱小梅

温州市疾病预防控制中心, 浙江 温州 325000

摘要: **目的** 了解 2014—2017 年温州市耐多药 / 耐利福平肺结核发病的空间分布特征, 为防治耐多药 / 耐利福平肺结核提供依据。**方法** 从中国疾病预防控制中心信息系统的结核病管理信息系统导出 2014—2017 年温州市耐多药 / 耐利福平肺结核病例资料, 并与温州勘察测绘研究院地理信息数据库关联, 采用 ArcGIS 10.1 软件全局空间自相关分析温州市耐多药 / 耐利福平肺结核空间聚集现象, 再采用 SaTScan 9.3 软件分析温州市耐多药 / 耐利福平肺结核区域聚集性。**结果** 2014—2017 年温州市共报告耐多药 / 耐利福平肺结核 452 例, 总登记率为 4.74/10 万, 各地区分布不均匀, 登记率较高 (7.45/10 万以上) 的地区集中在永嘉县中北部、乐清市中南部和文成县中东部。全局空间自相关分析结果提示, 2014—2017 年温州市耐多药 / 耐利福平肺结核总登记率存在空间聚集性 (Moran's $I=0.321$, $Z=7.352$, $P<0.001$)。空间扫描分析发现永嘉县东南部和乐清市南部的 20 个乡镇 / 街道为一级聚集区域 ($RR=2.213$, $LLR=22.353$, $P<0.001$), 鹿城区的仰义街道和双屿街道为二级聚集区域 ($RR=2.488$, $LLR=9.889$, $P=0.004$)。**结论** 2014—2017 年温州市耐多药 / 耐利福平肺结核发病存在空间聚集性, 高发区域在永嘉县东南部、乐清市南部、鹿城区仰义街道和双屿街道。

关键词: 肺结核; 耐多药肺结核; 空间聚集; 地理信息系统

中图分类号: R195.4; R521 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087 (2019) 03-0242-04

Analysis on the spatial clustering of multidrug resistant or rifampicin resistant pulmonary tuberculosis in Wenzhou

SHAN Zhi-li, LI Jun, PANG Ying-xin, MAO Ling-qiong, ZHU Xiao-mei

Wenzhou Center for Disease Control and Prevention, Wenzhou, Zhejiang 325000, China

Abstract: **Objective** To understand the spatial distribution of multidrug resistant/rifampicin resistant pulmonary tuberculosis (MDR/RR PTB) in Wenzhou from 2014 to 2017, and to provide the scientific basis for MDR/RR TB control and prevention. **Methods** The data of MDR/RR PTB cases in Wenzhou from 2014 to 2017 were collected from the Tuberculosis Management Information System of the Chinese Disease Prevention and Control Information System, and was associated with the geographic information database of Wenzhou Survey and Mapping Research Institute. The global spatial autocorrelation analysis was carried out by ArcGIS 10.1 to determine if there was spatial clustering of MDR/RR PTB cases in Wenzhou. The specific clustering areas of the MDR/RR PTB in Wenzhou was analyzed by SaTScan 9.3 and presented by ArcGIS. **Results** There were 452 MDR/RR PTB cases reported in Wenzhou from 2014 to 2017, with a total registration rate of 4.74/100 000. The incidence rate of MDR/RR PTB in Wenzhou was unevenly distributed; the areas with registration rates of more than 7.45/100 000 were the north-central parts of Yongjia, the south-central parts of Yueqing and the east-central parts of Wencheng. The results of global spatial autocorrelation analysis showed that there were obvious clustering for MDR/RR PTB in Wenzhou (Moran's $I=0.321$, $Z=7.352$, $P<0.001$). The spatial scanning found two clusters: 20 towns/streets in the southeastern part of Yongjia and the south of Yueqing were the primary clustering areas ($RR=2.213$, $LLR=22.353$, $P<0.001$); Yangyi Street and Shuangyu Street in Lucheng were the secondary clustering areas ($RR=2.488$, $LLR=9.889$, $P=0.004$). **Conclusion** The MDR/RR PTB cases reported from 2014 to 2017 in

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2019.03.006

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (2017KY635); 温州市科技计划项目 (Y20140039)

作者简介: 单志力, 本科, 主治医师, 主要从事结核病防治工作

通信作者: 单志力, E-mail: zhili0245@163.com

Wenzhou had spatial clustering. The high-incidence areas were in the southeast of Yongjia, south of Yueqing, Yangyi Street and Shuangyu Street of Lucheng.

Key words: Tuberculosis; Multidrug resistant tuberculosis; Spatial clustering; Geographic Information System

全球肺结核发病率居高不下,特别是耐多药/耐利福平肺结核的防控形势日益严峻,被世界卫生组织定义为“全球公共卫生危机”,迫切需要采取更加精准有效的应对措施^[1]。肺结核作为重大呼吸道传染病,其发生、发展及流行具有明显的空间属性,而地域之间的相互作用和扩散现象容易进一步导致耐多药/耐利福平肺结核疫情聚集高发^[2-3]。随着地理信息技术的发展,近年来已有越来越多的学者应用该技术探索肺结核的发生、流行与空间的关系^[4-7],但大多数研究只在县级以上水平探讨肺结核流行与空间的关系,而针对耐多药/耐利福平肺结核开展空间流行病学分析的文献较少。本研究采用 ArcGIS 和 SaTScan 软件,从乡镇级水平分析 2014—2017 年温州市耐多药/耐利福平肺结核的空间聚集区域和聚集原因,为耐多药/耐利福平肺结核防治和卫生资源配置提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源 2014—2017 年温州市肺结核病例资料来自中国疾病预防控制中心结核病管理信息系统,人口数据来自温州市统计局官方网站 (<http://wztjj.wenzhou.gov.cn>) 公布的人口年度公报和第六次人口普查公报。地理信息来自温州勘察测绘研究院地理信息数据库。

1.2 方法 以“登记时间为 2014—2017 年”“现住址为温州”“耐药监测结果显示为耐利福平或耐多药”作为查询条件从结核病管理信息系统导出所有病例的基本病案资料。以地理信息数据库数据属性表中的行政地区名关联结核病病例信息,建立空间分析数据库。计算各乡镇或街道耐多药/耐利福平肺结核病登记率,登记率(1/10 万) = (耐多药或耐利福平肺结核病例总数 / 常住总人口数) × 100 000 / 10 万。采用 ArcGIS 10.1 软件进行全局空间自相关分析,判定温州市耐多药/耐利福平肺结核病例是否存在空间聚集现象,再采用 SaTScan 9.3 软件分析具体聚集区域,根据耐多药/耐利福平肺结核登记资料和扫描统计分析结果,用 ArcGIS 10.1 软件关联数据,绘制地图。

1.2.1 全局空间自相关分析 采用 ArcGIS 10.1 软件空间统计分析模块计算温州市耐多药/耐利福平肺结核总登记率全局空间自相关 Moran's I 值,并进行统

计推断,以了解整个研究区域内的空间聚集模式,检验水准 $\alpha=0.01$ 。

1.2.2 空间聚集区域分析 采用 SaTScan 9.3 软件进行空间扫描分析,选用离散变量的 Poisson 分布模型,以各乡镇中心坐标为地理坐标数据。设定最大空间聚集区域为温州市总人口的 25%,计算研究地区不同圆心动态窗口区域内与动态窗口区域外空间单元属性的似然比 (likelihood ratio, LLR),并进行统计推断,了解温州市耐多药/耐利福平肺结核聚集中心和聚集半径。LLR 值越大且差异有统计学意义,表示该动态窗口所含区域为聚集区域的概率越大^[8],其中一级空间聚集区域的 LLR 值最大,二级空间聚集区域较一级空间聚集区域的 LLR 值小,以此类推^[9-10]。检验水准 $\alpha=0.01$ 。

2 结果

2.1 基本情况 2014—2017 年温州市共报告耐多药/耐利福平肺结核 452 例,其中男性 331 例,女性 121 例;年龄 15~90 岁,平均 (46.2 ± 16.4) 岁;初治患者 245 例,复治患者 207 例。原发性耐药 245 例,占 54.20%。耐多药/耐利福平肺结核年均总登记率为 4.74/10 万,各地区耐多药/耐利福平肺结核登记率分布不均匀,登记率较高(7.45/10 万以上)的乡镇/街道集中在永嘉县中北部、乐清市中南部和文成县中东部,见图 1。

2.2 全局空间自相关分析 全局空间自相关分析结果显示,2014—2017 年的 Moran's I 值为 0.321, Z 值为 7.352, $P < 0.001$,提示 2014—2017 年温州市耐多药/耐利福平肺结核总登记率存在空间聚集性。

2.3 聚集区域分析 2014—2017 年温州市耐多药/耐利福平肺结核病例存在 2 个聚集区域,覆盖 22 个乡镇/街道;一级聚集区域在永嘉县东南部和乐清市南部的 20 个乡镇/街道,二级聚集区域在鹿城区仰义街道和双屿街道。见图 2 和表 1。

3 讨论

2014—2017 年温州市耐多药/耐利福平肺结核病例分布不均匀,登记率较高的乡镇/街道主要集中在永嘉县中北部、乐清市中南部和文成县中东部等区域。在传统的流行病学“三间分布”分析中,地区分

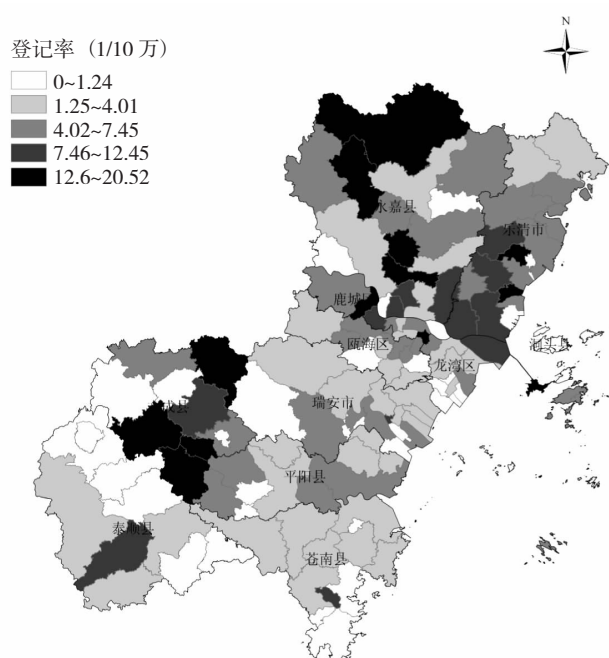


图1 2014—2017年温州市耐多药/耐利福平肺结核总登记率分布

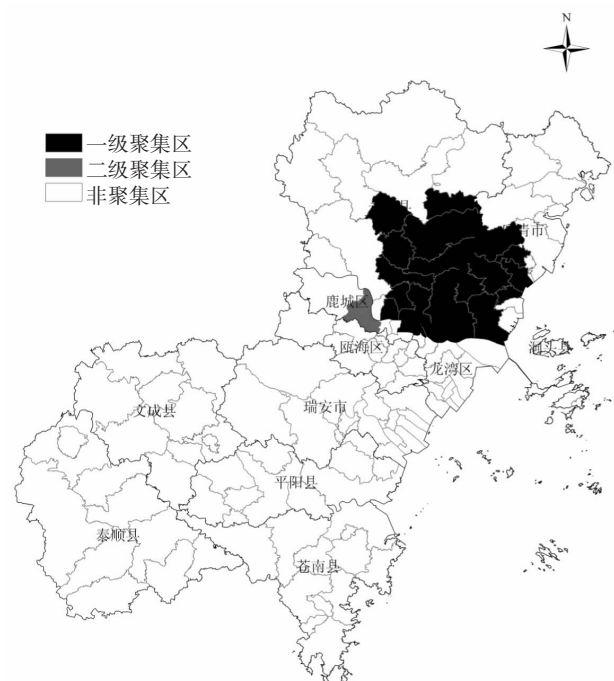


图2 2014—2017年温州市耐多药/耐利福平肺结核空间聚集性

表1 2014—2017年温州市耐多药/耐利福平肺结核病例空间扫描分析结果

聚集区域	街道/乡镇	实际病例数	理论病例数	RR 值	LLR 值	P 值
一级	东城街道、沙头镇、白石街道、乌牛街道、乐成街道、南城街道、北城街道、三江街道、淡溪镇、枫林镇、黄田街道、北白象镇、石帆街道、城南街道、柳市镇、城东街道、大若岩镇、七都街道、江北街道、滨江街道	109	57	2.213	22.353	<0.001
二级	仰义街道、双屿街道	33	14	2.488	9.889	0.004

布不能反映传染病在相邻地区的影响和传播,而应用空间扫描分析时,由于事先未对传染病聚集性的区域、规模作任何假定,避免了选择偏倚,可以最大限度地数据进行数据挖掘,发现聚集性的存在。耐药肺结核主要由不规范的抗结核治疗等继发性原因导致,但近年分子流行病学研究显示近期传染是导致耐多药肺结核疫情的重要原因^[11-13]。本研究结果也印证了上述观点。

2014—2017年温州市耐多药/耐利福平肺结核存在2个聚集区域,提示同一聚集区域内各乡镇(街道)耐多药/耐利福平肺结核登记率较为接近,即来自同一总体的概率较大。一级聚集区域在永嘉县东南部和乐清市南部;二级聚集区域为鹿城区仰义街道和双屿街道。造成耐多药/耐利福平肺结核空间聚集的原因较多,除当地的肺结核发病水平、肺结核防治工作水平外,还可能与气候、人口、地理、经济和社会文化等因素有关^[14-15]。青壮年、经济水平低下等因素是耐药肺结核发生的高危因素,也是结核分枝杆菌

近期传播的危险因素^[16-18]。本研究中耐多药/耐利福平肺结核原发性耐药所占比例较高(54.20%),聚集区域是温州市流动人口集中的区域,青壮年、经济水平低下人口所占比例较高,提示温州市耐多药/耐利福平肺结核由传播造成原发性耐药的严峻形势。

综上所述,永嘉县东南部、乐清市南部、鹿城区仰义街道和双屿街道应作为温州市耐多药/耐利福平肺结核的重点防控区域,需加强监测,加大卫生资源的配置和倾斜,优化流动人口或经济水平低下人群耐药肺结核诊疗补助政策,提高耐药肺结核的发现和治理管理水平,控制耐药肺结核疫情。

参考文献

- [1] World Health Organization. Global tuberculosis report 2018 [R/OL]. [2018-11-30]. http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/.
- [2] LI L, XI Y L, REN F, et al. Spatio-temporal distribution characteristics and trajectory similarity analysis of tuberculosis in Beijing, China [J]. Int J Environ Res Public Health, 2016, 13 (3): 291.

- [3] MACIEL E L, PAN W, DIETZE R, et al. Spatial patterns of pulmonary tuberculosis incidence and their relationship to socio-economic status in Vitoria, Brazil [J]. *Int J Tuberc Lung Dis*, 2010, 14 (11): 1395-1402.
- [4] AGARWAL S, NGUYEN D T, TEETER L D, et al. Spatial-temporal distribution of genotyped tuberculosis cases in a county with active transmission [J]. *BMC Infect Dis*, 2017, 17 (1): 378.
- [5] SERAPHIN M N, LAUZARDO M, DOGGERR R T, et al. Spatio-temporal clustering of *Mycobacterium tuberculosis* complex genotypes in Florida: genetic diversity segregated by country of birth [J]. *PLoS One*, 2016, 11 (4): e0153575.
- [6] CURTIS A, CURTIS J W, SHOOK E, et al. Spatial video geonarratives and health: case studies in post-disaster recovery, crime, mosquito control and tuberculosis in the homeless [J]. *Int J Health Geogr*, 2015, 14: 22.
- [7] LUIZ RDOS S, SUFFYS P, BARROSO E C, et al. Genotyping and drug resistance patterns of *Mycobacterium tuberculosis* strains observed in a tuberculosis high-burden municipality in Northeast, Brazil [J]. *Braz J Infect Dis*, 2013 17 (3): 338-345.
- [8] KULLDORFF M. SaTScan User Guide for version 9.3 [EB/OL]. [2018-11-30]. <http://www.satscan.org>.
- [9] 赵飞, 王黎霞, 成诗明, 等. 中国 2008—2010 年结核病空间分布特征分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2013, 34 (2): 168-172.
- [10] STELLING J, YIH W K, GALAS M, et al. Automated use of WHONET and SaTScan to detect outbreaks of *Shigella* spp. using antimicrobial resistance phenotypes [J]. *Epidemiol Infect*, 2010, 138 (6): 873-883.
- [11] YANG C, LUO T, SHEN X, et al. Transmission of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* in Shanghai, China: a retrospective observational study using whole-genome sequencing and epidemiological investigation [J]. *Lancet Infect Dis*, 2017, 17 (3): 275-284.
- [12] CASALI N, NIKOLAYEVSKYY B, BALABANOVA Y, et al. Evolution and transmission of drug-resistant tuberculosis in a Russian population [J]. *Nat Genet*, 2014, 46 (3): 279-286.
- [13] CASALI N, BRODA A, HARRIS S R, et al. Whole genome sequence analysis of a large isoniazid-resistant tuberculosis outbreak in London: a retrospective observational study [J]. *PLoS Med*, 2016, 13: e1002137-32.
- [14] WUBULI A, XUE F, JIANG D B, et al. Socio-demographic predictors and distribution of pulmonary tuberculosis (TB) in Xinjiang, China: a spatial analysis [J]. *PLoS One*, 2015, 10 (12): e0144010.
- [15] LI X X, WANG L X, ZHANG H, et al. Spatial variations of pulmonary tuberculosis prevalenceco-impacted by socio-economic and geographic factors in People's Republic of China, 2010 [J]. *BMC Public Health*, 2014, 14: 257.
- [16] 高谦, 梅建. 传播才是造成我国结核病高耐药率的主要原因 [J]. *中国防痨杂志*, 2015, 37 (11): 1091-1096.
- [17] 张国钦, 钟达. 耐药肺结核发生和流行的危险因素 [J]. *中国慢性病预防与控制*, 2017, 25 (7): 557-560.
- [18] 高会霞, 侯军良, 张志, 等. 346 例肺结核患者结核分枝杆菌耐药性调查及耐多药结核病影响因素分析 [J]. *中国防痨杂志*, 2015, 37 (11): 1130-1135.

收稿日期: 2018-11-16 修回日期: 2018-12-24 本文编辑: 徐文璐

(上接第 241 页)

- 及影响因素分析 [J]. *中国公共卫生*, 2016, 32 (6): 736-739.
- [4] 罗艳侠, 石晶, 周涛, 等. 社区中老年人高血压患病及血压控制情况调查分析 [J]. *中国全科医学*, 2013, 16 (25): 3015-3018.
- [5] 李冰, 毛辉曙, 王萍, 等. 江山市手足口病空间聚集性分析 [J]. *预防医学*, 2018, 30 (7): 707-710.
- [6] 张永强, 刘泽军. 地理信息系统 (GIS) 在公共卫生中的应用 [J]. *中国公共卫生*, 2005, 21 (5): 632-633.
- [7] 热伊拉·吾斯曼. 应用地理信息系统技术分析新疆糖尿病的空间分布 [D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2015.
- [8] 吴林雄. 昆明市官渡区农村居民高血压患病的 GIS 空间统计分析 [D]. 昆明: 昆明医学院, 2010.
- [9] 蒋玲玲. 吉林省成人高血压与糖尿病的空间分布特点及影响因素分析 [D]. 长春: 吉林大学, 2016.
- [10] 郭剑. 基于 WebGIS 的云南省高血压数据调查分析系统 [D]. 昆明: 云南大学, 2013.
- [11] 胡雪芸, 何宗宜, 苗静. 疾病数据的时空聚集分析及可视化 [J]. *测绘通报*, 2015 (11): 106-111.
- [12] 罗慧, 农艺, 唐忠. 广西医疗卫生资源配置的空间分布及聚集性分析 [J]. *中国卫生资源*, 2017, 20 (2): 114-117.
- [13] 庄勋, 陆青云, 陆峰. 基于 GIS 的南通市肺结核发病空间分布研究 [J]. *中国卫生统计*, 2011, 28 (4): 384-386.
- [14] 黄秋兰, 唐咸艳, 周红霞, 等. 应用空间回归技术从全局和局部两水平上定量探讨影响广西流行性乙型脑炎发病的气象因素 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2013, 17 (4): 282-286.
- [15] 中国肥胖问题工作组. 中国成人超重和肥胖症预防与控制指南 (节录) [J]. *营养学报*, 2004, 26 (1): 1-4.
- [16] 刘卫东, 俞清, 刘林飞, 等. 江苏省淮安市常住居民高血压影响因素分析 [J]. *健康教育与健康促进*, 2014, 9 (4): 269-272.
- [17] 李洋. 社区高血压前期生活方式群组干预模式研究 [D]. 南京: 东南大学, 2017.
- [18] 范吉祥, 刘鑫, 张昭, 等. 2013 年吉林省成人超重和肥胖流行现状及与高血压的关系 [J]. *中国卫生工程学*, 2018 (5): 678-681.
- [19] 杨丽, 俞蔚, 徐小玲, 等. 高血压患病及相关因素的现况研究 [J]. *浙江预防医学*, 2013, 25 (4): 14-17.
- [20] 胡熠, 郑艳玲. 高血压患者实施社区规范化管理措施及治疗效果观察 [J]. *中国社区医师*, 2018, 35 (3): 11-13.

收稿日期: 2018-09-17 修回日期: 2018-11-28 本文编辑: 姜安琪