

2013—2018年中国结核病空间聚集性分析

杨丽佳 李涛 陈伟

中国疾病预防控制中心结核病预防控制中心, 北京 102206

通信作者: 陈伟, Email: chenwei@chinacdc.cn

【摘要】 目的 分析2013—2018年中国结核病以县(区)为单位的空间聚集性特征及其变化趋势。**方法** 数据来源于中国疾病预防控制中心信息系统结核病信息管理系统,以2013—2018年全国各县(区)结核病登记数据和同期人口数据为基础,描述2013—2018年结核病疫情的空间分布特征,采用SaTScan 9.6软件对2013—2018年以县(区)为单位的结核病登记率进行空间扫描,通过扫描窗口下的对数似然比(LLR)和 P 值判断结核病聚集区的位置和范围,在此基础上分析聚集区结核病发病的 RR 值。**结果** 2013—2018年,全国结核病登记率基本呈缓慢下降趋势。全国范围内存在多个空间高值聚集区,主要位于西部的新疆维吾尔自治区(新疆)、西藏自治区(西藏)、陕西省、四川省、重庆市、云南省、贵州省、广西壮族自治区(广西),中东部的内蒙古自治区、湖北省、湖南省、江西省、广东省、海南省。结核病空间聚集区覆盖的县(区)数量呈缓慢下降趋势,从2013年的1 112个下降到2018年的806个。新疆南疆地区、西藏西部地区的结核病聚集区相比于其他地区,结核病发病的 RR 值始终维持在较高水平($RR > 3.0$)。**结论** 2013—2018年我国结核病聚集区域覆盖的县(区)数量逐渐减少,聚集区主要分布于西部、中部的多个省份,应加强结核病聚集区的结核病患者健康教育和早期发现等防控工作,防止结核病疫情的扩散。西部地区不仅存在结核病聚集性,且结核病发病 RR 值较高,应加强结核病患者的治疗管理等工作。

【关键词】 结核病; 空间聚集性; 分析

基金项目: 国家科技重大专项(2017ZX10201302-007)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200114-00029

Study on spatial clustering characteristics of tuberculosis in China, 2013–2018

Yang Lijia, Li Tao, Chen Wei

National Center for Tuberculosis Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

Corresponding author: Chen Wei, Email: chenwei@chinacdc.cn

【Abstract】 Objective To explore the tuberculosis (TB) clustering areas and changing tendency in China from 2013 to 2018, so as to provide evidence for improving the control and prevention programs on TB. **Methods** Spatial distribution of TB in China from 2013 to 2018 was studied using data from TB information management system of Chinese disease prevention and control information system. The SaTScan 9.6 software was used to detect and analyze the TB clusters and relative risks. Likelihood ratio and P value under the scan windows were used as the main index to define the clusters. **Results** The TB registration rate declined in China from 2013 to 2018. High-risk clusters were mainly located in western regions of Xinjiang, Tibet, Shaanxi, Sichuan, Chongqing, Yunnan, Guizhou, Guangxi provinces and central and eastern regions of Inner Mongolia, Hubei, Hunan, Jiangxi, Guangdong and Hainan provinces. The number of counties with TB clusters declined slowly, from 1 112 in 2013 to 806 in 2018. In comparison with areas other than the clusters, the RR of TB in the clusters remained at high levels in southern Xinjiang and western Tibet from 2013 to 2018 ($RR > 3.0$). **Conclusions** The number of the counties with TB clustering declined slowly from 2013 to 2018, and most of them were located in western and central China. Early detection and health education should be focused on TB patients to prevent the spread of TB. Management programs set for TB patients should be strengthened, especially in the western parts of the country where TB clusters and high relative risks existed.

【Key words】 Tuberculosis; Spatial cluster; Analysis

Fund program: National Science and Technology Major Project of China (2017ZX10201302-007)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200114-00029

结核病是由结核分枝杆菌感染引起的慢性呼吸道传染病。WHO 发布的 2019 年全球结核病报告显示^[1],我国仍是全球 30 个结核病高负担国家之一,WHO 估算的 2018 年全球新发结核病患者中,我国位列全球第二位(占 9.0%),严重阻碍了我国的经济和社会发展。结核病的传播具有一定的空间聚集性特征^[2-5]。既往相关研究主要在省、市级层面,未能展示全国各县(区)的时空分布特征。本研究利用空间流行病学方法,对 2013—2018 年全国结核病疫情进行空间聚集性分析,在县(区)水平上探索结核病的空间聚集区域的精确位置和范围,分析我国的结核病空间分布特征。有助于明确结核病防治的重点地区,合理配置有限的卫生资源^[6]。

资料与方法

1. 资料来源:本研究收集全国分县(区)的行政区划编码和坐标、2013—2018 年全国各县(区)结核病登记数据以及同期人口数据。行政区划编码和坐标来源于国家基础地理信息系统的全国县(区)电子地图,结核病登记数据来源于中国疾病预防控制中心信息系统结核病信息管理系统(结核病专报系统),人口数据来源于中国疾病预防控制中心信息系统基本信息系统,分别构建电子地图数据库、结核病登记数据库和人口数据库。

2. 数据整理:以全国县(区)电子地图数据库中各县(区)的行政区划编码为参照,对结核病登记数据库和人口数据库中的行政区划编码加以调整,使同一地区 2013—2018 年行政区划编码保持一致。以行政区划编码为匹配标准,将电子地图数据库、结核病登记数据库和人口数据库进行匹配,删除县(区)坐标、县(区)结核病登记数和县(区)人口数存在缺失的记录,建立最终的结核病疫情空间分析数据库,2013—2018 年全国匹配成功的县(区)比例分别为 93.5%、94.1%、94.6%、95.9%、96.7% 和 91.4%^[7]。

3. 基本统计描述:以 2013—2018 年结核病专报系统中全国及各县(区)的结核病登记数为分子,以同期的人口数为分母,计算 2013—2018 年全国及各县(区)的结核病登记率,并简要描述结核病登记率的分布情况。使用结核病登记率辅以系统漏登率来估算结核病发病率,或直接近似表示发病率。

4. 空间分析:运用 SaTScan 9.6 软件,对 2013—2018 年全国各县(区)结核病空间分析数据库进行空间扫描统计。空间扫描是在地图上添加一个圆形或椭圆形窗口,窗口的中心位置和窗口面积在一定

范围内不断变化。空间扫描统计以动态窗口扫描为基础,通过计算不同窗口下的对数似然比(likelihood ratio, *LLR*),判断聚集区域的中心位置和范围,*LLR* 越大越有可能是聚集区域。SaTScan 9.6 软件既能识别最有可能聚集区域(一级聚集区),也能识别其他有统计学意义的聚集区域(二级聚集区)^[8]。

扫描窗口下的零假设是窗口下的聚集风险不高于窗口外的其他地区,在 Poisson 模型中,*LLR* 的计算公式:

$$LLR = \left(\frac{c}{E[c]} \right)^c \left(\frac{C-c}{C-E[c]} \right)^{(C-c)} I()$$

c 表示窗口下的病例数,*C* 表示所有地区的病例总数,*E*[*c*] 表示零假设下扫描窗口内的期望病例数。*I*() 是一个指示函数,当窗口下的实际病例数高于期望病例数时,*I*()=1;相反,当窗口下的实际病例数低于期望病例数时,*I*()=0。

聚集区域下的 *RR* 值表示扫描窗口内的发病危险度与窗口外的发病危险度之比。

$$RR = \frac{c/E[c]}{(C-c)/E[C]-E[c]} = \frac{c/E[c]}{(C-c)/C-E[c]}$$

RR 值 > 1,说明扫描窗口内的结核病发病危险度高于窗口外的其他地区;反之,说明窗口内发病危险度低于窗口外地区。

运用 SaTScan 9.6 软件的 Poisson 模型对空间高值聚集区进行空间分析,扫描窗口选择圆形窗口,窗口的最大扫描面积为覆盖总人口的 50%,*P* 值计算方法为系统默认(标准蒙特卡罗方法、序贯蒙特卡罗方法与耿贝尔近似的结合),蒙特卡罗最大迭代次数为 999 次。采用 Arcgis 10.2 软件对空间分析结果进行可视化展示。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

1. 基本情况:2013—2018 年,全国结核病登记率分别为 63.17/10 万、60.97/10 万、59.02/10 万、57.18/10 万、56.43/10 万和 57.59/10 万,整体上呈逐年下降趋势,下降了 8.8%,年递降率 1.8%。

2013—2018 年纳入空间分析的县(区)数分别为 2 667、2 687、2 696、2 735、2 757 和 2 605 个。2013 年有 1 328 个县(区)(占 50%)结核病登记率高于全国平均水平(63.17/10 万);2015 年有 1 270 个县(区)高于全国平均水平(59.02/10 万),占 47%;2018 年,有 1 103 个县(区)高于全国平均水平(57.59/10 万),占 42%。

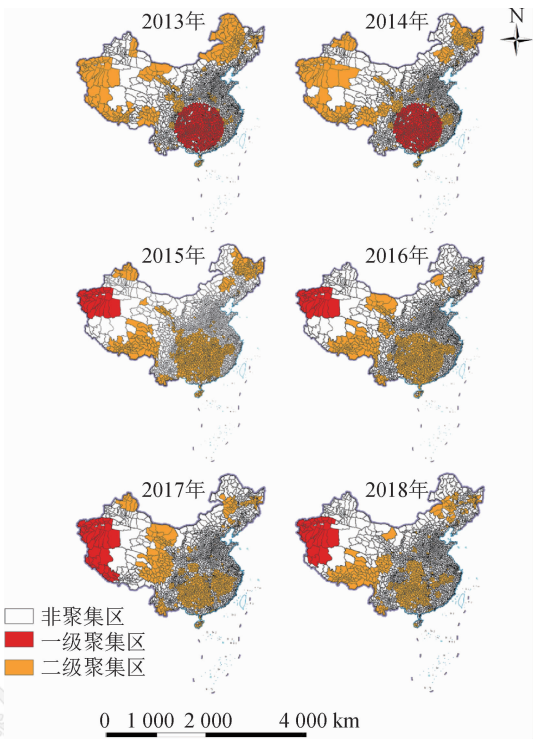
2. 空间聚集性分析:2013—2018 年,结核病空

间高值聚集区主要位于新疆维吾尔自治区(新疆)、西藏自治区(西藏)、内蒙古自治区(内蒙古)、陕西省、四川省、重庆市、云南省、贵州省、广西壮族自治区(广西)和中东部的湖北省、湖南省、江西省、广东省、海南省(图1)。结核病空间聚集区覆盖的县(区)数量呈缓慢下降趋势,从2013年的1 112个下降到2018年的806个。2013年一级聚集区聚集中心位于湖南省怀化市辰溪县,覆盖了636个县(区)($LLR=14\ 121$);2014年一级聚集区聚集中心仍然位于湖南省怀化市辰溪县,覆盖了643个县(区)($LLR=13\ 187$);2015年一级聚集区聚集中心位于新疆和田地区墨玉县,覆盖了38个县(区)($LLR=15\ 764$);2016年一级聚集区聚集中心仍然位于新疆和田地区墨玉县,覆盖了39个县(区)($LLR=17\ 929$);2017年一级聚集区聚集中心位于西藏阿里地区的日土县,覆盖了57个县(区)($LLR=25\ 931$);2018年一级聚集区聚集中心位于新疆和田地区策勒县,覆盖了39个县(区)($LLR=88\ 882$)(表1,图1)。

表1 2013—2018年全国结核病空间聚集性扫描结果

年份	聚集 分级	聚集 区数	覆盖县 (区)数	LLR值	P值	RR值
2013	一级	1	636	14 121	<0.001	1.49
	二级	113	476	11 ~ 11 848	<0.05	1.12 ~ 8.70
2014	一级	1	643	13 187	<0.001	1.48
	二级	113	504	11 ~ 12 778	<0.04	1.10 ~ 7.42
2015	一级	1	38	15 764	<0.001	4.23
	二级	104	1 104	7 ~ 13 788	<0.04	1.11 ~ 7.99
2016	一级	1	39	17 929	<0.001	4.52
	二级	76	997	15 ~ 12 779	<0.002	1.09 ~ 9.65
2017	一级	1	57	25 931	<0.001	5.35
	二级	109	886	12 ~ 11 206	<0.04	1.10 ~ 12.40
2018	一级	1	39	88 882	<0.001	10.98
	二级	108	767	10 ~ 11 501	<0.05	1.11 ~ 14.20

2013、2014年,西部地区和中部地区交界处的陕西省、四川省、重庆市、湖北省、贵州省、湖南省、广西、江西省存在范围较大的结核病一级聚集区,2015年,该聚集区变为二级聚集区,2017、2018年又分散成了若干个范围相对较小的聚集区。2013、2014年,新疆南疆地区、西藏西北部存在较大范围的结核病二级聚集区,2015年,新疆南疆地区与西藏西北部交界处的结核病聚集被切断,新疆南疆地区成为一级聚集区,2017、2018年两省交界处又再次连成聚集区。2013—2018年,新疆北部结核病空间分布呈聚集-非聚集-聚集-非聚集的波动性变化。内蒙古西部、甘肃省西北部交界处结核病聚集区范围呈缩小-扩大-缩小的波动性变化,2017年与青海省、西藏、四川省形成连片聚集区。西藏东部结核病聚集



注:审图号GS(2019)1697

图1 2013—2018年全国各县(区)结核病空间聚集性分布

区除2017年外,基本呈逐年扩大趋势。黑龙江省、内蒙古东部结核病聚集区2013—2016年逐年缩小,但在2017年略有扩大。

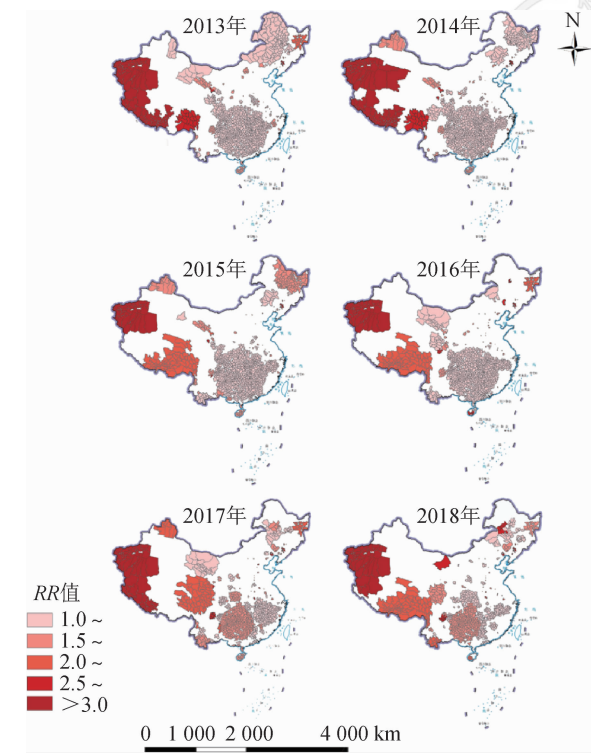
3. 空间RR值分析:2013—2016年,结核病聚集区覆盖的绝大多数县(区) $RR=1.0\sim1.5$;2017、2018年,绝大多数县(区) $RR=1.0\sim1.5$ (或 $RR=1.5\sim2.0$), $RR=1.0\sim1.5$ 的县(区)数较前4年明显减少, $RR=1.5\sim2.0$ 的县(区)数明显增多。2013、2014年 $RR=2.0\sim2.5$ 的县(区)数量分别为28个和7个,2015年, RR 值在这一范围的县(区)数量增加到78个,2016年后稳定在106~108个。2013—2018年, $RR=2.5\sim3.0$ 的县(区)数量始终较少,最高不超过29个。2015、2016年, $RR>3.0$ 的县(区)数量较前两年明显减少,2017年有所增加,2018年又再度减少(表2)。

2013、2014年,结核病一级聚集区结核病发病 $RR=1.0\sim1.5$,位于新疆南疆地区、西藏西北部的二级聚集区结核病发病 $RR>3.0$ 。2015—2018年,结核病一级聚集区的 $RR>3.0$ 。西藏东部地区2013、2014年结核病发病的 $RR=2.5\sim3.0$,2015年后略有降低。2013—2016年,湖南省、湖北省、贵州省、重庆市结核病聚集的部分县(区)结核病 $RR=1.0\sim1.5$,2017年后略有升高。内蒙古阿拉善右旗2016、2017年结核病发病 $RR=1.0\sim1.5$,2018年上升至 $2.0\sim2.5$ 。除新疆南疆地区、西藏西部地区外,还有

表2 2013—2018年我国结核病聚集区RR值分布

年份	RR值	聚集区数	覆盖县(区)数	年份	RR值	聚集区数	覆盖县(区)数
2013	1.0 ~	54	895	2016	1.0 ~	26	820
	1.5 ~	34	73		1.5 ~	24	40
	2.0 ~	11	28		2.0 ~	9	106
	2.5 ~	5	23		2.5 ~	6	17
	>3.0	10	93		>3.0	12	53
2014	1.0 ~	47	928	2017	1.0 ~	46	363
	1.5 ~	39	87		1.5 ~	29	380
	2.0 ~	9	7		2.0 ~	13	108
	2.5 ~	7	29		2.5 ~	6	12
	>3.0	12	96		>3.0	16	80
2015	1.0 ~	41	816	2018	1.0 ~	48	327
	1.5 ~	35	189		1.5 ~	19	293
	2.0 ~	9	78		2.0 ~	14	106
	2.5 ~	5	4		2.5 ~	10	18
	>3.0	15	55		>3.0	18	62

一部分结核病发病RR值较高($RR>3.0$)的地区分布于辽宁省、海南省和四川省(图2)。图2仅绘制了结核病聚集区的RR值,目的是突出显示与图1中的聚集区相对应的RR值。



注:审图号GS(2019)1697;白色区域为非结核病聚集区,其RR值未在图中展示

图2 2013—2018年全国结核病空间聚集区域的RR值分布

讨 论

2013—2018年,全国结核病登记率从2013年的63.17/10万下降至2018年的57.59/10万。在全国结核病登记率持续下降的前提下,高于全国结核病登记率平均水平的县(区)数量也在逐年减少,从2013年

有1328个县(区)下降到2018年的1103个县(区)。本研究发现,2013—2018年全国结核病疫情防控工作取得了一定的成绩,疫情得到一定程度的控制。其中,约200个县(区)结核病登记率下降到全国平均水平以下,疫情下降速度高于全国平均水平,结核病防控工作成效显著。

结核病在空间上存在一定的聚集性特征。传统的数理统计学模型要求研究对象个体间相互独立,传染病空间分布的研究中具有一定的局限性^[9]。空间流行病学可以描述和解释疾病的地理分布以及变化规律,空间聚集性是空间流行病学研究的重要内容之一^[10]。

2013、2014年结核病一级聚集区集中在中部、西部交界处的部分省份,2015年以后转移到新疆南疆地区,2017年又进一步向南延伸到西藏部分地区。一级聚集区是扫描窗口下LLR最大的集群,二级聚集区是扫描窗口下LLR没有一级聚集区大,但同样具有统计学意义的集群。本研究一级聚集区的位置变化无统计学意义,因为2013、2014、2015年一级聚集区的LLR值和二级聚集区中最大的LLR值相差较小(2013、2014、2015年的LLR值分别为14121与11848、13187与12778、15764与13788,均 $P<0.001$)。但是聚集区域覆盖县(区)数量及空间分布对结核病的空间聚集性具有重要的意义。2015年后,聚集区覆盖的县(区)数量逐年递减,提示结核病聚集性减弱。黑龙江、内蒙古东部结核病聚集区2013—2016年逐年缩小,但在2017年略有扩大,提示该地区结核病聚集性减弱后又再次增强。与2013—2016年相比,2017、2018年中部地区的聚集性减弱,从一个较大范围的聚集区分散成了几个范围相对较小的聚集区;青海省、甘肃省、内蒙古、西藏连成了较大范围的结核病聚集区。结核病聚集性增强的原因主要是这些地区的疫情升高,疫情升高一方面可能是结核病疫情从高疫情地区扩散至周围县(区),引起周围县(区)结核病疫情的上升,进而互相连接形成结核病聚集区;另一方面可能是部分地区开展了全民健康体检结核病筛查、患者早期筛查等结核病患者主动发现工作,从而增加了结核病患者登记数,在空间数据上表现为结核病疫情的上升和聚集性的增强。

本研究发现,结核病的空间聚集性与RR值之间无明显相关关系。2013、2014年的一级聚集区的RR值并不高(分别为1.49和1.48);2015—2018年一级聚集区RR值较高,但二级聚集区中仍存在部分县

(区)结核病发病 RR 值高于一级聚集区。2013—2018年,结核病聚集区覆盖的大部分县(区)结核病发病的 $RR=1.0\sim 2.0$ 。2015年 $RR=2.0\sim 2.5$ 的县(区)数量比2014年增加了71个(78比7),而 $RR>2.5$ 的县(区)数量减少了66个(59比125),产生这种变化的原因主要是西藏部分县(区) $RR>2.5$ 的结核病疫情得到了一定程度的控制。新疆的南疆地区结核病发病 RR 值一直较高,是结核病防控的重点地区,此结果与多项研究结果一致^[11-13]。2017年,湖南省、湖北省、贵州省、重庆市的部分县(区)结核病 RR 值略有升高,提示应加强以上地区的结核病防控工作。

本研究从县(区)层面探测结核病聚集区及各聚集区的结核病发病 RR 值,研究尺度比较精确;结核病疫情数据来源于结核病专报系统,数据的覆盖面较广。本研究存在不足。首先,本研究电子地图数据库、结核病登记数据库、人口数据库之间的匹配率未达到100%,且各年度数据匹配率存在一定差异,未纳入分析的县(区)可能对空间分析结果产生一定的影响。另外,部分地区结核病专报系统存在一定程度的漏登情况,可能会低估这些地区结核病的空间聚集性和发病的 RR 值。2015年在我国东、中、西部各3个县(区)开展的一项研究结果表明,结核病的总体漏登率为19.3%,各地区漏登情况存在一定差异^[14]。最后,可能存在一些影响结核病空间分布的混杂因素如经济水平、卫生资源配置情况等没有矫正,因此,将来研究中需要在矫正混杂因素的基础上,进一步分析结核病疫情聚集性分布特征有关影响因素^[6]。

综上所述,2013—2018年,我国结核病聚集区域覆盖的县(区)数量逐渐减少,聚集区主要分布于西部、中部的多个省份,相邻县(区)的结核病疫情之间相互影响。西部地区不仅存在结核病聚集性,且结核病发病 RR 值较高。需加强结核病聚集区的联防联控,提高结核病防控工作人员数量和素质,加强结核病聚集区的结核病患者健康教育、早期发现、治疗管理等防控工作,防止结核病疫情的扩散^[6]。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] WHO. Global Tuberculosis report 2019 [M]. Geneva: World Health Organization, 2019.
- [2] Pinto PFPS, Neto FC, De Almeida Ribeiro MCS. Tuberculosis among South American immigrants in São Paulo municipality: an analysis in space and time [J]. Int J Tuberc Lung Dis, 2018, 22 (1): 80-85. DOI: 10.5588/ijtld.17.0320.
- [3] Milne GM, Graham J, Allen A, et al. Spatiotemporal analysis of prolonged and recurrent bovine tuberculosis breakdowns in Northern Irish cattle herds reveals a new infection hotspot [J]. Spatio-Temporal Epidemiol, 2019, 28: 33-42. DOI: 10.1016/j.sste.2018.11.002.
- [4] Liu MY, Li QH, Zhang YJ, et al. Spatial and temporal clustering analysis of tuberculosis in the mainland of China at the prefecture level, 2005-2015 [J]. Infect Dis Poverty, 2018, 7: 106. DOI: 10.1186/s40249-018-0490-8.
- [5] 李婷, 杨长虹, 何金戈, 等. 四川省凉山彝族自治州2011—2016年痰涂片阳性肺结核疫情时空分布特征 [J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38 (11): 1518-1522. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.11.016.
- [6] Li T, Yang CH, He JG, et al. Spatial-temporal distribution of smear positive pulmonary tuberculosis in Liangshan Yi autonomous prefecture, Sichuan province, 2011-2016 [J]. Chin J Epidemiol, 2017, 38 (11): 1518-1522. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.11.016.
- [7] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.02.015.
- [8] Zhao F, Wang LX, Cheng SM, et al. Analysis on the spatial clustering of tuberculosis based on provincial level in China from 2008 to 2010 [J]. Chin J Epidemiol, 2013, 34 (2): 168-172. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.02.015.
- [9] 国家统计局. 中国统计年鉴—2019 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.
- [10] National Bureau of Statistics. China statistical yearbook—2019 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2019.
- [11] Kulldorff M. SaTScanTM User Guide for version 9.6 [EB/OL]. (2018-03-01) [2020-01-01]. <https://www.satscan.org/techdoc.html>.
- [12] 赵飞, 朱蓉, 张丽娟, 等. 中国湖区五省血吸虫病聚集区域地理信息系统综合探测分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2010, 31 (11): 1272-1275. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.11.016.
- [13] Zhao F, Zhu R, Zhang LJ, et al. Integrated detection and analysis on the clusters of schistosomiasis based on geographic information system [J]. Chin J Epidemiol, 2010, 31 (11): 1272-1275. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.11.016.
- [14] 周艺彪. 加强空间流行病学研究与应用助推我国寄生虫病精准防控 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2019, 31 (4): 356-357. DOI: 10.16250/j.32.1374.2019189.
- [15] Zhou YB. Strengthening the research and application of spatial epidemiology to promote precise prevention and control of parasitic diseases in China [J]. Chin J Schi Control, 2019, 31 (4): 356-357. DOI: 10.16250/j.32.1374.2019189.
- [16] 王希江, 王森路, 赵珍, 等. 2010—2017年新疆维吾尔自治区涂阳肺结核患者流行病学特征分析 [J]. 结核病与肺部健康杂志, 2019, 8 (3): 209-217. DOI: 10.3969/j.issn.2095-3755.2019.03.012.
- [17] Wang XJ, Wang SL, Zhao Z, et al. Analysis of epidemic features of smear-positive pulmonary tuberculosis in Xinjiang Uygur Autonomous Region from 2010 to 2017 [J]. J Tuberc Lung Health, 2019, 8 (3): 209-217. DOI: 10.3969/j.issn.2095-3755.2019.03.012.
- [18] 全国第五次结核病流行病学抽样调查技术指导组, 全国第五次结核病流行病学抽样调查办公室. 2010年全国第五次结核病流行病学抽样调查报告 [J]. 中国防痨杂志, 2012, 34 (8): 485-508.
- [19] Technical Guidance Group of the Fifth National TB Epidemiological Survey, The Office of the Fifth National TB Epidemiological Survey. The fifth national tuberculosis epidemiological survey in 2010 [J]. Chin J Antituberc, 2012, 34 (8): 485-508.
- [20] 靳圆圆, 王微, 闫慈, 等. 扫描统计与空间自相关分析在新疆结核聚集性研究中的应用 [J]. 现代预防医学, 2016, 43 (7): 1156-1161.
- [21] Jin YY, Wang W, Yan C, et al. Application of space-time scanning in tuberculosis studies, Xinjiang [J]. Mod Prev Med, 2016, 43 (7): 1156-1161.
- [22] Li T, Shewade HD, Soe KT, et al. Under-reporting of diagnosed tuberculosis to the national surveillance system in China: an inventory study in nine counties in 2015 [J]. BMJ Open, 2019, 9 (1): e021529. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-021529.

(收稿日期: 2020-01-14)

(本文编辑: 斗智)