

甘肃省2009—2013年肺结核发病的时空聚集性研究

刘新风 苟发香 任晓卫 刘东鹏 郑芸鹤 魏孔福 刘海霞 李娟生 孟蕾

【摘要】 目的 分析2009—2013年甘肃省肺结核报告发病率的时空及发病聚集区分布特征。方法 采用空间统计学方法,利用2009—2013年甘肃省肺结核报告发病率数据,以区(县)水平计算其空间分布的全局、局部自相关系数,并分析时空分布特征。结果 2009—2013年甘肃省肺结核报告发病率存在空间相关性($P<0.001$);局部 G 统计量分析显示热点区域主要分布于河西地区、临夏州、定西部分县区(渭源县、漳县、岷县、安定区),冷点区域主要分布于兰州市、定西地区部分县区(陇西县、通渭县)、天水市、平凉市及庆阳市部分县区;时空分析结果显示,2009—2013年甘肃省肺结核报告发病率存在时空聚集性,高发病率最大可能聚集区分布于河西地区,聚集时间为2009—2010年($LLR=3\ 031.10, RR=2.27, P<0.001$),低发病率最大可能聚集区分布于兰州市,聚集时间为2011—2013年($LLR=1\ 545.52, RR=0.37, P<0.001$)。结论 2009—2013年甘肃省肺结核报告发病率存在空间和时空聚集区域,河西地区是甘肃省肺结核防控的重点地区。

【关键词】 肺结核;地理信息系统;时空聚集

Spatial-temporal specific incidence of pulmonary tuberculosis in Gansu, 2009–2013 Liu Xinfeng¹, Gou Faxiang¹, Ren Xiaowei², Liu Dongpeng¹, Zheng Yunhe¹, Wei Kongfu¹, Liu Haixia¹, Li Juansheng², Meng Lei¹. 1 Gansu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Lanzhou 730000, China; 2 Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Lanzhou University
Corresponding authors: Li Juansheng, Email: lijsh@lzu.edu.cn; Meng Lei, Email: ccdcusc101@163.com
This work was supported by grants from the Research Program for Health of Gansu Province (No. GSWST 2012–06) and National Science and Technology Major Project of China (No. 2012ZX10004–208).

【Abstract】 Objective To understand the spatial-temporal specific incidence of pulmonary tuberculosis (TB) in Gansu. **Methods** The county-based incidence of pulmonary TB in Gansu from 2009 to 2013 was used to calculate Moran's I and G statistics, and analyze the spatial-temporal distribution of areas with different pulmonary TB incidences. **Results** The spatial correlation in incidence of pulmonary TB was found in Gansu from 2009 to 2013 ($P<0.001$), and the hot spot areas were mainly in Hexi area, Linxia, part of Dingxi, while the cold spot areas were in Lanzhou, part of Dingxi, Tianshui, Pingliang and Qingyang. Spatial-temporal analysis showed that the clustering of high pulmonary TB incidence areas were most likely in the Hexi area during 2009–2010 ($LLR=3\ 031.10, RR=2.27, P<0.001$), and the clustering of low pulmonary TB incidence areas were most likely in Lanzhou during 2011–2013 ($LLR=1\ 545.52, RR=0.37, P<0.001$). **Conclusion** The analysis on spatial and spatial-temporal specific incidences of pulmonary TB in Gansu from 2009 to 2013 indicated that Hexi area is the key area in pulmonary TB prevention and control in Gansu.

【Key words】 Pulmonary tuberculosis; Geographic information system; Spatial-temporal clustering

我国是全球第二大结核病高负担国家。2012

年全球约有860万结核病新发病例,130万人死于结核病,其中95%以上的结核病死亡发生在低收入和中等收入国家,以贫困社区和弱势群体受害尤著^[1]。第五次全国结核病流行病学调查结果显示,我国西部地区活动性、涂阳、菌阳肺结核患病率高于中东部地区,其中甘肃省肺活动性肺结核患病率下降较为缓慢,防控形势严重^[2-3]。本研究运用空间统计学的分析方法,探讨甘肃省2009—2013年肺结核报告发

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.05.012

基金项目:甘肃省卫生行业科研计划项目(GSWST 2012-06);国家科技重大专项(2012ZX10004-208)

作者单位:730000 兰州,甘肃省疾病预防控制中心(刘新风、苟发香、刘东鹏、郑芸鹤、魏孔福、刘海霞、孟蕾);兰州大学公共卫生学院流行病学与卫生统计学研究所(任晓卫、李娟生)

通信作者:李娟生, Email: lijsh@lzu.edu.cn; 孟蕾, Email: ccdcusc101@163.com

病率的时空分布特征及其时间和空间变化趋势,为制定结核病防控策略提供科学依据。

资料与方法

1. 资料来源:甘肃省 2009—2013 年肺结核报告发病率和人口数据来源于“传染病报告信息管理系统”,系统中肺结核报告发病率的计算方法参照《传染病监测信息网络直报工作与技术指南》,其公式

某年某地区肺结核报告发病率

$$= \frac{\text{同年该地区肺结核新报告发病例数}}{\text{同年该地区平均人口数}} \times 100\,000/10\text{万}$$

2. 研究方法:采用 ArcGIS 10.2 软件绘制地图,空间自相关采用 Geoda 1.60 软件^[4](包括全局 Moran's *I* 系数和局部 *G* 统计量),使用 SatScan 9.3 软件^[5]进行时空聚集性分析。

使用全局 Moran's *I* 系数和局部 Getis-Ord *G* 统计量进行空间自相关分析。分析时,假设肺结核在人群中的发病风险相同,服从 Poisson 空间随机过程。空间权重矩阵采用二进制空间邻接矩阵(binary spatial proximity/connectivity matrix),即根据是否空间邻接确定空间权重系数。以全局 Moran's *I* 系数判断事件发生是否有空间自相关性,根据标准化统计量 $Z(I)$ 检验其统计学意义。当 *P* 值无统计学意义,表明事件的发生服从随机空间分布过程;若 *P* 值有统计学意义,且 $Z(I)$ 值为正,表明事件的发生呈高值或者低值的聚集性分布过程;若 *P* 值有统计学意义,且 $Z(I)$ 值为负,表明事件的发生呈高值和低值的离散型分布过程(dispersed spatial process)。

局部 Getis-Ord *G* 统计量为局部空间自相关衡量指标,可度量高值或者低值的聚集程度,探测事件发生的热点(hot spots)、冷点(cold spots)区域,以标准化统计量 $Z(G_i)$ 检验其统计学意义^[6]。与局部 Moran's *I* 系数相比较,能更准确地探测出聚集区域^[7]。当 $G_i > 0$,且 $P < 0.05$ 时,表明研究区域内存在高值聚集区;当 $G_i < 0$,且 $P < 0.05$ 时,表明研究区域内存在低值聚集区。

时空扫描采用 SatScan 软件^[8]。分析时,设定最大空间扫描区域为全省总人口的 50%,最大时间扫描段设定为总体研究时间的 50%。对于每个可能存在的时空聚集区,构建统计量对数似然比(LLR)评价聚集区存在的可能性,并利用蒙特卡洛模拟进行统计学意义评价,探索最大可能聚集区域。

结果

1. 肺结核报告发病率的时空分布:2009—2013 年甘肃省肺结核报告发病率分别为 111.22/10 万、90.64/10 万、88.09/10 万、75.70/10 万和 69.26/10 万。肺结核报告发病率最高和最低地区,2009 年分别为临泽县和岷县,2010 年分别为肃南县和兰州市七里河区,2011 年分别为山丹县和兰州市城关区,2012 和 2013 年均为天祝县和兰州市七里河区。高发率县(区)主要集中在河西地区、甘南部分地区,而低发病率县(区)则分布于兰州、定西、天水、平凉和庆阳市周围(图 1)。

2. 肺结核报告发病率的时空聚集性分析:

(1)使用全局 Moran's *I* 系数进行全局自相关检验,2009—2013 年甘肃省报告肺结核发病率全局 Moran's *I* 系数均 > 0 ,*Z* 值均 > 1.96 ,差异有统计学意义,Moran's *I* 系数总体呈下降趋势(表 1)。说明甘肃省 2009—2013 年肺结核报告发病率呈聚集性分布,存在高值或者低值聚集区。

表 1 2009—2013 年甘肃省肺结核报告发病率的
全局自相关分析

年份	Moran's <i>I</i>	<i>E(I)</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>Z</i> 值	<i>P</i> 值
2009	0.562	-0.012	-0.009	0.065	8.410	<0.001
2010	0.629	-0.012	-0.011	0.068	9.371	<0.001
2011	0.536	-0.012	-0.015	0.071	7.765	<0.001
2012	0.356	-0.012	-0.010	0.071	5.152	<0.001
2013	0.314	-0.012	-0.016	0.071	4.673	<0.001

(2)使用局部 *G* 统计量进行局部自相关检验,2009—2013 年甘肃省报告肺结核发病率存在热点和冷点区域(图 2)。热点区域主要分布于河西地区、临夏州及定西部分县(渭源县、漳县、岷县、安定区),覆盖县(区)数有下降趋势;冷点区域主要分布于兰州、定西部分县(区)(陇西县、通渭县)、天水、平凉及庆阳部分县(区),覆盖县(区)数也有下降趋势。

3. 肺结核报告发病率的时空聚集性分析:2009—2013 年甘肃省肺结核报告发病率时空扫描分析显示(表 2),高发率扫描有时空聚集性(图 3),共发现 9 个聚集区域。其中最大可能聚集区覆盖 12 个县(区),主要分布于河西地区,分别为永昌县、玉门市、甘州区、高台县、山丹县、天祝县、肃北县、肃州区、临泽县、民乐县、肃南县、凉州区,聚集时间为 2009—2010 年,区域内实际报告发病 12 486 例,期望发病数为 5 858 例($RR=2.27$, $LLR=3\,031.10$, $P < 0.001$)。低发病率扫描也有时空聚集性(图 3),共发

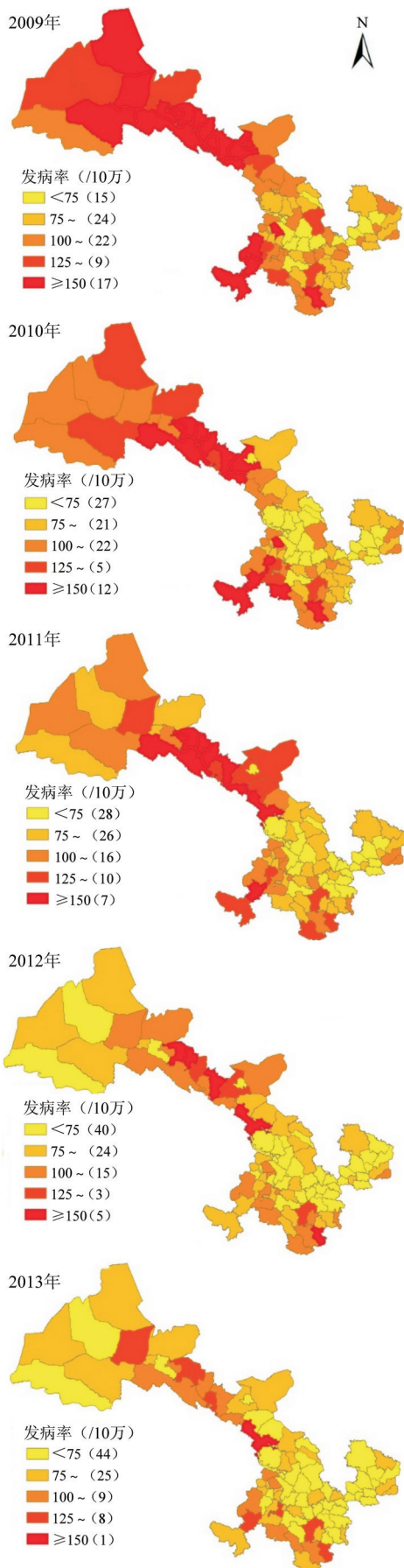


图1 甘肃省2009—2013年肺结核报告发病率的空间分布

表2 2009—2013年甘肃省肺结核报告发病率时空聚集性分析

聚集区	聚集数量	聚集时间(年)	发病例数	期望发病例数	人口数	RR值	LLR值	P值
高发率扫描								
1	12	2009—2010	12 486	5 858	12 486	2.27	3 031.10	<0.001
2	6	2009—2010	5 195	3 473	1 969 034	1.52	383.46	<0.001
3	7	2009—2010	3 474	2 561	1 494 832	1.37	150.14	<0.001
4	2	2009	1 284	890	1 002 951	1.45	77.20	<0.001
5	2	2009—2010	279	131	81 895	2.13	62.80	<0.001
6	2	2009—2010	1 305	1 041	574 626	1.26	31.34	<0.001
7	2	2009—2010	955	743	431 129	1.29	27.87	<0.001
8	1	2009—2010	509	368	195 456	1.38	24.17	<0.001
9	1	2009	166	117	126 132	1.42	9.27	<0.001
低发病率扫描								
1	6	2012—2013	2 296	5 975	3 261 163	0.37	1 545.52	<0.001
2	6	2012—2013	2 169	3 724	2 211 189	0.57	393.42	<0.001
3	7	2012—2013	3 176	4 875	2 853 616	0.54	351.38	<0.001
4	6	2012—2013	2 474	3 416	1 982 028	0.72	147.44	<0.001
5	1	2012—2013	145	398	221 365	0.36	106.40	<0.001
6	1	2012—2013	474	751	403 823	0.53	59.35	<0.001
7	7	2012—2013	2 644	3 172	1 883 958	0.83	47.95	<0.001
8	1	2012—2013	334	452	241 360	0.74	16.98	<0.001
9	1	2013	715	881	1 008 818	0.81	16.79	<0.001

注:聚集区1为最大可能聚集区,聚集区2~9为次级可能聚集区

现9个聚集区域。其中最大可能聚集区覆盖6个县(区),主要分布于兰州市,分别为七里河区、临洮县、城关区、安宁区、西固区、榆中县,聚集时间为2012—2013年,区域内实际报告发病2 296例,期望发病数为5 975例($RR=0.37, LLR=1 545.52, P<0.001$)。

讨论

本研究显示,2009—2013年甘肃省肺结核报告发病率存在空间、时空聚集性,并提示河西地区是甘肃省肺结核防控的重点地区。全局自相关结果表明,肺结核病报告发病率有空间正相关关系,存在空间聚集性。进一步的局部空间自相关分析显示,肺结核报告发病率热点区主要分布于河西地区、临夏州、定西部分县(区);冷点区主要分布于兰州、定西(陇西县、通渭县)、天水、平凉、庆阳部分县(区)。2009—2013年全局Moran's I指数有下降趋势,热点或冷点覆盖县(区)数量也呈下降趋势,这可能与肺结核的有效防治有关,使得相邻县(区)间报告发病率的差异越来越小^[9-11]。

时空扫描统计量包括时间和空间2个维度,较单纯的空间分析更为准确。时空聚集性考虑了时间因素在疾病地理空间分布中的作用,是单纯空间扫描分析的有益补充。时空聚集分析结果显示,高发

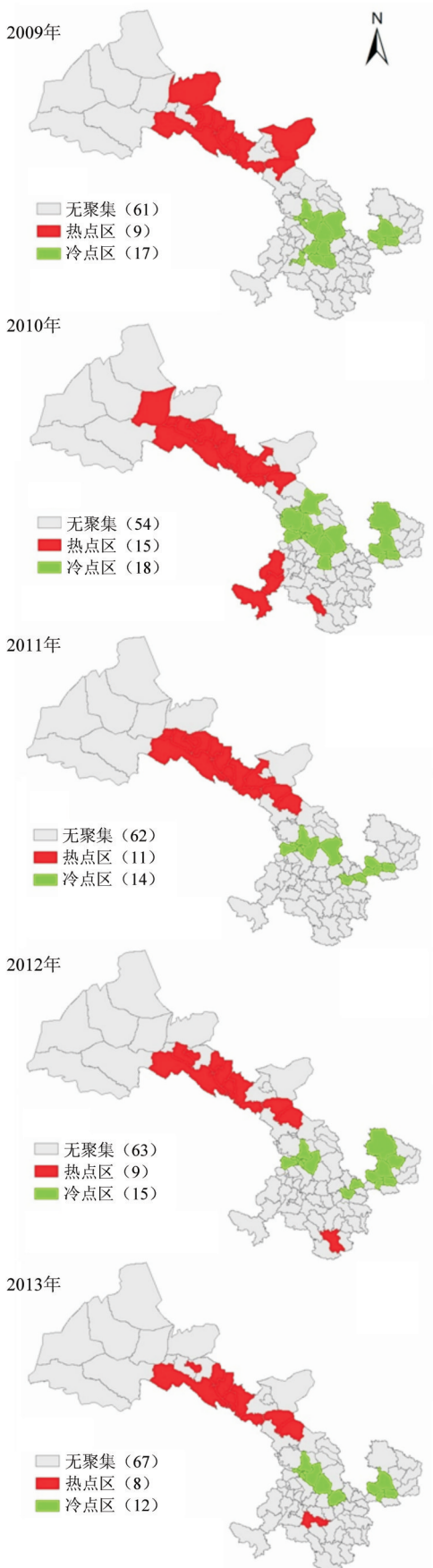


图2 2009—2013年甘肃省肺结核报告发病率的热点(红色)和冷点(绿色)区域分布

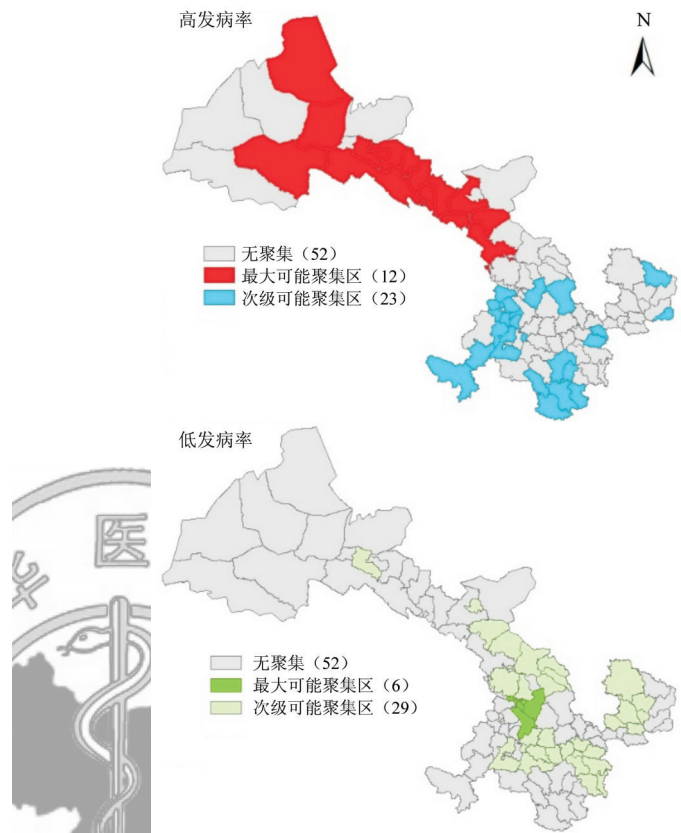


图3 2009—2013年甘肃省肺结核报告发病率时空扫描

率扫描最大可能聚集区位于2009—2010年,主要分布于河西地区;低发病率扫描最大可能聚集区位于2012—2013年,主要分布于兰州地区,空间分布与局部空间自相关结果相似。甘肃省地处西部,地区间发展不平衡,热区和高发病率时空扫描聚集区多集中在河西地区,而冷区和低发病率时空扫描聚集区多集中在兰州、天水、平凉及其周围地区,这与肺结核发病率与GPD水平呈负相关的结论相似^[12]。

本研究数据源自“传染病报告信息管理系统”,该数据与当地肺结核报告发病率、病例就诊情况、医疗机构重视程度和报告意识、对结核病的防控重视程度及病例报告奖惩等相关政策落实情况有关,此外还需进一步对医疗卫生条件、环境因素、个人行为等影响疾病聚集性分布的原因开展深入研究^[13]。

参 考 文 献

[1] WHO. Global tuberculosis report 2013[R]. WHO, 2013.
 [2] Yang SM, Zhang L, Chen WT, et al. Nanalysis of tuberculosis epidemiological survey in Gansu[J]. Health Vocat Educat, 2011, 29(5): 121-123. (in Chinese)
 杨枢敏, 张岚, 陈威涛, 等. 甘肃省结核病流行病学抽样调查分析[J]. 卫生职业教育, 2011, 29(5): 121-123.
 [3] Li XX, Zhang H, Jiang SW, et al. Geographical distribution

regarding the prevalence rates of pulmonary tuberculosis in China in 2010 [J]. Chin J Epidemiol, 2013, 34(10): 980-984. (in Chinese)

李新旭, 张慧, 姜世闻, 等. 2010年中国肺结核患病情况地理分布的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2013, 34(10): 980-984.

[4] Anselin L, Syabri I, Kho Y. GeoDa: an introduction to spatial data analysis [J]. Geograph Anal, 2006, 38(1): 5-22.

[5] Kulldorff M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: Detection and inference [J]. Stat Med, 1995, 14(8): 799-810.

[6] Ord JK, Getis A. Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application [J]. Geograph Anal, 1995, 27(4): 286-306.

[7] Zhang SL, Zhang K. Contrast study on Moran and getis-ord indexes of local spatial autocorrelation indices [J]. J Geodesy Geodynamics, 2007(3): 31-34. (in Chinese)

张松林, 张昆. 空间自相关局部指标 Moran 指数和 G 系数研究 [J]. 大地测量与地球动力学, 2007(3): 31-34.

[8] Kulldorff M. Prospective time periodic geographical disease surveillance using a scan statistic [J]. J Royal Stat Soc, Ser A, 2001, 164(1): 61-72.

[9] Fu YP, Zhang YL, Wen YJ, et al. Effectiveness and benefit evaluation of foreign investment tuberculosis control project and its sustainable countermeasures in Pingliang [J]. Mod Prev Med, 2009, 36(10): 1865-1867. (in Chinese)

伏永鹏, 张有良, 文妍菊, 等. 甘肃平凉市外资结核病项目的效果、效益评价及可持续控制对策 [J]. 现代预防医学, 2009, 36(10): 1865-1867.

[10] Ge XQ, Liang CZ, Zhang YY. An epidemiological survey report of tuberculosis of Dingxi city, Gansu province in 2010 [J]. Chin Prim Health Care, 2011, 25(8): 79-81. (in Chinese)

葛秀群, 梁成智, 张永义. 甘肃省定西市 2010 年结核病流行病学抽样调查报告 [J]. 中国初级卫生保健, 2011, 25(8): 79-81.

[11] Chu ZH, Ma XC, Zhang L, et al. The tuberculosis prevention and cure effect analyzes and workmode and way of thinking study Jiuquan city [J]. Chin Prim Health Care, 2013, 27(3): 68-70. (in Chinese)

楚子辉, 马晓春, 张岚, 等. 酒泉市结核病防治效果分析及工作模式与思路探讨 [J]. 中国初级卫生保健, 2013, 27(3): 68-70.

[12] Liu JJ, Yao HY, Liu EY. Analysis of factors affecting the epidemiology of tuberculosis in China [J]. Int J Tuberc Lung Dis, 2005, 9(4): 450-454.

[13] Dong BR, Ge N, Liu GJ. Social economical status, behaviors and environment as the risk factors of tuberculosis in Chengdu China [J]. Chin J Epidemiol, 2001, 22(2): 102-104. (in Chinese)

董碧蓉, 葛宁, 刘关键. 社会经济地位、环境因素及个人行为对肺结核发病危险的研究 [J]. 中华流行病学杂志, 2001, 22(2): 102-104.

(收稿日期: 2014-10-20)

(本文编辑: 张林东)

中华预防医学会流行病学分会第七届委员会名单

(按姓氏笔画排序)

主任委员	李立明(北京)					
副主任委员	刘天锡(宁夏)	杨维中(北京)	吴凡(上海)	何耀(北京)	汪华(江苏)	胡永华(北京)
	姜庆五(上海)	詹思延(北京)				
常务委员	王岚(北京)	叶冬青(安徽)	余宏杰(北京)	汪宁(北京)	沈洪兵(江苏)	陆林(云南)
	陈坤(浙江)	周晓农(上海)	赵根明(上海)	段广才(河南)	贺雄(北京)	唐金陵(香港)
	曹务春(北京)	崔萱林(北京)				
委员	于雅琴(吉林)	么鸿雁(北京)	王岚(北京)	王蓓(江苏)	王开利(黑龙江)	王文瑞(内蒙古)
	王定明(贵州)	王素萍(山西)	王效俊(新疆)	仇小强(广西)	叶冬青(安徽)	冯子健(北京)
	毕振强(山东)	吕筠(北京)	庄贵华(陕西)	刘天锡(宁夏)	刘殿武(河北)	闫永平(陕西)
	许汴利(河南)	严延生(福建)	杜建伟(海南)	李丽(宁夏)	李琦(河北)	李凡卡(新疆)
	李申龙(北京)	李立明(北京)	李亚斐(重庆)	李俊华(湖南)	李增德(北京)	杨维中(北京)
	吴凡(上海)	吴先萍(四川)	邱洪斌(黑龙江)	何耀(北京)	何剑峰(广东)	余宏杰(北京)
	汪宁(北京)	汪华(江苏)	沈洪兵(江苏)	张晋(湖北)	张颖(天津)	陆林(云南)
	陈坤(浙江)	陈可欣(天津)	陈维清(广东)	岳建宁(青海)	周宝森(辽宁)	周晓农(上海)
	单广良(北京)	孟蕾(甘肃)	项永兵(上海)	赵亚双(黑龙江)	赵根明(上海)	胡东生(广东)
	胡代玉(重庆)	胡永华(北京)	胡志斌(江苏)	胡国良(江西)	段广才(河南)	俞敏(浙江)
	施榕(上海)	施国庆(北京)	姜晶(吉林)	姜庆五(上海)	贺雄(北京)	贾崇奇(山东)
	夏洪波(黑龙江)	栾荣生(四川)	唐金陵(香港)	曹广文(上海)	曹务春(北京)	崔萱林(北京)
	董柏青(广西)	程锦泉(广东)	詹思延(北京)	蔡琳(福建)	戴江红(新疆)	魏文强(北京)
秘书长	王岚(北京)					
副秘书长	吕筠(北京)					