临床研究 DOI:10.13406/j.cnki.cyxb.001391

重庆市 2011 至 2014 年肺结核发病率与人均 GDP 水平的时空分析

阙 萍[1],许小兰[2],文小焱[3],徐飞龙[2],孙安龙[2],彭 斌[1]

(1. 重庆医科大学公共卫生与管理学院、卫生统计与信息管理教研室、国民健康社会风险预警协同创新中心,重庆 400016;
2. 重庆市卫生信息中心,重庆 401120;3. 成都市第三人民医院质量控制与评价部,成都 610031)

【摘 要】目的:探索重庆市 38 个区县肺结核发病率与社会经济发展水平在空间差异下的关系。**方法**:利用重庆市 2011 至 2014 年连续四年的肺结核发病与人均国内生产总值数据,用 Spearman 秩相关与地理加权回归(*geographically weighted regression*, GWR)分析当地区域肺结核发病率与社会经济发展水平的关系。**结果**:重庆市肺结核高发多集中在东北与东南部地区(Moran's I 指数分别为 0.52、0.49、0.50、0.39,P=0.000)。Spearman 秩相关分析发现肺结核发病率与人均国内生产总值负相关(r 分别为-0.612、-0.611、-0.631、-0.582,P=0.000)。地理加权回归系数变动范围为-4.44~3.20,东北部与东南部影响较大,全市 92% 的区县肺结核发病率与人均 GDP 呈负相关。**结论**:重庆市不同地区经济发展对肺结核发病的影响有差异,有必要制定区域措施防控当地肺结核发病。

【关键词】肺结核;空间加权回归;空间分析

【中图分类号】R195.1 **【文献标志码】**A **【收稿日期】**2017-01-24

作者介绍:阙 萍,Email:que_ping@qq.com,
研究方向:流行病与卫生统计学。

通信作者:彭 斌,Email:pengbin@cqmu.edu.cn。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:81373103);重庆市医学科研计划资助项目(编号:20132157)。

优先出版:http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20170912.1029.002.html (2017-09-12)

双眼治疗患者的效果还需要进一步探讨。

参 考 文 献

[1] 陈 俐,杨超豪,谭红愉. 心理干预对脑卒中后抑郁治疗效果的观察[J]. 国际神经病学神经外科学杂志,2015,42(4):320-323.

[2] 陈 瑶,邓光辉,刘晓虹,等. 手术患者心理干预模式及其效果研究[J]. 中华护理杂志,2006,41(4):297-300.

[3] 南英姬,马惠丽,薛凤艳. CT 增强扫描中造影剂外渗的预防及护理体会[J]. 中国实用医药,2012,7(21):231-232.

[4] 周晓荣,刘美丽,高春燕,等. 心理干预中放松训练的研究进展[J]. 护理学杂志,2003,18(5):399-400.

[5] 熊芳芳,赵庆华. 综合护理干预对宫颈癌患者心理及免疫力影响研究[J]. 重庆医科大学学报,2013,38(7):690-693.

[6] Nishiguchi K. Functional regulation of heparin-binding proteins and maintenance of vitreal transparency by intravitreal glucosaminoglycan[J]. Nihon Ganka Gakkai Zasshi,2012,116(11):1052-1061.

[7] Tsai WF,Chen YC,Su CY. Treatment of vitreous floaters with neodymium YAG laser[J]. Br J Ophthalmol,1993,77(8):485-488.

[8] Toczolowski J,Katski W. Use of Nd:YAG laser in treatment of vitreous floaters[J]. Klin Oczna,1998,100(3):155-157.

[9] Danzig C,Hariprasad SM. Surgical management of symptomatic vitreous floaters[J]. Ophthalmic Surg Laser Imaging Retina,2014,45(6):1-3.

[10] 罗霁菡,匡 毅,赵 琳,等. YAG 激光治疗生理性玻璃体混浊的临床研究[J]. 国际眼科杂志,2016,16(9):1753-1755.

[11] Ojike N,Sowers JR,Seixas A,et al. Psychological distress and hypertension:results from the national health interview survey for 2004-2013[J]. Cardiorenal Med,2016,6(3):198-208.

[12] 周成超,楚 洁,王 婷,等. 简易心理状况评定量表 Kessler10 中文版的信度和效度评价[J]. 中国临床心理学杂志,2008,16(6):627-629.

[13] Andrews G,Slade T. Ineterpreting scores on the Kessler Psychological Distress Scale(K10)[J]. Aust N Z J Public Health,2001,25(6):494-497.

[14] 张 侠,张静平,王安妮,等. 渐进性肌肉放松训练对肺癌化疗患者情绪与应对方式的影响[J]. 重庆医科大学学报,2015,40(11):1457-1460.

[15] 阎玉明,夏 勉,江光荣. 心理干预的优势获益者——来自发展可塑性的研究证据[J]. 心理科学进展,2016,24(2):250-260.

(责任编辑:冉明会)

A Spatio-Temporal analysis of tuberculosis incidence and regional per capita GDP in Chongqing, 2011-2014

Que Ping[1], Xu Xiaolan[2], Wen Xiaoyan[3], Xu Feilong[2], Sun Anlong[2], Peng Bin[1]

(1. Teaching and Research Section of Health Statistics and Information Management, Collaborative Innovation Center of Social Risks Governance in Health, School of Public Health and Management, Chongqing Medical University; 2. Chongqing Health Information Center; 3. Department of Quality Control and Evaluation, The Third People's Hospital of Chengdu)

【Abstract】***Objective***: To explore tuberculosis incidence related to social economy vary across 38 counties of Chongqing area. ***Methods***: Spearman rank correlation analysis and geographically weighted regression (GWR) were used to figure out the relationship between tuberculosis incidence and social economy with four-year tuberculosis and social economic data from 2011 to 2014. ***Results***: Incidence of tuberculosis concentrated in the northeast and southeast of Chongqing region (Moran's I were 0.52, 0.49, 0.56, 0.39, P=0.000). Incidence of tuberculosis was negatively related to per capita GDP by Spearman rank correlation analysis (r were −0.612, −0.611, −0.631, −0.582 respectively, P=0.000). GWR coefficients varied from −4.44 to 3.20. Northeast and southeast areas exhibited high influence on tuberculosis incidence and per capita GDP. Negative correlation distributed in a large area of 92% of the districts/counties. ***Conclusion***: The influence of social economy on tuberculosis incidence varies across regions. Measure related to different regions on tuberculosis prevention and control should be developed.

【Key words】tuberculosis; geographically weighted regression; spatial analysis

肺结核是与社会经济发展水平相关联的重大公共卫生问题。2016 年世界卫生组织发布的全球结核病报告中显示，我国拥有全球 8.83%的肺结核患者[1]，流行趋势严峻。全国第五次结核病流行病学抽样调查中，重庆市 4 个流调点的肺结核患病率为 651/10 万，高于全国平均水平（459/10 万），位居四大直辖市之首[2-3]。重庆市作为西部地区重要的工业城市，直辖后社会经济发展迅速，2012 年起人均 GDP 高于全国平均水平，但低于其他直辖市，且各辖区经济发展不均衡[4]。结核病作为与经济发展水平关系较大的重要传染病，受到区域经济水平的影响较大。因此，了解结核病在不同区域上的流行规律对其有效防控有重要意义。本研究从地理异质性的角度出发，探索肺结核发病率与社会经济发展水平在时间和空间上的关系，为制定结核病区域防控措施提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源

以行政辖区为单位分别收集 2011 至 2014 年重庆市 38 个区县肺结核发病人数、年均常住人口数、人均 GDP 等数据。数据全部来自重庆市卫生信息中心及各年份《重庆市统计年鉴》。肺结核诊断标准依据传染病防治法中肺结核的诊断标准（WS288-2008）[5]。重庆矢量地图来自中国地理信息中心。

1.2 研究方法

1.2.1 Spearman 秩相关分析 根据 2011 至 2014 年间重庆市历年发病人数及常住人口，计算 38 个行政区县的发病率。对每年各区县肺结核发病率与人均 GDP 进行 Spearman 秩相关分析，观察发病率与人均 GDP 的关系。软件采用SAS9.2。

1.2.2 地理加权回归（geographically weighted regression，GWR） 肺结核发病率聚集性探索采用 Moran's I 指数衡量，Moran's I 指数范围为-1~1，Moran's I =0 表示无空间聚集性，Moran's I 指数绝对值越趋近于 1，代表空间分布聚集性越强。若肺结核发病率在空间上存在地理分布规律，则可采用GWR 探索肺结核发病率与人均 GDP 的回归系数在空间异质性下的变化关系[6]。GWR 的形式：

$$Y_i=\beta_0(u_i,v_i)+\beta(u_i,v_i)x_i+\varepsilon_i$$

式中，(u_i,v_i)是空间位置的坐标，$\beta_0(u_i,v_i)$和$\beta(u_i,v_i)$是其截距和回归参数，ε_i是误差项。

模型诊断采用条件数（condition number）与残差分布。条件数小于 30 表示本地共线性（local collinearity）弱；残差分布用 Moran's I 指数衡量，残差分布出现自相关提示存在共线性，可能未引入重要的自变量。模型性能通过与最小二乘法（ordinary least square，OLS）比较展示，使用对比指标为 R^2 和 AICc。软件采用 ArcGIS 10.2。

2 结 果

2.1 一般情况

重庆市 2011 至 2014 年肺结核发病率分别为 88.823（51.146~175.382）、85.567（45.839~166.041）、83.314（53.206~161.426）、76.620（43.351~183.036）（单位：1/10 万），呈下降趋势（趋势卡方检验：z=-2.346，P=0.0190）。社会经济呈增长趋势，2011 至 2014 年人均 GDP 分别为 34.500（11.484~104.844）、38.914（13.055~118.921）、42.795（15.081~123.771）、47.850

(16.889~133.588)(单位:千元)。肺结核发病率和人均 GDP空间分布显示(图 1、2),重庆市东北部地区、东南部地区肺结核发病率较高,西部地区发病率保持较低趋势,而人均GDP西部地区处于高水平,东北部和东南部地区水平明显偏低。

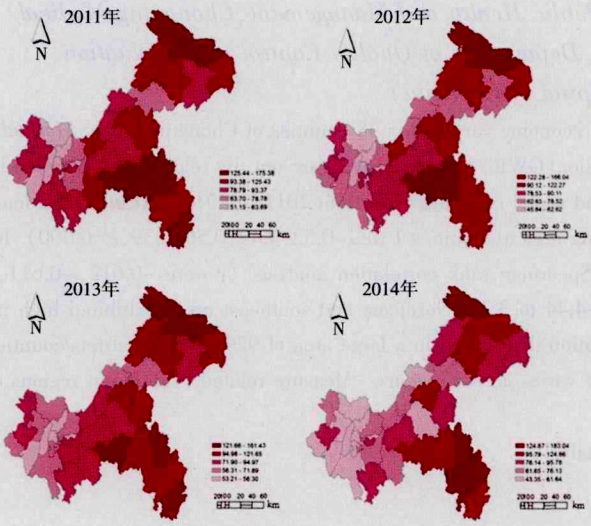


图 1　2011 至 2014 年重庆市肺结核发病率空间分布

Fig.1　Spatial distribution of tuberculosis incidence in Chongqing, 2011 to 2014

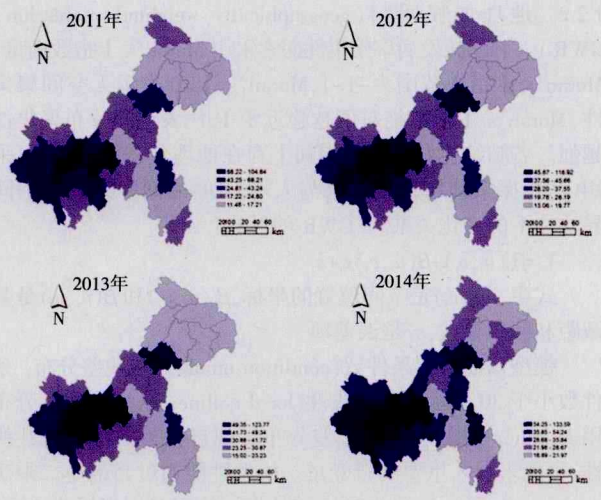


图 2　2011 至 2014 年重庆市人均 GDP 空间分布

Fig.2　Spatial distribution of per capita GDP in Chongqing, 2011 to 2014

2.2　空间分析

2.2.1　相关分析　对各区县 2011 至 2014 年肺结核发病率与人均 GDP 作 Spearman 秩相关分析,结果显示不同年份各区县的肺结核发病率与其人均 GDP 都呈较强的负相关变化,结果见表 1。

2.2.2　GWR 分析　对 2011 至 2014 年重庆市各区县肺结核发病率的 Moran's Ⅰ指数进行测算,结果中 Moran's Ⅰ指数大于 0,数值为 0.391~0.523,见表 2,提示各年份、各区域间肺结核发病率存在空间正相关,由此判断肺结核发病率在空间上有较强聚集性,符合 GWR 使用条件。

表 1　2011 至 2014 年重庆市各区县肺结核发病率与人均 GDP 相关分析

Tab.1　Correlation analysis between tuberculosis incidence and social economy in Chongqing, 2011 to 2014

年份	*r* 值	*P* 值
2011	−0.612	0.000
2012	−0.611	0.000
2013	−0.631	0.000
2014	−0.582	0.000

表 2　2011 至 2014 年重庆市各区县肺结核发病率自相关分析

Tab.2　Autocorrelation analysis of tuberculosis incidence of Chongqing, 2011 to 2014

年份	Moran's Ⅰ指数	*z* 值	*P* 值
2011	0.523	6.841	0.000
2012	0.487	6.400	0.000
2013	0.563	7.309	0.000
2014	0.391	5.298	0.000

GWR 分析结果显示,各年份、各区县肺结核发病率与人均 GDP 地理加权回归系数在整个区域内存在地理非平稳性(图 3)。系数最大变动范围为−4.44~3.20,数值越大代表该地区人均 GDP 水平对肺结核发病率的影响程度大,重庆市人均 GDP 与肺结核发病率的关系最强的地区聚集于东南部与东北部地区;浅色区域覆盖面广,占全市 92%的区县,这些地区人均 GDP 越低,肺结核发病率越高。与 OLS 相比,GWR 各年份的 R^2 均大于 OLS,而 AICc 均小于 OLS,见表 3,提示在本研究中 GWR 性能更优。验证残差空间 Moran's Ⅰ指数发现,残差在区域间呈随机分布,不存在聚集性,见表 4。各年份 GWR 条件数最大值分别为 9.157、7.932、9.929、10.976,均小于 35,提示 GWR 结果稳定,无本地共线性。

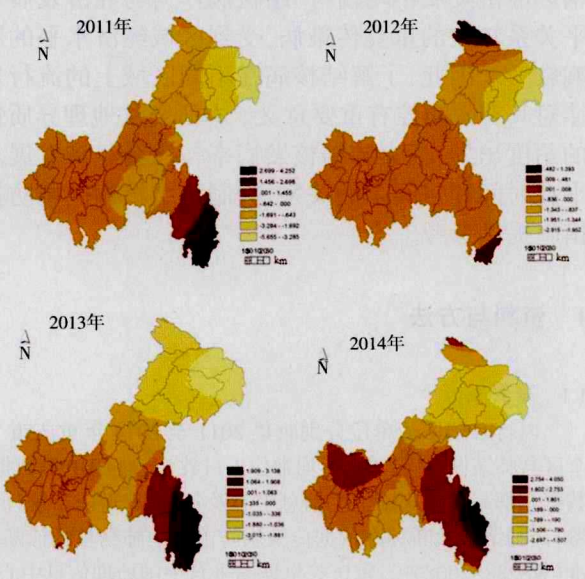


图 3　地理加权回归系数分布

Fig.3　Coefficients distribution of GWR

表 3 拟合度比较

Tab.3 Fitting degree comparison

年份	GWR		OLS	
	R^2	AICc	R^2	AICc
2011	0.784	344.568	0.239	362.492
2012	0.711	338.939	0.235	354.759
2013	0.816	330.794	0.250	356.258
2014	0.800	340.849	0.159	364.904

表 4 GWR 残差分布

Tab.4 Residual distribution of GWR

年份	Moran's I 指数	z 值	P 值
2011	-0.116	-1.098	0.272
2012	-0.064	-0.452	0.651
2013	-0.464	-0.239	0.811
2014	-0.058	-0.389	0.697

3 讨 论

通过对 2011 至 2014 年重庆市 38 个行政区县的肺结核发病率空间分布规律及与人均 GDP 在区域间的相关分析，发现肺结核发病率在各区县空间上存在自相关性，有较强聚集性。GWR 分析结果表明，重庆市东南与东北部地区肺结核发病率与社会经济发展有较强的关系，人均 GDP 与肺结核发病率负相关的地区占全市 92%的区县，覆盖重庆市大范围地区。

重庆市西部和中部地区经济发展快，肺结核发病率低，西北部地区经济发展较低，肺结核发病率高，与既往研究社会经济改变会导致肺结核发病率改变相符[7]。从地理与城市规划发展上看，重庆中部和西北部地形为低山和丘陵，被划为重庆的一小时经济圈，渝东北翼和渝东南翼占全市 70%的山地，多为少数民族居集地，自然条件导致交通条件、生活条件、经济发展水平不均衡。可能有以下几个方面影响肺结核发病率：相对富裕的地区医疗服务健全，疫苗接种开展更早，管理更系统，这些地区出现更强的负相关性；渝东北翼和渝东南翼交通有限，人口较分散，医疗卫生资源相对落后，不易于肺结核防控。从产业比较上，渝东北翼和渝东南翼初级产业占比大，相比而言初级产业收入更低。全国第五次肺结核病流行病学抽样调查表明[8]，71.3%的肺结核患者为农村患者，这些患者中 83%从事农业、林业、动物畜牧业和渔业，从事的行业总收入低，医学知识局限和生活条件落后，更易于结核病传播。分析结果提示，在东北部经济发展较低地区，应加大肺结核防治力度及提高当地经济发展，对肺结核防控有积极作用。

已往研究肺结核发病率多采用空间相关性分析[9]、logistics 线性回归模型[10]、广义线性混合模型等[11]，GWR 能够将结果可视化，让空间上的复杂关系更容易理解。本研究有以下几个方面的局限性：将 GWR 研究单位设为区县，只能得出宏观分析结果；渝东南翼肺结核发病率较高，但回归系数不能完全解释肺结核发病率的变化，在以后的研究中，考虑进一步将社会因素、居住环境与医疗条件因素加入研究[12]。同时，地理加权回归关注的是空间，流行病学关注三间分布，因此考虑在未来工作中将时间、人群特征也纳入统计分析中。

参 考 文 献

[1] World Health Organization. Global tuberculosis report 2016[R]. Geneva: WHO, 2016: 25.

[2] 全国结核病流行病学抽样调查技术指导组. 2010 年全国肺结核患病率现况调查[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35(9): 665-668

[3] 余 雅, 刘 英, 胡代玉, 等. 2009-2013 年重庆市肺结核疫情特征分析[J]. 中国防痨杂志, 2014, 36(12): 1036-1042

[4] 汪 洋, 赵万民, 郭 跃. GEO-INFO 模式下区域经济空间非均衡态量化侧度——重庆市实证研究[J]. 中国软科学, 2007, 22(9): 61-68.

[5] 中华人民共和国卫生部. WS288-2008 肺结核的诊断标准[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.

[6] Siordia C, Saenz J, Tom SE. An introduction to macro-level spatial nonstationarity: a geographically weighted regression analysis of diabetes and poverty[J]. Human Geogr, 2012, 6(2): 5-13.

[7] Toungoussova OS, Bjune G, Caugant DA. Epidemic of tuberculosis in the former Soviet Union: social and biological reasons[J]. Tuberculosis (Edinb), 2006, 86(1): 1-10.

[8] 王黎霞, 成诗明, 陈明亭, 等. 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.

[9] 吴田勇, 曾 庆, 刘世炜, 等. 重庆市 2008-2011 年结核病疾病空间分布及影响因素分析[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2013, 33(4): 489-492.

[10] Kakchapati S, Choonpradub C, Lim A. Spatial and temporal variations in tuberculosis incidence, Nepal[J]. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 2014, 45(1): 95-102.

[11] Huang ZY, De Boer WF, Van Langevelde F, et al. Dilution effect in bovine tuberculosis: risk factors for regional disease occurrence in Africa[J/OL]. Proc R Soc B, 2013, 280(1765): 20130624.

[12] Ploubidis GB, Palmer MJ, Blackmore C, et al. Social determinants of tuberculosis in Europe: a prospective ecological study[J]. Eur Respir J, 2012, 40(4): 925-930.

（责任编辑：张辉洁）