

空间流行病学在疾病预防控制工作中发挥着重要作用

刘昆 李新楼 邵中军

710032 西安,空军军医大学军事预防医学系军队流行病学教研室(刘昆、邵中军);

100101 北京,中国人民解放军战略支援部队航天系统部疾病预防控制中心(李新楼)

通信作者:刘昆, Email:liukun5959@qq.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.001

【摘要】 空间流行病学是一门新兴的流行病学分支学科,旨在运用地理信息系统等空间信息技术发掘疾病位置信息和分布特征,评估特定区域人群发病的关键影响因素,为疾病预防控制工作提供策略支持。近年来,随着现代空间信息技术的快速发展,以及卫生健康、自然环境、社会经济生活等大数据的可获取性进一步提高,空间流行病学在学科理论和实践应用层面取得了长足进展,在我国公共卫生领域发挥了越来越重要的作用。

【关键词】 空间流行病学;空间分析;疾病预防控制

基金项目: 国家传染病防治科技重大专项(2017ZX10105011);国家自然科学基金(81373058);陕西省自然科学基金(2017JQ8015)

Spatial epidemiology plays an important role in control and prevention of diseases Liu Kun, Li Xinlou, Shao Zhongjun

Department of Epidemiology, School of Military Preventive Medicine, The Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, China (Liu K, Shao ZJ); Center for Disease Control and Prevention of Aerospace System, Chinese People's Liberation Army, Beijing 100101, China (Li XL)

Corresponding author: Liu Kun, Email: liukun5959@qq.com

【Abstract】 Spatial epidemiology is a new branch of epidemiology that aims to map the spatial distribution and characteristics as well as to explore the associated influencing factors of diseases by using the geographic information system and other spatial technologies. In recent years, with the rapid development of information-related modern technology, improvement of accessibility on health-related services, natural environment, social and economic big data etc., spatial epidemiology has made considerable progress in both theory and practice and played more important roles in the public health area of China.

【Key words】 Spatial epidemiology; Spatial analysis; Disease control and prevention

Fund programs: China Special Grant for the Prevention and Control of Infection Diseases (2017ZX10105011); National Natural Science Foundation of China (81373058); Natural Science Foundation of Shaanxi Province (2017JQ8015)

在疾病预防控制工作中应用地理制图和空间分析由来已久,1854年伦敦内科医生 John Snow 绘制伦敦宽街霍乱暴发病例点与水泵分布图是应用疾病制图方法探索病因的经典案例。80%的公共卫生决策和流行病学信息与地理位置有关^[1],准确统计描述疾病的空间分布和周边环境要素信息能够有效地探索疾病发生及流行模式、传播规律、病因线索和传播风险等,为疾病预防控制工作提供帮助^[2]。空间流行病学应用地理信息系统(geographic information system, GIS)、遥感(remote sensing, RS)及全球卫星

导航系统(global navigation satellite system, GNSS)等空间信息技术为流行病学研究提供强大而精准的数字化分析工具,极大地拓展了流行病学可视化和量化分析方法。随着现代空间信息技术的快速发展,以及卫生健康、自然环境、社会经济生活等大数据的可获取性进一步提高,空间流行病学作为一门通用的学科方法已在各种疾病研究中得到广泛应用,并发挥着越来越重要的作用^[3-4]。

空间流行病学为具有空间属性的流行病学研究和卫生决策提供有效的技术支撑,其突出优势主要

为:①流行病学数据的时空可视化,应用空间定位和地图可视化将疾病危险的空间变异或时空变异在地图上直观呈现出来,为进一步病因学研究和和其他研究提供线索。②空间数据提取和量化分析,提取与疾病相关的实时动态遥感影像数据,自然地理、气候、社会经济和人口数据等,实现与疾病数据的叠加分析、缓冲分析、拓扑关系分析、聚类分析和相关分析等,量化疾病流行的风险因素。③整合不同学科的技术优势解决流行病学问题,如环境科学、生态学、计量经济学等;同时也可以融入到其他学科研究,如与基因组学、遗传学等学科结合研究病原体谱系地理分布和时空遗传进化规律等。④发挥地理信息系统在空间数据存储、更新、查询、分析和可视化的优势,建立疾病监测、预警与辅助决策系统,提高公共卫生数据整合分析效率与应急决策能力^[4-8]。

国内外研究者在相关领域做了很多研究应用,布鲁塞尔大学 Gilbert 等^[9]提取水稻田的 MODIS 遥感影像数据,结合鸡和鸭数目、海拔、人口密度等数据分析了泰国和越南人感染高致病性 H5N1 禽流感的环境危险因素,并预测了整个东南亚的传播风险;耶鲁大学 Brownstein 等^[10]建立了影响莱姆病传播媒介空间分布的统计模型,评估气象因素对于肩突硬蜱在美国空间分布的重要影响作用;南卡罗莱纳大学 Lawson 等^[11]应用空间贝叶斯模型基于 5 年随访资料评估非洲达累斯萨拉姆地区疟疾干预措施作用时,发现灭蚊等措施显著降低了当地 20% 的疟疾感染率;伦敦帝国学院 Elliott 和 Savitz^[12]通过空间流行病学方法研究小范围地域人群患病和环境危险因素关系,同时纳入个体水平的暴露因素,研究发现高空电线磁场是儿童患白血病的重要诱因;国内,方立群等^[13-15]在我国肾综合征出血热、人感染高致病性 H5N1 禽流感、人感染 H7N9 禽流感等疾病的时空流行特征、环境影响因素和风险预测预警方面都进行了系统的研究应用;Zhang 等^[16-17]在血吸虫病、疟疾、禽流感、碘缺乏病等疾病风险空间分布与动态变化的方法上进行了长期的研究,提出了基于空间的核密度估计、时空基本再生数等方法^[16-19];杨惠敏等^[20]在血吸虫病研究中应用植被指数和水域分布遥感影像资料分析预测钉螺可疑孳生地,通过现场抽样调查总体符合率达 91.67%。王劲峰和徐成东^[21]提出的地理探测器已在伤寒、手足口病和新生儿神经管畸形等多种疾病的空间变异环境因子识别中发挥了作用。此外,中国重要自然疫源地地理信息系统、鼠疫医学地理信息系统、血吸虫病实时监测系

统、传染病自动预警信息系统、公共卫生应急管理系统、传染病防控与应急处置系统等建立与应用,大大增强了我国公共卫生管理与应急决策能力^[22-23]。

本期“空间流行病学”栏目的 4 篇论文分别针对肾综合征出血热、丙型病毒性肝炎、手足口病、人间布鲁氏菌病 4 种传染性疾病的开展流行病学研究,从空间、时间和时空多角度分析了疾病动态流行特征和相关风险因素^[24-27]。研究结果显示 4 种疾病均呈现出区域聚集性,而社会经济、自然环境和气象等因素不同程度对疾病的流行产生了重要影响作用。

空间流行病学研究和应用中仍存在诸多问题需要格外注意,如多源异构数据融合、空间尺度合理选择、空间自相关性对独立假设模型的影响、生态学谬误、行政单元格变迁等都会对研究结果产生影响^[6,28-29]。为促进相关领域学科研究的发展,目前国际上已出现多个专业学术期刊和学术组织,相信随着多学科人才的渗透融合以及学科研究和应用的进一步深入,空间流行病学势必会在学科方法和应用层面帮助我们更好理解环境和健康之间的复杂关系,同时在公共卫生领域发挥更加积极稳健的作用。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Carlos CS. Use of geographic information systems in epidemiology (GIS-Epi)[J]. *Epidemiol Bull*, 1996, 17(1): 1-6.
- [2] 郭风云,路紫. 基于空间分析方法的疾病地理研究进展[J]. *地理信息世界*, 2009, 7(6): 22-26, 46. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1586.2009.06.004.
- [3] Guo FY, Lu Z. Disease geography research development based on spatial analysis method[J]. *Geomat World*, 2009, 7(6): 22-26, 46. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1586.2009.06.004.
- [4] Elliott P, Wartenberg D. Spatial epidemiology: current approaches and future challenges [J]. *Environ Health Perspect*, 2004, 112(9): 998-1006. DOI: 10.1289/ehp.6735.
- [5] 周晓农,杨国静,杨坤,等. 中国空间流行病学的发展历程与发展趋势[J]. *中华流行病学杂志*, 2011, 32(9): 854-858. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.09.002.
- [6] Zhou XN, Yang GJ, Yang K, et al. Progress and trends of spatial epidemiology in China [J]. *Chin J Epidemiol*, 2011, 32(9): 854-858. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.09.002.
- [7] Heesterbeek H, Anderson RM, Andreasen V, et al. Modeling infectious disease dynamics in the complex landscape of global health [J]. *Science*, 2015, 347(6227): aaa4339. DOI: 10.1126/science.aaa4339.
- [8] Beale L, Abellan JJ, Hodgson S, et al. Methodologic issues and approaches to spatial epidemiology [J]. *Environ Health Perspect*, 2008, 116(8): 1105-1110. DOI: 10.1289/ehp.10816.
- [9] 刘昆. 发热伴血小板减少综合征流行病学特征和传播风险预测研究[M]. 北京: 中国人民解放军军事医学科学院, 2015.
- [10] Liu K. Epidemiological characteristics and transmission risk prediction of severe fever with thrombocytopenia syndrome [M]. Beijing: PLA Academy of Military Medical Sciences, 2015.

- [8] Meliker JR, Sloan CD. Spatio-temporal epidemiology: principles and opportunities [J]. *Spat Spatio-Temporal Epidemiol*, 2011, 2 (1): 1-9. DOI: 10.1016/j.sste.2010.10.001.
- [9] Gilbert M, Xiao XM, Pfeiffer DU, et al. Mapping H5N1 highly pathogenic avian influenza risk in Southeast Asia [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2008, 105 (12): 4769-4774. DOI: 10.1073/pnas.0710581105.
- [10] Brownstein JS, Holford TR, Fish D. A climate-based model predicts the spatial distribution of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in the United States [J]. *Environ Health Perspect*, 2003, 111 (9): 1152-1157. DOI: 10.1289/ehp.6052.
- [11] Lawson AB, Carroll R, Castro M. Joint spatial Bayesian modeling for studies combining longitudinal and cross-sectional data [J]. *Statist Methods Med Res*, 2014, 23 (6): 611-624. DOI: 10.1177/0962280214527383.
- [12] Elliott P, Savitz DA. Design issues in small-area studies of environment and health [J]. *Environ Health Perspect*, 2008, 116 (8): 1098-1104. DOI: 10.1289/ehp.10817.
- [13] 方立群. 肾综合征出血热时空分布及环境危险因素研究 [D]. 北京: 中国人民解放军军事医学科学院, 2009.
Fang LQ. Study on spatiotemporal distribution and environmental risk factors of hemorrhagic fever with renal syndrome [D]. Beijing: PLA Academy of Military Medical Sciences, 2009.
- [14] Fang LQ, de Vlas SJ, Liang S, et al. Environmental factors contributing to the spread of H5N1 avian influenza in mainland China [J]. *PLoS One*, 2008, 3 (5): e2268. DOI: 10.1371/journal.pone.0002268.
- [15] Fang LQ, Li XL, Liu K, et al. Mapping spread and risk of avian influenza A (H7N9) in China [J]. *Sci Rep*, 2013, 3: 2722. DOI: 10.1038/srep02722.
- [16] Zhang ZJ, Chen DM, Ward MP, et al. Transmissibility of the highly pathogenic avian influenza virus, subtype H5N1 in domestic poultry: a spatio-temporal estimation at the global scale [J]. *Geospat Health*, 2012, 7 (1): 135-143. DOI: 10.4081/gh.2012.112.
- [17] Zhang ZJ, Clark AB, Bivand R, et al. Nonparametric spatial analysis to detect high-risk regions for schistosomiasis in Guichi, China [J]. *Trans Roy Soc Trop Med Hyg*, 2009, 103 (10): 1045-1052. DOI: 10.1016/j.trstmh.2008.11.012.
- [18] Xia J, Cai SX, Zhang HX, et al. Spatial, temporal, and spatiotemporal analysis of malaria in Hubei Province, China from 2004-2011 [J]. *Mal J*, 2015, 14: 145. DOI: 10.1186/s12936-015-0650-2.
- [19] Gao J, Zhang ZJ, Hu Y, et al. Geographical distribution patterns of iodine in drinking-water and its associations with geological factors in Shandong province, China [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2014, 11 (5): 5431-5444. DOI: 10.3390/ijerph110505431.
- [20] 胡惠敏, 庞浩, 胡鸿宝, 等. 应用卫星遥感信息预测1998年洪水后南京市江滩钉螺分布 [J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2000, 12 (6): 337-339. DOI: 10.16250/j.32.1374.2000.06.008.
Yang HM, Pang H, Hu HB, et al. Prediction of snail habitats in the marshland along the Yangtze river affected by flood in 1998 by remote sensing [J]. *Chin J Schistosom Control*, 2000, 12 (6): 337-339. DOI: 10.16250/j.32.1374.2000.06.008.
- [21] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望 [J]. *地理学报*, 2017, 72 (1): 116-134. DOI: 10.11821/dlxb201701010.
Wang JF, Xu CD. Geodetector: Principle and prospective [J]. *Acta Geogr Sin*, 2017, 72 (1): 116-134. DOI: 10.11821/dlxb201701010.
- [22] 杨维中, 祖荣强. 突发公共卫生事件预警 [J]. *中华预防医学杂志*, 2005, 39 (6): 427-429. DOI: 10.3760/j.issn:0253-9624.2005.06.018.
Yang WZ, Zu RQ. Public health emergency alert [J]. *Chin J Prev Med*, 2005, 39 (6): 427-429. DOI: 10.3760/j.issn:0253-9624.2005.06.018.
- [23] 范俊杰, 王怡, 张震, 等. 基于空间统计的公共卫生研究现状与展望 [J]. *中国预防医学杂志*, 2015, 16 (7): 562-565. DOI: 10.16506/j.1009-6639.2015.07.002.
Fan JJ, Wang Y, Zhang Z, et al. The present situation and prospect of public health research based on spatial statistics [J]. *Chin J Prev Med*, 2015, 16 (7): 562-565. DOI: 10.16506/j.1009-6639.2015.07.002.
- [24] 李雪, 刘昆, 谷旭, 等. 渭河流域2005-2015年肾综合征出血热流行特征及环境危险因素分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39 (9): 1159-1164. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.004.
Li X, Liu K, Gu X, et al. Epidemiological characteristics and environmental risk factors of hemorrhagic fever with renal syndrome in Wei river basin, China, 2005-2015 [J]. *Chin J Epidemiol*, 2018, 39 (9): 1159-1164. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.004.
- [25] 白尧, 刘昆, 谷旭, 等. 陕西省2009-2013年手足口病疫情时空流行特征分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39 (9): 1152-1158. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.003.
Bai Y, Liu K, Gu X, et al. Analysis on the Spatio-temporal characteristics of Hand-foot-mouth disease in Shaanxi province, 2009-2013 [J]. *Chin J Epidemiol*, 2018, 39 (9): 1152-1158. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.003.
- [26] 杨祖荣, 李雪, 邵中军, 等. 山西省大同市2005-2015年人间布鲁氏菌病时空分布特征与气象因素驱动效应研究 [J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39 (9): 1165-1171. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.005.
Yang ZR, Li X, Shao ZJ, et al. Characteristics on spatial and temporal distribution as well as the driving effect of meteorological factors on brucellosis in Datong city, Shanxi province, 2005-2015 [J]. *Chin J Epidemiol*, 2018, 39 (9): 1165-1171. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.005.
- [27] 谷旭, 康殿民, 尹亭亭, 等. 山东省2007-2016年丙型肝炎病毒流行趋势与影响因素研究 [J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39 (9): 1146-1151. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.002.
Gu X, Kang DM, Yin TT, et al. Epidemiological features of Hepatitis C and its related influencing factors in Shandong province, China, 2007-2016 [J]. *Chin J Epidemiol*, 2018, 39 (9): 1146-1151. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.002.
- [28] 周艺彪, 姜庆五, 赵根明. 空间流行病学中的偏倚与混杂 [J]. *中华流行病学杂志*, 2005, 26 (2): 135-139. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2005.02.015.
Zhou YB, Jiang QW, Zhao GM. Study on bias and confounding in 'Spatial Epidemiology' [J]. *Chin J Epidemiol*, 2005, 26 (2): 135-139. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2005.02.015.
- [29] Ostfeld RS, Glass GE, Keesing F. Spatial epidemiology: an emerging (or re-emerging) discipline [J]. *Trends Ecol Evol*, 2005, 20 (6): 328-336. DOI: 10.1016/j.tree.2005.03.009.

(收稿日期: 2017-11-09)

(本文编辑: 王岚)