

山东省2009—2015年HIV/AIDS流行的时空分布特征

张娜 杨兴光 王国永 陶小润 康殿民 汪宁

102206 北京, 中国疾病预防控制中心性病艾滋病预防控制中心(张娜、汪宁);

250014 济南, 山东省疾病预防控制中心艾滋病防制所(张娜、杨兴光、王国永、陶小润、康殿民)

通信作者: 汪宁, Email: wangnbj@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.02.018

【摘要】 目的 分析山东省2009—2015年HIV/AIDS流行时空特征。方法 应用全局空间自相关性统计量(Moran's I)和局部空间自相关性统计量(local indicators of spatial association)分析历年发现HIV/AIDS的空间聚集性,时空扫描(SatScan)统计量分析时空聚集性。结果 山东省2009—2015年累计发现HIV/AIDS有9 144例,病例的空间分布范围逐年扩大且局部地区分布集中。除2009年外,历年发现HIV/AIDS的空间分布在县区水平有空间自相关性,“热点”区域分布在济南市的天桥区、市中区和历城区及青岛市的市南区和崂山区。时空扫描发现1个一类时空聚集区,聚集地区覆盖济南市历下区、市中区、槐荫区和天桥区($RR=11.29$, $LLR=1\ 592.84$, $P<0.001$);4个二类时空聚集区,分别覆盖青岛市市南区、市北区和李沧区($RR=7.35$, $LLR=682.40$, $P<0.001$)、潍坊市潍城区和奎文区($RR=7.33$, $LLR=363.49$, $P<0.001$)、烟台市的芝罘区和莱山区($RR=7.66$, $LLR=117.63$, $P<0.001$)及淄博市的周村区和张店区($RR=6.09$, $LLR=268.68$, $P<0.001$);聚集时间均为2013—2015年。结论 山东省HIV/AIDS的空间和时间分布均具有聚集性。济南、青岛、淄博、潍坊、烟台市较其他地区聚集性高,需重点防治。

【关键词】 艾滋病;空间自相关;时空扫描;时空聚集性

基金项目:山东省自然科学基金青年基金项目(ZR2014HQ038);山东省医药卫生科技发展计划(2013WS0166)

Spatiotemporal characteristics of HIV/AIDS in Shandong province, 2009–2015 Zhang Na, Yang Xingguang, Wang Guoyong, Tao Xiaorun, Kang Dianmin, Wang Ning

National Center for AIDS/STD Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China (Zhang N, Wang N); Institute for AIDS Control and Prevention, Shandong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Jinan 250014, China (Zhang N, Yang XG, Wang GY, Tao XR, Kang DM)

Corresponding author: Wang Ning, Email: wangnbj@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the spatiotemporal characteristics of HIV/AIDS in Shandong province, 2009–2015. **Methods** Data on HIV/AIDS between 2009 and 2015 were derived from the Shandong provincial HIV/AIDS Comprehensive Response Information Management System at the end of 2015. All the data were geographically referenced based on 139 spatial units in the related counties of Shandong province. Electronic maps were obtained from China CDC. Global Moran's I statistics and LISA statistics were used to detect the global and local spatial distribution patterns of HIV/AIDS in Shandong. Space-time scan statistics method, based on the Poisson Model, was used to detect the space-time clusters of HIV/AIDS. **Results** A total of 9 144 HIV/AIDS cases were reported during 2009–2015 in Shandong province. The scope of spatial distribution on HIV/AIDS expanded annually and concentrated in certain areas. Spatial distribution of HIV/AIDS in 2009 was randomized, and results showed spatial autocorrelation at the county level, during 2010–2015. Spatial hotspot-clusters mainly appeared in Tianqiao, Shizhong and Licheng districts of Jinan city, and Shinan, Laoshan districts of Qingdao city. Results from the Space-time scan analysis identified 5 spatiotemporal clusters in 2013–2015, including 1 most likely cluster and 4 secondary clusters which involving Lixia, Shizhong, Huaiyin and Tianqiao districts of Jinan city ($RR=11.29$, $LLR=1\ 592.84$, $P<0.001$). The

covered counties in secondary clusters appeared in Shinan, Shibei and Licang districts of Qingdao city ($RR=7.35$, $LLR=682.40$, $P<0.001$), Weicheng and Kuiwen districts of Weifang city ($RR=7.33$, $LLR=363.49$, $P<0.001$), Zhifu and Laishan districts of Yantai city ($RR=7.66$, $LLR=117.63$, $P<0.001$), Zhoucun and Zhangdian districts of Zibo city ($RR=6.09$, $LLR=268.68$, $P<0.001$) respectively. **Conclusion** HIV/AIDS cases in Shandong province appeared clustering features in both dimensions of time and space. Prevention efforts were needed to focus on HIV/AIDS highly clustered areas, such as Jinan city, Qingdao city, Zibo city, Weifang city and Yantai city.

【Key words】 HIV/AIDS; Spatial autocorrelation; Space-time scan; Space-time cluster

Fund programs: Shandong Provincial Natural Science Foundation Youth Program (ZR2014HQ038); Shandong Provincial Medical and Health Science and Technology Development Program (2013WS0166)

艾滋病是严重威胁人类健康的公共卫生问题和社会问题。截至2015年底,我国现存活的HIV/AIDS有57.7万人,2015年报告HIV/AIDS有11.5万人,比2014年增加11.7%^[1-2],遏制HIV/AIDS的流行仍面临巨大挑战。山东省1992年发现首例HIV/AIDS,每年发现病例数经历了零星散发和缓慢增长后,于2009年开始快速增长^[3-4]。运用空间流行病学的理论方法分析疾病的时空异质性是目前国内外研究热点^[5-6]。研究发现^[7-8],HIV/AIDS的流行与分布具有明显的时间和空间异质性。本研究采用空间自相关和时空扫描模型分析山东省HIV/AIDS的时空分布特征,为有效防控HIV/AIDS提供科学依据。

资料与方法

1. 资料来源:山东省2009—2015年HIV/AIDS数据来自HIV/AIDS综合防治信息系统。地图资料是以山东省1:100万县级行政边界矢量地图作为基础地图,来源于中国CDC。

2. 数据库建立:在ArcGis 9.3软件中,以山东省矢量地图为空间结构数据库,与HIV/AIDS数据连接建立属性数据库。空间分析的基本单元为山东省139个县(市、区)。

3. 研究方法:

(1)全局空间自相关分析^[9]:通过计算全局空间自相关性统计量(Moran's I)分析HIV/AIDS的空间分布是否存在聚集性及聚集性的大小。Moran's I 取值范围为-1~1之间,假设检验得到 Z 值, $P<0.05$ 为差异有统计学意义,病例呈聚集性分析;反之,病例在空间上呈随机分布。Moran's I 绝对值越大,表明空间自相关性越强。

(2)局部空间自相关分析^[4]:通过计算局部空间自相关性统计量(local indicators of spatial association, LISA)分析整个研究区域内具体的聚集地区,结果用LISA聚集图展示。LISA分析可得4种聚集类型,分别为高值聚集地区(高-高聚集)、低值

聚集地区(低-低聚集)、高值低值相邻地区(高-低聚集)和低值高值相邻地区(低-高聚集)。高-高聚集和低-低聚集表示HIV/AIDS数与周围地区类似,低-高聚集和高-低聚集表示HIV/AIDS数低于(高于)周围地区。

(3)时空扫描分析^[10]:以空间动态窗口扫描统计为基础,基于Poisson概率模型,通过圆柱形扫描窗口的动态扫描计算不同时间和区域的理论发病数;根据实际发病数和理论发病数计算对数似然比(log likelihood ratio, LLR), LLR 最大的窗口即为最有可能的聚集性区域;计算 RR 值并进行统计学检验判断时空聚集性是否有统计学意义, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。圆柱形的圆形表示研究区域的地理范围,高度表示时间,时间步长为1年,聚集范围的最大值限定为处于风险人群占总人口的10%和总研究期限的50%,采用蒙特卡罗方法(Monte Carlo method)进行统计学检验,检测次数设置为999次,结果利用ArcGis 9.3软件实现可视化。

4. 统计学分析:采用Excel 2007软件进行数据整理和描述性分析,用ArcGis 9.3软件绘制地图及实现空间分析结果的可视化。全局和局部空间自相关分析采用OpenGeoda 1.2.0软件,时空扫描分析采用SaTScan 9.4.0软件,检验水准设为0.05。

结 果

1. 描述性分析:2009—2015年山东省累计发现HIV/AIDS有9 144例。2009年629例,除37个县(市、区)未发现病例外,4个县(市、区)发现病例数超过20例(其中济南市历下区23例、槐荫区52例,青岛市市南区33例,淄博市张店区24例);随着历年发现病例数逐年增加,病例的空间分布进一步播散,且地区间差异增大,2015年发现病例2 272例,除9个县(市、区)未发现病例外,27个县(市、区)发现病例超过20例,其中4个县(市、区)发现病例数超过100例(包括济南市历下区和槐荫区、青岛市市北

区、潍坊市奎文区)。见图1、2。

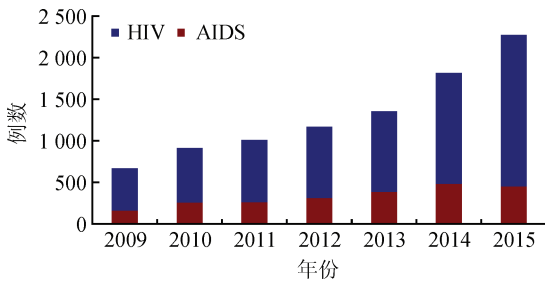


图1 2009—2015年山东省历年HIV/AIDS例数

2. 全局空间自相关分析:2009年 HIV/AIDS 的空间分布呈随机分布;2010—2015年历年 HIV/AIDS 的空间分布均具有空间自相关性,呈聚集性分布。见表1。

表1 2009—2015年山东省历年HIV/AIDS的全局空间自相关分析

年份	Moran's I值	Z值	P值	年份	Moran's I值	Z值	P值
2009	0.05	1.07	0.140	2013	0.18	3.76	0.004
2010	0.11	2.26	0.024	2014	0.21	4.15	0.001
2011	0.12	2.45	0.025	2015	0.16	3.01	0.006
2012	0.14	3.16	0.008				

注: Moran's I值为全局空间自相关性统计量

2010—2015年济南市的天桥区、市中区及青岛市的市南区是“热点”区域(高-高聚集),“冷点”区域(低-低聚集)主要分布在紧邻济南市的泰安市、德州市和聊城市的部分县(市、区)。2014和2015年济南的历城区为“热点”区域;青岛的崂山区在2014年是“热点”区域。见图3。

3. 局部空间自相关分析:LISA 聚集图显示,

4. 时空聚集性分析:时空扫描结果显示,2009—

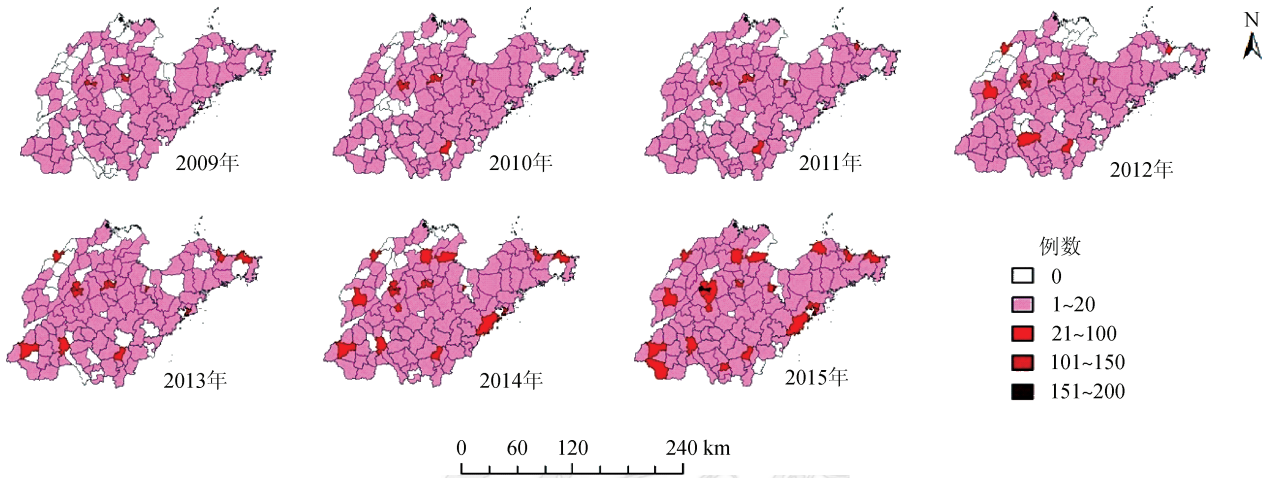
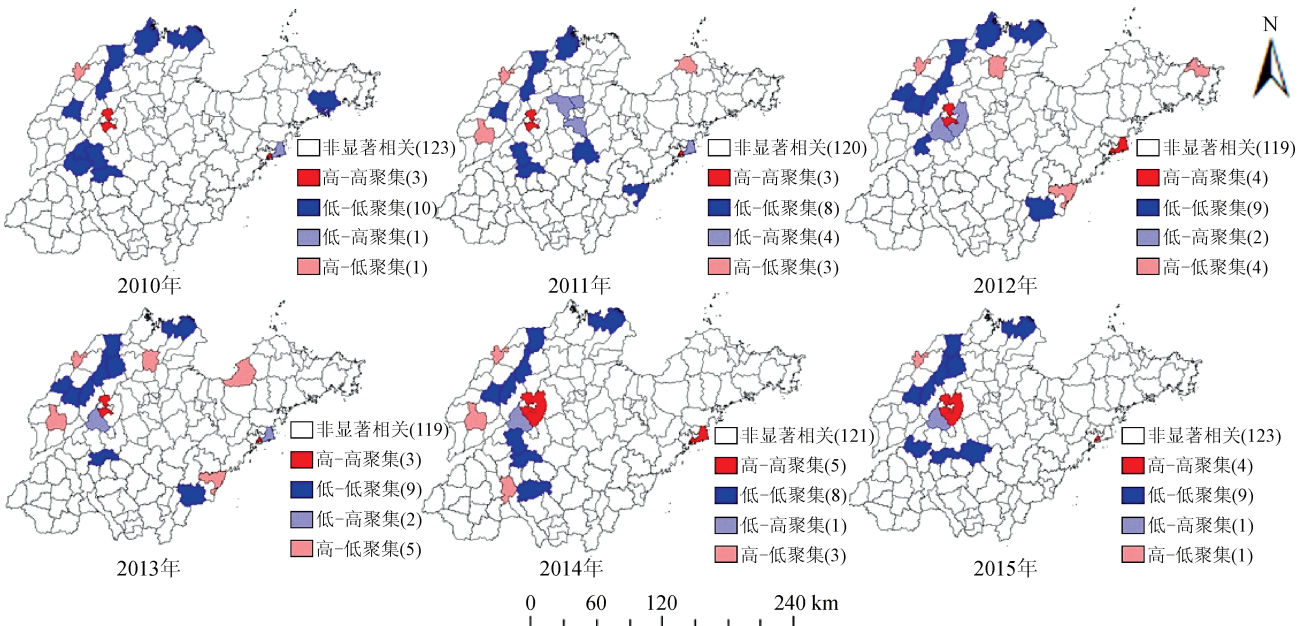


图2 2009—2015年山东省历年HIV/AIDS县级尺度的空间分布



注: LISA为局部空间自相关性统计量;括号内数据为县(市、区)个数

图3 2010—2015年山东省历年HIV/AIDS的LISA聚集分布情况

2015年山东省HIV/AIDS存在1个一类时空聚集区域,位于济南市的历下区、市中区、槐荫区和天桥区。另外,还包括4个二类时空聚集区域,分别位于青岛市的市南区、市北区和李沧区,潍坊市的潍城区和奎文区,烟台市的芝罘区和莱山区及淄博市的周村区和张店区。结果见表2和图4。

表2 2009—2015年山东省HIV/AIDS时空扫描分析

聚集区	半径 (km)	聚集时间 (年)	病例数	期望数	RR值	LLR值	P值
1	22.93	2013—2015	1 092	108.58	11.29	1 592.84	<0.001
2	14.13	2013—2015	618	89.33	7.35	682.40	<0.001
3	15.59	2013—2015	326	45.88	7.33	363.49	<0.001
4	17.43	2013—2015	240	74.00	7.66	117.63	<0.001
5	14.80	2013—2015	280	47.21	6.09	268.68	<0.001

注: LLR为对数似然比

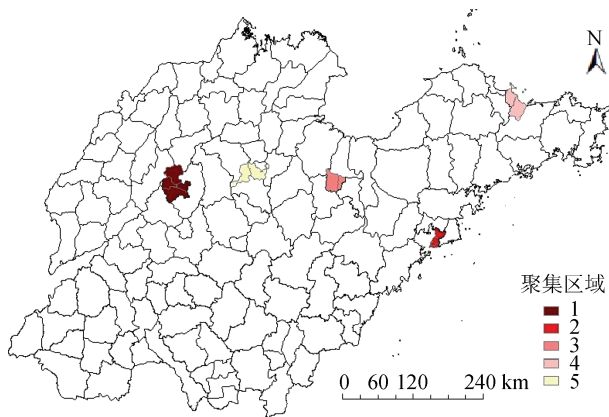


图4 2009—2015年山东省HIV/AIDS的时空扫描聚集图

讨论

2009年以来,山东省历年发现的HIV/AIDS例数呈快速增长趋势,年平均增长速度为23.0%,高于全国平均水平^[11],提示山东省HIV/AIDS防控工作形势较严峻,需要准确分析疫情的流行特点。本文运用空间自相关和时空扫描模型分析了山东省HIV/AIDS的时空分布特征。

县级尺度的空间分布图显示,2009—2015年山东省HIV/AIDS的空间分布范围不断扩散且地区间差异进一步加大,病例主要集中在胶济铁路沿线的济南市、潍坊市及青岛市。全局自相关分析结果显示,2010年以后山东省各年的HIV/AIDS均呈聚集性分布,这与江苏省、河南省的结论相似^[12-13],提示影响山东省HIV/AIDS流行的因素也存在地区差异。历年LISA聚集分布图显示,全省HIV/AIDS的热点区域主要集中在济南市和青岛市的主城区,而冷点区域主要集中在围绕济南市的周边地区。

形成以上空间格局的原因可能为:①经济和流

动人口。研究发现^[14],经济越发达,高危性行为发生频率越高。青岛市作为国家计划单列市和半岛蓝色经济区的龙头城市,济南市作为省会城市和省会城市群的核心城市,这两个地区62.2%的MSM在过去1个月与2个及以上的男性发生性关系,而安全套使用率仅27.9%^[15],58.8%的暗娼在过去1个月发生过无保护性行为^[16]。经济因素又是引起人口迁移流动的主要因素,青岛市和济南市吸引了全省40%的外省流入人口流入^[17],流动人口的增多及聚集进一步加剧了疫情的流行和聚集^[18]。②医疗资源配置和就医行为。全省约20%的HIV/AIDS筛查实验室分布在济南市和青岛市,全省拥有先进医疗设备和较高诊治能力的医院也主要分布在这两个城市的中心城区。医疗资源的集中配置影响疫情的集中分布,特别是济南市医疗诊治条件远远高于周围德州市、聊城市、泰安市等地市,因而形成了冷点区域主要分布在围绕济南市的周边地区。青岛市周边地区的烟台市、潍坊市等地市医疗诊治条件差别不大,未形成冷点区域。

时空扫描分析提示山东省HIV/AIDS主要在2013—2015年聚集,疫情形势更为严峻;聚集区域位于鲁中和鲁东沿海地区。其中,一级聚集区域包括济南市的4个县(市、区),二级聚集区域包括青岛市3个县(市、区),这与空间自相关分析结果基本吻合。另外,二级聚集区域还包括潍坊市、淄博市和烟台市的6个县(市、区),这些地区沿胶济铁路线分布,经济较为发达、流动人口较多,也应作为HIV/AIDS防控的重点地区引起重视。

本研究通过运用空间自相关分析和时空扫描方法分析了山东省2009—2015年HIV/AIDS的时空流行特征及重点的聚集时间和区域,对优化山东省HIV/AIDS防控资源配置及制定合理有效防控策略具有重要的科学指导意义。但本研究数据来源于HIV/AIDS综合防治信息系统,局限于HIV/AIDS报告疫情的分析,各地区检测和报告工作的差异可能会造成一定的偏移而不能确切反映各地区真实疫情的严重程度。尽管如此,本研究仍较好的反映了山东省报告HIV/AIDS疫情的时空分布特征,在今后的工作中可进一步结合哨点监测,与疾病相关的经济、文化、人口及检测等宏观因素进行深入分析并探索时空异质性的原因。

利益冲突 无

参考文献

[1] 中国疾病预防控制中心,性病艾滋病预防控制中心,性病控制

- 中心. 2015年12月全国艾滋病性病疫情及主要防治工作进展[J]. 中国艾滋病性病, 2016, 22(2): 69. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2016.02.01.
- NCAIDS, NCSTD, China CDC. Update on the AIDS/STD epidemic in China and main response in control and prevention in December, 2015 [J]. Chin J AIDS STD, 2016, 22(2): 69. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2016.02.01.
- [2] 中国疾病预防控制中心, 性病艾滋病预防控制中心, 性病控制中心. 2014年12月全国艾滋病性病疫情及主要防治工作进展[J]. 中国艾滋病性病, 2015, 21(2): 87. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2015.02.01.
- NCAIDS, NCSTD, China CDC. Update on the AIDS/STD epidemic in China and main response in control and prevention in December, 2014 [J]. Chin J AIDS STD, 2015, 21(2): 87. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2015.02.01.
- [3] 张娜, 王国永, 杨兴光, 等. 山东省1992年至2011年艾滋病流行特征分析[J]. 中华传染病杂志, 2013, 31(12): 728-732. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6680.2013.12.005.
- Zhang N, Wang GY, Yang XG, et al. Epidemiological characteristics of acquired immune deficiency syndrome in Shandong province from 1992 to 2011 [J]. Chin J Infect Dis, 2013, 31(12): 728-732. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6680.2013.12.005.
- [4] 王浩, 张娜, 薛付忠, 等. 山东省艾滋病病毒感染者及艾滋病患者空间流行特征[J]. 山东大学学报: 医学版, 2015, 53(2): 81-86. DOI: 10.6040/j.issn.1671-7554.0.2014.748.
- Wang H, Zhang N, Xue FZ, et al. Spatial epidemiological characteristics of HIV infections and AIDS patients in Shandong province [J]. J Shandong Univ: Health Sci, 2015, 53(2): 81-86. DOI: 10.6040/j.issn.1671-7554.0.2014.748.
- [5] 唐路, 张燕, 幸奠国, 等. 基于空间数据分析技术的重庆市丙型肝炎发病研究[J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37(1): 80-84. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.01.017.
- Tang L, Zhang Y, Xing DG, et al. Spatial data based study of distribution of hepatitis C in Chongqing [J]. Chin J Epidemiol, 2016, 37(1): 80-84. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.01.017.
- [6] 樊文洁, 王山, 曹红艳, 等. 时空统计方法[J]. 中华流行病学杂志, 2015, 36(1): 83-86. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.01.019.
- Fan WJ, Wang S, Cao HY, et al. Spatio-temporal statistical method [J]. Chin J Epidemiol, 2015, 36(1): 83-86. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.01.019.
- [7] Zulu LC, Kalipeni E, Johannes E. Analyzing spatial clustering and the spatiotemporal nature and trends of HIV/AIDS prevalence using GIS: the case of Malawi, 1994-2010 [J]. BMC Infect Dis, 2014, 14(1): 285. DOI: 10.1186/1471-2334-14-285.
- [8] 邢健男, 郭巍, 钱莎莎, 等. 中国2005-2011年注射吸毒人群艾滋病感染的空间分析[J]. 中华流行病学杂志, 2014, 35(2): 151-156. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.02.011.
- Xing JN, Guo W, Qian SS, et al. Spatial analysis on the HIV/AIDS infection status among injecting drug users in China, from 2005 to 2011 [J]. Chin J Epidemiol, 2014, 35(2): 151-156. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.02.011.
- [9] Peng ZH, Cheng YJ, Reilly KH, et al. Spatial distribution of HIV/AIDS in Yunnan province, People's Republic of China [J]. Geospat Health, 2011, 5(2): 177-182. DOI: 10.4081/gh.2011.169.
- [10] Liu YX, Wang XJ, Liu YX, et al. Detecting spatial-temporal clusters of HFMD from 2007 to 2011 in Shandong province, China [J]. PLoS One, 2013, 8(5): e63447. DOI: 10.1371/journal.pone.0063447.
- [11] 郝阳, 孙新华, 夏刚, 等. “四免一关怀”政策实施10年中国艾滋病防治主要进展[J]. 中国艾滋病性病, 2014, 20(4): 228-232. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2014.04.008.
- Hao Y, Sun XH, Xia G, et al. Progress in HIV/AIDS prevention and treatment since implementing the “Four Frees and One Care” AIDS policy in China [J]. Chin J AIDS STD, 2014, 20(4): 228-232. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2014.04.008.
- [12] 彭志行, 羊海涛, 成月佳, 等. 应用地理信息系统技术对江苏省艾滋病疫情的空间分析[J]. 中华流行病学杂志, 2011, 32(1): 42-46. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.01.011.
- Peng ZH, Yang HT, Cheng YJ, et al. Study on the spatial distribution of AIDS based on geographic information system in Jiangsu province [J]. Chin J Epidemiol, 2011, 32(1): 42-46. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.01.011.
- [13] 刘露, 陈于, 王帅, 等. 应用地理信息系统分析河南省HIV感染者的空间分布及影响因素[J]. 上海交通大学学报: 医学版, 2014, 34(2): 235-239.
- Liu L, Chen Y, Wang S, et al. Application of geographic information system in spatial distribution of HIV infected people in Henan province [J]. J Shanghai Jiao Tong Univ: Med Sci, 2014, 34(2): 235-239.
- [14] Berhan Y, Berhan A. A meta-analysis of risky sexual behaviour among male youth in developing countries [J]. AIDS Res Treat, 2015, 2015: 580961. DOI: 10.1155/2015/580961.
- [15] Liao MZ, Kang DM, Jiang BF, et al. Bisexual Behavior and infection with HIV and syphilis among men who have sex with men along the east coast of China [J]. ADIS Patient Care STDS, 2011, 25(11): 683-691. DOI: 10.1089/apc.2010.0371.
- [16] Kang DM, Liao MZ, Jiang ZX, et al. Commercial sex venues, syphilis and methamphetamine use among female sex workers [J]. AIDS Care, 2011, 23 Suppl 1: S26-36. DOI: 10.1080/09540121.2011.560930.
- [17] 王洪娜. 山东省人口迁移流动与区域经济发展研究[D]. 长春: 吉林大学, 2015: 34-44.
- Wang HN. A research of population flow and regional economic development in Shandong province [D]. Changchun: Jilin University, 2015: 34-44.
- [18] Anderson AF, Qingsi Z, Hua X, et al. China's floating population and the potential for HIV transmission: a social-behavioural perspective [J]. AIDS Care 2003, 15(2): 177-185. DOI: 10.1080/0954012031000068326.

(收稿日期: 2016-08-19)

(本文编辑: 斗智)