

湖北省 2010—2013 年艾滋病时空分布特征分析

高梦婷 王棠 王科坤 李十月 燕虹

430071 武汉大学健康学院流行病与卫生统计学系

通信作者:燕虹, Email: yanhmjxr@aliyun.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.03.016

【摘要】 目的 了解 2010—2013 年湖北省 HIV/AIDS 的时空分布特征,为艾滋病防控提供科学依据。方法 采用 GeoDa 软件进行空间自相关分析,采用 SatScan 9.2 软件进行时空扫描统计分析,最后运用地理信息系统实现结果的可视化。结果 2010—2013 年湖北省累计报告 HIV/AIDS 病例 6 952 例,累计报告病例数的全局 Moran's I 指数为 0.266, $P < 0.05$,表明 2010—2013 年湖北省 HIV/AIDS 存在正向空间自相关。全局 Moran's I 值在 2010—2013 年逐年增加,且 P 值均 < 0.05 ,说明 2010—2013 年湖北省 HIV/AIDS 全局空间聚集性呈上升趋势。局部相关自相关分析发现湖北省艾滋病“高高”聚集区主要位于武汉市,2010—2013 年聚集区数目逐年增加,且从武汉市区向周边县区扩散。时空扫描分析显示武汉、黄石、鄂州、咸宁的 19 个区(县)为一级时空聚集区,时间跨度为 2012—2013 年,辐射半径为 60.01 km ($LLR = 625.14$, $RR = 3.23$),结果具有统计学意义。结论 2010—2013 年湖北省 HIV/AIDS 空间变化具有规律性,全局空间聚集性逐年增强,“高高”聚集区从武汉市区逐年向周边区(县)扩散,武汉及其周边区(县)为湖北省近几年艾滋病防控的重点区域。

【关键词】 艾滋病;地理信息系统;空间自相关;时空扫描分析

基金项目:国家自然科学基金(81673196)

Spatial and temporal characteristics of HIV/AIDS in Hubei province, 2010–2013 Gao Mengting,

Wang Tang, Wang Kekun, Li Shiyue, Yan Hong
School of Health Science, Wuhan University, Wuhan 430071, China

Corresponding author: Yan Hong, Email: yanhmjxr@aliyun.com

【Abstract】 **Objective** To understand the spatial and temporal distribution of HIV/AIDS in Hubei province, and provide scientific evidence for the prevention and control of AIDS. **Methods** GeoDa software was used for autocorrelation analysis, SatScan 9.2 software was used for statistical analysis of spatial scanning, and finally geographic information system was used for visualization. **Results** A total of 6 952 HIV/AIDS cases were reported during 2010–2013 in Hubei, and the spatial autocorrelation analysis showed that Global Moran's I index was 0.266 ($P < 0.05$), indicating that there was a positive spatial autocorrelation of HIV/AIDS. Global Moran's I index increased year by year ($P < 0.05$), indicating that the increased spatial aggregation of HIV/AIDS during 2010–2013. The local Moran's I index showed that “high-high” clustering areas were in Wuhan, and the number of “high-high” clustering areas increased during 2010–2013. Moreover, the “high-high” clustering areas expanded from Wuhan to surrounding areas. Spatial and temporal scan analysis revealed that 19 counties in Wuhan, Huangshi, Ezhou, Xianning with a radius of 60.01 km ($LLR = 625.14$, $RR = 3.23$) were the main spatial and temporal clustering area during 2012–2013. **Conclusion** The spatial changes of HIV/AIDS seemed to be regular from 2010 to 2013 in Wuhan, spatial correlation at provincial level decreased and the “high-high” clustering areas gradually expanded from Wuhan to surrounding areas, indicating that it is necessary to strengthen the AIDS prevention and control in these areas in Hubei.

【Key words】 AIDS; Geographic information system; Spatial autocorrelation; Spatial and temporal scan analysis

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81673196)

湖北省自1988年发现首例HIV感染者以来,截至2014年底已累计发现15 166例HIV/AIDS病例,每年报告病例数逐年增加^[1],艾滋病防控难度不断加大。在空间分布上,艾滋病疫情分布存在明显的地区差异,武汉、黄石、十堰、襄阳等市疫情较为严重^[2]。Zhang等^[3]、彭志行等^[4]采用空间统计学方法对重庆、江苏等地进行研究,验证了艾滋病疫情存在显著的空间分布特征。但既往研究多是基于时间或空间单一维度研究艾滋病的分布状况,展现的是疾病即时状态,无法反映疫情变化的时空趋势^[5],对于湖北省艾滋病疫情的时空趋势尚无研究。本研究在应用空间自相关了解湖北省艾滋病空间聚集性的基础上,采用时空扫描统计量探测2010—2013年湖北省艾滋病疫情的时空聚集性,为艾滋病防控提供参考依据。

资料和方法

1. 资料来源: HIV/AIDS报告病例数来源于艾滋病综合防治数据信息管理系统,电子地图来自国家基础地理信息系统。

2. 研究方法:

(1) 空间自相关分析: 空间自相关包括全局空间自相关和局部空间自相关两部分。全局空间自相关常用Moran's I 指数衡量,其计算公式:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

其中 n 为空间单位数(102); W_{ij} 为空间权重矩阵,两个空间单位相邻时取1,否则取0; x_i, x_j 为各空间单位的艾滋病发病率^[6]。采用随机条件下近似正态分布假设的标准差对指标进行标准化,将统计量结果转化为标准化 Z 值。对Moran's I 进行假设检验,当Moran's $I \neq 0$ 且 $Z \geq 1.96$ 或 ≤ -1.96 时,表明病例具有空间相关性;当Moran's I 接近于0且 Z 的取值在 $-1.96 \sim 1.96$ 之间时,说明病例呈随机性分布,不存在相关。

全局空间自相关用于反映整个研究范围内指定的属性是否具有相关性,但是不能确切指出聚集在哪些地方,局部空间自相关则可以弥补上述不足。Anselin^[7]于1995年提出用Local Moran's I 指数衡量局部相关性,Local Moran's I 的计算公式:

$$I_i = \frac{n^2}{\sum_i \sum_j W_{ij}} \times \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_j W_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_j (x_i - \bar{x})^2}$$

本文采用Anselin^[7]提出的Local Moran's I 指数,并依据Local Moran's I 指数绘制局部空间相关性地图(LISA, Local Indicators of Spatial Association)来表示湖北省HIV/AIDS的局部空间相关性。当 $I > 0$ 表示一个属性值高于均值的空间单元被属性值高于均值的领域所包围(“高高”聚集)或一个属性值低于均值的空间单元被属性值低于均值的领域所包围(“低低”聚集), $I < 0$ 表示一个属性值低于均值的空间单元被属性值高于均值的领域所包围(“低高”聚集)或高一个属性值高于均值的空间单元被属性值低于均值的领域所包围(“高低”聚集)。

(2) 时空扫描统计量: 上述空间自相关分析仅能表明数据具有空间聚集性,但无法揭示空间分布格局和空间分布范围。采用时空扫描统计量可以克服此不足。时空扫描统计的基本原理是在研究区域范围内,假定HIV/AIDS发病率满足泊松分布,在每个位置都允许存在大小不同的圆柱形窗口(底部对应的是地理位置,高对应的是时间)。随着扫描窗口的移动,可得到一系列分别位于扫描窗口内外的病例数及期望病例数,由此构建似然函数,从而对湖北省所有市(县)既往HIV/AIDS疫情资料进行分析。

3. 统计学分析: 采用GeoDa软件进行空间自相关分析,采用SatScan 9.2软件进行时空扫描统计分析,采用ArcGIS 10.0软件将分析结果可视化。

结果

1. 湖北省艾滋病疫情总体分布: 2010—2013年湖北省累计报告HIV/AIDS病例6 952例,累计病例报告数分布见图1,湖北省东部HIV/AIDS报告病例数多于西部,武汉市及其周边区县累计报告病例数最多,报告病例数最多的5个区(县)为大冶市(383例)、武昌区(274例)、洪山区(234例)、江汉区(226例)、汉阳区(200例)。在时间分布上,2010年湖北省HIV/AIDS报告病例1 235例,之后呈逐年上升趋势,2011年、2012年分别为1 552例、1 960例,2013年增至2 208例。

2. 空间自相关分析: 全局空间自相关分析: 对2010—2013年累计报告HIV/AIDS病例数进行全局空间自相关分析,显示Moran's $I = 0.266, Z = 4.626, P = 0.001$,表明2010—2013年湖北省HIV/AIDS呈正向空间自相关。逐年全局自相关检验显示2010—2013年Moran's I 值逐渐增加,且 P 值均 < 0.05 ,说明2010—2013年湖北省HIV/AIDS呈空间聚集且全局空间聚集性呈上升趋势。见表1。

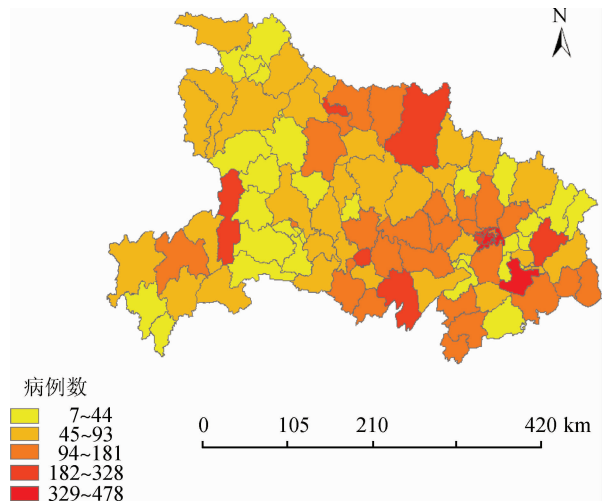


图1 2010—2013年湖北省HIV/AIDS累计报告病例数分布

表1 2010—2013年湖北省HIV/AIDS报告病例数全局Moran's I分析结果

年份	Moran's I值	Z值	P值
2010—2013	0.266	4.626	0.001
2010	0.124	2.146	0.039
2011	0.278	4.539	0.001
2012	0.340	5.577	0.001
2013	0.316	5.529	0.001

3. 局域空间自相关分析:局域空间自相关分析显示,“高高”聚集区主要位于武汉市,覆盖武汉市硚口区、江汉区、青山区、武昌区、东西湖区、江岸区、洪山区、汉阳区8个区。逐年进行局域空间相关性分

析,并将局域空间自相关分析的结果可视化于LISA聚集性地图,见图2。2010年“高高”聚集区有9个,包括黄石西塞山区、襄阳襄城区和武汉硚口区、江汉区、青山区、武昌区、东西湖区、江岸区、汉阳区,2011、2012年襄阳、黄石变为“低高”聚集区域,但武汉市“高高”聚集区域逐渐向周边扩散,洪山区、蔡甸区变为“高高”聚集区。2013年“高高”聚集区域进一步向武汉周边扩散,除新洲区、蔡甸区、汉南区之外,其余武汉市10个区均为“高高”聚集区,此外,黄石市阳新县、西塞山区也成为“高高”聚集区。

4. 时空聚集分析:2010—2013年湖北省各区县HIV/AIDS的时空扫描量分析显示,湖北省存在1个一级时空聚集区和3个次级时空聚集区。一级时空聚集区位于武汉及其周边,辖武汉、黄石、鄂州、咸宁的19个区(县),时间跨度为2012—2013年。一级时空聚集区包含病例数1465人,期望病例数530人,辐射半径为60.01 km ($LLR=625.14, RR=3.23$),结果具有统计学意义。除阳新县之外,局域空间自相关分析的11个“高高”聚集区均分布于一级时空聚集区,呈现较高的一致性。见图3。

讨论

空间自相关分析在血吸虫、疟疾等传染病领域应用广泛,对于了解疾病的空间分布特征具有较高的应用价值^[8-10]。Zhang等^[3]、彭志行等^[4]根据该方法发现艾滋病分布具有空间异质性,本研究应用该

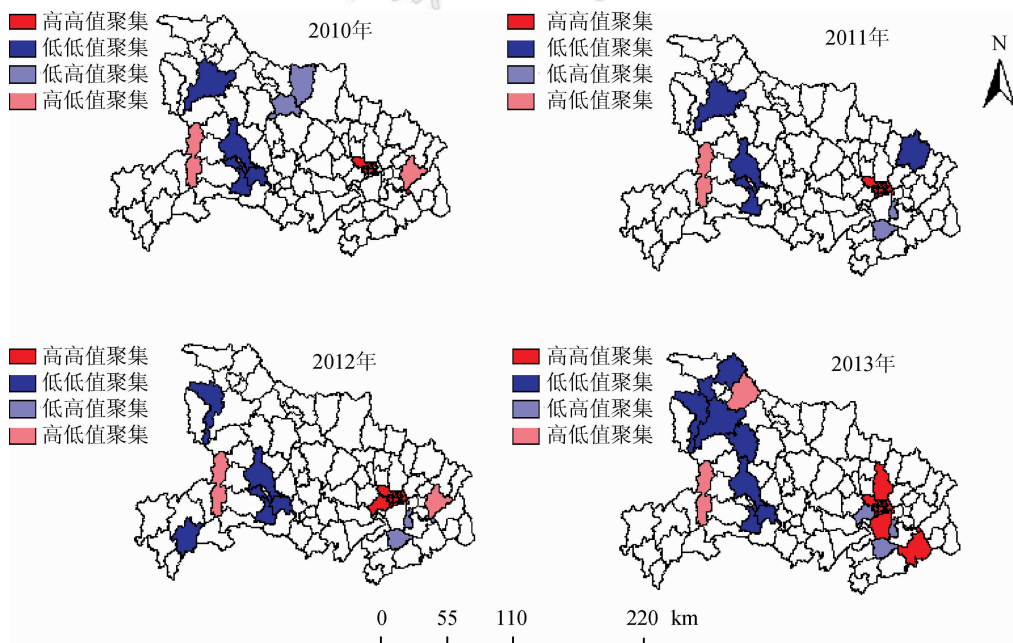


图2 2010—2013湖北省HIV/AIDS报告病例数局部空间相关性地图

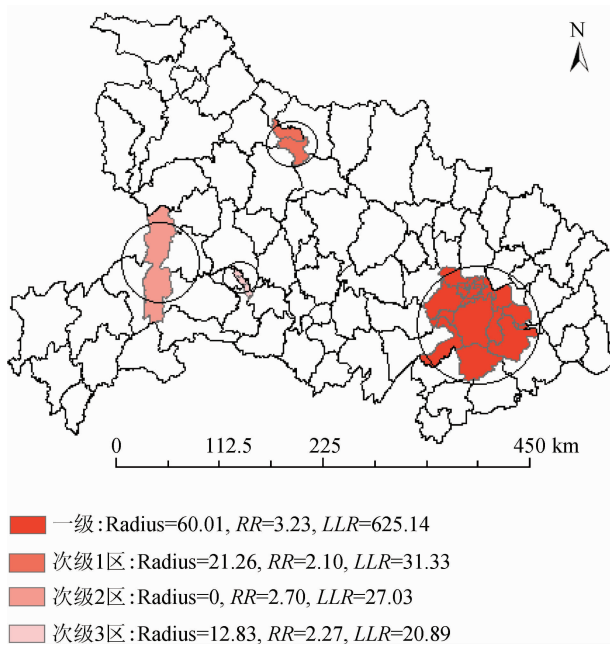


图3 2010—2013年湖北省HIV/AIDS报告病例数的时空扫描分析

方法对2010—2013年湖北省各区(县)HIV/AIDS报告病例数进行分析,发现2010—2013年湖北省HIV/AIDS报告病例数在空间上具有正向相关性,且空间聚集性随年份逐渐增高。局域空间自相关分析显示湖北省HIV/AIDS“高高”聚集区主要位于武汉市,包括7个中心城区和东西湖区。该地理分布特征可能与武汉市经济发展较好、交通便利、流动人口比例较高等人口经济因素有关,其他省份也有研究发现艾滋病容易在经济较好的地区聚集^[3,5]。同时,近年来湖北省艾滋病传播方式发生重大改变^[11],由既往经血传播为主转变为经性传播为主,2010—2013年报告病例数中输血传播仅占0.39%,年均报告病例数在6~8例之间,而性传播的比例则达到76.86%,其中同性传播占47.31%,异性传播占29.54%。作为HIV感染最重要的高危人群——大学生MSM和卖淫嫖娼人群主要分布在武汉及其周边^[12-14],增加了艾滋病的传播风险。

LISA“高高”聚集区表示某一空间单元和周围空间单元的属性值都较高,该单元和周围单元组成的子区域即通常所说的热点区,该区域对确定重点防控区域有重要意义。本文LISA显著性地图显示,HIV/AIDS“高高”聚集区从武汉市中心城区逐年向周边地区扩散,2013年已扩散至武汉市10个区和黄石市2个区,这可能与武汉周边城市危险性行为人群增多有关。近年来刘漫等^[15]在黄石市发现较多低档暗娼人群,该人群艾滋病知识知晓率低,危险性行

为发生率高,且分布与HIV感染具有一定的相关性。提示湖北省艾滋病防治的重点区域逐渐从武汉市向周边区县蔓延,应随着聚集中心的变化及时调整防控政策。时空扫描分析发现湖北省HIV/AIDS一级时空聚集区分布于武汉周边,辐射半径为60.01 km,时间跨度为2012—2013年,辖武汉、咸宁、鄂州、黄石市的19个区(县)。进一步证明了武汉市为湖北省艾滋病防控的重点区域,黄石、咸宁、鄂州等周边城市为潜在重点城市,这些区域的艾滋病防控工作应综合考虑到疫情的空间聚集性和聚集程度。

本研究存在一定不足,采用HIV/AIDS病例报告数进行空间分析,病例报告数的数据质量易受到人群检测意识、监测系统能力及力度等多种因素的影响,报告数据可能与实际数据存在一定差距,对研究结果造成一定的偏倚。

本研究将空间流行病学理论应用于艾滋病监测数据中,了解2010—2013年湖北省HIV/AIDS发病率的时空分布特征的同时,采用时空扫描统计量确定湖北省HIV/AIDS的时空聚集区,为该省艾滋病防控提供理论依据。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Mkangara OB, Wang CJ, Xiang H, et al. The univariate and bivariate impact of HIV/AIDS on the quality of life: a cross sectional study in the Hubei Province-Central China [J]. J Huazhong Univ Sci Technol [Med Sci], 2009, 29(2): 260-264. DOI: 10.1007/s11596-009-0226-x.
- [2] 彭国平,张艺,蒋洪林. 湖北省艾滋病流行特征及趋势分析[J]. 中国艾滋病性病, 2009, 15(3): 292-294. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2009.03.021.
Peng GP, Zhang Y, Jiang HL. Analysis of epidemic characteristics of HIV/AIDS in Hubei province [J]. Chin J AIDS STD, 2009, 15(3): 292-294. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2009.03.021.
- [3] Zhang X, Tang W, Li Y, et al. The HIV/AIDS epidemic among young people in China between 2005 and 2012: results of a spatial temporal analysis [J]. HIV Med, 2016. DOI: 10.1111/hiv.12408.
- [4] 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 ZX, 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.
- [5] 陈栏心,朱秋映,王学燕,等. 广西2005—2012年艾滋病时空聚集分析[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(12): 1521-1525. DOI:

- 10.11847/zgggws2015-31-12-01.
Chen LX, Zhu QY, Wang XY, et al. Spatiotemporal cluster of HIV/AIDS in Guangxi, 2005-2012 [J]. Chin J Public Health, 2015, 31(12): 1521-1525. DOI: 10.11847/zgggws2015-31-12-01.
- [6] Griffith DA. What is spatial autocorrelation? Reflections on the past 25 years of spatial statistics[J]. Espace Géographique, 1992, 21(3):265-280. DOI: 10.3406/spgeo.1992.3091.
- [7] Anselin L. Local indicators of spatial association-LISA [J]. Geograph Anal, 1995, 27(2): 93-115. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x.
- [8] 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.
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.
- [9] 姜庆五, 赵飞. 空间自相关分析方法在流行病学中的应用[J]. 中华流行病学杂志, 2011, 32(6): 539-546. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.06.002.
Jiang QW, Zhao F. Application of spatial autocorrelation method in epidemiology [J]. Chin J Epidemiol, 2011, 32(6): 539-546. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.06.002.
- [10] 闫润洋, 周水森, 夏志贵, 等. 我国疟疾传播时空分布特征分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2014, 9(3): 198-202, 219. DOI: 10.13350/j.cjpb.140302.
Yan RZ, Zhou SS, Xia ZG, et al. Spatial-temporal characteristics of malaria transmission in China [J]. J Path Biol, 2014, 9(3): 198-202, 219. DOI: 10.13350/j.cjpb.140302.
- [11] 占发先, 姚璇, 张艺. 湖北省艾滋病传播模式改变情况分析[J]. 中国艾滋病性病, 2009, 15(5): 497-499. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2009.05.026.
Zhan FX, Yao X, Zhang Y. Changes of HIV/AIDS transmission model in Hubei province [J]. Chin J AIDS STD, 2009, 15(5): 497-499. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2009.05.026.
- [12] Gao M, Xiao C, Cao Y, et al. Associations between sexual sensation seeking and AIDS-related knowledge, attitudes and behaviors among young men who have sex with men in China [J]. Psychol Health Med, 2016; 1-8. DOI: 10.1080/13548506.2016.1200729.
- [13] 叶晟, 尹礼满, 柯静, 等. 湖北大冶市1999-2013年艾滋病暗娼哨点监测[J]. 公共卫生与预防医学, 2014, 25(1): 89-91.
Ye S, Yin LM, Ke J, et al. Sentinel Surveillance of HIV/AIDS Female Prostatitis from 1999 to 2013 in Daye city, Hubei province [J]. J Public Health Prev Med, 2014, 25(1): 89-91.
- [14] 彭庭海, 彭国平, 阳凯, 等. 湖北省2010-2013年男男性行为者HIV新发感染分析[J]. 中华流行病学杂志, 2015, 36(2): 162-166. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.02.014.
Peng TH, Peng GP, Yang K, et al. Recent HIV infection among men who have sex with men in Hubei, 2010-2013 [J]. Chin J Epidemiol, 2015, 36(2): 162-166. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.02.014.
- [15] 刘漫, 肖琛嫦, 王棠, 等. 湖北省某市2014年中老年男性HIV感染及与暗娼关系分析[J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37(7): 965-969. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.07.012.
Liu M, Xiao CC, Wang T, et al. Association between HIV infection and female sex workers in middle aged and old men in a city in Hubei province, 2014 [J]. Chin J Epidemiol, 2016, 37(7): 965-969. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.07.012.

(收稿日期: 2015-09-23)

(本文编辑: 斗智)

· 会议通知 ·

关于举办华东地区第十三届流行病学学术研讨会暨中华预防医学会流行病学分会专题学术研讨会的预通知

由上海市预防医学会、中华预防医学会流行病学分会共同主办, 华东六省和华东地区计划单列市预防医学会、中华流行病学杂志编辑委员会协办的华东地区第十三届流行病学学术研讨会暨中华预防医学会流行病学分会专题学术研讨会, 定于2017年5月12-14日在上海市召开。届时我国流行病学界同仁们将齐聚一堂, 就我国流行病学各领域的研究成果和进展作广泛交流和深入讨论, 共同展望今后的发展。会议将邀请我国流行病学知名专家(中华预防医学会流行病学分会常委)作大会报告, 并进行专题学术报告和优秀论文交流。欢迎从事流行病学科研、教学和疾病预防控制、预防保健、临床预防工作的广大同仁踊跃参会(详见<http://chinaepi.icdc.cn>)。