

中国 2012—2014 年肺结核病空间分布特征分析

范瑾 饶华祥 武鹏 张洁 吴燕萍 潘金花 李文瀚 仇丽霞

030001 太原,山西医科大学公共卫生学院卫生统计学教研室(范瑾、武鹏、张洁、潘金花、李文瀚、仇丽霞); 810007 西宁,青海省疾病预防控制中心传染病所(饶华祥); 030001 太原,山西医科大学计算机教学部(吴燕萍)

通信作者:仇丽霞, Email: qlx_1126@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.07.016

【摘要】 目的 分析我国 2012—2014 年肺结核发病的空间分布模式,识别聚集区域,为肺结核防控提供理论依据。**方法** 应用地理信息系统(GIS)建立我国 2012—2014 年肺结核发病数据库,绘制空间分布地图,并进行趋势分析和空间自相关分析,探索其空间分布规律以及发病热点区域。**结果** 三维趋势分析图显示 2012—2014 年全国肺结核发病由西向东逐渐降低,在南北分布上呈微弱的“U”形分布;全局自相关结果显示,2012—2014 年全球 Moran's I 指数分别为 0.366、0.364、0.358 ($P < 0.01$),提示我国肺结核发病在地域分布上存在空间聚集性;采用 ArcGIS 软件分析 Getis-Ord G_i^* 局部热点,结果显示,肺结核发病存在 11 个聚集区域,其中 3 个为“热点”区域,分别为新疆、西藏、青海;8 个为“冷点”区域,分别为北京、天津、上海、河北、内蒙古、山西、山东、江苏。**结论** 我国肺结核发病具有明显的空间聚集性,高危地区主要集中在西北部的新疆以及青藏高原地区。

【关键词】 肺结核;趋势分析;空间自相关分析

Analysis on spatial distribution of tuberculosis in China, 2012–2014 Fan Jin, Rao Huaxiang, Wu Peng, Zhang Jie, Wu Yanping, Pan Jinhua, Li Wenhan, Qiu Lixia
Department of Health Statistics, School of Public Health, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China (Fan J, Wu P, Zhang J, Pan JH, Li WH, Qiu LX); Institute for Communicable Disease, Qinghai Provincial Center for Disease Control and Prevention, Xining 810007, China (Rao HX); Department of Computer Instruction, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China (Wu YP)
Corresponding author: Qiu Lixia, Email: qlx_1126@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the spatial distribution of the incidence of tuberculosis (TB) in China from 2012 to 2014 and provide evidence for the prevention and control of TB. **Methods** The database of TB in China from 2012 to 2014 was established by using geographical information system, the spatial distribution map was drawn, trend analysis and spatial autocorrelation analysis were conducted to explore the spatial distribution pattern of TB and identify hot areas. **Results** The trend surface analysis showed that the incidence of TB decreased gradually from the west to the east in China, and the U type curve could reflect the TB distribution from the south to the north; Global spatial autocorrelation analysis showed the 2012–2014 global Moran's I were 0.366, 0.364 and 0.358 ($P < 0.01$), suggesting that the incidence of TB had a spatial clustering in China; Local Getis-Ord G_i^* spatial autocorrelation analysis by ArcGIS software showed that there was 11 cluster areas, 3 high incidence areas (Xinjiang, Tibet, Qinghai) and 8 low incidence areas (Beijing, Tianjin, Shanghai, Hebei, Inner Mongolia, Shanxi, Shandong, Jiangsu). **Conclusion** The incidence of TB had obviously spatial clustering characteristic, the areas at high risk were mainly in the northwestern and plateau area in China.

【Key words】 Tuberculosis; Trend analysis; Spatial autocorrelation analysis

肺结核是由结核分枝杆菌引起的一种慢性呼吸道传染性疾病,严重危害人类健康,并对社会经济发展产生巨大的威胁,是我国目前较为突出的公共卫

生问题之一^[1]。据 WHO 报道,在 2015 年全球肺结核新发病例中,6 个国家的新发病例数占到了发病总数的 60%,中国位居第三。不同地区肺结核发病

受到当地经济、卫生、文化、环境等因素的综合影响^[2],肺结核发病存在空间异质性^[3],因此,在研究肺结核空间流行病学特征时,应考虑区域的空间自相关,以便更客观地描述肺结核的空间聚集性。

地理信息系统(GIS)是20世纪60年代发展起来的将有关空间数据管理和空间信息分析相结合的一种计算机技术^[4-5]。它以空间数据库为基础,对空间数据按地理位置进行模拟分析,改变了传统的分析观念^[6]。近年来,GIS在疾病预防控制中的应用越来越多^[7]。利用空间分析技术、考虑空间自相关关系,可以合理地揭示疾病的地理空间分布模式,发现疾病聚集区域,对疾病防控具有重要意义。

因此,本研究应用ArcGIS 10.0软件建立全国2012—2014年肺结核疫情资料数据库,分析全国肺结核发病的空间分布特征,识别肺结核疫情的高危聚集区域,为疾病的预防、决策、评价及卫生资源优化配置等提供理论支持。

资料与方法

1. 资料来源:从公共卫生科学数据中心(<http://www.phsciencedata.cn/Share/index.jsp>)获取2012—2014年全国31个省(直辖市、自治区)的肺结核报告发病率数据(我国香港、澳门、台湾的数据无法获取)。全国地图底层由中国CDC提供。以行政区划代码为连接字段,利用美国环境系统研究所(Environment System Research Institute, ESRI)研制的ArcGIS 10.0软件将各省(直辖市、自治区)肺结核报告发病率数据与全国省级地理数据库(.shp格式)连接,导出电子地图数据库,即建立了2012—2014年全国肺结核报告发病率地理信息系统数据库。肺结核是一种比较常见的慢性流行病,报告发病率在短期内无明显的波动,因此,本文采用简单平均计算后得到的年均报告发病率数据进行分析。

年均报告发病率(/10万)=(2012年报告发病率+2013年报告发病率+2014年报告发病率)/3。

2. 研究方法:利用ArcGIS 10.0绘制空间分布地图、进行趋势面分析;根据我国行政区划地理相邻关系,利用基于反距离的空间概念化方法生成空间权重矩阵,进行空间自相关分析,采用GeoDa软件Moran's *I*分析法和ArcGIS软件Getis-Ord G_i^* 分析方法分别进行全局自相关分析、局部自相关分析。

3. 研究内容:从整体趋势上研究肺结核在各省(直辖市、自治区)级水平上的分布规律;研究肺结核年均报告发病率随经度或纬度的变化趋势;探索肺

结核发病的空间分布规律以及热点区域。

4. 统计学分析:(1)趋势面分析是一种以最小二乘法原理为基础,用数学曲面来拟合样本数据中的区域性分布及变化趋势的多元统计方法。根据各观察点(31个省、直辖市、自治区)肺结核年均报告发病率与其相应的经度或纬度,建立二元多项式回归模型^[8]。(2)空间自相关分析包括全局空间自相关和局部空间自相关。①全局空间自相关是从整体水平上探究疾病的空间分布特征,判断是否存在空间聚集^[9]。Moran's *I*是一种应用广泛的全局空间自相关统计量,Moran's *I*取值范围在(-1~1)之间^[10],当 $I>0$ 表示正相关, $I<0$ 表示负相关, $I=0$ 表示不相关。Moran's *I*指数为0.3~0.7,表现为中等程度及以上的空间聚集性^[11]。对于统计指标Moran's *I*的统计学检验,通常采用随机条件下近似正态分布的检验统计量 Z 进行检验。②局部空间自相关是描述各省(直辖市、自治区)与其周围邻近省(直辖市、自治区)肺结核发病的相关性,探究空间聚集的类型。局部 G 统计量作为评价局部自相关的指标,用来判断局部地区是高值聚集或低值聚集。局部 G 统计量在进行统计学检验时可以直接计算 G 值近似等于 Z 值,构造正态分布的检验统计量 Z 进行检验。当 $Z>1.96$,表示空间单元 i 及其周围存在高值聚集区域,即,“热点”区域;当 $Z<-1.96$,表示空间单元 i 及其周围存在低值聚集区域,即,“冷点”区域。

结果

1. 中国肺结核病发病的空间分布:利用ArcGIS中自然间断点分级法(Jenks 5分法),按照肺结核年均报告发病率由低到高的顺序,将各省(直辖市、自治区)2012—2014年肺结核年均报告发病率分成5个等级,并且用由浅入深的颜色表示:第1个等级(肺结核年均报告发病率最低)的地区为北京、天津、山东;处于第5个等级(肺结核年均报告发病率最高)的地区为新疆、西藏、贵州。从整体水平看,高发地区主要集中在西北、西南地区,东部沿海地区的年均报告发病率相对较低(图1)。

2. 三维趋势分析:趋势分析图中X轴表示不同研究区域几何中心的经度,Y轴表示纬度,Z轴表示肺结核年均报告发病率,其高度越高,年均报告发病率越高。因此,三维空间的一个点(X,Y,Z)表示某一研究区域的肺结核年均报告发病率。将三维空间中的点分别投影到YZ平面和XZ平面上,根据散点图拟合多项式模型形成两条曲线,直观展示肺结核

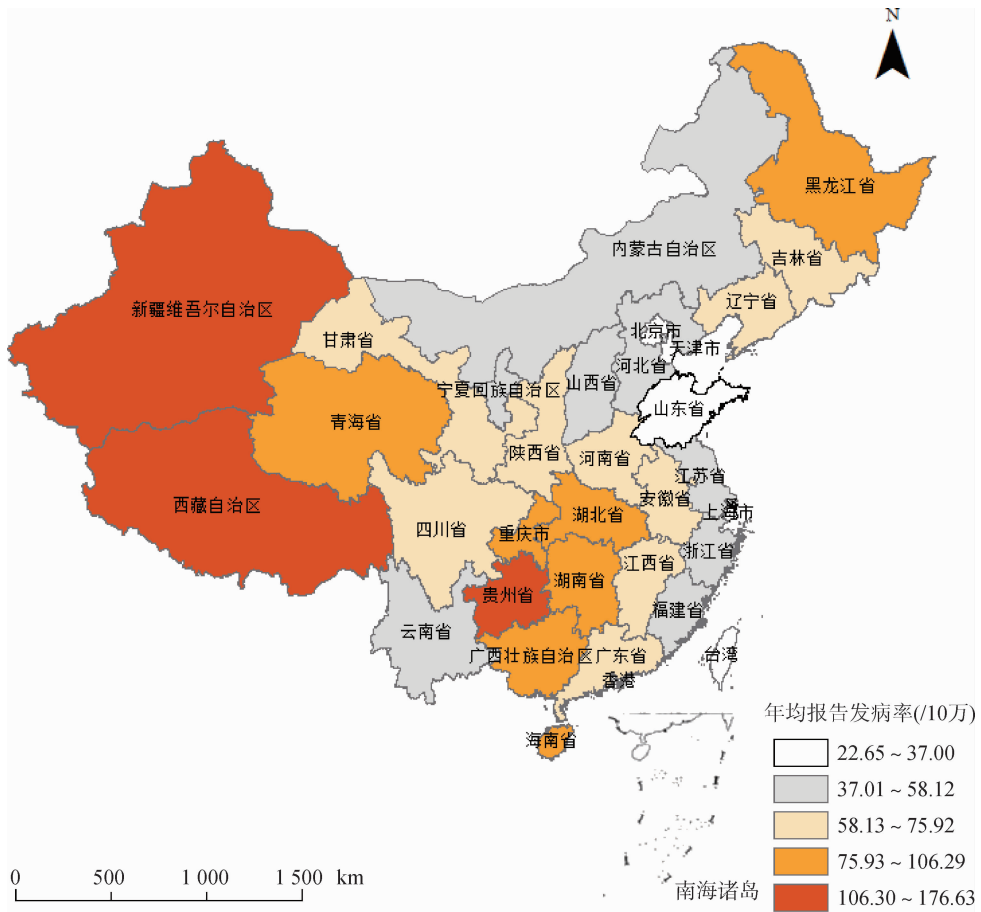


图1 2012—2014年全国肺结核年均报告发病率空间分布

发病的空间分布趋势。结果显示,2012—2014年全国肺结核发病情况总体分布由西向东逐渐降低,东部地区年均报告发病率明显低于西部地区;在南北分布上呈轻微的“U”形分布,中间低两边高(图2)。

3. 全局空间自相关分析:2012—2014年全国肺结核报告发病率Moran's *I*全局空间自相关分析结果显示,Moran's *I*指数分别为0.366、0.364、0.358,

$P < 0.01$,提示自相关关系有统计学意义,全国肺结核报告发病率存在空间正相关关系(表1)。

表1 2012—2014年中国肺结核报告发病率全局Moran's *I*空间自相关分析

年份	Moran's <i>I</i> 值	Z值	P值	聚集
2012	0.366	5.297	0.000 1	是
2013	0.364	5.233	0.000 5	是
2014	0.358	5.236	0.000 3	是

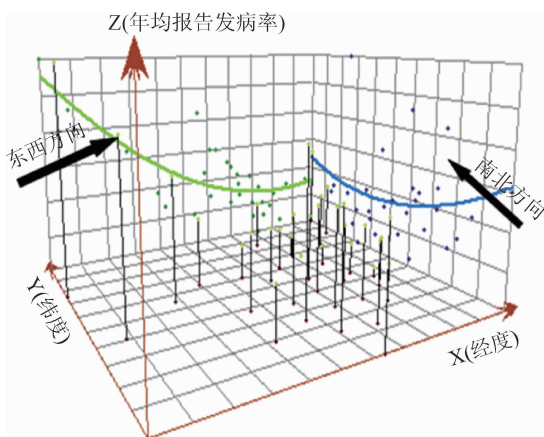


图2 2012—2014年全国肺结核年均报告发病率三维趋势分析

4. 局部空间自相关分析:对构建的GIS数据库用*G*统计量进行局部空间自相关分析。*G*统计量的90%CI、95%CI、99%CI分别于Z值为±1.65、±1.96、±2.58时相对应。在0.05的检验水准下,当Z值为-1.96~1.96时,表示局部空间自相关关系无统计学意义。根据*G*统计量可信区间的不同将2012—2014年全国肺结核年均报告发病率分成不同的等级,绘制局部热点图:蓝色区域为低值区域,即“冷点”区域;红色区域为高值区域,即“热点”区域;白色区域表示不存在聚集的散发区域。分析结果显示,肺结核发病存在11个聚集区域,其中3个“热点”区域分别为新疆、西藏、青海,与周围区域疾病分布呈

高高相邻,即疾病高发区;8个“冷点”区域分别为北京、天津、上海、内蒙古、河北、山西、山东、江苏,即疾病低发区(图3)。

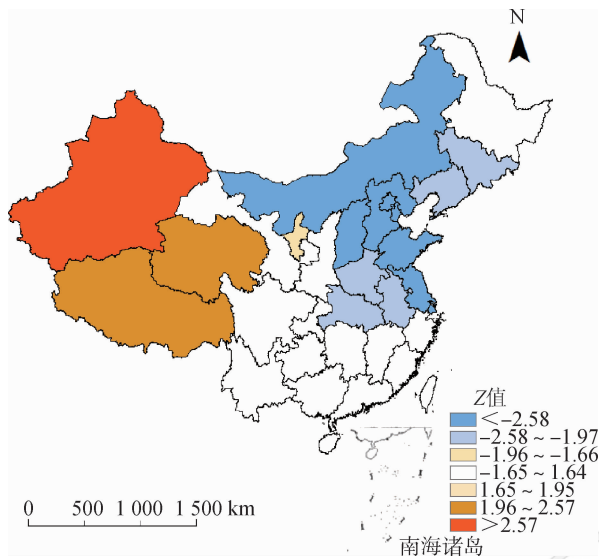


图3 2012—2014年全国肺结核年均报告发病率局部热点分析

讨论

空间流行病学是流行病学的一个分支,是一门描述和分析疾病在地理上分布变化的学科。近年来疾病的聚集性和趋势面分析在空间流行病学中逐渐受到关注,已经成功应用于很多疾病的研究。Dangisso等^[12]采用空间流行病学的方法分析埃塞俄比亚南部锡达马地区肺结核痰检阳性的分布情况。查文婷等^[13]利用自相关和趋势面分析,探索2013年湖南省细菌性痢疾的空间聚集性和热点区域。李扬等^[6]利用空间自相关的方法分析我国2004—2013年病毒性肝炎流行状况。闫东等^[14]利用空间流行病学的方法对鼠疫疫情进行预测预警。宋全伟等^[15]对中国2005—2014年麻疹发病情况进行空间流行特征分析。本文采用全局空间自相关和局部热点分析探索2012—2014年全国肺结核疫情的聚集性和热点区域。

空间分布图显示北京、天津、山东及东部沿海地区肺结核报告发病率相对较低,西北部和西南部地区肺结核报告发病率相对较高,与李新旭等^[2]研究的2010年中国肺结核患病情况地理分布的结果基本一致;趋势分析能排除局部不稳定因素的干扰,以三维图像直观展示肺结核疫情在大尺度上的变化趋向,显示总体分布由西向东逐渐降低,由南向北先降后升;全局空间自相关分析显示,2012—2014年肺

结核发病不是完全随机分布的,总体上表现为地区之间显著的空间正相关关系;局部热点分析显示新疆、西藏、青海为“热点”区域,经济水平较高的北京、天津、上海、江苏、山东等为“冷点”区域。热点区域主要集中在西部地区,高报告发病率可能与经济水平相对落后、卫生资源分配不合理、医疗制度设施不健全、健康教育宣传力度不足、生活环境质量较低、患者治疗、管理政策不完善、结核菌株多药耐药等诸多因素的综合作用息息相关;而且我国人口基数大,增长快,人口流动性强,人群中结核分枝杆菌感染率高,发病后传播途径较易实现,易造成播散,因此,热点区域及其周围区域都是需要重点关注的地方。

本研究初步确定了2012—2014年我国肺结核发病热点区域,为及时调整或完善防控措施提供线索和依据。本文的不足之处在于仅探究了2012—2014年肺结核的空间分布状况,并未探讨区域聚集产生的原因和机制。下一步工作应该针对热点区域可能存在的潜在危险因素进行探讨研究,为结核病的有效干预提供理论依据。

利益冲突 无

参考文献

- [1] 孙果梅,高谦,彭文祥. 结核病空间流行病学研究进展[J]. 中华流行病学杂志, 2010, 31(10): 1188-1191. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.10.026. Sun GM, Gao Q, Peng WX. Progress on spatial epidemiology of tuberculosis [J]. Chin J Epidemiol, 2010, 31(10): 1188-1191. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.10.026.
- [2] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.10.009. 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.10.009.
- [3] Ge EJ, Zhang X, Wang XM, et al. Spatial and temporal analysis of tuberculosis in Zhejiang province, China, 2009-2012 [J]. Infect Dis Prev, 2016, 5: 11. DOI: 10.1186/s40249-016-0104-2.
- [4] 秦素,甄峰,熊丽芳,等. 大数据时代城市时空行为研究方法[J]. 地理科学进展, 2013, 32(9): 1352-1361. DOI: 10.11820/dlxxjz.2013.09.005. Qin X, Zhen F, Xiong LF, et al. Methods in urban temporal and spatial behavior research in the Big Data Era [J]. Chin J Prog Geogr, 2013, 32(9): 1352-1361. DOI: 10.11820/dlxxjz.2013.09.005.
- [5] 庄勋,陆青云,陆峰. 基于GIS的南通市肺结核发病空间分布研究[J]. 中国卫生统计, 2011, 28(4): 384-386. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2011.04.010. Zhuang X, Lu QY, Lu F. The study of lung tuberculosis

- incidence in Nantong city by spatial analysis technique[J]. Chin J Health Stat, 2011, 28(4): 384-386. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2011.04.010.
- [6] 李扬, 耿爱生, 汪心海, 等. 中国病毒性肝炎流行状况 GIS 空间分析[J]. 中国卫生统计, 2016, 33(2): 235-238.
Li Y, Geng AS, Wang XH, et al. Spatial analysis on viral hepatitis in China based on geographic information system[J]. Chin J Health Stat, 2016, 33(2): 235-238.
- [7] 郑剑, 唐益, 查文婷, 等. 湖南省 2012-2013 年肺结核 GIS 空间流行病学分析[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(12): 1590-1593. DOI: 10.11847/zgggws2015-31-12-20.
Zheng J, Tang Y, Zha WT, et al. Spatial distribution of tuberculosis in Hunan province between 2012-2013: analysis with geographic information system[J]. Chin J Public Health, 2015, 31(12): 1590-1593. DOI: 10.11847/zgggws2015-31-12-20.
- [8] 张嘉成, 鲍倡俊, 刘文东, 等. 江苏省病毒性乙型肝炎流行趋势 GIS 空间分析[J]. 中国卫生统计, 2013, 30(3): 351-353, 356.
Zhang JC, Bao CJ, Liu WD, et al. Study on the spatial distribution of hepatitis B prevalence based on geographic information system in Jiangsu province[J]. Chin J Health Stat, 2013, 30(3): 351-353, 356.
- [9] Erazo C, Pereira SM, Costa MC, et al. Tuberculosis and living conditions in Salvador, Brazil: a spatial analysis[J]. Rev Panam Salud Publica, 2014, 36(1): 24-30.
- [10] Gaetan C, Guyon X. Spatial statistics and modeling[M]. New York: Springer, 2010. DOI: 10.1007/978-0-387-92257-7.
- [11] 山珂, 徐凌忠, 盖若球, 等. 中国 2002-2011 年肺结核流行状况 GIS 空间分析[J]. 中国公共卫生, 2014, 30(4): 388-391. DOI: 10.11847/zgggws2014-30-04-02.
Shan K, Xu LZ, Gai RY, et al. Spatial analysis on tuberculosis epidemic in China based on geographic information system, 2002-2011[J]. Chin J Public Health, 2014, 30(4): 388-391. DOI: 10.11847/zgggws2014-30-04-02.
- [12] Dangisso MH, Datiko DG, Lindtjorn B. Spatio-temporal analysis of smear-positive tuberculosis in the Sidama Zone, southern Ethiopia[J]. PLoS One, 2015, 10(6): e0126369. DOI: 10.1371/journal.pone.0126369.
- [13] 查文婷, 郑剑, 刘意, 等. 基于 GIS 技术 2013 年湖南省细菌性痢疾自相关和趋势面分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2015, 19(11): 1096-1100. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2015.11.005.
Zha WT, Zheng J, Liu Y, et al. Spatial autocorrelation and trend surface analysis of bacillary dysentery by geographic information system (GIS) in Hunan province in 2013[J]. Chin J Dis Control Prev, 2015, 19(11): 1096-1100. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2015.11.005.
- [14] 闫东, 张业武, 苏雪梅, 等. 空间流行病学在我国鼠疫防控研究中的应用进展[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2016, 27(2): 202-205. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.01.029.
Yan D, Zhang YW, Su XM, et al. Progress of the application of spatial epidemiology in prevention and control of plague in China[J]. Chin J Vector Biol Control, 2016, 27(2): 202-205. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.01.029.
- [15] 宋全伟, 苏琪茹, 马超, 等. 2005-2014 年中国麻疹空间自相关分析[J]. 中华预防医学杂志, 2016, 50(7): 615-619. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2016.07.010.
Song QW, Su QR, Ma C, et al. Spatial autocorrelation analysis of measles in China, 2005-2014[J]. Chin J Prev Med, 2016, 50(7): 615-619. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2016.07.010.

(收稿日期: 2016-12-19)

(本文编辑: 斗智)

· 会议通知 ·

关于举办公共卫生起源与实践培训班(中华预防医学会成立 30 周年系列活动)的预通知

由中华预防医学会流行病学分会主办, 安徽医科大学公共卫生学院承办的公共卫生起源与实践培训班(中华预防医学会成立 30 周年系列活动), 定于 2017 年 8 月 24-28 日在安徽省合肥市举办。课程内容涉及到公共卫生与预防医学领域的重要问题及前沿问题, 内容涵盖公共卫生与预防医学发展简史、医学模式与医学目的、健康一生、全球健康、环境与健康、疾病预防与控制、公共卫生应急管理、卫生体系、卫生立法与监督、健康教育与健康促进。主讲教师均为当前我国公共卫生与预防医学领域的知名专家。本次课程主要基于《公共卫生与预防医学导论》(李立明主编, 人民卫生出版社)和《公共卫生发展简史》(叶冬青主编, 人民卫生出版社)教材内容, 采取案例启发式教学, 讲授内容既前沿, 又容易理解, 既站在一定高度, 又贴近工作实践, 深入浅出, 有助于今后防病实践和科研思路的开拓, 提高相关专业人员的知识水平、专业技能和工作实践能力, 以期最终达到提高我国防病工作水平的目的。联系人及联系方式: 潘海峰, 电话: 13865972319; 电子邮箱: panhaifeng@ahmu.edu.cn。