

基于ESDA的河南艾滋病空间格局

徐 昀¹, 柯文前¹, 陈培阳²

(1. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210046; 2. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093)

摘要:以2008年河南省地级市艾滋病分布数据为基础, 利用ESDA空间数据挖掘的方法, 对河南省艾滋病空间格局进行全面分析。结果表明: ① 综合考虑河南省18个地级市艾滋病确诊人数数据的空间自相关分析结果和不同传播途径感染单因素空间格局的结果, 将河南艾滋病感染区域分为以FPD感染途径为主的豫南、豫东南高度流行区和以高危行为传播途径为主的豫北低度流行区; ② 河南省艾滋病感染途径分布中, FPD感染、母婴感染、异性传播感染和注射吸毒传播具有明显的空间正相关, 而同性传播途径与输血感染则显示出较大的空间随机分布特征; ③ 与FPD感染存在空间正相关的为注射吸毒传播、异性传播以及母婴传播方式, 输血、同性以及其他方式传播途径与FPD感染途径分布不存在空间相关性。

关键词: 艾滋病; 空间分布; 河南省; ESDA

1 引言

疾病的空间流行规律研究目前正成为国内外医学地理学研究的热点^[1-2], 遥感与GIS分析技术日益成为医学地理学的重要分析技术之一^[3]。西方学者近年来对艾滋病空间流行规律的研究多集中于运用空间分析手段评估预测地区艾滋病的扩散格局^[4-5], 分析城市/乡村地区以及男性/女性群体艾滋病传染的差异比较^[6-10]。探讨艾滋病空间传播的主要因素等方面^[11], 研究热点多聚焦于艾滋病高发的撒哈拉以南非洲以及南亚等发展中国家^[12]。国内地理学者利用GIS技术分析多集中于一般性传染病如疟疾^[13]、登革热^[14]、SARS^[15-16]等感染的时空差异以及扩散过程, 对艾滋病空间扩散的研究并不多见。国内医学领域的研究者对艾滋病研究主要针对某个特定地区监测哨点的艾滋病人群分析^[17-18], 或者是针对某类人群的艾滋病感染人群的分析^[19-20]。总的来看国内基于空间分析技术的艾滋病传染格局研究还没有充分开展。艾滋病是一种目前仍然无有效治愈办法、病死率极高的慢性传染病, 它在全世界的广泛流行已经成为严重的公共卫生问题和社会问题。河南省HIV流行的主因是20世纪90年代由于不规则采供血造成的以农民既往采供血人群的HIV感染。由于其传播方式的特殊性, 本研究利用单因素空间自相关与双因素空间自相关技术, 分析目前河南艾滋病流行的空间格局, 并探讨FPD传播途径与其他传播途径空间上的关联性, 旨在为今后河南艾滋病防治提供借鉴。

2 研究方法 with 基础数据

2.1 研究方法

ESDA是一系列空间数据分析方法和技术的集合, 它以空间关联性测度为核心, 通过

收稿日期: 2012-05-19; 修订日期: 2013-03-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41001095); 江苏高校优势学科建设工程资助项目 (PAPD)

作者简介: 徐昀 (1978-), 男, 汉族, 江苏南京人, 博士, 讲师, 主要研究方向为城市与区域规划。

E-mail: xudi402@hotmail.com

描述与现实事物或现象的空间分布格局，以发现空间集聚和空间异常，揭示研究对象之间的空间相互作用机制。本研究主要采用单因素全局自相关与局部自相关对河南省艾滋病空间分布特征进行分析，变量以单变量属性指标（艾滋病感染人数、既往有偿献血 FPD 感染者数量、异性性传播感染者数量等）为主；由于河南省艾滋病传播的特殊性，本研究尝试采用双变量空间自相关方法考察 FPD 感染者与其他途径感染者之间的空间相关性。

2.1.1 单因素空间自相关 Moran I 是度量空间自相关性的常用指标，表达式如下：

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

式中： x_i 和 x_j 分别表示区域要素属性在相邻配对空间单元的取值； \bar{x} 是变量的平均值； n 是空间单元总数； ω_{ij} 是邻接权重；当空间单元 i 与 j 相邻时，取 $\omega_{ij} = 1$ ，当空间单元 i 与 j 不相邻时，取 $\omega_{ij} = 0$ 。

式（1）为全局自相关指数（Globe Moran），其结果表示区域整体空间单元分布的关联性与关联程度；为了进一步度量区域内部空间单元的差异，采用 Anselin（1995）提出的局部自相关指数（LISA），其 Local Moran 源自式（1），表达式如下：

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

2.1.2 双因素空间自相关 Lee 提出了结合皮尔逊相关系数和 Moran I 的特征评估两个变量空间自相关性的指标：

$$I_{x,y} = \frac{n \sum_i [(\sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})) (\sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y}))]}{\sum_i (\sum_j w_{ij})^2 \sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \tag{3}$$

式中：第一项为换算系数；第二项分子用来评估 i 的邻接区域中 x 值与 y 值的相似程度； w_{ij} 为邻接区域的空间权重。

2.2 研究区概况

河南省艾滋病发病率从 2003 年的 0.24/10 万迅速上升至 2005 年的 2.35/10 万，至 2008 年达到峰值 2.86/10 万。2009 年、2010 年发病率开始下降，分别为 1.96/10 万和 1.58/10 万。因此将 2008 年作为拐点年份具有一定的典型性，加之数据资料的可获得性，本研究着重分析 2008 年河南艾滋病空间分布格局。研究基础数据主要来源于河南省 CDC 哨点监测数据中截至 2008 年 12 月 31 日河南省艾滋病疫情及传播途径比例数据，基本空间单元为河南省 18 个地级市，传播途径分为既往有偿供血（FPD）、输血、异性、同性、母婴、注射吸毒、其他途径等 7 种。截止 2008 年 12 月 31 日河南省艾滋病累计报告病人（含感染者）总计 4.29 万，其中现症病人 2.4 万，已死亡 1.1 万，未发病者 0.72 万。主要感染途径中既往有偿供血（FPD）的比例最高达到 69%，其次为输血感染占 14%，异性传播占 11%，母婴传播和注射吸毒传播的比率同为 3%（图 1，图 2，表 1）。

3 结果分析

3.1 2005、2008 年河南艾滋病空间分布格局变化

利用截止 2005 年、2008 年两个年份河南省 18 个地级市艾滋病感染确诊人数，分别考

察两个年份河南艾滋病空间分布总体格局的变化情况。两个年份河南省地级市艾滋病感染全局 Moran I 指数均高于 0.2, 且均通过显著性水平 5% 检验, 说明 2005 年以来河南艾滋病分布呈现显著空间正相关, 并且有向进一步空间聚集的趋势发展 (表 2)。

考察 2 个年份河南省地级市艾滋病分布的局部空间自相关状态, 热点区即艾滋病高发区主要集中在豫东南、豫南区域, 其中尤以周口、驻马店、信阳地区为最; 冷点区域主要分布在地区经济相对发达的豫北地区, 洛阳、郑州、济源、新乡等地级市。河南省卫生厅确定的 17 个河南艾滋病高发区县中, 豫东南、豫南区域数量占比高达 82.4%, 豫北地区的区县数仅为 17.6%。2005、2008 年两个年份的艾滋病空间格局变化不大, 其中仅有漯河市由 2005 年的高一高类型区转变为 2008 年的高一低类型区, 漯河市本身的艾滋病感染者数量仍较全省其他地区高出许多 (图 3, 表 3)。

3.2 不同传播途径感染单因素空间格局

艾滋病的感染途径主要有既往有偿供血 (FPD)、输血感染、异性间传播、同性传

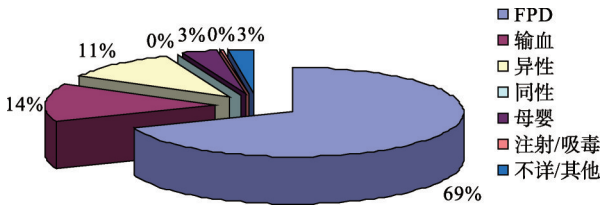


图1 2008年河南省艾滋病主要感染途径比例
Fig. 1 Proportion of different routes of AIDS infection in Henan

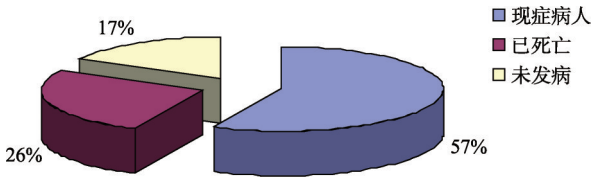


图2 2008年河南省艾滋病病人构成比
Fig. 2 The AIDS patients status structure of Henan

表1 截止2008年底河南省各地级市艾滋病不同感染途径比重

Tab. 1 Proportion of the different routes of AIDS infection in Henan by the end of 2008

地区	地级市	FPD(%)	输血(%)	异性(%)	同性(%)	母婴(%)	注射吸毒(%)	其他方式感染(%)
豫南豫东南地区	周口	75.00	11.70	8.23	0.06	3.31	0.07	1.63
	漯河	75.33	7.88	9.57	0.07	2.73	0.78	3.65
	驻马店	72.69	13.43	7.79	0.01	3.62	0.10	2.42
	信阳	65.52	11.79	17.03	0.12	2.44	0.60	2.50
	商丘	71.97	13.50	10.32	0.04	3.45	0.09	0.63
	平顶山	49.17	20.00	23.81	0.12	2.86	0.12	3.93
	南阳	73.48	10.06	13.44	0.13	2.19	0.13	0.57
	开封	85.28	3.20	7.77	0.05	2.71	0.05	0.94
	濮阳	12.50	18.06	61.11	1.39	2.78	1.39	2.78
	安阳	11.49	43.68	34.48	1.15	2.30	0.77	6.13
豫北地区	鹤壁	12.90	41.94	30.11	0.00	7.53	0.00	7.53
	新乡	28.77	38.01	22.91	0.18	4.44	0.18	5.51
	郑州	36.20	30.54	20.09	1.47	3.75	0.52	7.43
	焦作	18.06	48.67	18.25	0.00	2.47	1.90	10.65
	济源	25.33	28.00	42.67	0.00	2.67	0.00	1.33
	洛阳	23.33	32.08	22.50	3.75	2.92	1.25	14.17
	许昌	45.56	23.54	20.71	0.30	3.94	0.40	5.56
	三门峡	6.87	50.38	24.43	0.76	2.29	3.05	12.21

播、母婴传播、注射吸毒传播等，截止2008年河南省各地级市累计艾滋病确诊人员中上述6种方式感染途径均已出现。总体上看FPD、异性传播、母婴传播以及注射吸毒传播等4种传播方式Moran I指数均大于0.15，且p

表 2 2005、2008年河南省艾滋病全局空间自相关结果
Tab. 2 Moran Index of the AIDS spatial distribution of Henan in 2005/2008

年份	全局Moran I	P值检验
2005	0.223	0.022
2008	0.226	0.024

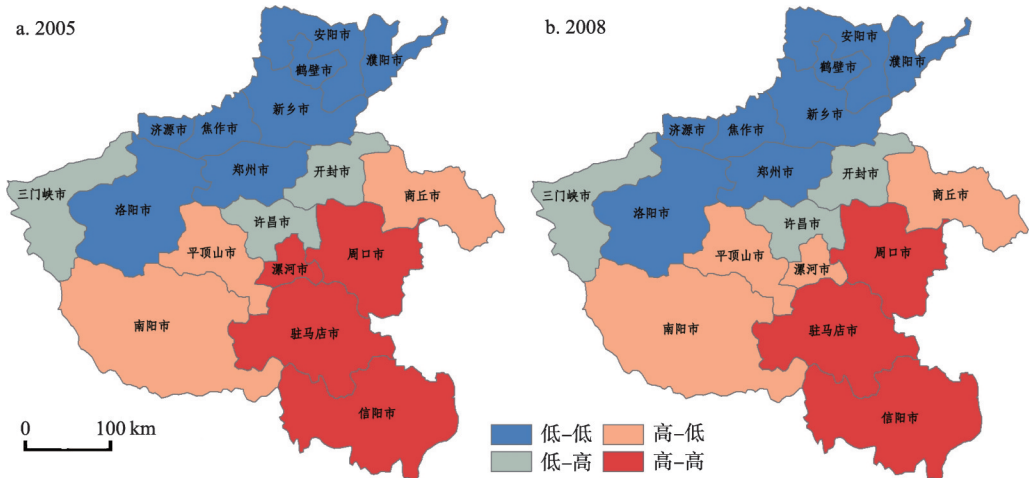


图3 2005年和2008年河南省艾滋病分布格局
Fig. 3 AIDS spatial distribution of Henan in 2005/2008

表 3 2005、2008年河南18个地级市局部空间自相关类型划分
Tab. 3 Four types of the AIDS spatial distribution of Henan in 2005/2008

主要类型	2005年	2008年
高-高	周口、漯河、驻马店、信阳	周口、驻马店、信阳
高-低	商丘、平顶山、南阳	商丘、平顶山、南阳、漯河
低-低	濮阳、安阳、鹤壁、新乡、郑州、焦作、济源、洛阳	濮阳、安阳、鹤壁、新乡、郑州、焦作、济源、洛阳
低-高	开封市、许昌市、三门峡市	开封市、许昌市、三门峡市

值小于或等于0.05，即通过双侧检验显著性水平为5%。表明河南省地级市间上述4种传播途径呈显著空间自相关，而输血传播、同性传播以及其他途径传播则呈随机分布状态(表4)。

分别考察呈显著空间自相关的4种传播途径感染者分布的局部自相关情况，其中：

(1) FPD传播途径感染者空间分布呈现较强的正相关。河南省FPD热点/冷点分布的高低集聚区分布上高值热点区集中分布于豫东、豫东南地区，其中商丘、周口、漯河、驻马店和信阳市属于高一高类型区；低值冷点区主要分布在豫北地区。既往有无偿献血途

表 4 截止2008年底河南省艾滋病不同感染途径全局空间自相关结果
Tab. 4 Moran Index of the different routes of AIDS infection in Henan by the end of 2008

不同感染途径	全局Moran I	P值检验
FPD	0.243	0.020*
输血	0.068	0.228
异性	0.264	0.022*
同性	-0.097	0.726
母婴	0.169	0.043*
注射吸毒	0.243	0.050*
不详/其他途径	0.048	0.245

注：*p值通过显著性水平5%检验

经感染是20世纪90年代以来河南省艾滋病流行的主要因素，当时由于豫东南地区大量非法采血点的存在导致了该地艾滋病的爆发流行，空间分布呈一定的“灶点状”分布（即多集中于豫南特定村庄）。由于采取积极的控制预防措施，FPD传播途径感染人数大为下降，可以预见今后河南FPD感染者空间分布格局将呈现更为集聚的状态。

(2) 异性传播途径感染者空间分布局部自相关中，高值类型区主要分布在周口、驻马店和信阳3市，表明这3地的艾滋病扩散模式已经由高危人群向一般人群扩散。河南省CDC艾滋病监测哨点的数据显示，2006年通过异性性传播感染人数为829人，婚内性行为与婚外性行为感染比分别为75.39%和24.61%；2007年感染人数为920人，婚内与婚外性行为占比为70.33%和29.67%；2008年感染人数增加至968人，婚内与婚外性行为占比结构发生较大变化，分别为54.75%和45.25%。婚外性行为感染比重明显增加，婚外性行为感染者比例的增加将进一步加剧艾滋病在一般人群中扩散的趋势。

(3) 母婴传播的局部空间自相关格局与FPD、异性传播格局基本一致。高值热点区集中分布在驻马店、南阳、周口、开封和商丘5市。2008年河南全省艾滋病病例中母婴途径传染占总数的3.17%，2010年该比例大幅下降至2%，表明河南艾滋病感染者母婴阻断计划成效显著。

(4) 注射吸毒传播途径空间分布局部自相关格局与上述3类有较大差别。高值热点区数量没有明显增加，但分布区域也发生较大变化，除豫东南、豫南的漯河、驻马店、信阳和南阳4市外，豫北的焦作市也属于高-高类型，豫北的河南省会城市郑州则属于高-低类型区（即自身高周边低型区域）。冷值区集中分布在豫东北区域（图4）。

河南省内因输血感染艾滋病空间分布并未通过空间显著性检验，输血感染者空间分布呈现较大的随机性。这一方面表明输血原因并非导致河南艾滋病流行的主因，此外还与当时非法血液制品主要流向河南省外有关。发现一个较为有趣的现象，同性传播虽未通过显著性检验，同性方式传染的空间分布与其他几种途径也显示出截然相反的结果，即呈现空间负相关，局部空间自相关的结果显示高值区主要分布在河南省中部大城市洛阳、郑州、许昌、开封及相邻的焦作、平顶山等地，这可能与同性传播途径与同性人群的集中分布有关。而同性人群又大量集聚于经济发达、思想开放的中心城市，于是导致了同性传播与其他传播方式的空间分布差异。

3.3 其他传播途径与FPD传播途径感染者双因素空间格局

众所周知的原因，河南省艾滋病传播的主要途径源于既往有偿供血（FPD），因此本研究主要考察其他六种途径感染与FPD感染途径之间是否存在一定的空间关联性。结合双因素空间自相关分析，利用Geoda0.95，得出表5分析结果。异性传播与注射吸毒传播途径与FPD传播途径之间通过了相关性检验，表明上述两种途径传播与FPD传播途径有较强的空间相关性，异性传播途径、注射吸毒传播途径与FPD传播之间的Moran值分别为0.277和0.326。

表5中的中心区域与周边区域是指在Geoda软件运算时确定双因素之间的关系。以中心区域为输血为主、周边区域以FPD为主为例，主要考察的是周边区域中以FPD传播为主的地区与中心区域输血感染之间的空间关联性。如果通过相关性检验，则表明周边区域FPD为主的感染方式与中心区输血为主的感染方式存在较强的空间关联。本研究输血/FPD间 $p=0.1992$ ，未通过相关性检验，换言之两者不存在空间关系。

中心区域异性传播途径、注射吸毒传播途径与周边FPD传播途径的相关性通过相关性

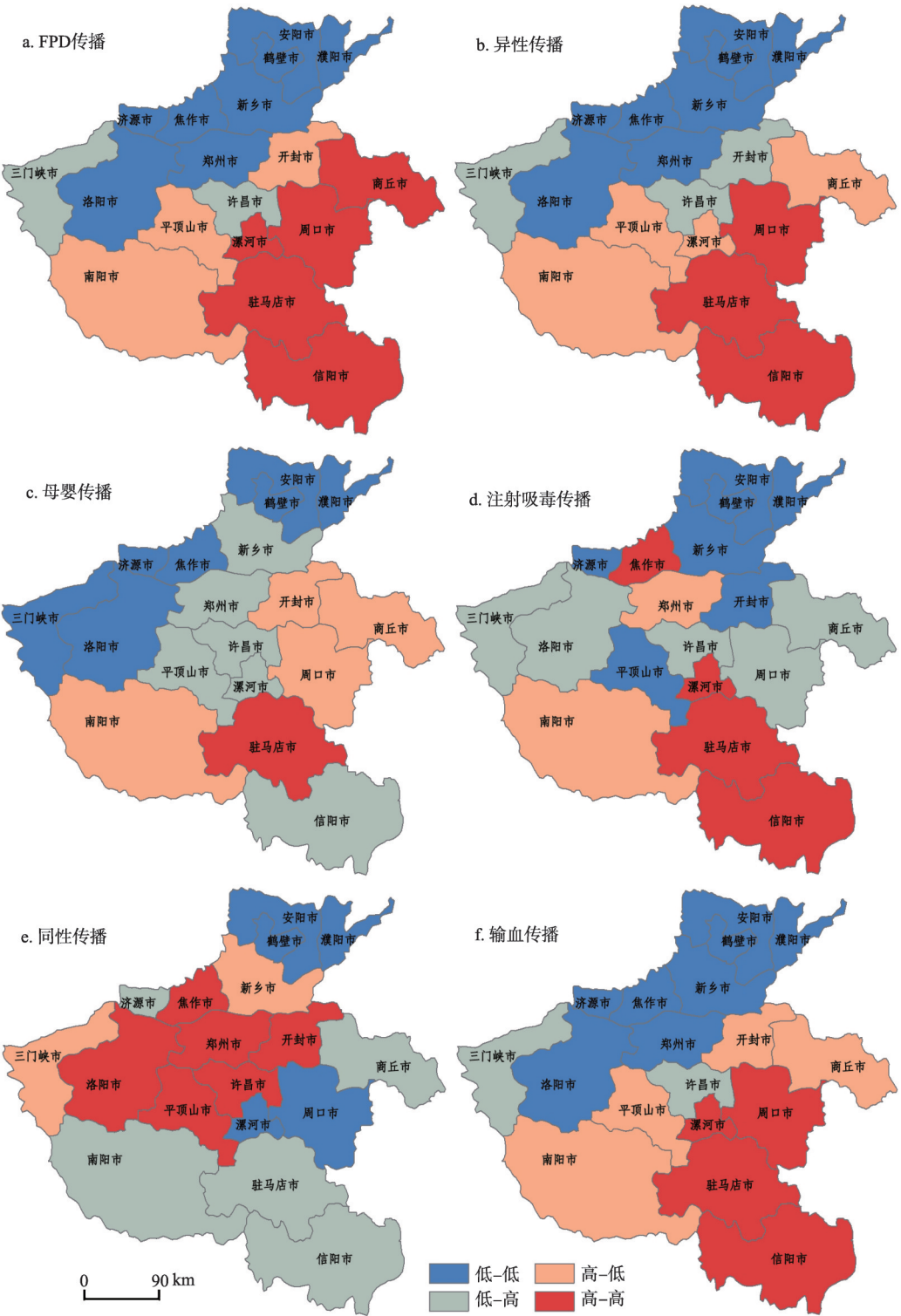


图4 不同传播途径感染者空间分布局部自相关

Fig. 4 Local Moran Index clustering of the different routes of AIDS infection in Henan

检验,说明FPD传播与异性传播和注射吸毒传播间存在较强的空间联系。

进一步考察其局部自相关的情况:异性传播途径与FPD传播途径双因素局部空间自相关的格局中,豫东南地区的信阳市与周口市的异性传播途径与周边地区FDP传播途径具有较强的相关性,说明由于周边FPD传播方式感染人群高度聚集,导致豫东南地区艾滋病传播已经由高危人群向一般人群扩散,艾滋病防控形势较为严峻。

地区注射吸毒传播途径与FDD传播途径间表现出更高的空间相关性。豫东南地区的周口、漯河、驻马店与信阳4市的注射吸毒感染者与周边FPD高发之间有较强的空间相关性,表明FPD不仅对一般人群传染造成威胁,对高危人群中的特殊群体吸毒人群的危险性更大。20世纪90年代开始河南省出现大量非法采血点,吸毒人员由于缺乏技能加之好逸恶劳,多采用有偿献血的方式以获得毒资,是造成吸毒传播途径与FPD传播途径空间高相关性的主因之一。

值得注意的是尽管在双因素空间自相关分析中,母婴传播途径与FPD之间未通过5%相关性检验,但基本通过10%的相关性检验,同时Moran I指数值高达0.205,说明FPD高度聚集地区的母婴传播感染者数量也存在一定的相关性。豫东南的周口和驻马店市的母婴高传播感染率是由周边及本地FPD高度聚集的结果所导致的,同样为FPD高发的信阳与漯河市的母婴传播感染则较低,这可能与与两地政府积极推行母婴阻断治疗取得较好成效有关(图5)。

表5 其他途径感染与FPD感染双因素空间格局分析结果
Tab. 5 Moran Index of two factors with the other routes of AIDS infection and the FPD infection

中心区域	周边区域	全局Moran I	P值检验
输血	FPD	0.171	0.1992
异性	FPD	0.277	0.0496*
同性	FPD	-0.070	0.5834
母婴	FPD	0.205	0.1014
注射吸毒	FPD	0.326	0.0178*
其他方式感染	FPD	0.118	0.3189

注: *p值通过显著性水平5%检验

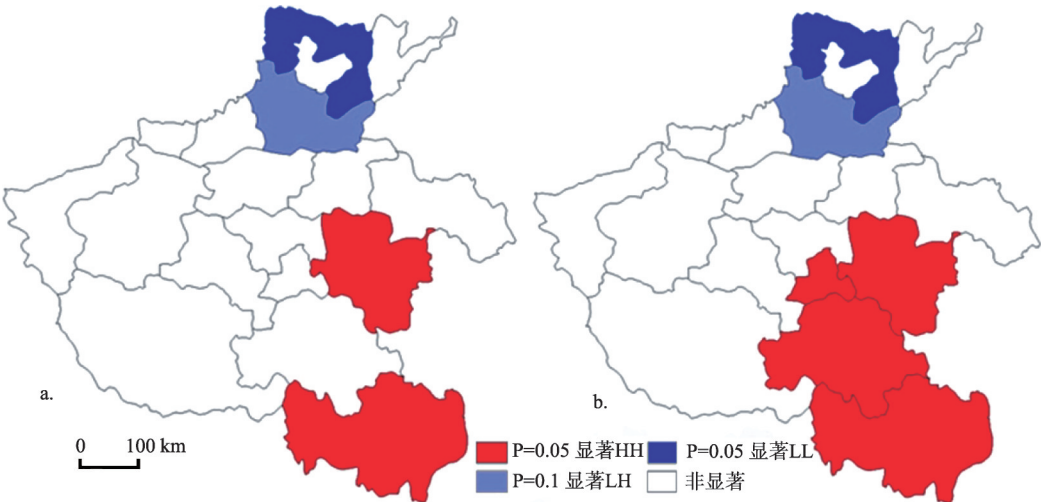


图5 异性感染与FPD感染双因素局部自相关(a)及吸毒感染与FPD感染双因素局部自相关(b)
Fig. 5 Local Moran Index clustering of the heterosexual intercourse infection and the drug infection with the FPD

4 河南省艾滋病空间分布格局与人文社会因素相关性

基于ESDA空间数据挖掘对河南省2008年艾滋病疫情的空间格局分析结果,结合同年河南省社会经济发展状况,本研究着重考察地区经济发展状况、城镇化水平以及人口密度与艾滋病疫情空间分布的相关性。

比较分析以FPD感染途径为主的豫南、豫东南高度流行区和以高危行为传播途径为主的豫北低度流行区的经济发展状况,可以发现豫南、豫东南地区的社会经济发展水平明显低于豫北地区。2008年豫南、豫东南地区八市人均GDP仅为15117元,而豫北10市人均GDP近乎其两倍达27776元。地区社会经济发展水平的落后使得20世纪90年代中期一些单位和血液制品企业能够在豫南、豫东南等经济欠发达地区尤其是农村地区,擅自设立非法单采血浆站,非法采集原料血浆,违规操作导致大面积血源性的感染。河南地区城镇化率与艾滋病感染者数量两者间呈较强的负相关,城镇化率较高的区域艾滋病感者数量相对较少。2008年豫南、豫东南地区城镇化率为33.73%,而豫北地区则高出10个百分点(43.73%)。一方面城市较农村地区有更多的医疗机构,同时由于艾滋病防治信息在城市更易获取使得城镇化率高的区域艾滋病的流行程度相对较低。随着近年来河南省艾滋病疫情防控力度的加大,以及“省、市、县、乡、村”五级艾滋病定点救治医疗机构组成的艾滋病医疗救治网络的建立,河南省艾滋病农村地区扩散的趋势有望得到根本改善。

由于艾滋病传染方式的特殊性,即只能经由血液、精液等体液的直接交换才能传播,因此地区人口数量和人口密度因素与艾滋病感染者数量间并不存在直接相关性。河南艾滋病空间分布格局显示出较强的集聚性特征,2008年河南省全局空间自相关指数达到0.226。由于河南省艾滋病流行的主要原因是既往有偿献血FPD,在流行初期由于缺乏防控措施,感染艾滋病的有偿献血者这一特定人群通过婚内性行为或母婴传播方式传播至一般人群,造成艾滋病疫情的迅速扩散。在采取疫情网络直报制度加大对全省疫情监测、建立健全艾滋病预防宣传教育网络以及实施母婴阻断措施之后,一般人群感染的机会途径大幅减少,疫情较为严重的区域被控制在豫南、豫东南周口、驻马店等地的为数不多的村庄,呈“灶点”状分布(表6)。

5 结论与讨论

(1) 综合考虑河南省18个地级市艾滋病确诊人数数据的空间自相关分析结果和不同传播途径感染单因素空间格局的结果,将河南艾滋病感染区域分为以FPD感染途径为主的豫南、豫东南高度流行区和以高危行为传播途径为主的豫北低度流行区。其中高度流行区主要包括周口、漯河、驻马店、信阳、商丘、平顶山、南阳、开封等8市;低度流行区主要为濮阳、安阳、鹤壁、新乡、郑州、焦作、济源、洛阳、许昌、三门峡等10个城市。高度流行区艾滋病防控应密切关注防控艾滋病向一般人群扩散,低度流行区防控措施仍以高危人群的防控为重点。

(2) 基于不同传播途径感染者空间分布格局显示FPD感染、母婴感染、异性传播感染和注射吸毒传播具有明显的空间正相关,而同性传播途径与输血感染则显示出较大的空间随机分布特征。

(3) 考察母婴感染、异性传播感染等传播途径感染者与FPD感染者间的双因素空间

表 6 2008 年河南省地级市社会经济发展状况与艾滋病感染者数量

Tab. 6 Social and economic development data and the number of HIV infection in Henan in 2008

地区	地级市	总人口 (万人)	人口密度 (人/平方公里)	城镇化水平 (%)	人均GDP (元)	艾滋病感染者 数量(人)
豫南地区	周口	1086	908	27.7	9905	6683
	漯河	257	981	37.5	22237	1536
	驻马店	849	563	27.7	10610	13575
	信阳	803	411	32.6	13015	1679
	商丘	828	774	31.5	12092	4466
	平顶山	501	634	40.2	21998	840
	南阳	1091	410	34.9	16367	5430
	开封	484	751	37.7	14713	4029
	濮阳	363	852	33.8	18803	72
	安阳	542	732	37.3	19924	261
豫北地区	鹤壁	146	669	47.8	24070	93
	新乡	561	686	39.2	17217	563
	郑州	663	890	62.3	40616	1359
	焦作	347	852	45.3	30356	526
	济源	68	351	47.6	42476	75
	洛阳	654	430	42.6	30084	240
	许昌	456	914	37.5	24706	990
	三门峡	223	212	43.9	29515	131

相关性结果，在其他六种感染途径中，与 FPD 感染存在空间正相关的为注射吸毒传播、异性传播以及母婴传播方式，输血、同性以及其他方式传播途径与 FPD 感染不存在空间相关性。

本文由于数据获取的限制，基本分析单元仅为地级市单元，尽管对于把握河南省艾滋病目前流行的空间格局总体特征具有一定意义，但研究单元仍显的较为粗糙。在后续研究中将从不同艾滋病感染群体个人行为研究入手，进一步理清不同传染途径的空间分布机理。

参考文献(References)

[1] 杨林生, 李海蓉, 李永华, 等. 医学地理和环境健康研究的主要领域与进展. 地理科学进展, 2010, 29(1): 31-44.

[2] 李美慧. 医学地理的热门课题: 新传染病的研究. 台大地理学报, 2005, 41: 45-64.

[3] Luc Anselin, Sanjeev Sridharan, Susan Gholston. Using Exploratory Spatial Data Analysis to Leverage Social Indicator Databases: The Discovery of Interesting Patterns. Social Indicators Research, 2007, 82: 287-309.

[4] Chirwa,W.C. Aliens and AIDS in Southen Africa: The Malawi-South Africa Debate. African Affairs, 1998, 97(386): 53-81.

[5] Ferguson,A.G., Morris,C.N. Mapping Transactional Sex on the Northern Corridor Highway in Kenya. Health&Place, 2007, 13(2): 504-519.

[6] Stacey-Leigh Joseph. Tackling Informailty: Why HIV/AIDS Needs to be a Critical Component of Urban Development Policies. Urban Forum, 2010, 21: 85-105.

[7] Duffy,L. Culture and Context of HIV Prevention in Rural Zimbabwe: The Influence of Gender Inequality. Journal of Trandcultural Nursing, 2005, 16(1): 23-31.

[8] Abrahamsen,R. Gender Dimensions of AIDS in Zambia. Journal of Gender Studies, 1997, 6(2): 177-189.

[9] Bailey,R.C., Moses,S., Parker,C.B et al. Male Circumcision for HIV Prevention in Young Men in Kisumu, Kenya: A

- Randomised Controlled Trial. *Lancet*, 2007, 369(9562): 643-656.
- [10] Bonner, K. Male Circumcision as an HIV Control Strategy: Not a 'Natural Condom'. *Reproductive Health Matters*, 2001, 9(18): 143-155.
- [11] Brockeroff, M., Biddlecon, A.E. Migration, Sexual Behavior and the Risk of HIV in Kenya. *International Migration Review*, 1999, 33(4): 833-856.
- [12] Ezekiel Kalipeni, Leo C. Zulu. HIV and AIDS in Africa: A Geographic Analysis at Multiple Spatial Scales. *GeoJournal*, 2010, 4(23): 83-99.
- [13] 王丽萍, 金水高. GIS空间分析技术在疟疾研究中的应用. *中国公共卫生*, 2008, 24(6): 745-747.
- [14] 李森, 陶海燕, 徐勇. 基于RS-GIS的登革热空间分布模型研究. *测绘与空间地理信息*, 2008, 31(5): 56-59.
- [15] 武继磊, 王劲峰, 孟斌, 等. 2003年北京市SARS疫情空间相关性分析. *浙江大学学报*, 2005, 31(1): 97-101.
- [16] 曹志东, 王劲峰, 高一鸽, 等. 广州SARS流行过程的空间模式与分异特征. *地理研究*, 2008, 27(5): 1139-1149.
- [17] 魏卫. 2010年河南省信阳市艾滋病流行现状. *实用预防医学*, 2011, 18(3): 444-445.
- [18] 岳峰, 沈敦. 有偿献血地区HIV感染状况调查. *预防医学*, 2009, 27(1): 64-66.
- [19] 白立石, 金芳, 曾毅. 三个省份中吸毒和有偿献血人群HIV感染者的现状调查. *中国艾滋病性病*, 2007, 13(3): 227-445.
- [20] 宋鲁平, 李东民, 魏桂梅, 等. 河南省驻马店既往有偿献血员HIV感染状况调查. *中国艾滋病性病*, 2005, 11(5): 361-362.

The spatial pattern of AIDS infection in Henan Province based on the ESDA analysis

XU Di¹, KE Wenqian¹, CHEN Peiyang²

(1. School of Geographic Sciences of Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China;

2. School of Geographic and Oceanographic Sciences of Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: HIV and AIDS infections have become major global health and social problems since the 1980s. There has a high prevalence rate of HIV in Henan Province since the 1990s because of former plasma donors (FPD). In this paper, we use the spatial data analytical methods such as exploratory spatial data analysis (ESDA) to describe the spatial pattern of AIDS infection in Henan in 2008. According to Henan Centers for Disease Control, there are seven main modes of transmission of AIDS in Henan: former plasma donors, homosexual and heterosexual transmission, mother to child transmission (MTCT), drug injection user, blood transfusion and unknown causes of infection. The results showed that: (1) considering the results of the single factor of spatial patterns and the prevalence rate at the municipal level, we divide Henan into two infection areas: the first type is the high prevalence area in the south and the southeast of Henan, and the second one is the low prevalence area in the north of Henan. In the first area, the main infection source is FPD. The main infection in the second area is the high-risk behavior. (2) The results of local spatial autocorrelation indicate that there are significant local clusters in the FPD, MTCT, heterosexual transmission and drug injection, but the homosexual transmission and the blood transfusion are randomly distributed in space. (3) The results of two-factor spatial autocorrelation suggest a strong degree of positive correlation among the HIV infection by FPD and the HIV infection by drug injection, heterosexual transmission and MTCT. There are no spatial relationships among the HIV infection by FPD and the HIV infection by blood transfusion, homosexual transmission and the unknown causes of infection.

Key words: AIDS; Spatial Pattern; Henan Province; ESDA